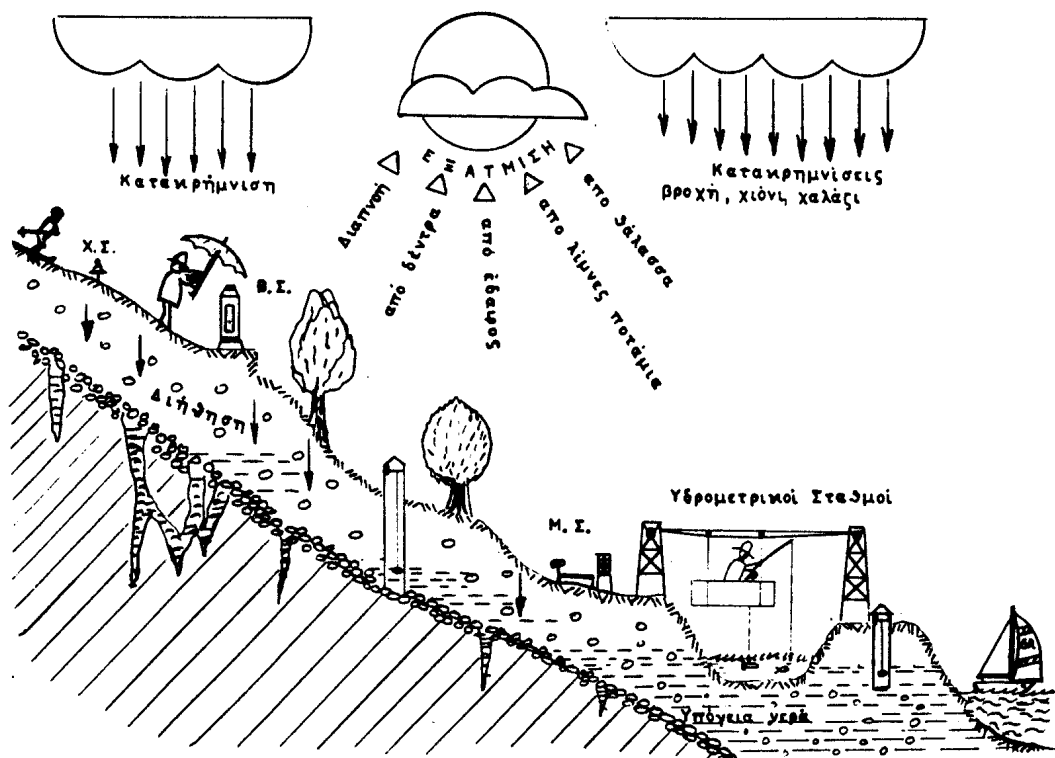


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ & ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ  
ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΤΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ.  
ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Δ. ΚΟΥΡΙΔΑΚΗΣ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΔΗΜ. ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ, ΛΕΚΤΟΡΑΣ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 1990



Στους γονείς μου

Μαρία και Δημήτρη

Στα αδέρφια μου

Μαρίνο, Χρήστο, Στρατή



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

		Σελ.
	Πρόλογος	
<b>ΚΕΦ. 1.</b>	<b>Εισαγωγή</b>	1
1.1.	Περιγραφή του θέματος	1
1.2.	Γενικοί στόχοι	2
<b>ΚΕΦ. 2.</b>	<b>Οργάνωση των Υδρολογικών και Μετεωρολογικών Υπηρεσιών</b>	4
2.1.	Υπάρχοντα Πρότυπα	4
2.2.	Τεχνικά ζητήματα στον οργανωτικό σχεδιασμό	6
<b>ΚΕΦ. 3.</b>	<b>Καταγραφή των πρακτικών που εφαρμόζονται διεθνώς για την μέτρηση των κατακρημνίσεων</b>	9
3.1.	Βροχοπτώσεις	9
3.1.1	Γενικά	9
3.1.2	Τοποθέτηση οργάνων	9
3.1.3	Όργανα μέτρησης χωρίς καταγραφή	14
3.1.3.1	Γενικά	14
3.1.3.2	Βροχόμετρα	15
3.1.3.3	Μετρητές αποθήκευσης (Ολοκληρωτικά Βροχόμετρα)	16
3.1.3.4	Μέθοδοι μέτρησης	17
3.1.3.5	Σφάλμα και ακρίβεια ανάγνωσης και μέτρησης	19
3.1.4	Όργανα μέτρησης με καταγραφή (Βροχογράφοι)	20
3.1.4.1	Είδη Βροχογράφων	20
3.1.4.2	Μέθοδοι Καταγραφής	24
3.2.	Χιονοπτώσεις	25
3.2.1	Ύψος χιονιού	25
3.2.2	Ισοδύναμο νερό από χιόνι	26
<b>ΚΕΦ. 4</b>	<b>Καταγραφή των πρακτικών που εφαρμόζονται διεθνώς για την μέτρηση της στάθμης και της παροχής στα ποτάμια.</b>	28
4.1.	Υδρομετρικοί σταθμοί	28
4.1.1	Σκοπός των υδρομετρικών σταθμών	28
4.1.2	Επιλογή θέσης	28
4.2	Επιλογή υδρομετρικών οργάνων	30
4.2.1	Γενικά	30
4.2.2	Κριτήρια για την επιλογή	31
4.3	Στάθμη νερού σε ποτάμια	31

	Σελ.
4.3.1	Σκοπός των παρατηρήσεων της στάθμης του νερού 31
4.3.2	Επιλογή θέσης 32
4.3.3	Όργανα για την μέτρηση της στάθμης 32
4.3.4	Διαδικασία για την μέτρηση της στάθμης 36
4.3.5	Συχνότητα των μετρήσεων της στάθμης 37
4.4	Λειτουργία των υδρομετρικών σταθμών 38
4.5	Μετρήσεις παροχής με την μέθοδο ταχύτητας εμβαδού 39
4.5.1	Βασική αρχή της μεθόδου 39
4.5.2	Επιλογή θέσης 39
4.5.3	Μέτρηση του εμβαδού διατομής 41
4.5.4	Μέτρηση της ταχύτητας 42
4.5.5	Συχνότητα των μετρήσεων παροχής 45
4.6	Σύστημα εναερίων καλωδίων (Cableway System) 46
4.6.1	Γενικά 46
4.6.2	Γενική περιγραφή εναερίων καλωδίων με βαγονάκι οργάνων 46
4.6.3	Γενική περιγραφή καλωδίωσης με επανδρωμένο βαγόνι 49
<b>ΚΕΦ. 5</b>	<b>Γενικές αρχές για τον σχεδιασμό υδρολογικών δικτύων 50</b>
5.1.	Εισαγωγή 50
5.2.	Η έννοια του δικτύου 51
5.3.	Τύποι δεδομένων που μελετούνται για τον σχεδιασμό δικτύων 52
5.3.1	Κατακρημνίσεις και χιονοκάλυψη 53
5.3.2	Στάθμη και παροχή ποταμών 54
5.3.3	Εξάτμιση και εξατμισοδιαπνοή 54
5.3.4	Μεταφορά φερτών υλικών 55
5.3.5	Πάγος σε ποτάμια και λίμνες 55
5.3.6	Πυκνότητα της υδρόβιας ανάπτυξης στους πυθμένες των ποταμών 56
5.3.7	Υπόγεια νερά 56
5.5	Παράγοντες που επηρεάζουν την πυκνότητα και την διάταξη του δικτύου 57
5.6.	Ανάπτυξη του δικτύου 60
5.6.1	Χρήση υπαρχόντων σταθμών στην οργάνωση τυπικού δικτύου 61
5.6.2	Ελάχιστο ή βασικό δίκτυο 61
5.6.3	Επέκταση δικτύου 62
5.6.3.1	Βασικοί υδρομετρικοί σταθμοί 63
5.6.3.2	Δευτερεύοντες σταθμοί 64
5.6.3.3	Σταθμοί ειδικών σκοπών 64

5.7.	Σταθμοί βάσης και αντιπροσωπευτικές λεκάνες ως στοιχεία ενός δικτύου	65
5.7.1	Σταθμοί βάσης	65
5.7.2	Αντιπροσωπευτικές λεκάνες	66
5.8.	Συντονισμός δικτύων	66
5.9.	Αξιολόγηση δικτύων	67
5.10.	Συνολικός σχεδιασμός των δικτύων	67
5.11.	Πυκνότητα των σταθμών παρατήρησης για ένα βασικό δίκτυο	68
5.11.1	Ελάχιστη πυκνότητα κλιματολογικών δικτύων	68
5.11.1.1	Βροχομετρικό Δίκτυο	69
5.11.1.2	Ανασκόπηση γενικών οδηγιών για την εγκατάσταση και λειτουργία βροχομετρικών σταθμών	74
5.11.1.3	Επισκόπηση χιονιού	76
5.11.1.4	Σταθμοί μέτρησης της εξάτμισης	77
5.11.2	Υδρομετρικό δίκτυο ελάχιστης πυκνότητας	78
5.11.2.1	Γενικές θεωρήσεις που αφορούν δίκτυα υδρομετρικών σταθμών	78
5.11.2.2	Βασικό δίκτυο	80
5.11.2.3	Ανασκόπηση γενικών οδηγιών για την εγκατάσταση και λειτουργία υδρομετρικών σταθμών	83
5.11.2.4	Στάθμες ποταμών	84
5.11.2.5	Στάθμες λιμνών και ταμειυτήρων	85
5.11.3	Μετρήσεις ιζήματος και φερτών υλικών	85
5.11.4	Χημική ποιότητα	86
5.11.5	Θερμοκρασία νερού	87
5.11.6	Παγοκάλυψη σε ποταμούς και λίμνες	87
5.11.7	Παρατηρήσεις υπογείων υδάτων	88
5.11.7.1	Γενικές απαιτήσεις	88
5.11.7.2	Πυκνότητα του δικτύου παρατήρησης υπογείων νερών	89
<b>ΚΕΦ. 6</b>	<b>ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ. ΜΕΛΕΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΜΕΤΡΗΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΜΟΡΝΟΥ ΚΑΙ ΕΥΗΝΟΥ. ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΤΗΝ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ.</b>	<b>94</b>
6.1.	Γενικά	94
6.2	Λεκάνη Μόρνου	96
6.2.1	Χαρακτηριστικά λεκάνης απορροής	96
6.2.2	Πληθυσμιακά δεδομένα	97

	Σελ.	
6.2.3	Κατάσταση δικτύου	98
6.2.3.1	Περιγραφή υδρομετρικών σταθμών	98
6.2.3.2	Περιγραφή βροχομετρικών και μετεωρολογικών σταθμών	98
6.2.4	Προτάσεις βελτίωσης της λειτουργίας των υπάρχοντων σταθμών του δικτύου	103
6.2.4.1	Γενικές παρατηρήσεις για το Βροχομετρικό Δίκτυο	103
6.2.4.2	Ειδικές παρατηρήσεις για κάθε σταθμό	105
6.2.5	Προτάσεις ίδρυσης νέων σταθμών	107
6.2.5.1	Υδρομετρικοί σταθμοί	107
6.2.5.2	Βροχομετεωρολογικοί σταθμοί	108
6.2.6	Τελική κατάσταση	109
6.3	Λεκάνη Ευήνου	112
6.3.1	Χαρακτηριστικά λεκάνης απορροής	112
6.3.2	Πληθυσμιακά δεδομένα	113
6.3.3	Κατάσταση δικτύου	113
6.3.3.1	Περιγραφή υδρομετρικών σταθμών	113
6.3.3.2	Περιγραφή βροχομετρικών και μετεωρολογικών σταθμών	114
6.3.4	Προτάσεις βελτίωσης της λειτουργίας των υπάρχοντων σταθμών του δικτύου	116
6.3.4.1	Γενικές παρατηρήσεις για το σύνολο των σταθμών	116
6.3.4.2	Ειδικές παρατηρήσεις για κάθε σταθμό	118
6.3.5	Προτάσεις ίδρυσης νέων σταθμών	118
6.3.5.1	Υδρομετρικοί σταθμοί	118
6.3.5.2	Βροχομετεωρολογικοί σταθμοί	120
6.3.6	Τελική κατάσταση	120
6.4	Γενική επισκόπηση των δικτύων στην λεκάνη του Π.Αλιάκμονα	123
6.4.1	Γενικά	123
6.4.2	Βροχομετρικό Δίκτυο	123
6.4.3	Υδρομετρικό Δίκτυο	127
<b>ΚΕΦ.7</b>	<b>Συμπεράσματα - Προτάσεις</b>	<b>131</b>
7.1	Γενικές διαπιστώσεις	131
7.2	Προτεινόμενη οργάνωση των υδρολογικών υπηρεσιών	135
7.3	Προτεινόμενες πρακτικές και διαδικασίες στην εφαρμοσμένη υδρολογία	139

#### Παράρτημα

#### Βιβλιογραφία



## Πρόλογος

Η εργασία αυτή ξεκίνησε τον Μάρτιο του 1989 μετά απο πρόταση του καθηγητή κ.Θ. Ξανθόπουλου. Αισθάνομαι την ανάγκη να του εκφράσω τις πιο θερμές μου ευχαριστίες για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και με συμπεριέλαβε στην ερευνητική ομάδα των ερευνητικών προγραμμάτων α) "Υδρολογική διερεύνηση υδατικού διαμερίσματος Θεσσαλίας" και β) "Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της ύδρευσης μείζονος περιοχής Αθηνών", που πραγματοποιήθηκαν στον Τομέα Υδατικών Πόρων Υδραυλικών & Θαλάσσιων Έργων με επιστημονικό υπεύθυνο τον ίδιο.

Η ολοκλήρωσή της καθυστέρησε λόγω της εκπλήρωσης των στρατιωτικών μου υποχρεώσεων. Στα πλαίσια της εκπόνησής της πραγματοποιήθηκαν ταξίδια - επισκέψεις σε διάφορους υδρομετεωρολογικούς σταθμούς της χώρας μας απο τα οποία αποκτήθηκε σημαντική εμπειρία και βγήκαν αξιόλογα συμπεράσματα τα οποία αναπτύσσονται μέσα στην εργασία.

Τις πιο θερμές ευχαριστίες εκφράζω στον επιβλέποντα μου, Λέκτορα κ.Δ. Κουτσογιάννη. Η επιστημονική του κατάρτιση και η πλούσια εμπειρία του πάνω στο θέμα ήταν σημαντική βοήθεια, για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Επίσης τον ευχαριστώ για την συμπαράσταση του κατά την περίοδο της στρατιωτικής μου θητείας.

Ευχαριστίες απευθύνω στον Πολιτικό Μηχανικό κ.Ν. Σταυρίδη με τον οποίο πραγματοποιήσαμε επισκέψεις στις Υδρολογικές Λεκάνες Μόρνου και Ευήνου. Η εμπειρία του και οι γνώσεις του με βοήθησαν σημαντικά στην ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, πρέπει να ευχαριστήσω τις κ.Ν. Γαρίνη και κ.Μ. Γρηγορίου για τις προσπάθειες που κατέβαλαν στην άρτια παρουσίαση των κειμένων.



## **Κεφ. 1      Εισαγωγή**

### **1.1   Περιγραφή του θέματος**

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με την οργάνωση των υδρολογικών και μετεωρολογικών υπηρεσιών (Κεφ.2) με την συνοπτική παρουσίαση των διεθνών προτύπων και κανονισμών που διέπουν τους υδρομετεωρολογικούς σταθμούς και τα μετρητικά δίκτυα υδρομετεωρολογικών στοιχείων (Κεφ. 3.4.5). Καταγραφή των πρακτικών που εφαρμόζονται στη χώρα μας. Η Ελληνική υδρολογική πρακτική αναλύεται με την μελέτη των υδρομετεωρολογικών μετρητικών δικτύων των υδρολογικών λεκανών Μόρνου, Ευήνου και Αλιάκμονα.(Κεφ.6)

Περιγράφεται η σημερινή κατάσταση των δικτύων και προτείνονται λύσεις βελτίωσης μέσα στο πλαίσιο ανάπτυξης και αξιοποίησης των υδατικών πόρων της ευρύτερης περιοχής των λεκανών Μόρνου και Ευήνου. Στο τελευταίο κεφάλαιο έχουν συγκεντρωθεί οι παρατηρήσεις, τα συμπεράσματα και γενικές προτάσεις για την βελτίωση των παρεχομένων υδρολογικών υπηρεσιών.

Η εργασία αυτή συμπληρώνεται απο ενα φωτογραφικό παράρτημα το οποίο ολοκληρώθηκε κατά τη διάρκεια επισκέψεων σε πολλούς υδρομετεωρολογικούς σταθμούς. Το παράρτημα θεωρείται αναπόσπαστο μέρος της όλης εργασίας. Η κάθε φωτογραφία όπως και τα slides έχουν απεικονίσει την πραγματική κατάσταση και προσφέρουν την δυνατότητα κατανόησης των λαθών και παραλείψεων τα οποία υπάρχουν στον κάθε υδρομετεωρολογικό σταθμό.

## 1.2 Γενικοί στόχοι

Οι δυσκολίες στην επεξεργασία των πρωτογενών υδρολογικών στοιχείων (αποκωδικοποίηση βροχογραφημάτων, σταθμηγραφημάτων) και η εν γένει όχι σωστή και τακτική παρουσίαση τους απο τις διάφορες υπηρεσίες με οδήγησε στην καταγραφή της κατάστασης που επικρατεί στις υδρολογικές πρακτικές διεθνώς και στην προσέγγιση της **Ελληνικής** πραγματικότητας. Η προσέγγιση του θέματος στα πλαίσια Διπλωματικής Εργασίας είναι πολύ δύσκολη και σίγουρα με πολλές ελλείψεις.

Η έκταση του θέματος όπως επίσης και η σημασία του είναι πολύ μεγάλες. Η προσπάθεια αυτή στοχεύει στην όσο το δυνατό σφαιρική αντιμετώπιση του συστήματος συλλογής υδρολογικών στοιχείων.

Η εμπειρία απο την επεξεργασία των πρωτογενών βροχομετρικών και υδρομετρικών στοιχείων μας οδηγεί στο συμπέρασμα οτι η συλλογή και ταξινόμηση τους δεν είναι αξιόπιστες και δεν ανταποκρίνονται στις υψηλές απαιτήσεις που έχουμε απο τις υδρολογικές πληροφορίες.

Είναι συχνή η διαπίστωση απο τους Υδρολόγους Μηχανικούς για την χαμηλή ποιοτική και ποσοτική στάθμη της υδρολογικής πληροφορίας. Η υποδομή για την προχωρημένη Υδρολογία είναι αναμφισβήτητα τα αξιόπιστα και αντιπροσωπευτικά υδρολογικά δεδομένα. Είναι μεγάλη αντίφαση να προχωράμε σε προηγμένες και σύγχρονες μεθόδους υδρολογικής πρόβλεψης, μαθηματικά ομοιώματα, στοχαστικές παραμέτρους κ.α και να μην διαθέτουμε αξιόπιστα και επαρκή στοιχεία.

Ο βασικός στόχος της παρούσας είναι να προσθέσει ενα μικρό βοήθημα στην συστηματοποίηση, κατανόηση και διάδοση βασικών γνώσεων για την οργάνωση, εγκατάσταση και λειτουργία των υδρομετεωρολογικών μετρητικών σταθμών και δικτύων. Η παρουσίαση

μερικών γενικών οδηγιών από τους οδηγούς των World Meteorological Organization (W.M.O) και International Organization for Standardization (I.S.O) δίνει την δυνατότητα της θεωρητικής γνώσης που απαιτείται για την εγκατάσταση και λειτουργία των υδρομετεωρολογικών μετρητικών σταθμών και δικτύων.

Η μελέτη της υπάρχουσας κατάστασης των υδρομετεωρολογικών μετρητικών δικτύων των λεκανών Μόρνου και Ευήνου καθώς επίσης και οι προτάσεις βελτίωσης τους μαζί με το φωτογραφικό υλικό δίνουν την ευκαιρία ενημέρωσης για την υπάρχουσα κατάσταση στον Ελληνικό χώρο. Επίσης μεταφέρουν εμπειρία και δίνουν την δυνατότητα κατανόησης των βασικών στοιχείων για την βελτίωση ενός υδρομετεωρολογικού μετρητικού δικτύου που έχει σαν κύριο στόχο την αξιοπιστία και αντιπροσωπευτικότητα των συλλεγομένων στοιχείων.

## ΚΕΦ.2 Οργάνωση των υδρολογικών και Μετεωρολογικών υπηρεσιών

### 2.1 Υπάρχοντα Πρότυπα

#### Γενικά

Τα οργανωτικά σχήματα όσον αφορά τις υδρολογικές και μετεωρολογικές υπηρεσίες διαφέρουν σε μεγάλα όρια από χώρα σε χώρα ανά τον κόσμο. Σήμερα, τρία τυπικά οργανωτικά συστήματα των υδρολογικών και μετεωρολογικών υπηρεσιών μπορούν να διακριθούν στις διάφορες χώρες.

- α. Ένα σύστημα στο οποίο υδρολογικές και μετεωρολογικές υπηρεσίες συγκροτούν ένα ενιαίο εθνικό οργανισμό.
- β. Ένα σύστημα στο οποίο υδρολογικές και μετεωρολογικές υπηρεσίες είναι χωριστοί εθνικοί οργανισμοί που συντονίζονται μεταξύ τους σε διάφορα επίπεδα.
- γ. Ένα σύστημα στο οποίο η μετεωρολογική υπηρεσία είναι ξεχωριστός οργανισμός ενώ αντίθετα οι υδρολογικές υπηρεσίες εκπληρώνονται από διάφορους εθνικούς φορείς.

Είναι μάλλον συνηθισμένη πρακτική για μιά Εθνική Μετεωρολογική υπηρεσία να ικανοποιεί τις ανάγκες διαχείρισης του νερού παράλληλα με την πρόβλεψη του καιρού και τη λειτουργία του δικτύου παρατηρήσεων των βασικών μετεωρολογικών στοιχείων. Από την άλλη πλευρά δεν είναι ασυνήθιστο για τις εθνικές, περιφερειακές, τοπικές εταιρίες και οργανισμούς νερού να λειτουργούν συμπληρωματικούς σταθμούς για βροχόπτωση και εξάτμιση για τους ειδικούς σκοπούς τους.

Αυτοί οι σταθμοί, ως προς τον αριθμό, είναι συγκρίσιμοι με αυτούς που είναι εν λειτουργία από την Μετεωρολογική υπηρεσία αλλά συνήθως οι καταγραφές δυστυχώς δεν δημοσιεύονται στις εθνικές κλιματολογικές σειρές. Στις περισσότερες χώρες τα μετεωρολογικά

δεδομένα περιλαμβάνουν κυρίως κατακρήμνιση (βροχόπτωση) και εξατμηση, είναι αρχειοθετημένα απο την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, ενώ υδρολογικά δεδομένα είναι στην υπευθυνότητα των υδρολογικών υπηρεσιών ή των εταιριών άρδευσης, υδροηλεκτρικής ενέργειας, ναυσιπλοΐας κλπ.

Ως το 1957 περίπου 20% των χωρών διατηρούσαν ένα κεντρικό αρχείο για όλα τα υδρολογικά στοιχεία , ενώ η έρευνα του W.M.O 18 χρόνια αργότερα, έδειξε ότι το σύστημα αυτό ακολουθούν περίπου το 48%.

Πολλές χώρες δεν έχουν ακόμη εθνικό οργανισμό υδρολογικής πρόβλεψης, στην περίπτωση αυτή διάφορες υπηρεσίες (δημοσίων έργων, αρδεύσεως κλπ) μερικές φορές αναλαμβάνουν το καθήκον να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες.

Σήμερα δεν υπάρχει αποτελεσματικός συντονισμός των υδρολογικών δραστηριοτήτων σε εθνικό επίπεδο, στις περισσότερες χώρες του κόσμου. Οι υδρολογικές υπηρεσίες είναι συχνά διασκορπισμένες σε διάφορα υπουργεία. Οσον αφορά την λειτουργία, δύο πλατιές κατηγορίες μπορούν να διακριθούν μεταξύ των χωρών που υπάρχει μια κεντρική αρχή για τις υδρολογικές δραστηριότητες , σ'αυτές που η εθνική υδρολογική υπηρεσία έχει την εκτελεστική εξουσία και σ'αυτές που ο κυρίως κορμός συμβούλιο ή επιτροπή υπηρετεί μόνο στον συντονισμό των υδρολογικών δραστηριοτήτων των διαφόρων υπουργείων. Και στις δύο κατηγορίες τα πεδία ευθύνης ποικίλλουν από χώρα σε χώρα και σε πολλές περιπτώσεις ο εθνικός οργανισμός ή η επιτροπή είναι υπεύθυνη για τον συντονισμό όλων των απόψεων που αφορούν την ανάπτυξη και διαχείριση των υδατικών πόρων.

Στην Ελλάδα οι υδρολογικές δραστηριότητες δεν εξυπηρετούνται απο ενιαίο φορέα. Οι υδρολογικές υπηρεσίες είναι ανεξάρτητες απο τις Μετεωρολογικές όπου συνιστούν ενα εθνικό φορέα την Ε.Μ.Υ. Διάφοροι φορείς διαθέτουν υδρολογικές υπηρεσίες για συγκεκριμένους σκοπούς. Το ΥΠΕΧΩΔΕ για την μελέτη των διαφόρων

έργων που έχουν σχέση με την διαχείριση των υδατικών πόρων, το Υ.Π.Γ.Ε κυρίως για αρδευτικούς σκοπούς, η Δ.Ε.Η για την μελέτη υδροηλεκτρικών έργων κ.α.

Ο κάθε φορέας ενεργεί ανεξάρτητα από τους άλλους. Η έλλειψη συντονισμού και συνεργασίας είναι έντονη και δεν οδηγεί στην ανάπτυξη μετρητικών δικτύων, με συνέπεια η διαχείριση των υδατικών πόρων να μην βασίζεται πάντα σε αντιπροσωπευτικά και αξιόπιστα υδρολογικά στοιχεία.

