

**Εταιρία Ύδρευσης και
Αποχέτευσης της Πρωτεύουσας**

**Athens Water Supply and Sewage
Company**

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Τομέας Υδατικών Πόρων Υδραυλικών και
Θαλασσιών Έργων

National Technical University of Athens
Division of Water Resources Hydraulic and
Maritime Engineering

Ερευνητικό Έργο

*Εκσυγχρονισμός της εποπτείας
και διαχείρισης του συστήματος
των υδατικών πόρων ύδρευσης
της Αθήνας*

Research Project

*Updating of the supervision and
management of the Athens' water
supply resources system*

**Ανάλυση Απαιτήσεων του
Συστήματος**

**Analysis of the System
Requirements**

Επιστημονικός Υπεύθυνος:

Δ. Κουτσογιάννης

Σύνταξη:

A. Ευστρατιάδης
Γ. Καραβοκυρός
A. Κουκουβίνος
N. Μαμάσης
Γ. Ναλμπάντης

Scientific Director:

D. Koutsoyiannis

By:

A. Efstratiadis
G. Karavokiros
A. Koukouvinos
N. Mamasis
J. Nalbandis

Αθήνα - Ιανουάριος 2000

Athens - January 2000

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια του ερευνητικού έργου “Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας”, προδιαγράφονται πέντε πληροφοριακά συστήματα που αναπτύσσονται. Το πρώτο είναι το Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας, που έχει ως στόχο την απεικόνιση και εποπτεία του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας. Το δεύτερο είναι ένα σύστημα μέτρησης υδρομετεωρολογικών μεταβλητών στις λεκάνες απορροής που σχετίζονται με το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας. Το τρίτο σύστημα αφορά στην εκτίμηση και πρόγνωση των εισροών και απωλειών των ταμιευτήρων, ενώ το τέταρτο στην εκτίμηση και πρόγνωση των υπόγειων υδατικών πόρων της περιοχής Βοιωτικού Κηφισού – Υλίκης. Τέλος, το πέμπτο σύστημα είναι το σύστημα υποστήριξης της διαχείρισης υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας. Οι απαιτήσεις που προδιαγράφονται χρησιμοποιούνται ως κείμενο αναφοράς για το σχεδιασμό των παραπάνω συστημάτων.

ABSTRACT

Within the frame of the project entitled “Updating of the supervision and management of the water supply resources system of Athens” five software systems that are developed are specified. The first one is the Geographical Information System, which aims to model and to supervise the hydrosystem of Athens. The second one is a network of hydrometeorological measuring stations in the catchments, which are linked to the water resource system of Athens are specified. The third system is used for the estimation of inflow and losses of the reservoirs, where the fourth one estimates and predicts the water resources in the aquifers of the Viotikos Kifissos and Yliki region. Finally, the fifth system supports the management of water resources. The specifications described are used as a guideline for the development of the above systems.

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή.....	1
1.1	Ιστορικό – Αντικείμενο – Διάρθρωση του τεύχους.....	1
1.2	Συνοπτική παρουσίαση των συστημάτων	2
2	Απαιτήσεις συστήματος γεωγραφικής πληροφορίας για την απεικόνιση και εποπτεία του υδροδοτικού συστήματος της ΕΥΔΑΠ.....	4
2.1	Γενικά.....	4
2.2	Λειτουργικές απαιτήσεις	5
2.2.1	Γενικές απαιτήσεις	5
2.2.2	Απαιτήσεις ανάκτησης δεδομένων.....	6
2.2.3	Ανάκτηση δεδομένων σχετικών με την επιφανειακή και υπόγεια υδρολογία.....	8
2.2.4	Ανάκτηση δεδομένων σχετικών με τις άλλες χρήσεις νερού εκτός της ύδρευσης της Αθήνα	10
2.2.5	Ανάκτηση δεδομένων σχετικών με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού των υδραγωγείων ...	10
2.2.6	Απαιτήσεις εφαρμογών	10
2.2.7	Προβολή δεδομένων στο χάρτη	11
2.2.8	Η κλίμακα και η θέση του χάρτη	11
2.2.9	Σύμβολα και ονοματολογία.....	11
2.2.10	Εκτύπωση πινάκων και χαρτών	11
3	Απαιτήσεις συστήματος μέτρησης των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας	12
3.1	Εισαγωγή	12
3.1.1	Σκοπιμότητα υλοποίησης και στόχοι του συστήματος.....	12
3.1.2	Συνοπτική περιγραφή του συστήματος	13
3.2	Απαιτήσεις μετρητικού συστήματος.....	14
3.2.1	Απαιτήσεις εγκατάστασης μετρητικού συστήματος	14
3.2.2	Λειτουργικές απαιτήσεις	17
4	Απαιτήσεις συστήματος εκτίμησης και πρόγνωσης των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας.....	19
4.1	Εισαγωγή	19
4.1.1	Στόχοι ανάπτυξης του υπολογιστικού συστήματος.....	19
4.1.2	Γενική λειτουργία και δομή του υπολογιστικού συστήματος	20
4.2	Λειτουργικές απαιτήσεις	21
4.2.1	Γενικές απαιτήσεις	21
4.2.2	Μοντέλο παραγωγής συνθετικών χρονοσειρών	21
4.2.3	Βάση δεδομένων	22
4.2.4	Ανάλυση απαιτήσεων των υποσυστημάτων.....	24
4.3	Μη λειτουργικές απαιτήσεις.....	28
5	Απαιτήσεις συστήματος προσομοίωσης του υδρολογικού κύκλου στη λεκάνη Βοιωτικού Κηφισού – Υλίκης	29
5.1	Εισαγωγή	29

5.2	Λειτουργικές απαιτήσεις	30
5.2.1	Γενικές απαιτήσεις του συστήματος	30
5.2.2	Γενικές απαιτήσεις του μαθηματικού μοντέλου.....	30
5.2.3	Απαιτήσεις σε δεδομένα.....	31
5.2.4	Απαιτήσεις σε εξαγόμενα.....	31
5.3	Μη λειτουργικές απαιτήσεις	32
6	Απαιτήσεις συστήματος υποστήριξης της διαχείρισης υδατικών πόρων	34
6.1	Εισαγωγή	34
6.2	Λειτουργικές απαιτήσεις	36
6.2.1	Γενικές απαιτήσεις	36
6.2.2	Διαχείριση στοιχείων στη Βάση Δεδομένων.....	36
6.2.3	Απαιτήσεις προσομοίωσης.....	37
6.2.4	Απαιτήσεις βελτιστοποίησης.....	42
6.2.5	Σενάρια διαχείρισης	45
6.2.6	Σχηματική αναπαράσταση της προσομοίωσης	46
6.2.7	Διεπαφή με άλλα συστήματα	47
6.3	Μη λειτουργικές απαιτήσεις	47
6.3.1	Χρονικοί περιορισμοί.....	47
6.3.2	Απαιτήσεις αξιοπιστίας αποτελεσμάτων.....	48
6.3.3	Λοιπές απαιτήσεις	48
	Αναφορές	49
	Παράρτημα Α: Ορισμοί	51
	Παράρτημα Β: Συντομεύσεις	57
	Παράρτημα Γ: Σχήματα Μετρητικού Δικτύου	58

Σχήματα

Σχ. 1:	Διασύνδεση συστημάτων του ερευνητικού έργου.....	3
Σχ. 2:	Η δομή του ΣΓΠ.....	5
Σχ. 3:	Σχηματική παρουσίαση του συστήματος εξωτερικών υδραγωγείων της Αθήνας.....	35
Σχ. 4:	Παράδειγμα προβλεπόμενης χρονικής διακύμανσης της πιθανότητας αστοχίας υποθετικού στόχου κάλυψης της ζήτησης νερού.....	40
Σχ. 5:	Παράδειγμα πρόβλεψης της εξέλιξης των διαθέσιμων υδατικών πόρων σε υποθετικό ταμιευτήρα.	41
Σχ. 6:	Παράδειγμα γραφικής αναπαράστασης διαχειριστικού κανόνα λειτουργίας ταμιευτήρα.....	44
Σχ. 7:	Μετάδοση δεδομένων τηλεμετρικών σταθμών με τηλεφωνική γραμμή.....	58
Σχ. 8:	Μετάδοση δεδομένων τηλεμετρικών σταθμών με ραδιοζεύξη.....	59
Σχ. 9:	Διακίνηση δεδομένων μετρητικού δικτύου.....	60

1 Εισαγωγή

1.1 Ιστορικό – Αντικείμενο – Διάρθρωση του τεύχους

Το παρόν τεύχος συντάχθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού έργου με τίτλο «Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας» που ανατέθηκε από την ΕΥΔΑΠ (με την από 26/5/1999 απόφαση του Διοικητικού Συμβουλίου της) σε ερευνητική ομάδα του Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων του ΕΜΠ με επιστημονικό υπεύθυνο τον επίκουρο καθηγητή ΕΜΠ Δ. Κουτσογιάννη.

Αντικείμενο του τεύχους είναι η ανάλυση των απαιτήσεων των προτεινόμενων συστημάτων για την εκτίμηση και πρόγνωση των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας. Η ανάλυση αυτή προβλέπεται από τη σύμβαση του έργου (Παράρτημα Ι της σύμβασης ανάθεσης, ΕΥΔΑΠ/ΕΜΠ, 1999β). Το τεύχος περιλαμβάνει έξι κεφάλαια από τα οποία το πρώτο είναι η παρούσα εισαγωγή. Τα κεφάλαια δύο μέχρι έξι περιλαμβάνουν τις απαιτήσεις του συστήματος που περιγράφηκαν στο Παράρτημα Ι της σύμβασης. Στα κεφάλαια αυτά γίνεται λεπτομερής περιγραφή της λειτουργίας, της συμπεριφοράς και των περιορισμών του τελικού προϊόντος από την οπτική γωνία του χρήστη. Οι απαιτήσεις είναι γραμμένες με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολα επαληθεύσιμες και να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κείμενο αναφοράς τόσο από τους σχεδιαστές των υπολογιστικών συστημάτων όσο και από τους τελικούς χρήστες. Στα παρακάτω κεφάλαια όλες οι απαιτήσεις είναι αριθμημένες, ενώ με γραμματοσειρά μικρών χαρακτήρων (μέγεθος 10) έχουν τυπωθεί τυχόν επεξηγήσεις των απαιτήσεων. Στο τέλος του τεύχους δίνονται οι βιβλιογραφικές παραπομπές που μνημονεύονται στο κείμενο. Επίσης, δίνεται κατάλογος με τεχνικούς όρους διαχείρισης υδατικών πόρων και υδροπληροφορικής καθώς και συντμήσεις, όπως τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιούνται στο παρόν τεύχος.

Στη σύνταξη του παρόντος τεύχους συμμετείχαν τα ακόλουθα μέλη της ερευνητικής ομάδας:

- | | |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A. Ευστρατιάδης | Απαιτήσεις υποσυστήματος εκτίμησης και πρόγνωσης εισροών και απωλειών ταμιευτήρων υδροδοτικού συστήματος Αθήνας |
| Γ. Καραβοκυρός | Απαιτήσεις υποσυστήματος υποστήριξης της διαχείρισης των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας, επιμέλεια του τεύχους |
| A. Κουκουβίνος | Απαιτήσεις υποσυστήματος γεωγραφικής πληροφορίας για την απεικόνιση και εποπτεία του υδροδοτικού συστήματος της ΕΥΔΑΠ |
| N. Μαμάσης | Απαιτήσεις υποσυστήματος μέτρησης των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας |
| I. Ναλμπάντης | Απαιτήσεις υποσυστήματος προσομοίωσης του υδρολογικού κύκλου στη λεκάνη Βοιωτικού Κηφισού – Υλίκης, γενική ευθύνη και επιμέλεια του τεύχους, σύνταξη γενικής εισαγωγής |

1.2 Συνοπτική παρουσίαση των συστημάτων

Στο παρόν ερευνητικό έργο θα υλοποιηθούν πέντε διαφορετικά αλλά συνδεδεμένα πληροφοριακά συστήματα που αναφέρονται αριθμητικά από 1 ως 5. Το πρώτο από αυτά είναι το Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας (ΣΓΠ) που έχει ως στόχο την απεικόνιση και εποπτεία του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας. Αυτό συνίσταται στην ανάκτηση και προβολή σε χάρτη δύο κατηγοριών δεδομένων: δεδομένων θέσης και δεδομένων χαρακτηριστικών. Τα δεδομένα χαρακτηριστικών θα είναι αποθηκευμένα στην Κεντρική Βάση Δεδομένων (ΚΒΔ) ενώ τα δεδομένα θέσης θα είναι αποθηκευμένα σε γεωγραφική βάση.

Το δεύτερο σύστημα που θα αναπτυχθεί έχει στόχο τη μέτρηση των υδρομετεωρολογικών μεταβλητών και την επιχειρησιακή αξιοποίηση των μετρήσεων στη διαχείριση των υδατικών πόρων του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας. Πρόκειται για μετρητικό δίκτυο που αποτελείται από τους σταθμούς μέτρησης των υδρομετεωρολογικών μεταβλητών, τα Περιφερειακά Σημεία Ελέγχου Δεδομένων (ΠΣΕΔ) ανά λεκάνη απορροής και το Κέντρο Διαχείρισης Δεδομένων (ΚΔΔ) που τελικά συλλέγει και διαχειρίζεται το σύνολο των δεδομένων. Οι σταθμοί μέτρησης περιλαμβάνουν τους αυτόματους τηλεμετρικούς αλλά και τους συμβατικούς υδρομετρικούς σταθμούς. Οι αυτόματοι τηλεμετρικοί σταθμοί διακρίνονται σε μετεωρολογικούς και σταθμημετρικούς (ποταμών και ταμειυτήρων) και περιλαμβάνουν τους αισθητήρες μέτρησης και τα συστήματα αποθήκευσης, τηλεμετάδοσης και ενεργειακής τροφοδοσίας. Οι συμβατικοί σταθμοί περιλαμβάνουν αποκλειστικά εγκαταστάσεις υδρομέτρησης ποταμών (διατάξεις έδρασης, συρματοσχοίνα, μιλίσκου, όργανα μέτρησης συγκέντρωσης διαλυμάτων).

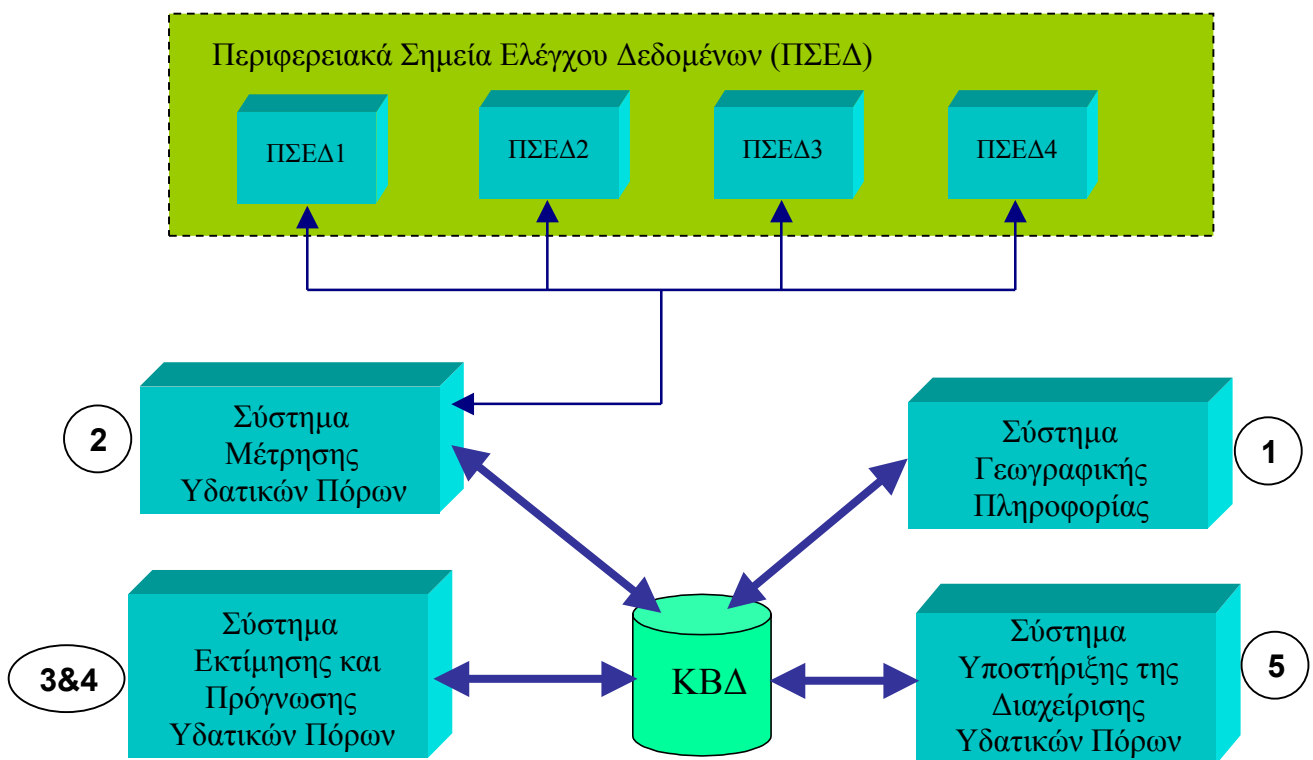
Το τρίτο σύστημα αφορά στην εκτίμηση και πρόγνωση των εισροών και απωλειών των ταμειυτήρων Εύηνου, Μόρνου, Υλίκης και Μαραθώνα. Σε ό,τι αφορά στις εισροές, το σύστημα θα υλοποιήσει ένα μαθηματικό μοντέλο με βάση ένα σχήμα πολλών μεταβλητών (θέσεων) και δύο χρονικών βημάτων (μηνιαία και ετήσια κλίμακα). Το σύστημα θα χρησιμοποιεί τα ιστορικά δεδομένα για να παράγει συνθετικές χρονοσειρές απορροών, βροχοπτώσεων και εξατμίσεων στους ταμειυτήρες, οι οποίες θα διατηρούν τα στατιστικά χαρακτηριστικά των ιστορικών και θα επικαιροποιούνται με βάση τις πιο πρόσφατες μετρήσεις. Το σύστημα θα διαχειρίζεται κατάλληλα τις ιστορικές και τις συνθετικές χρονοσειρές, θα εξάγει τα στατιστικά χαρακτηριστικά τους, θα εκτιμά τις παραμέτρους των μοντέλων, θα παράγει τις συνθετικές χρονοσειρές και θα παρουσιάζει τα αποτελέσματα υπό μορφή πινάκων και γραφημάτων.

Το τέταρτο σύστημα αφορά στην εκτίμηση και πρόγνωση των υπόγειων υδατικών πόρων της περιοχής Βοιωτικού Κηφισού – Υλίκης με βάση τις μετρήσεις των κατακρημνισμάτων και των μετεωρολογικών μεταβλητών της λεκάνης, των παροχών στη Διώρυγα Καρδίτσας και σε ενδιάμεσες θέσεις, καθώς και δεδομένα λειτουργίας των γεωτρήσεων στη λεκάνη. Το σύστημα αυτό θα επιτρέπει την πρόγνωση των απολήψιμων όγκων νερού τόσο από τα υπόγεια όσο και από τα επιφανειακά νερά της λεκάνης Β. Κηφισού – Υλίκης.

Τέλος, το πέμπτο σύστημα είναι το σύστημα υποστήριξης της διαχείρισης υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας (ΣΥΔΥΠ) που αποτελεί και το κύριο εργαλείο διαχείρισης του υδροδοτικού συστήματος. Το σύστημα θα πραγματοποιεί προσομοίωση και βελτιστοποίηση της λειτουργίας των εξωτερικών υδραγωγείων του δικτύου υδροδότησης υποδεικνύοντας

αποδοτικούς διαχειριστικούς κανόνες λειτουργίας του συστήματος ταμιευτήρων. Το υπολογιστικό σύστημα θα λειτουργεί με πολλαπλούς ανταγωνιστικούς στόχους και χρήσεις υδατικών πόρων και θα εξάγει ως αποτελέσματα τους απολήξιμους όγκους νερού και αντίστοιχα οικονομικά μεγέθη. Ακόμη, το σύστημα θα υλοποιεί ένα μαθηματικό μοντέλο του φυσικού συστήματος με όλες τις κύριες συνιστώσες του (ταμιευτήρες, υδραγωγεία, αντλιοστάσια, υπόγειοι υδροφορείς, μονάδες παραγωγής ενέργειας).

Τα συστήματα 2 ως 5 τροφοδοτούνται από την ΚΒΔ με δεδομένα και επιστρέφουν στο σύστημα 1 αποτελέσματα για παρουσίαση υπό μορφή χαρτών, πινάκων ή διαγραμμάτων. Στο Σχ. 1, παρουσιάζεται ο τρόπος διασύνδεσης των συστημάτων που θα αναπτυχθούν. Οι γραμμές με βέλος και στις δύο άκρες υποδηλώνουν την αμφίδρομη μεταφορά πληροφοριών.



Σχ. 1: Διασύνδεση συστημάτων του ερευνητικού έργου

2 Απαιτήσεις συστήματος γεωγραφικής πληροφορίας για την απεικόνιση και εποπτεία του υδροδοτικού συστήματος της ΕΥΔΑΠ

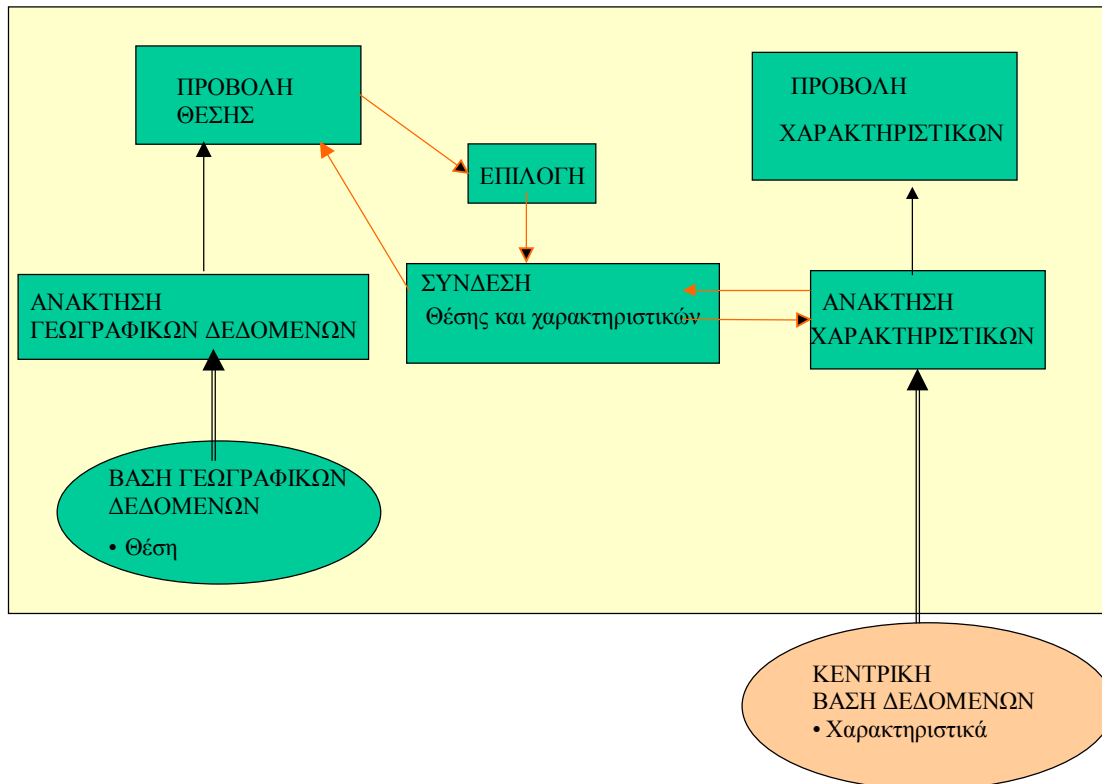
2.1 Γενικά

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύονται οι απαιτήσεις από το Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας (ΣΓΠ) που θα αναπτυχθεί στα πλαίσια του ερευνητικού έργου. Το Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας, σύμφωνα με τις συμβατικές υποχρεώσεις (ΕΥΔΑΠ/ΕΜΠ, 1999α) και το Τεύχος Προδιαγραφών (ΕΥΔΑΠ/ΕΜΠ, 1999β) του έργου, χρησιμοποιείται στην απεικόνιση και την εποπτεία του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας,

Αναλυτικότερα, το Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας (ΣΓΠ) ανακτά τα δεδομένα που ζητούνται για το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας, δεδομένα θέσης και δεδομένα χαρακτηριστικών, και τα προβάλλει σε χάρτη. Τα δεδομένα που θα ζητούνται θα είναι είτε δεδομένα θέσης είτε δεδομένα χαρακτηριστικών. Τα δεδομένα χαρακτηριστικών θα είναι αποθηκευμένα στην Κεντρική Βάση Δεδομένων (ΚΒΔ) του έργου και θα ανακτώνται από το ΣΓΠ μέσα από την διεπαφή του ΣΓΠ με την ΚΒΔ. Τα δεδομένα θέσης θα είναι αποθηκευμένα σε γεωγραφική βάση και θα μπορούν να ανακτηθούν και να προβληθούν μέσα από το περιβάλλον του ΣΓΠ.

Ο χρήστης του συστήματος θα έχει στη διάθεσή του χάρτη όπου θα εμφανίζονται όποια από τα αντικείμενα που συνθέτουν το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας έχουν ζητηθεί. Θα μπορεί να επιλέξει οποιοδήποτε από αυτά και να ζητήσει την εμφάνιση των σχετικών δεδομένων χαρακτηριστικών. Θα μπορεί ακόμα να ζητήσει να εμφανιστούν οι θέσεις των αντικειμένων που πληρούν κριτήρια ως προς τα χαρακτηριστικά.

Στο Σχ. 2 φαίνεται η δομή του ΣΓΠ που θα αναπτυχθεί. Οι κόκκινες γραμμές δείχνουν τις λειτουργίες όπου τα δύο υποσυστήματα (θέσης και χαρακτηριστικών) θα μπορούν να αλληλεπιδρούν. Οι μαύρες γραμμές δείχνουν τις λειτουργίες που κάθε υποσύστημα θα μπορεί να εκτελέσει χωρίς επίδραση με το άλλο.



Σχ. 2: Η δομή του ΣΓΠΙ

2.2 Λειτουργικές απαιτήσεις

2.2.1 Γενικές απαιτήσεις

- (2. 1) Το Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας θα ανακτά δεδομένα σχετικά με το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας και θα τα προβάλλει σε χάρτη.
- (2. 2) Τα δεδομένα που θα διαχειρίζεται το ΣΓΠΙ αναφέρονται στους αγωγούς μεταφοράς νερού, τα αντλιοστάσια, τις γεωτρήσεις, τα διυλιστήρια, την επιφανειακή και υπόγεια υδρολογία των λεκανών απορροής της περιοχής μελέτης, και στις άλλες εκτός της ύδρευσης της Αθήνας χρήσεις του νερού των υδραγωγείων.
- (2. 3) Τα δεδομένα που θα ανακτώνται είναι δεδομένα θέσης και δεδομένα ιδιοτήτων.
- (2. 4) Το σύστημα θα ανακτά και θα προβάλλει τα δεδομένα θέσης σύμφωνα με το σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87.
- (2. 5) Η ακρίβεια που θα έχουν τα δεδομένα θέσης είναι αυτή που ορίζεται από τα υπόβαθρα που θα χρησιμοποιηθούν και στη γενική περίπτωση αναφέρονται σε χάρτες κλίμακας 1:100 000.
- (2. 6) Το σύστημα θα ανακτά τα δεδομένα χαρακτηριστικών που ζητούνται από τους χρήστες του χρησιμοποιώντας διεπαφές με την ΚΒΔ. Ο χρήστης θα επιλέγει τα δεδομένα που επιθυμεί να ανακτηθούν με τη βοήθεια των διεπαφών και αυτά που επιθυμεί να προβληθούν στο χάρτη. Στη συνέχεια, αναλύονται, με τη μορφή απαιτήσεων από το

σύστημα, τα δεδομένα που θα ανακτώνται και θα προβάλλονται καθώς και οι εφαρμογές ανάκτησης και προβολής τους.

