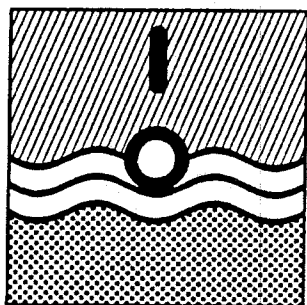


ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ STRIDE ΕΛΛΑΣ

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΘΝΙΚΗΣ ΤΡΑΠΕΖΑΣ
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ
ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
DEPARTMENT OF WATER RESOURCES
HYDRAULIC AND MARITIME ENGINEERING

ΜΑΜΑΣΗΣ

ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ
(Ειδικότερα σχέσεις ΣΤΑΘΜΗΣ-ΠΑΡΟΧΗΣ και
ΠΑΡΟΧΗΣ-ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗΣ)

SELECTION AND CALCULATION OF
SECONDARY PARAMETERS
IN SURFACE HYDROLOGY
(More specifically STAGE-DISCHARGE and
DISCHARGE-SEDIMENT LOAD relationships)

N. Μαμάσης και Π. Παπανικολάου

N. Mamas and P. Papanicolaou

HYDROSCOPE

STRIDE HELLAS PROGRAMME

DEVELOPMENT OF A NATIONAL DATA
BANK FOR HYDROLOGICAL AND
METEOROLOGICAL INFORMATION

Αριθμός τεύχους 1/4
Report number

ΑΘΗΝΑ - ΙΟΥΛΙΟΣ 1993
ATHENS - JULY 1993

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2 ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	3
2.1 Όργανα και χρονική βάση μέτρησης της βροχής	3
2.2 Μορφή και αξιοπιστία πρωτογενών δεδομένων βροχής	4
2.3 Δευτερογενή δεδομένα βροχής	5
3 ΧΙΟΝΟΠΤΩΣΗ	7
3.1 Όργανα και χρονική βάση μέτρησης του χιονιού	7
3.2 Μορφή και αξιοπιστία των πρωτογενών δεδομένων χιονιού	8
3.3 Δευτερογενή δεδομένα χιονιού	8
4 ΠΑΡΟΧΗ	9
4.1 Μέτρηση υδρομετρικών δεδομένων	9
4.1.1 Γενικά	9
4.1.2 Όργανα και χρονική βάση μέτρησης της στάθμης	9
4.1.3 Υδρομέτρηση	10
4.1.4 Μέτρηση γεωμετρικών και υδραυλικών χαρακτηριστικών διατομής	12
4.2 Μορφή και αξιοπιστία πρωτογενών υδρομετρικών δεδομένων	12
4.3 Δευτερογενή υδρομετρικά δεδομένα	13
5 ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗ	15
5.1 Γενικά	15
5.2 Μέτρηση δεδομένων στερεοπαροχής	16
5.3 Πρωτογενή δεδομένα στερεοπαροχής	17
5.4 Δευτερογενή δεδομένα στερεοπαροχής	17
6 ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ	19
6.1 Γενικά	19
6.2 Όργανα και χρονική βάση μέτρησης δεδομένων λειτουργίας ταμιευτήρων	19

	Σελίδα
6.3 Μορφή και αξιοπιστία των πρωτογενών δεδομένων λειτουργίας ταμιευτήρων	20
6.4 Δευτερογενή δεδομένα λειτουργίας ταμιευτήρων	21
7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	22
7.1 Γενικά	22
7.2 Συγκεντρωτική παρουσίαση πρωτογενών και δευτερογενών υδρομετρικών δεδομένων	23
ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	24
ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΙΟΝΟΠΤΩΣΗ	25
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΑΘΜΗ-ΠΑΡΟΧΗ	26
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗ	28
ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ	30
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	32

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή έχει στόχο τον προσδιορισμό των δευτερογενών δεδομένων που θα υπολογίζονται και θα διατίθενται από τη βάση. Τα δεδομένα αυτά θα προκύψουν από την αξιολόγηση και επεξεργασία των πρωτογενών υδρολογικών παραμέτρων. Η επιλογή των δευτερογενών δεδομένων είναι πολύ σημαντική για τη λειτουργία της βάσης και θα πρέπει να διευκολύνει τους χρήστες των υδρολογικών στοιχείων. Οι υδρομετεωρολογικές μεταβλητές που εξετάζονται είναι αυτές της βροχής, του χιονιού, της παροχής, της στερεοπαροχής καθώς και μεταβλητές που συνδέονται με τη λειτουργία φυσικών και τεχνητών ταμιευτήρων. Για κάθε μια μεταβλητή παρουσιάζονται ο τρόπος και η χρονική βάση μέτρησης, η μορφή και αξιοπιστία των πρωτογενών δεδομένων καθώς και τα δευτερογενή δεδομένα που είναι απαραίτητο να υπολογίζονται από τη βάση και να διατίθενται στους χρήστες.

ABSTRACT

In this report we determine the secondary parameters which will be computed and available through HYDROSCOPE. The secondary data will be determined from the appropriate manipulation of the primary (raw) hydrological parameters. The choice of the secondary parameters is vital for the operation of the data base as well as for the users. The derived (secondary data) are those related to the parameters rainfall, snow, discharge, sediment transport and those related to the operation of natural or man-made reservoirs. For each hydrological parameter we present the way it is measured, the type and reliability of the measured parameter and the derived data that will be available to the users.



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο υπολογισμός δευτερογενών και επεξεργασμένων δεδομένων είναι απαραίτητος για την αξιοποίηση των πρωτογενών υδρολογικών δεδομένων που θα περιέχονται στη βάση δεδομένων. Η επιλογή των δευτερογενών και επεξεργασμένων δεδομένων που θα διατίθενται στους χρήστες της βάσης είναι σημαντική. Αποσκοπεί στη παραγωγή δεδομένων χρήσιμων στην εκπόνηση υδραυλικών και υδρολογικών μελετών, αλλά και σε επιστημονική έρευνα σε αντίστοιχους τομείς. Οι χρονοσειρές των δευτερογενών και επεξεργασμένων δεδομένων που θα διατίθενται από τη βάση χωρίζονται στις ακόλουθες κύριες κατηγορίες

(α) Χρονοσειρές δευτερογενών δεδομένων που καταρτίζονται για μεγαλύτερα χρονικά βήματα, με ολοκλήρωση των πρωτογενών. Σαν παράδειγμα αναφέρεται η παραγωγή μηνιαίων τιμών βροχής που έχουν προκύψει από συνάθροιση ημερήσιων πρωτογενών τιμών.

(β) Χρονοσειρές μέγιστων και ελαχίστων τιμών σε δεδομένα χρονικά βήματα, όπως για παράδειγμα ο υπολογισμός των μέγιστων ημερήσιων βροχοπτώσεων από την ημερήσια χρονοσειρά.

(γ) Χρονοσειρές που προέρχονται από διόρθωση και συμπλήρωση πρωτογενών ή δευτερογενών δεδομένων, όπως οι χρονοσειρές ετησίων βροχοπτώσεων, που προκύπτουν από επεξεργασία ομογενοποίησης και συμπλήρωσης.

(δ) Χρονοσειρές μεταβλητών που υπολογίζονται με βάση τα πρωτογενή δεδομένα άλλων μεταβλητών, π.χ. η χρονοσειρά της παροχής που υπολογίζεται από τα δεδομένα στάθμης και σχετικά υδραυλικά δεδομένα.

(ε) Χρονοσειρές μεταβλητών που υπολογίζονται με βάση τα δευτερογενή δεδομένα άλλων μεταβλητών, όπως είναι η χρονοσειρά της στερεοπαροχής που υπολογίζεται από τις υπολογισμένες παροχές και άλλες υδραυλικές παραμέτρους.

Εκτός βέβαια από τις παραπάνω δευτερογενείς και επεξεργασμένες χρονοσειρές, θα διατίθενται από τη βάση και τα πρωτογενή δεδομένα, έτσι ώστε η επεξεργασία που αναφέρουμε παραπάνω να μπορεί να γίνει από τον χρήστη. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι δευτερογενείς χρονοσειρές που ανήκουν στη κατηγορία (γ) θα μεταβάλλονται εφόσον προκύπτουν από επεξεργασία διόρθωσης και συμπλήρωσης. Αλλάζοντας λοιπόν οι παράμετροι μιας επεξεργασίας λόγω προσθήκης νέων δεδομένων, η δευτερογενής χρονοσειρά θα μεταβληθεί. Ένα παράδειγμα είναι μια δευτερογενής χρονοσειρά ετησίων βροχοπτώσεων που έχει συμπληρωθεί με τη μέθοδο της γραμμικής συσχέτισης από χρονοσειρά διπλανού σταθμού. Οι παράμετροι της συγκεκριμένης επεξεργασίας εξαρτώνται από τις τιμές των δύο χρονοσειρών για την

κοινή περίοδο λειτουργίας. Όταν η περίοδος λειτουργίας μεταβληθεί λόγω προσθήκης νέων δεδομένων, θα μεταβληθούν και οι παράμετροι με αποτέλεσμα την τροποποίηση των συμπληρωμένων τιμών και επομένως την δημιουργία μιας νέας δευτερογενούς χρονοσειράς που διαφέρει από την προηγούμενη. Οι επεξεργασμένες χρονοσειρές που ανήκουν στις δύο τελευταίες κατηγορίες (δ) και (ε) δεν μεταβάλλονται με την προσθήκη νέων δεδομένων, αλλά με αλλαγή ή τροποποίηση της μεθόδου υπολογισμού τους. Έτσι π.χ. η εκ των υστέρων τροποποίηση της καμπύλης στάθμης - παροχής μιας συγκεκριμένης περιόδου θα μεταβάλει την επεξεργασμένη χρονοσειρά των παροχών της περιόδου εκείνης.

Από τα παραπάνω γίνεται προφανές ότι η διάθεση "δυναμικών" δεδομένων από τη βάση, θα πρέπει να συνοδεύεται από γραπτή αναφορά του τρόπου υπολογισμού των δευτερογενών δεδομένων, την ημερομηνία που έγινε η επεξεργασία καθώς και το άτομο ή το φορέα που την έκανε. Οι στατιστικές παράμετροι που θα διατίθενται στους χρήστες με τις αντίστοιχες χρονοσειρές, είναι η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση (ή διασπορά), ο συντελεστής διασποράς, ο συντελεστής ασυμμετρίας, ο συντελεστής αυτοσυσχέτισης, η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή. Σε επόμενη φάση του έργου πρέπει να εξεταστεί η περίπτωση λεπτομερέστερης στατιστικής επεξεργασίας, όπως π.χ. είναι ο υπολογισμός των παραμέτρων στατιστικών κατανομών ή ο υπολογισμός των ορίων εμπιστοσύνης των μέσων τιμών.