## **2.2 Τεχνικά ζητήματα στον οργανωτικό σχεδιασμό**

Μεμονωμένες μελέτες, σ'εναν τομέα των κυβερνητικών υπηρεσιών μπορούν να οδηγήσουν σε λάθος κατεύθυνση και οι δυσκολίες στην αναδιοργάνωση του εκτελεστικού τομέα των κυβερνήσεων που παραμένουν πολύ καιρό στην εξουσία είναι μερικές φορές ανυπέρβλητες. Για το λόγο αυτό υπάρχουν σημαντικά τεχνικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά τα οποία δεν πρέπει να παραβλεφθούν εάν και όταν η αναδιοργάνωση είναι υπό μελέτη.

Ο σχεδιασμός των υδρολογικών και μετεωρολογικών δικτύων είναι ένα σύνθετο -από τεχνική σκοπιά- πρόβλημα και γίνεται ακόμα πιο δύσκολο όταν συμπεριλαμβάνονται οικονομικά ζητήματα, ενώ υπάρχουν διαφορές απόψεων σε μερικές πλευρές, είναι κοινά αποδεκτό ότι τα δίκτυα για τις διάφορες φυσικές παραμέτρους δεν πρέπει να σχεδιάζονται ανεξάρτητα μεταξύ τους. Για παράδειγμα, οι σταθμοί μέτρησης βροχοπτώσεων εγκαθίστανται πιο γρήγορα και πιο οικονομικά, απ'ότι οι σταθμοί των υδρομετρήσεων και το γεγονός ότι οι δύο τύποι μετρήσεων (δεδομένων) είναι έντονα συνδεδεμένοι μεταξύ τους είχε ως αποτέλεσμα, τα πρόσφατα εγκατεστημένα δίκτυα να περιλαμβάνουν περίπου 10 σταθμούς μέτρησης βροχοπτώσεων για κάθε σταθμό υδρομετρήσεων.



Στον ανεξάρτητο σχεδιασμό των δύο τοπικών δικτύων η αναλογία βρέθηκε να ποικίλλει ευρύτατα μεταξύ κρατών απο 2 μέχρι 40. Ίσως πιο σημαντικό απο αυτή την γενική αναλογία είναι η απαίτηση να απεικονίζεται επαρκώς η διαίτα της κατακρήμνισης σε κάθε σταθμό μέτρησης νερού και σε κάθε περιοχή. Να επιθεωρούνται και να φροντίζονται (συντηρούνται) σε τακτά χρονικά διαστήματα έτσι ώστε τα δεδομένα να είναι πιο αξιόπιστα, μόνιμα και συνεχόμενα.

Η επαρκής φροντίδα για την επιθεώρησή τους είναι μια ακριβή απαίτηση για την συλλογή δεδομένων. Η ενοποιημένη λειτουργία των διαφόρων τύπων δικτύων ελαττώνει αυτό το κόστος.

Η διαδικασία για δημοσίευση των δεδομένων συχνά απαιτεί συγκριτική ανάλυση υδρολογικών και μετεωρολογικών δεδομένων. Η εκτίμηση της παροχής των υδατορευμάτων σε περιόδους έλλειψης ή απώλειας καταγραφών για την μέτρηση της στάθμης συχνά βασίζεται σε δεδομένα βροχοπτώσεων όσο και σε σχετικά μετεωρολογικά δεδομένα. Οι υδρολογικές παρατηρήσεις συνδέονται συχνά με τα κλιματολογικά δεδομένα και για το λόγο αυτό ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός του σχήματος δημοσίευσης (αρχεία, δίσκοι κλπ) μπορεί να επιφέρουν σημαντική μείωση στο κόστος αναλύσεων.

Η προετοιμασία των υδρολογικών προβλέψεων απαιτεί μετεωρολογικές παρατηρήσεις αλλά επίσης και αναφορές υδρολογικών συνθηκών. Οι υπηρεσίες για την πρόβλεψη του καιρού έχουν παραδοσιακά και αναγκαία, ένα ευρύ εθνικό σύστημα επικοινωνίας για τη συλλογή των αναφορών, πράγμα που καθιστά πιο αποτελεσματική και οικονομική τη λειτουργία του. Τα ραντάρ έχουν πολλές δυνατότητες στην πρόβλεψη του καιρού αλλά και στην υδρολογική πρόβλεψη, χωρίς όμως να είναι οικονομικά δυνατό για τις υδρολογικές και μετεωρολογικές υπηρεσίες να εγκαθιδρύσουν ανεξάρτητα δίκτυα.

Η πρόβλεψη της διαίτας ενός ποταμού πρέπει να σχετίζεται με την πρόβλεψη του καιρού η οποία σχετίζεται με τις γενικότερες υδρολογικές συνθήκες της περιοχής. Δεν μπορεί κανείς να

γενικεύσει τις καιρικές προβλέψεις χωρίς να συμπεριλάβει όλα τα στοιχεία. Έτσι μόνο η στενή συνύπαρξη και συνεργασία μεταξύ μετεωρολόγου και υδρολόγου μπορεί να οδηγήσει σε αποτελεσματική διαχείριση του νερού.

### **Κεφ. 3 Καταγραφή των πρακτικών που εφαρμόζονται διεθνώς για την μέτρηση των κατακρήμνισεων**

#### **3.1. Βροχοπτώσεις**

##### **3.1.1 Γενικά**

Η συνολική ποσότητα της βροχόπτωσης που φθάνει στο έδαφος σε μια συγκεκριμένη περίοδο εκφράζεται σαν το ύψος το οποίο καλύπτει η βροχή και το χιόνι ή το χαλάζι που πέφτει αν έλειψε. Η χιονόπτωση επίσης μετριέται με το ύψος φρέσκου χιονιού που καλύπτει μια όμοια οριζόντια επιφάνεια.

Ο βασικός σκοπός κάθε μεθόδου μέτρησης της κατακρήμνισης πρέπει να είναι η λήψη ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος της κατακρήμνισης στην περιοχή που αναφέρεται η μέτρηση. Υπάρχουν μερικές σημαντικές απαιτήσεις στην υδρολογία για την μέτρησή της βροχόπτωσης σε απόλυτο βαθμό. Οι απαιτήσεις αυτές είναι η εκλογή της θέσης, ο τύπος και η εγκατάσταση του μετρητικού οργάνου, η πρόγνωση των απωλειών από εξάτμιση και οι επιδράσεις του αέρα και του πιτσιλίσματος.

Η ποσότητα της κατακρήμνισης είναι το σύνολο της υγρής κατακρήμνισης και της ισοδύναμης υγρής από την στέρεη κατακρήμνιση.

##### **3.1.2 Τοποθέτηση μετρητικού οργάνου**

Ενας τέλειος προσανατολισμός της θέσης του μετρητή βροχής θα αντιπροσώπευε την κατακρήμνιση που πέφτει στον περιβάλλοντα χώρο. Παρόλα αυτά είναι δύσκολο να επιτευχθεί στην πράξη λόγω της επίδρασης του ανέμου γι' αυτό πρέπει να δίνεται πολύ προσοχή στην εκλογή της θέσης. Οι επιδράσεις του ανέμου εντοπίζονται σε δύο κατηγορίες:

- α. Επιδράσεις στον μετρητή
- β. Επιδράσεις στην θέση του μετρητή από τις διευθύνσεις του ανέμου.

Το αποτέλεσμα του (α) είναι γενικά το να μειώνει την συγκεντρωθήσα ποσότητα του νερού. Τα αποτελέσματα του (β) είναι συχνά πιο σημαντικά και μπορούν να δώσουν αυξημένη ή μειωμένη τιμή της κατακρήμνισης. Η μείωση της κατακρήμνισης σε ένα μέρος μπορεί να οφείλεται σε αύξησή της σε κάποιο άλλο μέρος. Η ανωμαλία που δημιουργείται από κάποιο εμπόδιο οφείλεται στην αναλογία των γραμμικών διαστάσεων προς την πτωτική ταχύτητα της κατακρήμνισης. Αυτή η επίδραση περιορίζεται, ή και εξαλείφεται ολοκληρωτικά

- α. Επιλέγοντας την περιοχή ώστε η ταχύτητα του ανέμου στο επίπεδο του στομίου του μετρητή να είναι όσο το δυνατό μικρότερη, ώστε να μην υπάρχει, την ίδια στιγμή, κάποια δραστική διακοπή της βροχής από αντικείμενα γύρω απ' αυτό και
- β. μεταβάλλοντας το περιβάλλον του μετρητή ώστε η ροή του αέρα κάθετα προς το στόμιο να είναι οριζόντια.

Όλα τα μετρητικά όργανα σε κάθε περιοχή ή χώρα πρέπει να έχουν σχετικούς τρόπους εγκατάστασης και τα ίδια κριτήρια πρέπει να εφαρμόζονται σε όλα.

Ο μετρητής πρέπει να εγκαθίσταται με το στόμιό του οριζόντια πάνω από το επίπεδο του εδάφους. Οπου είναι δυνατόν, η θέση μέτρησης πρέπει να έχει προστασία από την κίνηση (δράση) του αέρα από όλες τις διευθύνσεις. Αυτό επιτυγχάνεται με αντικείμενα (δένδρα, θάμνους κλπ) με όσο το δυνατό πιο ομοιόμορφο ύψος.

Το ύψος τους πάνω από το στόμιο του μετρητή πρέπει να είναι τουλάχιστον η μισή απόσταση από τον μετρητή ως αυτά. Αυτό είναι απαραίτητο για να αποφευχθεί η παρεμπόδιση της βροχής που πρέπει να πέσει στον μετρητή.

Η ιδανική θέση είναι να υπάρχει μια γωνία από την κορυφή του μετρητή προς τα γύρω αντικείμενα τουλάχιστον  $30^\circ$  και όχι περισσότερο από  $45^\circ$ . Το μέγεθος της προστασίας που πρέπει να υφίσταται ο μετρητής προς όλες τις διευθύνσεις πρέπει να είναι αρκετά παρόμοιο με αυτό που προσφέρεται από ένα δάσος. Αντικείμενα όπως ανεμοφράκτες, αποτελούμενα από μια απλή σειρά δένδρων πρέπει να αποφεύγεται σαν προστασία μετρητών διότι τείνουν να αυξήσουν τον στροβιλισμό στην θέση μέτρησης.

Μερική ή ανομοιογενή προστασία κοντά στον μετρητή πρέπει επίσης να αποφεύγεται διότι προκαλεί μεταβαλλόμενα και απρόβλεπτα αποτελέσματα στη μέτρηση. Όταν η επαρκής προστασία του μετρητή από τον αέρα δεν είναι δυνατή τότε μεμονωμένα αντικείμενα δεν πρέπει να είναι κοντύτερα στον μετρητή σε απόσταση ίση προς 4 φορές το ύψος του. Σύμφωνα με αυτούς τους περιορισμούς, η θέση που είναι προστατευόμενη από την μεγάλη ισχύ του ανέμου πρέπει να εκλέγεται με σκοπό να αποφεύγονται μετρητικά λάθη λόγω του αέρα. Προσοχή πρέπει να δίνεται πάντα ώστε η εκλεγμένη περιοχή να μην δημιουργεί σημαντικές ταραχές στον αέρα.

Θέσεις σε πλαγιά ή με το έδαφος σε κλίση άμεσα κοντά τους (ειδικά αν η διεύθυνση της κλίσης είναι ίδια με του πνέοντος ανέμου) πρέπει να αποφεύγονται. Το γύρω έδαφος πρέπει να καλυφθεί με χαμηλό γρασίδι ή με μίγμα άμμου και χαλικιών ή με βότσαλα όχι όμως με σκληρή επιφάνεια όπως το τσιμέντο που αυξάνει το πιτσιλίσμα. Το στόμιο του μετρητή να βρίσκεται στο δυνατότερο χαμηλό ύψος από το έδαφος (διότι η ταχύτητα του ανέμου αυξάνει με το ύψος), αλλά αρκετά ψηλά ώστε να εμποδίζεται η είσοδος της βροχής από το πιτσιλίσμα στο έδαφος.

Σε περιοχές που έχουν λίγο χιόνι και τα γύρω εδάφη είναι τέτοια ώστε δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος ακόμη και σε δυνατή βροχή, να καλυφθεί το έδαφος με λακούβες νερού, ένα ύψος 30cm χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες. Όπου αυτές οι συνθήκες δεν ικανοποιούνται προτείνεται ένα μέσο ύψος ενός μέτρου. Σε πολύ εκτεθειμένα μέρη όπου δεν υπάρχει φυσικό καταφύγιο έχει βρεθεί ότι επιτυγχάνονται καλύτερα αποτελέσματα για την υγρή κατακρήμνιση αν ο μετρητής τοποθετηθεί σε ένα κοίλωμα έτσι ώστε η στέψη του μετρητή να βρίσκεται στο επίπεδο του εδάφους.

Ένα δυνατό πλαστικό ή μεταλλικό πλέγμα για την αποφυγή πιτσιλίσματος πρέπει να περικλύει την κοιλότητα με ένα κεντρικό άνοιγμα για την χοάνη του μετρητή. Το πλέγμα για την αποφυγή του πιτσιλίσματος πρέπει να αποτελείται από λεπτά πηχάκια περίπου 12.5cm βάθους, τοποθετημένα κάθετα σε απόσταση 12.5cm περίπου σε ένα τετράγωνο συμμετρικό τελάρο. Η περιοχή γύρω από τον μετρητή πρέπει να είναι επίπεδη και χωρίς ασυνήθιστα εμπόδια σε ακτίνα τουλάχιστον 100 m.

Μια εναλλακτική τοποθέτηση αλλά όχι τόσο αποτελεσματική θα ήταν να τοποθετηθεί ο μετρητής στο κέντρο ενός κυκλικού τοίχου καλυμμένο με γρασίδι. Η εσωτερική επιφάνεια του τοίχου πρέπει να είναι κατακόρυφη με ακτίνα 1.5 m περίπου. Η εξωτερική επιφάνεια πρέπει να είναι κεκλιμένη με μια γωνία 15° περίπου προς την οριζόντιο επίπεδο. Η στέψη του τοίχου πρέπει να είναι συνεπίπεδη με το στόμιο του μετρητή. Σ'αυτή την λύση θα πρέπει να γίνει ειδική πρόβλεψη για την ανάγνωση και εκκένωση του οργάνου.

Μια εναλλακτική μέθοδος για να τροποποιηθεί ο περιβάλλον χώρος του μετρητή είναι η τοποθέτηση κατάλληλα διαμορφωμένων ανεμοασπίδων γύρω του. Αν είναι κατάλληλα σχεδιασμένες επιτρέπουν τη λήψη αντιπροσωπευτικότερων αποτελεσμάτων απ'αυτά που παίρνουμε από μη προστατευμένα όργανα, πλήρως εκτεθειμένα στον άνεμο. Ένα ιδανικό ανεμόφραγμα θα πρέπει:

- α. Να εξασφαλίζει παράλληλη ροή ανέμου πάνω από τον μετρητή.
- β. Να αποτρέπει τοπική επιτάχυνση του ανέμου πάνω από το άνοιγμα.
- γ. Να μειώνει όσο το δυνατόν περισσότερο την ταχύτητα του ανέμου που κτυπάει τις πλευρές του μετρητικού δοχείου.
- δ. Να αποτρέπει το πιτσίλισμα προς το στόμιο του μετρητή ώστε το ύψος του στομίου του μετρητή πάνω από το έδαφος να μην παίζει σημαντικό ρόλο.
- ε. Να μην μπορεί να το σκεπάζει (capping) το χιόνι.

Η κατακρήμνιση με την μορφή χιονιού επηρεάζεται από τον άνεμο περισσότερο απ'ότι η βροχή. Σε περιοχές με ιδιαίτερα δυνατούς ανέμους η ένδειξη του μετρητή με ή χωρίς ανεμοφράγματα μπορεί να είναι λιγότερο από το μισό της πραγματικής χιονόπτωσης.

Οι επιλεγμένες θέσεις για μετρήσεις χιονόπτωσης και χιονοκάλυψης θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν προστατευμένες από τον άνεμο. Τα ανεμοφράγματα προσαρμοσμένα στους μετρητές έχουν αποδειχθεί αρκετά αποτελεσματικά στο να μειώνουν τα λάθη, στην εκτίμηση των κατακρημνισμάτων που οφείλονται στους ανέμους.

Καμμία όμως από τις ανεμοασπίδες που έχουν κατασκευαστεί δεν εξαφανίζει τις απώλειες που προκαλούνται από τους ανέμους. Σε λεκάνες που δεν υπάρχουν κατάλληλες θέσεις για τοποθέτηση μετρητικού οργάνου προτιμάται η τοποθέτηση διπλού οργάνου ή με διπλό κυκλικό προστατευτικό φράχτη όπως φαίνεται στο σχήμα 3.1 και 3.2 από ένα απλό εκτεθειμένο μετρητικό όργανο. Στο διπλό μετρητικό σύστημα η κίνηση του ανέμου πάνω σ'ένα ζεύγος προστατευμένων και εκτεθειμένων μετρητών υποθέτουμε ότι είναι ίδια και συνεπώς η πραγματική βροχόπτωση μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας μια σχέση μεταξύ της αναλογίας της κατακράτησης των δυο μετρητών και της κατακράτησης από τον απροστάτευτο μετρητή.

Αυτή η τεχνική έχει το πλεονέκτημα ότι η μείωση της κατακράτησης από τον αέρα χρησιμοποιείται σαν πλεονέκτημα αντί να είναι η κύρια αιτία λάθους. Η τοποθέτηση διπλού κυκλικού προστατευτικού φράκτη είναι οπωσδήποτε η καταλληλότερη κατασκευή για μια επαρκώς προστατευμένη θέση μέτρησης σε σχέση με την χρήση απλών προφυλακτών χιονιού. Οι φράκτες είναι κατασκευασμένοι από δύο ομόκεντρα στεφάνια 50% πορώδη με το εξωτερικό να έχει ακτίνα 3 m και το εσωτερικό 1.5 m. Το εξωτερικό στεφάνι είναι υπό κλίση 30° και το εσωτερικό 45° από την κάθετο. Ο μετρητής είναι τοποθετημένος στο κέντρο των στεφανιών με καθαρό χώρο γύρω του περίπου 1.5m. Αυτή η διαμόρφωση επιτρέπει στον οριζόντιο άνεμο να εκτραπεί πάνω και κάτω από τον μετρητή με συνέπεια την μείωση του στροβιλισμού στο στόμιο του μετρητή.

Το εσωτερικό στεφάνι είναι περίπου 30cm υψηλότερο από το στόμιο του μετρητή ενώ το εξωτερικό 60cm ψηλότερα.

Ένα διπλό προστατευτικό φράκτη για την μέτρηση υγρών και στερεών κατακρημνισμάτων εφευρεθεί και δοκιμασθεί στην ΕΣΣΔ. Η προστασία του μετρητή συνίσταται από ελάχιστα υπερυψωμένους φράκτες που περιβάλλουν το όργανο και σχηματίζουν κανονικά οκτάγωνο, εγγεγραμμένα σε ομόκεντρους κύκλους με ακτίνες 6cm και 2cm αντίστοιχα. Τα συνολικά ύψη του εξωτερικού και εσωτερικού φράκτη είναι 3.5m και 3m αντίστοιχα και το στόμιο του μετρητή είναι στο ύψος των 3m. Η χαμηλότερη άκρη του εξωτερικού φράκτη είναι υπερυψωμένη 2m από το έδαφος και του εσωτερικού 1.5m.

### 3.1.3 Όργανα μέτρησης χωρίς καταγραφή (Βροχόμετρα)

#### 1.3.1 Γενικά

Οι μετρητές αυτοί χρησιμοποιούνται από τις κρατικές υπηρεσίες υδρολογίας και μετεωρολογίας για επίσημες μετρήσεις. Γενικά αποτελούνται από ανοιχτό υποδοχέα με κατακόρυφες πλευρές, συνήθως σε μορφή ορθών κυλίνδρων.



Σε διάφορες χώρες χρησιμοποιούνται ποικίλλα μεγέθη ανοίγματος και ύψους, και για το λόγο αυτό οι μετρήσεις είναι αυστηρά συγκρίσιμες. Το βάθος της βροχόπτωσης σ'ένα μετρητή μετριέται με βαθμονομημένη φιάλη ή με βαθμονομημένη ράβδο που βυθίζεται στο δοχείο του βροχόμετρου. Στους μετρητές που δεν έχουν ορθές πλευρές η μέτρηση γίνεται είτε ζυγίζοντας, είτε μετρώντας τον όγκο του περιεχομένου, είτε μετρώντας το βάθος με ειδικά βαθμονομημένη ράβδο ή ζυγαριά.

### 3.1.3.2 Βροχόμετρα

Ο συνηθισμένος μετρητής βροχής (βροχόμετρο) χρησιμοποιείται για καθημερινή καταγραφή και συνήθως έχει το σχήμα ενός συλλέκτη που αποτελείται στο πάνω μέρος από χοάνη που οδηγεί μέσα σ'ένα υποδοχέα. Το μέγεθος του ανοίγματος του συλλέκτη δεν έχει ιδιαίτερη σημασία. Η συνηθέστερη επιφάνεια που χρησιμοποιείται σε κάποιες χώρες είναι 1000 cm<sup>2</sup> αλλά μια επιφάνεια 200-500 cm<sup>2</sup> θα είναι προφανώς πιο βολική. Η επιφάνεια του υποδοχέα μπορεί να είναι ίση με 1/10 της επιφάνειας του συλλέκτη. Οποιοδήποτε μέγεθος επιφάνειας κι αν επιλεχθεί η βαθμονόμηση του μετρητή πρέπει να ληφθεί υπόψη μαζί μ'αυτό. Οι πιο σημαντικές απαιτήσεις ενός μετρητή είναι οι ακόλουθες:

- α. Το χείλος του συλλέκτη πρέπει να έχει μια αιχμηρή άκρη και να πέφτει μέσα κατακόρυφα. Επίσης να'ναι η λοξή εξωτερική γωνία μεγάλη. Ο σχεδιασμός των μετρητών που χρησιμοποιούνται για μέτρηση χιονιού οφείλονται στο σχεδιασμό του ανοίγματος, λόγω συσσώρευσης υγρού χιονιού γύρω από το χείλος να'ναι μικρά.
- β. Η περιοχή του ανοίγματος δεν πρέπει να έχει απώλειες παραπάνω από 0.5% και η κατασκευή να γίνεται έτσι ώστε αυτή η προσέγγιση να είναι σταθερή.

- γ. Ο συλλέκτης πρέπει να σχεδιαστεί ώστε να εμποδίζει το πιτσιλισμα της βροχής μέσα και έξω απ'αυτόν. Αυτό μπορεί να δίνει φτιάχνοντας το κατακόρυφο τοίχωμα αρκετά βαθύ και την κλίση της χοάνης όχι μικρότερη απο 45°.
- δ. Ο συλλέκτης πρέπει να έχει στενό λαιμό και πρέπει να είναι κατάλληλα προστατευμένος απο ακτινοβολία για μείωση της απώλειας του νερού λόγω εξάτμισης.
- ε. Στις περιπτώσεις που ένα μέρος της κατακρήμνισης πέφτει σε μορφή χιονιού, ο συλλέκτης πρέπει να είναι αρκετά βαθύς για να αποθηκεύει το χιόνι που πέφτει σε μια ημέρα. Αυτό είναι επίσης σπουδαίο για να αποφεύγεται η συσσώρευση χιονιού απο τον αέρα που στέκεται έξω απο το συλλέκτη.

Τα βροχόμετρα που χρησιμοποιούνται σε μέρη που γίνονται εβδομαδιαίες ή μηνιαίες αναγνώσεις είναι πρακτικά και πρέπει να σχεδιάζονται ίδια με τους τύπους που χρησιμοποιούνται για καθημερινές μετρήσεις αλλά θα έχουν δοχείο με μεγαλύτερη χωρητικότητα και δυνατότερη κατασκευή.

### **3.1.3.3 Μετρητές αποθήκευσης (Ολοκληρωτικά Βροχόμετρα)**

Αυτοί χρησιμοποιούνται για μέτρηση ολικής, εποχιακής κατακρήμνισης σε απομακρυσμένες ή ακατοίκητες περιοχές. Οι μετρητές αυτοί περιλαμβάνουν εναν συλλέκτη πάνω απο μια χοάνη που οδηγεί σ'εναν υποδοχέα αρκετά μεγάλο ώστε να αποθηκεύει τα εποχιακά κατακρημνίσματα.

Τα κριτήρια για έκθεση και προστασία που δόθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους πρέπει να ληφθούν υπόψη για την εγκατάσταση αυτών των μετρητών. Σε περιοχές που γίνονται πολύ μεγάλες χιονοπτώσεις ο συλλέκτης πρέπει να τοποθετείται έτσι ώστε να'ναι πάνω απο το μέγιστο αναμενόμενο ύψος της κάλυψης του χιονιού. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί τοποθετώντας όλο τον μετρητή σ'ένα υπερυψωμένο βάθρο ή πυργίσκο.

Στον συλλέκτη του αθροιστικού βροχόμετρου τοποθετείται αντιψυκτικό διάλυμα για να μετατρέπει το χιόνι που πέφτει μέσα σε υγρή μορφή. Ένα ικανοποιητικό αντιψυκτικό διάλυμα περιέχει 37.5% χλωριούχο ασβέστιο ( $\text{CaCl}_2$  , 78% καθαρότητας) και 62.5% νερό ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Για εναλλακτική λύση μπορεί να χρησιμοποιηθεί διάλυμα αιθυλικής γλυκόλης. Ο όγκος του διαλύματος που βάζουμε στον συλλέκτη δεν πρέπει να υπερβαίνει το ένα τρίτο του συνολικού όγκου του μετρητή.

