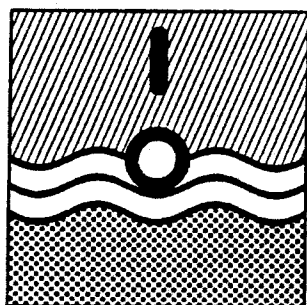


ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ STRIDE ΕΛΛΑΣ

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΘΝΙΚΗΣ ΤΡΑΠΕΖΑΣ
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ



HYDROSCOPE

STRIDE HELLAS PROGRAMME

DEVELOPMENT OF A NATIONAL DATA
BANK FOR HYDROLOGICAL AND
METEOROLOGICAL INFORMATION

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS

ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ
ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΩΝ
ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

PROCEDURE AND TIME INTERVALS
OF ARCHIVING RAW
HYDROLOGICAL DATA

Σύνταξη: Γ. Τσιμπίδης
Επιμέλεια: Π. Παπανικολάου

G. Tsimpidis
P. Papanicolaou

Αριθμός τεύχους 1/13
Report number

ΑΘΗΝΑ - ΙΟΥΝΙΟΣ 1993
ATHENS - JUNE 1993

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδα
Περίληψη	2
Abstract	2
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1 Γενικά	3
1.2 Γενικές αρχές καταχώρησης με βάση τα όργανα μέτρησης	4
1.3 Σχόλια επί των καταχωρήσεων	5
2. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ, ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ	
2.1 Βροχή	8
2.1.1 Η μέτρηση της βροχής στον ελληνικό χώρο	9
2.1.2 Πρόταση για καταχώρηση βροχής	10
2.2 Χιόνι	10
2.2.1 Μέτρηση χιονιού στον ελληνικό χώρο	11
2.2.2 Πρόταση για καταχώρηση χιονιού	12
2.3 Στάθμη υδάτινου σώματος	12
2.3.1 Μέτρηση στάθμης στον ελληνικό χώρο	14
2.3.2 Πρόταση για καταχώρηση της στάθμης	14
2.4 Παροχή	15
2.4.1 Υδρομετρικοί σταθμοί	16
2.4.2 Πρακτική στον ελληνικό χώρο	17
2.4.3 Πρόταση για καταχώρηση δεδομένων παροχής	17
2.5 Στερεοπαροχή	18
2.5.1 Μέτρηση στερεοπαροχής με αιώρηση	18
2.5.2 Μέτρηση στερεοπαροχής με σύρση	18
2.5.3 Πρόταση για καταχώρηση της στερεοπαροχής	19
ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ	20
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	21

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτό το τεύχος προσδιορίζεται ο τρόπος καταχώρησης των πρωτογενών δεδομένων της επιφανειακής υδρολογίας. Ο τρόπος αυτός εξαρτάται από χαρακτηριστικά των δεδομένων μετρήσεων των υδρολογικών παραμέτρων και πιο συγκεκριμένα από τη χρονική κλίμακα μέτρησης και το αντίστοιχο χρησιμοποιούμενο όργανο. Οι υδρολογικές παράμετροι που αφορούν την επιφανειακή υδρολογία και συγκεκριμένα **η βροχή, το χιόνι, η στάθμη υδατορεύματος, η παροχή και η στερεοπαροχή υδατορεύματος**, καταχωρούνται διαφορετικά ανάλογα με το αν μετρούνται με όργανα συνεχούς καταγραφής ή όχι, ή αν μετρούνται περιοδικά με διαφορετική περίοδο μετρήσεων. Η καταχώρηση αυτή των παραμέτρων δίνεται συνοπτικά σε πινακοποιημένη μορφή για άμεση χρήση από κάθε ενδιαφερόμενο, ειδικότερα δε από τους αναλυτές λογισμικού.

ABSTRACT

The storage procedure of the raw data of the Surface Hydrology parameters is determined in this report. It is recommended to store the data according to the time scale of sampling and the instrument used in the measurement. The hydrologic variables concerning the surface water, more specifically the Precipitation, Snow, Stage (Water surface elevation), Discharge and Sediment Discharge, are stored in different ways according to the continuous, periodic or non-periodic data recording. The data storage information of the above parameters is tabulated properly so that it can be used directly by the Software Engineers who design the Hydroscope.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενικά

Οι πρωτογενείς παράμετροι της επιφανειακής υδρολογίας στις οποίες αναφερόμαστε παρακάτω είναι οι ακόλουθες (στην παρένθεση δίνεται ο διεθνής συμβολισμός τους):

- (α) η βροχή (P)
- (β) το χιόνι (S)
- (γ) η στάθμη υδατορεύματος, λίμνης κλπ (H)
- (δ) η παροχή υδατορεύματος (Q) και
- (ε) η στερεοπαροχή υδατορεύματος (Q_s) κυρίως σε αιώρηση (Q_{ss}).

Αυτές βεβαίως δεν αποτελούν το σύνολο των παραμέτρων της επιφανειακής υδρολογίας αλλά μόνον τις μεταβλητές που έχουν άμεση σχέση με το νερό. Η καταχώρηση και η χρονική κλίμακα των υπολοίπων (π.χ. υγρασίας, εξάτμισης κλπ.) θα πρέπει να αναζητηθεί στο αντίστοιχο τεύχος του γενικού σχεδιασμού της Μετεωρολογίας [3], όπως έχει καθοριστεί από το πρόγραμμα, σύμφωνα με τον διαχωρισμό των αντικειμένων μελέτης σε τρεις επί μέρους ενότητες: την Επιφανειακή Υδρολογία (ΕΥ), την Υπόγεια Υδρολογία και Υδρογεωλογία (ΥΥΥ) και την Μετεωρολογία (Μ).

Η μέτρηση και συνεπώς η καταγραφή των παραπάνω μεταβλητών μπορεί να γίνεται (α) συνεχώς, (β) περιοδικά και (γ) ακανόνιστα, ο δε τρόπος καταγραφής τους εξαρτάται από την μεταβλητή και το αντίστοιχο χρησιμοποιούμενο όργανο μέτρησης. Η μέτρηση των μεταβλητών της υδρολογίας που αναφέραμε παραπάνω γίνεται είτε με ανάγνωση του οργάνου από κάποιον παρατηρητή, είτε αυτογραφικά με αναλογική καταγραφή του "σήματος" του οργάνου σε μία ταινία χαρτιού, ή ψηφιακά (σε μαγνητικό μέσο). Συνεχείς μετρήσεις παρέχουν μόνον τα αυτογραφικά όργανα στα οποία η καταγραφή των μετρήσεων γίνεται σε ταινία. Ο παρατηρητής στην περίπτωση αυτή εποπτεύει και φροντίζει για την καλή λειτουργία του οργάνου, την αλλαγή της ταινίας, την καταγραφή αρχικών και τελικών ενδείξεων κλπ.

Οι μετρήσεις που καταγράφονται από παρατηρητή είναι συνήθως οι περιοδικές, γίνονται δηλαδή σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα. Σε απομακρυσμένες περιοχές όπου η πρόσβαση στο σταθμό είναι προβληματική, η μέτρηση γίνεται ανά μήνα ή σε ακανόνιστα χρονικά διαστήματα.

Οι υδρολογικές μετρήσεις διακρίνονται καταρχήν σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες, ανάλογα με την έκφραση της μετρικής ιδιότητας ως προς το χρόνο

- α) Στιγμιαίου τύπου (συμβολικά: Σ) όπου έχει νόημα και καταχωρείται η τιμή του μεγέθους της στιγμής της μέτρησης. (Η έννοια της "στιγμής" μπορεί να αναφέρεται και σε ένα πεπερασμένο χρονικό διάστημα, όσο απαιτείται για να

γίνει η μέτρηση). Παράδειγμα τέτοιου μεγέθους είναι η στάθμη ή η παροχή ποταμού.