Οι υδρομετεωρολογικές μεταβλητές που εξετάζουμε παρακάτω είναι η βροχόπτωση, η χιονόπτωση, η παροχή, η στερεοπαροχή, και μεταβλητές που συνδέονται με τη λειτουργία φυσικών ή τεχνητών ταμιευτήρων. Στα κεφάλαια που ακολουθούν παρουσιάζονται για κάθε μια από τις παραπάνω μεταβλητές ο τρόπος και η χρονική βάση της μέτρησης, η μορφή και αξιοπιστία των πρωτογενών δεδομένων, οι απαραίτητες για τις εφαρμογές δευτερογενείς χρονοσειρές και οι τρόποι υπολογισμού τους, καθώς και οι παράμετροι που απαραίτητα συνοδεύουν κάθε χρονοσειρά.

2. ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ

2.1 Όργανα και χρονική βάση μέτρησης της βροχής.

Η βροχή μετριέται εκτεταμένα στην Ελλάδα από πολλούς φορείς με χρήση βροχομέτρου ή βροχογράφου. Το βροχόμετρο είναι ένα κυλινδρικό δοχείο που συλλέγει τη βροχή. Αποτελείται από ανάστροφη κολουροκωνική επιφάνεια που καταλήγει σε ορειχάλκινο δακτύλιο με αιχμηρά χείλη. Για αύξηση της ευαισθησίας του οργάνου, το νερό της βροχής οδηγείται σε γυάλινο εσωτερικό κυλινδρικό σωλήνα με χιλιοστομετρική κλίμακα και υποπολλαπλάσια διάμετρο (συνήθως 1/10) από αυτή του βροχομέτρου. Η μέτρηση γίνεται σε χιλιοστά (mm) και η ακρίβεια των μετρήσεων είναι 0.1 mm. Σε δυσπρόσιτες περιοχές όπου η μέτρηση γίνεται ανά μεγάλα χρονικά διαστήματα, χρησιμοποιούνται τα αθροιστικά βροχόμετρα με μικρότερο κύλινδρο υποδοχής και μεγαλύτερο δοχείο συλλογής.

Ο βροχογράφος είναι αυτογραφικό όργανο που με τη χρήση ωρολογιακού μηχανισμού καταγράφει το ύψος βροχής στο χρόνο. Στο συνήθη τύπο που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα, το νερό από το δοχείο υποδοχής μεταφέρεται σε δοχείο μικρότερης διαμέτρου με πλωτήρα. Αυτός είναι συνδεδεμένος με στέλεχος που κινείται κατακόρυφα και φέρει σε ειδική προέκταση γραφίδα. Η γραφίδα εφάπτεται σε ταινία που περιβάλλει έναν ωρολογιακά περιστρεφόμενο κύλινδρο με σταθερή γωνιακή ταχύτητα (1 στροφή ανά ημέρα ή ανά εβδομάδα). Για ορισμένο ύψος βροχής (συνήθως 10 mm) η γραφίδα φτάνει στην ανώτατη θέση της ταινίας όπου προκαλείται αποσιφωνισμός του δοχείου με αποτέλεσμα να επανέρχονται πλωτήρας και γραφίδα στην κατώτατη θέση.

Οι βασικοί κανόνες για τον τρόπο εγκατάστασης των μετρητικών οργάνων της βροχής είναι οι ακόλουθοι:

- (α) Τα όργανα εγκαθίστανται σε τοποθεσία όπου υπάρχει ανεμπόδιστη ροή ανέμου και είναι απαλλαγμένα από τοπικές ατμοσφαιρικές διαταραχές. Δηλαδή αποφεύγεται εγκατάσταση κοντά σε κορυφογραμμές ή σε εμπόδια όπως κτίσματα, δέντρα κλπ.
- (β) Το επίπεδο του δακτυλίου υποδοχής της βροχής πρέπει να είναι οριζόντιο.
- (γ) Το έμβολο του δακτυλίου υποδοχής και η απόσταση του από το έδαφος πρέπει να είναι κοινή για όλα τα όργανα ενός δικτύου απλά ή αυτογραφικά.

Η μέτρηση της βροχής μπορεί να χαρακτηριστεί σαν ακανόνιστη, περιοδική ή συνεχής ανάλογα με τον τρόπο και τη συχνότητα μέτρησης.

Ακανόνιστη χρονικά μέτρηση γίνεται με τη χρήση του αθροιστικού βροχομέτρου σε απομακρυσμένα σημεία όπου ο παρατηρητής καταγράφει το ύψος της βροχής σε ακανόνιστα χρονικά διαστήματα, όπως για παράδειγμα μετά από μεγάλες βροχοπτώσεις που διαρκούν περισσότερο από μία ημέρα ή μετά από πολυήμερες περιόδους ανομβρίας. Περιοδική μέτρηση της βροχής γίνεται με τη χρήση του βροχόμετρου, όπου ο παρατηρητής καταγράφει τη βροχή ανά 12 ή 24 ώρες. Συνεχής μέτρηση της βροχής γίνεται με τη βοήθεια του βροχογράφου, όπου το φαινόμενο καταγράφεται συνεχώς σε ταινία. Ο παρατηρητής αλλάζει κάθε ημέρα ή εβδομάδα τις ταινίες αυτές που αποτελούν και τα πρωτογενή στοιχεία. Η καταγραφή του φαινομένου πάνω στις ταινίες μπορεί είτε να εισαχθεί στον υπολογιστή με τη βοήθεια ψηφιοποιητή, είτε να υπολογιστεί γραφικά από αυτή το ποσόν της βροχής στο επιθυμητό χρονικό βήμα. Στην πρώτη περίπτωση είναι εύκολο να εξαχθούν αυτόματα τα πρωτογενή δεδομένα βροχής σε οποιοδήποτε χρονικό βήμα. Στη δεύτερη περίπτωση της γραφικής επεξεργασίας των ταινιών (η οποία εφαρμόζεται μέχρι τώρα), τα ύψη βροχής υπολογίζονται ανά συγκεκριμένα χρονικά βήματα που επιλέγονται είτε από τις ανάγκες της εφαρμογής είτε από τη χρονική βάση της ταινίας.

2.2. Μορφή και αξιοπιστία πρωτογενών δεδομένων βροχής.

Ανάλογα με τον τρόπο που μετριέται η βροχή, όπως παρουσιάστηκε προηγούμενα, τα πρωτογενή δεδομένα βρίσκονται σε μία από τις ακόλουθες μορφές.

- (α) Αθροιστικά ύψη βροχής σε ακανόνιστα χρονικά διαστήματα μεγαλύτερα της ημέρας.
- (β) Ημερήσια ή δωδεκάωρα ύψη βροχής.
- (γ) Συνεχώς καταγραμμένη βροχή με δυνατότητα υπολογισμού των υψών για οποιοδήποτε χρονικό βήμα.

Η αξιοπιστία των πρωτογενών δεδομένων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως π.χ. από την ευσυνειδησία του παρατηρητή, την καλή εγκατάσταση και συντήρηση του οργάνου και το ενδιαφέρον της αρμόδιας υπηρεσίας για το μετρητικό της δίκτυο. Τα δεδομένα υφίστανται προκαταρκτικό έλεγχο πριν την επεξεργασία με σκοπό τον εντοπισμό χονδροειδών μετρητικών σφαλμάτων. Σαν παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε την αναγραφή μετρήσεων στα έντυπα που είναι εμφανώς λανθασμένες, λόγω του ότι είναι εκτός του πεδίου τιμών της φυσικής διεργασίας, π.χ. η μέτρηση 1000 mm βροχής σε μια ημέρα. Άλλο σφάλμα αποτελεί η διακοπή της ομαλής λειτουργίας του βροχογράφου είτε με τη διακοπή της σύνδεσης μεταξύ

πλωτήρα και γραφίδας είτε με τη διαταραχή της σταθερής γωνιακής ταχύτητας του περιστρεφόμενου κυλίνδρου λόγω βλάβης του ωρολογιακού μηχανισμού. Στην πρώτη περίπτωση εμφανίζεται μια συνεχής γραμμή στην ταινία που υποδηλώνει έλλειψη βροχής, ενώ στη δεύτερη η κατανομή της βροχής στο χρόνο δεν είναι αυτή που φαίνεται στην ταινία. Για αυτό το λόγο είναι απαραίτητη η ταυτόχρονη εγκατάσταση βροχομέτρου και βροχογράφου για σύγκριση των ενδείξεων των δύο οργάνων. Από τις ταινίες του βροχογράφου υπολογίζονται με ολοκλήρωση οι ημερήσιες τιμές, κυρίως για σύγκριση με το βροχόμετρο. Αν υπάρχει διαφορά διορθώνονται οι ταινίες του βροχογράφου ώστε να συμφωνούν με τις μετρήσεις του βροχομέτρου.

Τα δεδομένα που προκύπτουν από τη διόρθωση ή απόρριψη εξόφθαλμα λανθασμένων τιμών θεωρούνται ακόμη πρωτογενή. Οι χρονοσειρές αυτών των δεδομένων μπορεί να έχουν περιόδους χωρίς μετρήσεις εξαιτίας βλάβης στο όργανο, κώλυμα λήψης ή απώλεια στοιχείων από τον παρατηρητή, ή και απόρριψη των λανθασμένων τιμών όπως προαναφέρθηκε.

2.3. Δευτερογενή δεδομένα βροχής.

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, η αξιοποίηση των πρωτογενών δεδομένων σε υδρολογικές εφαρμογές γίνεται με τον υπολογισμό δευτερογενών ή επεξεργασμένων δεδομένων και παραμέτρων. Είναι απαραίτητη η ολοκλήρωση των πρωτογενών δεδομένων βροχής σε μεγαλύτερα χρονικά βήματα, όπως επίσης η συμπλήρωση και ομογενοποίηση τους για να είναι δυνατή η στατιστική επεξεργασία τους και η εξαγωγή χρονοσειρών μέγιστων τιμών για διάφορα χρονικά βήματα. Ακόμη είναι απαραίτητος και ο υπολογισμός ορισμένων στατιστικών χαρακτηριστικών των χρονοσειρών αυτών.

Με την ολοκλήρωση των δεδομένων βροχής παράγονται τα μηνιαία και ετήσια δεδομένα από τη συνάθροιση των ημερήσιων τιμών του βροχομέτρου ή των σποραδικών τιμών του αθροιστικού βροχομέτρου. Πριν γίνει συμπλήρωση των χρονοσειρών βροχομετρικών δεδομένων γίνεται έλεγχος της ομοιογένειάς τους. Με τον όρο ομογενή εννοούμε ότι όλα τα δεδομένα είναι ισόνομα, δηλαδή προέρχονται από το ίδιο φυσικό φαινόμενο, εκφράζοντας τον ίδιο πληθυσμό και δίνοντας χωρίς παρεμβολές άλλων φαινομένων τις διάφορες τιμές της ίδιας μετρικής ιδιότητας. Οι κύριες αιτίες ανομοιογένειας των βροχομετρικών δεδομένων είναι η συστηματική λήψη εσφαλμένων δεδομένων, η μετάθεση του μετρητικού οργάνου και η αλλαγή του φυσικού περιβάλλοντος γύρω από αυτό. Επισημαίνεται ότι μόνο όταν τα δεδομένα είναι ομογενή έχει νόημα η στατιστική επεξεργασία τους.