Μια στρώση λαδιού πρέπει να χρησιμοποιείται για να εμποδίζει τις απώλειες νερού λόγω εξάτμισης. Ένα επαρκές πάχος του στρώματος λαδιού είναι τα 8mm περίπου.

#### 3.1.3.4 Μέθοδοι μέτρησης

Δύο μέθοδοι μέτρησης χρησιμοποιούνται συνήθως για την μέτρηση της βροχής που συλλέγεται στον μετρητή.

α. Βαθμονομημένος ογκομετρικός κύλινδρος

β. Βαθμονομημένη βυθιζόμενη ράβδος

Ένας μετρητικός κύλινδρος πρέπει να είναι κατασκευασμένος από καθαρό γυαλί με χαμηλό συντελεστή διαστολής, σωστά και ευδιάκριτα βαθμονομημένος και σύμφωνος με το μέγεθος του μετρητή στον οποίο θα τοποθετηθεί. Η διάμετρός του δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 1/3 της διαμέτρου του στομίου του μετρητή, προτιμότερο είναι να είναι μικρότερη.

Οι βαθμονομήσεις πρέπει να είναι ανά διαστήματα 0.2mm με τις γραμμές των mm πιο έντονα διακρινόμενες. Επίσης σκόπιμο είναι να σημειώνεται και η γραμμή που αντιστοιχεί στο 0.1mm. Οπου δεν είναι απαραίτητη η μέτρηση της βροχόπτωσης με τέτοια ακρίβεια, τότε κάθε 0.2mm θα υπάρχει διαβάθμιση, κάθε 1mm εντονότερη και στα 10mm πιο έντονα διακριτή. Για ακριβείς μετρήσεις το μέγιστο σφάλμα στη βαθμονόμηση δεν πρέπει να ξεπερνά το + 0.05mm.

Οι βαθμονομημένες βυθιζόμενες ράβδοι πρέπει να είναι φτιαγμένες από ξύλο κέδρου, ή κάποιο άλλο κατάλληλο υλικό το οποίο δεν απορροφά υπολογίσιμη ποσότητα νερού και το τριχοειδές φαινόμενο είναι αμελητέο. Ξύλινες βαθμονομημένες ράβδοι είναι ακατάλληλες αν έχει προστεθεί στον συλλέκτη λάδι για να εμποδίσει την εξάτμιση του κατακρατημένου νερού. Έτσι πρέπει να χρησιμοποιούνται μεταλλικές ή άλλου είδους ράβδοι από τις οποίες το λάδι μπορεί εύκολα να καθαριστεί. Οι ράβδοι πρέπει να είναι εφοδιασμένες με ορειχάλκινη βάση για να αποφεύγεται η φθορά τους. Το μέγιστο σφάλμα στην βαθμονομημένη ράβδο δεν πρέπει σε καμιά περίπτωση να ξεπερνά το +0.05mm.

Η μέτρηση του κατακρατημένου νερού μπορεί επίσης να γίνει με ακριβές ζύγισμα, μιά διαδικασία που παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα. Το συνολικό βάρος του δοχείου και του περιεχομένου του πρέπει να ζυγιστεί και κατόπιν να αφαιρεθεί το βάρος του δοχείου, ωστόσο οι κοινές μέθοδοι είναι πιο προσιτές, εύκολες και οικονομικές.

Ο σπουδαιότερος και πιο διαδεδομένος τύπος μετρητικού οργάνου είναι το Δεκαπλασιαστικό Βροχόμετρο. Το βροχόμετρο αυτό έχει ένα δοχείο συλλογής που η επιφάνειά του είναι 10 φορές μικρότερη από την επιφάνεια του στομίου του οργάνου. Έτσι όταν μέσα στο στόμιο του μετρητή πέσει βροχή ύψους π.χ 8mm το νερό στο δοχείο συλλογής θα ανέβει 10 φορές πιο πολύ, δηλαδή 80mm. Απ' αυτό που διαβάζουμε στο γυάλινο σωλήνα, στην πραγματικότητα, έπεσε βροχή που είχε ύψος δέκα φορές λιγότερο. Έτσι τα εκατοστά (cm) στην βαθμονομημένη ράβδο θα τα διαβάζουμε χιλιοστά (mm) και τα χιλιοστά δέκατα του χιλιοστομέτρου.

### 3.1.3.5 Σφάλμα και ακρίβεια ανάγνωσης και μέτρησης

Τα σφάλματα που γίνονται στην μέτρηση του συγκεντρωμένου νερού στο όργανο είναι μικρά σε σύγκριση με την αβεβαιότητα που οφείλεται στην επίδραση της έκθεσης του οργάνου στις διάφορες αντίξοες συνθήκες. Αυτό ισχύει με την προϋπόθεση ότι η απαραίτητη προσοχή υπάρχει στις αναγνώσεις. Στα βροχόμετρα καθημερινής παρατήρησης η ακρίβεια ανάγνωσης πρέπει να είναι τουλάχιστον 0.2mm και κατά προτίμηση 0.1mm. Στα αθροιστικά βροχόμετρα εβδομαδιαίας ή μηνιαίας παρατήρησης η μέτρηση πρέπει να γίνεται με ακρίβεια τουλάχιστον 1mm. Οι κύριες αιτίες λάθους είναι η χρησιμοποίηση μετρητών ή ράβδων με όχι ακριβή βαθμονόμηση ή και απώλεια νερού σε περίπτωση που η μέτρηση δεν γίνεται επί τόπου και πραγματοποιείται μεταφορά.

Εκτός από αυτά τα λάθη υπάρχουν και οι απώλειες λόγω της εξάτμισης. Αυτό είναι πιο έντονο σε ζεστά και ξηρά κλίματα και περισσότερο σε όργανα που ελέγχονται σε μακρινά χρονικά διαστήματα. Οι απώλειες από εξάτμιση μπορούν να μειωθούν, όπως έχει αναφερθεί, τοποθετώντας μέσα στο δοχείο αποθήκευσης του οργάνου λάδι. Εκτός απ' αυτό πρέπει ο μετρητής να σχεδιάζεται έτσι ώστε:

- α. Μόνο μια μικρή επιφάνεια του νερού να είναι εκτεθειμένη
- β. Ο αερισμός να είναι ελάχιστος
- γ. Η εσωτερική θερμοκρασία του μετρητή να μην επιτρέπεται να φτάνει σε υψηλά επίπεδα.

Η επιφάνεια του στομίου του μετρητή πρέπει να είναι λεία έτσι ώστε οι σταγόνες της βροχής να μην κολλάνε πάνω της. Επίσης δεν πρέπει να είναι βαμμένη ή να βάφεται, γι' αυτό καλό είναι να χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ανοξειδωτά υλικά.

Η συνηθισμένη μέθοδος μέτρησης της βροχόπτωσης εμπεριέχει συστηματικά σφάλματα. Αυτά τα σφάλματα οφείλονται, στην παραμόρφωση του πεδίου του ανέμου, την υγρασία, την εξάτμιση, και στο πιτσίλισμα των σταγόνων της βροχής. Τα συστηματικά σφάλματα μπορούν να προκαλέσουν απώλειες από 5 έως 30 τοις εκατό, ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες και τον τύπο (υγρή ή στερεή) της κατακρήμνισης. Η μετρούμενη ποσότητα της κατακρήμνισης είναι λιγότερη από την πραγματική κατακρήμνιση που φτάνει στο έδαφος σε εκτεθειμένες θέσεις μετρήσεων. Η ολική ποσότητα της κατακρήμνισης μιας περιοχής που προέρχεται από σημειακές εδαφικές παρατηρήσεις θα είναι ομοίως υποτιμημένη.

Οι διορθώσεις της μετρούμενης κατακρήμνισης βασίζονται στις σχέσεις τους με μετεωρολογικούς παράγοντες. Ωστόσο στοιχεία από αυτούς τους παράγοντες δεν είναι διαθέσιμα στην μορφή που χρειάζονται για τις περισσότερες θέσεις μέτρησης. Έτσι πρέπει να υπολογίζονται χρησιμοποιώντας επίσημες μετεωρολογικές παρατηρήσεις της ίδιας ή γειτονικής περιοχής.

Αυτές οι διορθώσεις είναι ο ουσιαστικός προσδιορισμός των λαθών, τα οποία είναι συνδεδεμένα με την ποιότητα, την χωροχρονική συχνότητα των μετεωρολογικών παρατηρήσεων και γενικά αυξάνονται με την χρήση μικρών χρονικών περιόδων. Συνεπώς η διαδικασία διόρθωσης δεν είναι κατάλληλη για δείγματα μικρού χρονικού διαστήματος. Έτσι η μικρότερη χρονική περίοδος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι ένας μήνας.

### **3.1.4 Όργανα μέτρησης με καταγραφή (Βροχογράφοι)**

#### **3.1.4.1 Είδη βροχογράφων**

Οι τρεις τύποι καταγραφικών οργάνων των κατακρημνίσεων που χρησιμοποιούνται γενικά είναι:

- α. Βροχογράφος βαρύτητας
- β. Βροχογράφος με πλωτήρα
- γ. Βροχογράφος με ανατρεπόμενο δοχείο

Το πιο ικανοποιητικό όργανο για την μέτρηση όλων των ειδών κατακρημνίσματος είναι αυτό που χρησιμοποιεί την βαρύτητα.

Η χρήση των άλλων δύο τύπων περιορίζεται στην μέτρηση της βροχόπτωσης.

- α. Βροχογράφος Βαρύτητας

Σ'αυτά τα όργανα το βάρος ενός δοχείου-δέκτη συν το βάρος του κατακρημνίσματος που συγκεντρώνεται μέσα σ'αυτό καταγράφονται συνεχώς είτε με κάποιο μηχανισμό ελατηρίου ή με ένα σύστημα ισορροπούντων βαρών. Ολη η κατακρήμνιση καταγράφεται έτσι όπως πέφτει. Αυτού του τύπου ο μετρητής συνήθως δεν έχει μηχανισμό να αυτοσχεδιάζεται αλλά με ένα σύστημα μοχλών είναι δυνατόν ο καταγραφέας να γράφει στην ταινία απο πάνω προς τα κάτω πολλές φορές. Αυτοί οι μετρητές πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να αποτρέπουν μεγάλες απώλειες απο εξάτμιση.

Το βασικό πλεονέκτημα αυτού του τύπου είναι η καταγραφή χιονιού χαλαζιού και συνδυασμού βροχής χιονιού. Δεν απαιτεί να λειώσουν τα στερεά κατακρημνίσματα πριν μετρηθούν.

- β. Βροχογράφος με πλωτήρα

Σ'αυτόν τον τύπο του οργάνου η βροχή οδηγείται σ'ένα χώρο όπου υπάρχει ένας ελαφρύς πλωτήρας. Η κατακόρυφη κίνηση του πλωτήρα, καθώς ανεβαίνει η στάθμη του νερού μετατρέπεται με κατάλληλο μηχανισμό σε κίνηση ενός καταγραφέα με μελάνι πάνω σε χαρτί (ταινία).

Ρυθμίζοντας κατάλληλα τις διαστάσεις του δοχείου (χοάνη), του πλωτήρα και του δοχείου που βρίσκεται ο πλωτήρας μπορούμε να επιτύχουμε κάθε επιθυμητή κλίμακα στην καταγραφική ταινία.

Για να πετύχουμε καταγραφές για μια εύχρηστη χρονική περίοδο (τουλάχιστον 24 ώρες όπως απαιτείται συνήθως) το δοχείο που βρίσκεται ο πλωτήρας πρέπει είτε να είναι πολύ μεγάλο (σ'αυτή την περίπτωση αποκτάται συμπιεσμένη κλίμακα πάνω στην καταγραφική ταινία), ή κάποιο αυτόματο μέσο πρέπει να υπάρχει για την εκκένωση του δοχείου γρήγορα, οπότε μπορεί και το δοχείο να ξαναγεμίσει (ο καταγραφέας επιστρέφει στο κάτω μέρος της ταινίας). Αυτό γίνεται συνήθως με κάποια διάταξη σίφωνα.

Η διαδικασία σιφωνισμού θα πρέπει να αρχίζει απότομα σε καθορισμένο χρόνο χωρίς να συνεχίζει να στάζει νερό είτε στην αρχή ή στο τέλος του σιφωνισμού, ο οποίος δεν πρέπει να κρατάει περισσότερο από 15 δευτερόλεπτα. Σε ορισμένα όργανα το δοχείο του πλωτήρα είναι τοποθετημένο σε μύτερες ακμές έτσι ώστε να ανατρέπεται εύκολα. Η ορμή του νερού βοηθάει στην διαδικασία σιφωνισμού και όταν το δοχείο αδειάσει, επιστρέφει στην αρχική του θέση. Άλλοι βροχογράφοι έχουν δυναμικό σίφωνα ο οποίος λειτουργεί σε λιγότερο από 5 δευτερόλεπτα. Ένας τύπος βροχογράφου έχει ένα μικρό δοχείο ανεξάρτητο από το κύριο δοχείο που μαζεύει την βροχή κατά την διάρκεια του σιφωνισμού. Το μικρό αυτό δοχείο όταν τελειώσει ο σιφωνισμός, εξασφαλίζοντας ορθή καταγραφή της συνολικής βροχόπτωσης.

Κάποια συσκευή θέρμανσης θα πρέπει να εγκαθίσταται μέσα στον βροχογράφο εάν υπάρχει η πιθανότητα να παγώσει κατά την διάρκεια του χειμώνα. Αυτό θα αποτρέψει ζημιά στον πλωτήρα και στο δοχείο που βρίσκεται λόγω χειμερινού παγετού και θα επιτρέψει την καταγραφή της βροχόπτωσης κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου. Ένα μικρό θερμαντικό στοιχείο ή ηλεκτρική λάμπα είναι κατάλληλη όπου υπάρχει παροχή ηλεκτρικού.



Μία βολική μέθοδος είναι η χρήση μικρού μήκους θερμαντικής ταινίας τυλιγμένης γύρω από το δοχείο συλλογής και συνδεδεμένο με μπαταρία μεγάλης χωρητικότητας. Η ποσότητα της θερμότητας που παρέχεται πρέπει να διατηρείται στην ελάχιστη απαιτούμενη για να αποφεύγεται το πάγωμα, διότι η ζέστη θα επηρεάσει την ακρίβεια των παρατηρήσεων, προκαλώντας κατακόρυφες κινήσεις αέρα πάνω από τον μετρητή και αυξάνοντας τις απώλειες από εξάτμιση.

#### γ. Βροχογράφος με ανατρεπόμενο δοχείο

Η αρχή αυτού του είδους βροχογράφου είναι πολύ απλή. Ένα ελαφρύ μεταλλικό δοχείο είναι χωρισμένο σε δύο μέρη και βρίσκεται σε ασταθή ισορροπία γύρω από ένα οριζόντιο άξονα. Στην κανονική του θέση το δοχείο στηρίζεται σ'ένα από τα δύο stop που το αποτρέπουν από το να ανατραπεί τελείως. Η βροχή οδηγείται από το συνηθισμένο χωνοειδές δοχείο συλλογής στο πάνω μέρος του δοχείου και αφού μια προκαθορισμένη ποσότητα έχει πέσει, το δοχείο χάνει την ασταθή ισορροπία του και μεταπίπτει σε άλλη θέση ισορροπίας. Οι χώροι μέσα στο δοχείο είναι έτσι διαμορφωμένοι ώστε το νερό να μπορεί να ρέει από το κάτω χώρισμα και να το αδειάσει, παράλληλα η βροχή πέφτει στο νεοτοποθετημένο επάνω διαμέρισμα του δοχείου. Η κίνηση του δοχείου καθώς γέρνει χρησιμοποιείται για να θέτει σε λειτουργία έναν καταγραφέα και να δημιουργεί μια καταγραφή η οποία συνίσταται σε ασυνεχή βήματα (διαστήματα), η απόσταση ανάμεσα σε κάθε βήμα αντιπροσωπεύει τον χρόνο που χρειάστηκε για να πέσει μια συγκεκριμένη μικρή ποσότητα βροχής.

Αυτή δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0.2mm εάν απαιτούνται αναλυτικές μετρήσεις.

Το κύριο πλεονέκτημα αυτού του είδους οργάνου είναι ότι μπορεί να ρυθμιστεί να μετράει με όποια ακρίβεια θέλουμε. Τα μειονεκτήματά του είναι:

1. Το δοχείο κάνει κάποιο μικρό αλλά μετρήσιμο χρόνο για να ανατραπεί κατά το πρώτο μισό της κίνησής του η βροχή οδηγείται στο διαμέρισμα που ήδη περιέχει την υπολογισμένη ποσότητα βροχόπτωσης. Αυτό το σφάλμα είναι σημαντικό μόνο σε δυνατή βροχή.
2. Με τον συνήθη σχεδιασμό του δοχείου η επιφάνεια του νερού που εκτείνεται είναι σχετικά μεγάλη ώστε να προκύπτουν απώλειες από εξάτμιση, ιδιαίτερα σε θερμές περιοχές. Αυτό είναι εντονότερο σε μικρές βροχές.
3. Λόγω της ασυνεχούς φύσης της καταγραφής το όργανο δεν είναι ικανοποιητικό για ψιχάλες ή ελαφριά βροχή. Ο χρόνος έναρξης και τέλους δεν μπορεί να καθοριστεί ακριβώς.

#### 3.1.4.2 Μέθοδοι καταγραφής

Η μέθοδος καταγραφής είναι ανεξάρτητη από τον τρόπο λειτουργίας του βροχογράφου. Ο σκοπός είναι οι κινήσεις του οργάνου να μετατραπούν σε μορφή τέτοια ώστε να παρέχει την δυνατότητα καταχώρησης και ανάλυσης.

Η απλούστερη μέθοδος καταγραφής είναι η μετακίνηση μιας χρονοταινίας με μηχανικό (ελατήριο) ή ηλεκτρικό ωρολογιακό μηχανισμό μπροστά από ένα καταγραφέα ο οποίος κινείται καθώς ο πλωτήρας ή ο μηχανισμός με το βάρος κινείται. Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι ταινιών:

##### α. Με τύμπανο

Αυτή είναι κολλημένη γύρω από ένα τύμπανο που περιστρέφεται μια φορά την ημέρα, κάθε εβδομάδα ή για όσο επιθυμούμε.

##### β. Ταινία σε ρολό

Αυτή η ταινία περιστρέφεται σε κυλίνδρους και περνάει μπροστά από την ακίδα καταγραφής. Αλλάζοντας την ταχύτητα περιστροφής της ταινίας ο καταγραφέας μπορεί να λειτουργεί για περιόδους από μια εβδομάδα μέχρι ένα μήνα ή και περισσότερο. Η κλίμακα χρόνου σ' αυτήν την ταινία μπορεί να είναι αρκετά μεγάλη για να μπορεί να υπολογίζεται η ένταση με ευκολία.

γ. Η καταγραφή της ένδειξης αντί να αποτυπώνεται σε ταινία μπορεί μηχανικά ή ηλεκτρονικά να μετατρέπεται σε ψηφιακή μορφή και να καταγράφεται σαν ένα σύνολο από τρύπες διατρημένες σε χαρτοταινία σε ομοιόμορφα χρονικά διαστήματα για αυτόματη επεξεργασία.

Η κίνηση του πλωτήρα, του δοχείου ή του ζυγιστικού μηχανισμού μπορεί επίσης να μετατρέπεται σε ηλεκτρικό σήμα ή και να μεταδίδεται με ράδιο ή ενσύρματο σύστημα σε μακρινό δέκτη όπου συλλέγει τις καταγραφές των βροχογράφων και τις χρησιμοποιεί ως δεδομένα για επεξεργασία.

### 3.2 Χιονοπτώσεις

Χιονόπτωση είναι η ποσότητα φρέσκου χιονιού που έχει πέσει σε ένα περιορισμένο χρονικό διάστημα (συνήθως 24 ώρες). Μετρείται το ύψος και το ισοδύναμο νερό.

#### 3.2.1 Ύψος χιονιού

Οι μετρήσεις του φρέσκου χιονιού γίνονται άμεσα με βαθμονομημένο χάρακα ή κλίμακα. Ο μέσος όρος αρκετών κατακόρυφων μετρήσεων είναι αντιπροσωπευτικός σε θέσεις που το χιόνι παρασύρεται. Πρέπει να προσέχεται ώστε να μην μετρείται παλιό χιόνι. Αυτό μπορεί να γίνει καθαρίζοντας ένα κατάλληλο μέρος πριν χιονίσει ή σκεπάζοντας την επιφάνεια του παλιού χιονιού με κατάλληλο υλικό π.χ ξύλο με σκληρή επιφάνεια βαμμένο άσπρο και μετρώντας πάνω από

το ύψος του χιονιού. Σε θέσεις που επικρατούν ισχυροί άνεμοι πρέπει να γίνονται μεγάλοι αριθμοί μετρήσεων ώστε να έχουμε το αντιπροσωπευτικό ύψος.

Το ύψος του χιονιού μπορεί επίσης να μετριέται σε ένα σταθερό δοχείο ομοιόμορφης διατομής, αφού εξομαλυνθεί η επιφάνειά του χωρίς να συμπιεστεί. Το δοχείο πρέπει να είναι ψηλότερα από το μέσο ύψος που έχει παρατηρηθεί και δεν πρέπει να είναι εκτεθειμένο στο χιόνι που μπορεί να γλυστρήσει, κατολισθήσει από αλλού.

Η διάμετρος του δοχείου πρέπει να είναι τουλάχιστο 20cm και το βάθος του αρκετό ώστε να μην είναι εύκολο να παρασυρθεί το χιόνι από τον αέρα. Τα εκτεθειμένα δοχεία δεν είναι αξιόπιστα όταν ο άνεμος είναι δυνατός λόγω των στροβιλισμών που δημιουργούνται πάνω από τα στόμιά τους. Το χιόνι που μαζεύουν είναι συνήθως λιγότερο απ'αυτό ενός προστατευμένου.

### 3.2.2 Ισοδύναμο νερό από χιόνι

Το ισοδύναμο νερό μιας χιονόπτωσης είναι η ποσότητα υγρής κατακρήμνισης που αντιπροσωπεύει αυτή η χιονόπτωση. Η εκτίμησή του θα πρέπει να γίνεται με μία από τις παρακάτω μεθόδους:

#### α. Ζύγισμα ή τήξη

Κυλινδρικά δείγματα φρέσκου χιονιού παίρνονται με κατάλληλο δειγματολήπτη χιονιού και ζυγίζονται ή λειώνονται.

Είναι πολύ σημαντικό να παίρνονται πολλά δείγματα ώστε να είναι αντιπροσωπευτική η εκτίμηση του ισοδύναμου νερού.

## β. Χρήση Βροχομέτρων

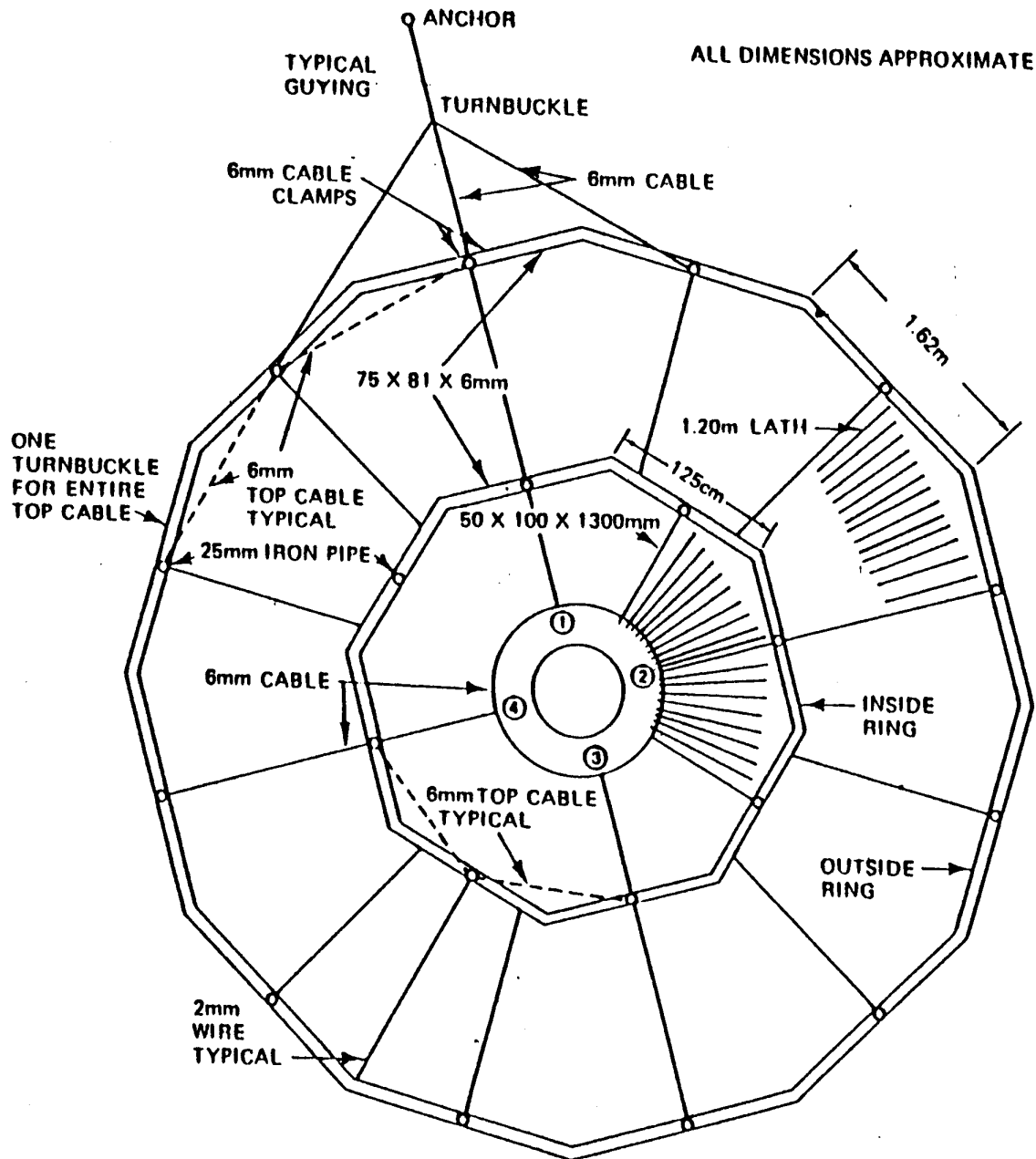
Το χιόνι που έχει συλλεχθεί σε ένα βροχόμετρο θα πρέπει να λειώνεται αμέσως και να μετριέται σε κυλινδρικό ογκομετρικό σωλήνα. Ο μόνος διαθέσιμος και σχετικά ικανοποιητικός βροχογράφος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του ισοδύναμου νερού μιας χιονόπτωσης είναι ο τύπος που ζυγίζει.