- β) Διαφορικού τύπου (συμβολικά: Δ) οπότε καταχωρείται η διαφορά της τιμής μετρικής ιδιότητας στην τρέχουσα χρονική στιγμή από την αντίστοιχη τιμή σε δεδομένη προηγούμενη χρονική στιγμή. Παράδειγμα είναι το ύψος βροχής, όπου καταχωρείται το ύψος μιας δεδομένης διάρκειας, π.χ. μιας ημέρας.
- γ) Αθροιστικού τύπου (συμβολικά: A) όπου καταχωρείται η αθροιστική τιμή της μετρικής ιδιότητας τη στιγμή της μέτρησης, όπως και στα μεγέθη τύπου Σ . Η διαφορά είναι ότι εδώ έχει έννοια η διαφορά μεταξύ δύο τιμών που έχουν ληφθεί σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. Παράδειγμα τέτοιας μεταβλητής είναι η στάθμη λίμνης ή το απόθεμα νερού λίμνης.

Βασική αρχή που θα χρησιμοποιείται για όλες τις παραπάνω κατηγορίες είναι ότι κάθε μέτρηση καταχωρείται στην ημερομηνία και ώρα που έγινε και πρέπει να αποκλειστεί κάθε άλλη πρακτική. Για τις μεταβλητές τύπου Δ το χρονικό διάστημα αναφοράς θα νοείται ότι ξεκινά από τη χρονική στιγμή της αμέσως προηγούμενης μέτρησης που έχει καταχωρηθεί μέχρι τη στιγμή της παρούσας μέτρησης.

1.2. Γενικές αρχές καταχώρησης με βάση τα όργανα μέτρησης

Ο τρόπος και η χρονική κλίμακα καταχώρησης των πρωτογενών δεδομένων ανά παράμετρο και όργανο μέτρησης διαφέρουν για κάθε φορέα συλλογής υδρομετεωρολογικών δεδομένων. Είναι λοιπόν απαραίτητη η κωδικοποίηση των συνθηκών της υφιστάμενης κατάστασης στον Ελληνικό χώρο καθώς και η σύνταξη προδιαγραφών για τη συλλογή, καταγραφή και καταχώρηση των πρωτογενών δεδομένων. Στην παρούσα εργασία αναλύονται οι προδιαγραφές καταχώρησης των δεδομένων ανάλογα με τον τρόπο μέτρησης (όργανο, χρονικό βήμα μέτρησης κλπ.) και την ακρίβεια μέτρησης (ακρίβεια οργάνου, ακρίβεια ανάγνωσης, διαδικασία μέτρησης κλπ.) της κάθε παραμέτρου.

Για τη σωστή καταχώρηση των πρωτογενών δεδομένων ανεξάρτητα από την παράμετρο συνίσταται [3] να ακολουθούνται ορισμένες απλές αρχές:

- (α) Πρέπει να διατηρείται η πρωτογενής μορφή των δεδομένων έτσι ώστε να είναι δυνατός ο έλεγχος ανά πάσα στιγμή.
- (β) Καταχωρούνται όλα ανεξαιρέτως τα δεδομένα.
- (γ) Η ακρίβεια με την οποία καταχωρούνται τα δεδομένα είναι η ίδια με την ακρίβεια των οργάνων μέτρησης.
- (δ) Κάθε καταχώρηση συνοδεύεται από μικρό ιστορικό για την κατάσταση του σταθμού και του οργάνου, την απόδοση του παρατηρητή κλπ.
- (ε) Γενικά το μικρότερο χρονικό βήμα καταχώρησης είναι ωριαίο ή ημερήσιο.

(ζ) Όταν χρησιμοποιείται αυτογραφικό όργανο πρέπει να γίνεται επαλήθευση των μετρήσεων με τις αντίστοιχες από μη αυτογραφικό, ειδικότερα δε για την αρχική, τελική και ενδιάμεσες ενδείξεις της ταινίας.

Στα Κεφάλαια που ακολουθούν αναφέρονται οι προτάσεις του WMO για τον τρόπο και την χρονική κλίμακα καταχώρησης των πρωτογενών δεδομένων, εκτός αν γίνεται διαφορετική βιβλιογραφική παραπομπή. Για τις μετρήσεις στον ελληνικό χώρο και την τελική πρόταση καταχώρησης, λήφθηκε υπόψη η εμπειρία όλων των φορέων που συμμετέχουν στο ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ. Για το σκοπό αυτό γίνεται αναφορά και σε άλλες Εργασίες του ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟΥ.

Στον Πίνακα 1 δίνονται συγκεντρωτικά τα καταχωρούμενα μεγέθη ανά υδρολογική παράμετρο όπως αυτά προτείνονται στο παρόν τεύχος.

1.3 Σχόλια επί των καταχωρήσεων

Στο τέλος κάθε καταχώρησης είναι σκόπιμο να υπάρχει διαθέσιμος χώρος για τυπικά και μη τυπικά σχόλια. Τα σχόλια αυτά αφορούν σε αξιοσημείωτα συμβάντα που σχετίζονται με το σταθμό, το όργανο, τον παρατηρητή και τις συνθήκες που επικρατούν κατά την ώρα της μέτρησης αν πρόκειται για μη αυτογραφικό όργανο ή σε συγκεκριμένη διάρκεια μετρήσεων αν πρόκειται για αυτογραφικό. Μερικά τυπικά σχόλια είναι τα ακόλουθα (ανά παράμετρο):

- | | |
|--------------------------|---|
| α. Βροχή: | 1. επαλήθευση με μη αυτογραφικό όργανο |
| | 2. υπάρχει μέτρηση χιονιού |
| β. στάθμη υδατορεύματος: | 1. επαλήθευση με μη αυτογραφικό όργανο |
| | 2. θέση μέτρησης σε βάθρο γέφυρας |
| | 3. θέση μέτρησης μπαζωμένη |
| | 4. αλλαγή θέσης μέτρησης |
| | 5. υπάρχει ταυτόχρονη μέτρηση παροχής και στερεοπαροχής |
| γ. στάθμη λίμνης: | 1. παγωμένη επιφάνεια |
| δ. παροχή: | 1. υπάρχει ταυτόχρονη μέτρηση στάθμης |

Θα είναι δυνατή η πρόσθεση στη βάση δεδομένων και νέων ή σπάνιων σχολίων μετά από έλεγχο και αποδοχή τους από τον εποπτεύοντα τη βάση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Υδρολογικές παράμετροι και καταχωρούμενα μεγέθη

A/A	Μεταβλητή	Όργανο	Σύμβολο	Καταχώρηση Δεδομένων	Τύπος Δεδομένων	Μονάδες	Ακρίβεια Καταχώρησης	Παρατηρήσεις
1	Κατακρημνίσματα	Βροχόμετρο με 1 μέτρηση/ημ.	P/BM1	HM/NIA-ΩΡΑ-ΥΨΟΣ	Δ	mm	0.1	
		Βροχόμετρο με 2 μετρήσεις/ημ.	P/BM2	HM/NIA-ΩΡΑ 1-ΥΨΟΣ “-ΩΡΑ 2- “	Δ	mm	0.1	
		Βροχόμετρο με 3 μετρήσεις/ημ	P/BM3	HM/NIA-ΩΡΑ 1-ΥΨΟΣ “-ΩΡΑ 2- “ “-ΩΡΑ 3- “	Δ	mm	0.1	
		Αθροιστικό βροχόμετρο	P/BMA	HM/NIA-ΩΡΑ-ΥΨΟΣ	Δ	mm	1	
2	Βροχόπτωση	Βροχογράφος εβδομαδιαίας ταινίας	P/BTE	HM/NIA-ΩΡΑ-ΥΨΟΣ	Δ	mm	0.1	
		Βροχογράφος ημερήσιας ταινίας	P/BGH	HM/NIA-ΩΡΑ-ΥΨΟΣ	Δ	mm	0.1	
3	Χιονόπτωση (Υδατ. Ισοδύναμο)	Χιονοβροχόμετρο	S/XBH	HM/NIA-ΩΡΑ-ΥΨΟΣ	Δ	mm	0.1	
4	Πάχος χιονιού (φρέσκο)	Χιονοτράπεζα	S/XT	HM/NIA-ΩΡΑ-ΥΨΟΣ	Δ	cm	0.1	
5	Σώρευση χιονιού	Χιονοτράπεζα	M/XT	HM/NIA-ΩΡΑ-ΥΨΟΣ	A	cm	0.1	
6	Στάθμη λίμνης	Σταθμόμετρο με ημερήσιες αναγνώσεις	H/ΣΜΗ	HM/NIA-ΩΡΑ-ΣΤΑΘΜΗ	A	m	0.01	
		Σταθμόμετρο με σποραδικές αναγνώσεις	H/ΣΜΣ	HM/NIA-ΩΡΑ-ΣΤΑΘΜΗ	A	m	0.01	