2.2.2 Απαιτήσεις ανάκτησης δεδομένων

2.2.2.1 Ανάκτηση δεδομένων σχετικών για το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας

- (2. 7) Ο χρήστης του συστήματος θα μπορεί να ανακτήσει δεδομένα σχετικά με το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας. Το υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας περιλαμβάνει τους ταμιευτήρες, τους αγωγούς μεταφοράς νερού, τα τεχνικά έργα που ρυθμίζουν τη ροή στους αγωγούς, τα αντλιοστάσια, τις γεωτρήσεις και τα διυλιστήρια. Για κάθε ένα από αυτά, θα μπορούν να ανακτηθούν τα είδη δεδομένων που καταγράφονται στη συνέχεια.

Ταμιευτήρες

- (2. 8) Για τους ταμιευτήρες του υδροδοτικού συστήματος θα μπορούν να ανακτηθούν πληροφορίες που αναφέρονται στη συνέχεια (2. 9) μέχρι (2. 12).

Οι ταμιευτήρες που χρησιμοποιούνται για την υδροδότηση της Αθήνας και για τους οποίους θα ανακτάται πληροφορία είναι οι ταμιευτήρες Μόρνου, Εύηνου, Υλίκης και Μαραθώνα.

- (2. 9) Χαρακτηριστικά ταμιευτήρα: Έκταση, περίμετρος, συντεταγμένες κέντρου βάρους, όνομα, ελάχιστη στάθμη λειτουργίας, μέγιστη στάθμη λειτουργίας, στάθμη υπερχειλίστης, κατώτατη στάθμη υδροληψίας, κατώτατη στάθμη εκκένωσης, μέγιστος όγκος, ωφέλιμος όγκος, καμπύλες στάθμης-όγκου, καμπύλες στάθμης-επιφάνειας, ύπαρξη θυροφραγμάτων, υδραυλικές συνθήκες λειτουργίας υδροληψιών, εκκενωτή πυθμένα, και υπερχειλιστή.
- (2. 10) Χαρακτηριστικά φράγματος: Συντεταγμένες, είδος, ύψος, όγκος, υψόμετρο στέψης, μήκος στέψης, πλάτος στέψης, στάθμη υπερχειλιστή, παροχετευτικότητα υπερχειλιστή, περιγραφή υπερχειλιστή, μήκος σήραγγας εκτροπής, διάμετρος σήραγγας εκτροπής, φωτογραφία.
- (2. 11) Μηνιαία πληροφορία ισοζυγίου ταμιευτήρα: Η μηνιαία πληροφορία ισοζυγίου ταμιευτήρα αναφέρεται σε μετρήσεις και υπολογισμούς με μηνιαίο χρονικό βήμα. Ο χρήστης θα μπορεί για τον ταμιευτήρα, τα έτη και τους μήνες που τον ενδιαφέρουν να ζητήσει την ανάκτηση των παρακάτω:
Στάθμη, απόθεμα, εισροή, απόληψη ΕΥΔΑΠ, απόληψη για άλλες χρήσεις, υπερχειλίση, βροχόπτωση στην επιφάνεια, εξάτμιση, υπόγεια διαφυγή, παρατηρήσεις.
- (2. 12) Ημερήσια πληροφορία διακύμανσης αποθεμάτων ταμιευτήρα: Ο χρήστης θα μπορεί για τον ταμιευτήρα, τα έτη, τους μήνες και τις ημέρες που τον ενδιαφέρουν να ζητήσει την ανάκτηση των παρακάτω:
Στάθμη, απόθεμα.

Υδραγωγεία

- (2. 13) Για όποιο τμήμα υδραγωγείων επιλεγεί θα μπορούν να ανακτηθούν τα παρακάτω:
Όνομα, συντεταγμένες αρχής, συντεταγμένες τέλους, μήκος, τύπος (διώρυγα, σήραγγα,

σίφωνα), καθεστώς ροής (ελεύθερη, υπό πίεση), διατομή, σκαρίφημα διατομής, υψόμετρο αρχής, υψόμετρο τέλους, μέγιστη παροχρευτικότητα, θέσεις μέτρησης παροχής, σημαντικά συμβάντα.

Τα υδραγωγεία που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά του νερού από τις πηγές υδροληψίας στα διυλιστήρια είναι το υδραγωγείο Υλίκης, το υδραγωγείο Μόρνου, και οι αγωγοί που βρίσκονται στην λεκάνη απορροής του Β. Κηφισού.

Το υδραγωγείο Υλίκης αποτελείται από τα τμήματα:

Σήραγγα Τανάγρας, υδραγωγείο Κακοσάλεσι, σήραγγα Κιούρκων, σήραγγα Σφενδάλης, υδραγωγείο Μαλακάσας, υδραγωγείο Καλάμου, ενωτικό υδραγωγείο Μαραθώνα, ενωτικό υδραγωγείο Κιούρκων-Μενιδίου, σήραγγα Μπογιατίου.

Το υδραγωγείο Μόρνου αποτελείται από τα τμήματα:

Σήραγγες Γκιώνας, Κίρφης, Ελικώνα Α, Κιθαιρώνα, Άμφισσας, Μοναστηρίου, Αγ. Νικολάου, Κυριακίου, Θίσβης, Κασταλίας, Δελφών, Διστόμου, Ελικώνα Β, Ταξιαρχών, Προδρόμου, σίφωνες Άμφισσας, Νο 36, Νο 38, Διστόμου, Καλογερικού, Ελικώνα, Σ163, Σ168, Σ174, Χασιάς, Σ183, Σ188, διάφυρες Άμφισσας, Χρισσού, Κίρφης, Άσπρων Σπιτιών, Κυριακίου, Ελικώνα Α, Ελικώνα Β, Προδρόμου, Δελφών Α, Δελφών Β, Ταξιαρχών Α, Ταξιαρχών Β, Θίσβης-Ελλοπίας, Θηβών, Κιθαιρώνα.

Οι αγωγοί της λεκάνης απορροής του Β. Κηφισού είναι:

Συλλεκτήριος Βασιλικών, συλλεκτήριος Παρορίου, συγκεντρωτικός Βασιλικών-Παρορίου, διάφυρα Υλίκης.

Τεχνικά έργα

(2. 14) Για τους ρυθμιστές ροής στα υδραγωγεία ο χρήστης του συστήματος θα μπορεί να ανακτήσει τα παρακάτω:

Όνομα, συντεταγμένες, είδος, όνομα υδραγωγείου, είδος ρυθμιστικών βανών, φωτογραφία.

Αντλιοστάσια

(2. 15) Ο χρήστης θα μπορεί να ανακτήσει, για όποια από τα παρακάτω αντλιοστάσια επιλέξει, τα εξής:

Όνομα, συντεταγμένες, ισχύς, παροχή, γεώτρηση υδροδότησης, υψόμετρο άντλησης, υψόμετρο κατάθλιψης, φωτογραφία, παρατηρήσεις.

Τα κύρια αντλιοστάσια που χρησιμοποιούνται από την ΕΥΔΑΠ είναι:

Υλίκης (κεντρικό, 7η ομάδα, πλωτά), Κρεμάδας, Ασωπού, Βίλιζας, Διστόμου, Αυλώνα, Σφενδάλης Αγ. Θωμά, Κιούρκων (αδιύλιστο, καθαρό), Μαρκόπουλου.

Γεωτρήσεις

(2. 16) Για τις ομάδες γεωτρήσεων της ΕΥΔΑΠ θα μπορούν να ανακτηθούν τα εξής:

Όνομα, συντεταγμένες, λεκάνη απορροής, υδρογεωλογική λεκάνη, όνομα πλησιέστερου δήμου, περιγραφή τοποθεσίας, ημερομηνία μέτρησης, ώρα μέτρησης, στάθμη, παροχή, ισχύς, ετήσια αντλητική δυνατότητα, αντλιοστάσιο που υδροδοτείται, παρατηρήσεις.

Οι ομάδες γεωτρήσεων που είναι στην ευθύνη της ΕΥΔΑΠ και υδροδοτούν τα υδραγωγεία είναι:

Μαυρονερίου, Χαιρώνειας, Ακοντίου, Βασιλικών-Παρορίου, Ταξιαρχών, Ν.Δ. Υλίκης, Παραλίμνης, Μουρικού, Ύπατου, Αυλώνα, Βίλιζας (7ος, 10ος, Νο 3, Νο 4), Ευαγγελιστών και Μαυροσουβάλας.

Διυλιστήρια

- (2. 17) Ο χρήστης θα μπορεί να ανακτήσει για όποιο από τα διυλιστήρια επιλέξει τα εξής:
Όνομα, συντεταγμένες, υψόμετρο εγκατάστασης, συνολική ικανότητα επεξεργασίας, ωφέλιμη χωρητικότητα, μηνιαία εκροή.

Τα διυλιστήρια που χρησιμοποιεί η ΕΥΔΑΠ για την επεξεργασία του νερού είναι: Γαλατσίου, Μενιδίου, Κιούρκων, Ασπροπύργου (Μάνδρας).

2.2.3 Ανάκτηση δεδομένων σχετικών με την επιφανειακή και υπόγεια υδρολογία

- (2. 18) Ο χρήστης του ΣΓΠ θα μπορεί να ανακτήσει δεδομένα επιφανειακής και υπόγειας υδρολογίας που αναφέρονται στις λεκάνες απορροής της περιοχής μελέτης.

Τα δεδομένα επιφανειακής υδρολογίας περιλαμβάνουν την υψομετρία, την γενική τοπογραφική πληροφορία, τις λεκάνες απορροής των ποταμών, τους σταθμούς μέτρησης μεταβλητών (υδρομετρικοί, βροχομετρικοί, μετεωρολογικοί) την εδαφολογική πληροφορία και την φυτοκάλυψη. Τα δεδομένα υπόγειας υδρολογίας περιλαμβάνουν την υδρολιθολογική πληροφορία, τους υπόγειους υδροφορείς και τις πηγές. Για κάθε κατηγορία ο χρήστης του ΣΓΠ θα μπορεί να ανακτά τα παρακάτω:

Υψομετρία

- (2. 19) Ισοϋψείς καμπύλες, χαρακτηριστικά υψομετρικά σημεία, ψηφιακό μοντέλο εδάφους.

Γενική τοπογραφική πληροφορία

- (2. 20) Ακτογραμμή, υδρογραφικό δίκτυο, οικισμοί, οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο.

Λεκάνες απορροής

- (2. 21) Όνομα, έκταση, μέσο υψόμετρο, μέση ετήσια βροχόπτωση, μέση ετήσια απορροή

Οι λεκάνες απορροής της περιοχής μελέτης είναι αυτές των ποταμών Εύηνου, Μόρνου, Β. Κηφισού, Υλίκης και Χαράδρου ανάντη του φράγματος Μαραθώνα. Τα δεδομένα αφορούν τις λεκάνες αυτές, όπως και για τις υπολεκάνες ανάντη των φραγμάτων Εύηνου, Μόρνου και των υδρομετρικών σταθμών του εδαφίου (2. 23)

Σταθμοί μέτρησης υδρολογικών μεταβλητών

- (2. 22) Οι σταθμοί μέτρησης των υδρολογικών μεταβλητών διακρίνονται σε υδρομετρικούς, βροχομετρικούς και μετεωρολογικούς. Για κάθε κατηγορία θα μπορούν να ανακτηθούν τα παρακάτω:

Υδρομετρικοί σταθμοί

- (2. 23) Όνομα, συντεταγμένες, υπεύθυνη υπηρεσία, κωδικός που έχει δοθεί από την υπηρεσία, νομός, λεκάνη απορροής, υψόμετρο, τύπος οργάνου μέτρησης, περίοδος λειτουργίας, ιστορικό, φωτογραφία, μηνιαία δεδομένα παροχής.

Οι υδρομετρικοί σταθμοί για τους οποίους θα ζητείται πληροφορία είναι ένας στον Εύηνο (Πόρος Ρηγανίου), ένας στον Μόρνο (στη θέση του φράγματος), ένας στον Βοιωτικό Κηφισό (διώρυγα Καρδίτσας), και αυτοί που θα υλοποιηθούν στα πλαίσια του παρόντος έργου (ΕΥΔΑΠ/ΕΜΠ, 1999γ).

Βροχομετρικοί σταθμοί

- (2. 24) Όνομα, συντεταγμένες, υψόμετρο, υπεύθυνη υπηρεσία, κωδικός που έχει δοθεί από την υπηρεσία, νομός, λεκάνη απορροής, τύπος οργάνου μέτρησης, περίοδος λειτουργίας, ιστορικό, φωτογραφία, μηνιαία δεδομένα βροχής.

Οι βροχομετρικοί σταθμοί για τους οποίους θα ζητείται πληροφορία είναι όλοι με πρόσφατα δεδομένα στη λεκάνη του Β. Κηφισού, ένας στη λεκάνη απορροής του Μόρνου (Λιδωρίκι), ένας στη λεκάνη απορροής του Εύηνου (Αράχωβα) και οι μετεωρολογικοί σταθμοί που θα υλοποιηθούν στα πλαίσια του Έργου και θα έχουν δεδομένα βροχής (ΕΜΠ, 1999γ).

Μετεωρολογικοί σταθμοί

- (2. 25) Όνομα, συντεταγμένες, υψόμετρο, υπεύθυνη υπηρεσία, κωδικός που έχει δοθεί από την υπηρεσία, νομός, λεκάνη απορροής, τύπος οργάνου μέτρησης, περίοδος λειτουργίας, μηνιαία δεδομένα για τις μεταβλητές: θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ώρες ηλιοφάνειας, ηλιακή ακτινοβολία, ταχύτητα ανέμου, διεύθυνση ανέμου, βροχή (για τους σταθμούς που θα υλοποιηθούν στα πλαίσια του Έργου).

Οι μετεωρολογικοί σταθμοί για τους οποίους θα ζητείται πληροφορία είναι όσοι έχουν δεδομένα για όλες τις παρακάτω μεταβλητές ταυτόχρονα σε μία χρονική περίοδο, και βρίσκονται μέσα στην περιοχή μελέτης και οι μετεωρολογικοί σταθμοί που θα υλοποιηθούν στα πλαίσια του Έργου (κεφάλαιο 3).

Πληροφορία υπόγειας υδρολογίας-υδρογεωλογίας

- (2. 26) Πληροφορία υπόγειας υδρολογίας-υδρογεωλογίας θα ζητείται μόνο για τη λεκάνη απορροής του Β. Κηφισού όπου θα αναπτυχθεί στα πλαίσια του έργου μοντέλο υπόγειων νερών. Ο χρήστης θα μπορεί να ανακτά την πληροφορία που καταγράφεται στη συνέχεια για την υδρολιθολογία, τους υπόγειους υδροφορείς τις πηγές και τις γεωτρήσεις που λειτουργούν με ευθύνη τρίτων.

- (2. 27) Υδρολιθολογική πληροφορία:

Χωρική κατανομή της επιφανειακής εμφάνισης των υδροφορέων.

- (2. 28) Υπόγειοι υδροφορείς:

Όρια υπόγειων υδροφορέων (προσεγγιστικά).

- (2. 29) Πηγές :

Όνομα, λεκάνη απορροής, υδρογεωλογική λεκάνη, όνομα πλησιέστερου δήμου, περιγραφή τοποθεσίας, ημερομηνία μέτρησης, ώρα μέτρησης, παροχή, θερμοκρασία νερού, θερμοκρασία αέρα, αγωγιμότητα, συγκέντρωση χλωριόντων, παρατηρήσεις.

- (2. 30) Οι ακόλουθες πληροφορίες που αφορούν γεωτρήσεις τρίτων θα μπορούν να ανακτηθούν:

Όνομα, λεκάνη απορροής, υδρογεωλογική λεκάνη, όνομα πλησιέστερου δήμου, περιγραφή τοποθεσίας, ημερομηνία μέτρησης, ώρα μέτρησης, παροχή, θερμοκρασία νερού, θερμοκρασία αέρα, αγωγιμότητα, συγκέντρωση χλωριόντων, παρατηρήσεις.

2.2.4 Ανάκτηση δεδομένων σχετικών με τις άλλες χρήσεις νερού εκτός της ύδρευσης της Αθήνα

(2. 31) Ο χρήστης θα μπορεί να ανακτήσει δεδομένα σχετικά με την ύδρευση δήμων και κοινοτήτων από το νερό της ΕΥΔΑΠ, την άρδευση και την υδροηλεκτρική ενέργεια.

Ύδρευση δήμων και κοινοτήτων

(2. 32) Για τους δήμους και τις κοινότητες εκτός του πολεοδομικού συγκροτήματος Αττικής που χρησιμοποιούν το νερό των υδραγωγείων ο χρήστης θα μπορεί να ανακτήσει τα παρακάτω:

Όνομα δήμου ή κοινότητας, νομός, ισχύς αντλιοστασίων, δυναμικότητα διυλιστηρίων (εφόσον υπάρχουν), χρονοσειρά ετήσιας παροχής, συντεταγμένες θέσης υδροληψίας, περιγραφή υδροληψίας, περιγραφή υδραγωγείου, περιγραφή διυλιστηρίων, περιγραφή λειτουργίας, δεδομένα κόστους νερού, φωτογραφίες.

Άρδευση

(2. 33) Για τις εκτάσεις που αρδεύτηκαν από το νερό των υδραγωγείων ο χρήστης θα μπορεί να ανακτήσει τα παρακάτω:

Όνομα, έκταση, περίμετρος, είδος καλλιέργειας, ποσότητα νερού που χρησιμοποιήθηκε, έτος.

Υδροηλεκτρική ενέργεια

(2. 34) Για τους σταθμούς παραγωγής ενέργειας θα μπορούν να ανακτηθούν τα εξής:

Όνομα, συντεταγμένες, ισχύς, στάθμη εισροής, στάθμη εκροής, ισχύς βάσης, μηνιαία δεδομένα ενέργειας, μηνιαία δεδομένα απόληψης νερού.

Οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας για τους οποίους θα μπορούν να ανακτηθούν δεδομένα είναι ο σταθμός της Γκιάνας και όσοι σχεδιάζονται και θα υλοποιηθούν από την ΕΥΔΑΠ.

2.2.5 Ανάκτηση δεδομένων σχετικών με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού των υδραγωγείων

(2. 35) Για τις θέσεις όπου έχουν γίνει δειγματοληψίες για τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού ο χρήστης θα μπορεί να ανακτήσει τα παρακάτω:

Όνομα θέσης δειγματοληψίας, συντεταγμένες, ημερομηνία, χλωριόντα, νιτρικά.

2.2.6 Απαιτήσεις εφαρμογών

(2. 36) Ο χρήστης θα μπορεί να ζητήσει την προβολή στο χάρτη ενός ή περισσότερων θεματικών επιπέδων που περιγράφουν το υδροδοτικό σύστημα και τα δεδομένα τους αναλύονται στις απαιτήσεις (2. 7) μέχρι (2. 35). Η προβολή θα γίνεται χρησιμοποιώντας ορθογώνιες συντεταγμένες σε σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ '87.

(2. 37) Ο χρήστης θα μπορεί να ζητήσει την προβολή των χαρακτηριστικών που σχετίζονται με τα αντικείμενα που επιλέγει σε κάθε επίπεδο.

2.2.7 Προβολή δεδομένων στο χάρτη

- (2. 38) Θα εμφανίζονται σε χάρτη τα αντικείμενα που ικανοποιούν τα κριτήρια επιλογής που θέτει ο χρήστης . Η επιλογή των κριτηρίων θα γίνεται με φόρμες επιλογής.
- (2. 39) Ο χρήστης θα μπορεί να επιλέξει στο χάρτη ένα ή περισσότερα αντικείμενα που συνδέονται με χρονοσειρές και να ζητήσει να εμφανιστούν οι χρονοσειρές που θα επιλέξει.
- (2. 40)) Ο χρήστης θα μπορεί να προβάλλει δεδομένα εικόνας σε όποια αντικείμενα επιλέξει.

2.2.8 Η κλίμακα και η θέση του χάρτη

- (2. 41) Ο χρήστης θα μπορεί να ρυθμίζει την κλίμακα του χάρτη είτε πληκτρολογώντας την κλίμακα που επιθυμεί είτε δοκιμάζοντας διαδοχικές μεγεθύνσεις και σμικρύνσεις.
- (2. 42) Ο χρήστης θα μπορεί να επιστρέψει στις τρεις τελευταίες μεγεθύνσεις ή σμικρύνσεις του χάρτη.
- (2. 43) Ο χρήστης θα μπορεί να επιλέγει την περιοχή που επιθυμεί να εμφανίζεται στον χάρτη, ορίζοντας με το ποντίκι το ορθογώνιο πλαίσιο εμφάνισης.
- (2. 44) Ο χρήστης θα μπορεί να κυλήσει το χάρτη.
- (2. 45) Ο χρήστης θα έχει πληροφορία σε κάθε προβολή για την κλίμακα και τον προσανατολισμό του χάρτη.

2.2.9 Σύμβολα και ονοματολογία

- (2. 46) Ο χρήστης θα έχει στη διάθεση του σύμβολα τα οποία θα μπορεί να ακολουθήσει για να απεικονίσει στην οθόνη τις χαρτογραφικές πληροφορίες που επιλέγει. Τα σύμβολα θα είναι τυποποιημένα και συμβατά με αυτά που χρησιμοποιούνται από την ΕΥΔΑΠ.
- (2. 47) Ο χρήστης θα μπορεί να ορίσει τη θέση, το μέγεθος και τον τύπο των γραμμμάτων που δίνουν πληροφορία ονομάτων. Οι πληροφορίες ονομάτων θα ανήκουν σε τέσσερις τουλάχιστον διαφορετικές κατηγορίες, σε τρόπο ώστε ο χρήστης να μπορεί να επιλέγει ορισμένες απ' αυτές να εμφανιστούν στο χάρτη.

2.2.10 Εκτύπωση πινάκων και χαρτών

- (2. 48) Ο χρήστης θα μπορεί να ζητήσει την εκτύπωση του τμήματος του χάρτη που επιλέγει, στην κλίμακα και τη διάσταση που επιθυμεί. Θα εκτυπώνεται ότι εμφανίζεται στην οθόνη όταν ζητείται η εκτύπωση.
- (2. 49) Ο χρήστης θα έχει στην διάθεση του υποδείγματα χαρτών με συγκεκριμένες διατάξεις του θέματος και του υπομνήματος. Θα μπορεί, ακόμη, να συμπληρώνει επιπλέον στοιχεία εφ' όσον το επιθυμεί.

3 Απαιτήσεις συστήματος μέτρησης των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας

3.1 Εισαγωγή

3.1.1 Σκοπιμότητα υλοποίησης και στόχοι του συστήματος

Η μέτρηση των υδρομετεωρολογικών μεταβλητών και η επιχειρησιακή αξιοποίηση των μετρήσεων είναι απαραίτητες προϋποθέσεις για την παρακολούθηση και ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας. Σήμερα, η μέτρηση των μεταβλητών στην περιοχή ενδιαφέροντος γίνεται από την ΕΜΥ, τη ΔΕΗ, το ΥΠΕΧΩΔΕ και το ΥΠΓΕ με χρήση συμβατικών και αυτογραφικών οργάνων, ενώ ορισμένες μετρήσεις πραγματοποιούνται και από την ΕΥΔΑΠ (κυρίως μετρήσεις στάθμης ταμιευτήρων). Η επιχειρησιακή αξιοποίηση των δεδομένων αυτών, όπως γίνεται σήμερα, παρουσιάζει τα παρακάτω σημαντικά μειονεκτήματα:

1. Σε πολλές περιπτώσεις, οι μετρήσεις δεν είναι αξιόπιστες και δεν έχουν την απαιτούμενη ακρίβεια, κυρίως λόγω ελλιπούς συντήρησης των οργάνων και ανεπαρκούς εκπαίδευσης των παρατηρητών
2. Υπάρχει σημαντική χρονική καθυστέρηση στη διαχείριση (μέτρηση, μεταφορά, επαλήθευση, ηλεκτρονική αρχειοθέτηση) των δεδομένων
3. Η συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων γίνεται ξεχωριστά σε κάθε υπηρεσία
4. Η χρονική κλίμακα μέτρησης δεν είναι πάντα η επιθυμητή
5. Τα συμβατικά δίκτυα χαρακτηρίζονται από υψηλό κόστος λειτουργίας

Για τους παραπάνω λόγους, είναι απαραίτητο το υπάρχον μετρητικό δίκτυο να συμπληρωθεί από ένα τηλεμετρικό δίκτυο αυτόματων σταθμών, έτσι ώστε:

- οι μετρήσεις να έχουν την απαιτούμενη αξιοπιστία, ακρίβεια και χρονική διακριτικότητα
- οι μετρήσεις να είναι διαθέσιμες σε πραγματικό χρόνο, αλλά και οι βλάβες των οργάνων να εντοπίζονται σε σύντομο χρονικό διάστημα
- να καταγράφεται το σύνολο των απαραίτητων μεταβλητών που υπεισέρχονται στα υδατικά ισοζύγια των ταμιευτήρων

Οι κύριοι στόχοι που θα επιτευχθούν με τη συνεχή μέτρηση των υδρομετεωρολογικών μεταβλητών μέσα από την ανάπτυξη συστήματος μέτρησης των υδατικών πόρων του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας είναι:

- η ποσοτική παρακολούθηση των υδατικών πόρων των λεκανών απορροής που συνδέονται με το υδροδοτικό σύστημα και, ειδικότερα, η βελτίωση της εκτίμησης των παραμέτρων που

υπαισέρχονται στα ισοζύγια των ταμιευτήρων (εξάτμιση-βροχόπτωση στις λίμνες, εισροές κλπ)

- η παρακολούθηση των υδρολογικών και κλιματικών χαρακτηριστικών των παραπάνω περιοχών, με τη σταδιακή κατάρτιση αξιόπιστων χρονοσειρών όλων των απαιτούμενων μεταβλητών
- η τροφοδότηση των μοντέλων υδρολογικής και λειτουργικής προσομοίωσης με επίκαιρα δεδομένα

3.1.2 Συνοπτική περιγραφή του συστήματος

Το μετρητικό δίκτυο αποτελείται από τους σταθμούς μέτρησης των υδρομετεωρολογικών μεταβλητών που συλλέγουν και αποθηκεύουν προσωρινά τις μετρήσεις, τα Περιφερειακά Σημεία Ελέγχου Δεδομένων (ΠΣΕΔ), κάθε ένα από τα οποία έχει πρόσβαση στα δεδομένα μιας λεκάνης, και το Κέντρο Διαχείρισης Δεδομένων (ΚΔΔ) που τελικά συλλέγει και διαχειρίζεται το σύνολο των δεδομένων του μετρητικού δικτύου.

Οι σταθμοί μέτρησης περιλαμβάνουν τους αυτόματους τηλεμετρικούς αλλά και τους συμβατικούς υδρομετρικούς σταθμούς. Οι αυτόματοι τηλεμετρικοί σταθμοί διακρίνονται σε μετεωρολογικούς και σταθμημετρικούς (ποταμών και ταμιευτήρων). Περιλαμβάνουν τους αισθητήρες μέτρησης και τα συστήματα αποθήκευσης, τηλεμετάδοσης και ενεργειακής τροφοδοσίας. Οι συμβατικοί σταθμοί περιλαμβάνουν αποκλειστικά εγκαταστάσεις υδρομέτρησης ποταμών (διατάξεις έδρασης, συρματόσχοινα, μυλίσκους, όργανα μέτρησης συγκέντρωσης διαλυμάτων). Σε κάθε μία από τις λεκάνες των ταμιευτήρων του συστήματος προβλέπεται η εγκατάσταση τριών αυτόματων (ενός μετεωρολογικού και δύο σταθμημετρικών) και ενός συμβατικού υδρομετρικού σταθμού. Ο μετεωρολογικός σταθμός θα περιλαμβάνει αισθητήρες για τη μέτρηση της βροχόπτωσης, της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας, της διεύθυνσης και ταχύτητας ανέμου, της ηλιακής ακτινοβολίας και της ηλιοφάνειας, ενώ οι δύο σταθμημετρικοί θα μετρούν ο πρώτος τη στάθμη του αντίστοιχου ταμιευτήρα και ο δεύτερος τη στάθμη ενός κλάδου ποταμού που θα επιλεγεί από τη συγκεκριμένη λεκάνη. Τέλος, στον υδρομετρικό σταθμό (που θα πρέπει να εγκατασταθεί στην ίδια θέση με το σταθμημετρικό), θα πραγματοποιούνται υδρομετρήσεις με τις συμβατικές διαδικασίες (μέτρηση πεδίου ταχυτήτων, μέτρηση συγκέντρωσης διαλυμάτων).