## γ. Υπολογισμός από τις μετρήσεις του ύψους

Το ύψος φρέσκου χιονιού μετατρέπεται σε ισοδύναμο νερό βάση κατάλληλης σχέσης. Μια γενική εκτίμηση όχι απόλυτα αντιπροσωπευτική είναι:

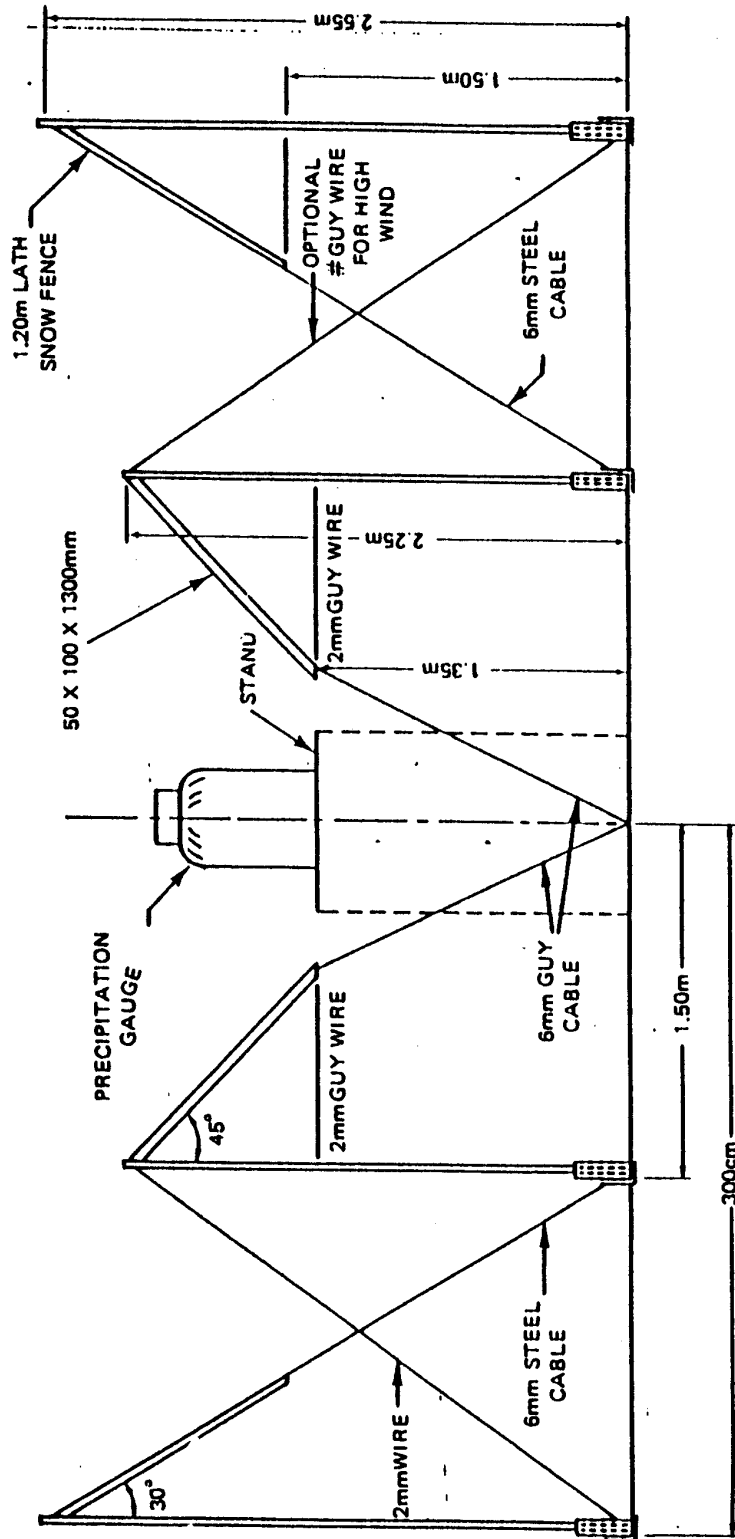
10mm φρέσκου χιονιού = 1mm ισοδύναμου νερού

Αυτή η ισοδυναμία έχει προκύψει από τον μέσο όρο πολλών μετρήσεων και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μεμονωμένες μετρήσεις από το ειδικό βάρος χιονιού μπορεί να είναι από 0.03 μέχρι 0.25.



EIKONA 3.1

Κάτοψη διπλού κυκλικού προστατευτικού ανεμοφράγματος



ΕΙΚΟΝΑ 3.2

Τομή διπλού κυκλικού προστατευτικού ανεμοφράγματος

**Κεφ.4 Καταγραφή των πρακτικών που εφαρμόζονται διεθνώς για την μέτρηση της στάθμης και της παροχής στα ποτάμια.**

**4.1 Σταθμοί μέτρησης υδατορευμάτων (Υδρομετρικοί σταθμοί)**

**4.1.1 Σκοπός των σταθμών μέτρησης**

Ο σκοπός των σταθμών μέτρησης υδατορευμάτων είναι να παρέχουν συστηματικές καταγραφές της στάθμης και της παροχής. Η συνεχής καταγραφή της ροής των υδατορευμάτων είναι αναγκαία στον σχεδιασμό των συστημάτων τροφοδοσίας νερού (ύδρευση, άρδευση κλπ) στον σχεδιασμό υδραυλικών έργων, στην λειτουργία των συστημάτων διαχείρισης του νερού.

Ειδικότεροι σκοποί των μετρητών είναι η πρόβλεψη των υδρολογικών παραμέτρων, η εκτίμηση των φερτών υλικών και ιζημάτων, η εκτίμηση του χημικού φορτίου των υδατορευμάτων και των περιλαμβανομένων σ'αυτά ρύπων. Επειδή η συνεχής μέτρηση της παροχής δεν είναι εύκολη, οι τιμές της παροχής υπολογίζονται από την σχέση ανάμεσα στην στάθμη και στην παροχή όπως προκύπτει από την περιοδική μέτρηση της παροχής και την συστηματική καταγραφή της στάθμης.

**4.1.2 Επιλογή θέσης**

Η επιλογή των υδατορευμάτων που θα μετρηθούν πρέπει να διέπεται από τις αρχές σχεδιασμού των δικτύων και εξαρτάται από την χρήση των δεδομένων που έχει προταθεί, σύμφωνα με το κεφάλαιο 5 η επιλογή της συγκεκριμένης θέσης για σταθμό μέτρησης σε δεδομένο υδατορεύμα πρέπει να καθοδηγείται από τα ακόλουθα κριτήρια για μια ιδανική θέση μέτρησης.

α. Το τμήμα του υδατορεύματος να είναι ευθύ για 100m ανάντη και κατόντη της θέσης μέτρησης.



- β. Ολόκληρη η ροή να περιορίζεται σε ένα κανάλι (κοίτη) για όλες τις στάθμες χωρίς δευτερεύουσες ή υπόγειες ροές στην θέση μέτρησης.
- γ. Ο πυθμένας να μην έχει την τάση να διαβρώνεται και να επιχωματώνεται και είναι ελεύθερος από υδρόβια ανάπτυξη.
- δ. Οι όχθες να είναι μόνιμες, αρκετά ψηλές για να περιορίσουν τις πλημμύρες και ελεύθερες από θάμνους.
- ε. Να υπάρχει θέση κατάλληλη για στέγαση του σταθμηγράφου στην οποία η πιθανότητα να πάθει ζημιά από τα αιωρούμενα στερεά να είναι ελάχιστη κατά την διάρκεια υψηλής στάθμης. Η θέση αυτή πρέπει να βρίσκεται πιο ψηλά από οποιαδήποτε πλημμύρα που έχει την πιθανότητα να συμβεί κατά την διάρκεια της ζωής του σταθμού.
- στ. Η θέση μέτρησης να είναι αρκετά μακριά από την συμβολή με άλλο υδατορεύμα ή από επίδραση παλίρροιας έτσι ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε επίδραση που μπορεί να προκληθεί από το άλλο υδατορεύμα ή από την παλίρροια στην στάθμη στην θέση μέτρησης.
- ζ. Κοντά στην θέση μέτρησης πρέπει να υπάρχει κατάλληλη περιοχή για την μέτρηση παροχής για όλες τις στάθμες. Σημειώνεται ότι δεν είναι απαραίτητο οι μικρές και μεγάλες παροχές να μετρούνται στην ίδια διατομή του υδατορεύματος.
- η. Η θέση πρέπει να είναι εύκολα προσπελάσιμη για την καλή εγκατάσταση και λειτουργία του σταθμού μέτρησης.
- θ. Πρέπει να διατίθενται μέσα για τηλεμετρία εάν αυτά χρειάζονται.
- ι. Αν επικρατούν συνθήκες πάγου η θέση θα πρέπει να δίνει την δυνατότητα της καταγραφής της στάθμης και της μέτρησης της παροχής.

Σπάνια βρίσκεται ιδανική θέση για σταθμό μέτρησης και έτσι η επιλογή γίνεται ανάμεσα σε πιθανές θέσεις που κάθε μία από αυτές έχει μερικά μειονεκτήματα. Υπάρχουν συχνά δυσμενείς συνθήκες σ'όλες τις πιθανές θέσεις εγκατάστασης ενός αναγκαίου σταθμού μέτρησης και συνήθως δεχόμαστε μία όχι ιδανική θέση. Για

παράδειγμα όλα τα υδατορεύματα σε μία δεδομένη περιοχή μπορεί να έχουν ασταθείς πυθμένες και όχθες, πράγμα που καταλήγει σε μία συνεχή μεταβολή της σχέσης στάθμης - παροχής.

## **4.2 Επιλογή Υδρομετρικών Οργάνων**

### **4.2.1 Γενικά**

Η εγκατάσταση και η λειτουργία του δικτύου μέτρησης και παρατήρησης αντιπροσωπεύει το κύριο μέρος των εν λειτουργία υδρολογικών δραστηριοτήτων. Η τεχνική και οικονομική αξία των μετρήσεων και παρατηρήσεων εξαρτάται από την αξιοπιστία και την ακρίβεια των χρησιμοποιούμενων οργάνων. Συνεπώς το καταλληλότερο όργανο για μια συγκεκριμένη μέτρηση πρέπει να επιλεγεί βάσει των χαρακτηριστικών που είναι κατάλληλα για τον συγκεκριμένο σκοπό.

Τα χαρακτηριστικά πρέπει να καθοριστούν βάσει:

- α. Εργαστηριακών πειραμάτων που μπορεί να είναι πιο οικονομικά στην εκτέλεσή τους, ή
- β. Επί τόπου πειραμάτων (πειράματα πεδίου) σε συνθήκες λειτουργίας, που διαφέρουν με το κλίμα κ.α

Επίσης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την επιστημονική και τεχνική βιβλιογραφία για τα όργανα και την χρήση τους στο ίδιο κλίμα και στις ίδιες φυσικές συνθήκες.

Η επιλογή του τύπου του οργάνου είναι θεμελιακής σημασίας και ελέγχεται (κατευθύνεται) από τον σκοπό της μέτρησης, επίσης σημαντικά στοιχεία είναι οι επιπρόσθετες τεχνικές απαιτήσεις και οι οικονομικές πλευρές.

#### **4.2.2 Κριτήρια για την επιλογή των υδρομετρικών οργάνων**

Η σύγκριση των διαφόρων οργάνων που εξυπηρετούν ένα σκοπό μέτρησης μπορεί να βασιστεί στα ακόλουθα κριτήρια:

- α. Ακρίβεια
- β. Ευαισθησία
- γ. Αξιοπιστία
- δ. Αντοχή
- ε. Λειτουργική ζωή
- στ. Κόστος αγοράς
- ζ. Σκοπός και κόστος εγκατάστασης
- η. Απαιτήσεις και κόστος συντήρησης
- θ. Συμβιβαστότητα με άλλα όργανα που ήδη λειτουργούν.

#### **4.3 Στάθμη νερού σε ποτάμια, λίμνες και δεξαμενές**

##### **4.3.1 Σκοπός των παρατηρήσεων της στάθμης νερού**

Η στάθμη της επιφάνειας του νερού ενός υδατορεύματος μιας λίμνης ή άλλης υδάτινης μάζας, σχετικά με μια στάθμη (παρατήρηση) αναφοράς, πρέπει να καταγράφεται με ακρίβεια 1cm γενικά. Σε σταθμούς μέτρησης οι οποίοι κάνουν συνεχείς μετρήσεις ή ακρίβεια θα πρέπει να είναι 3mm.

Η στάθμη νερού στα ποτάμια χρησιμοποιείται άμεσα στην εκτίμηση της παροχής στον σχεδιασμό αντιπλημμυρικών έργων σε περιοχές που κινδυνεύουν από πλημμύρες και στο σχεδιασμό κατασκευών μέσα ή κοντά σε υδάτινες μάζες. Όταν συσχετίζονται με παροχή από υδατορεύματα ή με τον όγκο αποθήκευσης σε δεξαμενές (ταμιευτήρες), λίμνες, οι στάθμες νερού χρησιμοποιούνται ως βάση

για τον υπολογισμό των καταγραφών της παροχής ή αλλαγές στην αποθήκευση. Μετρήσεις της στάθμης νερού παίρνονται με συστηματικές παρατηρήσεις ενός σταθμημέτρου ή ενός σταθμηγράφου.

#### 4.3.2 Επιλογή θέσης

Η θέση που θα επιλεγεί για παρατηρήσεις της στάθμης νερού πρέπει να γίνει με βάση τον σκοπό των παρατηρήσεων που πρέπει να γίνουν, το πόσο καλή πρόσβαση υπάρχει στην περιοχή και την διαθεσιμότητα παρατηρητή, αν χρησιμοποιείται σταθμήμετρο. Για τα υδατορεύματα ένας σημαντικός παράγοντας για την επιλογή της τοποθεσίας είναι η υδρολογική κατάσταση της περιοχής, ειδικά εκεί όπου οι στάθμες νερού χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της παροχής.

Όργανα μετρήσεως σε λίμνες και δεξαμενές συνήθως δεν τοποθετούνται κοντά στο σημείο εκροής και γενικότερα όπου η αύξηση της ταχύτητας του νερού δημιουργεί πτώση της στάθμης του.

#### 4.3.3 Όργανα για την μέτρηση της στάθμης νερού

**Σταθμήμετρα.** Διάφοροι τύποι σταθμημέτρων για την μέτρηση της στάθμης του νερού χρησιμοποιούνται στην υδρομετρική πρακτική. Τα πιο συνηθισμένα είναι τα ακόλουθα:

- α. Κατακόρυφοι διαβαθμισμένοι στύλοι τοποθετημένοι σ'ένα ή περισσότερα σημεία του υδατορεύματος. Αυτά τα όργανα πρέπει να είναι απόλυτα κατακόρυφα και να έχουν τέτοιο σχήμα ώστε να μην προκαλούν καμία αισθητή ανύψωση της στάθμης.
- β. Κεκλιμένοι διαβαθμισμένοι στύλοι. Το κεκλιμένο σταθμήμετρο πρέπει να προσαρμόζεται ακριβώς και να αγκυρώνεται καλά στην φυσική όχθη του υδατορεύματος. Καλό είναι να βαθμονομείται επί τόπου με ακριβή χωροστάθμηση.
- γ. Όργανο μέτρησης με καλώδιο και βάρος το οποίο τοποθετείται εναέρια πάνω από το υδατόρευμα.

δ. Διαβαθμισμένοι στύλοι, ταινία ή καλώδιο για μέτρηση της απόστασης στην επιφάνεια του νερού.

Ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με φώς ή χαρακτηριστικό ήχο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δείχνει πότε η επιφάνεια του νερού ανυψώνεται στους τύπους γ και δ.

**Σταθμηγράφοι.** Πολλοί διαφορετικοί τύποι σταθμηγράφων συνεχούς μέτρησης υπάρχουν. Χωρίζονται ανάλογα α) με τον τρόπο ενεργοποίησης και β) με τον τρόπο καταγραφής.

- α. Μια συνήθης εγκατάσταση αποτελείται από ένα πηγάδι το οποίο συνδέεται με το υδατόρευμα με σωλήνες και με ένα πλωτήρα μέσα στο πηγάδι το οποίο συνδέεται με ένα τροχό σε ένα καταγραφέα μέσω ενός καλωδίου ή σύρματος ή διατρημένης ταινίας.

Το πηλίκο του εμβαδού του πηγαδιού ( $A_{we}$ ) προς την επιφάνεια των συνδετικών σωλήνων ( $A_p$ ) δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλο σε ένα υδατόρευμα με μεγάλη παροχή, προκειμένου η υψομετρική διαφορά ανάμεσα στην ανύψωση της επιφανείας του νερού στο ποτάμι και στο φρεάτιο να κρατιέται στο ελάχιστο. Ο W.M.O αναφέρει ότι η παρακάτω σχέση μπορεί να χρησιμοποιείται για να υπολογιστεί η διαφορά ύψους  $\Delta h$  για μήκος σωλήνα  $l$  και διάμετρο  $d$  για δοσμένο ρυθμό αλλαγής της στάθμης του νερού  $dh/dt$

$$\Delta h = \frac{0.01}{g} * \left(\frac{l}{d}\right) * \left(\frac{A_{we}}{A_p}\right)^2 * \left(\frac{dh}{dt}\right)^2$$

Η παραπάνω σχέση είναι διαστασιολογικά ομογενής. Μια μέση τιμή του  $A_{we}/A_p$  είναι περίπου 1000. Το φρεάτιο και οι σωλήνες του πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε οι εσωτερικές και εξωτερικές στάθμες νερού να μην διαφέρουν περισσότερο

από + 3.0mm. Σε υδατορεύματα μεγάλης ταχύτητας πολλές φορές χρειάζεται να τοποθετηθούν σταθερές σήραγγες στην άκρη των σωλήνων για να επιτευχθεί αυτό.

Χρησιμοποιούνται ακόμα και σταθμηγράφοι οι οποίοι ενεργοποιούνται με την πίεση. Αυτά τα όργανα δουλεύουν χρησιμοποιώντας την αρχή ότι η πίεση σ'ένα συγκεκριμένο σημείο στην κοίτη είναι προφανώς ανάλογη με την στάθμη του νερού πάνω απ'αυτό το σημείο.

Πολλά όργανα χρησιμοποιούν το παρακάτω σύστημα για να μεταδώσουν την πίεση στο όργανο μέτρησης. Μια μικρή ποσότητα αέρα ή αδρανούς αερίου (π.χ Αζωτο) μπορεί να περνάει μέσα από ένα σωλήνα ή από μία σήραγγα σε ένα τύμπανο στο ρεύμα. Η πίεση του αέρα ή του αερίου που εξασκείται το υγρό στον σωλήνα μετριέται μετά και μετατρέπεται στην περιστροφή ενός άξονα συνήθως μέσω ενός σερβομανόμετρου ή οργάνου σερβοισορροπίας δέσμης. Το κύριο πλεονέκτημα καταγραφών που ενεργοποιούνται με πίεση είναι ότι δεν χρειάζονται φρεάτιο και ότι δεν είναι ευπαθή σε ιζήματα. Τέτοια όργανα μπορούν να μετρήσουν στάθμη νερού με ακρίβεια 3mm.

- β. Η στάθμη των ποταμών συνήθως καταγράφεται σε αναλογικούς καταγραφείς. Η μικρότερη απαίτηση για την χρονική κλίμακα του χαρτιού είναι 60mm ανα 24h. Το πηλίκο στάθμης νερού προς κλίμακας οργάνου δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 12 προς 1. Πάντως η εφαρμοστέα χρονική κλίμακα και η κλίμακα στάθμης νερού για κάποιο συγκεκριμένο σταθμό εξαρτάται από το εύρος της στάθμης του νερού, την ευαισθησία της σχέσης στάθμης - παροχής και τα χαρακτηριστικά της θέσης.

Το όργανο μέτρησης θα πρέπει να καταγράφει στάθμη νερού με σφάλμα μικρότερο από 3mm. Η στάθμη νερού μπορεί να μετατραπεί από αναλογική μορφή σε ψηφιακή μέσω ηλεκτρονικών

συσκευών μερικές από τις οποίες χειρίζονται από χειριστή για να δίνουν συντεταγμένες ( $\chi, \psi$ ) των μετρήσεων στάθμης νερού πάνω σε διάτρητες κάρτες, ταινίες ή μαγνητικές ταινίες. Μετρήσεις στάθμης νερού αυτής της μορφής μπορεί να χρησιμοποιηθούν από ηλεκτρονικούς υπολογιστές για να γίνει ανάλυση των υδρομετρικών στοιχείων.

#### **4.3.4 Διαδικασία για την μέτρηση της στάθμης**

##### **α. Εγκαθίδρυση της κλίμακας ανάγνωσης του μετρητή**

Η κλίμακα ανάγνωσης του μετρητή πρέπει να τοποθετηθεί έτσι ώστε η ανάγνωση του μηδέν να είναι κάτω από την προβλεπόμενη στάθμη για να αποφεύγονται αρνητικές αναγνώσεις.

Η κλίμακα ανάγνωσης πρέπει να ελέγχεται ετησίως για τα επίπεδα της από τα τοπικά τριγωνομετρικά σημεία. Αυτό είναι σημαντικό για την διατήρηση της ίδιας κλίμακας ανάγνωσης του μετρητή σε όλη την διάρκεια των μετρήσεων.

##### **β. Σταθμηγράφος**

Ο γραφικός (αναλογικός) ή ηλεκτρονικός σταθμηγράφος τοποθετείται σε σχέση με έναν βοηθητικό σταθμηγράφο με πλωτήρα ή με ένα σταθμήμετρο που βρίσκεται μέσα στο φρεάτιο ηρεμίας. Ακόμη ένα σταθμήμετρο βάρους τοποθετημένο σε μια πεζογέφυρα, είναι απαραίτητο για να συγκρίνει την ανύψωση της επιφάνειας του νερού στο φρεάτιο ανύψωσης με αυτή του ποταμού. Μικρές διαφορές συνήθως εμφανίζονται εξαιτίας της ταχύτητας του νερού μέσα στους σωλήνες εισαγωγής. Μεγάλες διαφορές υποδηλώνουν ότι οι σωλήνες μπορεί να έχουν φράξει από φερτά.

Ο σταθμηγράφος πρέπει να επιβλέπεται για να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία του. Οι εσωτερικές και εξωτερικές αναγνώσεις του μετρητή, η ημερομηνία και το όνομα του σταθμού πρέπει να αναγράφεται στην ταινία του σταθμηγράφου όταν αλλάζεται ώστε να αποφεύγονται λάθη.

Ο καταγραφέας πρέπει να δίνει μια συνεχή γραφική παράσταση της μεταβολής της στάθμης του νερού. Η ταινία πρέπει να είναι τέλεια τοποθετημένη στο τύμπανο περιστροφής και ο ωρολογιακός μηχανισμός



να λειτουργεί κανονικά. Ο καταγραφέας πρέπει να τοποθετείται μακριά από τον κίνδυνο πλημμυρών και να προστατεύεται από επεμβάσεις ακατάλληλων ατόμων.

Προσοχή πρέπει να δίνεται στην αποτροπή σφαλμάτων στους καταγραφείς που οφείλονται σε:

- α. Καθυστέρηση της μετακίνησης της ράβδου σε σχέση με την μετακίνηση του πλωτήρα.
- β. Αλλαγή στην βύθιση του πλωτήρα στο νερό
- γ. Βύθιση του αντίβαρου και της ράβδου του πλωτήρα.

#### 4.3.5 Συχνότητα των μετρήσεων της στάθμης

Η συχνότητα καταγραφής της στάθμης του νερού καθορίζεται από το υδρολογικό καθεστώς του νερού και τον σκοπό συλλογής των στοιχείων. Όπου χρειάζεται μια σχεδόν συνεχής καταγραφή είναι επαρκείς οι συστηματικές αναγνώσεις δύο φορές την ημέρα, συμπληρωμένες από πρόσθετες αναγνώσεις κατά την διάρκεια πλημμυρών. Η εγκατάσταση σταθμηγράφων είναι υποχρεωτική στις περιπτώσεις υδατορευμάτων όπου η στάθμη του νερού υπόκειται σε έντονες διακυμάνσεις.

Τα σταθμήμετρα συχνά χρησιμοποιούνται σαν μέρος ενός συστήματος πρόβλεψης των πλημμυρών, όπου ο παρατηρητής μπορεί να αναφέρει τακτικά, τις στάθμες του υδατορεύματος. Για κάποιους σκοπούς είναι επαρκής η καταγραφή μόνο των υψηλών σταθμών κατά την διάρκεια πλημμυρών γι'αυτό χρησιμοποιούνται μετρητές υψηλών σταθμών. Ημερήσιες μετρήσεις της στάθμης είναι συνήθως αρκετές σε λίμνες και ταμιευτήρες για λόγους υπολογισμού των μεταβολών του όγκου του νερού.