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 (Συνέχεια)

A/A	Μεταβλητή	Όργανο	Σύμβολο	Καταχώρηση Δεδομένων	Τύπος Δεδομένων	Μονάδες	Ακρίβεια Καταχώρησης	Παρατηρήσεις
7	Στάθμη υδατορεύματος	Σταθμήμετρο με ημερήσιες αναγνώσεις	H/ΣΜΗ	ΗΜ/ΝΙΑ-ΩΡΑ-ΣΤΑΘΜΗ	Σ	m	0.01	
		Σταθμήμετρο με σποραδικές αναγνώσεις	H/ΣΜΣ	ΗΜ/ΝΙΑ-ΩΡΑ-ΣΤΑΘΜΗ	Σ	m	0.01	
		Σταθμηγράφος εβδομαδιαίας διάρκειας	H/ΣΓ	ΗΜ/ΝΙΑ-ΩΡΑ-ΣΤΑΘΜΗ	Σ	m	0.01	
8	Παροχή υδατορεύματος	Από υδρομέτρηση	Q	ΗΜ/ΝΙΑ-ΩΡΑ-ΣΤΑΘΜΗ- ΕΜΒΑΔΟ ΔΙΑΤΟΜΗΣ- ΠΑΡΟΧΗ	Σ	m ³ /s	0.01	Μπορεί να χρειαστεί να καταχωρούν- ται στάθμες από περισσό- τερα του ενός σταθμήμετρα
9	Συγκέντρωση Στερεοπαροχής υδατορεύματος	Από επιτόπου μετρήσεις και εργαστηριακές	C	ΗΜ/ΝΙΑ-ΩΡΑ-ΣΤΑΘΜΗ- ΠΑΡΟΧΗ- ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ	Σ	kg/m ³	0.001	
10	Στερεοπαροχή με σύρση	Επί τόπου μετρήσεις	Q _b	ΗΜ/ΝΙΑ-ΩΡΑ-ΣΤΑΘΜΗ- ΠΑΡΟΧΗ	Σ	kg/s	0.01	

2. ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ, ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ

2.1. Βροχή

Ως βροχή (P) ορίζεται το άθροισμα του υγρού κατακρημνίσματος σε χιλιοστά (mm) στήλης νερού. Τα όργανα και οι μέθοδοι σημειακής μέτρησης της βροχής διακρίνονται σε μη αυτογραφικά και αυτογραφικά. **Μη αυτογραφικά όργανα** είναι τα βροχόμετρα. Αποτελούνται από το συλλέκτη και το δέκτη που είναι ένα ανοικτό δοχείο με κατακόρυφες πλευρές. Σε όργανα που δεν έχουν κατακόρυφα τοιχώματα η μέτρηση γίνεται με ζύγιση, μέτρηση του όγκου ή με μέτρηση του βάθους με ειδικά βαθμολογημένη κλίμακα. Για ημερήσιες μετρήσεις χρησιμοποιείται δέκτης με επιφάνεια όχι μεγαλύτερη από το 0.1 της επιφάνειας του συλλέκτη.

Στα βροχόμετρα γίνεται ανάγνωση της στήλης νερού με τις μεθόδους (1) του βαθμολογημένου κυλίνδρου και (2) της βαθμολογημένης ράβδου. Ο κύλινδρος (δέκτης) είναι γυάλινος με υποδιαίρέσεις ανά 10 και 0.2 mm με πρώτη ανάγνωση στα 0.1 mm. Για ακριβείς μετρήσεις το μέγιστο σφάλμα στην ανάγνωση δεν πρέπει να υπερβαίνει τα ± 0.05 mm για βροχή μεγαλύτερη από 2 mm και τα ± 0.02 mm για μικρότερη από 2 mm. Η μέτρηση γίνεται στο κατώτερο σημείο του υδάτινου μηνίσκου. Επιδιώκεται ο κύλινδρος να είναι κατακόρυφος για να αποφεύγονται λάθη παράλλαξης. Για πρόσθετο έλεγχο πρέπει οι υποδιαίρέσεις να είναι σημειωμένες και πίσω από το όργανο μέτρησης. Οι ράβδοι μέτρησης πρέπει να είναι από υλικό που δεν απορροφά το νερό.

Αυτογραφικά όργανα είναι οι βροχογράφοι που λειτουργούν με την αρχή της ζύγισης ή με πλωτήρα. Για τη μέτρηση της έντασης βροχόπτωσης χρησιμοποιούνται και οι δύο τύποι οργάνων. Οι μετρήσεις του οργάνου καταγράφονται συνεχώς σε αυτογραφική ταινία. Στον βροχογράφο, οι μετακινήσεις ενός πλωτήρα καταγράφονται σε μορφή ώστε να είναι δυνατή η αποθήκευση και ανάλυσή τους. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μετακίνηση χάρτινης ταινίας και την καταγραφή των μετακινήσεων του πλωτήρα από μια ακίδα, είτε μηχανικά με διατρητικό μηχανισμό σε χαρτοταινία, είτε ψηφιακά σε μαγνητική ταινία ή σκληρό δίσκο υπολογιστή. Η καταγραφή σε υπολογιστή μπορεί να γίνει επί τόπου ή με τηλεμετάδοση του σήματος.

Για την επιφανειακή μέτρηση της βροχής χρησιμοποιούνται τελευταία και τα μετεωρολογικά ραντάρ [2]. Η εκτίμηση του ρυθμού βροχόπτωσης από ραντάρ εξαρτάται από την εμβέλειά του. Η ενεργή εμβέλεια για υδρολογικούς σκοπούς είναι 40–200 km και ορίζεται ως η μέγιστη απόσταση που η ένταση του σήματος του ραντάρ είναι ανάλογη της έντασης της βροχής. Πάντως οι μετρήσεις από ραντάρ δεν πρόκειται να εισαχθούν στην παρούσα φάση του ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟΥ, γιατί ξεφεύγουν από το αντικείμενο του.

Η θέση μέτρησης της βροχής επιλέγεται έτσι ώστε (α) η ταχύτητα ανέμου στο επίπεδο του στομίου του οργάνου να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη και (β) η διεύθυνση του ανέμου στο στόμιο να είναι κατά το δυνατόν οριζόντια. Σε όλη τη χώρα τα βροχόμετρα πρέπει να πληρούν τα ίδια κριτήρια. Το στόμιο του βροχόμετρου πρέπει να είναι οριζόντιο και το ύψος των αντικείμενων γύρω από αυτό να μην υπερβαίνει την απόστασή τους από το όργανο. Αν δεν είναι επαρκής η προστασία από τον άνεμο, πρέπει τα αντικείμενα να βρίσκονται σε απόσταση από το όργανο ίση με τουλάχιστον 4 φορές το ύψος τους. Το ύψος του στομίου του βροχομέτρου συνιστάται να βρίσκεται 0.30 έως 1.00 m από το έδαφος. Είναι επίσης αναγκαίο η γύρω περιοχή να καλύπτεται με γρασίδι ή χώμα, πάντως όχι με τσιμέντο ή άλλο υλικό που ευνοεί την αναπήδηση νερού.