Η συμπλήρωση των βροχομετρικών δεδομένων γίνεται συνήθως σε μηνιαία ή ημερήσια βάση, ενώ η ομογενοποίηση σε ετήσια, επηρεάζοντας όμως και τις μηνιαίες τιμές.

Ο υπολογισμός των μέγιστων τιμών βροχής για δεδομένη διάρκεια γίνεται από τις ταινίες βροχογράφου. Η ΕΜΥ δίνει μέγιστα μηνιαία ύψη για τις ακόλουθες διάρκειες βροχής: 5', 10', 15', 30', 1h, 2h, 6h, 12h, 24h. Από στοιχεία βροχομέτρου είναι δυνατή η εξαγωγή μέγιστων υψών για διάρκειες βροχής 24, 48 και 72 ωρών.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, τα δευτερογενή δεδομένα που προτείνεται να δίδονται από τη βάση για τη βροχή είναι τα παρακάτω:

- (α) Τα πρωτογενή ημερήσια ύψη, καθώς και τα παράγωγα μηνιαία και ετήσια χωρίς συμπληρώσεις και διορθώσεις. Για τις χρονοσειρές αυτές θα διατίθενται και τα στατιστικά χαρακτηριστικά.
- (β) Τα ημερήσια, μηνιαία και ετήσια ύψη μετά από τυχόν συμπληρώσεις και ομογενοποιήσεις. Για τα μηνιαία και ετήσια θα διατίθενται όλα τα στατιστικά χαρακτηριστικά. Ακόμη πρέπει να διατίθεται περιληπτική αναφορά για τους σταθμούς και τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για την ομογενοποίηση και συμπλήρωση, καθώς και το χρονικό διάστημα επεξεργασίας.
- (γ) Τα ύψη βροχής, που εξάγονται από τις ταινίες βροχογράφου σε οποιοδήποτε χρονικό βήμα.
- (δ) Τα μέγιστα ύψη κάθε υδρολογικού έτους για διάρκειες 5', 10', 15', 30', 1h, 2h, 6h, 12h, 24h, 48h, 72h. Για τις χρονοσειρές αυτές θα διατίθενται και τα στατιστικά χαρακτηριστικά.

Επίσης πρέπει να εξεταστεί η εξαγωγή μέγιστων υψών βροχής για τις προαναφερθείσες διάρκειες για κάθε εποχή ή κάθε μήνα.

3. ΧΙΟΝΟΠΤΩΣΗ

3.1. Όργανα και χρονική βάση μέτρησης του χιονιού

Η φυσική διαδικασία της χιονόπτωσης μετριέται είτε άμεσα όταν δεν γίνεται υγροποίηση και το χιόνι στρώνεται, είτε έμμεσα όταν το χιόνι υγροποιείται και δεν στρώνεται στο έδαφος. Στην πρώτη περίπτωση το χιόνι μετριέται σε χιονοτράπεζα όπου καταγράφεται το βάρος του χιονιού με απλό σύστημα ζυγίσεως μετριέται δε και το πάχος χιονιού με ένα βαθμονομημένο κανόνα. Το πάχος μετριέται είτε στο έδαφος είτε στη χιονοτράπεζα. Στην περίπτωση που το χιόνι δεν στρώνεται τότε γίνεται η μέτρηση του από βροχόμετρο ή χιονοβροχόμετρο χωρίς τη δυνατότητα να διαχωριστεί από τη βροχή παρά μόνο συγκρίνοντας τις ενδείξεις με αυτές άλλων οργάνων.

Η θέση του σταθμού μέτρησης του χιονιού πρέπει να πληρεί τις παρακάτω προδιαγραφές.

- (α) Ο σταθμός εγκαθίσταται σε τοποθεσία με εύκολη πρόσβαση για να υπάρχει συνέχεια στις μετρήσεις ακόμα και σε περιόδους με μεγάλες χιονοπτώσεις.
- (β) Ο σταθμός εγκαθίσταται σε δασώδεις περιοχές αλλά σε μεγάλα πλατώματα έτσι ώστε το χιόνι να πέφτει στο έδαφος χωρίς να κατακρατείται από τα δέντρα.
- (γ) Όπως και για τους σταθμούς μέτρησης βροχής πρέπει να υπάρχει ανεμπόδιστη ροή ανέμου και να είναι απαλλαγμένη από τοπικές διαταραχές.

Ως υδατικό ισοδύναμο του συσσωρευμένου χιονιού ορίζεται το κατακόρυφο ύψος του στρώματος νερού που θα προκύψει όταν το χιόνι λιώσει. Η σχέση μεταξύ πάχους χιονιού και ισοδύναμου νερού σε χιλιοστά είναι πολύ σημαντική για την αξιοποίηση των δεδομένων πάχους χιονιού και προσδιορίζεται είτε εμπειρικά είτε με τη χρήση δειγματοληπτών. Το χιόνι συλλέγεται με τους δειγματολήπτες και είτε ζυγίζεται είτε λιώνει για τον προσδιορισμό του ισοδύναμου σε χιλιοστά ύψους νερού. Η δειγματοληψία πρέπει να γίνεται σε διαφορετικές θέσεις που απέχουν 20-40 m σε ορεινές περιοχές ή 100-500 m σε πεδινές περιοχές.

Η μέτρηση του χιονιού μπορεί να χαρακτηριστεί ως ακανόνιστη ή περιοδική ανάλογα με τον τρόπο και τη συχνότητα μέτρησης. Περιοδική μέτρηση του χιονιού γίνεται μετρώντας το ισοδύναμο ύψος σε χιλιοστά με τη χρήση βροχόμετρων ή χιονοβροχόμετρων κάθε 12 ή 24 ώρες. Επίσης, σε πολλούς σταθμούς μετριέται κάθε 12 ή 24 ώρες το πάχος του χιονιού που έπεσε, το πάχος του συσσωρευμένου χιονιού που υπάρχει τη στιγμή της μέτρησης καθώς και η διάρκεια χιονόπτωσης. Ακόμη πολλές φορές το χιόνι ζυγίζεται ή τήκεται για απ' ευθείας υπολογισμό του υδατικού

ισοδύναμου. Ακανόνιστη μέτρηση του χιονιού γίνεται κυρίως με τη χρήση χιονοβροχομέτρων όπου η μέτρηση γίνεται 1 ως 2 φορές το μήνα.

3.2. Μορφή και αξιοπιστία των πρωτογενών δεδομένων χιονιού

Τα πρωτογενή δεδομένα χιονιού υπάρχουν σε ποικίλες μορφές, πολλές φορές δε όπως αναφέρθηκε, δεν ξεχωρίζονται από αυτά της βροχής. Οι Ελληνικές Υπηρεσίες έχουν δεδομένα χιονιού σε μια από τις ακόλουθες μορφές:

- (α) Συνολικό ύψος βροχής και χιονιού σε ημερήσια ή ακανόνιστη βάση (1 ως 2 φορές το μήνα).
- (β) Ισοδύναμο ύψος χιονιού σε χιλιοστά σε ημερήσια ή ακανόνιστη βάση
- (γ) Πάχη φρέσκου χιονιού ανά 12 ή 24 ώρες
- (δ) Πάχη συσσωρευμένου χιονιού ανά 24 ώρες
- (ε) Διάρκειες χιονόπτωσης ανά 12 ή 24 ώρες

Η αξιοπιστία των δεδομένων χιονιού εξαρτάται από τους παράγοντες που επισημάνθηκαν και για τα δεδομένα βροχής. Όσον αφορά τα δεδομένα που συλλέγονται με τη χρήση βροχομέτρων και χιονοβροχομέτρων ο έλεγχος της αξιοπιστίας τους μπορεί να γίνει με τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τη βροχή. Για τα πάχη χιονιού, εκτός από τους ελέγχους για χονδροειδή σφάλματα που αναφέρθηκαν στη βροχή, η ιδιαιτερότητά τους κάνει δύσκολη την ανάπτυξη μεθόδων για τον έλεγχο της αξιοπιστίας τους.

3.3. Δευτερογενή δεδομένα χιονιού

Τα δεδομένα χιονιού είναι αξιοποιήσιμα εφόσον έχουν τη μορφή του ισοδύναμου ύψους στήλης νερού. Στην Ελλάδα δεν γίνονται μετρήσεις με δειγματολήπτες για να προσδιοριστεί η σχέση μεταξύ πάχους χιονιού και χιλιοστών νερού, και η μετατροπή αυτή γίνεται εμπειρικά. Συνήθως εφαρμόζεται η σχέση 1 προς 10 δηλαδή ένα χιλιοστό ισοδύναμου νερού προέρχεται από 10 χιλιοστά πάχους χιονιού. Τα δευτερογενή δεδομένα χιονιού που προτείνεται να διατίθενται από τη βάση είναι:

- (α) Ημερήσιες, μηνιαίες και ετήσιες τιμές χιονιού σε χιλιοστά ισοδύναμου ύψους στήλης νερού
- (β) Ημερήσιες, μηνιαίες και ετήσιες τιμές κατακρημνισμάτων σε χιλιοστά ισοδύναμου ύψους στήλης νερού
- (γ) 12ωρα ή 24ωρα πάχη φρέσκου χιονιού σε εκατοστά.
- (δ) 24ωρα πάχη συσσωρευμένου χιονιού σε εκατοστά.

Ακόμη θα πρέπει να διατίθενται τα στατιστικά χαρακτηριστικά των χρονοσειρών των δύο πρώτων κατηγοριών.

4. ΠΑΡΟΧΗ.

4.1. Μέτρηση υδρομετρικών δεδομένων.

4.1.1. Γενικά. Η παροχή των ποταμών υπολογίζεται έμμεσα με χρήση των πρωτογενών δεδομένων στάθμης. Για την εκπόνηση της εργασίας αυτής είναι απαραίτητα τα παρακάτω δεδομένα:

- (α) Μετρήσεις στάθμης ποταμού.
- (β) Ταυτόχρονες μετρήσεις στάθμης και παροχής (υδρομετρήσεις) που έχουν στόχο την κατάρτιση μίας σχέσης που να συνδέει τα δύο μεγέθη.
- (γ) Γεωμετρικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά του ποταμού και της διατομής που γίνεται η μέτρηση.

Στα επόμενα υποκεφάλαια παρουσιάζονται οι μέθοδοι και τα όργανα μέτρησης για κάθε μία κατηγορία των υδρομετρικών δεδομένων.

4.1.2. Όργανα και χρονική βάση μέτρησης της στάθμης. Η μέτρηση της στάθμης των ποταμών αλλά και των ταμιευτήρων, γίνεται με τη χρήση του σταθμημέτρου και του σταθμηγράφου.