#### 4.4 Λειτουργία των υδρομετρικών σταθμών

Η λήψη αξιόπιστων στοιχείων στηρίζεται στην καλή επίβλεψη και συντήρηση του σταθμού και του εξοπλισμού του. Όταν ένας σταθμός είναι εφοδιασμένος μόνο με ένα ή περισσότερα σταθμήμετρα ο παρατηρητής είναι υποχρεωμένος να καταγράφει μία ή περισσότερες αναγνώσεις όλων των σταθμημέτρων καθημερινά.

Οι αναγνώσεις πρέπει να γίνονται σε καθορισμένες ώρες, τα διαστήματα μεταξύ των αναγνώσεων πρέπει να προσδιορίζονται από το πόσο μεταβάλλεται η επιφάνεια του νερού στην συγκεκριμένη θέση. Όταν υπάρχει έντονη μεταβολή της στάθμης είναι σκόπιμο να γίνονται πρόσθετες αναγνώσεις. Είναι απαραίτητο σε όλες τις αναγνώσεις να αναγράφεται ο χρόνος παρατήρησης.

Στην περίπτωση σταθμού με σταθμηγράφο, ο παρατηρητής πρέπει να επισκέπτεται τον σταθμό σε τακτά χρονικά διαστήματα για να εξασφαλιστεί η καλή και τακτική συντήρηση. Εφόσον είναι δυνατόν, καλό είναι να γίνονται πρόσθετες επισκέψεις σε όλη την περίοδο για επιβεβαίωση της καλής λειτουργίας του σταθμηγράφου.

Ο παρατηρητής πρέπει να συγκρίνει την καταγραφή του σταθμηγράφου με το σταθμήμετρο αναφοράς καθώς επίσης τον χρόνο με τον ωρολογιακό μηχανισμό του οργάνου. Αν υπάρχει διαφορά στις ενδείξεις θα πρέπει ο παρατηρητής να τις διορθώνει με ελαφριές κινήσεις του πλωτήρα. Εκτός από τον εξοπλισμό πρέπει να ελέγχεται το τμήμα του υδατορεύματος που πραγματοποιούνται οι παρατηρήσεις.

Ο παρατηρητής πρέπει να καταγράφει κάθε εμπόδιο (χόρτα, ξύλα, πάγο, φερτές ύλες) στον αγωγό και να διατηρεί την περιοχή και τον εξοπλισμό καθαρά και σε τάξη. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην καθαριότητα της περιοχής γύρω από το σταθμήμετρο αναφοράς έτσι ώστε να εξασφαλίζονται ανεμπόδιστες αναγνώσεις.

Σε περίπτωση που αναφέρονται απο τον παρατηρητή προβλήματα στην λειτουργία του σταθμού αρμόδιος επιθεωρητής μηχανικός θα επισκέπτεται τον σταθμό για να αξιολογήσει το μέγεθος της επίδρασης στην ακρίβεια των στοιχείων. Στους σταθμηγράφους με καλή λειτουργία θα πρέπει να γίνεται καθαρισμός μια φορά το χρόνο και οι ωρολογιακοί μηχανισμοί πρέπει να λύνονται απο ειδικό για επιθεώρηση σε διάστημα μικρότερο των δύο χρόνων.

#### **4.5 Μέτρηση της παροχής με την μέθοδο ταχύτητας-εμβαδού**

##### **4.5.1 Βασική αρχή της μεθόδου**

Η βασική αρχή της μεθόδου είναι η πραγματοποίηση μετρήσεων της ταχύτητας ροής και η μέτρηση του εμβαδού της διατομής απο τα οποία προκύπτει παροχή. Για τον καθορισμό του εμβαδού της διατομής μετράμε το πλάτος της διατομής με μετροταινία ή κάποια τοπογραφική μέθοδο ανάλογα με το μέγεθός της, κατόπιν μετράμε το βάθος σε κατακόρυφες θέσεις, ανα ίσες αποστάσεις, κατά μήκος της διατομής ανάλογες με το πλάτος του υδατορεύματος. Οι μετρήσεις της ταχύτητας γίνονται συγχρόνως με τις μετρήσεις, ιδιαίτερα οταν πρόκειται για ασταθείς πυθμένες.

Πραγματοποιούνται είτε με ρευματομέτρα (μυλίσκους) είτε με επιφανειακούς πλωτήρες. Η παροχή υπολογίζεται αθροίζοντας αριθμητικά ή γραφικά τα γινόμενα της ταχύτητας επι το αντίστοιχο εμβαδό για μια σειρά μετρήσεων σε κάθε διατομή.

##### **4.5.2 Επιλογή της θέσης μετρήσεων**

Η ακρίβεια στον υπολογισμό της παροχής με την μέθοδο ταχύτητας εμβαδού αυξάνει αν:

- α. Οι συνθήκες ροής δεν αλλάζουν κατά την περίοδο της μέτρησης
- β. Οι ταχύτητες σε όλα τα σημεία είναι παράλληλες μεταξύ τους και κάθετες προς την μετρούμενη διατομή
- γ. Οι καμπύλες κατανομής των ταχυτήτων είναι ομαλές στα κατακόρυφα και οριζόντια επίπεδα που τις μετράμε
- δ. Οι διαστάσεις της διατομής του υδατορεύματος μπορούν να οριστούν ξεκάθαρα

Οι ευνοϊκότερες συνθήκες για να πραγματοποιηθούν ακριβείς μετρήσεις υπάρχουν όταν η διατομή βρίσκεται σ'ένα ευθύγραμμο τμήμα. Ειδικότερα η θέση που θα πραγματοποιούνται οι μετρήσεις πρέπει να ικανοποιεί τις ακόλουθες απαιτήσεις:

- α. Το υδατόρευμα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ευθύγραμμο και με ομοιόμορφη διατομή και κλίση ώστε να αποφεύγεται η ακανόνιστη κατανομή των ταχυτήτων. Όταν το μήκος του ευθύγραμμου τμήματος είναι μικρό, προτείνεται το μήκος ανάντη της διατομής των μετρήσεων να είναι διπλάσιο από το κατάντη.
- β. Το βάθος του νερού πρέπει να είναι αρκετό ώστε να μπορεί να γίνει η βύθιση των μυλίσκων ή των πλωτήρων που θα χρησιμοποιηθούν.
- γ. Η ορατότητα πρέπει να είναι καλή και να μην εμποδίζεται από δέντρα ή άλλα αντικείμενα

Επίσης η θέση μέτρησης πρέπει να ικανοποιεί όλες τις απαιτήσεις που έχουν αναφερθεί στην παρ. 4.1.2.

#### 4.5.3 Μέτρηση του εμβαδού διατομής

Το σχήμα της διατομής ενός υδατορεύματος στην θέση των μετρήσεων καθορίζεται μετρώντας το βάθος από την επιφάνεια του νερού σε διάφορα σημεία της διατομής, τόσο ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί η μορφή της κοίτης.

Η θέση αυτών των σημείων καθορίζεται μετρώντας την οριζόντια απόστασή τους από ένα σταθερό σημείο αναφοράς στη διατομή. Με τις μετρήσεις αυτές υπολογίζουμε το εμβαδόν κάθε τμήματος της διατομής μεταξύ δύο διαδοχικών κατακόρυφων, όπου μετράμε τις ταχύτητες.

Ο καθορισμός του εμβαδού της διατομής απαιτεί το πλάτος της διατομής του υδατορεύματος το οποίο γίνεται με μετροταινία κατά προτίμηση μεταλλική ή κατάλληλα σημαδεμένο σχοινί. Αν το υδατόρευμα είναι πολύ πλατύ το πλάτος μετρείται με οπτικά ή ηλεκτρικά όργανα μέτρησης ή με κατάλληλη τοπογραφική μέθοδο.

#### Μετρήσεις βάθους

Το βάθος μετρείται σε αρκετά πυκνά διαστήματα ώστε να μπορεί να καθοριστεί η μορφή της διατομής.

Μια συνηθισμένη τιμή των διαστημάτων για ομαλή κοίτη είναι το 1/15 του πλάτους του υδατορεύματος. Αν η μορφή της κοίτης έχει έντονες ανωμαλίες τα διαστήματα πυκνώνουν στο 1/20 του πλάτους.

Οι μετρήσεις του βάθους γίνονται με βυθομετρικές ράβδους ή βυθομετρικά νήματα. Σε υδατορεύματα με μεγάλα βάθη και μεγάλες ταχύτητες προτιμότερο είναι να χρησιμοποιούνται ηχοβολιστικά μηχανήματα ώστε να μην χρειάζονται μεγάλες διορθώσεις. Οι βυθομετρήσεις είναι δυνατόν να περιέχουν σφάλματα τα οποία οφείλονται:

- α. στην απόκλιση της βυθομετρικής ράβδου ή του νήματος απο την κατακόρυφη ειδικά σε βαθιά και με μεγάλη ταχύτητα νερά
- β. απο την εισχώρηση της βυθομετρικής ράβδου ή του βάρους του νήματος μέσα στην κοίτη του υδατορεύματος
- γ. απο το είδος της κοίτης στην περίπτωση χρησιμοποίησης ηχοβολιστικού οργάνου.

#### 4.5.4 Μέτρηση της ταχύτητας

##### A. Με μιλίσκο

Οι μετρήσεις ταχύτητας γίνονται συνήθως με μιλίσκους. Είναι προτιμότερο να γίνονται συγχρόνως βυθομετρήσεις και ειδικότερα σε περιπτώσεις ασταθούς κοίτης. Ο μιλίσκος κρατιέται στην κατακόρυφη θέση που θέλουμε είτε με μια βαθμολογημένη ράβδο, όταν το υδατόρευμα είναι ρηχό, είτε αναρτάται με σκοινί ή ράβδο απο μια γέφυρα, ή φορείο, ή βάρκα. Αν χρησιμοποιούμε βάρκα πρέπει να κρατάμε τον μιλίσκο σε τέτοια θέση ώστε να μην επηρεάζεται απο τις διαταραχές της ροής που προκαλούνται απο την βάρκα.

Πριν αρχίσουμε τις αναγνώσεις και αφού έχει τοποθετηθεί σε κατακόρυφη θέση πρέπει να τον αφήσουμε λίγο χρόνο ώστε να προσαρμοστεί στη ροή.

Ο χρόνος παραμονής του μιλίσκου σε κάθε κατακόρυφη είναι τουλάχιστο 40sec. Αν έχουμε ενδείξεις οτι η ταχύτητα του νερού έχει περιοδικές αυξομειώσεις σκόπιμο είναι να τον αφήνουμε σε κάθε σημείο για τρείς τουλάχιστο διαδοχικές περιόδους του 1min ή για περιόδους τέτοιας διάρκειας που να καλύπτουν δύο τουλάχιστον περιόδους της αυξομείωσης. Πρέπει να φροντίζουμε να εξασφαλίζεται οτι οι μετρήσεις με τον μιλίσκο δεν επηρεάζονται απο τυχαίους κυματισμούς ή ανέμους. Σφάλματά μπορούν να προκύψουν όταν:

- α. η ροή είναι ασταθής ή το υλικό που αιωρείται επηρεάζει την περιστροφή του μιλίσκου

- β. η κατεύθυνση της ροής δεν είναι παράλληλη με τον άξονα του μυλίσκου με έλικα ή είναι λοξή προς το επίπεδο του μυλίσκου με κύπελλα και δεν γνωρίζουμε με ακρίβεια τους κατάλληλους συντελεστές διορθώσεων
- γ. χρησιμοποιούμε το μυλίσκο για μετρήσεις ταχυτήτων έξω από την περιοχή που ορίζει η βαθμολόγησή του
- δ. η εγκατάσταση για τις μετρήσεις (ράβδοι, σκοινί ανάρτησης, βάρκα κλπ) είναι διαφορετική από αυτήν που χρησιμοποιήθηκε για την βαθμολόγηση του οργάνου, οπότε μπορεί να παρουσιαστεί ένα συστηματικό σφάλμα
- ε. υπάρχει σημαντική αναταραχή στην επιφάνεια του νερού από τον άνεμο
- στ. δεν κρατάμε το μυλίσκο σταθερά στη σωστή θέση όσο διαρκούν οι μετρήσεις, που συμβαίνει όταν η βάρκα μετατοπίζεται ή όταν υπάρχει μια εγκάρσια παλμική κίνηση.

## **B. Με πλωτήρες**

Τους πλωτήρες τους χρησιμοποιούμε μόνο όταν δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μυλίσκο είτε εξ αιτίας μεγάλων ταχυτήτων και βαθών είτε γιατί υπάρχει υλικό αιωρούμενο, είτε γιατί οι ταχύτητες είναι πολύ μικρές για να μετρηθούν με μυλίσκο. Πρέπει να επιλέξουμε τρεις διατομές σε ένα τμήμα του υδατορεύματος.

Οι διατομές πρέπει να απέχουν μεταξύ τους αρκετά ώστε να μπορούμε να υπολογίζουμε με ακρίβεια την ώρα που κάνουν οι πλωτήρες για να πάνε από την μια διατομή στην επόμενη. Αφήνουμε τον πλωτήρα αρκετά πίσω από την ανάντη διατομή ώστε να αποκτήσει μια σταθερή ταχύτητα μέχρι να φτάσει στην πρώτη διατομή. Έπειτα σημειώνουμε τους χρόνους διέλευσης του πλωτήρα από τις τρεις διατομές. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται σε διαφορετικές αποστάσεις από την όχθη.

Η ταχύτητα του πλωτήρα προκύπτει διαιρώντας την απόσταση μεταξύ των διατομών με τον χρόνο διέλευσης του πλωτήρα από την μια διατομή στην άλλη. Πρέπει να πραγματοποιηθούν πολλές μετρήσεις της ταχύτητας του πλωτήρα και να πολλαπλασιάζουμε το μέσο όρο τους επί τον κατάλληλο συντελεστή για να βρούμε την μέση ταχύτητα κάθε τμήματος της διατομής. Είναι φανερό ότι η μέθοδος υπολογισμού της ταχύτητας με πλωτήρες είναι προσεγγιστική.

Τα σφάλματα μπορούν να εμφανιστούν όταν:

- α. δεν γνωρίζουμε με ακρίβεια τον συντελεστή υπολογισμού της μέσης ταχύτητας από την ταχύτητα του πλωτήρα
- β. χρησιμοποιούμε λίγα τμήματα διατομής για την κατανομή των ταχυτήτων
- γ. χρησιμοποιούμε υποβρύχιο πλωτήρα και το βάθος δεν είναι ομοιόμορφο σ'όλο το τμήμα του υδατορεύματος που μετράμε
- δ. ο πλωτήρας δεν μετακινείται στο κέντρο του κάθε τμήματος της διατομής εξαιτίας λοξών ρευμάτων
- ε. υπάρχει άνεμος, όμως το σφάλμα σ'αυτή την περίπτωση είναι αμελητέο σε σχέση με τα παραπάνω σφάλματα.



#### 4.5.5 Συχνότητα των μετρήσεων παροχής

Οι παράγοντες που εξετάζονται στον προγραμματισμό του αριθμού και της κατανομής στο χρόνο των μετρήσεων παροχής περιλαμβάνουν:

- α. Σταθερότητα της σχέσης στάθμης - παροχής
- β. Εποχιακή μεταβλητότητα των χαρακτηριστικών της παροχής

Πολλές μετρήσεις παροχής είναι απαραίτητες σ'έναν νέο σταθμό για να καθορίσουν την σχέση στάθμης - παροχής σ'ολόκληρη την κλίμακα της στάθμης. Περιοδικές μετρήσεις είναι στη συνέχεια αναγκαίες για ν'ακολουθούν τις αλλαγές στη σχέση στάθμης - παροχής. Προτείνεται ένα ελάχιστο 10 μετρήσεων ανα έτος παροχής (βλ. W.M.O No 168, 1981).

Ο επαρκής προσδιορισμός της παροχής κατά την διάρκεια πλημμύρας και υπό συνθήκες πάγου είναι πρωταρχικής σημασίας. Αυτό είναι βασικό για τον προγραμματισμό εκτέλεσης μετρήσεων υπό τέτοιες ασυνήθιστες συνθήκες.

Σε περιπτώσεις που η μελέτη της ροής ενός υδατορεύματος είναι σημαντική, μετρήσεις παροχής πρέπει να πραγματοποιούνται συνεχώς καθ'όλη την διάρκεια του χρόνου. Ειδικότερα όταν το υδατόρευμα είναι καλυμένο με πάγο (αυτό το φαινόμενο δεν είναι συνηθισμένο για τις ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες, αλλά αρκετά συνηθισμένο για άλλες χώρες με πιο ψυχρά κλίματα) μετρήσεις παροχής πρέπει να πραγματοποιούνται συχνότερα.

Στην διάρκεια των περιόδων τήξεως και πήξεως των πάγων και χιονιών μετρήσεις παροχής πρέπει να γίνονται όσο το δυνατόν συχνότερα λόγω της πλήρους μεταβλητότητας της ροής. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα η συχνότητα των μετρήσεων εξαρτάται από:

- α. Τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες
- β. Την δυνατότητα πρόσβασης
- γ. Το μέγεθος του υδατορεύματος
- δ. Τα χειμερινά χαρακτηριστικά της ροής
- ε. Την απαιτούμενη ακρίβεια

## **4.6 Σύστημα εναέριων καλωδίων (Cableway System)**

### **4.6.1 Γενικά**

Η απόκτηση των απαιτούμενων μετρήσεων για την μέθοδο ταχύτητας - εμβαδού για τον υπολογισμό της παροχής και για την δειγματοληψία φερτών, επιβάλλει να έχουμε τα μετρητικά ή δειγματοληπτικά όργανα σε αιώρηση, σε πολλά σημεία κατά μήκος της διατομής του υδατορεύματος. Ο πρακτικότερος τρόπος αιώρησης των οργάνων είναι η τοποθέτηση εναερίων καλωδίων κατά μήκος της διατομής του υδατορεύματος. Τα εναέρια καλώδια ανεγείρονται σε σημεία όπου η πυκνότητα των μετρήσεων και η σημασία τους δικαιολογεί το κόστος εγκατάστασης. Με τα αιωρούμενα καλώδια αποφεύγονται οι δυσκολίες που συναντώνται στις μετρήσεις που γίνονται από γέφυρες με στύλους ή από βάρκες.

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι εναέριων καλωδίων:

- α. Αυτό που είναι εφοδιασμένο με βαγονάκι που φέρει τα όργανα και καθοδηγείται από την όχθη, (εικόνες 4.1 και 4.2).
- β. Αυτό που στο βαγονάκι μπαίνει και ο χειριστής-παρατηρητής και μπορεί να πραγματοποιεί τις μετρήσεις πάνω από κάθε σημείο του υδατορεύματος (εικόνα 4.3).

### **4.6.2 Γενική περιγραφή εναέριων καλωδίων με βαγονάκι οργάνων**

Το σύστημα αυτό αποτελείται από:

- α. Πυργίσκους (Πυλώνες)
- β. Κύριο καλώδιο
- γ. Αγκυρώσεις
- δ. Καλώδιο ρυμούλκησης
- ε. Καλώδιο ανάρτησης
- στ. Βαγονάκι οργάνων
- ζ. Βαρούλκο διπλού τυμπάνου ή δύο αναξάρτητα βαρούλκα
- η. Καλώδια για στήριξη (στηρίγματα)

#### α. Πυργίσκοι

Οι πυργίσκοι ανεγείρονται ένας σε κάθε όχθη του υδατορεύματος. Στηρίζουν το κύριο καλώδιο σε τέτοιο ύψος ώστε να εξασφαλίζει την ανεμπόδιστη πορεία του αιωρούμενου βαγονιού καθώς ταξιδεύει ανάμεσά τους. Ο πυργίσκος που βρίσκεται στην όχθη από την οποία γίνεται ο χειρισμός του συστήματος έχει μοχλούς για να οδηγούν τα καλώδια αιώρησης και ρυμούλκησης όπως επίσης και σύστημα ασφάλισης των βαρούλκων. Το ύψος των πυργίσκων στις όχθες καθορίζεται σύμφωνα με την τοπογραφία της θέσης και σε ικανό ύψος ώστε να καλύπτει όλες τις πιθανές στάθμες.

#### β. Κύριο καλώδιο

Το κύριο καλώδιο περνάει πάνω από την κορυφή των πυργίσκων και οι δύο όψεις του είναι στερεωμένες στις αγκυρώσεις. Πάνω του κινείται το βαγονάκι με τα όργανα.

#### γ. Αγκυρώσεις

Οι αγκυρώσεις είναι σταθερά εγκιβωτισμένες στο έδαφος. Πάνω σ' αυτές είναι προσαρτημένα το κύριο καλώδιο και τα καλώδια αγκύρωσης.

#### δ. Καλώδιο ρυμούλκησης

Είναι προσαρτημένο σε ένα από τα τύμπανα του βαρούλκου και περνάει πάνω από τροχαλία που είναι τοποθετημένα πάνω στους πυργίσκους. Οι δύο του άκρες είναι τοποθετημένες πάνω στο βαγονάκι δημιουργώντας ένα κύκλωμα με συνεχή κίνηση ώστε να μετακινεί το σύστημα κάθετα στο υδατόρευμα (εικόνα 4.2).

#### ε. Καλώδιο ανάρτησης

Είναι τυλιγμένο στο δεύτερο τύμπανο του βαρούλκου ή σε ξεχωριστό βαρούλκο και περνάει από τα ράουλα στον πυργίσκο που βρίσκεται στην όχθη λειτουργίας και μετά πάνω στην τροχαλία του βαγονιού. Τα όργανα μέτρησης είναι προσαρτημένα στο άλλο άκρο του. Το καλώδιο ανάρτησης εκτός από την στήριξη των οργάνων ενσωματώνει ένα μονωμένο εσωτερικό πυρήνα που χρησιμεύει σαν ηλεκτρικός αγωγός για να μεταφέρονται οι ενδείξεις των οργάνων στον παρατηρητή.

#### στ. Βαγονάκι οργάνων

Το σχήμα του είναι γενικά τριγωνικό με την κορυφή προς την επιφάνεια του νερού. Δύο τροχαλίες είναι προσαρτημένες στο πάνω μέρος και μια τροχαλία αιώρησης στο κάτω μέρος. Το βαγονάκι κινείται πάνω στο κύριο καλώδιο όταν το τραβάμε από οποιαδήποτε όχθη. Η τροχαλία στο κάτω μέρος οδηγεί το καλώδιο ανάρτησης.

#### ζ. Βαρούλκο διπλού τυμπάνου

Το βαρούλκο αυτό έχει δύο τροχαλίες. Στην μία είναι τυλιγμένο το καλώδιο ανάρτησης και στην άλλη το καλώδιο ρυμούλκησης το οποίο μέσω της τροχαλίας του πυργίσκου καταλήγει στον πυργίσκο της απέναντι όχθης. Οι οριζόντιες και κατακόρυφες κινήσεις των μετρητικών οργάνων που είναι στο άκρο του καλωδίου ανάρτησης καθοδηγούνται από έναν μοχλό που μπλοκάρει τις τροχαλίες του βαρούλκου. Κάθε τροχαλία έχει μετρητή που δείχνει το μήκος του απελευθερωμένου καλωδίου, έναν για την οριζόντια απόσταση που διανύει το βαγονάκι και έναν που δείχνει το βάθος του αιωρούμενου οργάνου. Τα βαρούλκα γενικά έχουν αυτόματα φρένα με τα οποία τα όργανα διατηρούνται στην επιθυμητή θέση.

#### η. Καλώδια στήριξης

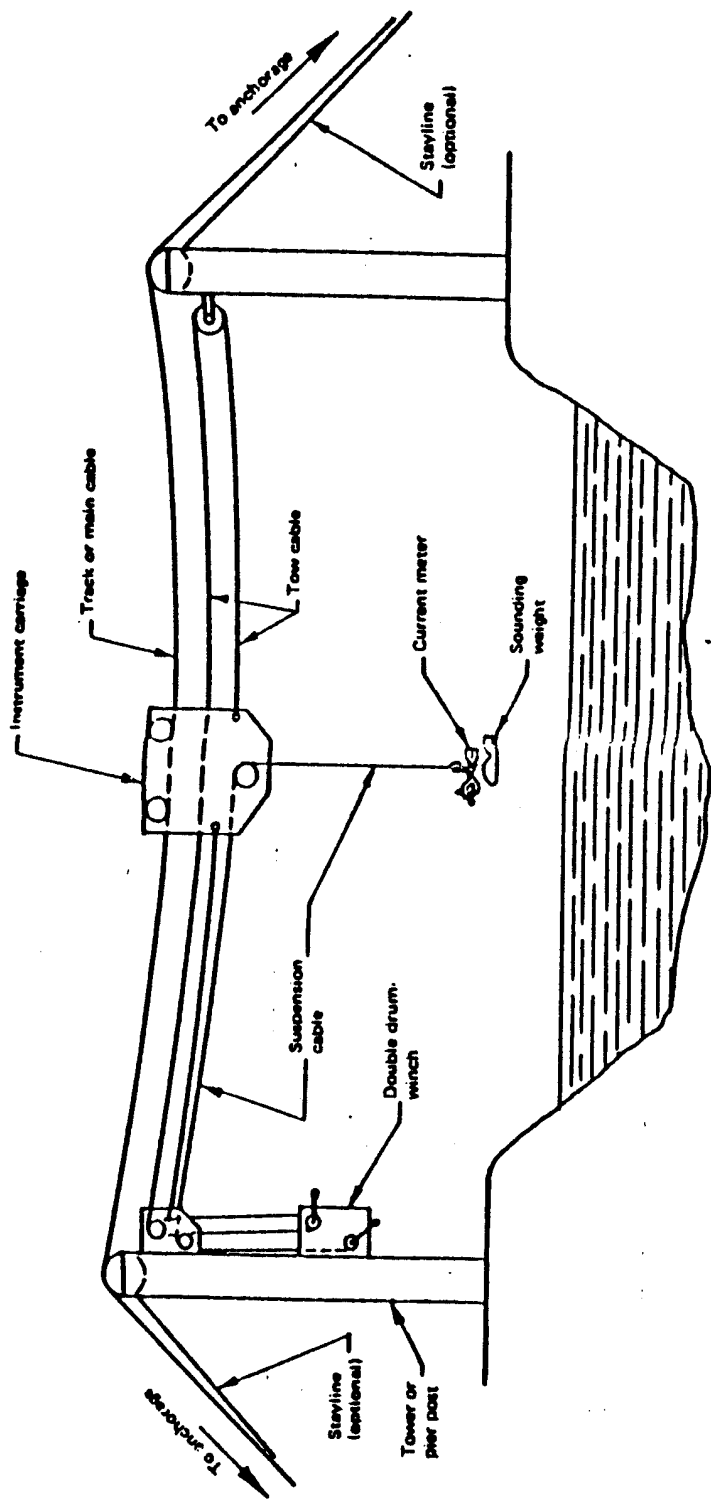
Είναι καλώδια προσαρτημένα στην κορυφή κάθε πυργίσκου και στις αγκυρώσεις έτσι ώστε να αντισταθμίζουν το φορτίο του κυρίου καλωδίου ανάμεσα στους πυργίσκους και να εξασφαλίζουν την σταθερότητά τους.