Η ακρίβεια της μέτρησης εξαρτάται από το είδος του οργάνου, τις συνθήκες ανέμου (διεύθυνση και ταχύτητα), την εξάτμιση και το κατάλληλο σχήμα του συλλέκτη που δεν επιτρέπει την απώλεια νερού από αναπήδηση. Γιαυτό ο συλλέκτης πρέπει να είναι αρκετά βαθύς και με κλίση πλευρών τουλάχιστον 45°. Ο δέκτης πρέπει επίσης να έχει ρηχό λαιμό και να προστατεύεται από την ηλιακή ακτινοβολία. Όργανα εβδομαδιαίων ή μηνιαίων αναγνώσεων πρέπει να έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα και να είναι πιο προσεκτικά τοποθετημένα. Οι ημερήσιες ενδείξεις πρέπει να διαβάζονται με ακρίβεια 0.1 έως 0.2 mm. Σφάλματα στη μέτρηση οφείλονται και σε έκχυση νερού κατά τη μεταφορά από το συλλέκτη στο μετρητή και σε απώλεια από εξάτμιση κυρίως σε θερμά, ξηρά κλίματα σε σταθμούς που δεν είναι συχνά επισκέψιμοι.

Το σφάλμα στη μέτρηση μπορεί να είναι της τάξεως του 5-30%. Διορθώσεις στις μετρήσεις γίνονται από μετρήσεις άλλων οργάνων στην ίδια περιοχή. Το σφάλμα ελέγχεται και μειώνεται με πυκνωση του βροχομετρικού δικτύου και με ελάττωση του χρονικού βήματος των παρατηρήσεων (π.χ. για εβδομαδιαίες ή μηνιαίες).

2.1.1 Η μέτρηση της βροχής στον Ελληνικό χώρο. Το ύψος της βροχόπτωσης στην Ελλάδα μετρείται με τις μεθόδους που προαναφέρθηκαν. Οι περισσότεροι σταθμοί διαθέτουν βροχόμετρα τύπου Hellmans, και Αναγνώστου [4]. Σε ορεινές περιοχές χρησιμοποιούνται τα αθροιστικά βροχόμετρα. Οι βροχογράφοι είναι ημερήσιας ή εβδομαδιαίας καταγραφής.

Το Υπουργείο Γεωργίας μετρά ημερήσια βροχόπτωση στις 8.00. Το Υπουργείο Χωροταξίας Περιβάλλοντος και Δημοσίων Έργων μετρά ημερήσια βροχόπτωση στις 8.00. Η ΔΕΗ μετρά ημερήσια βροχόπτωση στις 8.00. Η ΕΜΥ μετρά βροχόπτωση δυο ή τρεις φορές την ημέρα (8.00 και 20.00 ή 8.00, 14.00 και 20.00).

2.1.2 Πρόταση για καταχώρηση της βροχής. Η βροχή (P) καταχωρείται με βάση τα παρακάτω (βλ. Πίνακα 2):

- (α) Καταχωρείται το ύψος βροχής που συσσωρεύεται ανάμεσα σε δυο διαδοχικές παρατηρήσεις (μεταβλητή τύπου Δ).
- (β) Η καταχώρηση γίνεται σε χιλιοστά (mm) με ακρίβεια 0.1 mm.
- (γ) Σαν ημερομηνία μέτρησης καταχωρείται η ημέρα κατά την οποία έγινε η μέτρηση.
- (δ) Για ακανόνιστες και περιοδικές μετρήσεις η καταχώρηση γίνεται με πληκτρολόγηση.
- (ε) Οι συνεχείς μετρήσεις των αυτογραφικών ταινιών καταχωρούνται μέσω πινακοποίησης-πληκτρολόγησης ή άμεσα με Scanner ή Ψηφιοποιητή (Digitizer). Οι μετρήσεις ρυθμίζονται και ελέγχονται με αντίστοιχες τιμές από βροχόμετρο. Μετά τη ρύθμιση των αυτογραφικών ταινιών οι διακριτές τιμές καταχωρούνται σύμφωνα με την επιθυμητή χρονική κλίμακα.
- (στ) Το κατώτερο χρονικό βήμα καταχώρησης των υψών βροχής είναι συνήθως το ημερήσιο για μη αυτογραφικά όργανα και 1 ώρα ή 5' για αυτογραφικά όργανα ανάλογα με το είδος της ταινίας (ημερήσια και εβδομαδιαία).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Καταχώρηση βροχόπτωσης *P*

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΟΡΓΑΝΟ	ΕΙΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΑΚΡΙΒΕΙΑ	ΗΜ/ΝΙΑ	ΧΡΟΝΙΚΟ ΒΗΜΑ	ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ
<i>P</i>	βροχόμετρο βροχογράφος αθρ. βροχόμετρο	περιοδική ακανόνιστη συνεχής	mm	0.1 mm	ΝΑΙ	μηνιαίο ημερήσιο ωριαίο πεντάλεπτο	πληκτρολόγιο Scanner Ψηφιοποιητής

2.2 Χιόνι

Ως μέτρηση χιονιού (*S*) ορίζεται το ποσόν του φρέσκου χιονιού που συσσωρεύεται σε μια οριζόντια επιφάνεια μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο (συνήθως 24 ώρες). Οι μετρήσεις χιονιού αφορούν το ύψος και το υδατικό ισοδύναμό του. Απευθείας μετρήσεις του ύψους φρέσκου χιονιού σε ανοιχτό έδαφος γίνονται με βαθμολογημένο κανόνα. Το παλιό χιόνι δεν πρέπει να μετράται και αυτό επιτυγχάνεται καλύπτοντας τη χιονισμένη επιφάνεια με μια ξύλινη και τραχειά επιφάνεια και μετρώντας το νέο χιόνι πάνω σε αυτήν. Σε εδάφη με κλίση η μέτρηση γίνεται με κατακόρυφη ράβδο. Σε παρουσία ισχυρών ανέμων λαμβάνονται περισσότερες της μιας μετρήσεις. Το ύψος χιονιού μετρείται επίσης σε συλλέκτη μετά την εναπόθεση του αλλά χωρίς να έχει συμπιεστεί.

Σαν υδατικό ισοδύναμο χιονιού ορίζεται το ύψος νερού σε mm που αντιστοιχεί στο δεδομένο βάθος του χιονιού. Η σχέση ύψους φρέσκου χιονιού και ισοδύναμου σε mm νερού πρέπει να καθορίζεται για κάθε κλιματική περιοχή και εποχή, είναι δε απαραίτητο να υπολογίζεται από αρκετά δείγματα

- (α) με ζύγιση ή τήξη των κυλινδρικών δειγμάτων φρέσκου χιονιού από κατάλληλο δειγματολήπτη,
- (β) με τήξη του χιονιού που συλλέγεται στα βροχόμετρα,
- (γ) με υπολογισμό από τη μέτρηση ύψους μετατρέποντας το σε ισοδύναμο ύψος νερού με μια απλή σχέση. Αν και η σχέση 10 mm φρέσκο χιόνι $\approx$ 1 mm ύψος νερού χρησιμοποιείται ευρέως, αυτή ισχύει μόνο για υπερετήσιες τιμές. Δεν είναι ακριβής για μια και μόνη μέτρηση όπου το ειδικό βάρος του χιονιού ποικίλει από 0.03 έως 0.25 gr/cm³.