Το σταθμήμετρο είναι ένας βαθμονομημένος πάσσαλος μόνιμα τοποθετημένος κατακόρυφα στην όχθη του ποταμού σε σταθερό σημείο, σε θέση που να μην επηρεάζεται από την τύρβη ή τον κυματισμό. Μπορεί να είναι κατάλληλα προσαρμοσμένος σε βάθρα γέφυρας αλλά συνηθέστερα τοποθετείται σταθερά σε στήλες από σκυρόδεμα. Η βαθμονόμηση γίνεται σε εκατοστά και η ανάγνωση της στάθμης γίνεται με ακρίβεια μερικών χιλιοστών. Όπου υπάρχει μεγάλη διακύμανση στην στάθμη κατά πλάτος διατομής ποταμού με κατηφορική όχθη μπορεί να τοποθετηθεί μία σειρά από κατακόρυφα σταθμήμετρα με κατάλληλη επικάλυψη για να είναι δυνατή η μέτρηση οποιασδήποτε στάθμης. Οι πάσσαλοι είναι φτιαγμένοι από υλικό ανθεκτικό ανεπηρέαστο από μεταβολές της θερμοκρασίας. Για κανονικές όχθες ποταμού η λείες κατασκευασμένες πλευρές αγωγών μπορούν να προσαρμοστούν ειδικά φτιαγμένα σταθμήμετρα στην κλίση της όχθης με βαθμονομήσεις επεκτεινόμενες ανάλογα με τη γωνία κλίσης για να ταιριάζουν με την κάθετη κλίμακα υψών. Επίσης σε πολλές θέσεις λειτουργούν περισσότερα του ενός σταθμήμετρα εξ αιτίας της μεταβλητότητας της διαδρομής του νερού στη διατομή.

Ο σταθμηγράφος είναι αυτογραφικό όργανο όπου με τη χρήση ωρολογιακού μηχανισμού καταγράφεται η σχέση στάθμης - χρόνου σε ταινία. Η συνεχής καταγραφή της στάθμης του ποταμού επιτυγχάνεται με τη χρήση πλωτήρα. Στο συνήθη τύπο ο κινούμενος πλωτήρας είναι τυλιγμένος γύρω από τροχαλία με

αντίβαρο και ενεργοποιεί μια πένα που σημειώνει την στάθμη σε ένα διάγραμμα γύρω από κατακόρυφο τύμπανο, το οποίο γυρίζει κατά τη φορά των δεικτών του ωρολογίου. Η κλίμακα χρόνου του διαγράμματος συνήθως σχεδιάζεται για μία εβδομάδα, αλλά το ίχνος συνεχίζεται γύρω από το τύμπανο μέχρι να αλλάξει το χαρτί η να σταματήσει το ρολόι. Για να εξασφαλιστεί ακρίβεια για μικρές αλλαγές στην στάθμη του νερού ο πλωτήρας πρέπει να εγκατασταθεί σε πηγάδι ηρεμίας που επικοινωνεί με το ποτάμι έτσι ώστε να αποκλειστούν κύματα και τύρβη από την κύρια ροή.

Η εγκατάσταση των οργάνων μέτρησης της στάθμης πρέπει να γίνεται σε θέσεις που βρίσκονται σε μεγάλες ευθυγραμμίες του ποταμού για να υπάρχει όσο το δυνατόν πιο μόνιμη και ομοιόμορφη ροή. Η πρόσβαση στη θέση μέτρησης πρέπει να είναι εύκολη στα συνεργεία εγκατάστασης και λειτουργίας του σταθμού αλλά και για την εκτέλεση υδρομετρήσεων. Τέλος θα πρέπει να επιλέγονται θέσεις με κάποια σταθερότητα στη διατομή για να επιτυγχάνεται όσο το δυνατόν πιο σταθερή σχέση μεταξύ στάθμης και παροχής. Η μέτρηση της στάθμης μπορεί να χαρακτηριστεί ως περιοδική, ακανόνιστη ή συνεχής, ανάλογα με τον τρόπο και τη συχνότητα μέτρησης. Περιοδική μέτρηση της στάθμης γίνεται με το σταθμήμετρο όπου ο παρατηρητής καταγράφει τη στάθμη κάθε 12 ή 24 ώρες. Ακανόνιστη μέτρηση γίνεται συνήθως στη περίπτωση που ο παρατηρητής πυκνώνει τις ημερήσιες μετρήσεις σε ακανόνιστα χρονικά διαστήματα, όταν παρατηρεί αξιόλογη αύξηση της στάθμης. Συνεχής καταγραφή της στάθμης σε ταινία γίνεται από τον σταθμηγράφο. Ανάλογα με το όργανο η ταινία του σταθμηγράφου αντικαθίσταται σε ημερήσια ή εβδομαδιαία βάση. Η καταγραφή της στάθμης στη ταινία εισάγεται στον υπολογιστή είτε με ψηφιοποιητή είτε υπολογίζεται γραφικά στο επιθυμητό χρονικό βήμα. Στην περίπτωση χρήσης ψηφιοποιητή είναι εύκολο να εξαχθούν αυτόματα πρωτογενή δεδομένα στάθμης με οποιοδήποτε χρονικό βήμα. Στην περίπτωση της γραφικής επεξεργασίας των ταινιών (η οποία εφαρμόζεται μέχρι σήμερα) η στάθμη υπολογίζεται για συγκεκριμένο χρονικό βήμα που επιλέγεται είτε από τις ανάγκες της εφαρμογής είτε από τη χρονική βάση της ταινίας.

4.1.3. Υδρομέτρηση. Είναι η ταυτόχρονη μέτρηση στάθμης και παροχής σε μία συγκεκριμένη θέση. Η διενέργεια υδρομετρήσεων σε τακτά χρονικά διαστήματα έχει σαν στόχο την συσχέτιση της παροχής που μετριέται σποραδικά, με τη στάθμη που μετριέται καθημερινά.

Κατά την εκτέλεση μιας υδρομέτρησης η στάθμη λαμβάνεται από το σταθμήμετρο στη αρχή και στο τέλος της όλης διαδικασίας. Εάν παρατηρείται

διαφορά στη στάθμη, τότε συσχετίζεται με την παροχή η μέση τιμή των δύο. Αν λειτουργούν περισσότερα από ένα σταθμήμετρα τότε μετριέται η στάθμη σε κάθε ένα από αυτά.

Η παροχή συνήθως υπολογίζεται με τη μέθοδο ταχύτητας - εμβαδού. Η διατομή χωρίζεται σε τμήματα, και στο καθένα υπολογίζεται η παροχή σαν γινόμενο της μέσης ταχύτητας ροής και του εμβαδού του τμήματος. Η συνολική παροχή είναι το άθροισμα των παροχών των επί μέρους τμημάτων. Προφανώς η ταχύτητα μεταβάλλεται στα διάφορα σημεία της διατομής και έτσι για τον υπολογισμό της μέσης ταχύτητας ροής σε κάθε τμήμα πρέπει να εξασφαλιστεί η επαρκής δειγματοληψία της ταχύτητας σε όλη τη διατομή. Ο αριθμός των σημείων μέτρησης της ταχύτητας κατά πλάτος της θέσης εξαρτάται από το μέγεθος του ποταμού και τη δυνατότητα πρόσβασης. Σε κάθε σημείο μετριέται το βάθος ροής και η ταχύτητα σε ένα ή δύο σημεία καθ' ύψος. Από θεωρητικές μελέτες έχει αποδειχτεί ότι η μέση ταχύτητα του τμήματος παρατηρείται περίπου στο 0.6 του συνολικού βάθους. Έτσι για να εκτιμηθεί η μέση ταχύτητα με μία μέτρηση αυτή γίνεται στο 0.6 του βάθους από τον πυθμένα, ενώ στη περίπτωση των μετρήσεων αυτές γίνονται στα σημεία με βάθη 0.2 και 0.8 του συνολικού.

Η μέτρηση της μέσης ταχύτητας ροής γίνεται συνήθως με τη χρήση μολίσκου. Το όργανο αυτό είναι απλής κατασκευής, αρκετά ανθεκτικό για να αντέχει σε σκληρή μεταχείριση κατά τη μέτρηση πλημμυρών. Υπάρχουν 2 κύριοι τύποι μολίσκων. Ο τύπος του κυπέλλου που είναι μία κατασκευή από 6 κύπελλα που περιστρέφονται γύρω από κατακόρυφο άξονα και ο τύπος με έλικα που περιστρέφεται σε οριζόντιο άξονα. Ο τύπος του κυπέλλου είναι πιο ανθεκτικός, αλλά βαρύτερος. Και οι δύο τύποι μολίσκων χρειάζονται ρύθμιση για τον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ της ταχύτητας του νερού και της συχνότητας περιστροφής των κυπέλλων ή της έλικας. Κάθε όργανο έχει τη δική του καμπύλη ρύθμισης και για κανονική χρήση πρέπει να ελέγχεται συστηματικά. Χρησιμοποιώντας το όργανο η συχνότητα περιστροφής σηματοδοτείται από ένα βομβητή που λειτουργεί με μπαταρία ή ψηφιακό μετρητή.

Για τον υπολογισμό των εμβαδών των τμημάτων αλλά και για τυχόν εκτίμηση της παροχής με υδραυλικούς υπολογισμούς είναι απαραίτητη η τοπογραφική αποτύπωση της διατομής. Σε ένα υδρομετρικό σταθμό η διατομή του ποταμού αποτυπώνεται και θεωρείται σταθερή εκτός εάν έχουν γίνει αλλαγές μετά από διάβαση πλημμύρας, οπότε πρέπει να γίνει εκ νέου αποτύπωση. Συνήθως σε κάθε υδρομέτρηση γίνεται μία πρόχειρη αποτύπωση της υγρής διατομής μετρώντας τα βάθη ροής σε κανονικές αποστάσεις από το ένα άκρο της διατομής. Από τις

μετρήσεις αυτές υπολογίζονται τα εμβαδά των επί μέρους τμημάτων της διατομής για τον υπολογισμό της παροχής.

Οι υδρομετρήσεις γίνονται σε ακανόνιστα χρονικά διαστήματα ανάλογα με το υδρολογικό ενδιαφέρον κάθε θέσης, αλλά και τη σταθερότητα της διατομής. Για τα Ελληνικά ποτάμια που έχουν έντονη μεταβλητότητα στις συνθήκες ροής είναι απαραίτητες τουλάχιστον δύο υδρομετρήσεις το μήνα. Σε ορισμένες περιπτώσεις μορφοποιημένων διατομών γίνονται πολύ σπάνια υδρομετρήσεις με μόνο σκοπό το προσδιορισμό του συντελεστή τραχύτητας.

4.1.4. Μέτρηση γεωμετρικών και υδραυλικών χαρακτηριστικών διατομής. Ο υπολογισμός της παροχής με υδραυλικούς υπολογισμούς γίνεται συνήθως με τη χρήση εμπειρικών σχέσεων όπως αυτές του Manning ή του Chezy. Για την εφαρμογή των σχέσεων αυτών πρέπει να είναι δεδομένα το σχήμα της διατομής, η κλίση του ποταμού στη θέση αυτή καθώς και ο συντελεστής τραχύτητας. Το σχήμα της διατομής προκύπτει από τοπογραφική αποτύπωση αν πρόκειται για ελεύθερη κοίτη ή από τα κατασκευαστικά σχέδια αν η διατομή είναι μορφοποιημένη. Η κλίση του ποταμού υπολογίζεται είτε με χωροστάθμηση είτε από τη μηκοτομή αν πρόκειται για διευθετημένο ποτάμι. Ο συντελεστής τραχύτητας είτε εκτιμάται από την κατάσταση της κοίτης του ποταμού ή του αγωγού, είτε υπολογίζεται υδραυλικά από την υδρομέτρηση που προσδιορίζει την παροχή, και επίλυση της επιλεγμένης εμπειρικής σχέσης με γνωστή την παροχή και άγνωστο το συντελεστή τραχύτητας.