#### 4.6.3 Γενική περιγραφή καλωδίωσης με επανδρωμένο βαγόνι

Το σύστημα με βαγονάκι στο οποίο επιβαίνει ο παρατηρητής αποτελείται από:

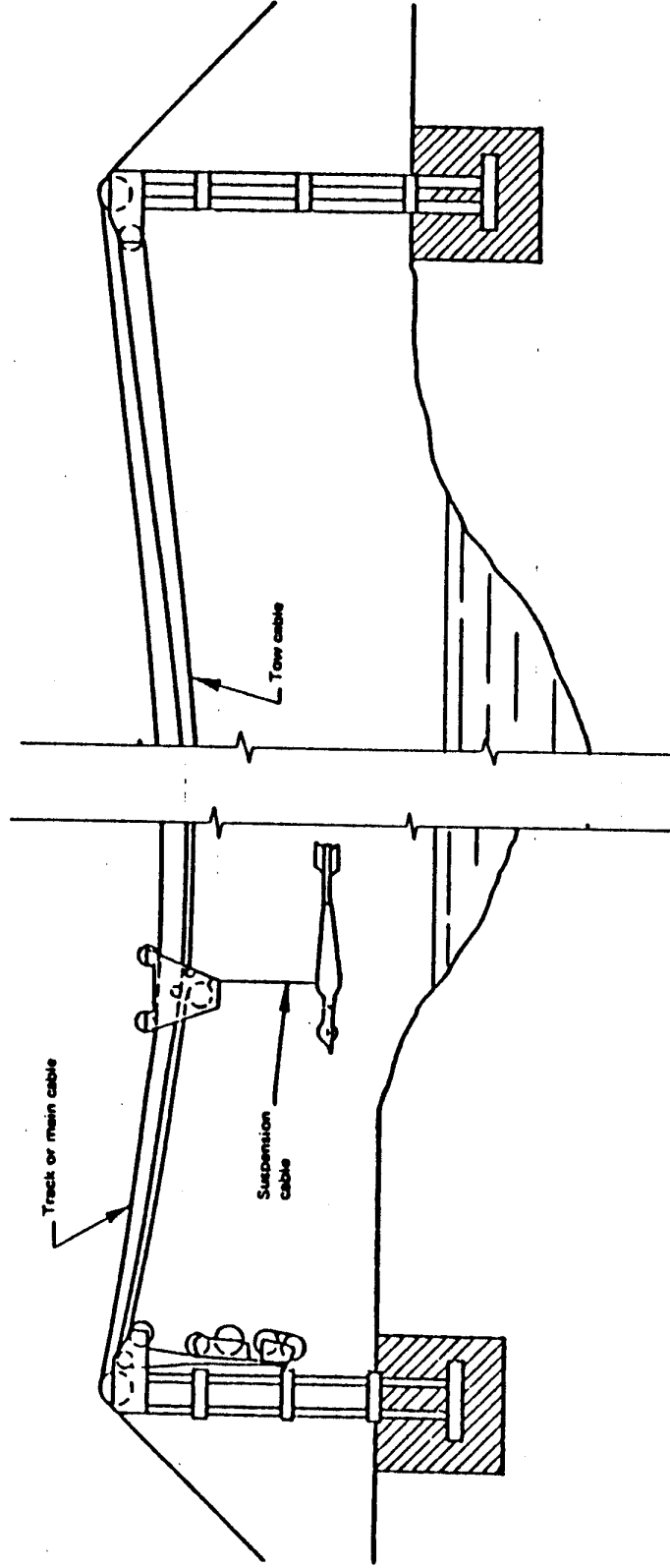
- α. Πυργίσκους (Πυλώνες)
- β. Κύριο καλώδιο
- γ. Αγκυρώσεις
- δ. Σταθεροποιητικά καλώδια
- ε. Βαγόνι

Οι πυλώνες, το κύριο καλώδιο, οι αγκυρώσεις και τα καλώδια στήριξης είναι ίδια με του προηγούμενου συστήματος. Το βαγονάκι από όπου ο παρατηρητής παίρνει τις μετρήσεις κινείται πάνω στο κύριο καλώδιο με δύο τροχαλίες. Η κίνησή του μπορεί να γίνεται με κάποια μονάδα ισχύος (ηλεκτρική) είτε χειροκίνητα. Η σχεδίασή του μπορεί να είναι τέτοια ώστε ο παρατηρητής να είναι καθιστός ή όρθιος ή και τα δύο. (βλ. σχ. 4.4)



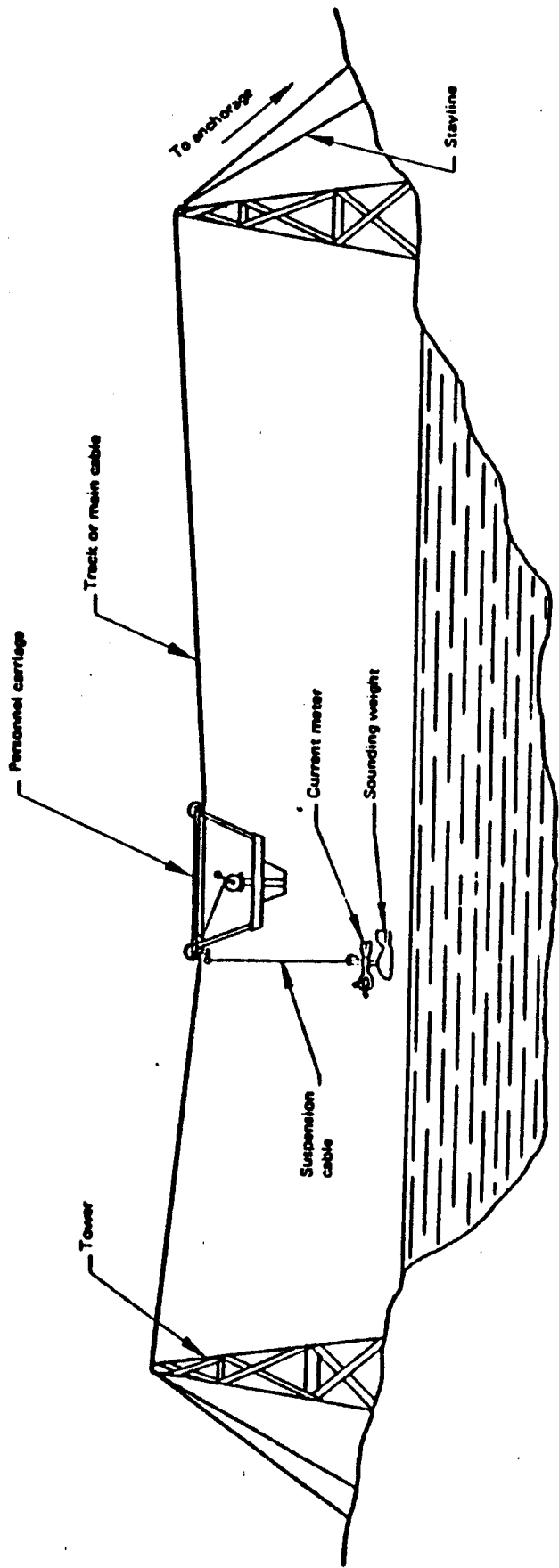
ΕΙΚΟΝΑ 4.1

Σύστημα εναερίων καλωδίων για τη μέτρηση παροχής με χρήση από την όχθη



ΕΙΚΟΝΑ 4.2

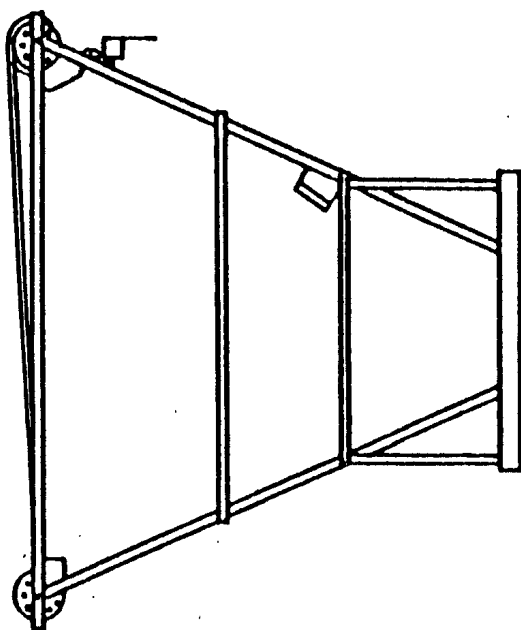
Σύστημα εναερίων καλωδίων για τη μέτρηση παροχής με χρήση απο την όχθη



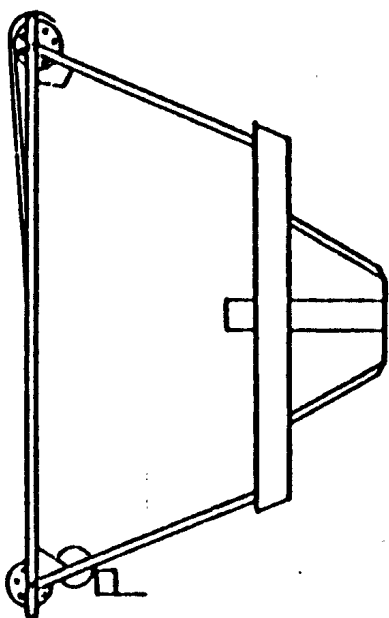
ΕΙΚΟΝΑ 4.3

Σύστημα ενσέρων καλωδίων για τη μέτρηση παροχής με επανδρωμένο βαγονάκι





Standing position



Retracted position

#### ΕΙΚΟΝΑ 4.4

#### Τύποι ενσέρριων βαγονιών

## ΚΕΦ. 5 Γενικές αρχές για το σχεδιασμό δικτύων

### 5.1 Εισαγωγή

Τα υδρολογικά και μετεωρολογικά δεδομένα συλλέγονται κυρίως προκειμένου να παρέχουν πληροφορίες για εκτίμηση, ανάπτυξη, διαχείριση των υδατικών πόρων μιας χώρας καθώς και του περιβάλλοντος που συνδέεται με το νερό. Για παράδειγμα, η διαχείριση απαιτεί πάνω απ'όλα, στοιχεία σχετικά με την πρόγνωση των παροχών και στάθμης των πλημμυρών, των χαμηλών μηνιαίων παροχών και σε ορισμένες περιπτώσεις της ετήσιας ροής, προκειμένου για την λειτουργία των ταμιευτήρων, της κατανομής του νερού κλπ.

Αυτά τα δεδομένα εξυπηρετούν επίσης την έρευνα που πραγματοποιείται πάνω στην διαχείριση των υδατικών πόρων.

Η ποικιλομορφία της μορφολογίας του εδάφους, του κλίματος και των προβλημάτων νερού παγκοσμίως και η απαίτηση για δεδομένα με όχι ακόμα συγκεκριμένους σκοπούς, κάνουν ανεφάρμοστο τον προσδιορισμό ομοίων κριτηρίων σε όλες τις χώρες για την πυκνότητα των δικτύων. Ακόμα, ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη των υδρολογικών δικτύων περιλαμβάνει όχι μόνο εκτίμηση των φυσιογραφικών και κλιματολογικών συνθηκών μιας περιοχής αλλά και εκτιμήσεις των πολιτικών, πολιτιστικών και οικονομικών παραγόντων που μπορούν να διαφοροποιούνται ανάλογα σε μικρά χρονικά διαστήματα. Η εμπειρία υποδεικνύει μερικές γενικές συστάσεις οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπ'όψη στο σχεδιασμό προγραμμάτων συλλογής υδρολογικών στοιχείων.

Ενας αριθμός παραδειγμάτων από δίκτυα εγκαθιδρυμένα σε διάφορες χώρες, μαζί με επεξηγηματικά σχόλια για τον σκοπό και τις αρχές που εφαρμόζονται υπάρχει στο: "WMO Casebook of Hydrological Network Design Practice". Αυτά τα παραδείγματα παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες και οδηγίες για χώρες που βρίσκονται στην διαδικασία

εγκαθίδρυσης ενός ελάχιστου δικτύου, ή εξάπλωσης και ανάπτυξης των ήδη υπάρχοντων δικτύων τους. Αυτό το εγχειρίδιο συμβαδίζει με τις διαμορφούμενες τεχνικές σχεδιασμού δικτύων αλλά πρέπει να βεβαιωθεί κατά πόσο τα στοιχεία που μεταφέρονται (data transfer) μπορούν να είναι έγκυρα. Γιατί μέθοδοι κατάλληλες για μια περιοχή μπορεί να είναι ακατάλληλες ή ανεφάρμοστες σε άλλες. Γι'αυτό, όπου είναι δυνατό, οι προηγούμενες εμπειρίες από περιοχές που έχουν μελετηθεί πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο σε περιοχές με παρόμοιες ή ίδιες συνθήκες.

## 5.2 Η έννοια του δικτύου

Η πυκνότητα και η διανομή των σταθμών μέσα στο δίκτυο και η ποσότητα των καταγραφών εξαρτώνται από την χωροχρονική μεταβλητότητα των υδρολογικών και μετεωρολογικών στοιχείων η οποία μπορεί να οριστεί μόνο από ένα σύνολο σταθμών στην οποία οι υδρολογικές και κλιματολογικές παρατηρήσεις έχουν γίνει συναρτήσει του χρόνου. Ο σκοπός του δικτύου είναι να εξασφαλίζει σε μια περιοχή την κατάλληλη πυκνότητα και διανομή των σταθμών έτσι ώστε με συνδυασμό των δεδομένων σε διαφορετικούς σταθμούς να γίνει δυνατόν να προσδιοριστούν με αρκετή ακρίβεια για πρακτικούς σκοπούς τα χαρακτηριστικά των βασικών υδρολογικών και μετεωρολογικών στοιχείων οπουδήποτε στην περιοχή. Με αυτή την έννοια χαρακτηριστικά εννοούμε όλα τα ποιοτικά δεδομένα, μέσους όρους, αποτελέσματα που προσδιορίζουν την στατιστική κατανομή των μελετούμενων στοιχείων.

Τα καταγραφόμενα δεδομένα των σταθμών ενός δικτύου βρίσκουν συνήθως εφαρμογή σ'ένα ορισμένο τύπο υδρολογικού μοντέλου παρέχοντας τις απαραίτητες πληροφορίες για λήψη αποφάσεων. Έτσι τα μαθηματικά μοντέλα αναπτύσσονται συνήθως είτε για ανάπτυξη και διαχείριση με σκοπό να εκτιμηθούν τα δεδομένα των υδρολογικών στοιχείων σε μια περιοχή που δεν υπάρχουν μετρήσεις, από δεδομένα περιοχών που έχουν μετρηθεί (μεταφορά δεδομένων - data transfer),

είτε πρόβλεψη υδρολογικών συμβάντων σε καθημερινή βάση, είτε για να μεταφέρονται πληροφορίες από ένα τύπο δικτύου σε άλλο. Τα μοντέλα παρέχουν εργαλεία για πληροφορίες από δεδομένα που έχουν παρατηρηθεί, και επαυξάνουν τις δυνατότητες επίλυσης προβλημάτων και είναι επομένως χρήσιμα παρεπόμενα των υδρολογικών δικτύων. Ο σχεδιασμός των δικτύων μπορεί να λάβει υπόψη συμπληρωματικά αυτή την πρόσθετη δυνατότητα.

Υπάρχουν πέντε βασικές αναλυτικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με δίκτυα για ανάπτυξη πληροφοριών και λήψη αποφάσεων. Αυτές είναι: α) Χαρτογραφική ανάλυση, β) Συσχέτιση και παλινδρομική ανάλυση, γ) Πιθανολογικά μοντέλα, δ) Στοχαστικά μοντέλα, ε) Προσδιοριστικά μοντέλα.

Κάθε μέθοδος έχει ιδιαίτερη εφαρμογή και η εκλογή εξαρτάται από περιορισμούς των διαθέσιμων δεδομένων και τον τύπο των υπό μελέτη προβλημάτων. Αρκετά συχνά μερικές τεχνικές συνδυάζονται με κάποιες εφαρμογές. Το WMO No 324, 1972 παρουσιάζει εφαρμογές αυτών των τεχνικών ως μέσα προσδιορισμού της απαιτούμενης πυκνότητας των σταθμών προσδιορισμού των απαιτήσεων διανομής νέων σταθμών και του συνδυασμού και ολοκλήρωσης υδρολογικών και κλιματολογικών δικτύων.

### **5.3 Τύποι δεδομένων που μελετούνται για σχεδιασμό δικτύων**

Με σκοπό να προσδιοριστεί η επιθυμητή πυκνότητα για το μικρότερο δίκτυο πρέπει να ληφθούν υπόψη (να μελετηθούν) τόσο τα είδη των δεδομένων που πρέπει να συλλεγούν όσο και οι λόγοι για τους οποίους συλλέγονται. Τα περισσότερα δεδομένα που παρατίθενται παρακάτω μας ενδιαφέρουν. Το πόσο έμφαση θα δοθεί σε καθένα από αυτά ποικίλλει από χώρα σε χώρα και εξαρτάται από τα προβλήματα που θα προκύψουν στην ανάπτυξη των υδατικών πόρων.

Τα δεδομένα που εξετάζονται είναι αυτά που πρέπει να μετρηθούν κατά τη διάρκεια μεγάλων χρονικών διαστημάτων, εφόσον μόνο αυτά σχετίζονται με τον σχεδιασμό υδρολογικών δικτύων. Το πρόβλημα είναι η πρόγνωση της παγκόσμιας εξέλιξης για την ανάπτυξη των υδατικών πόρων γιατί οι υδρολογικές καταγραφές πρέπει να προηγούνται πολλά χρόνια πριν από τις ανάγκες.

Η έλλειψη τέτοιων πληροφοριών μπορεί να καθυστερήσει μια απαραίτητη βελτίωση των ποσοτήτων νερού ή να οδηγήσει σε λάθος στο σχεδιασμό υδραυλικών έργων ή στην διαχείριση του νερού.

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη υδρολογικών και κλιματολογικών δεδομένων:

- α. Κατακρήμνιση και κάλυψη χιονιού
- β. Στάθμη και παροχή ποταμών και στάθμη λιμνών και ταμιευτήρων
- γ. Εξάτμιση και εξατμισοδιαπονή
- δ. Μεταφορά και απόθεση φερτών υλικών
- ε. Χημική ποιότητα νερού
- στ. Θερμοκρασία νερού
- ζ. Κάλυψη ποταμών, λιμνών και ταμιευτήρων με πάγο
- η. Πυκνότητα της υδρόβιας βλάστησης σε πυθμένες ποταμών
- θ. Υγρασία εδάφους
- ι. Υπόγεια νερά

Η κύρια έμφαση θα δοθεί στις καταγραφές των κατακρημνίσεων και της παροχής ποταμών επειδή αυτά τα δύο στοιχεία συνιστούν τα κυριότερα μέρη των εθνικών υδρολογικών και μετεωρολογικών δικτύων.

### 5.3.1 Κατακρήμνιση και Χιονοκάλυψη

Οι παρατηρήσεις βροχοπτώσεων, χιονοπτώσεων και κάλυψης με χιόνι χρησιμοποιούνται εκτεταμένα στο πεδίο της Υδρολογίας.

Στην φάση του σχεδιασμού τέτοια δεδομένα χρησιμοποιούνται για να συμπληρώσουν ανεπαρκείς καταγραφές ροής χειμάρρων καθώς και για την πρόβλεψη στάθμης και παροχής νερού.

### **5.3.2 Στάθμη και παροχή ποταμών και στάθμη λιμνών και υδατοδεξαμενών (Ταμιευτήρων)**

Τα δεδομένα στάθμης και παροχής των ποταμών είναι σημαντικά για την επίλυση των περισσότερων προβλημάτων υδρολογικού σχεδιασμού και λειτουργίας. Εφόσον τα δεδομένα ροής χειμάρρων εξάγονται από συνεχείς καταγραφές στάθμης και περιστασιακές μετρήσεις παροχής, οι δύο τύποι δεδομένων δεν διαχωρίζονται και πρέπει να συλλέγονται και δημοσιεύονται από την ίδια υπηρεσία. Ομοια η στάθμη λιμνών και δεξαμενών χρησιμοποιείται για να διαπιστώνονται αλλαγές στην αποθήκευση. Αυτός είναι βασικός παράγοντας στο ισοζύγιο νερού μιας λεκάνης.

Συνοπτικές αναφορές της στάθμης και παροχής απαιτούνται στην προετοιμασία των προγνώσεων για τα ποτάμια. Η ευθύνη της πρόβλεψης προβάλλεται μερικές φορές απο υπηρεσία διαφορετική απο εκείνη που είναι υπεύθυνη για την κατακρήμνιση ή και για το δίκτυο ροής χειμάρρων. Σ'αυτή την περίπτωση το να αποφύγει κανείς περιττό και διπλασιασμό των τεχνικών μέσων και του ανθρώπινου δυναμικού απαιτεί τα προγράμματα αυτά να συντονίζονται μεταξύ τους.

### **5.3.3 Εξάτμιση και εξατμισοδιαπνοή**

Η εκτίμηση της εξάτμισης απο μια ανοιχτή επιφάνεια νερού είναι μια απαραίτητη φάση στον σχεδιασμό ενός ταμιευτήρα, ιδιαίτερα σε ξηρές και ημίξηρες περιοχές και σε μελέτες υδατικού ισοζυγίου. Η εξατμισοδιαπνοή όταν εξετάζεται σε σχέση με την κατακρήμνιση νερού είναι ένας τρόπος μέτρησης των ποσοτήτων νερού που απαιτούνται για αρδευτικές εργασίες.

#### **5.3.4 Μεταφορά φερτών υλικών**

Παρατηρήσεις των αιωρούμενων υλικών αλλά και αυτών που καθιζάνουν γίνονται στα υδατορεύματα με φυσικές μεθόδους. Οι μέθοδοι αυτές διαμορφώνονται από τις ενέργειες διαχείρισης και τον όγκο των ιζημάτων που εναποθετούνται στις λίμνες και στους ταμιευτήρες και εκτιμούνται από περιοδικές παρατηρήσεις.

Τα δεδομένα αυτά είναι πρακτικά χρήσιμα στην εκτίμηση της καλής λειτουργίας των καναλιών, στον καθορισμό της παροχής φερτών προς την θάλασσα, τον σχεδιασμό των ταμιευτήρων και άλλων τύπων κατασκευών που επηρεάζονται από την μεταφορά και εναπόθεση των φερτών στα υδατορεύματα.

#### **5.3.5 Πάγος σε ποτάμια και λίμνες**

Η τυχόν κάλυψη από πάγο, διακοπή της ροής στους ποταμούς, ο τύπος σχηματισμού του πάγου καθώς και το πάχος του έχουν ιδιαίτερη πρακτική αξία, σε ψυχρές περιοχές όπου το χιόνι καλύπτει ποτάμια, λίμνες, ταμιευτήρες επηρεάζοντας σημαντικές πτυχές της οικονομίας των χωρών αυτών.

Ο πάγος προσδιορίζει τη δυνατότητα χρήσης ενός πλωτού ποταμού (χρόνος έναρξης και λήξης της εποχής ναυσιπλοΐας, διάρκεια της εποχής αυτής).

Ο πάγος επίσης προκαλεί πρόσθετες δυσκολίες στην διοχέτευση παροχής νερού για οικιακή χρήση και βιομηχανική χρήση, στη λειτουργία υδροηλεκτρικών εγκαταστάσεων και σε άλλες περιπτώσεις.

Ο πάγος στα ποτάμια είναι πολύ σημαντικός παράγοντας στον προσδιορισμό της καθημερινής ροής χειμάρρων εφόσον η σχέση στάθμης παροχής μπορεί να επηρεαστεί. Επομένως στις περιοχές που προσβάλλονται από πάγο πρέπει να κρατιούνται συστηματικά αρχεία.

### 5.3.6 Πυκνότητα της υδρόβιας ανάπτυξης (βλάστησης) στον πυθμένα των ποταμών

Η βλάστηση στον πυθμένα των ποταμών επιβραδύνει την ροή και έτσι επιδρά στην σχέση στάθμης-παροχής.