Η συσσώρευση του χιονιού σε μια λεκάνη απορροής είναι ένας φυσικός τρόπος αποθήκευσης νερού στην περιοχή αυτή. Αξιόπιστη πρόβλεψη της εποχιακής απορροής σε μια λεκάνη που οφείλεται στο λιώσιμο του χιονιού μπορεί να γίνει μετά από παρατηρήσεις αρκετών ετών, συσχετίζοντας το ισοδύναμο ύψος νερού της χιονοκάλυψης με τη απορροή. Ισοδύναμο ύψος νερού χιονοκάλυψης είναι το ύψος του νερού που προέρχεται από την τοπική τήξη του χιονιού. Για τη μέτρησή του προκαθορίζονται περιοχές όπου το χιόνι μετρείται κάθε χρόνο. Σε ορεινές περιοχές ιδανικές τοποθεσίες είναι αυτές όπου το χιόνι δε λιώνει εύκολα, η πρόσβαση είναι εύκολη και δε φυσάνε δυνατοί άνεμοι. Σε δασικές περιοχές ιδανικές τοποθεσίες είναι σημεία ανοιχτά, μακριά από δέντρα. Γενικά επιλέγονται διάφορα σημεία σε λιβάδια και σε δάση με διαφορετικές συνθήκες συσσώρευσης του χιονιού. Σε ορεινές περιοχές η μέτρηση αποτελείται από δείγματα σε σημεία που απέχουν 20 ÷ 40 m. Σε πεδινές εκτάσεις τα σημεία μπορούν να απέχουν 100 ÷ 500 m. Το ύψος του χιονιού σε περιοχές χιονοκάλυψης μετρείται σε πέντε ισαπέχοντα σημεία ανάμεσα στα σημεία δειγματοληψίας για τη μέτρηση του υδατικού ισοδύναμου του χιονιού. Η δειγματοληψία γίνεται με μεταλλικό ή πλαστικό σωλήνα που διαθέτει κόφτη στο κάτω άκρο και κλίμακα μήκους στο εξωτερικό τοίχωμα.

2.2.1 Μέτρηση χιονιού στον Ελληνικό χώρο. Στην Ελλάδα το χιόνι μετρείται μαζί με τη βροχή με βροχόμετρα, με χιονόμετρα ή με χιονοβροχόμετρα. Σε μερικούς σταθμούς μετράται σαν ισοδύναμο ύψος βροχής, ενώ σε άλλους μετράται αθροιστικά με τη βροχή. Το ΥΠΕΧΩΔΕ μετρά πάχος φρέσκου χιονιού με χιονοτράπεζα το χιόνι που λιώνει σε χιονοβροχόμετρο με ακρίβεια χιλιοστού κάθε 1η και 15η του μηνός. Η ΔΕΗ μετρά πάχος φρέσκου χιονιού σε εκατοστά και υδατικό ισοδύναμο χιονιού σε χιλιοστά. Από χιονοβροχόμετρο η ΔΕΗ παίρνει 1-2 μετρήσεις το μήνα και εκτιμά την ετήσια τιμή την 15η Σεπτεμβρίου κάθε έτους. Το ΥΠΓΕ μετρά πάχος φρέσκου

χιονιού στις 8:00 κάθε ημέρας, θεωρεί ότι λιώνει κατά τη σχέση 1:10 και το προσθέτει στη βροχή του 24ώρου. Η ΕΜΥ μετρά πάχος φρέσκου χιονιού από χιονοτράπεζα και πάχος συσσωρευμένου χιονιού.

2.2.2 Πρόταση για καταχώρηση χιονιού. Πρόκειται για ακανόνιστη μέτρηση, και ισχύουν σε γενικές γραμμές οι αρχές καταχώρησης βροχής. Καταχωρείται το ισοδύναμο ύψος βροχής σε mm με ακρίβεια 0.1 mm, το πάχος χιονού σε cm, το πάχος συσσωρευμένου χιονιού σε cm και η ημερομηνία μέτρησης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Καταχώρηση χιονιού (*S* ή *M*)

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΑΚΡΙΒΕΙΑ	ΗΜ/ΝΙΑ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΧ/ΣΗΣ	ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΗ ΜΕΤΡΗΣΗ
<i>S</i>	χιονοτράπεζα		cm	1 cm	ΝΑΙ	ΝΑΙ	πληκτρολόγιο	βροχή
<i>M</i>	ζύγιση βροχόμετρο Χιον/βροχ/τρο	ακανόνιστη	mm	0.1 mm				

2.3 Στάθμη Υδάτινου Σώματος

Στη βάση δεδομένων προβλέπεται καταχώρηση στάθμης λιμνών, ταμιευτήρων, ποταμών κλπ. Εφεξής λέγοντας στάθμη εννοούμε τη στάθμη ποταμών. Ως στάθμη (*H*) ορίζεται η απόσταση της επιφάνειας νερού του ποταμού, από ένα σημείο αναφοράς και μετριέται με ακρίβεια 1 cm. Οι μετρήσεις στάθμης γίνονται με μη αυτογραφικά (σταθμήμετρα) ή με αυτογραφικά όργανα (σταθμηγράφοι). Ένα σταθμήμετρο είναι μία βαθμολογημένη κατακόρυφη ράβδος μέσα στο νερό ή μία βαθμολογημένη αιωρούμενη ράβδος από μια κατασκευή πάνω από το ποτάμι (γέφυρα, κλπ.).

Με τον σταθμηγράφο η στάθμη καταγράφεται συνήθως σε εβδομαδιαία, μηνιαία ή διμηνιαία ταινία με μετακίνηση ενός τυμπάνου κατά 60 mm σε 24 ώρες. Η αναλογία μετρημένης στάθμης προς καταγραφόμενη στάθμη, δεν υπερβαίνει το 12:1. Η κλίμακα υψών εξαρτάται από τα υδρολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής, τις διακυμάνσεις στάθμης και την ευαισθησία της σχέσης στάθμης-παροχής. Μεταποίηση του κλασικού οργάνου μπορεί να δώσει λεπτομερέστερη καταγραφή σε γρήγορες μεταβολές της στάθμης κατά τη διάρκεια διάβασης πλημμυρών. Η στάθμη μετατρέπεται από αναλογικό σήμα σε ψηφιακό, έτσι ώστε να είναι δυνατή η επεξεργασία της από υπολογιστή. Υπάρχουν και απευθείας ψηφιακοί μετρητές στάθμης με ακρίβεια μέτρησης ± 3 mm στα 10 m.

Η επιλογή της θέσης μέτρησης της στάθμης γίνεται με βάση τον σκοπό για τον οποίο συλλέγονται τα δεδομένα, τη φυσική δυνατότητα πρόσβασης, την ύπαρξη

παρατηρητή αν πρόκειται για μη αυτογραφικό όργανο και τις τοπικές υδραυλικές συνθήκες. Στις λίμνες τα όργανα μέτρησης της στάθμης τοποθετούνται συνήθως κοντά στην εκροή (outlet) κατάντη της περιοχής ταχέως μεταβαλλόμενης ροής. Στα ποτάμια η επιλογή θέσης μέτρησης γίνεται με βάση το σχεδιασμό του δικτύου σταθμών μέτρησης και τα ακόλουθα κριτήρια:

- (α) Η κοίτη του ποταμού να είναι ευθεία για περίπου 100 m ανάντη και κατάντη της θέσης μέτρησης.
- (β) Η διατομή πρέπει να είναι αδιαπέρατη για να αποφεύγεται διήθηση και ως εκ τούτου υπόγεια ροή στη θέση μέτρησης.
- (γ) Να μην υπάρχει διάβρωση, επίχωση και βλάστηση στην κοίτη.
- (δ) Οι όχθες να είναι αμετάβλητες με αρκετό ύψος έτσι ώστε να χωρούν τις πλημμύρες.
- (ε) Η θέση μέτρησης να βρίσκεται ακριβώς ανάντη ενός σημείου ελέγχου της ροής, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος καταστροφής του μετρητικού οργάνου από συντρίμια λίθων κατά τις πλημμυρικές παροχές.
- (στ) Η θέση μέτρησης να βρίσκεται μακριά από τη συμβολή με άλλο ποτάμι και από παλινροιακά φαινόμενα.
- (ζ) Οι μετρήσεις παροχής να γίνονται κοντά στη διατομή μέτρησης της στάθμης χωρίς να είναι απαραίτητο οι υψηλές και χαμηλές παροχές να μετρούνται στην ίδια διατομή.
- (η) Πρέπει να είναι εύκολη η πρόσβαση για εγκατάσταση και λειτουργία των μετρητικών οργάνων.
- (θ) Να είναι δυνατή η εγκατάσταση τηλεμετρικού συστήματος αν χρειαστεί.
- (ι) Να είναι δυνατή η λήψη μετρήσεων ακόμη και σε περιόδους παγετού.