Τα ΠΣΕΔ βρίσκονται ένα σε κάθε λεκάνη και σκοπός τους είναι η επίβλεψη και στοιχειώδης συντήρηση των μετρητικών σταθμών της λεκάνης, η αξιοποίηση των δεδομένων από τη διεύθυνση των ταμιευτήρων, η αποθήκευση και αποστολή δεδομένων στο ΚΔΔ σε περιπτώσεις βλάβης της επικοινωνίας, η επίβλεψη της διενέργειας υδρομετρήσεων και η αποστολή των υδρομετρικών δεδομένων στο ΚΔΔ. Στην περίπτωση που η επικοινωνία με κάποιον σταθμό γίνεται με ραδιοζεύξη (οπότε υπάρχει δέσμευση στην απόσταση μεταξύ πομπού και δέκτη) τότε η μεσολάβηση του ΠΣΕΔ είναι απολύτως απαραίτητη για την άμεση πρόσβαση του ΚΔΔ στα δεδομένα.

Το ΚΔΔ θα βρίσκεται σε χώρο της ΕΥΔΑΠ στην Αθήνα και σκοπός του είναι η συλλογή του συνόλου των μετρήσεων (από τους σταθμούς και τα ΠΣΕΔ), των διαχειριστικών πληροφοριών σταθμών και οργάνων και των δεδομένων των μετρητικών συστημάτων υδροφορέων που έχει

αναπτύξει η ΕΥΔΑΠ. Ακόμη, το ΚΔΔ διαχειρίζεται το μετρητικό δίκτυο (παρακολούθηση μετρητικών συστημάτων, προγραμματισμένη συντήρηση, διόρθωση βλαβών), και τα δεδομένα (τακτική δημιουργία αντιγράφων σε οπτικά μέσα, στοιχειώδεις έλεγχοι και εισαγωγή στη βάση δεδομένων).

Η ακριβής επικοινωνία μεταξύ μετρητικών σταθμών και ΚΔΔ θα γίνεται (ανάλογα με το σύστημα μετάδοσης των μετρήσεων κάθε σταθμού) με τις παρακάτω μεθόδους:

Το ΚΔΔ θα επικοινωνεί τηλεφωνικά κάθε 24 ώρες (ή και συχνότερα) με τους αυτόματους σταθμούς που διαθέτουν τηλεφωνική γραμμή (σταθερή ή κινητή), θα αντλεί τα δεδομένα των αισθητήρων για τα προηγούμενα χρονικά βήματα και θα τα αποθηκεύει. Η επικοινωνία είναι σκόπιμο να γίνεται νυκτερινές ώρες, ενώ στην περίπτωση που η διαδικασία δεν εκτελείται σωστά, θα πρέπει το σύστημα να ειδοποιεί τους διαχειριστές με τη χρήση ηλεκτρονικού ή φωνητικού ταχυδρομείου. Στην περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμη γραμμή ηλεκτρικού ρεύματος η επικοινωνία θα ελαχιστοποιείται. Τα παραπάνω παρουσιάζονται στο Σχ. 7 (Παράρτημα Γ).

Οι αυτόματοι σταθμοί με ραδιοζεύξη θα μεταδίδουν τα δεδομένα στα ΠΣΕΔ όπου θα αποθηκεύονται σε υπολογιστή. Το ΚΔΔ θα επικοινωνεί τηλεφωνικά κάθε 24 ώρες με τα συγκεκριμένα ΠΣΕΔ και θα αντλεί τηλεφωνικά τα σχετικά αρχεία ASCII. Τα παραπάνω παρουσιάζονται στο Σχ. 8 (Παράρτημα Γ).

Τα δεδομένα των υδρομετρήσεων θα φθάνουν στο ΚΔΔ με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ή fax. Ακόμη, με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο θα μεταφέρονται στο ΚΔΔ και τα δεδομένα της μονάδας συλλογής τα οποία αντλούνται σε αρχεία ASCII με επιτόπου σύνδεση υπολογιστή στη μονάδα συλλογής (σε περιπτώσεις παρατεταμένης βλάβης του συστήματος μετάδοσης).

Τα αρχεία που θα συλλέγονται στο ΚΔΔ θα υφίστανται στοιχειώδεις ελέγχους με τη χρήση του λογισμικού που είναι ενσωματωμένο στις μονάδες συλλογής. Στη συνέχεια, αυτά θα μεταφέρονται στη ΒΔ του συστήματος ως πρωτογενή δεδομένα για παραπέρα έλεγχο και επεξεργασία. Στην ΒΔ θα υλοποιηθούν οι κατάλληλες εφαρμογές λήψης, αρχειοθέτησης, διαχείρισης και επεξεργασίας των πρωτογενών μετρήσεων, ενώ θα εξασφαλιστεί η διαθεσιμότητά τους στα υπόλοιπα υποσυστήματα του έργου. Ακόμη, το ΚΔΔ θα διαχειρίζεται και τις υπόλοιπες πληροφορίες του συστήματος (διαχειριστικές, κατασκευαστικές), καθώς και τις πληροφορίες που θα προκύπτουν από τη σύνδεση με άλλα μετρητικά συστήματα που έχει αναπτύξει η ΕΥΔΑΠ.

Το σύνολο των λειτουργιών του μετρητικού συστήματος παρουσιάζονται στο Σχ. 9 (Παράρτημα Γ).

3.2 Απαιτήσεις μετρητικού συστήματος

3.2.1 Απαιτήσεις εγκατάστασης μετρητικού συστήματος

(3.1) Το μετρητικό σύστημα θα περιλαμβάνει τέσσερις αυτόματους τηλεμετρικούς μετεωρολογικούς σταθμούς στις λεκάνες Μόρνου, Ευήνου, Υλίκης και Μαραθώνα. Κάθε σταθμός θα διαθέτει αισθητήρες μέτρησης βροχόπτωσης, θερμοκρασίας, σχετικής

υγρασίας, διεύθυνσης και ταχύτητας ανέμου, ηλιακής ακτινοβολίας και ηλιοφάνειας, καθώς και τοπικά συστήματα τηλεμετάδοσης, αποθήκευσης, ανάκτησης και τυποποιημένης επεξεργασίας των δεδομένων. Η χρονική βάση μέτρησης θα είναι το δεκάλεπτο, ενώ οι ακρίβειες μέτρησης ορίζονται σε 1% για την βροχόπτωση, 0.3 °C για την θερμοκρασία, 2% για τη σχετική υγρασία, 3 μοίρες για τη διεύθυνση και 2% για την ταχύτητα ανέμου, 3 W/m² για την ηλιακή ακτινοβολία και 1 min για την ηλιοφάνεια

- (3. 2) Το μετρητικό σύστημα θα περιλαμβάνει τέσσερις αυτόματους τηλεμετρικούς σταθμούς μέτρησης στάθμης των ταμιευτήρων, Μόρνου, Ευήνου, Μαραθώνα και Υλίκης. Ο κάθε σταθμός θα διαθέτει αισθητήρες μέτρησης της στάθμης του ταμιευτήρα και τοπικά συστήματα τηλεμετάδοσης, αποθήκευσης, ανάκτησης και τυποποιημένης επεξεργασίας των δεδομένων. Η χρονική βάση μέτρησης θα είναι η ώρα, ενώ η ακρίβεια της μέτρησης ορίζεται σε 5 mm.
- (3. 3) Το μετρητικό σύστημα θα περιλαμβάνει τρεις αυτόματους τηλεμετρικούς σταθμούς μέτρησης στάθμης ποταμών σε θέσεις ανάντη των ταμιευτήρων Μόρνου, Μαραθώνα και Υλίκης. Ο κάθε σταθμός θα διαθέτει αισθητήρα μέτρησης της στάθμης του ποταμού και τοπικά συστήματα τηλεμετάδοσης, αποθήκευσης, ανάκτησης και τυποποιημένης επεξεργασίας των δεδομένων. Η χρονική βάση μέτρησης της στάθμης θα είναι η ώρα, και η ακρίβεια της μέτρησης στάθμης ορίζεται σε 5 mm.
- (3. 4) Το μετρητικό σύστημα θα περιλαμβάνει τρεις συμβατικούς σταθμούς υδρομέτρησης ποταμών, στις ίδιες θέσεις με τους αυτόματους τηλεμετρικούς σταθμούς μέτρησης στάθμης ποταμών (βλ. απαίτηση (3. 3)). Ο κάθε σταθμός θα διαθέτει συμβατική εγκατάσταση εκτέλεσης υδρομετρήσεων με μιλίσκο και με έγχυση διαλύματος για τις χαμηλές παροχές. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει την κατασκευή μέτρησης παροχής (διάταξη εδράσεων στις όχθες, βαρούλκα και καλώδια μεταφοράς των μιλίσκων, πιθανώς μεταλλική πεζογέφυρα κλπ), τους μιλίσκους και τα αγωγιμόμετρα. Οι υδρομετρήσεις θα πραγματοποιούνται από συνεργείο σε χρονικά διαστήματα που κυμαίνονται από 15 ημέρες μέχρι δύο μήνες, ανάλογα με τη σταθερότητα της κάθε διατομής. Η ακρίβεια της μέτρησης παροχής ορίζεται σε 5%.
- (3. 5) Ο κάθε σταθμός θα διαθέτει σύστημα ενεργειακής τροφοδοσίας. Το σύστημα αυτό θα μπορεί να λειτουργεί με την απευθείας σύνδεση στο δίκτυο της ΔΕΗ και, εφόσον αυτό δεν είναι δυνατόν, με χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων. Η εξασφάλιση της συνεχούς λειτουργίας του σταθμού επιβάλλει, και στις δύο περιπτώσεις, τη συνδυασμένη λειτουργία συσσωρευτών. Ακόμη, το σύστημα μπορεί να λειτουργεί και μόνο με τη χρήση συσσωρευτών, αρκεί να εξασφαλίζεται αυτονομία τουλάχιστον τριών μηνών.
- (3. 6) Οι σταθμοί θα διαθέτουν τηλεμετρικό σύστημα πρόσβασης στα δεδομένα. Οι μετρήσεις στους αυτόματους τηλεμετρικούς σταθμούς αποθηκεύονται στη μονάδα συλλογής κάθε σταθμού, και η πρόσβαση σε αυτές πραγματοποιείται με τρεις εναλλακτικούς τρόπους: **(α)** με τη χρήση τηλεφωνικής γραμμής (σταθερής ή κινητής), **(β)** με τη χρήση

ραδιοζεύξης και (γ) με επιτόπου χειρισμό ή σύνδεση με υπολογιστή της μονάδας συλλογής.

Η επικοινωνία μέσω τηλεφωνικής γραμμής είναι η καλύτερη λύση εφόσον διατίθεται η γραμμή, δεδομένου ότι η επικοινωνία γίνεται από οποιαδήποτε απόσταση, μπορεί να αυτοματοποιηθεί χρονικά (να γίνεται σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές), ενώ είναι δυνατός ο απομακρυσμένος χειρισμός της μονάδας συλλογής (π.χ. διόρθωση ώρας). Η λύση της κινητής τηλεφωνίας εφαρμόζεται όταν δεν διατίθεται σταθερή τηλεφωνική γραμμή. Με τη λύση αυτή είναι δυνατή η επικοινωνία με τη μονάδα συλλογής από οποιαδήποτε απόσταση αλλά εφόσον δεν υπάρχει γραμμή ηλεκτρικού ρεύματος θα υπάρχουν ενεργειακές δεσμεύσεις που θα περιορίζουν την αυτοματοποίηση των λειτουργιών και τον τηλεχειρισμό του συστήματος.

Η χρήση ραδιοζεύξης γίνεται όταν δεν είναι δυνατή η χρήση τηλεφώνου (σταθερού ή κινητού). Στην περίπτωση αυτή, οι μετρήσεις τηλεμεταδίδονται αυτόματα σε γειτονικό δέκτη και, ταυτόχρονα, αποθηκεύονται στη μονάδα συλλογής. Δεδομένου όμως ότι, σε ορισμένες περιπτώσεις, οι μετρήσεις που λαμβάνονται με τηλεμετάδοση εμπεριέχουν σφάλματα, είναι απαραίτητη και η επιτόπου ανάγνωση στη μονάδα συλλογής. Ακόμη, η απόσταση μεταξύ πομπού και δέκτη είναι δεσμευτική και έτσι θα πρέπει οι μετρήσεις αρχικά να μεταδίδονται στο ΠΣΕΔ και, στη συνέχεια, να μεταφέρονται τηλεφωνικά στο ΚΔΔ.

Η επιτόπου πρόσβαση στη μονάδα συλλογής γίνεται μόνον όταν υπάρχουν προβλήματα στην απομακρυσμένη επικοινωνία.

- (3. 7) Η εγκατάσταση των σταθμών θα γίνει εφόσον δεν υπάρχει ήδη εγκατεστημένος σταθμός που να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του παρόντος τεύχους.

Στην νότια πλευρά του ταμιευτήρα Ευήνου έχει ήδη διαμορφωθεί θέση όπου θα εγκατασταθεί από τον κατασκευαστή του φράγματος ο αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός MILOS του οίκου VAISALA Oy. Σύμφωνα με αυτά τα στοιχεία που διέθεσε η ΕΥΔΑΠ, ο σταθμός θα λειτουργήσει μέσα στο 1999 και οι αισθητήρες που θα περιλαμβάνει υπερκαλύπτουν τις ανάγκες του παρόντος έργου, ενώ η θέση που έχει επιλεγεί είναι κατάλληλη από υδρολογικής πλευράς (εκτός από το γεγονός ότι κοντά στο σταθμό έχουν φυτευτεί μία σειρά από δένδρα ορισμένα από τα οποία πρέπει να κοπούν). Για να ενταχθεί ο σταθμός στο μετρητικό δίκτυο θα πρέπει να εξασφαλιστεί η δυνατότητα πλήρους χειρισμού του σταθμού (χρονικό βήμα, τρόπος επικοινωνίας), η τηλεμετάδοση των μετρήσεων σε αναγνωρίσιμη μορφή και η βελτίωση της θέσης μέτρησης με την κοπή των δένδρων που θα εμποδίζουν την λειτουργία του σταθμού

Για την εκτίμηση της στάθμης του υπό κατασκευή ταμιευτήρα Ευήνου προβλέπεται να τοποθετηθούν πιεζόμετρα στο αριστερό αντέρεισμα του φράγματος. Η διερεύνηση έδειξε ότι οι θέσεις όπου τοποθετούνται τα πιεζόμετρα, δεν είναι κατάλληλες για την συντήρηση και τη μελλοντική αντικατάσταση των οργάνων. Έτσι, προτείνεται η κατασκευή κατακόρυφου σωλήνα διαμέτρου τουλάχιστον 200 mm, στο φρέαρ θυροφραγμάτων της υδροληψίας προς τον ταμιευτήρα Μόρνου, το οποίο βρίσκεται στη φάση της κατασκευής. Μέσα στον σωλήνα θα τοποθετηθεί η προκαθορισμένη μετρητική διάταξη πιεζομέτρων, ενώ θα είναι δυνατή η μελλοντική χρήση οργάνων άλλης τεχνολογίας για τη μέτρηση της στάθμης.

- (3. 8) Η εγκατάσταση των σταθμών θα γίνει σε θέση κατάλληλη από υδρολογικής πλευράς.

Σύμφωνα με τους κανονισμούς του WMO, (1983), η θέση εγκατάστασης των μετεωρολογικών σταθμών πρέπει να έχει διαστάσεις 6 επί 9 μέτρα περίπου και να είναι καλυμμένη από κοντό γρασίδι. Ακόμη, η θέση δεν πρέπει να επηρεάζεται άμεσα από γειτονικά δέντρα ή κτίρια, και πρέπει να είναι αντιπροσωπευτική των μετεωρολογικών συνθηκών της γύρω περιοχής. Ο σταθμός δεν πρέπει να είναι κοντά σε μεγάλες κλίσεις, κορυφογραμμές, προεξοχές και κοιλάτες. Ακόμη, θα πρέπει να αποφεύγεται η άμεση γειτονία με μεγάλα κτίρια. Ειδικότερα για την εγκατάσταση οργάνων μέτρησης βροχής, οι οδηγίες προβλέπουν ότι θα πρέπει να τοποθετούνται σε θέσεις που είναι απαλλαγμένες από τοπικές ατμοσφαιρικές διαταραχές και που εξασφαλίζουν ανεμπόδιστη ροή ανέμου, δεδομένου ότι το

σφάλμα μέτρησης που προκαλεί η επίδραση του ανέμου είναι το σημαντικότερο όλων των σφαλμάτων. Έτσι αυτά τα όργανα απαιτούν κατάλληλη κατανομή δένδρων, έτσι ώστε τα τελευταία να χρησιμεύουν σαν φράγμα στην ροή του ανέμου, χωρίς όμως να δημιουργούν τυρβώδεις κινήσεις. Ακόμη, οι θέσεις θα πρέπει να είναι κοντά στη μέγιστη επιφάνεια των λιμνών, έτσι ώστε να εκτιμώνται με ακρίβεια οι μεταβλητές που σχετίζονται με το υδατικό ισοζύγιο του ταμιευτήρα (βροχόπτωση, εξάτμιση).

Οι θέσεις εγκατάστασης των υδρομετρικών σταθμών σύμφωνα με τους *Κουτσογιάννη και Ξανθόπουλο, (1997)* και τον *WMO (1983)* πρέπει να εξασφαλίζουν στον καλύτερο δυνατό βαθμό την πλήρωση των παρακάτω κριτηρίων: **(1)** συγκέντρωση της ροής σε μια μοναδική κοίτη, **(2)** απλότητα και ομοιομορφία τόσο της διατομής όσο και της οριζοντιογραφίας του ποταμού **(3)** μη επηρεασμό της στάθμης από άλλες συνθήκες, **(4)** περιορισμένη δραστηριότητα διάβρωσης και απόθεσης φερτών, **(5)** σταθερότητα στη σχέση στάθμης-παροχής, **(6)** ευαισθησία στη μεταβολή της παροχής για όλο το πεδίο μεταβολής της στάθμης, **(7)** αντιπροσωπευτικότητα της θέσης για τους τυχόν ειδικότερους σκοπούς που εξυπηρετεί ο σταθμός, **(8)** εύκολη πρόσβαση των συνεργείων εγκατάστασης, συντήρησης και μέτρησης ακόμη και στις περιπτώσεις ακραίων πλημμυρών και **(9)** οικονομικότητα εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης. Ακόμη οι θέσεις θα πρέπει να είναι ανάντη των υπάρχοντων ταμιευτήρων, και σε τέτοιο σημείο ώστε να ελέγχουν το μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό της επιφανειακής εισροής στον ταμιευτήρα.

Οι θέσεις εγκατάστασης των **σταθμών μέτρησης στάθμης ταμιευτήρων** θα πρέπει να τέτοιες ώστε καλύπτουν την μέγιστη δυνατή διακύμανση στάθμης, και τουλάχιστον το διάστημα από την στάθμη υπερχειλίσης μέχρι την στάθμη υδροληψίας.

- (3. 9) Η εγκατάσταση των σταθμών θα γίνει όσο το δυνατόν πλησιέστερα σε εγκαταστάσεις της ΕΥΔΑΠ.

Οι τηλεμετρικοί σταθμοί θα πρέπει να τοποθετηθούν κοντά στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις της ΕΥΔΑΠ (φράγματα, αντλιοστάσια κλπ), ώστε να διασφαλίζεται σε ικανοποιητικό βαθμό η ασφάλεια των μετρητικών συστημάτων και να υπάρχει δυνατότητα παροχών τηλεφώνου και ηλεκτρικού ρεύματος.

- (3. 10) Το μετρητικό σύστημα θα περιλαμβάνει τέσσερα ΠΣΕΔ και ένα ΚΔΔ με τον απαιτούμενο εξοπλισμό.

- (3. 11) Τα ΠΣΕΔ (που θα είναι τοποθετημένα ένα σε κάθε λεκάνη) θα είναι εξοπλισμένα με ηλεκτρονικό υπολογιστή, εκτυπωτή, λογισμικό επικοινωνίας, σύστημα λήψης δεδομένων από ραδιοζεύξη (εφόσον υπάρχει), fax και τηλεφωνικό modem.

- (3. 12) Το ΚΔΔ (που θα είναι εγκατεστημένο σε χώρο της ΕΥΔΑΠ στην Αθήνα) θα είναι εξοπλισμένο με δύο ηλεκτρονικούς υπολογιστές, εκτυπωτή, μονάδα εγγραφής οπτικού δίσκου (cd - writer), το απαιτούμενο λογισμικό επικοινωνίας, fax, δύο τηλεφωνικά modem και σύστημα σταθεροποίησης της ηλεκτρικής τάσης (UPS).

3.2.2 Λειτουργικές απαιτήσεις

- (3. 13) Το ΚΔΔ θα έχει το συνολικό έλεγχο του μετρητικού δικτύου. Συγκεκριμένα, θα επιβλέπει τη λειτουργία του μετρητικού δικτύου με την παρακολούθηση των μετρητικών συστημάτων, τον έλεγχο εκτέλεσης της προγραμματισμένης συντήρησης και την διόρθωση βλαβών. Ακόμη, θα έχει τη δυνατότητα τηλεχειρισμού των σταθμών με τον προγραμματισμό της μονάδας αποθήκευσης μέσω modem, όπου υπάρχει τηλεφωνική επικοινωνία.

- (3. 14) Το ΚΔΔ θα συλλέγει και θα διαχειρίζεται το σύνολο των δεδομένων του μετρητικού συστήματος (μετρήσεων, διαχειριστικών πληροφοριών, δεδομένων άλλων συστημάτων). Συγκεκριμένα, θα συλλέγει το σύνολο των μετρήσεων (από τους σταθμούς και τα ΠΣΕΔ), των διαχειριστικών πληροφοριών σταθμών και οργάνων και των δεδομένων των μετρητικών εγκαταστάσεων που έχει ήδη υλοποιήσει η ΕΥΔΑΠ (μετεωρολογικός σταθμός Ευήνου, συστήματα μέτρησης υδροφορέων). Στους σταθμούς με τους οποίους θα υπάρχει τηλεφωνική επικοινωνία, η λήψη των δεδομένων θα γίνεται κάθε 24 ώρες, ενώ στην περίπτωση που η διαδικασία δεν εκτελείται σωστά, το σύστημα θα ειδοποιεί τους διαχειριστές με τη χρήση ηλεκτρονικού ή φωνητικού ταχυδρομείου. Ακόμη θα επικοινωνεί τηλεφωνικά με τα ΠΣΕΔ, στις περιπτώσεις σταθμών με ραδιοζεύξη και με συμβατικούς τρόπους για τη μεταφορά των δεδομένων υδρομετρήσεων ή δεδομένων που έχουν συλλεχθεί με επιτόπου πρόσβαση στους σταθμούς μέτρησης (περίπτωση βλάβης επικοινωνιακών συστημάτων). Ακόμη, θα είναι υπεύθυνο για τη συλλογή του συνόλου των μετρήσεων σε αρχεία ASCII και την εφαρμογή στοιχειωδών ελέγχων, την περιοδική δημιουργία αντιγράφων σε οπτικά μέσα και την εισαγωγή του συνόλου των δεδομένων στη βάση (ως πρωτογενών) για παραπέρα έλεγχο και επεξεργασία.
- (3. 15) Τα ΠΣΕΔ θα έχουν τον έλεγχο των μετρητικών σταθμών της κάθε λεκάνης. Συγκεκριμένα, θα είναι υπεύθυνα για την επίβλεψη και στοιχειώδη συντήρηση των μετρητικών σταθμών της λεκάνης καθώς και για την επίβλεψη της διενέργειας υδρομετρήσεων.
- (3. 16) Τα ΠΣΕΔ θα έχουν τη δυνατότητα διαχείρισης των δεδομένων των μετρητικών σταθμών της κάθε λεκάνης. Τα δεδομένα που θα καταγράφονται χειρονακτικά (υδρομετρήσεων) ή θα συλλέγονται με επιτόπου πρόσβαση στους σταθμούς μέτρησης (περίπτωση βλάβης επικοινωνιακών συστημάτων), θα αποστέλλονται από τα ΠΣΕΔ με συμβατικούς τρόπους (με ηλεκτρονικό ή συμβατικό ταχυδρομείο και fax) στο ΚΔΔ. Ακόμη, στην περίπτωση σταθμών με ραδιοζεύξη, αυτοί θα μεταδίδουν τα δεδομένα στο αντίστοιχο ΠΣΕΔ, το οποίο, στη συνέχεια, θα επικοινωνεί τηλεφωνικά με το ΚΔΔ. Τέλος, τα ΠΣΕΔ θα έχουν απευθείας πρόσβαση στις μετρήσεις ώστε αυτές να μπορούν να αξιοποιηθούν τοπικά (από τη διεύθυνση των ταμιευτήρων).

4 Απαιτήσεις συστήματος εκτίμησης και πρόγνωσης των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας

4.1 Εισαγωγή

4.1.1 Στόχοι ανάπτυξης του υπολογιστικού συστήματος

Προβλέπεται η ανάπτυξη ενός μοντέλου εκτίμησης και πρόγνωσης των εισροών και απωλειών των ταμιευτήρων Εύηνου, Μόρνου, Υλίκης και Μαραθώνα. Έχει προταθεί ένα θεωρητικό σχήμα πολλών μεταβλητών (θέσεων) και δύο χρονικών βημάτων, σε μηνιαία και ετήσια κλίμακα. Στα πλαίσια του ερευνητικού έργου εντάσσεται η ανάπτυξη ενός υπολογιστικού συστήματος το οποίο θα υλοποιεί το παραπάνω μοντέλο. Το πρόγραμμα θα χρησιμοποιεί τα ιστορικά δεδομένα για να παράγει συνθετικές χρονοσειρές των απορροών, των βροχοπτώσεων και των εξατμίσεων στους ταμιευτήρες, οι οποίες θα διατηρούν τα στατιστικά χαρακτηριστικά των ιστορικών και θα επικαιροποιούνται με βάση τις πιο πρόσφατες μετρήσεις.

Οι λειτουργίες του προγράμματος θα είναι:

- Ανάκτηση ιστορικών και διαχείριση συνθετικών χρονοσειρών.
- Υπολογισμός στατιστικών χαρακτηριστικών ιστορικών δεδομένων και εκτίμηση παραμέτρων στοχαστικών μοντέλων. Τα παραπάνω μεγέθη θα ενημερώνονται δυναμικά, με βάση τα δεδομένα που θα λαμβάνονται αυτόματα από το σύστημα μέτρησης των υδατικών πόρων.
- Γέννηση ετήσιων συνθετικών χρονοσειρών σε μία ή περισσότερες θέσεις.
- Γέννηση μηνιαίων συνθετικών χρονοσειρών στις αντίστοιχες θέσεις, είτε με *επιμερισμό* των ετήσιων είτε *ανεξάρτητα* απ' αυτές.
- Παρουσίαση υπό μορφή πινάκων και γραφημάτων των χρονοσειρών, των στατιστικών μεγεθών τους και των παραμέτρων του μοντέλου.

Το σύστημα εκτίμησης και πρόγνωσης των υδατικών πόρων της Αθήνας αποτελεί κομβική συνιστώσα του ερευνητικού έργου γιατί αποτελεί το συνδεδεμένο κρίκο μεταξύ του μετρητικού και του διαχειριστικού συστήματος. Οι υψηλές απαιτήσεις *αξιοπιστίας* και οι ιδιαιτερότητες του συστήματος υδατικών πόρων της Αθήνας επιβάλλουν την επιλογή του κατάλληλου μοντέλου παραγωγής συνθετικών υδρολογικών χρονοσειρών στις θέσεις των ταμιευτήρων του. Για το σκοπό αυτό, θα υλοποιηθούν σε λογισμικό κατάλληλες μεθοδολογίες, οι οποίες έχουν αναπτυχθεί από μέλη της ερευνητικής ομάδας και θεωρούνται επιστημονικά τεκμηριωμένες και καταξιωμένες. Υλοποίηση των μεθοδολογιών αυτών σε λογισμικό αποτέλεσαν τα προγράμματα SIDIS (SImple DISaggregation) (Μανέτας, 1994) και SHyS (Stochastic Hydrologic Simulator, Στοχαστικός Υδρολογικός Προσομοιωτής) (Καραβοκυρός κ.ά., 1999).