4.2 Μορφή και αξιοπιστία των πρωτογενών υδρομετρικών δεδομένων

Σύμφωνα με τα προηγούμενα, τα πρωτογενή υδρομετρικά δεδομένα ανήκουν σε μια από τις ακόλουθες κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο και την παράμετρο που μετριέται.

- (α) Ημερήσιες ή δωδεκάωρες μετρήσεις στάθμης ποταμών
- (β) Μετρήσεις στάθμης σε ακανόνιστα χρονικά διαστήματα συνήθως μικρότερα της ημέρας
- (γ) Συνεχής καταγραφή της στάθμης με δυνατότητα λήψης τιμών σε οποιοδήποτε χρονικό βήμα
- (δ) Σποραδικές υδρομετρήσεις που περιλαμβάνουν ταυτόχρονες μετρήσεις στάθμης και παροχής, καθώς και πρόχειρο σχεδιάγραμμα της διατομής όπου φαίνονται τα τμήματα στα οποία χωρίστηκε κατά την υδρομέτρηση. Στο σχεδιάγραμμα των τμημάτων αυτών παρουσιάζονται τα εμβαδά τους, τα σημεία της διατομής που μετρήθηκε η ταχύτητα του νερού, καθώς και οι μετρημένες τιμές της ταχύτητας.

- (ε) Σχέδιο της διατομής στη θέση μέτρησης
- (ζ) Υδραυλικά χαρακτηριστικά του ποταμού (κλίση και συντελεστής τραχύτητας).

Όπως και στα βροχομετρικά, η αξιοπιστία των υδρομετρικών δεδομένων εξαρτάται κυρίως από την ευσυνειδησία του παρατηρητή, την καλή εγκατάσταση και συντήρηση του οργάνου και το ενδιαφέρον της υπηρεσίας για το μετρητικό δίκτυο. Έχει μεγάλη σημασία η συχνή εκτέλεση υδρομετρήσεων για την αξιοποίηση των μετρήσεων στάθμης. Σημειώνεται ότι λόγω της μεταβλητότητας των διατομών, η ύπαρξη μεγάλων διαστημάτων χωρίς υδρομετρήσεις καθιστά αναξιοποίητες και τις μετρήσεις στάθμης που υπάρχουν για τα διαστήματα αυτά. Οι πρώτοι έλεγχοι εφαρμόζονται στα σταθμημετρικά δεδομένα για τον προσδιορισμό χονδροειδών σφαλμάτων, όπως τιμές μετρήσεων εκτός του πεδίου τιμών στάθμης για το συγκεκριμένο σημείο. Επίσης γίνεται σύγκριση μεταξύ των ενδείξεων σταθμημέτρου και σταθμηγράφου. Αν υπάρχει συστηματικό σφάλμα τότε διορθώνονται τα δεδομένα του σταθμηγράφου. Οι βλάβες που περιγράφηκαν για το βροχογράφο ισχύουν και για το σταθμηγράφο. Επίσης, λάθος τοποθέτηση της ταινίας ή κακή ρύθμιση του οργάνου έχει σαν αποτέλεσμα να χαθούν οι μέγιστες τιμές της στάθμης. Ειδικά για τις υδρομετρήσεις είναι δυνατόν να ελεγχθεί οι αξιοπιστία τους κατά τη φάση κατάρτισης των καμπυλών στάθμης-παροχής.

Τα στοιχεία που προκύπτουν από τη διόρθωση ή απόρριψη των λανθασμένων τιμών είναι ακόμη πρωτογενή. Οι χρονοσειρές στάθμης μπορεί να περιέχουν περιόδους με έλλειψη μετρήσεων εξαιτίας απώλειας του σταθμημέτρου, βλάβης του σταθμηγράφου ή κώλυμα στη λήψη μέτρησης από τον παρατηρητή. Συνηθισμένη είναι και η απόρριψη λανθασμένων τιμών από την παρατηρημένη χρονοσειρά.

4.3 Δευτερογενή υδρομετρικά δεδομένα

Τα πρωτογενή υδρομετρικά δεδομένα δεν είναι άμεσα αξιοποιήσιμα και χρειάζεται παραπέρα επεξεργασία για την κατάρτιση χρονοσειρών παροχής. Ο χειρισμός των υδρομετρικών δεδομένων απαιτεί προσοχή, εμπειρία και γνώση της συγκεκριμένης θέσης για την οποία θα υπολογιστούν οι χρονοσειρές των παροχών. Χαρακτηριστικό είναι ότι η χρήση των ίδιων πρωτογενών δεδομένων από διαφορετικούς μελετητές, θα δώσει διαφορετικές χρονοσειρές παροχής. Για το λόγο αυτό η βάση δεδομένων θα πρέπει να διαθέτει στους χρήστες όλα τα απαραίτητα στοιχεία για τον υπολογισμό της παροχής. Οι υπολογισμένες παροχές που θα διατίθενται στον χρήστη, θα πρέπει να συνοδεύονται από έκθεση που αναφέρεται στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν.

Συνήθως για τον υπολογισμό της παροχής ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

- (α) Κατάρτιση των καμπυλών στάθμης - παροχής με βάση τις υπάρχουσες υδρομετρήσεις.
- (β) Αν δεν υπάρχουν υδρομετρήσεις ή αν υπάρχουν αλλά δεν καλύπτουν τις υψηλές στάθμες, ρυθμίζονται οι εμπειρικοί τύποι με βάση τα γεωμετρικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά της διατομής.
- (γ) Υπολογίζονται οι παροχές από τις μετρημένες στάθμες με τη χρήση των παραπάνω μεθόδων.

Οι παροχές υπολογίζονται με το ίδιο χρονικό βήμα που μετριοούνται οι στάθμες, δηλαδή ημερήσιες εφόσον υπάρχει σταθμήμετρο, ή σε οποιοδήποτε χρονικό βήμα εφόσον υπάρχει σταθμηγράφος. Στην δεύτερη περίπτωση οι μέσες ημερήσιες παροχές υπολογίζονται από τις ωριαίες. Οι μέσες ημερήσιες σειρές ελέγχονται και κατόπιν υπολογίζονται οι μέσες μηνιαίες και μέσες ετήσιες χρονοσειρές. Τα στατιστικά χαρακτηριστικά υπολογίζονται μόνο για τις χρονοσειρές της παροχής και είναι τα ίδια με αυτά της βροχής. Σύμφωνα με τα προηγούμενα, τα δεδομένα που προτείνεται να δίδονται από τη βάση είναι τα παρακάτω.

- (α) Οι πρωτογενείς ημερήσιες και ωριαίες στάθμες, καθώς και αυτές που μετρήθηκαν σε ακανόνιστα χρονικά διαστήματα.
- (β) Από τα πρωτογενή δεδομένα των υδρομετρήσεων, θα διατίθενται οι στάθμες από τα διάφορα σταθμήμετρα, η υπολογισμένη παροχή και η ημερομηνία που έγινε η υδρομέτρηση.
- (γ) Το σχεδιάγραμμα της διατομής καθώς και τα υδραυλικά χαρακτηριστικά, δηλαδή η κλίση του ποταμού και ο συντελεστής τραχύτητας.
- (δ) Ημερήσιες, μηνιαίες και ετήσιες παροχές μαζί με περιληπτική αναφορά για τον τρόπο που υπολογίστηκαν, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν και το χρονικό διάστημα επεξεργασίας.
- (ε) Οι μέγιστες και ελάχιστες ημερήσιες παροχές κάθε μήνα και έτους.

5. ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗ

5.1 Γενικά

Στερεοπαροχή των φυσικών ή τεχνητών υδατορευμάτων είναι η μεταφορά προς τα κατάντη των στερεών εδαφικών υλικών από το νερό του υδατορεύματος. Ορίζεται ως η μάζα των φερτών υλικών που διέρχονται από συγκεκριμένη διατομή στη μονάδα χρόνου. Η στερεοπαροχή είναι σημαντικό μέγεθος για τη λειτουργία των υδραυλικών έργων, κυρίως δε για το σχεδιασμό και λειτουργία τεχνητών ταμιευτήρων. Στους τελευταίους είναι απαραίτητο να εκτιμηθεί ο όγκος που θα καταλάβουν τα φερτά υλικά κατά το διάστημα λειτουργίας του ταμιευτήρα, έτσι ώστε να εκτιμηθεί ο απαραίτητος νεκρός όγκος.

Η μεταφορά φερτών γίνεται είτε με αιώρηση είτε με σύρση. Τα λεπτόκοκκα υλικά που λόγω τύρβης ανυψώνονται από τον πυθμένα και παρασύρονται κατάντη, μεταφέρονται αιωρούμενα σε μεγάλες αποστάσεις. Με σύρση μεταφέρονται τα χονδρόκοκα υλικά που είτε ολισθαίνουν είτε κυλούν στη κοίτη από υδροδυναμικές ωθήσεις.

Η εκτίμηση της στερεοπαροχής ενός υδατορεύματος είναι μια αρκετά δύσκολη υπόθεση. Έχουν αναπτυχθεί ποικίλες μεθοδολογίες για τον προσδιορισμό της ποσότητας των φερτών από αιώρηση και σύρση. Η στερεοπαροχή με αιώρηση γίνεται από πολύπλοκους υδροδυναμικούς μηχανισμούς ένας από τους οποίους είναι η τύρβη της ροής. Για τον υπολογισμό της εφαρμόζονται συνήθως οι μέθοδοι Lane (1940) και Einstein (1964). Η στερεοπαροχή με σύρση εξαρτάται κυρίως από την κοκκομετρική σύνθεση και τη συνοχή των φερτών και υπολογίζεται συνήθως με τις σχέσεις Du Boys (1879), Schoklitsch (1935), Shields (1936), Kalinske (1947), Einstein (1950). Για την εφαρμογή όλων των παραπάνω σχέσεων απαιτούνται οι παρακάτω κατηγορίες δεδομένων.

- (α) Γεωμετρικά χαρακτηριστικά ποταμού και διατομής
- (β) Μηχανικά χαρακτηριστικά, πυκνότητα και κοκκομετρία φερτών
- (γ) Δεδομένα παροχής

Για την απλοποίηση των υπολογισμών αλλά και βελτίωση των θεωρητικών σχέσεων των παραπάνω μεθόδων, είναι απαραίτητη η συστηματική μέτρηση της στερεοπαροχής. Οι μετρήσεις γίνονται ταυτόχρονα με τη μέτρηση παροχής, με σκοπό την κατάρτιση μιας σχέσης που συνδέει τις δύο μεταβλητές τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Με βάση τις καμπύλες παροχής-στερεοπαροχής και τις υπολογισμένες παροχές, από τις στάθμες, υπολογίζεται η στερεοπαροχή στο ίδιο χρονικό βήμα με την παροχή.