Η πυκνότητα των δεδομένων και οι φάσεις ανάπτυξης της βλάστησης στα ποτάμια είναι χρήσιμη για την ερμηνεία της ποικιλομορφίας που εμφανίζεται από εποχιακές μεταβολές της καμπύλης στάθμης-παροχής. Οπτικές παρατηρήσεις της πυκνότητας της βλάστησης μπορούν να διακριθούν σε τρία στάδια: α) αραιή, σποραδική ανάπτυξη, β) Σημαντική κάλυψη, γ) Σχεδόν αραιή κάλυψη. Τρία είδη φυτών μπορούν να διακριθούν: α) αυτά που δεν φτάνουν στην επιφάνεια του νερού β) αυτά που καλύπτουν την επιφάνεια γ) αυτά που εξέχουν πάνω από την επιφάνεια.

Παρατηρήσεις και σημειώσεις των φάσεων ανάπτυξης απαιτούνται επίσης π.χ. έναρξη της ανάπτυξης, περίοδος άνθησης (που συνήθως συμπίπτει με την περίοδο μέγιστης ανάπτυξης), περίοδος μαρασμού, όταν το αποτέλεσμα της επιβράδυνσης της ροής από την βλάστηση αρχίζει να μειώνεται και τελικά η ολοκληρωτική μείωση δεδομένων ειδών φυτών.

Τέτοιες παρατηρήσεις πρέπει να γίνονται σε τμήματα του ποταμού κοντά στον σταθμό μέτρησης.

### 5.3.7 Υπόγεια ύδατα

Οι δύο πρωταρχικοί και αλληλοεξαρτώμενοι στόχοι της παρατήρησης των υπογείων υδάτων μέσω δικτύου που εξυπηρετεί την μέτρηση των σχετικών παραμέτρων είναι:

- α) Η απόκτηση αρκετών υδρολογικών στατιστικών στοιχείων σχετικών με τις αλλαγές στα υπόγεια ύδατα, αλλαγές που μπορούν να προκληθούν τόσο από φυσική αναπλήρωση του νερού όσο και από τεχνητές αιτίες



β) Η εκτίμηση του δυναμικού των πηγών υπογείων υδάτων και στην έρευνα των αποτελεσμάτων που προκύπτουν ύστερα από την ανάπτυξη και διαχείριση των πηγών αυτών.

Οι έρευνες των υπογείων υδάτων οδηγούν στον καθορισμό του συστήματος ροής και μπορούν να αποβούν σημαντικές στην πρόβλεψη της διεύθυνσης, της ποσότητας και της ποιότητας του νερού για μελλοντικό σχεδιασμό και κάλυψη λειτουργικών αναγκών.

Τα δίκτυα μπορούν να διαφέρουν στον σχεδιασμό, στην πυκνότητα και στο πρόγραμμα παρατήρησης από περιοχή σε περιοχή. Δεν μπορεί να υπάρχει καθορισμένο και παγκόσμιο μοντέλο.

Σε περιοχές με περιορισμένη ανάπτυξη υπόγειων υδάτων απαιτούνται πρωταρχικές εκτιμήσεις.

Η έρευνα των υπόγειων υδάτων μπορεί να οδηγήσει σε γνώση της φάσης τους καθώς και στην εκτίμηση των εισροών και εκροών που βασίζεται σε διαθέσιμα κλιματολογικά αρχεία, σε γενικά γεωλογικά χαρακτηριστικά, σε σημαντικά πηγάδια και πηγές.

Σε περιοχές όπου η ανάπτυξη των υπογείων υδάτων μπορεί να τροποποιηθεί, οι γνώσεις είναι περισσότερες. Τα σχέδια αστικής, βιομηχανικής και αγροτικής ανάπτυξης απαιτούν πληροφορίες για την ποσότητα και ποιότητα του νερού, την διεύθυνση κίνησης των υπογείων υδάτων, τον ρυθμό εισροής και εκροής ώστε να προσδιορίζεται η συνολική ποσότητα εκμεταλλεύσιμου νερού μαζί με την διαχείριση των υπογείων υδάτων.

#### 5.5 Παράγοντες που επηρεάζουν την πυκνότητα και την διάταξη του δικτύου.

Κάθε παρατήρηση από αυτές που περιγράφονται στις προηγούμενες ενότητες είναι απαραίτητο να είναι αντιπροσωπευτικά για μια συγκεκριμένη περιοχή. Για παράδειγμα, η μέτρηση μιας βροχόπτωσης με μετρητή (βροχόμετρο) είναι χρήσιμη μόνο όταν αντιπροσωπεύει

την πραγματική βροχόπτωση στην γύρω περιοχή. Ωστόσο, ακόμα και όταν δεν είναι αντιπροσωπευτικά, τα παρατηρηθέντα στοιχεία παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες.

Η διάταξη ενός δικτύου πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε οι σταθμοί να είναι τοποθετημένοι για να καλύπτουν την ποικιλία των φυσιογραφικών χαρακτηριστικών μιας περιοχής. Προσπάθεια θα πρέπει να γίνει για να τοποθετηθεί ένας ομοιόμορφος, σε λογικά πλαίσια αριθμός σταθμών σε κάθε σημαντική φυσιογραφική περιοχή.

Σε τοποθετημένους σταθμούς σε περιοχές χωρίς μετρητικό δίκτυο, είναι χρήσιμη η εμπειρία από παραπλήσιες περιοχές. Το δίκτυο των σταθμών πρέπει να επανεξετάζεται κάθε λίγα χρόνια και όπου είναι απαραίτητο να προστίθενται νέοι σταθμοί ή να εγκαταλείπονται άλλοι υπάρχοντες ή ακόμα να ξανατοποθετούνται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η αντιπροσωπευτικότητα και ακρίβεια των μετρήσεων.

Η τοποθέτηση των σταθμών, πρέπει επίσης να καθοδηγείται από τις συνθήκες εγκατάστασης όπως η ευκολία πρόσβασης, τοπογραφία και γεωλογία τα οποία μπορούν να προκαλέσουν δομικά και λειτουργικά προβλήματα.

Η μέτρηση της παροχής ενός ποταμού δεν αντιπροσωπεύει μόνο την απορροή από κάποια συγκεκριμένη περιοχή αλλά με κάποιες επιφυλάξεις και αυτή γειτονικών ρευμάτων. Υπάρχει ένα όριο αντιπροσωπευτικότητας της έκτασης και όσο περισσότεροι είναι οι σταθμοί τόσο ακριβέστερα είναι τα αποτελέσματα που παίρνουμε από το δίκτυο της περιοχής με την προϋπόθεση ότι οι σταθμοί είναι εγκατεστημένοι ορθά.

Αυτές οι γενικεύσεις είναι ευρέως κατανοητές. Η δυσκολία εντοπίζεται στην κατανόηση του τι αποτελεί μια ικανοποιητική πυκνότητα.

Δεν είναι δυνατό να ορίσουμε μια ομοιόμορφη πυκνότητα δικτύου, εφαρμόσιμη σε όλες τις χώρες.

Λεπτομερείς μελέτες που έγιναν σε διάφορες περιοχές έδειξαν ότι μεταξύ των σπουδαιότερων παραγόντων για να επιτύχουμε βέλτιστη πυκνότητα συγκαταλλέγονται:

- α) οι γεωγραφικές και υδρολογικές συνθήκες, ιδίως οι τοπικές διαφοροποιήσεις και
- β) η φύση της υδρογραφίας δηλ. πολλά μικρά ρεύματα ή μερικοί μεγάλοι ποταμοί.

Υπάρχουν και πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την βέλτιστη πυκνότητα όπως η ανάγκη υδρολογικών και μετεωρολογικών στοιχείων για τον σχεδιασμό, την κατασκευή και λειτουργία υδραυλικών κατασκευών.

Η πυκνότητα του πληθυσμού και η οικονομική δραστηριότητα μιας περιοχής θα επηρεάσει επίσης την βέλτιστη πυκνότητα του υδρολογικού δικτύου. Μελέτες έχουν δείξει ότι δεν μπορούν να ληφθούν υπόψη όλοι οι δυνατοί αυτοί παράγοντες.

## 5.6 Ανάπτυξη δικτύου.

Η εγκατάσταση και λειτουργία υδρολογικών δικτύων είναι μια εξελίξιμη διαδικασία και γι' αυτό είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι οι σκοποί της συλλογής στοιχείων και το επίπεδο των απαιτήσεων πληροφόρησης αλλάζουν, με την αλλαγή του επιπέδου ανάπτυξης μιας περιοχής.

Στην οικονομική ανάπτυξη μιας περιοχής, τα υδρολογικά δίκτυα θα έχουν σαν πρωταρχικό αντικείμενο την απογραφή όλων των πηγών νερού μέσα στην περιοχή και έτσι παρέχουν πληροφορίες για γενικό σχεδιασμό υδατικών πόρων και για αξιολόγηση μελλοντικών προτάσεων ανάπτυξης.

Αυτό το στάδιο απογραφής μπορεί να αντικατασταθεί από την ανάπτυξη υδατικών πόρων για την ικανοποίηση των αναγκών των κατοίκων και να παρακινήσει την οικονομική ανάπτυξη της χώρας.

Τα δίκτυα πρέπει λοιπόν να αναπτύσσονται για να λαμβάνουν υπόψη συμπληρωματικά στοιχεία απαιτήσεων για την κατάστρωση λεπτομερών σχεδίων ανάπτυξης για σχεδιαστικούς και κατασκευαστικούς σκοπούς. Στη συνέχεια με την τροποποίηση του υδρολογικού καθεστώτος των ποταμιών της περιοχής, με κατασκευή ταμιευτήρων, ρύθμιση απολήψεων, αγροτική ανάπτυξη, αστικοποίηση και άλλες δραστηριότητες, τα δίκτυα θα εξελιχθούν σε πολύπλοκα συστήματα υποδικτύων σχεδιασμένων να συλλέγουν στοιχεία για συγκεκριμένους λειτουργικούς, νομικούς, διοικητικούς και ερευνητικούς σκοπούς, συσχετισμένους με εθνικές και τοπικές ανάγκες διαχείρισης υδατικών πόρων.

Το επίπεδο των απαιτήσεων υδρολογικής πληροφορίας για λήψη αποφάσεων κατάλληλων για διάφορους σκοπούς μπορεί να διαφέρει αισθητά. Για παράδειγμα, η απαιτούμενη πληροφορία για απογραφή θα ήταν ανεπαρκής για κατάστρωση λεπτομερών σχεδίων ανάπτυξης και σχεδιασμού και τελείως ανεπαρκής για λειτουργικά και

διαχειριστικά προγράμματα ανάπτυξης. Γι' αυτούς τους τελευταίους σκοπούς η έμφαση επικεντρώνεται σε τρέχοντα και σύγχρονα στοιχεία όπως στις απαιτήσεις για υδρολογικές προβλέψεις.

#### **5.6.1 Χρήση υπάρχοντων σταθμών στην οργάνωση τυπικού δικτύου**

Συνήθως υπάρχουν μερικοί σταθμοί σε λειτουργία πριν την τυπική οργάνωση ενός δικτύου. Αν τέτοιοι σταθμοί λειτουργούν για μεγάλο χρονικό διάστημα και έχουν δημιουργήσει αξιόπιστο αρχείο, θα πρέπει να συνεχιστούν. Τα στοιχεία που προέρχονται από υπάρχοντες σταθμούς παρέχουν πληροφορίες σημαντικές για την ανάπτυξη τυπικού δικτύου. Αν οι θέσεις κάποιων τέτοιων σταθμών δεν είναι τελείως ικανοποιητικές θα πρέπει να ξεκινήσει ένας νέος σταθμός κάπου κοντά, με αντικείμενο την καθιέρωση κάποιας συσχέτισης μεταξύ των δύο σειρών δεδομένων για μια κοινή περίοδο τουλάχιστον δέκα χρόνων.

Αν είναι επιτυχής, ο παλιότερος σταθμός μπορεί πλέον να εγκαταλειφθεί (καταργηθεί). Αν η συσχέτιση δεν είναι ικανοποιητική, θα πρέπει να εξετασθεί η εγκατάλειψη του παλαιού σταθμού, ιδίως αν γνωρίζουμε ότι τα δεδομένα του είναι αναξιόπιστα.

Ωστόσο οποιαδήποτε απόφαση για κατάργηση μακράς διάρκειας σταθμού σε οποιαδήποτε στιγμή της ζωής του δικτύου θα πρέπει να γίνεται μετά από προσεκτική μελέτη όλων των στοιχείων και συνθηκών που υπάρχουν.

#### **5.6.2 Ελάχιστο ή Βασικό δίκτυο**

Στα αρχικά στάδια ανάπτυξης ενός υδρολογικού δικτύου το πρώτο βήμα πρέπει να είναι η εγκαθίδρυση ενός ελαχίστου ή βασικού δικτύου. Ένα τέτοιο δίκτυο πρέπει να απαρτίζεται από τον ελάχιστο

αριθμό σταθμών που η εμπειρία υπηρεσιών συλλογής πολλών κρατών έχει δείξει ότι απαιτούνται για την έναρξη σχεδιασμού για την οικονομική ανάπτυξη πηγών ύδατος μιας περιοχής ή χώρας.

Το ελάχιστο δίκτυο είναι αυτό που αποκλείει σοβαρές ελλείψεις στην ανάπτυξη και διαχείριση υδατικών πόρων σε κλίμακα ανάλογη προς το συνολικό επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης της χώρας. Πρέπει να αναπτυχθεί το ταχύτερο δυνατόν, συγχωνεύοντας υπάρχοντες σταθμούς όπου χρειάζεται. Με άλλα λόγια, ένα τέτοιο δίκτυο θα παρέχει το βασικό σκελετό για επέκταση για τις ανάγκες συγκεκριμένων σκοπών.

Έχει δοθεί έμφαση στο ότι το ελάχιστο δίκτυο δεν επαρκεί για την διατύπωση λεπτομερών αναπτυξιακών σχεδίων και δεν ικανοποιεί τις πολυάριθμες απαιτήσεις μιας αναπτυγμένης περιοχής για την λειτουργία προγραμμάτων και την διαχείριση πηγών νερού.

### 5.6.3 Επέκταση δικτύων

Η λειτουργία του βασικού δικτύου, μας επιτρέπει την διατύπωση σχέσεων ή μοντέλων μέσω των οποίων μπορούμε να εκτιμήσουμε γενικά υδρολογικά χαρακτηριστικά ορίζοντας την στατιστική κατανομή των βροχοπτώσεων και εκροών σε οποιαδήποτε θέση στην περιοχή. Το δίκτυο των σταθμών παρατήρησης πρέπει να προσαρμόζεται και επεκτείνεται έως ότου καταρτιστούν "τοπικές" σχέσεις οι οποίες θα επιτρέψουν εκτιμήσεις των υδρολογικών χαρακτηριστικών περιοχών χωρίς μετρήσεις (σε ικανοποιητικό επίπεδο).

Έχοντας αυτό υπόψη, θα ήταν ίσως καλό να δημιουργούμε πρώτα μερικούς προσωρινούς υδρομετρικούς σταθμούς που δεν απαιτούν πολύ χρόνο και χρήμα. Αν είναι δυνατόν, τα δεδομένα της στάθμης του νερού θα πρέπει να συσχετιστούν με τα αντίστοιχα ενός σταθμού βάσης και καθώς συγκεντρώνεται γνώση απο το δίκτυο, ο σταθμός μπορεί να προαχθεί σε μακράς διάρκειας λειτουργία (δηλ. απο

προσωρινός να γίνει μόνιμος). Η καλή οργάνωση των παρατηρήσεων σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να θυσιαστεί υπέρ της επίσπευσης στην ανάπτυξη του δικτύου.

Εξαιτίας της χαμηλής πυκνότητας των σταθμών στο βασικό δίκτυο, είναι πολύ σημαντική η καλή ποιότητα των δεδομένων όλων των σταθμών. Ακόμη και αν η εγκατάσταση ενός σταθμού είναι καλή μπορεί το αρχείο του να μην είναι αξιόλογο λόγω κακής λειτουργίας. Η συνεχής λειτουργία μπορεί να είναι δύσκολη ειδικά για περιόδους άνω των 20 ετών. Ένα ελάχιστο δίκτυο, στο οποίο οι σταθμοί έχουν εγκαταλειφθεί, θα έχει μειωμένη ενεργό πυκνότητα με αποτέλεσμα να μην είναι πλέον επαρκές. Γι'αυτό το λόγο πρέπει να προσεχθεί όχι μόνο η ίδρυση αλλά και η συνεχής λειτουργία των σταθμών και ο έλεγχος της αξιοπιστίας και ακρίβειας των αρχείων. Λόγω του ότι οι οικονομικές και τεχνικές μελέτες εμπλέκονται στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη των δικτύων, ο αριθμός των απαιτούμενων σταθμών, δεν είναι σταθερός αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με τις περιστάσεις δειγματοληπτικά. Ειδικότερα συνήθως γίνεται ο εξής διαχωρισμός των υδρομετρικών σταθμών σε 3 κατηγορίες:

- α) αρχικός ή βασικός σταθμός ή μόνιμος σταθμός
- β) δευτερεύων σταθμός
- γ) σταθμός για συγκεκριμένους (ειδικούς) σκοπούς.

#### **5.6.3.1 Βασικοί υδρομετρικοί σταθμοί**

Αυτοί οι σταθμοί αποτελούν την βάση για στατιστικές μελέτες και έτσι πρέπει να παρακολουθούνται συνεχώς και επ'αόριστον. Γενικά θεωρείται ότι απαιτούνται παρατηρήσεις 30-40 ετών για την απόκτηση αξιόπιστων εκτιμήσεων της μέσης παροχής σε περιοχές με υγρό κλίμα και 70 ετών και άνω για περιοχές με μεγάλες μεταβολές βροχοπτώσεων.

Το βασικό δίκτυο υδρομετρικών σταθμών θα αποτελείται από σημεία παρατηρήσεων στις πηγές ύδατος με φυσικό καθεστώς, καθώς και από ένα καθεστώς τροποποιημένο από έργα διαχείρισης. Τα βασικά δίκτυα παρέχουν στοιχεία για αξιολόγηση προσωρινών τάσεων και την σχέση τέτοιων τάσεων με διάφορα αίτια.

Παρέχουν επίσης τα στοιχεία για έλεγχο στατιστικών χαρακτηριστικών γενικευμένων πληροφοριών για περιοχές με ή χωρίς μετρήσεις με χρήση υδρολογικών μοντέλων.

#### 5.6.3.2 Δευτερεύοντες σταθμοί

Αυτοί οι σταθμοί που λέγονται και δορυφορικοί σταθμοί, αποτελούν την βάση για να παρεμβάλλουμε τη μεταβλητή του χώρου στα υδρολογικά στοιχεία. Πρέπει να λειτουργούν για ορισμένο αριθμό ετών ή όσο απαιτείται για μια καλή συσχέτιση μεταξύ αυτών και των βασικών σταθμών.

Μελετώντας συσχετίσεις μεταξύ παροχών σε υδρομετρικούς σταθμούς πρέπει να γίνεται διάκριση αν ο δευτερεύων σταθμός έχει τοποθετηθεί στο ίδιο ποτάμι με τον βασικό ή σε γειτονικό ρεύμα. Μετακινώντας τον δευτερεύοντα σταθμό μετά την δημιουργία της συσχέτισης, μπορούμε να αποκτήσουμε λεπτομερείς πληροφορίες γύρω από το υδρολογικό καθεστώς ολόκληρης της περιοχής, βασισμένες στην συνεχή λειτουργία βασικών σταθμών.

#### 5.6.3.3 Σταθμοί ειδικών σκοπών

Σταθμοί μπορούν να ιδρυθούν για σκοπούς ερευνητικούς ή για προσαύξηση των στοιχείων που παρέχει το δίκτυο των βασικών, και δευτερεύοντων σταθμών σε μια περιοχή για ειδικούς σκοπούς. Η διάρκεια της λειτουργίας των ειδικών σταθμών σχετίζεται με το σκοπό για τον οποίο εγκαταστάθηκαν.



Σε μερικές περιπτώσεις ο σκοπός απαιτεί παρατηρήσεις σε ένα συγκεκριμένο προσανατολισμό μόνο ή περιορίζεται σε μια εποχή του χρόνου. Για παράδειγμα, ένας υδρομετρικός σταθμός μπορεί να αποτελείται από ένα ειδικό μετρητή που να καταγράφει μόνο την μέγιστη πλημμύρα ή ένα μετρητή εναποθήκευσης για μέτρηση της συνολικής βροχόπτωσης (ολοκληρωτικό βροχόμετρο) στη διάρκεια μιας εποχής ή υδρολογικού έτους. Αν και τέτοιοι σταθμοί λειτουργούν αξιόλογα, δεν παρέχουν όλα τα απαιτούμενα στοιχεία για στατιστικές αναλύσεις. Συνεπώς, προτάσεις για τέτοιους σταθμούς πρέπει να εξετάζονται με προσοχή, ειδικά πριν την ίδρυση ικανοποιητικού δικτύου.

#### **5.7 Σταθμοί βάσης και αντιπροσωπευτικές λεκάνες σαν στοιχεία ενός δικτύου**

Οι σταθμοί βάσης και οι αντιπροσωπευτικές λεκάνες είναι στοιχεία ενός πλήρους δικτύου και η εγκαθίδρυσή τους πρέπει να μελετηθεί στα πρώτα στάδια σχεδιασμού του βασικού δικτύου.

##### **5.7.1 Σταθμοί βάσης**

Κάθε χώρα και κάθε φυσική περιοχή μεγάλων χωρών πρέπει να περιέχει ένα σταθμό βάσης για να παρέχει μια σειρά αλληπάληλων παρατηρήσεων με υδρολογικά και σχετικά κλιματολογικά στοιχεία. Οι υδρολογικοί σταθμοί βάσης πρέπει να ιδρυθούν σε περιοχές ανεπηρέαστες από προηγούμενες ή μελλοντικές τεχνητές αλλαγές. Αφού τα εκτενή αρχεία αποτελούν την ουσία και το σκοπό των σταθμών βάσης πρέπει να μελετηθεί κατά πόσο οι υπάρχοντες σταθμοί πληρούν τις σχετικές προϋποθέσεις. Οι κλιματολογικοί σταθμοί βάσης είναι γνωστοί σαν σταθμοί αναφοράς.

### 5.7.2 Αντιπροσωπευτικές Λεκάνες

Η αντιπροσωπευτική λεκάνη είναι επιθυμητή σε κάθε φυσική περιοχή αλλά κυρίως σε περιοχές με αναμενόμενα μεγάλη οικονομική ανάπτυξη, εκεί όπου τα υδρολογικά προβλήματα είναι μεγάλα. Αυτές οι αντιπροσωπευτικές λεκάνες δεν πρέπει να θεωρηθούν πολυτέλεια ούτε ως κατάλληλες μόνο για ανεπτυγμένες υδρολογικές υπηρεσίες. Στην απλούστερή τους μορφή επιτρέπουν μελέτη ταυτόχρονης βροχόπτωσης και απορροής, βοηθώντας έτσι στην συμπλήρωση ελλείψεων σε βραχυχρόνιες παρατηρήσεις.

Μερικοί τύποι αντιπροσωπευτικών λεκανών χρησιμοποιούνται για λήψη ταυτόχρονων κλιματολογικών και υδρολογικών στοιχείων. Τα δίκτυα σε τέτοιες λεκάνες μπορεί να λειτουργούν για μεγάλες ή μικρές περιόδους, ανάλογα με τις απαιτήσεις.

Το πρόγραμμα των παρατηρήσεων πρακτικά πρέπει να είναι το ίδιο με αυτό των σταθμών αναφοράς, και περιλαμβάνει την μέτρηση της βροχόπτωσης (ύψος και ένταση), χιονόπτωσης και χιονοκάλυψης, περιεκτικότητας υγρασίας και θερμοκρασίας του εδάφους, παγετού και στάθμης υπόγειων υδάτων σε διάφορα σημεία της λεκάνης έτσι ώστε να μπορούμε να παίρνουμε εκτιμήσεις των μέσων τιμών για υδρολογικές μελέτες. Σταθμοί υπόγειων υδάτων είναι πιθανόν να τοποθετούνται και έξω από την αντιπροσωπευτική λεκάνη.

### 5.8 Συντονισμός δικτύων

Είναι σημαντική η ίδρυση διαφόρων δικτύων σε μια βάση συντονισμού ιδίως των δικτύων βροχόπτωσης, παροχών, ποιότητας ύδατος και υπόγειων υδάτων. Σε μερικές περιπτώσεις τα δίκτυα αυτά λειτουργούν από την ίδια υπηρεσία αλλά συχνά κάθε δίκτυο διαχειρίζεται ανεξάρτητα από το άλλο. Η καλή συνεργασία είναι προϋπόθεση για την ανάπτυξη και λειτουργία τέτοιων δικτύων. Για

παράδειγμα, σχεδιάζοντας μαζί δίκτυα βροχόπτωσης και παροχής μπορούμε να αυξήσουμε την πληροφορία και στα δύο, βελτιώνοντας την οικονομία των δικτύων.

Για διεθνείς λεκάνες, καλή συνεργασία χρειάζεται όχι μόνο μεταξύ των υπηρεσιών κάθε χώρας αλλά και μεταξύ των χωρών που μοιράζονται τη λεκάνη.

### **5.9 Αξιολόγηση των δικτύων**

Οι βελτιώσεις στις τεχνικές μοντελοποίησης, η χρήση των ραντάρ, οι δορυφόροι καθώς και τεχνολογική ανάπτυξη και οι ικανότητες των computers, αποτελούν επαναστατικές ιδέες στη συσσώρευση υδρολογικών και κλιματολογικών πληροφοριών. Η γνώση του κλίματος και της υδρολογίας μιας περιοχής αυξάνει με την αύξηση του επιπέδου πληροφόρησης.