Το πρόγραμμα το οποίο πρόκειται να αναπτυχθεί στα πλαίσια του ερευνητικού έργου θα είναι διαθέσιμο σε εκτελέσιμη μορφή (standalone program) και θα λειτουργεί εντελώς αυτόνομα, χωρίς να απαιτεί υποστήριξη από άλλα εμπορικά πακέτα. Η κύρια λειτουργία του θα συνίσταται στη γέννηση *συνθετικών χρονοσειρών* των εισροών και απωλειών λόγω εξάτμισης των ταμιευτήρων, με σκοπό την παραγωγή υδρολογικών σεναρίων, απαραίτητων για την προσομοίωση και βελτιστοποίηση της διαχείρισης του συστήματος υδατικών πόρων της Αθήνας. Η απλή χρήση μόνο των ιστορικών δεδομένων κρίνεται απόλυτα ανεπαρκής για την ασφαλή διαχείριση του υδροδοτικού συστήματος. Οι κυριότερες αιτίες είναι:

- Μια μοναδική χρονοσειρά για κάθε θέση δεν είναι επαρκής για τη μελέτη του συστήματος κάτω από διαφορετικές συνθήκες.
- Το μήκος της ιστορικής χρονοσειράς δεν επαρκεί για τη μελέτη της αξιοπιστίας του συστήματος σε χαμηλές πιθανότητες αστοχίας. Τονίζεται ότι στο υδροδοτικό σύστημα της Αθήνας, το αποδεκτό επίπεδο αστοχίας είναι της τάξης του 1:100.

Αντίθετα, η χρήση *στοχαστικών χρονοσειρών* επιτρέπει τη μελέτη του συστήματος για οποδήποτε μεγάλο χρονικό ορίζοντα, με διερεύνηση πολλαπλών υδρολογικών σεναρίων και δυνατότητα διατύπωσης των αποτελεσμάτων με όρους πιθανοτήτων. Οι παραγόμενες χρονοσειρές θα έχουν τα ίδια στατιστικά χαρακτηριστικά με τις ιστορικές.

Δευτερευόντως, το πρόγραμμα θα εξυπηρετεί και άλλους στόχους, οι κυριότεροι των οποίων είναι:

- Στατιστική ανάλυση των ιστορικών δεδομένων.
- Αναγωγή των *συνθετικών χρονοσειρών*, ώστε να είναι συνεπείς με τα επίκαιρα και τα ιστορικά δεδομένα.
- Παρουσίαση ιστορικών και *συνθετικών δεδομένων* και στατιστικών χαρακτηριστικών τους υπό μορφή πινάκων και διαγραμμάτων.

4.1.2 Γενική λειτουργία και δομή του υπολογιστικού συστήματος

Η λειτουργία του προγράμματος θα πραγματοποιείται σε περιβάλλον Windows. Τα ιστορικά υδρολογικά στοιχεία θα αντλούνται από την *κεντρική βάση δεδομένων*, όπου θα καταχωρούνται και οι *συνθετικές χρονοσειρές*. Ο σχεδιασμός του προγράμματος θα εξασφαλίζει την πλήρη αυτονομία του, έτσι ώστε να είναι διαθέσιμο για οποιαδήποτε εφαρμογή ανάλυσης υδρολογικών χρονοσειρών.

Ο χρήστης θα μπορεί να ορίσει έναν αριθμό *υδρολογικών σεναρίων*, διαφοροποιώντας τον αριθμό των υδρολογικών μεταβλητών (*συνιστωσών*) και τις επιλογές λειτουργίας των *στοχαστικών μοντέλων* προσομοίωσης των ετήσιων και μηνιαίων μεταβλητών. Η στατιστική επεξεργασία και η εκτίμηση των παραμέτρων των μοντέλων θα πραγματοποιείται από το σύστημα. Στη συνέχεια, ο χρήστης θα μπορεί να ζητήσει την παραγωγή ενός καθορισμένου πλήθους και μήκους ετήσιων και μηνιαίων *συνθετικών χρονοσειρών* και, κατ' επιλογήν, την αναγωγή αυτών με βάση τα μοντέλα πρόγνωσης και επιμερισμού. Οι οποιοσδήποτε τροποποιήσεις των σεναρίων θα μπορούν να αποθηκευτούν, ώστε να είναι διαθέσιμες από το χειριστικό σύστημα.

Η επικοινωνία του συστήματος εκτίμησης και πρόγνωσης με το σύστημα γεωγραφικής πληροφορίας και τα συστήματα μέτρησης και διαχείρισης των υδατικών πόρων της Αθήνας θα επιτελείται μέσω της βάσης δεδομένων, η οποία θα υλοποιηθεί στα πλαίσια του ερευνητικού έργου, για την απεικόνιση και την εποπτεία του υδροδοτικού συστήματος της ΕΥΔΑΠ (κεντρική βάση δεδομένων).

4.2 Λειτουργικές απαιτήσεις

4.2.1 Γενικές απαιτήσεις

(4. 1) Το πρόγραμμα θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα υποσυστήματα:

- Υποσύστημα οργάνωσης δεδομένων
- Υποσύστημα στατιστικών υπολογισμών
- Υποσύστημα εκτίμησης παραμέτρων στοχαστικών μοντέλων
- Υποσύστημα παραγωγής συνθετικών χρονοσειρών
- Υποσύστημα παρουσίασης αποτελεσμάτων

(4. 2) Η κλήση του προγράμματος θα πραγματοποιείται είτε ανεξάρτητα είτε μέσω των συστημάτων διαχείρισης των υδατικών πόρων της Αθήνας.

4.2.2 Μοντέλο παραγωγής συνθετικών χρονοσειρών

(4. 3) Το μοντέλο θα παράγει συνθετικές χρονοσειρές βροχοπτώσεων, εισροών και εξατμίσεων στους ταμιευτήρες Μόρνου, Ευήνου, Μαραθώνα και Υλίκης σε ετήσιο και μηνιαίο βήμα.

Για τις ανάγκες του ερευνητικού έργου προτείνεται η χρήση ενός συνδυαστικού σχήματος πολλών μεταβλητών (συνιστωσών) και δύο επιπέδων. Στο πρώτο επίπεδο (*υψηλό επίπεδο*) θα παράγονται συνθετικές χρονοσειρές στις αντίστοιχες θέσεις σε αραιή χρονική κλίμακα. Ως μεταβλητές υψηλού επιπέδου ορίζονται οι μεταβλητές ετήσιου χρονικού βήματος, οι οποίες θεωρούνται στάσιμες, δεδομένου ότι με το ετήσιο βήμα εξαφανίζονται οι ενδοετήσιες περιοδικότητες των χρονοσειρών. Στο χαμηλό επίπεδο θα παράγονται συνθετικές χρονοσειρές μηνιαίου βήματος. Για την πλήρη θεωρητική τεκμηρίωση και αναλυτική περιγραφή των τεχνικών που θα χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή συνθετικών χρονοσειρών γίνεται παραπομπή στις δημοσιεύσεις που αναφέρονται στη βιβλιογραφία (Koutsoyiannis, 1999a, b, c).

(4. 4) Τα στατιστικά χαρακτηριστικά των ιστορικών δεδομένων, δηλαδή οι μέσες τιμές, διασπορές, συντελεστές ασυμμετρίας, συντελεστές αυτοσυσχέτισης και ετεροσυσχέτισης θα πρέπει να διατηρούνται αναλλοίωτα.

Τονίζεται ωστόσο ότι ορισμένες αποκλίσεις ως προς τα στατιστικά χαρακτηριστικά των ιστορικών και συνθετικών δειγμάτων είναι αναπόφευκτο να εμφανιστούν σε περιπτώσεις προσεγγιστικής εκτίμησης των παραμέτρων των μοντέλων. Για το λόγο αυτό, θα υπολογίζονται τρεις κατηγορίες στατιστικών χαρακτηριστικών, (α) τα ιστορικά, όπως εκτιμώνται από τα ιστορικά δεδομένα, (β) τα θεωρητικά, τα οποία θα ταυτίζονται με τα ιστορικά εφόσον τα τελευταία δεν παρουσιάζουν ασυνέπειες και (γ) τα συνθετικά, που θα εκτιμώνται από τα συνθετικά δεδομένα.

- (4. 5) Το μοντέλο θα διατηρεί τη στοχαστική εξάρτηση των υδρολογικών μεταβλητών τόσο ως προς το χώρο όσο και ως προς το χρόνο.

Η χωρική εξάρτηση αντιστοιχεί στην προφανή συγγένεια της ταυτόχρονης *υδρολογικής δίαιτας* σε γειτονικές θέσεις ή λεκάνες (π.χ. λεκάνες Μόρνου και Ευήνου) και μπορεί να αναφέρεται σε διαφορετικά υδρολογικά μεγέθη, στοχαστικά εξαρτημένα (π.χ. βροχή και απορροή). Αντίστοιχα, η χρονική εξάρτηση οφείλεται στη μνήμη (βραχυπρόθεσμη εμμονή) των υδρολογικών μεγεθών (εξάρτηση ενός μεγέθους από τις τιμές των αμέσως προηγούμενων βημάτων).

- (4. 6) Το μοντέλο θα διατηρεί τη μακροπρόθεσμη εμμονή, ώστε να δυνατή η αναπαραγωγή αλληλουχιών ξηρών ετών παρόμοιων με αυτά που παρατηρήθηκαν στην τελευταία μεγάλη ξηρασία.

Ένα μειονέκτημα των κλασικών μεθόδων της βιβλιογραφίας (μοντέλα αυτοσυσχέτισης, κινούμενων μέσων όρων και συνδυασμοί τους) είναι η αδυναμία διατήρησης μακράς μνήμης. Για το λόγο αυτό, στην προσομοίωση των ετήσιων χρονοσειρών θα χρησιμοποιηθεί το γενικευμένο συμμετρικό μοντέλο μέσων όρων SMA (Symmetric Moving Average) (Koutsoyiannis, 1999b), το οποίο κρίνεται κατάλληλο για τη μαθηματική περιγραφή της μακροπρόθεσμης εμμονής. Αντίθετα, για τις μεταβλητές μηνιαίου βήματος θεωρείται επαρκής η χρήση του περιοδικού μοντέλου αυτοπαλινδρόμησης πρώτης τάξης, PAR(1).

- (4. 7) Οι ιδιότητες της στατιστικής κατανομής που θα επιλεγεί πρέπει να είναι συμβατές με τα χαρακτηριστικά των υδρολογικών μεταβλητών.

Για το λόγο αυτό προτείνεται η χρήση της *κατανομής γάμα* τριών παραμέτρων. Αυτή θεωρείται κατάλληλη για τις πιο χαρακτηριστικές υδρολογικές μεταβλητές, όπως οι ετήσιες και οι μηνιαίες παροχές ή βροχές, καθόσον αυτές είναι θετικά ασύμμετρα και ορίζεται μόνο για θετικές τιμές της μεταβλητής. Η κατανομή γάμα ορίζεται από τρεις παραμέτρους: την παράμετρο κλίμακας λ , την παράμετρο σχήματος κ και την παράμετρο θέσης c . Η τελευταία, η οποία αποτελεί και το κάτω όριο της μεταβλητής, επιτρέπει την καλύτερη προσαρμογή της στα δεδομένα (Κουτσογιάννης, 1996).

- (4. 8) Οι μηνιαίες χρονοσειρές θα πρέπει να είναι συνεπείς με τις ετήσιες.

Οι μεταβλητές χαμηλού επιπέδου θα παράγονται ανεξάρτητα από τις μεταβλητές υψηλού επιπέδου και στη συνέχεια θα μπορούν να αναχθούν, με χρήση μιας μεθοδολογίας *επιμερισμού* (disaggregation model) (Koutsoyiannis and Manetas, 1996), έτσι ώστε για κάθε προσομοιωμένο έτος το άθροισμα των μηνιαίων τιμών να ισούται με την ετήσια τιμή.

- (4. 9) Οι μελλοντικές τιμές των συνθετικών χρονοσειρών θα πρέπει να είναι συνεπείς με τις επίκαιρες και τις ιστορικές τιμές.

Για το λόγο αυτό, προβλέπεται η παράλληλη λειτουργία στοχαστικών μοντέλων υπό μορφή *πρόγνωσης* (forecasting model) (Koutsoyiannis, 1999b). Στόχος θα είναι η γέννηση χρονοσειρών συμβατών με τα ιστορικά δεδομένα, τα οποία θα επικαιροποιούνται δυναμικά μέσω του συστήματος μέτρησης των υδατικών πόρων της Αθήνας. Θα χρησιμοποιηθεί ειδική μαθηματική τεχνική για την εφαρμογή του μοντέλου πρόγνωσης σε μεταβλητές διαφορετικής χρονικής κλίμακας (Koutsoyiannis, 1999c). Η διαδικασία πρόγνωσης θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική, διότι θα παρέχει τη δυνατότητα υλοποίησης ρεαλιστικότερων υδρολογικών σεναρίων.

4.2.3 Βάση δεδομένων

- (4. 10) Τα ιστορικά και συνθετικά δεδομένα, καθώς και οι λοιπές πληροφορίες των υδρολογικών σεναρίων που θα απαιτούνται από το σύστημα, θα αποθηκεύονται στην κεντρική βάση δεδομένων.

Ως υδρολογικό σενάριο ορίζεται το σύνολο των δεδομένων που συνιστούν ένα πλήρες πρόβλημα παραγωγής συνθετικών χρονοσειρών.

- (4. 11) Οι εγγραφές δεδομένων και πληροφοριών που αναφέρονται στα υδρολογικά σενάρια του συστήματος εκτίμησης και πρόγνωσης των υδατικών πόρων θα πραγματοποιούνται μόνο μέσω του προγράμματος.

Με τον τρόπο αυτό θα αποφεύγονται μη συμβατές καταχωρήσεις δεδομένων, οι οποίες συνεπάγονται μη ελεγχόμενα σφάλματα κατά την εφαρμογή των μοντέλων εκτίμησης και πρόγνωσης των υδατικών πόρων. Αντίθετα, στο πρόγραμμα θα υπάρχουν εσωτερικοί έλεγχοι σε κάθε εγγραφή, οι οποίοι θα αποκλείουν την πιθανότητα εμφάνισης λογικών σφαλμάτων.

- (4. 12) Οι χρήστες των άλλων συστημάτων θα έχουν πρόσβαση μόνο στις συνθετικές χρονοσειρές που θα παράγει το πρόγραμμα, χωρίς δυνατότητα τροποποίησης αυτών.

Οι συνθετικές χρονοσειρές θα χρησιμοποιούνται από το σύστημα υποστήριξης της διαχείρισης των υδατικών πόρων της Αθήνας και από το σύστημα προσομοίωσης του υδρολογικού κύκλου στη λεκάνη Βοιωτικού Κηφισού - Υλίκης.

- (4. 13) Κάθε σενάριο θα έχει μία και μοναδική ονομασία, η οποία θα χρησιμοποιείται ως αναγνωριστικό (*ταυτότητα*). Στοιχεία κάθε σεναρίου θα είναι:

- Το μήκος και το έτος έναρξης των ιστορικών χρονοσειρών.
- Οι συνιστώσες, δηλαδή οι προσομοιωμένες υδρολογικές μεταβλητές (βροχές, απορροές, εξάτμισεις) του πολυμεταβλητού στοχαστικού μοντέλου.
- Ο αριθμός των ομάδων και το μήκος των συνθετικών χρονοσειρών.
- Η ονομασία των πινάκων ιστορικών και συνθετικών χρονοσειρών κάθε συνιστώσας στην κεντρική βάση δεδομένων.
- Οι τύποι των μαθηματικών μοντέλων και οι αντίστοιχες παράμετροι.
- Οι ιστορικές και συνθετικές χρονοσειρές και τα στατιστικά χαρακτηριστικά τους.

- (4. 14) Οι μηνιαίες τιμές ύψους βροχής, απορροής και εξάτμισης των ταμιευτήρων Μόρνου, Ευήνου, Υλίκης και Μαραθώνα, για κάθε υδρολογικό έτος θα ανακτώνται από την κεντρική βάση δεδομένων.

Τα ιστορικά δεδομένα θα επικαιροποιούνται με βάση τα στοιχεία που θα αποστέλλει και θα επεξεργάζεται το σύστημα μέτρησης των υδατικών πόρων.

- (4. 15) Οι συνθετικές χρονοσειρές κάθε σεναρίου θα αποθηκεύονται σε πίνακες, οι οποίοι θα δημιουργούνται αυτομάτως από το πρόγραμμα κάθε φορά που θα καλείται η επιλογή αποθήκευσης. Η ονομασία κάθε πίνακα θα περιλαμβάνει την ονομασία της συνιστώσας και την ονομασία του σεναρίου, έτσι ώστε να αναγνωρίζεται άμεσα από το χρήστη.

- (4. 16) Η δομή των πινάκων συνθετικών χρονοσειρών θα είναι όμοια με τη δομή των πινάκων των ιστορικών δεδομένων.

Η παραπάνω απαίτηση τίθεται για πρακτικούς λόγους, καθόσον τόσο οι ιστορικές όσο και οι συνθετικές χρονοσειρές θα χρησιμοποιούνται από το σύστημα διαχείρισης των υδατικών πόρων με πανομοιότυπο τρόπο.

(4. 17) Εφόσον παράγονται περισσότερες από μία ομάδες συνθετικών χρονοσειρών αναφερόμενες στην ίδια θέση, αυτές θα καταχωρούνται εν σειρά.

Ο διαχωρισμός των ομάδων θα πραγματοποιείται έμμεσα, καθόσον θα είναι γνωστό το πλήθος τους.

(4. 18) Οι χρονοσειρές (ιστορικές και συνθετικές) που θα καταχωρούνται στη βάση δεδομένων θα πρέπει να καταγράφονται σε κατάλληλο πίνακα, ο οποίος θα περιέχει την ονομασία της θέσης προσομοίωσης, τον τύπο της χρονοσειράς (βροχόπτωση, απορροή ή εξάτμιση), το πλήθος των ομάδων συνθετικών χρονοσειρών, την ονομασία του πίνακα δεδομένων και την ονομασία του υδρολογικού σεναρίου.

Με τον τρόπο αυτό θα εξασφαλίζεται η εύκολη αναγνώριση των χρονοσειρών από το σύστημα καθώς και από τους χρήστες άλλων συστημάτων.

4.2.4 Ανάλυση απαιτήσεων των υποσυστημάτων

Επικοινωνία υποσυστημάτων

(4. 19) Η επικοινωνία των υποσυστημάτων θα πραγματοποιείται μέσω της κύριας οθόνης του προγράμματος, η οποία θα εμφανίζεται αμέσως μετά την κλήση του.

(4. 20) Οι επιλογές που θα διατίθενται αμέσως μετά την έναρξη του προγράμματος θα είναι η επισκόπηση και τροποποίηση κάποιου από τα σενάρια που βρίσκονται αποθηκευμένα στη βάση δεδομένων και η δημιουργία νέου σεναρίου.

Οργάνωση δεδομένων

(4. 21) Το υποσύστημα οργάνωσης δεδομένων θα επιτελεί τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Επιλογή ή διαγραφή σεναρίου ή ορισμός νέου σεναρίου.
- Ανάγνωση δεδομένων από τη βάση και αντιγραφή τους στην εσωτερική μνήμη του προγράμματος.
- Τροποποιήσεις παραμέτρων σεναρίου και ορισμός υδρολογικών μεταβλητών (συνιστώσων).
- Αποθήκευση σεναρίου στη βάση δεδομένων.

(4. 22) Η επιλογή σεναρίου θα πραγματοποιείται από το σύνολο των διαθέσιμων στη βάση δεδομένων υδρολογικών σεναρίων.

(4. 23) Πριν από τη διαγραφή σεναρίου θα πρέπει να εμφανίζεται μήνυμα επαλήθευσης.

(4. 24) Κατά τον ορισμό νέου σεναρίου δεν θα επιτρέπεται η εισαγωγή ονομασίας η οποία θα χρησιμοποιείται για άλλο σενάριο.

(4. 25) Σε κάθε νέο σενάριο, ο χρήστης θα είναι υποχρεωμένος να ορίσει τουλάχιστον μια συνιστώσα.

Ως *συνιστώσα* νοείται μια υδρολογική μεταβλητή (βροχή, απορροή ή εξάτμιση) σε μια θέση του συστήματος υδατικών πόρων της Αθήνας. Τα ιστορικά δεδομένα της συνιστώσας θα είναι καταχωρημένα στη βάση δεδομένων. Οι τιμές των παραμέτρων που αναφέρονται αποκλειστικά στην δεδομένη συνιστώσα θα μπορούν να οριστούν από το χρήστη.

- (4. 26) Ο χρήστης θα μπορεί να εισαγάγει αυτόματα από τη βάση δεδομένων τις ιστορικές μηνιαίες τιμές των μεταβλητών που έχει ορίσει στο σενάριο.
- Εφόσον έχει οριστεί η θέση προσομοίωσης και ο τύπος της μεταβλητής (βροχή, απορροή, εξάτμιση), τα ιστορικά δεδομένα θα εισάγονται άμεσα χωρίς επέμβαση του χρήστη στη βάση.
- (4. 27) Ο χρήστης θα μπορεί να ορίσει συνιστώσα χωρίς ιστορικά δεδομένα, συμπληρώνοντας τις τιμές των στατιστικών μεγεθών του.
- Με τον τρόπο αυτό θα είναι δυνατή η παραγωγή θεωρητικών υδρολογικών σεναρίων, όπως σεναρίων παρατεταμένης ξηρασίας, με σκοπό τη διερεύνηση ακραίων υδρολογικών καταστάσεων.
- (4. 28) Οι αρχικές παράμετροι κάθε νέου σεναρίου θα ορίζονται αυτόματα, με βάση κάποιες προκαθορισμένες τιμές.
- Οι προκαθορισμένες τιμές θα διευκολύνουν χρήστες, οι οποίοι δε διαθέτουν εξειδικευμένη εμπειρία ως προς την εφαρμογή των μαθηματικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται, την αποφυγή καταχώρησης τιμών που αποκλίνουν υπερβολικά από τη συνήθη τάξη μεγέθους των αντίστοιχων παραμέτρων.
- (4. 29) Οι τροποποιήσεις των παραμέτρων θα ελέγχονται, έτσι ώστε να εμποδίζεται η εισαγωγή μη συμβατών δεδομένων (σχετικών με τις παραμέτρους) και να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη λειτουργία του προγράμματος.
- Ο έλεγχος θα περιλαμβάνει δύο στάδια: (α) έλεγχος συμβατότητας τύπου εισαγόμενων στοιχείων (π.χ. απαγόρευση καταχώρησης πραγματικών τιμών σε ακέραιες μεταβλητές) και (β) έλεγχος αριθμητικών ορίων (π.χ. περιορισμός του μέγιστου μήκους των συνθετικών χρονοσειρών σε 10000 χρόνια).
- (4. 30) Η αποθήκευση του σεναρίου στη βάση δεδομένων θα πραγματοποιείται με επιλογή του χρήστη, πριν την έξοδο από το πρόγραμμα ή τον ορισμό νέου σεναρίου.

Στατιστικοί υπολογισμοί

- (4. 31) Για κάθε χρονοσειρά, ιστορική ή συνθετική, θα υπολογίζονται τα στατιστικά χαρακτηριστικά του δείγματος, σε ετήσια και μηνιαία βάση. Ως στατιστικά χαρακτηριστικά νοούνται:
- η μέση τιμή του δείγματος
 - η διασπορά
 - ο συντελεστής ασυμμετρίας
- (4. 32) Για τις ετήσιες και μηνιαίες μεταβλητές θα πρέπει να υπολογίζονται οι συντελεστές αυτοσυσχέτισης και το *δυναμικό φάσμα* τους (power spectrum), για χρονικές υστερήσεις που φτάνουν μέχρι το μισό του μήκους του δείγματος.
- Ο υπολογισμός της πλήρους σειράς των συντελεστών αυτοσυσχέτισης απαιτείται από το στοχαστικό μοντέλο SMA και κρίνεται αναγκαίος για τη διατήρηση της μακροπρόθεσμης εμμονής του ιστορικού δείγματος. Επιπλέον, η απεικόνιση του δυναμικού φάσματος θα παρέχει μια εποπτική εικόνα της μακροπρόθεσμης εμμονής του ετήσιου δείγματος.
- (4. 33) Ο υπολογισμός του φάσματος θα πραγματοποιείται είτε αριθμητικά είτε με τη μέθοδο FFT (Fast Fourier Transform) (βλ. Kottogoda, 1980).
- Ο αλγόριθμος FFT ενδείκνυται για τη φασματική ανάλυση μεγάλου πλήθους δεδομένων, καθώς είναι πολύ ταχύτερος από οποιαδήποτε άλλη υπολογιστική διαδικασία. Μειονέκτημά του είναι ότι για την

εφαρμογή του απαιτείται πλήθος δεδομένων που είναι δύναμη του 2 (Press et al., 1992). Αν δεν ισχύει η παραπάνω προϋπόθεση, ο υπολογισμός του φάσματος γίνεται υποχρεωτικά με άλλες αριθμητικές μεθόδους, λιγότερο ταχείες.

- (4. 34) Για κάθε ζεύγος χρονοσειρών θα υπολογίζονται οι συντελεστές *ετεροσυσχέτισης*, ιστορικοί και θεωρητικοί, για μηδενική υστέρηση.

Η διαφοροποίηση των τιμών ετεροσυσχέτισης μπορεί να οφείλεται στον προσεγγιστικό χαρακτήρα των ιστορικών στατιστικών χαρακτηριστικών. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιούνται εξισώσεις, οι οποίες συνδέουν τις παραμέτρους με τα στατιστικά μεγέθη του ιστορικού δείγματος. Είναι δυνατό οι εξισώσεις να μην συναληθεύουν σε κανένα σημείο, οπότε οι παράμετροι θα υπολογίζονται με ελαχιστοποίηση του τετραγωνικού σφάλματος, με αποτέλεσμα να προκύπτουν αποκλίσεις μεταξύ των πραγματικών και των θεωρητικών μεγεθών.

Σημειώνεται ακόμη ότι για χρονοσειρές διαφορετικού μήκους, οι συντελεστές ετεροσυσχέτισης θα υπολογίζονται με βάση το κοινό τους μήκος.

- (4. 35) Ο χρήστης θα μπορεί να μεταβάλει τις στατιστικές παραμέτρους των ιστορικών χρονοσειρών (βλ. και (4. 27)).

Εκτίμηση παραμέτρων στοχαστικών μοντέλων

- (4. 36) Οι παράμετροι των στοχαστικών μοντέλων θα υπολογίζονται με τρόπο ώστε να είναι συνεπείς με τα στατιστικά χαρακτηριστικά του ιστορικού δείγματος.

Οι παράμετροι θα είναι απόλυτα συνεπείς με τα στατιστικά χαρακτηριστικά του ιστορικού δείγματος, εφόσον υπολογίζονται με κάποια αναλυτική διαδικασία. Στις περιπτώσεις που δεν υφίσταται μεθοδολογία αναλυτικού υπολογισμού, οι παράμετροι θα υπολογίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται το σφάλμα απόκλισης από τις πραγματικές τους τιμές (βλέπε επόμενη απαίτηση).

- (4. 37) Σε περιπτώσεις που υφίσταται αδυναμία αναλυτικής επίλυσης, οι παράμετροι θα προκύπτουν αριθμητικά, μέσω διαδικασιών *βελτιστοποίησης*.

Η ταχύτητα των υπολογισμών και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων της βελτιστοποίησης θα εξαρτάται από παραμέτρους που θα ορίζει ο χρήστης (π.χ. συντελεστές βάρους, κριτήρια τερματισμού).

Παραγωγή συνθετικών χρονοσειρών

- (4. 38) Το πρόγραμμα θα μπορεί να παράγει όσες ομάδες συνθετικών χρονοσειρών ορίζει ο χρήστης, μέχρι και χίλιες (1000).

- (4. 39) Το μήκος κάθε χρονοσειράς θα είναι όσο ορίζει ο χρήστης, μέχρι δέκα χιλιάδες (10000) έτη.

- (4. 40) Το συνολικό πλήθος των συνθετικών δεδομένων δεν θα πρέπει να ξεπερνά τις εκατό χιλιάδες (100000).