5.2. Μέτρηση δεδομένων στερεοπαροχής

Τα δεδομένα που μετριοούνται για την εκτίμηση της στερεοπαροχής ανήκουν σε δύο κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο υπολογισμού.

Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται τα δεδομένα που απαιτούνται για τον υπολογισμό της στερεοπαροχής με βάση τις θεωρητικές και εμπειρικές σχέσεις που αναφέρθηκαν προηγούμενα. Για εφαρμογή των σχέσεων αυτών απαιτείται να είναι γνωστά: η κλίση του ποταμού στη θέση μέτρησης, η διατομή έτσι ώστε να είναι γνωστή η σχέση στάθμης-πλάτους-υδραυλικής ακτίνας, η πυκνότητα και η κοκκομετρική σύσταση των φερτών υλικών. Τα γεωμετρικά στοιχεία του ποταμού και της διατομής λαμβάνονται από την τοπογραφική αποτύπωση. Η κοκκομετρική σύσταση των φερτών προσδιορίζεται με τη χρήση κόσκινων ή με υδραυλικές μεθόδους.

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκει η απευθείας μέτρηση της στερεοπαροχής που γίνεται ταυτόχρονα με τη μέτρηση της παροχής. Τα όργανα και η διαδικασία των μετρήσεων είναι διαφορετικά στη μέτρηση αιωρούμενων η συρόμενων φερτών υλικών. Η μέτρηση φερτών που μεταφέρονται με αιώρηση γίνεται με τη χρήση δειγματοληπτών που μετράνε τη συγκέντρωση των αιωρούμενων φερτών σε συγκεκριμένα σημεία της διατομής. Ο συνήθης τύπος δειγματολήπτη αποτελείται από φιάλη υποδοχής νερού, ακροφύσιο εισροής, σύστημα εξαερισμού και μηχανισμό κλεισίματος και ανοίγματος. Η δειγματοληψία γίνεται με τη βύθιση του δειγματολήπτη και τον υπολογισμό του χρόνου που θα πρέπει να παραμείνει ανοικτός για να γεμίσει η φιάλη με γνωστό όγκο. Ο υπολογισμός του χρόνου δειγματοληψίας γίνεται με βάση το βάθος και την ταχύτητα του νερού. Από το δείγμα υπολογίζεται εγαστηριακά η συγκέντρωση των αιωρούμενων φερτών σε μέρη ανά εκατομμύριο (p.p.m.). Η συγκέντρωση μετρείται στα σημεία της διατομής στα οποία μετρήθηκε η ταχύτητα του νερού. Η μέτρηση της ταχύτητας προηγείται πάντα της μέτρησης της συγκέντρωσης. Όπως έχει περιγραφεί προηγουμένως, κατά την εκτέλεση της υδρομέτρησης, η διατομή χωρίζεται σε τμήματα ενώ σε κάθε τμήμα η ταχύτητα μετρείται σε ένα ή δύο βάθη. Έτσι αν η συγκέντρωση έχει μετρηθεί σε δύο βάθη του ίδιου τμήματος, σαν μέσος όρος του τμήματος λαμβάνεται ο μέσος όρος των δύο μετρήσεων. Η συνολική συγκέντρωση της διατομής υπολογίζεται σαν το άθροισμα των γινομένων της παροχής επί τη συγκέντρωση κάθε τμήματος, προς τη συνολική παροχή της διατομής. Η συνολική συγκέντρωση που εκφράζεται σε kg/m^3 πολλαπλασιάζεται με την παροχή (m^3/sec) και υπολογίζεται η παροχή αιωρούμενων φερτών σε kg/sec .

Η μέτρηση των συρόμενων φερτών υλικών γίνεται πολύ πιο δύσκολα εξαιτίας της μεγαλύτερης διαμέτρου των υλικών σε σχέση με τα αιωρούμενα και της μεγάλης συρτικής δύναμης που συνήθως αχρηστεύει τα όργανα μέτρησης. Η μέτρηση γίνεται με χρήση δειγματοληπτών διαφόρων τύπων που παγιδεύουν τα συρόμενα φερτά. Η στερεοπαροχή προσδιορίζεται με βάση την ποσότητα των φερτών που παγιδεύονται στη μονάδα χρόνου. Στην Ελλάδα δεν γίνονται συστηματικές μετρήσεις στερεοπαροχής με σύρση. Αυτή υπολογίζεται εμπειρικά είτε με βάση τη στερεοπαροχή των αιωρούμενων φερτών είτε με βάση τις μεθόδους που προαναφέρθηκαν.

5.3. Πρωτογενή δεδομένα στερεοπαροχής

Τα πρωτογενή δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της στερεοπαροχής ανήκουν σε μία από τις παρακάτω κατηγορίες:

- (α) Κλίση ποταμού και σχεδιάγραμμα διατομής
- (β) Κοκκομετρική διαβάθμιση (ποσοστό φερτών ανά διάστημα διαμέτρων κόκκου) και πυκνότητα φερτών
- (γ) Ταυτόχρονη μέτρηση παροχής και στερεοπαροχής που συνοδεύεται από σχεδιάγραμμα της διατομής. Σ αυτό παρουσιάζονται τα τμήματα στα οποία χωρίστηκε η διατομή για να εκτελεστεί η υδρομέτρηση, το εμβαδόν των τμημάτων αυτών, οι μέσες ταχύτητες και οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων φερτών ανά τμήμα.
- (δ) Δεδομένα της υπολογισμένης παροχής στο κατάλληλο χρονικό βήμα, απαραίτητα για τον υπολογισμό της στερεοπαροχής με οποιαδήποτε μέθοδο.

Η ακρίβεια των μετρήσεων εξαρτάται από τους ίδιους παράγοντες που επηρεάζουν και τα δεδομένα παροχής, ενώ η ιδιαιτερότητα των μεθόδων αλλά και η φύση της μεταβλητής έχει συμβάλει στην ανυπαρξία μεθόδων αξιολόγησης δεδομένων στερεοπαροχής.

5.4. Δευτερογενή δεδομένα στερεοπαροχής.

Ο υπολογισμός της στερεοπαροχής, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, γίνεται είτε με τη χρήση των θεωρητικών τύπων είτε με την κατάρτιση των καμπυλών παροχής - στερεοπαροχής. Οι στερεοπαροχές εξάγονται από τις υπολογισμένες παροχές στο ίδιο χρονικό βήμα κατόπιν δε συναθροίζονται σε μηνιαίες και ετήσιες.

Η σπανιότητα των μετρήσεων, η αβεβαιότητα των μεθόδων αλλά και η χρήση της μεταβλητής δεν καθιστά απαραίτητο τον υπολογισμό ημερήσιων τιμών και

χρονοσειρών μεγίστων και ελαχίστων. Έτσι τα δεδομένα που προτείνουμε να διατίθενται από τη βάση είναι τα παρακάτω:

- (α) Το διάγραμμα της διατομής και η κλίση του ποταμού
- (β) Τα δεδομένα των κοινών μετρήσεων παροχής και στερεοπαροχής που θα περιλαμβάνουν τις τιμές στάθμης, παροχής, στερεοπαροχής και ημερομηνία της μέτρησης. Τα υπόλοιπα δεδομένα είναι δυνατόν να αρχειοθετούνται σε αρχεία εικόνας, και να διατίθενται σε αυτή τη μορφή εφόσον κριθεί σκόπιμο.
- (γ) Μηνιαίες και ετήσιες τιμές της στερεοπαροχής μαζί με περιληπτική αναφορά για τη μέθοδο υπολογισμού που χρησιμοποιήθηκε. Για τις μηνιαίες και ετήσιες χρονοσειρές θα διατίθενται και τα στατιστικά χαρακτηριστικά τους

6. ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ

6.1. Γενικά

Οι υδρολογικές μεταβλητές που συνδέονται με τη λειτουργία των φυσικών ή τεχνητών ταμιευτήρων είναι το απόθεμα, ο όγκος των υπόγειων διαρροών, η υπερχειλίση, το εμβαδόν της ελεύθερης επιφάνειας και ο όγκος των απολήψεων. Οι μεταβλητές αυτές συνδέονται άμεσα με την παροχή, όπως περιγράφηκε προηγουμένως και είναι πολύ σημαντικές για τη διαχείριση των υδατικών πόρων. Με τη χρήση τους μπορεί να υπολογιστεί η επιφανειακή εισροή στον ταμιευτήρα, μέγεθος που ενδιαφέρει το χρήστη, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις τεχνητών ταμιευτήρων. Ο υπολογισμός των μεταβλητών αυτών απαιτεί μεγάλη ποικιλία από πρωτογενή στοιχεία των οποίων η μορφή μπορεί να διαφέρει ανά περίπτωση.

6.2. Όργανα και χρονική βάση μέτρησης δεδομένων λειτουργίας ταμιευτήρων

Η βασική μεταβλητή που μετριέται είναι η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας του ταμιευτήρα. Η μέτρηση της γίνεται συνήθως με σταθμήμετρο και σπάνια με σταθμηγράφο. Ο τρόπος λειτουργίας και η χρονική βάση μέτρησης των δυο οργάνων περιγράφηκε προηγουμένως στο κεφάλαιο της παροχής. Το εμβαδόν της ελεύθερης επιφάνειας και το απόθεμα του ταμιευτήρα υπολογίζονται από τις καμπύλες στάθμης επιφάνειας και στάθμης όγκου του ταμιευτήρα. Η κατάρτιση των καμπυλών αυτών γίνεται με χρήση τοπογραφικών χαρτών (συνήθως σε κλίμακα 1:5000) και είναι δεδομένη για κάθε ταμιευτήρα.

Ο υπολογισμός του όγκου των υπογείων διαφυγών γίνεται από εμπειρικές σχέσεις που τις συνδέουν με τη στάθμη. Οι σχέσεις αυτές ρυθμίζονται με βάση γνωστές στάθμες και υπόγειες διαφυγές. Οι τελευταίες εκτιμώνται με τη μέθοδο του υδατικού ισοζυγίου, που προϋποθέτει όμως ακριβή μέτρηση της επιφανειακής εισροής και εξάτμισης στον ταμιευτήρα. Πολλές φορές γίνεται άμεση μέτρηση των απωλειών όπως για παράδειγμα στο φράγμα του Μόρνου (Στοά Πύρνου).