Συνήθως καμιά θέση δεν είναι ιδανική για συνεχείς μετρήσεις. Η εμπειρία και η κρίση βοηθούν στην επιλογή θέσεων ώστε να είναι δυνατή η συνεχής λήψη δεδομένων στάθμης.

Η ανάγνωση μηδέν του οργάνου πρέπει να τοποθετείται στην κατώτατη στάθμη που είναι δυνατόν να εμφανιστεί ώστε να αποφεύγονται αρνητικές μετρήσεις στάθμης. Η στάθμη μηδέν πρέπει να ελέγχεται σε ετήσια βάση σε σχέση με το σημείο αναφοράς. Είναι σημαντικό να διατηρείται το ίδιο σημείο για μια περίοδο μετρήσεων. Κάθε διατομή μέτρησης πρέπει να εξαρτάται από 2-3 σημεία αναφοράς του εθνικού ή περιφερειακού δικτύου. Το όργανο πρέπει να ελέγχεται από τον παρατηρητή σε κάθε επίσκεψη του σταθμού και το όνομα του σταθμού να γράφεται σε κάθε νέα ταινία που αλλάζεται.

Στα μη αυτογραφικά όργανα η ακρίβεια μέτρησης είναι 1 cm. Στους σταθμηγράφους είναι δυνατή η μέτρηση με ακρίβεια 3 mm. Η συχνότητα μετρήσεων εξαρτάται από το σκοπό της συλλογής των δεδομένων και από τη δίαιτα του

υδατορεύματος. Όπου χρειάζεται συνεχής παρακολούθηση, πρέπει να λαμβάνονται συστηματικές μετρήσεις 2 φορές την ημέρα με επιπλέον ενδιάμεσες μετρήσεις σε περιόδους πλημμύρας. Σε λίμνες, η ημερήσια μέτρηση της στάθμης είναι αρκετή.

2.3.1 Μέτρηση στάθμης στον ελληνικό χώρο. Στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται σταθμήμετρα και σταθμηγράφοι σε προσπελάσιμες περιοχές. Οι μετρήσεις με σταθμήμετρο είναι ακανόνιστες και με συχνότητα όχι μικρότερη από πέντε μετρήσεις ανά μήνα. Οι σταθμηγράφοι είναι συνήθως εβδομαδιαίας, μηνιαίας ή διμηνιαίας καταγραφής [4] με κλίμακα 1:5, 1:10 ή 1:15 (π.χ. 1:5 σημαίνει ότι άνοδος της στάθμης κατά 5 cm προκαλεί μετακίνηση της γραφίδας κατά 1 cm). Εκτός από τη στάθμη καταγράφεται και πληροφορία σχετική με τη διάρκεια της αυτογραφικής ταινίας, το σύνολο καταγραφών των σταθμημέτρων για μια χρονική περίοδο και η τυχόν περίοδος διακοπής των παρατηρήσεων για κάποιο όργανο. Το ΥΠΕΧΩΔΕ, η ΔΕΗ και το ΥΠΓΕ μετρούν στάθμη με σταθμήμετρο στις 8:00 κάθε ημέρας. Στην περίπτωση πλημμυρών ο παρατηρητής του ΥΠΕΧΩΔΕ μετρά επιπλέον στις 12:00, στις 16:00 και στις 20:00, και στη ΔΕΗ η πυκνωση ποικίλει από θέση σε θέση. Χρησιμοποιούνται σταθμηγράφοι μηνιαίας και εβδομαδιαίας διάρκειας και η ανάλυση είναι δυνατόν να γίνει μέχρι το ωριαίο χρονικό βήμα.

2.3.2 Πρόταση για καταχώρηση της στάθμης. Για την καταχώρηση των δεδομένων στάθμης (*H*) προτείνονται τα εξής (βλ. Πίνακα 4):

- (α) Δηλώνεται ακριβώς η τοποθεσία μέτρησης του υδατορεύματος σχετικά με ύπαρξη κατασκευών (π.χ. βάθρα γέφυρας, κλπ.), καθώς και οι περίοδοι διακοπής παρατηρήσεων.
- (β) Η μέτρηση μπορεί να είναι συνεχής, περιοδική ή ακανόνιστη.
- (γ) Καταχωρείται η στάθμη της ελεύθερης επιφάνειας κατά τη στιγμή της μέτρησης. Η στάθμη λίμνης καταχωρείται ως μεταβλητή τύπου (Α) ενώ η στάθμη υδατορεύματος ως μεταβλητή τύπου (Σ).
- (γ) Καταχωρείται η ημερομηνία της μέτρησης.
- (δ) Οι μονάδες καταχώρησης της στάθμης είναι σε m και η ακρίβεια μετρήσεων είναι 1 cm για σταθμήμετρο και 3 mm για σταθμηγράφο.
- (ε) Η καταχώρηση ακανόνιστων και περιοδικών μετρήσεων γίνεται με πληκτρολόγηση. Οι συνεχείς μετρήσεις από ταινίες καταχωρούνται με Scanners ή ψηφιοποιητές. Η ρύθμισή τους γίνεται με τιμές από σταθμήμετρο, καταχωρούνται δε ως διακριτές τιμές με το επιθυμητό χρονικό βήμα.
- (στ) Το μικρότερο βήμα καταχώρησης είναι το ωριαίο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Καταχώρηση της στάθμης (*H*)

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΟΡΓΑΝΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΑΚΡΙΒΕΙΑ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ	ΧΡΟΝΙΚΟ ΒΗΜΑ	ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΧ/ΣΗΣ	ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΗ ΜΕΤΡΗΣΗ
<i>H</i>	σταθμήμετρο σταθμηγράφος	περιοδική ακανόνιστη συνεχής	m	0.01 m 0.003 m	NAI	ημερήσια	πληκτρολόγιο Scanner Digitizer	παροχής στερεοπαροχής

2.4 Παροχή

Παροχή υδατορεύματος (*Q*) είναι ο όγκος του νερού που διέρχεται από μια διατομή ανά μονάδα χρόνου. Ο υπολογισμός της παροχής γίνεται έμμεσα από τη μέτρηση της ταχύτητας και της επιφάνειας της υγρής διατομής. Η μέτρηση της ταχύτητας γίνεται συνήθως με μυλίσκο σε προεπιλεγμένα σημεία καννάβου στη διατομή του υδατορεύματος και ακολουθεί υπολογισμός της παροχής με αριθμητική ολοκλήρωση πάνω στην υγρή διατομή.

Τα βάθη στη διατομή μετριοούνται με βαθμολογημένη χαλύβδινη ράβδος, ταινία ή ηχοβολητή ρυθμισμένο για τη θερμοκρασία και αλατότητα του νερού. Οι μετρήσεις πρέπει να πλησιάζουν κατά το δυνατόν την κατακόρυφο (απόκλιση μικρότερη των 4°), διαφορετικά απαιτείται διόρθωση του βάθους με τη γωνία απόκλισης).

Η ταχύτητα μετρείται τοποθετώντας το μυλίσκο σε ένα ή περισσότερα σημεία της κατακόρυφου για περίπου τρία λεπτά. Οι μετρήσεις ταχύτητας γίνονται από βάρκα ή από γέφυρα με καλώδιο. Για να είναι κατάλληλη η θέση μέτρησης της παροχής πρέπει:

- (α) Η ταχύτητα σε κάθε σημείο να είναι κάθετη στη διατομή.
- (β) Η οριζόντια και κατακόρυφη κατανομή της ταχύτητας να είναι απλές καμπύλες.
- (γ) Η ταχύτητα να είναι μεγαλύτερη από $0.1 \div 0.15$ m/s.
- (δ) Η διατομή της κοίτης να έχει απλή γεωμετρία και να μη μεταβάλλεται με το χρόνο.
- (ε) Το ποτάμι να μην υπερχειλίζει στις όχθες.
- (ζ) Να μην υπάρχει βλάστηση μέσα στην κοίτη.