Οι παραπάνω περιορισμοί τίθενται για πρακτικούς λόγους, έτσι ώστε να αποφεύγεται η υπερβολική δέσμευση μνήμης του υπολογιστή.

- (4. 41) Οι διαδικασίες παραγωγής των μηνιαίων χρονοσειρών θα είναι ανεξάρτητες από τις διαδικασίες παραγωγής των ετησίων.

Η παραπάνω απαίτηση είναι προφανής και μόνο από το γεγονός ότι θα χρησιμοποιούνται διαφορετικά στοχαστικά μοντέλα για την παραγωγή των χρονοσειρών. Με τον τρόπο αυτό φυσικά θα προκύπτουν μηνιαίες χρονοσειρές οι οποίες δεν θα είναι συμβατές με τις ετήσιες. Η διόρθωσή τους, μέσω της διαδικασίας *επιμερισμού*, θα ακολουθεί σε επόμενο στάδιο.

- (4. 42) Ο χρήστης θα μπορεί να επιλέξει μεταξύ δύο τρόπων εκτέλεσης του μοντέλου: (α) *προσομοίωση μόνιμης κατάστασης* ή (β) *πρόγνωση με δεδομένες αρχικές συνθήκες*.

Η πρώτη περίπτωση συνίσταται στην παραγωγή χρονοσειρών οι οποίες δεν είναι συνεπείς με τα επίκαιρα και παρελθόντα δεδομένα. Αντίθετα, η δεύτερη περίπτωση συνίσταται στην αναγωγή των ετήσιων και μηνιαίων χρονοσειρών μέσω του μοντέλου *πρόγνωσης* (forecasting model), έτσι ώστε οι συνθετικές τιμές που αντιστοιχούν στα παρελθόντα έτη και μήνες να ταυτίζονται με τα πραγματικά δεδομένα.

- (4. 43) Οι μηνιαίες χρονοσειρές θα πρέπει να είναι συνεπείς με τις ετήσιες.

Ανεξάρτητα από τον τρόπο εκτέλεσης του μοντέλου, μετά το πέρας των διαδικασιών γέννησης και πρόγνωσης και μέσω κατάλληλης διαδικασίας *επιμερισμού* (disaggregation), το υποσύστημα θα χρησιμοποιεί τις τιμές των ετήσιων χρονοσειρών για τη διόρθωση των μηνιαίων, έτσι ώστε για κάθε προσομοιωμένο έτος το ετήσιο άθροισμα των τιμών των μεταβλητών χαμηλού επιπέδου να ισούται με την τιμή της ετήσιας μεταβλητής.

Παρουσίαση αποτελεσμάτων

- (4. 44) Η απεικόνιση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων θα πραγματοποιείται μέσω πινάκων και γραφημάτων.
- (4. 45) Ο χρήστης θα μπορεί να τροποποιήσει τις εγγραφές των πινάκων.
- (4. 46) Θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα αποθήκευσης των εγγραφών.
- (4. 47) Πριν από κάθε αποθήκευση θα πρέπει να εμφανίζεται μήνυμα επαλήθευσης.
- (4. 48) Θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα ακύρωσης των εγγραφών κι επαναφοράς των τιμών που υπήρχαν μετά την τελευταία αποθήκευση.
- (4. 49) Θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα εκτύπωσης των πινάκων και γραφημάτων.
- (4. 50) Τα γραφήματα θα πρέπει να παρέχουν τη δυνατότητα εποπτικής σύγκρισης των ιστορικών με τα συνθετικά μεγέθη.
- (4. 51) Υπό μορφή πινάκων θα παρουσιάζονται:
- οι ιστορικές και οι συνθετικές χρονοσειρές, ομαδοποιημένες, ανά συνιστώσα
 - τα στατιστικά μεγέθη των ιστορικών και συνθετικών χρονοσειρών
 - οι παράμετροι των στοχαστικών μοντέλων για τις ετήσιες και μηνιαίες μεταβλητές
 - τα στατιστικά μεγέθη των τυχαίων όρων των ετήσιων και μηνιαίων μεταβλητών

- (4. 52) Υπό μορφή γραφημάτων θα απεικονίζονται:

- οι ετήσιες και μηνιαίες μέσες τιμές του ιστορικού δείγματος και των συνθετικών χρονοσειρών ανά συνιστώσα
- οι ετήσιες και μηνιαίες τυπικές αποκλίσεις του ιστορικού δείγματος και των συνθετικών χρονοσειρών ανά συνιστώσα
- οι ετήσιοι και μηνιαίοι συντελεστές ασυμμετρίας του ιστορικού δείγματος και των συνθετικών χρονοσειρών ανά συνιστώσα

- οι ετήσιοι και μηνιαίοι συντελεστές ετεροσυσχέτισης μηδενικής υστέρησης του ιστορικού δείγματος και των συνθετικών χρονοσειρών
- το αυτοσυσχετόγραμμα, πραγματικό και θεωρητικό, του ετήσιου ιστορικού δείγματος και των συνθετικών χρονοσειρών ανά συνιστώσα

Οι πραγματικές τιμές των συντελεστών αυτοσυσχέτισης προκύπτουν ως συνάρτηση των τιμών του δείγματος, με εφαρμογή σχετικής εξίσωσης της στατιστικής. Αντίθετα οι θεωρητικές τιμές προκύπτουν από το στοχαστικό μοντέλο και είναι συνάρτηση των παραμέτρων του. Από τη σύγκριση των δύο αυτοσυσχετογραμμάτων μπορεί να διαπιστωθεί σε γενικές γραμμές αν η επιλογή του μοντέλου είναι κατάλληλη ή όχι (Salas et al., 1988).

- το φάσμα του ετήσιου ιστορικού δείγματος και των συνθετικών χρονοσειρών ανά συνιστώσα
- οι ετήσιες και μηνιαίες χρονοσειρές του ιστορικού δείγματος και των συνθετικών χρονοσειρών ανά συνιστώσα

4.3 Μη λειτουργικές απαιτήσεις

(4. 53) Η ανάπτυξη του υπολογιστικού συστήματος θα πρέπει να υλοποιηθεί σε γλώσσα προγραμματισμού που να υποστηρίζει οπτικές (visual) εφαρμογές.

(4. 54) Το σύστημα θα ακολουθεί την αρχιτεκτονική client/server. Server θα είναι η βάση δεδομένων, ενώ client θα είναι το λογισμικό εφαρμογών, που θα τρέχει σε προσωπικούς υπολογιστές με λειτουργικό σύστημα Windows 95 ή μεταγενέστερο.

(4. 55) Το πρόγραμμα θα παραδοθεί σε εκτελέσιμη (executable) μορφή.

(4. 56) Εφόσον οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται με αναλυτικές μεθόδους (π.χ. στατιστικοί υπολογισμοί), ο χρόνος επεξεργασίας δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα μερικά δευτερόλεπτα.

Οι χρόνοι επεξεργασίας εξαρτώνται άμεσα από το πλήθος των δεδομένων. Οι περιορισμοί που αναφέρονται στην παραπάνω και την αμέσως επόμενη παράγραφο θα μπορούν να ικανοποιηθούν για ένα λογικό πλήθος δεδομένων, π.χ. για χρονοσειρές 1000 ετών.

(4. 57) Στις περιπτώσεις που απαιτείται η χρήση αριθμητικών μεθόδων (π.χ. εκτίμηση παραμέτρων στοχαστικού μοντέλου), η τάξη μεγέθους του χρόνου υπολογισμών δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα μερικά λεπτά της ώρας.

Στην περίπτωση αυτή η επεξεργασία διαρκεί πολύ περισσότερο χρόνο, εφόσον εξαρτάται από τον αριθμό των επαναλήψεων που απαιτούνται για τη σύγκλιση των διαδικασιών βελτιστοποίησης. Κρίσιμη παράμετρος είναι τα κριτήρια σύγκλισης που εφαρμόζονται. Όταν τίθενται υπερβολικά αυστηρά κριτήρια επιβραδύνεται αδικαιολόγητα η υπολογιστική διαδικασία, χωρίς να επιτυγχάνεται ουσιαστική βελτίωση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων. Για το λόγο αυτό συνιστάται η εισαγωγή των κριτηρίων που εξ ορισμού θα θέτει το πρόγραμμα (βλ. (4. 28)).

(4. 58) Οι χρονικοί περιορισμοί θα ισχύουν υπό την προϋπόθεση αποκλειστικής απασχόλησης του υπολογιστή από το πρόγραμμα.

5 Απαιτήσεις συστήματος προσομοίωσης του υδρολογικού κύκλου στη λεκάνη Βοιωτικού Κηφισού – Υλίκης

5.1 Εισαγωγή

Όπως αναφέρεται ρητά στο Παράρτημα Ι της Σύμβασης του έργου (ΕΥΔΑΠ/ΕΜΠ, 1999α), στόχος του συστήματος είναι η εκτίμηση και πρόγνωση των υπόγειων υδατικών πόρων της περιοχής Βοιωτικού Κηφισού – Υλίκης με βάση τις μετρήσεις των κατακρημισμάτων και των μετεωρολογικών μεταβλητών της λεκάνης, των παροχών στη Διώρυγα Καρδίτσας και σε ενδιάμεσες θέσεις, καθώς και δεδομένα λειτουργίας των γεωτρήσεων στη λεκάνη.

Το σύστημα προσομοίωσης του υδρολογικού κύκλου στη λεκάνη Βοιωτικού Κηφισού – Υλίκης (ΣΥΒΟΙΚ) θα αποτελέσει, μαζί με το υποσύστημα πρόγνωσης των εισροών στους ταμιευτήρες Ευήνου, Μόρνου και Μαραθώνα, ένα καίριο εργαλείο για το σύστημα υποστήριξης της διαχείρισης του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας, έτσι ώστε το τελευταίο να ανταποκριθεί σε συγκεκριμένες επιχειρησιακές ανάγκες της ΕΥΔΑΠ. Οι σημαντικότερες από αυτές τις ανάγκες συνίστανται στα ακόλουθα:

- Πρόγνωση των ασφαλών απολήψεων από κάθε υδατικό πόρο του συστήματος.
- Επιπτώσεις της πολιτικής των απολήψεων στα επόμενα έτη εκφρασμένες σε όρους κόστους, οφέλους και διακινδύνευσης αστοχίας του υδροσυστήματος.

Όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο 4 του τεύχους προδιαγραφών, το σύστημα υποστήριξης της διαχείρισης των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας θα περιλαμβάνει την πλήρη και λεπτομερή προσομοίωση των εξωτερικών υδραγωγείων (μέχρι τα διυλιστήρια), των ταμιευτήρων και των άλλων έργων που συνδέονται με το εξωτερικό δίκτυο ύδρευσης της Αθήνας. Θα πραγματοποιεί βελτιστοποίηση των κανόνων λειτουργίας του συστήματος ταμιευτήρων, συνυπολογίζοντας τις στατικές και δυναμικές πληροφορίες του υδροσυστήματος και αξιοποιώντας τις πληροφορίες από το σύστημα τηλεμέτρησης. Θα συνυπολογίζει, πέραν της ύδρευσης της Αθήνας, και τις άλλες θεσμοθετημένες χρήσεις νερού και θα προτείνει εναλλακτικές δυνατότητες λειτουργίας σε περιπτώσεις βλαβών του συστήματος. Μια σημαντική δυναμική πληροφορία αποτελούν τα υδατικά αποθέματα επιφανειακού και υπόγειου νερού της περιοχής Βοιωτικού Κηφισού – Υλίκης. Συνεπώς, η εκτίμηση και πρόγνωσή τους είναι απαραίτητη για να λειτουργήσει το σύστημα υποστήριξης της διαχείρισης του συστήματος.

5.2 Λειτουργικές απαιτήσεις

5.2.1 Γενικές απαιτήσεις του συστήματος

- (5. 1) Το σύστημα θα λειτουργεί σε παραθυρικό περιβάλλον.
- (5. 2) Στην πρώτη φάση του έργου, δεν προβλέπεται ξεχωριστός Η/Υ για το ΣΥΒΟΙΚ. Συνεπώς, το σύστημα θα πρέπει να μπορεί να λειτουργήσει με ένα μέρος της υπολογιστικής ισχύος ενός κοινού προσωπικού Η/Υ.
- (5. 3) Το σύστημα θα είναι κατά το δυνατόν φιλικό στο χρήστη ως προς την εισαγωγή δεδομένων (δεν θα απαιτεί γράψιμο σε αρχεία ASCII).

5.2.2 Γενικές απαιτήσεις του μαθηματικού μοντέλου

Το μοντέλο θα πρέπει να ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- (5. 4) Να προσομοιώνει τη ροή του υπόγειου νερού σε τρεις διαστάσεις.
Στο παρόν έργο το μοντέλο δεν απαιτείται να χειρίζεται μεταβλητή πυκνότητα του νερού. Επίσης, στο παρόν έργο, το μοντέλο δεν απαιτείται να προσομοιώνει τη ροή στην ακόρεστη ζώνη.
- (5. 5) Να χρησιμοποιεί μια από τις καταξιωμένες και ελεγμένες μεθόδους επίλυσης των διαφορικών εξισώσεων για τη υπόγεια ροή (πεπερασμένες διαφορές, πεπερασμένα στοιχεία).
- (5. 6) Να προσομοιώνει τόσο τη μόνιμη όσο και τη μη μόνιμη ροή.
- (5. 7) Να εφαρμόζεται για όλους τους τύπους υδροφορέων (φρεάτιους, υπό πίεση).
- (5. 8) Να επιτρέπει την προσομοίωση της ροής σε υδροφόρα στρώματα μεταβλητής γεωμετρίας.
- (5. 9) Να προσομοιώνει τις εξωτερικές διεγέρσεις τους συστήματος ροής όπως είναι η ροή προς φρέατα, επαναφόρτιση από βροχόπτωση ή διήθηση επιφανειακών νερών, εξατμοδιαπνοή, ροή προς στραγγιστήρια.
- (5. 10) Να επιτρέπει ανισοτροπία στις υδραυλικές ιδιότητες του υδροφορέα (υδραυλική αγωγιμότητα και αποθηκευτικότητα ή ειδική απόδοση).
- (5. 11) Να χειρίζεται οριακές συνθήκες σταθερής ή μεταβλητής παροχής και σταθερού ή μεταβλητού υδραυλικού φορτίου.
- (5. 12) Να χρησιμοποιεί κάρναβο μεταβλητού χωρικού βήματος.
- (5. 13) Να χειρίζεται αποτελεσματικά αριθμητικά προβλήματα όπως είναι η ταχύτητα σύγκλισης στην λύση ή προβλήματα ταλαντώσεων.
- (5. 14) Να λειτουργεί σε μηνιαίο χρονικό βήμα.
- (5. 15) Να λειτουργεί για περίοδο προσομοίωσης τουλάχιστον ίση με μια δεκαετία.
- (5. 16) Να διαθέτει επαρκές βήμα διακριτοποίησης στο χώρο (κάρναβο) συμβατό με την αναπαράσταση στο χώρο των σημαντικότερων συνιστωσών του συστήματος.

Οι συνιστώσες αυτές είναι: (α) οι λεκάνες Β. Κηφισού και Υλίκης – Παραλίμνης, (β) οι αρδευόμενες εκτάσεις εντός ή εκτός ΤΟΕΒ, (γ) οι Πηγές Χαρίτων, Πολυγύρας, Μαυρονερίου και Λιβαδιάς, (δ) οι γεωτρήσεις του ΥΠΓΕ, (ε) οι γεωτρήσεις της ΕΥΔΑΠ, (στ) η διασύνδεση με υδροδοτικό σύστημα μέσω του υδραγωγείου Διστόμου, (ζ) το Υδραγωγείο Κωπαΐδας.

5.2.3 Απαιτήσεις σε δεδομένα

Το υπό μελέτη υποσύστημα θα πρέπει να δέχεται τα ακόλουθα δεδομένα:

- (5. 17) Γεωγραφικά όρια των γεωλογικών στρωμάτων (στατικά).
- (5. 18) Γεωγραφικά δεδομένα της υδραυλικής αγωγιμότητας (στατικά).
- (5. 19) Γεωγραφικά δεδομένα της ειδικής απόδοσης ή αποθηκευτικότητας (στατικά).
- (5. 20) Γεωγραφικά δεδομένα της θέσης των απολήψεων νερού από υδρογεωτρήσεις.

Όλα τα παραπάνω γεωγραφικά δεδομένα θα προέλθουν από επεξεργασία δεδομένων από τα ακόλουθα επίπεδα γεωγραφικής πληροφορίας: (α) ψηφιακό μοντέλο εδάφους στη λεκάνη, (β) επιφανειακοί και υπόγειοι υδροκρίτες, (γ) γεωλογικός χάρτης επιφάνειας, και (δ) μικρός αριθμός γεωλογικών τομών.

- (5. 21) Υδρολογικά δεδομένα εισόδου (χρονοσειρές) που διατίθενται στη λεκάνη χωρίς ειδικές απαιτήσεις: (α) σημειακή βροχόπτωση σε έναν αριθμό σταθμών, και (β) δυνητική εξατμοδιαπνοή υπολογισμένη από μετεωρολογικές μεταβλητές με βάση γνωστές από τη βιβλιογραφία μεθόδους.
- (5. 22) Δεδομένα διαχείρισης του νερού στην περιοχή (χρονοσειρές): (α) ζήτηση νερού από τις γεωτρήσεις Βασιλικών – Παρορίου και άλλες μικρότερες ομάδες γεωτρήσεων, (β) ζήτηση για άρδευση υπολογισμένη από τις αρδευόμενες εκτάσεις της περιοχής (τόσο από τα επιφανειακά όσο και από τα υπόγεια νερά) και (γ) ζήτηση νερού από την Υλίκη (για ύδρευση της Αθήνας και άρδευση της Κωπαΐδας).
- (5. 23) Δεδομένα φυσικής εκφόρτισης των υδροφορέων υπό μορφή πηγών (χρονοσειρές).
- (5. 24) Αρχικές συνθήκες υδραυλικού φορτίου ή παροχής σε κάθε κύτταρο του καννάβου.

5.2.4 Απαιτήσεις σε εξαγόμενα

Στο τέλος κάθε κύκλου προσομοίωσης, το μοντέλο θα δίνει τα ακόλουθα εξαγόμενα:

- (5. 25) Τη διακύμανση της μηνιαίας απορροής του Βοιωτικού Κηφισού στη θέση της Διώρυγας Καρδίτσας (του μέρους που προέρχεται από πηγές).
- (5. 26) Τη διακύμανση των μηνιαίων συνολικών ρυθμιστικών αποθεμάτων υπόγειου νερού στη λεκάνη του Βοιωτικού Κηφισού – Υλίκης.
- (5. 27) Τη διακύμανση της στάθμης της Υλίκης στην αρχή κάθε μήνα.
- (5. 28) Τη χωροχρονική διακύμανση του υδραυλικού φορτίου.
- (5. 29) Τη χωροχρονική διακύμανση της απόλυτης στάθμης του υπόγειου ορίζοντα.
- (5. 30) Τη χωροχρονική διακύμανση της παροχής του υπόγειου νερού.
- (5. 31) Τη χωροχρονική διακύμανση της κατεύθυνσης ροής του υπόγειου νερού.

- (5. 32) Τη χωροχρονική διακύμανση της καθαρής επαναφόρτισης.
- (5. 33) Συναθροισμένα στο χρόνο μεγέθη των (5. 25) ως (5. 27) για όλη τη διάρκεια προσομοίωσης.
- (5. 34) Συναθροισμένα στο χρόνο μεγέθη των (5. 28) ως (5. 32) για όλη τη διάρκεια προσομοίωσης.
- (5. 35) Συναθροισμένα στο χώρο μεγέθη των (5. 28) ως (5. 32) για όλη την περιοχή μελέτης.
- (5. 36) Συναθροισμένα στο χώρο και το χρόνο μεγέθη των (5. 28) ως (5. 32) για όλη τη διάρκεια προσομοίωσης και για όλη την περιοχή μελέτης.

Ακόμη, το σύστημα θα πρέπει:

- (5. 37) Να δίνει για κάθε αρχή του μήνα και το σύνολο των διαθέσιμων, κάθε φορά, δεδομένων εισόδου.
- (5. 38) Να αναπαράγει την ιστορική σειρά των μηνιαίων παροχών των πηγών της λεκάνης Β. Κηφισού όταν τροφοδοτηθεί με τα κατάλληλα δεδομένα καθώς και τη διακύμανση της στάθμης του υδροφορέα. Συνεπώς, θα πρέπει να προβλεφθούν, εντός ή εκτός του υποσυστήματος, εργαλεία αριθμητικής σύγκρισης των υπολογισμένων και των ιστορικών δεδομένων. Αυτά θα βοηθήσουν στην ταχύτερη και πιο αξιόπιστη βαθμονόμηση του μοντέλου.

5.3 Μη λειτουργικές απαιτήσεις

- (5. 39) Το υπό μελέτη υποσύστημα θα πρέπει να επιτρέπει μεγάλο αριθμό κυττάρων της τάξης των 100 000.

Στην πρώτη φάση του έργου, ο αριθμός αυτός είναι μεν μικρός, αλλά, σε επόμενη φάση επανασχεδιασμού του μοντέλου θα απαιτηθεί ενδεχομένως μεγάλος αριθμός κυττάρων.

- (5. 40) Ο χρόνος εκτέλεσης των αριθμητικών υπολογισμών ενός κύκλου προσομοίωσης διάρκειας 10 ετών θα παραμένει χαμηλός (της τάξης του λεπτού της ώρας) καθόσον θα απαιτηθεί μεγάλος αριθμός κύκλων για την εφαρμογή της μεθόδου Monte Carlo.
- (5. 41) Η απαιτούμενη χωρητικότητα μνήμης Η/Υ και δίσκου θα παραμένουν κάτω από τα σημερινά (2000) άνω όρια των προσωπικών υπολογιστών.
- (5. 42) Το λογισμικό θα εκτυπώνει σε αρχείο τα δεδομένα και τα εξαγόμενα για κάθε κύτταρο.
- (5. 43) Θα είναι δυνατή η εκτέλεση του προγράμματος και σε μορφή batch ως μεμονωμένου (stand alone) υπολογιστικού πακέτου.
Αυτό, θα διευκολύνει, σε επόμενη φάση του έργου, τη σύνδεση με άλλα υποσυστήματα, αλλά, και στην πρώτη φάση, θα επιτρέψει την γρήγορη εκτέλεση πολλών κύκλων προσομοίωσης.
- (5. 44) Το μαθηματικό μοντέλο του συστήματος θα αξιοποιεί τις τελευταίες εξελίξεις της επιστήμης της υπόγειας υδρολογίας και υδραυλικής ειδικά για καρστικούς υδροφόρους.
- (5. 45) Θα υφίσταται δυνατότητα εισαγωγής οριακών συνθηκών με γραφικό τρόπο.

Αυτό θα διευκολύνει τη λειτουργία του προγράμματος και από μη ειδικούς, κυρίως στις περιπτώσεις τροποποίησης του συστήματος (σενάρια).

- (5. 46) Θα υφίσταται δυνατότητα αυτόματης (ή με δοκιμές) ρύθμισης των παραμέτρων του μοντέλου μέσω κατάλληλων εργαλείων (π.χ. διαγράμματα διασποράς).
- (5. 47) Θα υπάρχει δυνατότητα εισαγωγής μεταβατικών οριακών συνθηκών (π.χ. κυμαινόμενη στάθμη ελεύθερου νερού στην Υλίκη).
- (5. 48) Θα πρέπει να υπάρχει δυνατότητα παρουσίασης αποτελεσμάτων σε γραφική μορφή (2 διαστάσεων).
- (5. 49) Θα υπάρχει δυνατότητα εξαγωγής των γραφικών και των άλλων αποτελεσμάτων σε μορφές συμβατές με τα άλλα συστήματα του έργου.

6 Απαιτήσεις συστήματος υποστήριξης της διαχείρισης υδατικών πόρων

6.1 Εισαγωγή

Η αναγκαιότητα υποστήριξης της διαδικασίας λήψης αποφάσεων κατά τη διαχείριση υδατικών πόρων, διαπιστώνεται στο Διαχειριστικό Σχέδιο Ύδρευσης της ΕΥΔΑΠ (1996). Στην ΕΥΔΑΠ σήμερα δεν υπάρχει σε λειτουργία κανένα Σύστημα Υποστήριξης της Διαχείρισης Υδατικών Πόρων (ΣΥΔΥΠ) που να βασίζεται στην προσομοίωση και βελτιστοποίηση της λειτουργίας των εξωτερικών υδραγωγείων του δικτύου υδροδότησης. Όπως έχει αποδειχθεί επανειλημμένα στην διεθνή πρακτική, ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να προσφέρει σημαντική υπηρεσία στους υπευθύνους διαχείρισης υδατικών πόρων υποδεικνύοντας αποδοτικούς διαχειριστικούς κανόνες λειτουργίας του συστήματος ταμιευτήρων, φανερώνοντας τα όρια μακροχρόνιας ασφαλούς απόδοσης του υδροσυστήματος και υποστηρίζοντας μελέτες σεναρίων ανάπτυξης και βλαβών του δικτύου των εξωτερικών υδραγωγείων.

Στα πλαίσια του ερευνητικού έργου *Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας* θα αναπτυχθεί από την ερευνητική ομάδα του ΕΜΠ ένα υπολογιστικό σύστημα υποστήριξης της διαχείρισης υδατικών πόρων που θα είναι προσαρμοσμένο στο σύστημα ύδρευσης της Αθήνας και θα δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να πραγματοποιεί προσομοιώσεις και βελτιστοποιήσεις της λειτουργίας των ταμιευτήρων και υδραγωγείων. Το υπολογιστικό σύστημα θα έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί με πολλαπλούς ανταγωνιστικούς στόχους και χρήσεις υδατικών πόρων και θα συνεργάζεται με το Σύστημα Εκτίμησης και Πρόγνωσης Υδατικών Πόρων (ΣΕΠΥΠ), που θα αναπτυχθεί στα πλαίσια του ίδιου ερευνητικού έργου (βλ. κεφάλαιο 4) και θα παράγει συνθετικά υδρολογικά δεδομένα. Επιπρόσθετα, το σύστημα θα έχει τη δυνατότητα προσαρμογής σε διάφορα πραγματικά ή φανταστικά σενάρια διαχείρισης ενώ θα συμπεριλαμβάνει σχέδια για την αντιμετώπιση έκτακτων περιπτώσεων. Στα αποτελέσματά του, θα περιλαμβάνονται οικονομικά μεγέθη που θα βασίζονται στις αναμενόμενες χρήσεις νερού και στην κατανάλωση και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Το μοντέλο του υδροσυστήματος που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί θα περιλαμβάνει το σύστημα εξωτερικών υδραγωγείων και συγκεκριμένα τουλάχιστον τα εξής βασικά συστατικά:

Σύστημα ταμιευτήρων αποτελούμενο από τους ταμιευτήρες Ευήνου, Μόρνου και Μαραθώνα και τη φυσική λίμνη Υλίκη.