Η υπερχειλίση υπολογίζεται από τη στάθμη είτε με τη χρήση της καμπύλης του υπερχειλιστή αν ο ταμιευτήρας είναι τεχνητός, είτε από τον υπολογισμό της παροχής διωρύγων που συνδέουν τον ταμιευτήρα με άλλες εξόδους, όπως στο σύστημα Υλίκης-Παραλίμνης-θάλασσας. Η καμπύλη του υπερχειλιστή καταρτίζεται συνήθως από τον μελετητή ή τον κατασκευαστή, με βάση τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του. Η υπερχειλίση, οι υπόγειες διαφυγές και οι απολήψεις από διώρυγες, σήραγγες

(σωλήνες) κλπ., μετριοούνται με τη χρήση υδραυλικών μεθόδων. Οι μετρήσεις αυτές γίνονται συνήθως σε **ημερήσια** ή ακανόνιστη χρονική βάση.

Οι απολήψεις μετριοούνται άμεσα είτε από όργανα μέτρησης παροχής είτε από δεδομένα λειτουργίας αντλιών ή υδροστροβίλων. Για τον υπολογισμό των απολήψεων που γίνονται με τη χρήση αντλιών, μετριοούνται οι ώρες λειτουργίας τους και με βάση την ισχύ των αντλιών υπολογίζεται ο όγκος των απολήψεων. Όταν η απόληψη γίνεται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καταγράφεται η ποσότητα της ενέργειας που παράγεται που μαζί με τα υδραυλικά χαρακτηριστικά των υδροστροβίλων χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του όγκου νερού που χρησιμοποιήθηκε. Οι μετρήσεις αυτές γίνονται σε ακανόνιστα χρονικά διαστήματα.

6.3. Μορφή και αξιοπιστία πρωτογενών δεδομένων λειτουργίας ταμιευτήρων.

Τα πρωτογενή δεδομένα λειτουργίας των ταμιευτήρων ανήκουν σε μία από τις παρακάτω κατηγορίες.

- (α) Ημερήσιες ή ακανόνιστες μετρήσεις στάθμης της ελεύθερης επιφάνειας
- (β) Συνεχής καταγραφή της στάθμης
- (γ) Καμπύλες στάθμης-επιφάνειας-όγκου του ταμιευτήρα *
- (δ) Καμπύλες στάθμης ταμιευτήρα - παροχής υπερχειλιστή*
- (ε) Μετρήσεις στάθμης διωρύγων ή υπερχειλιστών και υδραυλικά χαρακτηριστικά τους
- (στ) Ισχύς και ώρες λειτουργίας των αντλιών
- (ς) Παραγόμενη ενέργεια και υδραυλικά χαρακτηριστικά των υδροστροβίλων.

Η αξιοπιστία των δεδομένων εξαρτάται από παράγοντες που προαναφέρθηκαν. Πάντως η εύκολη καταγραφή, η άμεση πρόσβαση στα όργανα μέτρησης και το ενδιαφέρον των υπηρεσιών για διαχειριστικούς λόγους, είναι παράγοντες που συντελούν στην ικανοποιητική αξιοπιστία των δεδομένων. Εκτός από τους ελέγχους για χονδροειδή σφάλματα που περιγράφηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια, η ιδιαιτερότητα των δεδομένων αυτών κάνει δύσκολη την καταγραφή των μεθόδων που μπορούν χρησιμοποιηθούν για έλεγχο της αξιοπιστίας τους. Πάντως οι υπηρεσίες που χρησιμοποιούν τα δεδομένα αυτά για τη διαχείριση των ταμιευτήρων, μπορούν από εμπειρία να εντοπίσουν ανακριβή ή αναξιόπιστα δεδομένα.

* Οι καμπύλες στάθμης-επιφάνειας-όγκου και στάθμης-παροχής του υπερχειλιστή αποτελούν χαρακτηριστικά και γενικά δεν αλλάζουν

6.4. Δευτερογενή δεδομένα λειτουργίας ταμιευτήρων

Ο υπολογισμός ορισμένων μεταβλητών που σχετίζονται με τη λειτουργία ταμιευτήρων απαιτεί εμπειρία, γνώση του συγκεκριμένου ταμιευτήρα και χειρισμό πλήθους μετρήσεων που εξαρτώνται από τη μέθοδο μέτρησης και τη μεταβλητή που υπολογίζεται. Οι υπηρεσίες που λειτουργούν τους ταμιευτήρες, εκδίδουν υπολογισμένες χρονοσειρές με βάση στοιχεία που διαθέτουν. Για το λόγο αυτό και ειδικότερα για τις μεταβλητές υπερχειλίση, υπόγεια διαφυγή και απόληψη, δεν θεωρείται απαραίτητο να καταχωρούνται στη βάση όλα τα πρωτογενή δεδομένα που περιγράφηκαν παραπάνω, αλλά οι υπολογισμένες χρονοσειρές. Έτσι τα δεδομένα που προτείνουμε να διατίθενται από τη βάση είναι:

- (α) Ημερήσιες στάθμες ελεύθερης επιφάνειας
- (β) Καμπύλες στάθμης-επιφάνειας, στάθμης-όγκου του ταμιευτήρα
- (γ) Καμπύλες στάθμης ταμιευτήρα - παροχής υπερχειλιστή
- (δ) Χρονοσειρά αποθέματος την πρώτη ημέρα κάθε μήνα
- (ε) Χρονοσειρά εμβαδού επιφάνειας την πρώτη ημέρα κάθε μήνα
- (στ) Υπόγειες διαφυγές (ημερήσιες, μηνιαίες)
- (ζ) Υπερχειλίσεις (ημερήσιες, μηνιαίες)
- (η) Συνολικές απολήψεις από τον ταμιευτήρα (ημερήσιες, μηνιαίες)

Εκτός από τα παραπάνω δεδομένα είναι δυνατόν να αρχειοθετηθούν σε αρχεία εικόνας ορισμένα από τα πρωτογενή δεδομένα λειτουργίας ταμιευτήρων. Για τις χρονοσειρές που ανήκουν στις τρεις τελευταίες κατηγορίες θα υπολογίζονται και τα στατιστικά χαρακτηριστικά.

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

7.1 Γενικά

Τα πρωτογενή υδρολογικά δεδομένα των υδρολογικών μεταβλητών που εξετάσαμε, έχουν μεγάλη ποικιλία ανάλογα με τη μορφή που βρίσκονται και την επεξεργασία που απαιτείται για την παραγωγή αξιόπιστων δευτερογενών χρονοσειρών. Οι τιμές των επεξεργασμένων χρονοσειρών είναι δυνατόν να μεταβάλλονται: (1) με προσθήκη νέων πρωτογενών δεδομένων, (2) με αναθεώρηση των μεθόδων υπολογισμού, ή (3) με τη διαφοροποίηση του τρόπου που χρησιμοποιούν τα δεδομένα διαφορετικοί χρήστες που εκτελούν μια συγκεκριμένη επεξεργασία. Το γεγονός αυτό κάνει απαραίτητη τη διάθεση από τη βάση όλων των δυνατών πρωτογενών δεδομένων, που θα επιτρέψουν στον κάθε χρήστη να παράγει τη χρονοσειρά με τον τρόπο ή τη μέθοδο που επιθυμεί. Βέβαια η βάση δεδομένων πρέπει να παράγει επεξεργασμένα δεδομένα για τη διευκόλυνση μεγάλου μέρους των χρηστών. Αυτά θα πρέπει να συνοδεύονται από περιληπτική αναφορά της μεθόδου που ακολουθήθηκε, των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν, του χρονικού διαστήματος επεξεργασίας, της ημερομηνίας που έγινε η επεξεργασία καθώς και του ατόμου ή της Υπηρεσίας που την έκανε. Επί πλέον η βάση θα διαθέτει στους χρήστες τα στατιστικά χαρακτηριστικά ορισμένων χρονοσειρών. Στην παρούσα φάση του έργου, δεν θα διατίθενται πολύπλοκες επεξεργασίες όπως π.χ. μοντελοποίηση, παραγωγή συνθετικών σειρών, στατιστική επεξεργασία κλπ., οι οποίες ξεφεύγουν από το βασικό στόχο που είναι η παροχή δεδομένων.

Επίσης υπάρχουν πολλά πρωτογενή δεδομένα που λόγω της ιδιαιτερότητάς τους, οι Υπηρεσίες που τα συλλέγουν διαθέτουν μόνο τις επεξεργασμένες χρονοσειρές. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι οι εκροές από ένα ταμιευτήρα, που για να υπολογιστούν θα πρέπει να γίνει επεξεργασία διαφόρων στοιχείων όπως ώρες λειτουργίας των αντλιών, παραγόμενη ενέργεια, υδρομετρικά δεδομένα κάποιου καναλιού κλπ. Τα δεδομένα αυτά έχουν μια ποικιλία μορφών που ίσως είναι δύσκολο να προβλεφθεί για να γίνει ο απαιτούμενος σχεδιασμός της βάσης δεδομένων. Η επεξεργασία τους είναι δύσκολη από έναν οποιονδήποτε χρήστη που δεν ξέρει τη συγκεκριμένη λειτουργία της μεταβλητής. Για το λόγο αυτό τα δεδομένα θα πρέπει να επεξεργάζονται οι αντίστοιχες Υπηρεσίες, να εισάγονται δε στη βάση μόνο οι επεξεργασμένες χρονοσειρές, οι οποίες και θα διατίθενται. Είναι δυνατόν εφόσον κριθεί σκόπιμο, ορισμένοι τύποι δεδομένων αφού σαρωθούν με scanner, να εισαχθούν στη βάση δεδομένων με τη μορφή αρχείου εικόνας.

7.2. Συγκεντρωτική παρουσίαση πρωτογενών δευτερογενών και επεξεργασμένων δεδομένων.

Στις επόμενες σελίδες παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα πρωτογενή, επεξεργασμένα (παράγωγα) και δευτερογενή δεδομένα που προτείνουμε να διατίθενται από τη βάση δεδομένων, σε αντιστοιχία με τα σχετικά δεδομένα των φακέλων των υπηρεσιών. Επίσης παρουσιάζονται οι διάφορες σταθερές των σταθμών και των χρονοσειρών, καθώς και σχόλια για την επιλογή και τον τρόπο αρχειοθέτησης των δεδομένων αυτών.

ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΚΕΛΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΑΣΗΣ	ΣΤΑΘΕΡΕΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΑΣΗΣ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΑΣΗΣ	ΣΧΟΛΙΑ
1. Δωδεκάωρα, ημερήσια ή ακανόνιστα ύψη βροχής	-Ελεγμένα δωδεκάωρα, ημερήσια ή ακανόνιστα ύψη βροχής	-Στατιστικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών	- Διορθωμένα και συμπληρωμένα μηνιαία, ετήσια ύψη βροχής	- Μηνιαία, ετήσια ύψη βροχής	Μαζί με τις χρονοσειρές διατίθεται αναφορά για τον τρόπο επεξεργασίας Τα μέγιστα των 24, 48, 72, ωρών μπορούν να εξάγονται από τα ημερήσια ύψη.
2.Ταινίες βροχογράφων	- Ύψη βροχής σε δεδομένο χρονικό βήμα			- Μέγιστα ύψη βροχής για κάθε υδρολογικό έτος για διάρκειες 5', 10', 15', 30', 1h, 2h, 6h, 12h, 24h, 48h, 72h	Το μικρότερο χρονικό βήμα μπορεί να είναι τα 5 λεπτά.