Συνήθως μετρήσεις γίνονται σε περισσότερες διατομές επειδή είναι δύσκολο να πληρούνται όλα τα παραπάνω κριτήρια στην ίδια διατομή.

Η μέτρηση της παροχής με **πλωτήρα** γίνεται σε περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η χρήση μυλίσκου ή όταν η μέτρηση πρέπει να γίνει σε σύντομο χρόνο. Περίπου 20 με 25 πλωτήρες κατανέμονται ομοιόμορφα κατά πλάτος του ρεύματος και μετρείται ο χρόνος που θα χρειαστεί κάθε πλωτήρας για να διανύσει την απόσταση μεταξύ τριών προεπιλεγμένων διατομών. Η ταχύτητα είναι το πηλίκον

απόστασης και χρόνου διορθωμένο με ένα συντελεστή που εξαρτάται από το κατακόρυφο προφίλ ταχυτήτων και το βάθος βύθισης του πλωτήρα (βλ. Πίνακα 5). Η μέση ταχύτητα πολλαπλασιάζεται με το αντίστοιχο τμήμα της επιφάνειας της υγρής διατομής, το δε άθροισμα των γινομένων δίνει τη συνολική παροχή.

Η μέτρηση της παροχής με τη **μέθοδο της διάλυσης** χρησιμοποιείται σε ρεύματα με μικρά βάθη ροής, πολύ μεγάλες ταχύτητες ή υπερβολική τύρβη. Σαν ανιχνευτές χρησιμοποιούνται αβλαβείς χημικές ουσίες που δεν απορροφώνται από το υλικό της κοίτης και διαλύονται άμεσα στο νερό. Για παράδειγμα η παροχή υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$Q = \frac{Q_{tr} C_i}{C_s}$$

για συνεχή εισαγωγή ανιχνευτή στο υδατόρευμα. Q_{tr} είναι η παροχή ανιχνευτή με συγκέντρωση C_i στο υδατόρευμα και C_s η συγκέντρωση του ανιχνευτή που μετρήθηκε στη θέση δειγματοληψίας. Η ακρίβεια της μέτρησης εξαρτάται από το λόγο C_i/C_s .

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

Διορθωτικός συντελεστής F της ταχύτητας σε σχέση με το λόγο R : βάθος βύθισης πλωτήρα προς βάθος νερού.

R	F
0.10 ή μικρότερο	0.86
0.25	0.88
0.50	0.90
0.75	0.94
0.90	0.98

2.4.1 Υδρομετρικοί Σταθμοί. Είναι τα σημεία εκείνα του ποταμού που γίνεται συστηματική καταγραφή δεδομένων στάθμης και παροχής. Σημείο ελέγχου της σχέσης στάθμης-παροχής μπορεί να είναι μια φυσική διατομή ή ένα τεχνητό έργο, π.χ. φράγμα, θυρόφραγμα, κλπ. Ένα καλό σημείο ελέγχου εξασφαλίζει (α) την σταθερότητα της καμπύλης στάθμης-παροχής και (β) την ευαισθησία της, δηλαδή μικρή μεταβολή της παροχής να προκαλεί σημαντική αλλαγή στάθμης. Τα τεχνητά σημεία ελέγχου είναι κατασκευές που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση μόνο μικρών παροχών, ενώ η σχέση στάθμης-παροχής για μεγάλες παροχές προσδιορίζεται έμμεσα. Η επιλογή της κατασκευής εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του υδατορεύματος στη συγκεκριμένη θέση, το εύρος των παροχών, την επιθυμητή ακρίβεια μέτρησης, τις απώλειες ενέργειας και το κόστος.

Η επιλογή της θέσης του υδρομετρικού σταθμού γίνεται σε ευθύγραμμα και ομοιόμορφα τμήματα του ποταμού μακριά από εμπόδια (π.χ. γέφυρες). Σε μικρότερα ποτάμια η θέση πρέπει να προσφέρεται για μόνιμη εγκατάσταση. Σε ποτάμια με μετακινούμενη κοίτη πρέπει να γίνεται έγκαιρα η μετατόπιση της θέσης μέτρησης.

Τα ορεινά υδατορεύματα χαρακτηρίζονται από ανώμαλη κοίτη, πολλά φερτά, εγκάρσιες κλίσεις, ανώμαλη επιφάνεια νερού, διακυμάνσεις στη ροή και υψηλές ταχύτητες. Σε αυτά η θέση μέτρησης επιλέγεται έτσι ώστε να αποφεύγονται τα παραπάνω. Η μέτρηση παροχής γίνεται με σταθμήμετρο και μυλίσκο. Απαιτούνται τουλάχιστον μετρήσεις σε 20 κατακόρυφες θέσεις της διατομής. Οι μετρήσεις πρέπει να είναι συνεχείς και ταυτόχρονες σε όλα τα σημεία. Επομένως απαιτείται η χρήση αρκετών μυλίσκων. Για ποτάμια με πλάτος μεγαλύτερο από 300 m οι μετρήσεις γίνονται από γέφυρες με ειδικό εξοπλισμό. Όπου δεν υπάρχουν γέφυρες χρησιμοποιούνται ειδικές πλωτές πλατφόρμες. Χρησιμοποιείται επίσης και τηλεμετρικός εξοπλισμός. Από τις κλασικές μεθόδους, προσφέρεται η μέθοδος της ταχύτητας με βάρκα. Η ακρίβεια της μέτρησης παροχής επηρεάζεται από:

- (α) την επιλογή της θέσης μέτρησης
- (β) τις συνθήκες ροής και
- (γ) την ακρίβεια αποτύπωσης της κοίτης.

Η συχνότητα των μετρήσεων, εξαρτάται από τη μεταβολή της καμπύλης στάθμης-παροχής και τη διακύμανση των εποχιακών παροχών. Σε έναν νέο σταθμό απαιτούνται πολλές μετρήσεις ώστε να οριστεί η καμπύλη στάθμης-παροχής για μεγάλο εύρος της στάθμης. Περιοδικές μετρήσεις είναι απαραίτητες ώστε να σημειώνονται οι αλλαγές στην καμπύλη στάθμης-παροχής. Συνιστώνται κατ' ελάχιστο δέκα μετρήσεις. Σε συνθήκες πλημμύρας ή παγετού γίνονται επιπλέον μετρήσεις εκτός προγράμματος.

2.4.2 Πρακτική στον ελληνικό χώρο. Στην Ελλάδα η παροχή υπολογίζεται έμμεσα από τη μέτρηση της ταχύτητας (μυλίσκος) ή τη μέτρηση της στάθμης σε σημεία ελέγχου. Οι μετρήσεις είναι περιοδικές ή ακανόνιστες.

2.4.3 Καταχώρηση δεδομένων παροχής. Καταρχήν καταχωρούνται η θέση και η μεθοδολογία μέτρησης της παροχής. Κατόπιν καταχωρείται η ημερομηνία μέτρησης, η στάθμη σε m με ακρίβεια 0.01 m και η παροχή σε m^3/s με ακρίβεια δύο δεκαδικά ψηφία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

Καταχώρηση παροχής (Q) και στάθμης (H)

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ	ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ	ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΗ ΜΕΤΡΗΣΗ
Q	Μυλίσκος Πλωτήρας Διάλυση	Ακανόνιστη	m^3/s	$0.01 m^3/s$	ΝΑΙ	πληκτρολόγιο	στάθμης (υποχρεωτική) στερεοπαροχής
H			m	$0.01 m$			

2.5 Στερεοπαροχή

Ως στερεοπαροχή (Q_s) ορίζεται το βάρος των φερτών που μεταφέρονται από ένα υδατόρευμα και διέρχονται από κάποια συγκεκριμένη διατομή του στη μονάδα χρόνου. Η μεταφορά φερτών γίνεται με δύο τρόπους (α) με αιώρηση και η στερεοπαροχή συμβολίζεται με Q_{ss} και (β) με σύρση και συμβολίζεται με Q_b ($Q_s = Q_{ss} + Q_b$). Η στερεοπαροχή ενός ποταμού είτε μετριέται απ' ευθείας είτε υπολογίζεται με βάση τα υδραυλικά χαρακτηριστικά της κοίτης και τα χαρακτηριστικά των φερτών.