Εξωτερικά υδραγωγεία του συστήματος υδροδότησης της πρωτεύουσας που περιλαμβάνουν τα κύρια υδραγωγεία Μαραθώνα-Γαλατσίου, Υλίκης, Μόρνου και Ευήνου-Μόρνου καθώς και τα ενωτικά υδραγωγεία Κιθαιρώνα (Μόρνος-Βίλιζα) Διστόμου (Κωπαΐδα-Μόρνος) και Κρεμάδας-Κλειδίου. Από αυτά, μόνον το υδραγωγείο Κιθαιρώνα έχει δυνατότητα διπλής κατεύθυνσης ροής ενώ όλα τα υδραγωγεία έχουν

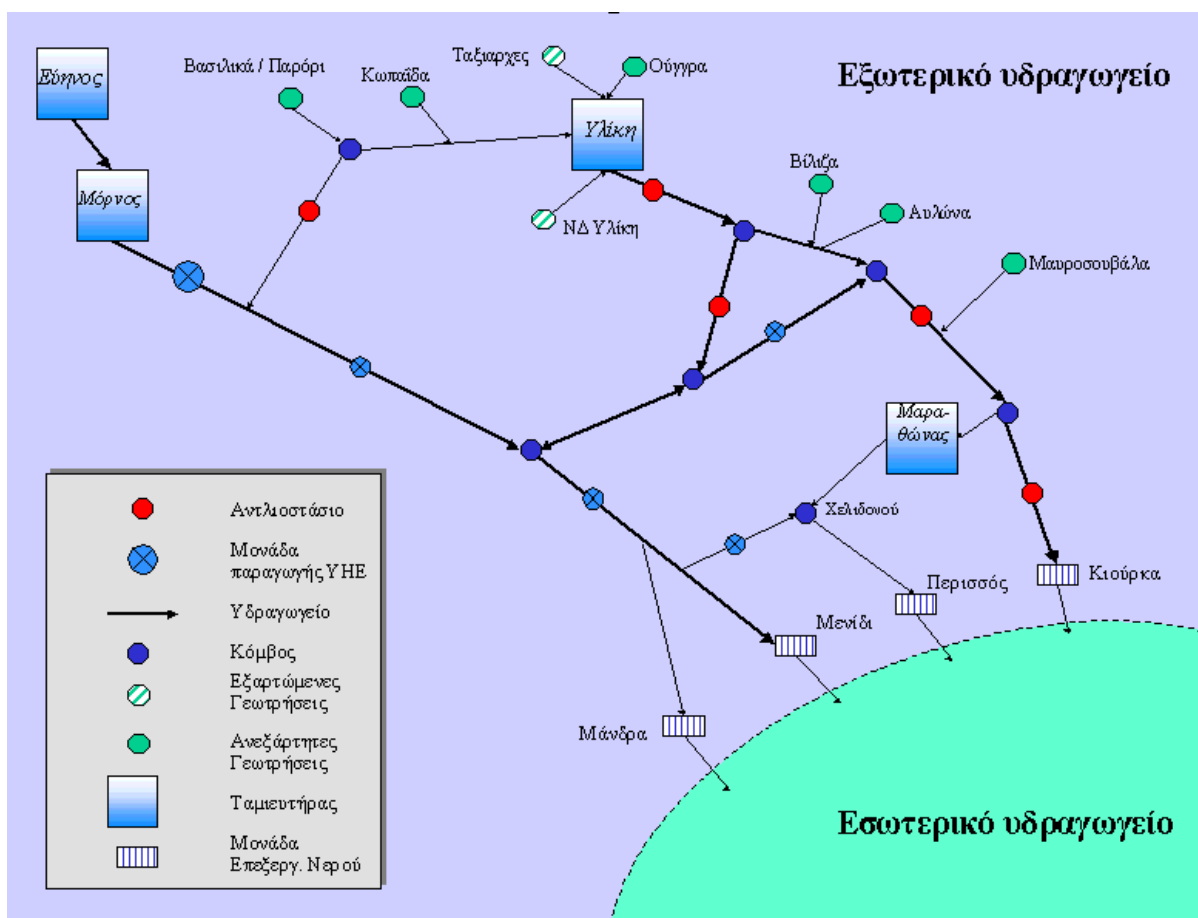
σταθερή παροχευτικότητα, εκτός από το υδραγωγείο Ευήνου, του οποίου η παροχευτικότητα εξαρτάται από τη στάθμη του ταμιευτήρα Ευήνου.

Μονάδες παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας που περιλαμβάνουν τη μονάδα παραγωγής της Γκιάνας καθώς και μικρότερες μονάδες παραγωγής όπως τις μονάδες παραγωγής κατά μήκος του υδραγωγείου Μόρνου-Κιθαιρώνα-Αθήνας.

Αντλιοστάσια που περιλαμβάνουν

- τα ανυψωτικά αντλιοστάσια για την άντληση νερού από τους υπόγειους υδροφορείς
- τα αντλιοστάσια κατά μήκος του υδραγωγείου της Υλίκης
- το αντλιοστάσιο εκτροπής της ροής από το Υδραγωγείο της Υλίκης στο Υδραγωγείο του Μόρνου μέσω του ενωτικού υδραγωγείου του Κιθαιρώνα
- τα αντλιοστάσια τροφοδοσίας του υδραγωγείου του Μόρνου από τις πηγές των Βασιλικών

Γεωτρήσεις του Μέσου Ρου του Βοιωτικού Κηφισού, (της περιοχής Βασιλικά και της περιοχής Παρόρι), της περιοχής Κωπαΐδας, της Βίλιζας, του Αυλώνα, της Μαυροσουβάλας, και της ευρύτερης περιοχής Υλίκης (Ταξιάρχες, Ούγγρα, ΝΔ Υλίκη).



Σχ. 3: Σχηματική παρουσίαση του συστήματος εξωτερικών υδραγωγείων της Αθήνας

Στο Σχ. 3 παρουσιάζεται το μοντέλο του υδροσυστήματος που θα χρησιμοποιηθεί ως βάση σχεδιασμού στο παρόν έργο. Το μοντέλο δεν περιλαμβάνει το εσωτερικό δίκτυο υδροδότησης πρωτεύουσας κατάντη των Μονάδων Επεξεργασίας Νερού (MEN).

Το υπολογιστικό σύστημα θα παρέχει τη δυνατότητα στον εξουσιοδοτημένο χρήστη να τροποποιεί τα χαρακτηριστικά των συστατικών του δικτύου δηλαδή των ταμιευτήρων, υδραγωγείων, μονάδων παραγωγής ενέργειας και αντλιοστασίων, να προσθέτει νέα συστατικά επεκτείνοντας το δίκτυο σύμφωνα με μελλοντικά πραγματικά ή φανταστικά σενάρια και να απενεργοποιεί μέρη του δικτύου προσομοιώνοντας έκτακτες περιπτώσεις (βλ. εδάφιο 6.2.5).

6.2 Λειτουργικές απαιτήσεις

6.2.1 Γενικές απαιτήσεις

- (6. 1) Ο χρήστης θα χειρίζεται το υπολογιστικό σύστημα μέσω ενός παραθυρικού περιβάλλοντος.
- (6. 2) Όλες οι επιλογές θα μπορούν να πραγματοποιηθούν με το ποντίκι του υπολογιστή, ενώ όπου απαιτείται εισαγωγή στοιχείων, αυτή θα γίνεται μέσω του πληκτρολογίου.
- (6. 3) Ο χρήστης θα ενημερώνεται ανά πάσα στιγμή για την κατάσταση (status) του υπολογιστικού συστήματος όπως είναι η κατάσταση ηρεμίας (idle), η διενέργεια χρονοβόρων υπολογισμών (προσομοίωση, βελτιστοποίηση) και η μεταφορά δεδομένων από και προς τη βάση.
- (6. 4) Παράλληλα με τη λειτουργία του ΣΥΔΥΠ, ο χρήστης θα μπορεί να χρησιμοποιήσει μέρος της υπολογιστικής ισχύος για άλλες δραστηριότητες ανεξάρτητες προς τη λειτουργία του ΣΥΔΥΠ (π.χ. λειτουργία άλλων εφαρμογών, πρόσβαση στα αρχεία κ.ά.). Αυτό δεν θα πρέπει να επηρεάζει την ομαλή λειτουργία του ΣΥΔΥΠ.

Οι χρονικοί περιορισμοί στην λειτουργία του υπολογιστικού συστήματος που περιγράφονται αναλυτικά στο εδάφιο 6.3.1 τίθενται υπό την προϋπόθεση αποκλειστικής απασχόλησης του υπολογιστή από το ΣΥΔΥΠ και δεν ισχύουν σε άλλες περιπτώσεις.

- (6. 5) Το λογισμικό θα διαθέτει οδηγίες χρήσης προσβάσιμες μέσω του τερματικού (online help).
- (6. 6) Το υπολογιστικό σύστημα θα επιτρέπει την πρόσβαση μόνο σε χρήστες που θα έχουν τα ανάλογα δικαιώματα. Επίσης, για κάθε χρήστη θα είναι δυνατή η επιλεκτική παραχώρηση δικαιωμάτων σε κείμενα υποσυστήματα, όπως είναι η δυνατότητα τροποποίησης στοιχείων στη Βάση Δεδομένων (ΒΔ) και η δυνατότητα πραγματοποίησης βελτιστοποιήσεων.

6.2.2 Διαχείριση στοιχείων στη Βάση Δεδομένων

- (6. 7) Στη ΒΔ του ΣΥΔΥΠ θα καταχωρούνται όλα τα δεδομένα σεναρίων διαχείρισης: το μοντέλο του δικτύου, τα υδρολογικά δεδομένα και οι λειτουργικές επιλογές του χρήστη. Επίσης, στη ΒΔ θα αποθηκεύονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων και βελτιστοποιήσεων.

Στοιχεία σεναρίων διαχείρισης

(6. 8) Ο χρήστης θα μπορεί να εισάγει από τη ΒΔ στο ΣΥΔΥΠ αλλά και να τροποποιεί τα στοιχεία λειτουργικών επιλογών και τμημάτων του δικτύου σύμφωνα με τα σενάρια ανάπτυξης δικτύου και αντιμετώπισης έκτακτων περιπτώσεων (βλ. εδάφιο 6.2.5).

Τροποποιήσεις των υδρολογικών δεδομένων των σεναρίων θα πραγματοποιούνται από το ΣΕΠΥΠ (βλ. κεφάλαιο 4).

(6. 9) Σε περίπτωση που γίνουν τροποποιήσεις από το ΣΥΔΥΠ στα στοιχεία της ΒΔ, ο χρήστης θα μπορεί ανά πάσα στιγμή, μέχρι τον τερματισμό της λειτουργίας του υπολογιστικού συστήματος να επιλέξει ανάμεσα στην αποθήκευση των νέων στοιχείων στη ΒΔ και στην διατήρηση των αρχικών τιμών.

(6. 10) Η τροποποίηση στις τιμές των στοιχείων θα γίνεται με τη βοήθεια ειδικά διαμορφωμένων φορμών εισαγωγής στοιχείων.

(6. 11) Σε περίπτωση που το πεδίο τιμών ενός στοιχείου είναι προσδιορισμένο, πρέπει, προς αποφυγή σφαλμάτων, το λογισμικό να περιορίζει στο πεδίο αυτό τις δυνατότητες εισαγωγής τιμών από το χρήστη.

(6. 12) Στη ΒΔ θα μπορούν να καταχωρηθούν τουλάχιστον 100 πραγματικά ή υποθετικά μοντέλα δικτύων για μελλοντική επεξεργασία. Τα δίκτυα θα περιλαμβάνουν κόμβους, ταμιευτήρες, υδραγωγεία, γεωτρήσεις, αντλιοστάσια, και μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Στοιχεία αποτελεσμάτων

(6. 13) Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων και των βελτιστοποιήσεων θα μπορούν, με επιλογή του χρήστη, να καταχωρηθούν στη ΒΔ. Το αρχείο αποτελεσμάτων θα μπορεί να περιλάβει τουλάχιστον 100 καταχωρήσεις.

(6. 14) Οι καταχωρήσεις θα γίνονται με τρόπο ώστε να αναγνωρίζεται η αντιστοίχιση σεναρίου διαχείρισης-αποτελέσματος.

(6. 15) Στα αποτελέσματα των προσομοιώσεων που θα καταχωρούνται στη ΒΔ θα περιλαμβάνονται και τα εξής:

- Τα αποτελέσματα κάλυψης στόχων με όρους πιθανότητας
- Το υδατικό ισοζύγιο
- Ο οικονομικός ισολογισμός
- Το ενεργειακό ισοζύγιο

(6. 16) Στα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης που θα καταχωρούνται στη ΒΔ θα περιλαμβάνεται ο βέλτιστος κανόνας λειτουργίας.

6.2.3 Απαιτήσεις προσομοίωσης

Διαδικασία προσομοίωσης

(6. 17) Η προσομοίωση θα μπορεί να πραγματοποιηθεί με εντολή του χρήστη ο οποίος θα ορίζει συγκεκριμένους παραμετρικούς κανόνες λειτουργίας. Εναλλακτικά, το ΣΥΔΥΠ θα

επιλέγει κανόνες λειτουργίας πραγματοποιώντας διαδοχικές προσομοιώσεις στα πλαίσια της βελτιστοποίησης (βλ. εδάφιο 6.2.4).

- (6. 18) Πριν από την εκτέλεση της προσομοίωσης ο χρήστης θα ορίζει τους στόχους σύμφωνα με τις απαιτήσεις (6. 30) ως (6. 35).
- (6. 19) Θα δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να αποκλείσει συγκεκριμένους πόρους από την προσομοίωση (π.χ. Υλίκη, υπόγειοι υδροφορείς κλπ.) σύμφωνα με τα σενάρια χρήσης υδατικών πόρων του εδαφίου 6.2.5.
- (6. 20) Ο χρήστης θα μπορεί ανά πάσα στιγμή να διακόψει ομαλά τη διαδικασία της προσομοίωσης, χρησιμοποιώντας λειτουργίες που θα προσφέρονται από το ΣΥΔΥΠ, χωρίς να χρειάζεται για το λόγο αυτό να καταφύγει σε διαδικασία του λειτουργικού συστήματος του Η/Υ.

Το μοντέλο λειτουργικής προσομοίωσης

- (6. 21) Το βασικό μοντέλο του υδροσυστήματος που θα αποτελεί το αντικείμενο προσομοίωσης παρουσιάζεται στο Σχ. 3. Ο χρήστης θα μπορεί να τροποποιεί το δίκτυο αυτό σύμφωνα με τα σενάρια ανάπτυξης δικτύου και αντιμετώπισης έκτακτων περιπτώσεων (βλ. εδάφιο 6.2.5).
- (6. 22) Η προσομοίωση θα βασίζεται σε παραμετρικούς κανόνες λειτουργίας όπως αυτοί που θεμελιώθηκαν θεωρητικά από τους Nalbantis and Koutsoyiannis (1997).
- (6. 23) Θα δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να εξαιρέσει τους ταμιευτήρες Υλίκης και Μαραθώνα σε περίπτωση που αυτοί χρησιμοποιούνται μόνο ως αποθέματα ασφαλείας.
- (6. 24) Θα δίνεται η δυνατότητα εξαίρεσης του ταμιευτήρα Ευήνου ως αποθηκευτικού μέσου από τη διαχείριση του υδροσυστήματος με διοχέτευση του συνόλου της απορροής από την υπολεκάνη του Ευήνου στον ταμιευτήρα του Μόρνου διαμέσου της σήραγγας, πράγμα που ανταποκρίνεται στην υφιστάμενη κατάσταση.
- (6. 25) Η προσομοίωση θα πραγματοποιείται με βάση διαθέσιμα αξιόπιστα ιστορικά υδρολογικά δεδομένα ή συνθετικά που θα δημιουργούν το ΣΕΠΥΠ και το ΣΥΒΟΙΚ.
- (6. 26) Τα υδρολογικά δεδομένα που θα λαμβάνονται υπόψη θα είναι τουλάχιστον τα ακόλουθα: (α) η απορροή από τις υπολεκάνες, (β) η βροχόπτωση στην επιφάνεια των ταμιευτήρων και (γ) η εξάτμιση από τους ταμιευτήρες του Ευήνου, του Μόρνου, της Υλίκης και του Μαραθώνα.
- (6. 27) Η προσομοίωση του υδροσυστήματος θα περιλαμβάνει τον υπολογισμό των υδατικών ισοζυγίων των ταμιευτήρων Ευήνου, Μόρνου Υλίκης και Μαραθώνα λαμβάνοντας υπόψη τους ακόλουθους παράγοντες:
 - 1. Εισροές από τις υπολεκάνες στους ταμιευτήρες του υδροσυστήματος
 - 2. Βροχόπτωση στις επιφάνειες των ταμιευτήρων
 - 3. Απώλειες εξάτμισης από τους ταμιευτήρες
 - 4. Υπόγειες διαφυγές από τους ταμιευτήρες

5. Υπερχειλίσσεις από τους ταμιευτήρες
 6. Εκροές από τους ταμιευτήρες για κάλυψη της ζήτησης νερού και μεταφορά προς άλλα σημεία του δικτύου μέσω υδραγωγείων
- (6. 28) Κατά την προσομοίωση των υδραγωγείων θα ληφθεί υπόψη η παροχευτικότητα των αγωγών, η κατ' εκτίμηση διαρροή, όπως και η δυνατότητα αμφίδρομης ροής στο ενωτικό υδραγωγείο του Κιθαιρώνα.
- (6. 29) Το ΣΥΔΥΠ θα είναι σε θέση να προσομοιώσει χρονικές περιόδους μέχρι και τριάντα (30) έτη.

Στόχοι προσομοίωσης

- (6. 30) Ο χρήστης θα μπορεί να θέτει έως και 10 διαφορετικούς στόχους προσομοίωσης. Το ΣΥΔΥΠ κατά την προσομοίωση θα ικανοποιεί τους στόχους με τη σειρά προτεραιότητας που έχει υποδείξει ο χρήστης.
- (6. 31) Τα είδη στόχων προσομοίωσης θα είναι τα εξής:
1. Η ύδρευση των Αθηνών ως στόχος πρώτης προτεραιότητας
 2. Η ύδρευση άλλων περιοχών από το υδροσύστημα
 3. Η άρδευση εκτάσεων ως στόχος χαμηλής προτεραιότητας
 4. Ο στόχος διατήρησης ενός αποθεματικού όγκου ασφαλείας στον ταμιευτήρα του Μαραθώνα
 5. Ο στόχος διατήρησης της στάθμης του ταμιευτήρα του Μαραθώνα κάτω από κάποιο όριο προς αποφυγή πλημμυρών
 6. Η ελάχιστη διατηρητέα παροχή νερού σε οποιοδήποτε ταμιευτήρα του συστήματος για περιβαλλοντικούς λόγους και λόγους συντήρησης των εγκαταστάσεων.
- (6. 32) Ο χρήστης θα μπορεί να θέτει περισσότερους από έναν στόχους του ίδιου είδους.
- (6. 33) Οι στόχοι θα τίθενται σε απόλυτες τιμές ανά μήνα ή εναλλακτικά στις περιπτώσεις των στόχων 1 έως 3 της απαίτησης (6. 31) ως συνολική απόλυτη τιμή κατανάλωσης νερού το έτος συνοδευόμενη από ένα συντελεστή ανισοκατανομής για κάθε μήνα τού έτους.
- (6. 34) Για κάθε στόχο 1 έως 3 της απαίτησης (6. 31) και για το ελάχιστο 30 έτη ο χρήστης θα μπορεί να καθορίσει μια τιμή ετήσιου στόχου που θα αντιστοιχεί στην προβλεπόμενη μεταβολή της ζήτησης κάθε έτος της περιόδου προσομοίωσης. Η τιμή του εκάστοτε μηνιαίου στόχου θα υπολογίζεται αναλογικά με βάση την ανισοκατανομή του πρώτου έτους.
- (6. 35) Κάθε τιμή στόχου προσομοίωσης θα συνδέεται με ένα όριο αποδεκτής πιθανότητας αστοχίας. Για να θεωρηθεί αποδεκτός ένας κανόνας λειτουργίας θα πρέπει η αστοχία επίτευξης όλων των στόχων προσομοίωσης να βρίσκεται μέσα στα αποδεκτά όρια αστοχίας.

Αποτελέσματα προσομοίωσης

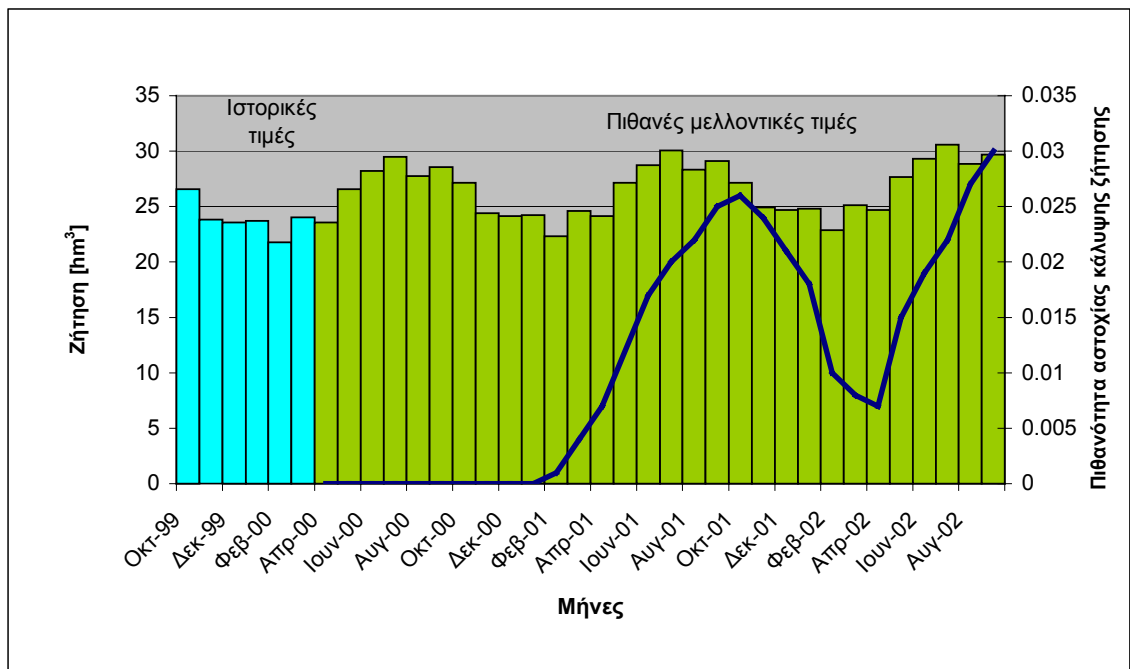
(6. 36) Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες η προσομοίωση διαρκεί περισσότερο από πέντε (5) δεύτερα λεπτά της ώρας ο χρήστης θα ενημερώνεται για την πορεία της προσομοίωσης με τις ακόλουθες πληροφορίες που θα εμφανίζονται στην οθόνη του υπολογιστή:

- Τον αριθμό των χρονικών περιόδων που προσομοιώθηκαν
- Τον αριθμό των χρονικών περιόδων που πρόκειται να προσομοιωθούν.
- Το χρόνο που παρήλθε από την αρχή της προσομοίωσης
- Την αναμενόμενη χρονική διάρκεια μέχρι το τέλος της προσομοίωσης.

Απαιτήσεις που αφορούν τη διάρκεια της προσομοίωσης καταγράφονται στο υποκεφάλαιο 6.3.1

(6. 37) Στα αποτελέσματα της προσομοίωσης θα περιλαμβάνονται τα ακόλουθα:

- Οι πιθανότητες αστοχίας των στόχων προσομοίωσης σε συνάρτηση με το χρόνο και με χρονικό βήμα τον μήνα και το έτος. Το Σχ. 4 απεικονίζει ένα παράδειγμα αυτής της πληροφορίας.

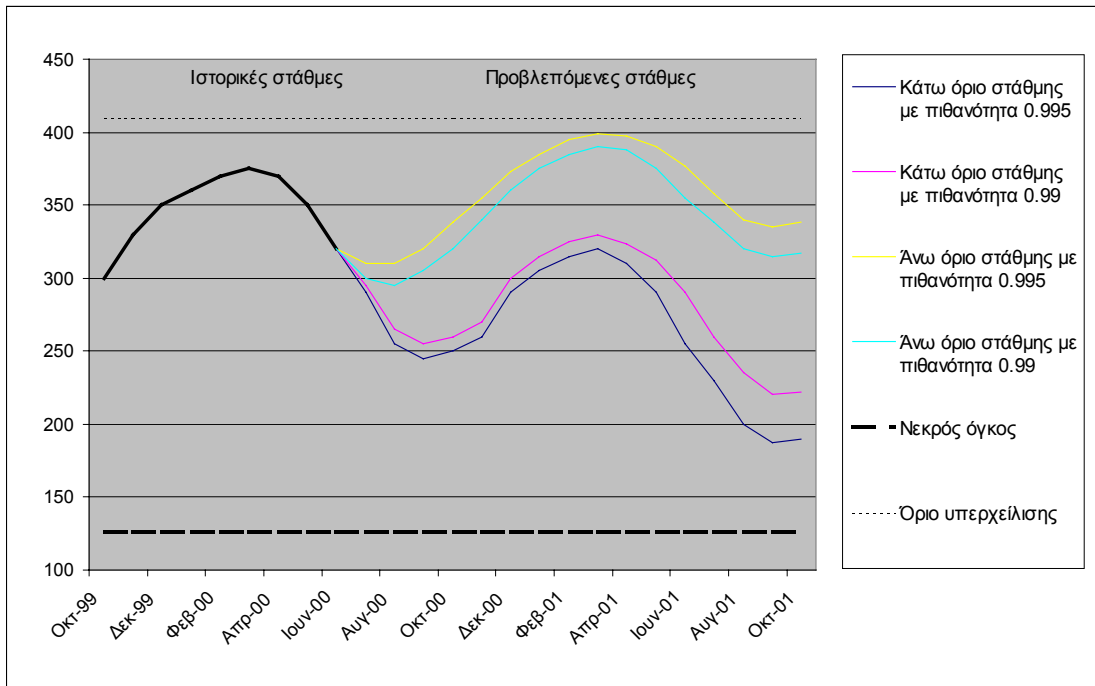


Σχ. 4: Παράδειγμα προβλεπόμενης χρονικής διακύμανσης της πιθανότητας αστοχίας υποθετικού στόχου κάλυψης της ζήτησης νερού.

- Το υδατικό ισοζύγιο των ταμειυτήρων του υδροσυστήματος που υπολογίζεται σύμφωνα με την απαίτηση (6. 27).
- Το ισοζύγιο ροών στα υδραγωγεία του μοντέλου του υδροσυστήματος.
- Το ενεργειακό ισοζύγιο που θα βασίζεται στην κατανάλωση ενέργειας από τα αντλιοστάσια που αναφέρονται στο υποκεφάλαιο 6.1 και την παραγωγή ενέργειας από την υδροηλεκτρική μονάδα της Γκιώνας και τις μικρότερες μονάδες που έχουν

εγκατασταθεί κατά μήκος των υδραγωγείων και αναφέρονται επίσης στο υποκεφάλαιο 6.1.

- Ο πλήρης οικονομικός ισολογισμός σύμφωνα με τις απαιτήσεις. (6. 40) ως (6. 42).
- Πρόβλεψη της εξέλιξης της διαθεσιμότητας υδατικών πόρων με όρους πιθανότητας τους επόμενους δώδεκα (12) τουλάχιστον μήνες στο υδροσύστημα συνολικά και επιλεκτικά σε κάθε ταμιευτήρα όπως δείχνει το παράδειγμα του Σχ. 5.



Σχ. 5: Παράδειγμα πρόβλεψης της εξέλιξης των διαθέσιμων υδατικών πόρων σε υποθετικό ταμιευτήρα.

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης συνδέονται άμεσα με το επιλεγμένο σενάριο διαχείρισης.

- (6. 38) Μετά τον τερματισμό της προσομοίωσης, τα αποτελέσματα θα παραμένουν διαθέσιμα μέχρι τον τερματισμό του προγράμματος ή την επανεκκίνηση νέας προσομοίωσης ή βελτιστοποίησης.
- (6. 39) Ο χρήστης θα μπορεί να πραγματοποιεί τις εξής επιλογές σε σχέση με τα αποτελέσματα προσομοίωσης:
- Να εμφανίζει ανά πάσα στιγμή τα αποτελέσματα της τελευταίας προσομοίωσης στην οθόνη του υπολογιστή.
 - Να εκτυπώνει σε χαρτί τα επίκαιρα αποτελέσματα.
 - Να αποθηκεύει τα επίκαιρα αποτελέσματα της προσομοίωσης στη ΒΔ σύμφωνα με τις απαιτήσεις (6. 13) ως (6. 16) με σκοπό τη μελλοντική τους χρήση.

Απαιτήσεις προσομοίωσης οικονομικών μεγεθών

- (6. 40) Επιπρόσθετο αποτέλεσμα της προσομοίωσης/βελτιστοποίησης θα είναι ο αναλυτικός οικονομικός ισολογισμός που προβλέπεται να προκύψει από τη λειτουργία του δικτύου με τον προσομοιωμένο κανόνα λειτουργίας και θα περιλαμβάνει:
- Το μέσο ετήσιο κόστος που προκύπτει από την κατανάλωση ενέργειας των ανυψωτικών και ωστικών αντλιοστασίων που περιλαμβάνονται στο μοντέλο.
 - Το μέσο ετήσιο όφελος που προκύπτει από την πώληση της παραγόμενης υδροηλεκτρικής ενέργειας.
 - Το μέσο ετήσιο όφελος που προκύπτει από την πώληση νερού.
- (6. 41) Για τον υπολογισμό των βασικών μεγεθών του ισολογισμού θα δίνονται από τον χρήστη οι τιμές μονάδας παραγωγής ενέργειας, κατανάλωσης ενέργειας και η τιμή του προς πώληση κυβικού μέτρου νερού για την κάθε χρήση.
- (6. 42) Μετά την προσομοίωση/βελτιστοποίηση ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα να μεταβάλει τις αρχικές τιμές της κάθε μονάδας αναπροσαρμόζοντας κατ' αυτόν τον τρόπο άμεσα τα μεγέθη του ισολογισμού.