ΧΙΟΝΟΠΤΩΣΗ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΚΕΛΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΑΣΗΣ	ΣΤΑΘΕΡΕΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΑΣΗΣ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΑΣΗΣ	ΣΧΟΛΙΑ
1. Ημερήσιο ή ακανόνιστο συνολικό ύψος βροχής χιονιού	Ελεγμένα ημερήσια ή ακανόνιστα συνολικά ύψη κατακρημνισμάτων	- Στατιστικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών		Χρονοσειρά μηνιαίων, ετήσιων, υψών κατακρημνισμάτων	
2. Ημερήσιο ή ακανόνιστο ισοδύναμο ύψος χιονιού σε χιλιοστά	Ελεγμένα ημερήσια ή ακανόνιστα ισοδύναμα ύψη χιονιού σε χιλιοστά	- Στατιστικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών		Μηνιαία, ετήσια ύψη χιονιού σε χιλιοστά	
3. Δωδεκάωρο, ημερήσιο πάχος φρέσκου χιονιού	Ελεγμένα δωδεκάωρα, ημερήσια πάχη φρέσκου χιονιού				
4. Ημερήσιο πάχος συσσωρευμένου χιονιού	Ελεγμένα ημερήσια πάχη συσσωρευμένου χιονιού	- Στατιστικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών		Μηνιαίο πάχος συσσωρευμένου χιονιού	
5. Διάρκεια χιονόπτωσης					Δεν εισάγεται στη βάση

ΣΤΑΘΜΗ -ΠΑΡΟΧΗ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΚΕΛΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΑΣΗΣ	ΣΤΑΘΕΡΕΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΑΣΗΣ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΑΣΗΣ	ΣΧΟΛΙΑ
1. Δωδεκάωρες ημερήσιες ή ακανόνιστες στάθμες		- Στατιστικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών	- Ημερήσιες, μηνιαίες και ετήσιες παροχές που υπολογίζονται με βάση τις στάθμες - Μέγιστες και ελάχιστες ημερήσιες παροχές κάθε μήνα και κάθε έτους		Μαζί με τις χρονοσειρές διατίθεται αναφορά για τον τρόπο επεξεργασίας
2. Συνεχής καταγραφή της στάθμης	- Ωριαίες στάθμες	- Στατιστικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών	- Ωριαίες παροχές που υπολογίζονται με βάση τα παραπάνω στοιχεία, - Μέγιστες ωριαίες παροχές		Εξετάζεται η χορή- γηση στάθμης σε οποιοδήποτε χρονικό βήμα. Μαζί με τις χρονοσειρές διατίθεται και αναφορά για τον τρόπο επεξεργασίας

ΣΤΑΘΜΗ - ΠΑΡΟΧΗ (συνέχεια)

<p>3. Δεδομένα υδρομετρήσεων που περιλαμβάνουν</p> <p>α. Μετρήσεις στάθμης σε ένα ή περισσότερα σταθμήμετρα</p> <p>β. Σχεδιάγραμμα τμημάτων που χωρίστηκε η διατομή κατά την υδρομέτρηση</p> <p>γ. Εμβαδά περιοχών</p> <p>δ. Ταχύτητες που μετρήθηκαν σε κάθε περιοχή</p> <p>ε. Υπολογισμένη παροχή με βάση τα δύο προηγούμενα δεδομένα</p>	<p>- Δεδομένα υδρομετρήσεων που περιλαμβάνουν:</p> <p>α. Ημερομηνία</p> <p>β. Μετρήσεις στάθμης σε ένα ή περισσότερα σταθμήμετρα</p> <p>γ. Μέτρηση παροχής</p>				<p>Οι κατηγορίες β, γ, δ των δεδομένων των φακέλων μπορούν να καταχωρηθούν στο μέλλον</p> <p>Ο υπολογισμός της παροχής κατά την υδρομέτρηση γίνεται από την υπηρεσία και θεωρείται πρωτογενές δεδομένο.</p>
<p>4. Σχέδιο της διατομής στη θέση μέτρησης και υδραυλικά χαρακτηριστικά ποταμού (κλίση-τραχύτητα)</p>		<p>- Κλίση και συντελεστής τραχύτητας του ποταμού καθώς αναφορά για τον τρόπο που εκτιμήθηκε</p>			

ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΚΕΛΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΑΣΗΣ	ΣΤΑΘΕΡΕΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΑΣΗΣ	ΣΧΟΛΙΑ
1. Σχέδιο της διατομής και κλίση ποταμού στη θέση μέτρησης		-Η διατομή διατίθεται με τη μορφή σημειοσυνόλου που περιλαμβάνει ζεύγη σημείων (απόσταση από αρχή διατομής - βάθος)		

ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗ (συνέχεια)

<p>2. Δεδομένα ταυτόχρο-νων μετρήσεων παροχής και στερεοπαροχής που περιλαμβάνουν</p> <p>α. Μετρήσεις στάθμης σε ένα ή περισσότερα σταθμήμετρα</p> <p>β. Σχεδιάγραμμα τμημά-των που χωρίστηκε η διατομή κατά την υδρομέτρηση</p> <p>γ. Εμβαδά περιοχών</p> <p>δ. Ταχύτητες που μετρή-θηκαν σε κάθε περιοχή</p> <p>ε. Υπολογισμένη παροχή με βάση τα δύο προηγούμενα δεδομένα</p> <p>στ. Συγκεντρώσεις αιωρούμενων στα σημεία που μετρήθηκαν ταχύτητες</p> <p>ζ. Μέτρηση στερεοπαροχής που προκύπτει από τα προηγούμενα δεδομένα</p>	<p>- Δεδομένα μετρήσεων παροχής -στερεοπαροχής που περιλαμβάνουν:</p> <p>α. Ημερομηνία</p> <p>β. Μέτρηση παροχής</p> <p>γ. Μέτρηση στερεοπαροχής</p>	<p>- Στατιστικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών</p>	<p>- Μηνιαίες και ετήσιες τιμές της στερεοπαροχής που υπολογίζονται με βάση τα παραπάνω στοιχεία</p>	<p>Οι κατηγορίες α, β, γ, δ, στ των δεδομένων των φακέλων μπορούν να καταχωρηθούν στο μέλλον . Ο υπολογισμός της παροχής και της στερεοπαροχής κατά τη μέτρηση γίνεται από την υπηρεσία και θεωρείται πρωτογενές δεδομένο. Μαζί με τις χρονοσειρές διατίθεται αναφορά για τον τρόπο επεξεργασίας</p>
<p>3. Κοκκομετρική ανάλυση φερτών</p>				<p>Δεν εισάγεται στη βάση</p>

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΦΑΚΕΛΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΑΣΗΣ	ΣΤΑΘΕΡΕΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΑΣΗΣ	ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΑΣΗΣ	ΣΧΟΛΙΑ
1. Ημερήσιες ή ακανόνιστες μετρήσεις στάθμης	- Ελεγμένες ημερήσιες ή ακανόνιστες μετρήσεις στάθμης				
2. Συνεχής καταγραφή στάθμης	- Ωριαίες στάθμες				
3. Καμπύλες στάθμης - επιφάνειας - όγκου ταμιευτήρα	Οι καμπύλες διατίθενται με τη μορφή σημειοσυνόλου που περιλαμβάνει τριάδες σημείων (στάθμη - επιφάνεια - όγκος ταμιευτήρα)		Χρονοσειρά του αποθέματος και του εμβαδού της επιφάνειας που υπολογίζονται με βάση τα προηγούμενα.		
4. Καμπύλες στάθμης ταμιευτήρα - παροχής υπερχειλιστή ή άλλης υδραυλικής κατασκευής	- Οι καμπύλες διατίθενται με τη μορφή σημειοσυνόλου που περιλαμβάνει ζεύγη σημείων (στάθμη - παροχή υπερχειλιστή)		- Χρονοσειρά μηνιαίων υπερχειλίσεων όπως υπολογίζεται από την υπηρεσία		

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΩΝ (συνέχεια)

5. Μετρήσεις στάθμης διωρύγων, υπερχειλιστών και υδραυλικά χαρακτηριστικά των κατασκευών αυτών.		Στατιστικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών	- Χρονοσειρά μηνιαίων υπόγειων διαφυγών όπως υπολογίζεται από την υπηρεσία		
6. Ώρες λειτουργίας και ισχύς αντλιών		Στατιστικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών			Πιθανή καταχώρηση στο μέλλον
7. Παραγόμενη ενέργεια και υδραυλικά χαρακτηριστικά ταμιευτήρα		Στατιστικά χαρακτηριστικά χρονοσειρών	Χρονοσειρά μηνιαίων απολήψεων από ταμιευτήρα όπως αυτή υπολογίζεται από την υπηρεσία		Πιθανή καταχώρηση στο μέλλον

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Chow V. T. 1988 *Applied Hydrology*. Mc Graw Hill.
- Du Boys, P. 1879 *Le Rhone et les rivieres a lit affouillable*. Annales des Pontset Chaussees.
- Einstein, H.A. 1950 *The bed load function for sediment transportation in open channels*. Technical Bulletin 1026, US Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Washington D.C.
- Einstein, H. A., 1964 *River sedimentation*. From Ven Te Chow: *Handbook of applied hydrology*. McGraw-Hill.
- Lane, W. 1940 *Notes on limit of sediment concentration*. Jnl. Sedimentary Petrology, **10**, No. 2, pp. 95-96.
- Kalinske, A.A. 1947 *Movement of sediment as bed load in rivers*. Trans. American Geophysical Union, **28**, No. 4, Washington D.C., pp.615-620.
- Καραταράκης Ν., Πέτρου Χ. 1992 Δημιουργία εθνικής τράπεζας υδρολογικής και μετεωρολογικής πληροφορίας: Τεύχος 5, Έρευνα για την υπάρχουσα τυποποίηση δεδομένων επιφανειακής υδρολογίας στον Ελληνικό χώρο (βροχή - χιόνι). Ε.Μ.Υ., Αθήνα.
- Μιμίκου Μ. 1990 *Τεχνολογία υδατικών πόρων*. ΕΜΠ, Αθήνα
- Ξανθόπουλος Θ. 1990 *Εισαγωγή στην Τεχνική Υδρολογία*. ΕΜΠ, Αθήνα
- Schoklitsch (Shulits), S. 1935 *The Schoklitsch bed-load formula*. Engineering, London, England, June 21, pp. 644-646, June 28, p. 687.
- Shaw E. 1983 *Hydrology in Practice*. VNR, Berkshire, England
- Shields, A. 1936 *Anwendung der Aenlicheitsmechanik und der Turbulenzforschung auf die Geschiebebewegung*. Mitteilungen der Preussischen Versuchsanstalt fur Wasserbau und Schiffbau, Berlin, Germany.
- W.M.O. 1981 *Guide to hydrological practices*. Geneva