2.5.1 Μέτρηση στερεοπαροχής με αιώρηση. Η υγρή διατομή ενός ποταμού διαιρείται σε κατακόρυφες ζώνες των οποίων μετριέται η μέση παροχή q_i και η μέση συγκέντρωση c_i των στερεών σε αιώρηση κατόπιν δειγματοληψίας. Η μέση συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών C_{ss} σ' ολόκληρη την υγρή διατομή είναι

$$C_{ss} = \frac{\sum q_i c_i}{\sum q_i} = \frac{\sum q_i c_i}{Q}$$

όπου Q είναι η παροχή του ποταμού. Η δε ημερήσια στερεοπαροχή με αιώρηση είναι

$$Q_{ss} = C_{ss} Q$$

όπου Q είναι η παροχή σε m^3/s , C_{ss} η μέση συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών σε kg/m^3 και Q_{ss} η συνολική στερεοπαροχή αιωρούμενων στερεών σε kg/s .

2.5.2 Μέτρηση στερεοπαροχής με σύρση. Οι εργασίες πεδίου είναι δύσκολες εξαιτίας της στοχαστικής φύσης της κίνησης των φερτών. Υπάρχουν τα ακόλουθα είδη δειγματοληπτών (samplers).

- (α) Καλάθι με πλέγμα ανοικτό στο πάνω μέρος
- (β) Λεκάνη σε σχήμα σφήνας (σε κατά μήκος τομή) με ειδικές σχισμές για να μαζεύονται τα φερτά.
- (γ) Δειγματολήπτες διαφορικής πίεσης.

Ο συντελεστής απόδοσης του δειγματολήπτη (περίπου 60÷70%) ρυθμίζεται στο εργαστήριο. Η στερεοπαροχή προσδιορίζεται με βάση την ποσότητα των φερτών που παγιδεύονται στο δειγματολήπτη στη μονάδα του χρόνου. Για ακριβή υπολογισμό της στερεοπαροχής με σύρση πρέπει να γίνονται τρεις έως δέκα μετρήσεις ανά διατομή.

Ο χρόνος δειγματοληψίας είναι συνήθως λίγα λεπτά, και εξαρτάται από τις διαστάσεις του δειγματολήπτη και την ένταση της μετακίνησης φερτών. Μετρήσεις γίνονται για διάφορες τιμές της παροχής έτσι ώστε να υλοποιηθεί με ακρίβεια η σχέση παροχής-στερεοπαροχής. Τα δείγματα ξηραίνονται και ζυγίζονται. Το ξηρό βάρος δια του χρόνου και του πλάτους του δειγματολήπτη δίνει τη στερεοπαροχή ανά μονάδα πλάτους, q_b

Η συνολική στερεοπαροχή σε σύρση στη διατομή είναι:

$$Q_b = \left[\frac{q_{b1}}{2} x_1 + \frac{q_{b1} + q_{b2}}{2} x_2 + \dots + \frac{q_{bn-1} + q_{bn}}{2} x_{n-1} + \frac{q_{bn}}{2} x_n \right]$$

όπου Q_b σε kg/s, q_b σε kg/s και x η απόσταση μεταξύ των σημείων δειγματοληψίας σε m.

Συνεχή δεδομένα στερεοπαροχής με σύρση υπολογίζονται με συσχετισμό της στερεοπαροχής με την παροχή και άλλες υδραυλικές παραμέτρους.

2.5.3. Πρόταση για καταχώρηση της στερεοπαροχής. Η μέτρηση της στερεοπαροχής είναι ακανόνιστη χρονικά. Για την καταχώρηση στη βάση δεδομένων χρειάζονται τα ακόλουθα στοιχεία: (α) Ημερομηνία και θέση μέτρησης, (β) Παροχή (m^3/s), (γ) Στάθμη (m), (δ) Μέση συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών C_{ss} (kg/m^3), (ε) Στερεοπαροχή σε αιώρηση Q_{ss} (kg/s) και (ζ) η στερεοπαροχή πυθμένα ή σε σύρση Q_b (kg/s), (βλ. Πίνακα 7).

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

Καταχώρηση στερεοπαροχής (Q_{ss} , Q_b , C_{ss})

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ	ΗΜΕΡ/ΝΙΑ	ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΚΑΤΑΧ/ΣΗΣ	ΤΑΥΤΟΧΡΟΝ Η ΜΕΤΡΗΣΗ
Q_{ss}	Συγκέντρωση	Ακανόνιστη	kg/s	πληκτρολόγιο	ΝΑΙ	0.01 kg/s	στάθμης
Q_b	Καλάθι		kg/s	"		0.01 kg/s	παροχής
C_{ss}	κλπ.		kg/m^3			0.001 kg/s	(υποχρεωτικές)
H			m			0.01 m	
Q			m^3/s			0.01 m^3/s	

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

(α) Ελληνικά Σύμβολα (βλ. και Πίνακα 1)

ΔΕΗ	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
ΕΜΥ	Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία
ΥΠΕΧΩΔΕ	Υπουργείο Χωροταξίας, Περιβάλλοντος & Δημοσίων Εργων
ΥΠΓΕ	Υπουργείο Γεωργίας

(β) Λατινικά Σύμβολα

C_s	Συγκέντρωση στερεοπαροχής
C_{ss}	Συγκέντρωση στερεοπαροχής με αιώρηση
c	Συγκέντρωση
d	Βάθος
F	Διορθωτικός συντελεστής
H	Στάθμη
P	Βροχή
Q	Παροχή
q_b	Στερεοπαροχή ανά μονάδα πλάτους
Q_s	Στερεοπαροχή
Q_{ss}	Στερεοπαροχή σε αιώρηση
Q_b	Στερεοπαροχή σε σύρση
S	Χιόνι
U	Ταχύτητα
V	Όγκος
x	Απόσταση

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. World Meteorological Organization, 1981, *Guide to Hydrological Practices, Volume I, Data Acquisition and Processing*, WMO-No 168, Geneva, Switzerland.
2. Ξανθόπουλος, Θ.Σ., 1990, *Εισαγωγή στην Τεχνική Υδρολογία*, Έκδοση ΕΜΠ, Αθήνα
3. Μπεγέτης, Ι.Ν., Γ.Θ. Αμανατίδης, Α.Γ. Παλιατσός, 1992, ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ STRIDE ΕΛΛΑΣ, Έρευνα για την Υπάρχουσα Τυποποίηση Μετεωρολογίας στον Ελληνικό Χώρα, Αθήνα, ΕΚΕΦΕ "ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ", Ινστιτούτο Πυρηνικής Τεχνολογίας & Ακτινοπροστασίας, Αρ. Τεύχους 10/1, Αθήνα.
4. Κοιλάκου-Σαλαπάτα, Μ., Σ. Μπελούκας, 1992, ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ STRIDE ΕΛΛΑΣ, Αξιολόγηση Πλήθους Μορφής και Αξιοπιστίας Διαθέσιμων Δεδομένων, Δεδομένων Επιφανειακής Υδρολογίας και Μετεωρολογίας, Αθήνα, Υπουργείο Γεωργίας, Αρ. Τεύχους 7/2, Αθήνα.