6.2.4 Απαιτήσεις βελτιστοποίησης

Απαιτήσεις που αφορούν τη διάρκεια της βελτιστοποίησης καταγράφονται στο εδάφιο 6.3.1.

Η διαδικασία βελτιστοποίησης

- (6. 43) Πριν από τη διαδικασία της βελτιστοποίησης, ο χρήστης θα ορίζει την αντικειμενική συνάρτηση σύμφωνα με την οποία θα αξιολογούνται τα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης. Στις δυνατές επιλογές αντικειμενικών συναρτήσεων βελτιστοποίησης θα περιλαμβάνονται τουλάχιστον οι ακόλουθες:
- Αναζήτηση διαχειριστικού κανόνα λειτουργίας που θα δίνει τη μέγιστη δυνατή τιμή ζήτησης για την ύδρευση της Αθήνας με δεδομένη πιθανότητα αστοχίας.
 - Αναζήτηση διαχειριστικού κανόνα λειτουργίας που θα καλύπτει δεδομένη ζήτηση για την ύδρευση της Αθήνας με την ελάχιστη δυνατή πιθανότητα αστοχίας.
 - Βελτιστοποίηση της διαχείρισης ως προς το συνολικό κόστος που προκύπτει, συνυπολογίζοντας τα οφέλη από την παραγωγή και πώληση υδροηλεκτρικής ενέργειας, τη διάθεση νερού, και το κόστος κατανάλωσης ενέργειας από τη λειτουργία των αντλιοστασίων.
- (6. 44) Ο βέλτιστος κανόνας λειτουργίας που θα υπολογιστεί πρέπει να καλύπτει παράλληλα όλους τους στόχους προσομοίωσης που έχουν τεθεί από τον χρήστη (βλ. απαιτήσεις. (6. 30) ως (6. 35)).
- (6. 45) Ο χρήστης θα μπορεί επιλεκτικά να δίνει στο ΣΥΔΥΠ τη δυνατότητα εποχιακής ή ετήσιας διαφοροποίησης του κανόνα λειτουργίας, έτσι ώστε αυτός να ανταποκρίνεται καλύτερα σε χρονικά μεταβαλλόμενες συνθήκες (π.χ. εποχιακή αύξηση της ζήτησης νερού τους καλοκαιρινούς μήνες, ετήσια αύξηση ζήτησης νερού).

(6. 46) Ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα να διακόψει τη διαδικασία της βελτιστοποίησης διατηρώντας το μέχρι εκείνη τη στιγμή βέλτιστο αποτέλεσμα.

Απαιτήσεις μοντέλου βελτιστοποίησης

(6. 47) Τα προς προσδιορισμό, μέσω της βελτιστοποίησης, μεγέθη είναι οι παράμετροι των παραμετρικών κανόνων λειτουργίας του συστήματος.

(6. 48) Το προς βελτιστοποίηση μέγεθος είναι ο δείκτης επίδοσης του συστήματος.

(6. 49) Στο δείκτη επίδοσης θα μπορούν να υπεισέρχονται διάφοροι εξωτερικοί λειτουργικοί περιορισμοί του συστήματος (εφόσον αυτοί δεν μπορούν να ενσωματωθούν στην προσομοίωση). Αυτό θα γίνεται μέσω κατάλληλης μαθηματικής συνάρτησης ποινής.

(6. 50) Θα χρησιμοποιηθεί μεθοδολογία βελτιστοποίησης βασισμένη σε μη γραμμικό προγραμματισμό.

(6. 51) Θα ερευνηθούν 3-5 εναλλακτικές μαθηματικές τεχνικές βελτιστοποίησης και όσες απ' αυτές παρουσιάζουν πλεονεκτήματα (καθολικά ή περιφερειακά) θα ενσωματωθούν στο σύστημα.

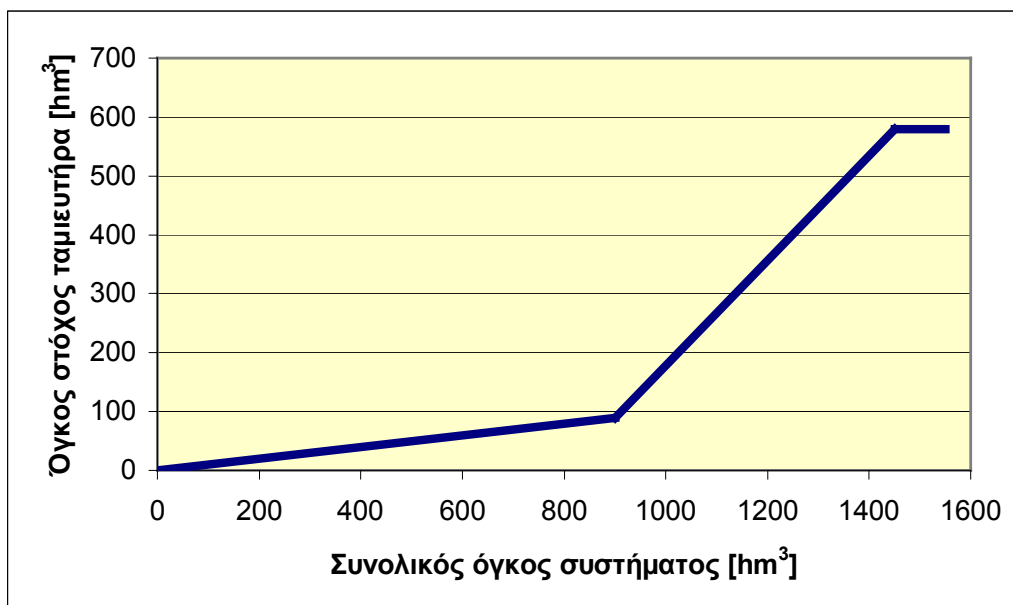
Αποτελέσματα βελτιστοποίησης

(6. 52) Σε όλη τη διάρκεια της βελτιστοποίησης ο χρήστης θα μπορεί να ενημερώνεται για την πορεία της βελτιστοποίησης, εμφανίζοντας τις ακόλουθες πληροφορίες στην οθόνη του υπολογιστή, χωρίς να απαιτείται η διακοπή της διαδικασίας:

- Εάν έχει βρεθεί κανόνας λειτουργίας που να ικανοποιεί τους στόχους που έθεσε ο χρήστης.
- Η τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης (αστοχία, τιμή ζήτησης νερού, οικονομικό όφελος) κατά τη διαχείριση με τον μέχρι εκείνη τη στιγμή βέλτιστο κανόνα λειτουργίας.
- Η χρονική διάρκεια από την αρχή της βελτιστοποίησης.
- Ο αριθμός των κανόνων λειτουργίας που προσομοιώθηκαν.

(6. 53) Μετά τον τερματισμό ή τη διακοπή της βελτιστοποίησης, στις πληροφορίες που θα παρέχονται στον χρήστη θα περιλαμβάνονται και οι ακόλουθες:

- Εάν έχει βρεθεί ή όχι πολιτική διαχείρισης που να ικανοποιεί τους στόχους που έθεσε ο χρήστης.
- Ο βέλτιστος κανόνας διαχείρισης του δικτύου σε μορφή τιμών των (ενδεχομένως εποχιακά ή ετήσια διαφοροποιούμενων) παραμετρικών κανόνων λειτουργίας του συστήματος.
- Οι παραμετρικοί κανόνες λειτουργίας των ταμιευτήρων σε μορφή διαγραμμάτων που δίνουν για ορισμένο χρονικό διάστημα τη σχέση του όγκου-στόχου για κάθε ταμιευτήρα προς το συνολικό απόθεμα στο δίκτυο, όπως υποδεικνύει το παράδειγμα του Σχ. 6.



Σχ. 6: Παράδειγμα γραφικής αναπαράστασης διαχειριστικού κανόνα λειτουργίας ταμιευτήρα

- Η τιμή του δείκτη επίδοσης κατά τη διαχείριση με τον βέλτιστο κανόνα λειτουργίας.
- Όλα τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που περιγράφονται στην απαίτηση (6. 37) και αφορούν το βέλτιστο κανόνα λειτουργίας.

(6. 54) Εκτός από το βέλτιστο τρόπο διαχείρισης, το υπολογιστικό σύστημα θα έχει τη δυνατότητα να προσομοιώσει και εναλλακτικούς, τρόπους εκτιμώντας εάν και σε ποιο βαθμό αυτοί θα κάλυπταν εξίσου (αλλά με δυσμενέστερη τιμή του δείκτη επίδοσης) τους στόχους προσομοίωσης.

(6. 55) Μετά τον τερματισμό ή τη διακοπή της βελτιστοποίησης, τα αποτελέσματα του βέλτιστου κανόνα λειτουργίας θα παραμένουν διαθέσιμα μέχρι τον τερματισμό του προγράμματος ή την επανεκκίνηση νέας προσομοίωσης ή βελτιστοποίησης.

(6. 56) Ο χρήστης θα μπορεί να πραγματοποιεί τις εξής επιλογές σε σχέση με τα αποτελέσματα βελτιστοποίησης:

- Να εμφανίζει ανά πάσα στιγμή τα αποτελέσματα της τελευταίας προσομοίωσης ή βελτιστοποίησης στην οθόνη του υπολογιστή
- Να εκτυπώνει σε χαρτί τα επίκαιρα αποτελέσματα
- Να αποθηκεύει τα επίκαιρα αποτελέσματα της βελτιστοποίησης στη ΒΔ σύμφωνα με το τις απαιτήσεις (6. 13) ως (6. 16) με σκοπό τη μελλοντική τους χρήση.

6.2.5 Σενάρια διαχείρισης

Σενάρια χρήσης υδατικών πόρων

(6. 57) Η προσομοίωση και βελτιστοποίηση θα μπορεί να πραγματοποιείται με τη χρήση διαφόρων συνδυασμών υδατικών πόρων. Τα σενάρια χρήσης υδατικών πόρων του υδροσυστήματος από τα οποία θα μπορεί να επιλέγει ο χρήστης θα συμπεριλαμβάνουν και τους ακόλουθους συνδυασμούς:

- Δυνατότητα χρήσης νερού μόνο από τους κύριους υδατικούς πόρους
Ως κύριοι υδατικοί πόροι στο έργο αυτό ορίζονται οι ταμιευτήρες του Ευήνου και του Μόρνου.
- Δυνατότητα χρήσης νερού από τους κύριους και δευτερεύοντες υδατικούς πόρους
- Δυνατότητα χρήσης νερού από τους κύριους, δευτερεύοντες και εφεδρικούς υδατικούς πόρους

Σενάρια ζήτησης νερού

(6. 58) Θα δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να προσθέτει στόχους ζήτησης νερού για λόγους ύδρευσης και άρδευσης κατά μήκος των υδραγωγείων του Μόρνου (Εύηνος-Μόρνος-Μενίδι) και της Υλίκης (Υλίκη-Κιούρκα) .

(6. 59) Το ΣΥΔΥΠ θα παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να προσαρμόζει τη ζήτηση σε νερό ανάλογα με τα προβλεπόμενα σενάρια και σύμφωνα με τους όρους της απαίτησης (6. 34).

Σενάρια ανάπτυξης δικτύου

Ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζει το βασικό μοντέλο του υδροσυστήματος (βλ. Σχ. 3) σύμφωνα με τα ακόλουθα.

(6. 60) Θα παρέχεται από το ΣΥΔΥΠ δυνατότητα ενσωμάτωσης ενός νέου περιφερειακού αγωγού που θα συνδέει ένα από τα κύρια υδραγωγεία, Μόρνου και Υλίκης με μια νέα περιοχή ζήτησης νερού.

(6. 61) Θα παρέχεται από το ΣΥΔΥΠ δυνατότητα ενσωμάτωσης στο υδροσύστημα νέων πόρων από γεωτρήσεις.

(6. 62) Θα είναι δυνατή η προσαρμογή των ακόλουθων ιδιοτήτων των αντικειμένων του δικτύου:

- της παροχρητευτικότητας και του συντελεστή διαρροής των υδραγωγείων
- των συντελεστών υπόγειων διαφυγών, του νεκρού όγκου και της καμπύλης στάθμης-όγκου επιφάνειας των ταμιευτήρων
- των ενεργειακών παραγόντων στα αντλιοστάσια και στη μονάδα παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας στη Γκιώνα

Υδρολογικά σενάρια

(6. 63) Το ΣΥΔΥΠ θα μπορεί να χρησιμοποιεί όλες τις απαραίτητες υδρολογικές χρονοσειρές που θα παράγει το ΣΕΠΥΠ και το ΣΥΒΟΙΚ όπως και τις ιστορικές χρονοσειρές που θα είναι αποθηκευμένες στη ΒΔ.

Σενάρια αντιμετώπισης έκτακτων περιπτώσεων

(6. 64) Το υπολογιστικό σύστημα θα έχει τη δυνατότητα αντιμετώπισης μιας σειράς περιπτώσεων βλάβης ή δολιοφθοράς τα οποία ενδέχεται να θέσουν παροδικά εκτός λειτουργίας συγκεκριμένες εγκαταστάσεις του δικτύου υδροδότησης με αποτέλεσμα τον προσωρινό περιορισμό των διαθέσιμων υδατικών πόρων. Συγκεκριμένα, το υπολογιστικό σύστημα θα είναι σε θέση να υποστηρίζει τις αποφάσεις των υπευθύνων στις ακόλουθες έκτακτες περιπτώσεις:

- Διακοπή της χρήσης κάποιου από τους τέσσερις ταμιευτήρες Ευήνου, Μόρνου, Υλίκης και Μαραθώνα.
- Διακοπή της λειτουργίας ενός από τα υδραγωγεία Υλίκης-Αθήνας ή Ευήνου-Μόρνου-Αθήνας από κάποιο σημείο του αγωγού και ανάντη.

(6. 65) Για κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις θα έχουν προετοιμαστεί σενάρια και συγκεκριμένοι κανόνες λειτουργίας, έτσι ώστε το ΣΥΔΥΠ θα είναι σε θέση να προσαρμόζεται εντός δέκα (10) πρώτων λεπτών στην νέα κατάσταση.

(6. 66) Όλα τα σενάρια έκτακτων περιπτώσεων θα μπορούν να προσομοιωθούν στο υπολογιστικό σύστημα σε ανύποπτο χρόνο με σκοπό την εκπαίδευση και εξοικείωση του προσωπικού και την εκπόνηση σχεδίων αντιμετώπισης έκτακτων καταστάσεων.

(6. 67) Η εγκατάσταση του λογισμικού θα πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει την εκπαίδευση προσωπικού σε φανταστικά σενάρια με παράλληλη απρόσκοπτη λειτουργία του υπολογιστικού συστήματος που θα βασίζεται στα πραγματικά δεδομένα του συστήματος υδροδότησης.

6.2.6 Σχηματική αναπαράσταση της προσομοίωσης

(6. 68) Για να είναι πληρέστερος ο έλεγχος της προσομοίωσης και για την κατανόηση των διαχειριστικών κανόνων λειτουργίας που εφαρμόζονται, θα είναι δυνατή η οπτικοποίηση της διαδικασίας της προσομοίωσης με τη βοήθεια σχηματικής αναπαράστασης του συστήματος.

Η οπτικοποίηση της προσομοίωσης απαιτεί πολύπλοκους υπολογισμούς και αποτελεί ιδιαίτερα χρονοβόρα διαδικασία. Στην περίπτωση αυτή δεν έχουν ισχύ οι χρονικοί περιορισμοί που αναφέρονται στο εδάφιο 6.3.1.

(6. 69) Στη σχηματική αναπαράσταση θα πρέπει να αναγνωρίζεται η στάθμη των ταμιευτήρων, η αστοχία κάλυψης στόχων ύδρευσης και ο τρόπος κάλυψης της ζήτησης για κάθε χρονικό βήμα προσομοίωσης (μήνας του έτους).

- (6. 70) Ο χρήστης θα μπορεί να διακόψει προσωρινά τη διαδικασία της προσομοίωσης. Όλες οι πληροφορίες που αναφέρονται στην απαίτηση (6. 69) θα πρέπει να συνεχίσουν να παρέχονται.

6.2.7 Διεπαφή με άλλα συστήματα

- (6. 71) Το ΣΥΔΥΠ θα μπορεί να χρησιμοποιεί τα υδρολογικά δεδομένα του ΣΕΠΥΠ άμεσα στις προσομοιώσεις χωρίς να απαιτείται οποιοδήποτε διαδικασία μετατροπής τους.
- (6. 72) Τα υδρολογικά δεδομένα θα έχουν προδιαγεγραμμένη μορφή και θα εισάγονται από τη ΒΔ. Με αυτόν τον τρόπο, όπως φαίνεται στο Σχ. 1, αποσυνδέεται το ΣΕΠΥΠ από το ΣΥΔΥΠ, έτσι ώστε τα δύο συστήματα να μπορούν να λειτουργήσουν αυτόνομα.

6.3 Μη λειτουργικές απαιτήσεις

6.3.1 Χρονικοί περιορισμοί

Όλοι οι χρονικοί περιορισμοί ισχύουν υπό την προϋπόθεση ότι οι απαραίτητοι υπολογιστές θα χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για την προσομοίωση/βελτιστοποίηση.

- (6. 73) Η διάρκεια της προσομοίωσης εξαρτάται άμεσα από τη διάρκεια των προσομοιωμένων συνθετικών χρονοσειρών και τα μεγέθη του δικτύου (αριθμός κόμβων, τοπολογία κλπ.). Η διάρκεια της προσομοίωσης του μοντέλου του Σχ. 3 με συνθετικές χρονοσειρές 5000 ετών, θα είναι κατ' ανώτατο όριο δέκα (10) πρώτα λεπτά της ώρας.
- (6. 74) Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων μπορούν να εμφανισθούν στην οθόνη εντός τριών (3) δευτερολέπτων μετά το τέλος της εκάστοτε προσομοίωσης.
- (6. 75) Ο χρονικός περιορισμός των τριών (3) δευτερολέπτων ισχύει και για την αναπροσαρμογή των μεγεθών του ισολογισμού σε νέες τιμές μονάδας παραγωγής/κατανάλωσης ενέργειας και πώλησης νερού.
- (6. 76) Η βελτιστοποίηση ενός συστήματος που βασίζεται σε προσομοιώσεις παραμετρικών διαχειριστικών κανόνων λειτουργίας θεωρητικά δεν έχει χρονικό περιορισμό καθώς οι δυνατοί κανόνες λειτουργίας είναι άπειροι. Οι χρονικοί περιορισμοί που τίθενται υπαγορεύονται από πρακτικούς λόγους. Το υπολογιστικό σύστημα θα είναι σε θέση να παρουσιάζει αποτελέσματα παράλληλα με τη διαδικασία της βελτιστοποίησης, βελτιώνοντάς τα προοδευτικά καθώς ανακαλύπτονται περισσότερο αποδοτικοί διαχειριστικοί κανόνες λειτουργίας. Ενδεικτικά σημειώνεται ότι για την εκπόνηση του (βελτιστοποιημένου) οικονομικού ισολογισμού το υπολογιστικό σύστημα θα μπορεί να περιορίσει τη διάρκεια της βελτιστοποίησης σε δέκα (10) ώρες έχοντας υπολογίσει τουλάχιστον εκατό (100) κανόνες λειτουργίας.
- (6. 77) Η εισαγωγή από τη Βάση Δεδομένων των στοιχείων που απαιτούνται για επεξεργασία, συμπεριλαμβανομένων και συνθετικών υδρολογικών χρονοσειρών 5000 ετών, δεν θα διαρκεί περισσότερο από 5 πρώτα λεπτά. Το ίδιο ανώτατο χρονικό όριο ισχύει και για την αποθήκευση νέων σεναρίων διαχείρισης και αποτελεσμάτων στη ΒΔ.

6.3.2 Απαιτήσεις αξιοπιστίας αποτελεσμάτων

- (6. 78) Όλοι οι στόχοι προσομοίωσης θα συνδέονται με έναν πιθανοτικό όρο αστοχίας ή αξιοπιστίας που θα ορίζεται από το χρήστη.
- (6. 79) Η αξιοπιστία κάλυψης ζήτησης σε νερό θα υπολογίζεται ως ο λόγος των προσομοιωμένων χρονολογικών ετών με πλήρη κάλυψη της ζήτησης σε όλη τη διάρκεια του έτους προς τον συνολικό αριθμό των προσομοιωμένων ετών. Αντίστοιχα, η πιθανότητα αστοχίας κάλυψης ζήτησης θα υπολογίζεται ως ο λόγος χρονολογικών ετών με αστοχία πλήρους κάλυψης ζήτησης προς τον συνολικό αριθμό των προσομοιωμένων ετών.
- (6. 80) Το βήμα διακριτοποίησης αστοχίας/αξιοπιστίας θα είναι 1% (ένα στα εκατό έτη) ή μικρότερο.

6.3.3 Λοιπές απαιτήσεις

- (6. 81) Το ΣΥΔΥΠ θα είναι εγκατεστημένο σε ξεχωριστή υπολογιστική μονάδα από αυτές του Συστήματος Τηλεμέτρησης, του Συστήματος Γεωγραφικής Πληροφορίας και της Βάσης Δεδομένων που συνδέεται με αυτά τα συστήματα.
- (6. 82) Στη ΒΔ θα υπάρχουν υδρολογικά δεδομένα συνθετικών χρονοσειρών είτε σε μορφή ενιαίας χρονοσειράς μήκους έως 10000 ετών (για προσομοίωση μόνιμης κατάστασης), είτε σε μορφή ισοπίθανων εναλλακτικών χρονοσειρών (ομάδες) μήκους 10-100 ετών. Τα δεδομένα θα παράγονται από το ΣΕΠΥΠ κατά τις ανάγκες του ΣΥΔΥΠ.
- (6. 83) Το ΣΥΔΥΠ προβλέπεται να λειτουργήσει επιχειρησιακά στη δεύτερη φάση του ερευνητικού έργου. Οι επιλογές που θα γίνουν κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης σχετικά με τον εξοπλισμό και την ανάπτυξη λογισμικού, πρέπει να εξεταστούν κάτω από αυτό το πρίσμα της προβλεπόμενης εξέλιξης και λειτουργίας του συστήματος.

Αναφορές

- ΕΥΔΑΠ**, *Διαχειριστικό Σχέδιο Ύδρευσης* (Μετάφραση από το αγγλικό πρωτότυπο), τεχνική υποστήριξη: Knight Piésold, Δεκέμβριος 1996.
- ΕΥΔΑΠ/ΕΜΠ**, *Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας*, Σύμβαση ερευνητικού έργου, Αθήνα, 1999α.
- ΕΥΔΑΠ/ΕΜΠ**, *Εκσυγχρονισμός της Εποπτείας και Διαχείρισης του Συστήματος των Υδατικών Πόρων Ύδρευσης της Αθήνας*, Τεύχος προδιαγραφών, Αθήνα, 1999β.
- ΕΥΔΑΠ/ΕΜΠ**, *Τεύχος επιλογής θέσεων υδρομετεωρολογικών σταθμών*, Αθήνα, 1999γ
- Καραβοκυρός, Γ., Δ. Κουτσογιάννης, και Ν. Μανδέλλος**, *Ανάπτυξη μοντέλου προσομοίωσης και βελτιστοποίησης υδροσυστήματος Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας*, Τεύχος 40, Ερευνητικό Έργο: *Εκτίμηση και Διαχείριση των Υδατικών Πόρων της Στερεάς Ελλάδας*, ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΜΠ, Αθήνα, 1999.
- Κουτσογιάννης, Δ., και Θ. Ξανθόπουλος**, *Τεχνική Υδρολογία*, ΕΜΠ, 1997.
- Κουτσογιάννης, Δ., Θ. Ξανθόπουλος, και Ε. Αφτιάς**, *Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ύδρευση της μείζονος περιοχής Αθηνών*, Τελική έκθεση, Τεύχος 18, ΕΜΠ, Τομέας ΥΠΥΘΕ, Αθήνα, 1990.
- Κουτσογιάννης, Δ.**, *Στατιστική Υδρολογία*, Έκδοση 2, Αθήνα, 1996.
- Μανέτας, Α.**, *Ανάπτυξη λογισμικού για την πολυμεταβλητή στοχαστική προσομοίωση υδρολογικών χρονοσειρών με χρήση επιμεριστικών μεθόδων*, Διπλωματική Εργασία ΕΜΠ, Αθήνα, 1995.
- Koutsoyiannis, D., and A. Manetas**, *Simple disaggregation by accurate adjusting procedures*, *Water Resources Research*, 32(7), pp. 2105-2117, 1996.
- Koutsoyiannis, D.**, *Optimal decomposition of covariance matrices for multivariate stochastic models in hydrology*, *Water Resources Research*, 35(4), pp. 1219-1229, 1999a.
- Koutsoyiannis, D.**, *A generalized mathematical framework for stochastic hydrology*, *Water Resources Research* (in press), 1999b.
- Koutsoyiannis, D.**, *Coupling stochastic models of different time scales*, *Water Resources Research* (in press), 1999c.
- Maidment, D. R.** (editor in chief), *Handbook of Hydrology*, McGraw Hill, New York, 1992.
- Nalbantis, I. and D. Koutsoyiannis**, *A parametric rule for planning and management of multiple reservoir systems*, *Water Resources Research*, 33(9), 2165-2177, 1997.
- Press, W. H., S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, and B. P. Flannery**, *Numerical Recipes in C*, Cambridge Univ. Press, New York, 1992.
- Salas, J. D., J.W. Delleur, V. Yevjevich, and W. L. Lane**, *Applied Modeling of Hydrologic*

Time Series, Water Resources Publications, 1988.

World Meteorological Organization (WMO), *Guide to Hydrological Instruments and Methods of Observation*, Publication 8, Fifth Edition, Geneva, 1983.

Παράρτημα Α: Ορισμοί

- Αισθητήρας (κεφ. 3):** Ηλεκτρονικό όργανο που μετράει τη τιμή μιας υδρομετεωρολογικής μεταβλητής.
- Ακανόνιστο χρονικό βήμα (κεφ. 3):** Ονομάζεται το βήμα της χρονοσειράς όταν δεν υπάρχει κανονικότητα στο χρόνο λήψεως των τιμών.
- Αμερόληπτη εκτιμήτρια παραμέτρου (κεφ. 4):** Στατιστική συνάρτηση, η αναμενόμενη τιμή της οποίας ταυτίζεται με την πραγματική τιμή της παραμέτρου.
- Αναγωγή (χρονοσειράς) (κεφ. 4):** Αλγεβρικός μετασχηματισμός των παραγόμενων συνθετικών χρονοσειρών, έτσι ώστε (α) οι τιμές των συνθετικών χρονοσειρών είναι συνεπείς με τα ιστορικά δεδομένα και (β) το άθροισμα των μηνιαίων μεταβλητών να ισούται με την τιμή της ετήσιας μεταβλητής.
- Αξιοπιστία (συστήματος) (κεφ. 4):** Πιθανότητα λειτουργίας ενός συστήματος, χωρίς παραβίαση των φυσικών και διαχειριστικών του περιορισμών και με πλήρη ικανοποίηση των στόχων που έχουν τεθεί..
- Αστοχία χρονικής περιόδου (κεφ. 6):** Η πιθανότητα αστοχίας χρονικής περιόδου (έτος) ορίζεται από το λόγο των χρονικών περιόδων με αστοχία προς το σύνολο των προσομοιωμένων χρονικών περιόδων. Καθώς η ζήτηση πρέπει να καλύπτεται σε όλη τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου, αστοχία του συστήματος ως προς τη χρονική περίοδο διαπιστώνεται κατά την αστοχία ενός τουλάχιστον χρονικού βήματος (μήνας) της περιόδου.
- Αυτόματος σταθμός (κεφ. 3):** Σταθμός που έχει δυνατότητα να παίρνει μετρήσεις σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα, χωρίς τη μεσολάβηση παρατηρητή.
- Αυτοσυσχέτιση (κεφ. 4):** Συσχέτιση των μελών μιας ακολουθίας τιμών με την ίδια σειρά, αλλά μετατοπισμένη κατά σταθερό χρονικό διάστημα.
- Βελτιστοποίηση (κεφ. 4 και 6):** Μαθηματική τεχνική η οποία αξιολογεί εναλλακτικές λύσεις με βάση κάποιον αλγόριθμο καταλήγοντας στη βέλτιστη λύση.
- Δεδομένα θέσης (κεφ. 2):** Τα δεδομένα, σε μορφή χωρικού επιπέδου, που περιέχουν πληροφορία θέσης και προσανατολισμού των αντικειμένων. Τα μη πινακοποιημένα.
- Δεδομένα Χαρακτηριστικών (κεφ. 2):** Τα δεδομένα, σε μορφή πίνακα, που περιέχουν πληροφορία για τις ιδιότητες των αντικειμένων. Τα μη χωρικά.
- Δείκτης επίδοσης βελτιστοποίησης (κεφ. 6):** Μαθηματική έκφραση η οποία περιγράφει ποσοτικά το αποτέλεσμα της λειτουργίας ενός συστήματος με βάση συγκεκριμένους κανόνες, στόχους και περιορισμούς.
- Δευτερεύοντες υδατικοί πόροι (κεφ. 6):** Δευτερεύοντες υδατικοί πόροι χαρακτηρίζονται στο έργο αυτό η λίμνη Υλίκη και ο ταμιευτήρας του Μαραθώνα.

Διεπαφή (interface) (κεφ. 4): Το τμήμα του συστήματος μέσω του οποίου πραγματοποιείται η επικοινωνία με άλλα συστήματα ή με τον χρήστη (user interface).

Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ '87) (κεφ. 2 και 3): Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς '87. Σύστημα αναφοράς που χρησιμοποιεί σαν γεωειδές το GRS80 (Geodetic Reference System 1980) και προβολή την εγκάρσια Μερκατορική (UTM) ($\lambda_0 = 24^\circ$, $K_0 = 0.999600$).

Είδος οργάνου (κεφ. 3): Κάθε όργανο μετρά με συγκεκριμένη τεχνολογία και μπορεί να ανήκει σε μία από τις παρακάτω κατηγορίες:

αυτογραφικό που καταγράφει συνεχώς την τιμή της μεταβλητής σε ταινία που μετακινείται με σταθερή ταχύτητα με μια ακίδα η οποία μετακινείται ανάλογα με την τιμή της μεταβλητής και αφήνει γραμμή πάνω στην ταινία

ηλεκτρονικό που καταγράφει την τιμή της μεταβλητής με ηλεκτρονικό τρόπο και τη μεταβιβάζει για αποθήκευση σε ηλεκτρονικό σύστημα αποθήκευσης

συμβατικό που μετρά τη μεταβλητή χωρίς να την καταγράφει. Η καταγραφή γίνεται με παρατηρητή, ο οποίος διαβάζει την ένδειξη και τη σημειώνει

Εμμογή (χρονοσειράς) (κεφ. 4): Ιδιότητα των διαδοχικών στοιχείων μιας χρονοσειράς να μη μεταβάλλουν σημαντικά τις τιμές τους. Στην εμμογή των υδρολογικών χρονοσειρών οφείλεται το φαινόμενο ξηρά ή υγρά έτη να εμφανίζονται κατά ομάδες.

Εξωτερικά υδραγωγεία (σύστημα εξωτερικών υδραγωγείων) (κεφ. 6): Το σύνολο των υδραγωγείων του συστήματος υδροδότησης από τις πηγές μέχρι τις Μονάδες Επεξεργασίας Νερού (ΜΕΝ).

Επεξεργασμένα δεδομένα (κεφ. 3): Ονομάζονται οι τιμές που έχουν προκύψει με επεξεργασία πρωτογενών ή επεξεργασμένων δεδομένων.

Επιμερισμός (disaggregation) (κεφ. 4): Διαδικασία πύκνωσης μιας χρονοσειράς, μέσω μετασχηματισμού της διακριτότητας από μια αραιή χρονική κλίμακα σε μια πυκνότερη (π.χ. επιμερισμός ετήσιων απορροών σε μηνιαίες).

Έργο (κεφ. 2): Το ερευνητικό έργο με τίτλο «*Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας*». Ανατέθηκε από την ΕΥΔΑΠ, σε ερευνητική ομάδα του Τομέα Υδατικών Πόρων Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων του ΕΜΠ, τον Μάρτιο 1999.

Ετεροσυσχέτιση (κεφ. 4): Συσχέτιση των μελών διαφορετικών ακολουθιών τιμών (χρονοσειρών).

Εφεδρικοί υδατικοί πόροι (κεφ. 6): Εφεδρικοί υδατικοί πόροι χαρακτηρίζονται στο έργο αυτό οι υπόγειοι υδατικοί πόροι.

Ημερήσια δεδομένα (κεφ. 2): Χρονοσειρές με χρονικό βήμα την ημέρα. Αναφέρονται σε πρωτογενείς και επεξεργασμένες μετρήσεις και έχουν τη μορφή έτος, μήνας, ημέρα, τιμή μεταβλητής.

Ιστορική σειρά απορροής (κεφ. 5): Εδώ, δεν γίνεται διάκριση μεταξύ των δεδομένων από το προς εγκατάσταση σύστημα μέτρησης και των παλιότερων υφιστάμενων δεδομένων.

Καμπύλες στάθμης-επιφάνειας-όγκου (κεφ. 3): Είναι συναρτήσεις σε συγκεκριμένο ταμιευτήρα που συνδέουν τη στάθμη του με την επιφάνεια της λίμνης και το απόθεμά του.

Καμπύλες στάθμης-παροχής (κεφ. 3): Είναι συναρτήσεις που σε συγκεκριμένη διατομή ενός ποταμού δίνουν την παροχή όταν είναι γνωστή η στάθμη. Κάθε καμπύλη στάθμης-παροχής ισχύει για μία ή περισσότερες χρονικές περιόδους. Οι χρονικές περίοδοι είναι ξένες μεταξύ τους (δεν υπάρχουν δηλαδή κοινά χρονικά διαστήματα) και σε κάθε περίοδο αντιστοιχίζεται μόνο μία καμπύλη στάθμης-παροχής και μία καμπύλη επέκτασης.

Κανονικό χρονικό βήμα (κεφ. 3): Ονομάζεται το βήμα της χρονοσειράς όταν υπάρχει κανονικότητα στο χρόνο λήψεως των τιμών.

Κατανομή γάμα (κεφ. 4): Τυπική συνάρτηση κατανομής, από τις πλέον διαδεδομένες στην τεχνική υδρολογία. Στη γενική περίπτωση η κατανομή ορίζεται από τις παραμέτρους θέσης, κλίμακας και σχήματος.

Κατάσταση ηρεμίας (idle) (κεφ. 6): Κατάσταση κατά την οποία ο υπολογιστής δεν επεξεργάζεται δεδομένα.

Κατηγορία σταθμού (κεφ. 3): Οι σταθμοί διακρίνονται σε:
μετεωρολογικούς που μετρούν τις τιμές των μετεωρολογικών μεταβλητών (βροχόπτωση, θερμοκρασία, υγρασία, άνεμος κλπ)
σταθμημετρικούς που μετρούν τη στάθμη των ταμιευτήρων και των υδατορευμάτων
υδρομετρικούς που μετρούν την παροχή των υδατορευμάτων

Κεντρική βάση δεδομένων (κεφ. 2, 4): Η βάση δεδομένων που θα υλοποιηθεί στα πλαίσια του ερευνητικού έργου.

Κύριοι υδατικοί πόροι (κεφ. 6): Κύριοι υδατικοί πόροι χαρακτηρίζονται στο έργο αυτό οι ταμιευτήρες του Ευήνου και του Μόρνου.

Λειτουργικές πληροφορίες (κεφ. 3): Αυτές αφορούν στους σταθμούς, τα όργανα και τους ταμιευτήρες, και περιλαμβάνουν τις διοικητικές και γεωγραφικές πληροφορίες καθώς και πληροφορίες που σχετίζονται με την ιστορική λειτουργία. Στις λειτουργικές πληροφορίες των οργάνων περιλαμβάνονται τύποι και τεχνικά χαρακτηριστικά, ενώ στους ταμιευτήρες περιλαμβάνονται και τα διαγράμματα λειτουργίας τους (καμπύλες στάθμης-επιφάνειας-όγκου, καμπύλες στάθμης-παροχής υπερχειλιστών κλπ).

Μηνιαία δεδομένα (κεφ. 2): Χρονοσειρές με χρονικό βήμα τον μήνα. Αναφέρονται σε επεξεργασμένες μετρήσεις και έχουν τη μορφή: έτος, μήνας, τιμή μεταβλητής.

Μνήμη (χρονοσειράς) (κεφ. 4): Ιδιότητα μιας υδρολογικής μεταβλητής να εξαρτάται από προηγούμενες τιμές της ακολουθίας της χρονοσειράς.

Μοντέλο δικτύου (κεφ. 6): Στο παρόν έργο μοντέλο δικτύου καλείται μια απλοποιημένη απεικόνιση του συστήματος εξωτερικών υδραγωγείων και επιλεγμένων εγκαταστάσεων αξιοποίησης νερού του υφιστάμενου δικτύου υδροδότησης της Αθήνας μέχρι τις ΜΕΝ. Περιλαμβάνει όλα τα συστατικά που είναι απαραίτητα για την πραγματοποίηση προσομοιώσεων/βελτιστοποιήσεων. Το μοντέλο περιλαμβάνει κόμβους, ταμιευτήρες υδραγωγεία, γεωτρήσεις, αντλιοστάσια και μονάδες παραγωγής υδροηλεκτρικής ενέργειας.

Μοντέλο λεκάνης Βοιωτικού Κηφισού (κεφ. 5): Μοντέλο προσομοίωσης του υδρολογικού κύκλου στη λεκάνη Βοιωτικού Κηφισού – Υλίκης.

Όργανο (κεφ. 3): Συσκευή μέτρησης υδρολογικών ή μετεωρολογικών μεταβλητών.

Παράγωγα δεδομένα (κεφ. 3): Ονομάζονται οι τιμές μεταβλητών που υπολογίζονται με βάση τα πρωτογενή ή επεξεργασμένα δεδομένα άλλων μεταβλητών.

Παραμετρικός κανόνας λειτουργίας (κεφ. 6): Μαθηματική σχέση η οποία καθορίζει το επιθυμητό απόθεμα κάθε ταμιευτήρα συναρτήσει ορισμένων παραμέτρων.

Περιοδικότητα (χρονοσειράς) (κεφ. 4): Ιδιότητα εποχικής επανάληψης στατιστικών χαρακτηριστικών των υδρολογικών χρονοσειρών, η οποία οφείλεται στον ετήσιο κύκλο της γης.

Περιοχή μελέτης (κεφ. 2): Η γεωγραφική περιοχή ενδιαφέροντος του έργου. Ορίζεται από τις λεκάνες απορροής των ποταμών Εύηνου, Μόρνου, Βοιωτικού Κηφισού, Ασωπού, Κηφισού και των ταμιευτήρων Υλίκης, Παραλίμνης, Μαραθώνα.

Πρόγνωση (forecasting) (κεφ. 4): Μαθηματική τεχνική, μέσω της οποίας γίνεται χρήση της τρέχουσας και ιστορικής υδρολογικής πληροφορίας για την εκτίμηση των τιμών μιας υδρολογικής μεταβλητής στο μέλλον (στο παρόν κείμενο ο όρος χρησιμοποιείται με το στατιστικό και όχι το ντετερμινιστικό του περιεχόμενο).

Προσομοίωση (simulation) (κεφ. 6): Μαθηματική μέθοδος, η οποία αναπαριστά τη λειτουργία ενός φυσικού συστήματος στο χρόνο.

Προσομοίωση μόνιμης κατάστασης (κεφ. 4): Προσομοίωση που βασίζεται στην υπόθεση μόνιμων γενικών συνθηκών για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Πρωτογενή δεδομένα (κεφ. 3): Ονομάζονται οι αρχικές μετρήσεις των υδρομετεωρολογικών μεταβλητών, όπως αυτές καταγράφονται από τα μετρητικά όργανα πριν από οποιαδήποτε επεξεργασία.

Ραδιοζεύξη (κεφ. 3): Επικοινωνία που πραγματοποιείται ασύρματα με τη χρήση πομπών και δεκτών UHF/VHF.

Σενάριο διαχείρισης(κεφ. 6): Σενάριο διαχείρισης καλείται ένα σύνολο δεδομένων που περιλαμβάνει:

- Το μοντέλο του δικτύου (τοπολογία, ιδιότητες αντικειμένων, αρχική κατάσταση)
- Τα υδρολογικά δεδομένα (χρονοσειρές απορροής, βροχόπτωσης και εξάτμισης)
- Τις επιλογές του χρήστη που είναι απαραίτητες για την εκτέλεση προσομοιώσεων/βελτιστοποιήσεων και για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων και συνοψίζονται στα παρακάτω στοιχεία:
 - Στόχοι και περιορισμοί προσομοίωσης
 - Κανόνες λειτουργίας (χρησιμότητα μόνο κατά την εκτέλεση προσομοιώσεων με συγκεκριμένους κανόνες)
 - Δείκτης επίδοσης (χρησιμότητα μόνο κατά την πραγματοποίηση βελτιστοποίησης)

- Ενεργειακά στοιχεία (χρησιμότητα μόνο για τον υπολογισμό ενεργειακού ισοζυγίου ή οικονομικού ισολογισμού)
- Οικονομικά στοιχεία όπως η τιμή κόστους μονάδας ενέργειας, η τιμή πώλησης μονάδος νερού (χρησιμότητα μόνο για τον υπολογισμό οικονομικού ισολογισμού)

Επισημαίνεται ότι υπάρχει μονοσήμαντη σχέση σεναρίου και αποτελεσμάτων προσομοίωσης ή βελτιστοποίησης.

Σημαία (κεφ. 3): Οι σημαίες είναι πληροφορίες που συμβολίζονται με κεφαλαίους λατινικούς χαρακτήρες, συνοδεύουν τα πρωτογενή και επεξεργασμένα δεδομένα και δείχνουν συνθήκες των μετρήσεων ή εκ των υστέρων αξιολόγησή τους. Αρκετές σημαίες προβλέπονται από τον WMO.

Σταθμός (κεφ. 3): Σύνολο μετρητικών οργάνων που είναι εγκατεστημένα σε μια θέση και πραγματοποιούν μετρήσεις.

Στασιμότητα (κεφ. 4): Ιδιότητα μιας στοχαστικής ανέλιξης να διατηρεί σταθερά τα στατιστικά χαρακτηριστικά της με την πάροδο του χρόνου.

Στοχαστική ανέλιξη (κεφ. 4): Οικογένεια τυχαίων μεταβλητών X_t , όπου t παράμετρος η οποία λαμβάνει τιμές από κάποιο σύνολο T και το οποίο συνήθως παριστάνει χρόνο (διακριτό ή συνεχή).

Συνθετική χρονοσειρά (κεφ. 4): Τεχνητά παραγόμενο σύνολο τιμών, το οποίο είναι στατιστικά ισοδύναμο με την ιστορική χρονοσειρά.

Συνιστώσα (κεφ. 4): Συνιστώσα στοχαστικού μοντέλου, η οποία ορίζεται από τη θέση προσομοίωσης και τον τύπο της υδρολογικής μεταβλητής (ύψος βροχής, απορροής ή εξάτμισης).

Συντελεστής ανισοκατανομής (κεφ. 6): Ποσοστιαία έκφραση της μηνιαίας τιμής που λαμβάνει μια ποσότητα ως προς τη συνολική ετήσια τιμή της.

Συντεταγμένες (κεφ. 2): Σύστημα συντεταγμένων ώστε να ορίζεται η θέση στο χώρο. Όπου δεν αναφέρεται διαφορετικά πρόκειται για ορθογώνιες συντεταγμένες με σύστημα αναφοράς το ΕΓΣΑ '87.

Ταμιευτήρας (κεφ. 3): Λίμνη, δεξαμενή, λεκάνη, ή άλλος χώρος, φυσικός ή τεχνητός, που μπορεί να χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και ρύθμιση νερού με ποικίλους σκοπούς (αναψυχή, παραγωγή ενέργειας, αντιπλημμυρική προστασία, άρδευση ή ύδρευση).

Ταυτότητα (κεφ. 4): Όρος της πληροφορικής που αναφέρεται σε ιδιότητα η οποία χρησιμοποιείται ως αναγνωριστικό (κλειδί) μιας εγγραφής στη βάση δεδομένων.

Τηλεμετρικός σταθμός (κεφ. 3): Σταθμός που έχει δυνατότητα να στείλει τις μετρήσεις του σε απομακρυσμένο σημείο (με τηλεφωνία ή ραδιοζεύξη).

Τυχαίος όρος (κεφ. 4): Συνιστώσα υδρολογικής μεταβλητής η οποία δεν μπορεί να περιγραφεί μαθηματικά με προσδιοριστικούς όρους.

Υδρολογικά δεδομένα (κεφ. 6): Τα υδρολογικά δεδομένα (ιστορικά ή συνθετικά) που είναι

απαραίτητα για την εκτέλεση προσομοιώσεων στο έργο αυτό είναι τα εξής:
Οι μηνιαίες τιμές απορροής σε επιλεγμένους κόμβους του υδροσυστήματος
Οι μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης στις περιοχές των ταμιευτήρων
Οι μηνιαίες τιμές εξάτμισης από τους ταμιευτήρες

Υδρολογική δίαιτα (κεφ. 4): Σύνολο χαρακτηριστικών που περιγράφουν το υδρολογικό και κλιματικό καθεστώς μιας περιοχής.

Υδρολογικό σενάριο (κεφ. 4): Σύνολο δεδομένων και πληροφοριών που συνιστούν ένα πλήρες πρόβλημα σύνθεσης χρονοσειρών.

Υδρομέτρηση (κεφ. 3): Διαδικασία κατά την οποία εξειδικευμένο συνεργείο πραγματοποιεί μετρήσεις το τελικό αποτέλεσμα των οποίων είναι η παροχή υδατορεύματος.

Υδροσύστημα (κεφ. 6): Σύστημα που αποτελείται από φυσικά υδάτινα σώματα και τεχνικά έργα μεγάλης κλίμακας, τα οποία συνεργαζόμενα εξυπηρετούν ένα ή περισσότερους σκοπούς.

Υψηλό επίπεδο (μεταβλητής) (κεφ. 4): Διακριτοποίηση μεταβλητής σε αραιή χρονική κλίμακα (ετήσια).

Φόρμα (κεφ. 4): Παράθυρο εργασίας το οποίο χρησιμοποιείται από λογισμικό πρόγραμμα που λειτουργεί σε περιβάλλον Windows.

Φωτοβολταϊκό στοιχείο (κεφ. 3): Διάταξη που εξασφαλίζει ενεργειακή τροφοδοσία με την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.

Χαμηλό επίπεδο (μεταβλητής) (κεφ. 4): Διακριτοποίηση μεταβλητής σε πυκνή χρονική κλίμακα (μηνιαία).

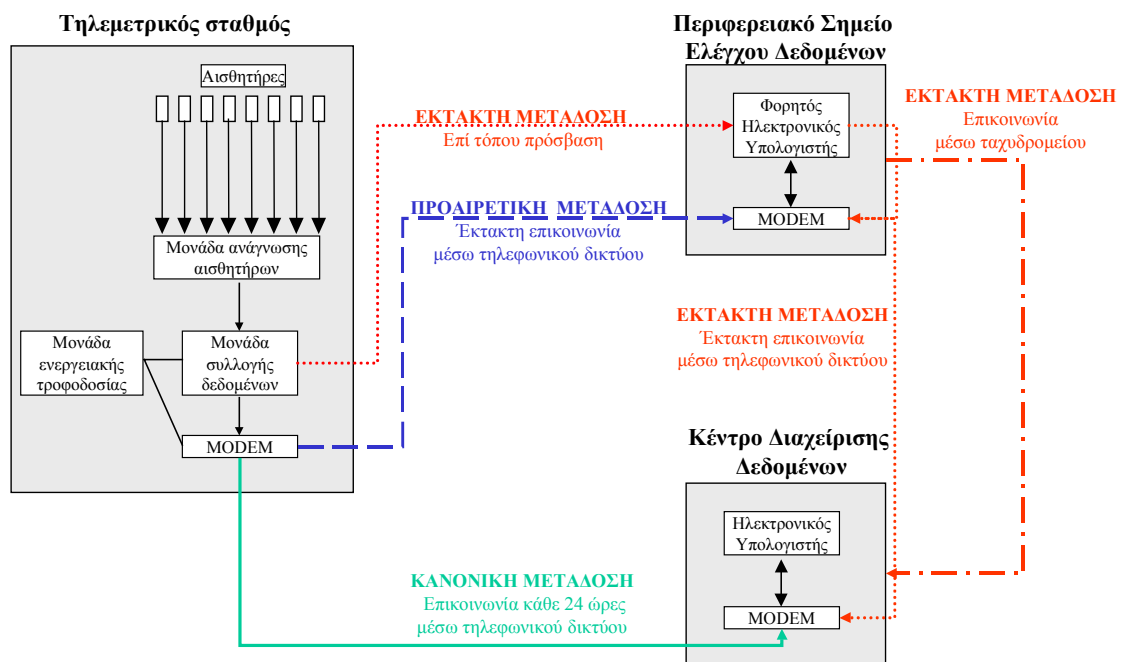
Χρονοσειρά (κεφ. 4): Σύνολο παρατηρήσεων μιας στοχαστικής ανέλιξης, διατεταγμένων σε αυστηρή χρονική ακολουθία.

Παράρτημα Β: Συντομεύσεις

ΒΔ:	Βάση Δεδομένων
ΕΥΔΑΠ:	Εταιρία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Πρωτεύουσας
Η/Υ:	Ηλεκτρονικός Υπολογιστής
ΚΒΔ:	Κεντρική Βάση Δεδομένων
ΚΔΔ:	Κέντρο Διαχείρισης Δεδομένων
ΜΕΝ:	Μονάδα Επεξεργασίας Νερού
ΠΣΕΔ:	Περιφερειακά Σημεία Ελέγχου Δεδομένων
ΣΓΠ:	Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας
ΣΕΠΥΠ:	Σύστημα Εκτίμησης και Πρόγνωσης των Υδατικών Πόρων
ΣΥΒΟΙΚ:	Σύστημα προσομοίωσης του υδρολογικού κύκλου στη λεκάνη Βοιωτικού Κηφισού – Υλίκης
ΣΥΔΥΠ:	Σύστημα Υποστήριξης της Διαχείρισης Υδατικών Πόρων
ΥΗΕ:	Υδροηλεκτρική Εγκατάσταση
WMO:	Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (World Meteorological Organization)

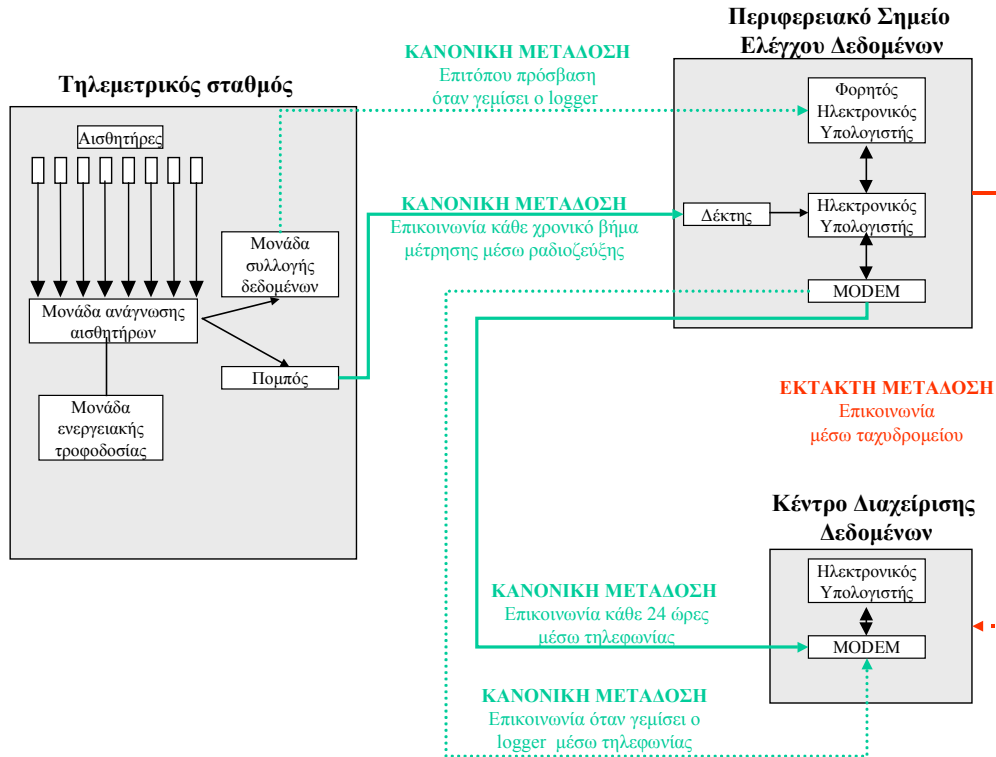
Παράρτημα Γ: Σχήματα Μετρητικού Δικτύου

ΣΧΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ (ΜΕ ΚΙΝΗΤΗ Η ΣΤΑΘΕΡΗ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ)



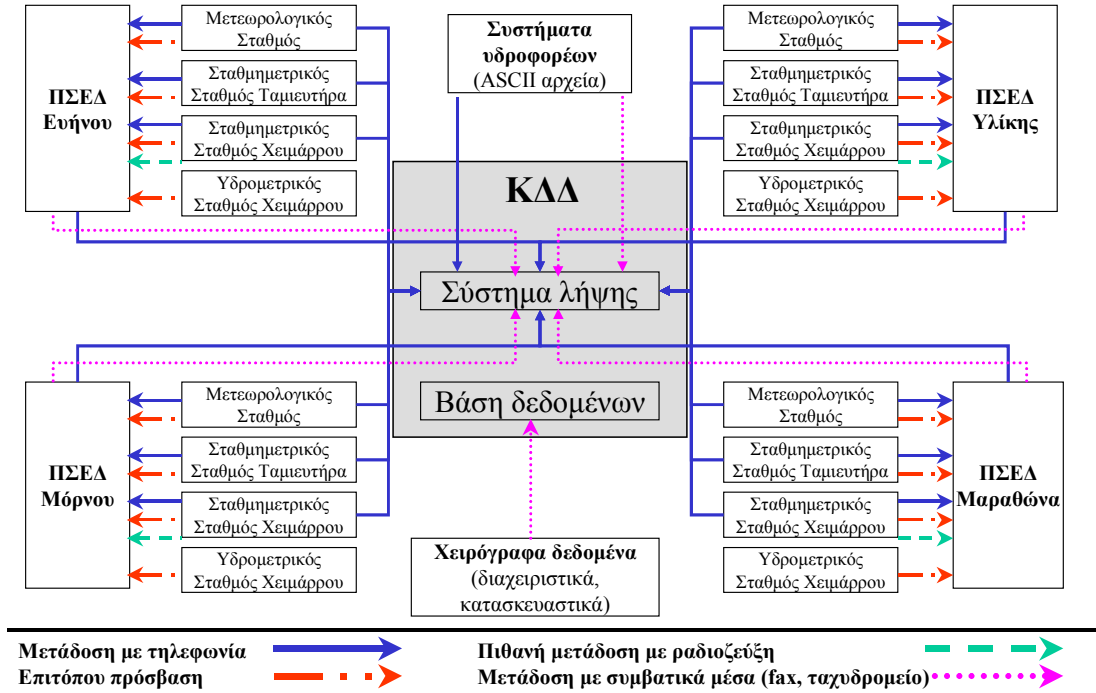
Σχ. 7: Μετάδοση δεδομένων τηλεμετρικών σταθμών με τηλεφωνική γραμμή

**ΣΧΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ
(ΜΕ ΡΑΔΙΟΖΕΥΞΗ)**



Σχ. 8: Μετάδοση δεδομένων τηλεμετρικών σταθμών με ραδιοζεύξη

ΣΧΗΜΑ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΤΡΗΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ



Σχ. 9: Διακίνηση δεδομένων μετρητικού δικτύου