Αφού οι ανάγκες μιας χώρας για στοιχεία πηγών ύδατος εντείνονται με την οικονομική ανάπτυξή της, τα δίκτυα πρέπει να θεωρηθούν ως δυναμικά συστήματα. Έτσι, είναι ζωτικής σημασίας η περιοδική εξέταση της αποτελεσματικότητας των δικτύων. Συχνά η συλλογή στοιχείων γίνεται αυτοσκοπός χωρίς να δοθεί η απαιτούμενη σημασία στο σκοπό των στοιχείων. Το πρόβλημα γενικά προέρχεται από την έλλειψη περιοδικής αξιολόγησης των προγραμμάτων συλλογής ούτως ώστε να ληφθεί υπόψη ο αντίκτυπος της νέας τεχνολογίας και οι εξελισσόμενες ανάγκες της υδρολογικής πληροφορίας.

### **5.10 Συνολικός σχεδιασμός των δικτύων**

Ο ικανοποιητικός συνολικός σχεδιασμός ενός υδρολογικού δικτύου είναι δύσκολος εξαιτίας των διαφορετικών αντικειμένων, των διαφορετικών οικονομικών απαιτήσεων και των τεχνικών προβλημάτων μέτρησης μεταξύ των υπηρεσιών.

Ο σκοπός του συντονισμού όλων των υπηρεσιών βεβαιώνει ότι οι σταθμοί μέτρησης των στοιχείων που απαριθμούνται στην παράγραφο 3 αυτού του κεφαλαίου συσχετίζονται επαρκώς μεταξύ τους τόσο σε αριθμό όσο και σε θέση, έτσι ώστε να ικανοποιούν το αντικείμενο του δικτύου.

Είναι αδύνατη η ακρίβεια γύρω από τη φύση αυτής της σχέσης, αν και κάποια καθοδηγητικά στοιχεία δίνονται στην παράγραφο 5.11 που αφορούν στους ελάχιστους αριθμούς σταθμών και τη θέση τους σε σχέση με άλλους σταθμούς (π.χ σχετική θέση βροχομετρικών και υδρομετρικών σταθμών). Η σημασία των ενοποιημένων σταθμών αναφοράς και των αντιπροσωπευτικών λεκανών στο συνολικό δίκτυο έχει υπογραμμιστεί πιο πάνω.

#### **5.11 Πυκνότητα των σταθμών παρατήρησης για ένα βασικό δίκτυο**

Όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 5.6.2 το βασικό δίκτυο είναι αυτό που αποκλείει σοβαρές ελλείψεις στην ανάπτυξη και διαχείριση των πηγών ύδατος σε κλίμακα ανάλογη προς το συνολικό επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης της χώρας. Πρέπει να γίνει όσο το δυνατόν γρηγορότερα, συγχωνεύοντας υπάρχοντες σταθμούς, όπου είναι εφικτό. Μ'άλλα λόγια, ένα τέτοιο δίκτυο θα αποτελεί το βασικό σκελετό για επέκταση, έτσι ώστε να ικανοποιεί τις ανάγκες συγκεκριμένων σκοπών.

##### **5.11.1 Ελάχιστη πυκνότητα κλιματολογικών δικτύων**

Τα κλιματολογικά δίκτυα συλλέγουν κυρίως τα ακόλουθα είδη στοιχείων:

- α) βροχόπτωση
- β) χιονοκάλυψη
- γ) εξάτμιση

Είναι κατανοητό ότι οι σταθμοί μέτρησης εξάτμισης ή χιονιού - ιδίως οι πρώτοι- πρέπει να μετρούν γενικά και τη θερμοκρασία, την υγρασία, τον άνεμο, στοιχεία που επηρεάζουν την εξάτμιση και την τήξη.

#### **5.11.1.1 Βροχομετρικό Δίκτυο**

##### **α. Πυκνότητα βασικού δικτύου**

Ο ελάχιστος αριθμός σταθμών ορίζεται από τη μέθοδο που περιγράφεται παρακάτω.

Η μέθοδος καθορίζει ένα οριακό αριθμό σταθμών για δεδομένες κατηγορίες περιοχών, με κάποια αοριστία αφού περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία περιπτώσεων.

Το πιο απλό και πιο ακριβές κριτήριο για τον καθορισμό των κατηγοριών θα βασιζόταν στην δίαιτα της βροχόπτωσης της περιοχής. Κάθε κράτος θα παρουσίαζε ένα χάρτη ετήσιας βροχόπτωσης βασισμένο σε παρατηρήσεις κάποιων ετών, κι έτσι απ'αυτόν θα φτιαχνόταν ένα βασικό δίκτυο. Αυτό όμως δεν βοηθάει τις χώρες που έχουν μεγαλύτερη ανάγκη από το δίκτυο, αφού αυτές διαθέτουν πολύ μικρά αρχεία και η δημιουργία ενός χάρτη βροχοπτώσεων είναι αδύνατη. Έτσι δεν ενδείκνυται η χρησιμοποίηση μόνο της τοπικής ποικιλίας σαν χαρακτηριστικό για τον καθορισμό των κατηγοριών. Σαν ειδική κατηγορία πρέπει να θεωρηθούν οι χώρες με πολύ ακανόνιστη κατανομή βροχόπτωσης.

Επίσης η χαμηλή πυκνότητα του πληθυσμού επηρεάζει τα κριτήρια του δικτύου. Είναι αδύνατη η τοποθέτηση και λειτουργία με συστηματικό τρόπο μιας σειράς καλών σταθμών άσχετα με τις ανάγκες, όταν ο πληθυσμός είναι αραιοκατοικημένος. Για παράδειγμα, το να βάλουμε πάνω από δύο σταθμούς σε έκταση 1000km<sup>2</sup> όταν ο πληθυσμός είναι 100 άτομα είναι σχεδόν αδύνατο, ιδίως αν αυτός ο πληθυσμός δεν είναι μόνιμος. Αλλωστε, είναι δύσκολο να βρεθούν παρατηρητές σε αραιοκατοικημένες φτωχές περιοχές. Αραιά διαμορφωμένες ζώνες

γενικά, συμπίπτουν με διάφορες κλιματικές ακρότητες: ξηρές και πολικές περιοχές ή τροπικά δάση. Η χρήση αθροιστικών μετρητών ενδείκνυται σε τέτοιες περιπτώσεις αφού χρειάζονται μικρή επιδιόρθωση και αραιές επισκέψεις.

Απο αυτές τις θεωρήσεις έχουν υιοθετηθεί μερικοί γενικοί κανόνες για τον ορισμό των πρότυπων πυκνότητας. Τρεις τύποι περιοχών έχουν οριστεί:

- α) Επίπεδες περιοχές σε εύκρατες, μεσογειακές και τροπικές ζώνες
- β) Περιοχές με βουνά, στις ίδιες ζώνες
- γ) Ξηρές και πολικές περιοχές

Για τους δύο πρώτους τύπους περιοχών είναι απαραίτητο να ομαδοποιηθούν μαζί και οι περιοχές όπου δεν μπορεί να επιτευχθεί απόλυτα αποδεκτή πυκνότητα για το παρόν, εξαιτίας του αραιού πληθυσμού, των φτωχών μέσων επικοινωνίας ή άλλων οικονομικών λόγων.

Οι ελάχιστες νόρμες πυκνότητας που συστήνονται από τον W.M.O Νο168, 1981 για βροχομετρικά δίκτυα από συνηθισμένα βροχόμετρα ή βροχογράφους δίνονται αναλυτικά παρακάτω και σε πινακοποιημένη μορφή στον πίνακα 5.1.

#### 1. Επίπεδες περιοχές σε εύκρατες, μεσογειακές και τροπικές ζώνες

11-17 σταθμοί για 10.000 km<sup>2</sup> - 1 σταθμός για 600 - 900 km<sup>2</sup>

Για χώρες όπου δεν μπορεί προς το παρόν να επιτευχθεί η απαιτούμενη πυκνότητα εξαιτίας αραιού πληθυσμού, της έλλειψης ευκολιών επικοινωνίας ή άλλων οικονομικών λόγων, η ελάχιστη πυκνότητα μπορεί να μειωθεί σε:

1 σταθμός για 900 - 3000 km<sup>2</sup>

## 2. Περιοχές με βουνά απο εύκρατες, μεσογειακές, τροπικές ζώνες

Σε τέτοιες περιοχές είναι επιθυμητή η κατανομή των σταθμών σε υψομετρικές ζώνες των 500 περίπου μέτρων ανά ζώνη και με ελάχιστη πυκνότητα:

40-100 σταθμοί για 10.000 km<sup>2</sup> - 1 σταθμός για 100-250 km<sup>2</sup>

Σε χώρες όπου δεν μπορεί να επιτευχθεί η απαιτούμενη πυκνότητα για τους ίδιους με πριν λόγους, η ελάχιστη πυκνότητα πρέπει να είναι:

1 σταθμός για 250-1000 km<sup>2</sup>

(σε πολύ δύσκολες συνθήκες μπορεί να επεκταθεί στα 2000 km<sup>2</sup>)

Για μικρά νησιά, κάτω των 20.000 km<sup>2</sup> με πολύ πυκνό υδρογραφικό δίκτυο η ελάχιστη πυκνότητα είναι:

400 σταθμοί για 10.000 km<sup>2</sup> - 1 σταθμός για 25 km<sup>2</sup>

## 3. Ξηρές και πολικές ζώνες

1-7 σταθμοί για 10.000 km<sup>2</sup> - 1 σταθμός για 1500-10.000 km<sup>2</sup>, ανάλογα με το πόσο αυτό είναι εφικτό.

Αυτές οι πυκνότητες δικτύων δεν είναι εφαρμόσιμες σε μεγάλες ερήμους με ανοργάνωτα υδρογραφικά δίκτυα (Σαχάρα, Gobi, Αραβία κ.ο.κ) και σε περιοχές με πάγο (Ανταρκτική, Αρκτικά νησιά, Γροιλανδία).

Σ'αυτές τις περιοχές η βροχόπτωση μελετάται απο ειδικούς σταθμούς και ειδικές μεθόδους παρατήρησης και όχι απο συνηθισμένα βροχόμετρα.

Υπάρχουν και περιοχές όπου δεν ταιριάζουν σε μία απο τις παραπάνω κατηγορίες. Π.χ λοφώδεις περιοχές μπορεί να χρειάζονται πυκνότητα μεταξύ των κατηγοριών 1 και 2.

Σε όλες τις περιπτώσεις όπου το ελάχιστο έχει καθοριστεί σε λιγότερο από 1 σταθμό ανα 1000 km<sup>2</sup> για τις περιοχές των κατηγοριών 1 και 2, πρέπει να επιλεχθούν εκτάσεις των 3000 km<sup>2</sup> και να οργανωθούν στη μεγαλύτερη πυκνότητα που δίνεται για αυτή την κατηγορία, ούτως ώστε να λάβουμε αντιπροσωπευτική πληροφόρηση για την δίαιτα της βροχόπτωσης.



**ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1**  
**ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ**

ΕΙΔΟΣ (ΤΥΠΟΣ) ΠΕΡΙΟΧΗΣ	Ελάχιστο δίκτυο υπό συνήθεις συνθήκες. Έκταση (km <sup>2</sup> ) ανα σταθμό	Ελάχιστο δίκτυο για δύσκολες συνθήκες. Έκταση (km <sup>2</sup> ) ανα σταθμό.
I Επίπεδες περιοχές σε εύκρατες, μεσογειακές και τροπικές ζώνες.	600 - 900	900 - 3000
II Περιοχές με βουνά σε εύκρατες, μεσογειακές και τροπικές ζώνες.  Μικρά ορεινά νησιά με πολύ ανώμαλες βροχοπτώσεις, πολύ πυκνό υδρογραφικό δίκτυο.	100 - 250  25	250 - 1000 <sup>[4]</sup>
III Ξηρές και πολικές ζώνες (2).	1500 - 10.000 <sup>[3]</sup>	

1. Η τελευταία τιμή της κλίμακας πρέπει να εφαρμόζεται μόνο κάτω από εξαιρετικά δύσκολες συνθήκες.
2. Μεγάλες ερήμοι δεν περιλαμβάνονται
3. Εξαρτάται από την δυνατότητα πραγματοποίησης
4. Κάτω από πολύ δύσκολες συνθήκες αυτό μπορεί να επεκταθεί μέχρι 2000 km<sup>2</sup>

#### 5.11.1.2 Ανασκόπηση γενικών οδηγιών για την εγκατάσταση και λειτουργία βροχομετρικών σταθμών

Αν ακολουθηθούν συγκεκριμένες αρχές εγκατάστασης και χρήσης, ο μικρός αριθμός σταθμών του βασικού δικτύου θα εξυπηρετήσει τις πιο άμεσες ανάγκες.

Γενικά, οι βροχομετρικοί σταθμοί πρέπει να κατανέμονται σύμφωνα με τις πρακτικές ανάγκες για συλλογή στοιχείων και τον τόπο κατοικίας των παρατηρητών.

Σε περιοχές με βουνά πρέπει να προσεχθεί ο κατακόρυφος διαχωρισμός σε ζώνες, χρησιμοποιώντας ολοκληρωτικά βροχόμετρα για τη μέτρηση της βροχόπτωσης σε μεγάλα ύψη. Η χιονοκάλυψη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη συμπλήρωση του δικτύου, χωρίς όμως να συνυπολογίζεται σαν μέρος του δικτύου.

Το βασικό δίκτυο πρέπει να αποτελείται από 3 τύπους μετρητών:

**Βροχόμετρα:** Διαβάζονται καθημερινά. Εκτός του καθημερινού ύψους βροχόπτωσης, παρατηρήσεις χιονόπτωσης, ύψους χιονιού από το έδαφος και κατάσταση του καιρού πρέπει να γίνονται σε κάθε τέτοιο σταθμό.

**Βροχογράφοι:** Καλό είναι το 10% τουλάχιστο των σταθμών να είναι εφοδιασμένα με μηχανισμούς καταγραφής, σε θερμά κλίματα, και 5% των σταθμών σε υγρά κλίματα. Η μέγιστη πυκνότητα αυτών των σταθμών καθορίζεται από τις δυνατές και μικρής διάρκειας βροχοπτώσεις. Οι σταθμοί αυτοί παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες γύρω από την ένταση, τη διάρκεια και την κατανομή της βροχόπτωσης.

Κατά τη διανομή προτεραιοτήτων σε θέσεις για εγκαταστάσεις δικτύων βροχογράφων, πρέπει να προηγηθούν οι παρακάτω τύποι περιοχών: αστικές περιοχές (πληθυσμός άνω των 10.000) όπου είναι

πιθανό να κατασκευαστούν δίκτυα αποχέτευσης ομβρίων, λεκάνες ποταμών όπου λειτουργούν ή πρόκειται να λειτουργήσουν, έργα ελέγχου της ροής, μεγάλες εκτάσεις που δεν καλύπτονται ικανοποιητικά από το υπάρχον δίκτυο, και περιοχές που εντάσσονται σε ειδικά προγράμματα έρευνας.

Στις μεγάλες αστικές περιοχές η πυκνότητα του δικτύου εξαρτάται από την χωρική μεταβολή των μικρής διάρκειας βροχών. Για τις λεκάνες ποταμών όπου λειτουργούν συστήματα ελέγχου καθώς και για τα ερευνητικά έργα η πυκνότητα εξαρτάται από τις ειδικές απαιτήσεις της λειτουργίας ελέγχου ή το πρόγραμμα έρευνας. Για παράδειγμα, οι υδρολογικές διαδικασίες πρόγνωσης συνήθως απαιτούν περίπου ένα από κάθε πέντε σταθμούς να είναι εφοδιασμένοι με βροχογράφο ώστε να είναι δυνατό να καθοριστεί η χρονική κατανομή της βροχόπτωσης.

Ολοκληρωτικά Βροχόμετρα: Σε απομακρυσμένες περιοχές όπως ερήμους ή βραχώδη εδάφη χρησιμοποιούνται τα ολοκληρωτικά βροχόμετρα. Αυτοί οι μετρητές διαβάζονται μηνιαία, εποχιακά ή όποτε είναι δυνατή η επίσκεψη των σταθμών.

#### Θέση των βροχομετρικών σταθμών σε σχέση με το δίκτυο υδρομετρικών σταθμών

Για να βεβαιωθεί ότι τα στοιχεία βροχόπτωσης είναι διαθέσιμα για επέκταση των δεδομένων παροχής των υδατορευμάτων που θα χρησιμεύσουν είτε για πρόγνωση ή ανάλυση δεν θα πρέπει να αφηθεί στην τύχη ο συντονισμός των μετρητών βροχόπτωσης με το δίκτυο μέτρησης των ρευμάτων. Οι υδρομετρικοί σταθμοί τοποθετούνται έτσι ώστε να αντιστοιχούν δύο βροχομετρικοί σταθμοί σε κάθε υδρομετρικό σταθμό. Ένας απ' αυτούς συνήθως τοποθετείται κοντά στον υδρομετρικό και ο άλλος στο πάνω μέρος της λεκάνης απορροής.

Ο πρώτος από αυτούς τους μετρητές βροχόπτωσης πρέπει να βρίσκεται ακριβώς στην τοποθεσία του υδρομετρικού σταθμού μόνο αν οι παρατηρήσεις είναι αντιπροσωπευτικές για την περιοχή. Σε μερικές περιπτώσεις είναι επιθυμητό να τοποθετείται ο μετρητής βροχόπτωσης σε κάποια απόσταση από τον υδρομετρικό σταθμό, όπως π.χ. όταν αυτός βρίσκεται σε στενή ή βαθιά κοιλάδα.

Είναι πολύ χρήσιμο να συμπληρώνεται το τυπικό δίκτυο βροχόπτωσης από παρατηρήσεις βροχοπτώσεων προερχόμενων από εκτεινόμενα δοχεία μετά από έντονη καταιγίδα. Όμως αυτοί οι κάδοι δεν θεωρούνται μέρος του βασικού δικτύου.

#### **5.11.1.3 Μετρήσεις χιονιού**

Όπου είναι δυνατόν πρέπει να γίνονται παρατηρήσεις χιονόπτωσης, ισοδύναμο ύδατος και κατά τακτά διαστήματα ύψους χιονιού στο έδαφος, σε όλους τους σταθμούς βροχόπτωσης του βασικού δικτύου.

Το ισοδύναμο νερό του χιονιού του εδάφους τη στιγμή της μέγιστης συσσώρευσης αποτελεί ένα δείκτη της συνολικής εποχιακής βροχόπτωσης σε περιοχές όπου η τήξη του χιονιού το χειμώνα είναι ασήμαντη. Σε τέτοιες περιοχές εξέταση της χιονοκάλυψης σε επιλεγμένους τομείς μπορεί να χρησιμεύσει στην εκτίμηση εποχιακών βροχοπτώσεων σε σημεία όπου δεν είναι διαθέσιμες κανονικές παρατηρήσεις. Τέτοιες μετρήσεις χιονοκάλυψης χρησιμεύουν επίσης σε προγνώσεις και μελέτες πλημμυρών.

Οι επισκοπήσεις χιονοκάλυψης καθοδηγούνται από ειδικές ομάδες εφοδιασμένες με απλά όργανα για δειγματοληψία του συσσωρευμένου χιονιού και καθορισμό του ύψους του και τη αντίστοιχης ποσότητας νερού. Ο αριθμός των περιοχών μέτρησης χιονιού, η θέση τους και η έκτασή τους εξαρτάται από την τοπογραφία των σημείων σύλληψης και τους σκοπούς για τους οποίους συλλέγονται τα στοιχεία.

Έχει προταθεί ότι μια περιοχή της τάξης των 2000 - 3000 km<sup>2</sup> είναι μια καλή πυκνότητα σε μη ομογενείς περιοχές, ενώ μια περιοχή των 5000 km<sup>2</sup> για ομογενείς περιοχές. Κάθε όμως περίπτωση πρέπει να εξετάζεται χωριστά και αυτές οι γενικότητες δεν πρέπει να εφαρμόζονται αδιάκριτα.

Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του δικτύου, οι μετρήσεις της χιονοκάλυψης γίνονται συνήθως μόνο μία φορά το χρόνο, κατά την εποχή της αναμενόμενης μέγιστης συσσώρευσης. Είναι επιθυμητό, αργότερα, να επεκτείνεται η λειτουργία ώστε να συμπεριλάβει μετρήσεις σε τακτά διαστήματα καθόλη τη διάρκεια της εποχής της χιονόπτωσης. Μόλις γίνει εφικτό, οι παρατηρήσεις χιονοκάλυψης πρέπει να επαυξηθούν με παρατηρήσεις σχετικών μετεωρολογικών παραγόντων όπως ακτινοβολία, θερμοκρασία εδάφους, ταχύτητα ανέμου.

#### 5.11.1.4 Σταθμοί μέτρησης της εξάτμισης στο βασικό δίκτυο

Η εξάτμιση μετριέται με εξατμισίμετρα και εξατμισιγράφους. Οι παρατηρήσεις γίνονται καθημερινά, μαζί με τις παρατηρήσεις των κατακρημνίσεων, της θερμοκρασίας, της κίνησης του αέρα και της σχετικής υγρασίας. Τα στοιχεία για την εξάτμιση είναι σημαντικά και αναγκαία ειδικότερα σε περιόδους ανυδρίας. Η προτεινόμενη πυκνότητα των σταθμών εξάτμισης σε ένα βασικό δίκτυο, από το W.M.O No 168, 1981 φαίνεται στον πίνακα 5.2.

Η γνώση της εξάτμισης παίζει σημαντικό ρόλο στα ερευνητικά προγράμματα για την μελέτη του υδατικού ισοζυγίου των λιμνών και ταμιευτήρων όπως επίσης και στην διαχείριση των υδατικών πόρων. Ο αριθμός των κατανεμημένων σταθμών εξάτμισης προσδιορίζεται σύμφωνα με την μορφολογία της περιοχής, την επιφάνεια της λίμνης και το κλίμα των περιοχών που περικλύουν τη λίμνη ή τον ταμιευτήρα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2**  
**ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ**

ΤΥΠΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΝΟΡΜΑ ΓΙΑ ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ. Εκταση (Km <sup>2</sup> ) ανα σταθμό
Ξηρές (Ανυδρες) Περιοχές	30.000
Υγρές, Εύκρατες Περιοχές	50.000
Ψυχρές Περιοχές	100.000

#### 5.11.2 Υδρομετρικό δίκτυο ελάχιστης πυκνότητας

Το υδρομετρικό δίκτυο περιλαμβάνει τα παρακάτω στοιχεία:

- α. Παροχή υδατορευμάτων
- β. Στάθμες ποταμών, λιμνών, ταμειυτήρων
- γ. Στερεοπαροχή
- δ. Χημική ποιότητα
- ε. Θερμοκρασία ύδατος
- στ. Χαρακτηριστικά κάλυψης πάγου σε ποτάμια, λίμνες, ταμειυτήρες

##### 5.11.2.1 Γενικές θεωρήσεις που αφορούν δίκτυα υδρομετρικών σταθμών

Το βασικό αντικείμενο ενός τέτοιου δικτύου είναι η εκτίμηση της διαθεσιμότητας των επιφανειακών πηγών ύδατος, η γεωγραφική τους κατανομή και η μεταβλητότητά τους με το χρόνο. Το μέγεθος και η συχνότητα των πλημμυρών και των περιόδων ξηρασίας είναι πολύ σημαντικά απ'αυτή την άποψη.

Το υδρολογικό καθεστώς είναι ένα πολύπλοκο θέμα. Και εδώ εξετάζονται οι 3 κατηγορίες που ορίστηκαν στην παρ. 5.11.1.1:

- α. Επίπεδες περιοχές σε εύκρατες, μεσογειακές και τροπικές ζώνες
- β. Περιοχές με βουνά σε εύκρατες, μεσογειακές και τροπικές ζώνες
- γ. Ξηρές και πολικές ζώνες.

Ανεξάρτητα από αυτές τις 3 κύριες κατηγορίες οι υδρομετρικοί σταθμοί με μετρητή μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με το μέγεθος της έκτασης της λεκάνης. Έτσι διακρίνουμε τις ακόλουθες δύο περιπτώσεις:

- Δίκτυο κυρίως ρεύματος με υδρομετρικούς σταθμούς σε ρεύματα με λεκάνες απορροής μεγαλύτερες από το μέγεθος Α. Η τιμή Α ορίζεται παρακάτω.
- Μικρών ρευμάτων ή τοπικά δίκτυα με σταθμούς με μετρητή, σε ρεύματα των οποίων η έκταση της λεκάνης απορροής είναι λιγότερη από το Α.

Για να επιβεβαιωθεί η επάρκεια του δικτύου πρέπει να υπάρχουν τόσοι τουλάχιστον υδρομετρικοί σταθμοί στα μικρά ρεύματα όσοι και στα κύρια ρεύματα.

Όπου είναι δυνατόν, οι βασικοί σταθμοί πρέπει να τοποθετούνται σε ρεύματα με φυσικό καθεστώς. Όπου αυτό δεν είναι εφικτό, μπορεί να είναι αναγκαία η ίδρυση συμπληρωματικών σταθμών ή καναλιών ή ταμιευτήρων ούτως ώστε να λαμβάνονται τα απαραίτητα στοιχεία για την ανασύνθεση των φυσικών παροχών στους βασικούς σταθμούς. Υπολογισμένες παροχές, παλιοί υδροηλεκτρικοί σταθμοί ή φράγματα ελέγχου μπορεί να χρησιμεύουν γι' αυτό το σκοπό, αλλά απαιτείται πρόνοια για τη βαθμονόμηση των κατασκευών ελέγχου και στρόβιλων και για τον έλεγχο τέτοιων βαθμονομήσεων περιοδικά κατά τη διάρκεια ζωής των σταθμών.

### 5.11.2.2 Βασικό δίκτυο

Οι νόρμες ελάχιστης πυκνότητας υδρομετρικών σταθμών για τις κατηγορίες που ορίζονται στην παρ. 5.11.1.1 δίνονται εν περιλήψει στον πίνακα 5.3.

#### I. Επίπεδες περιοχές σε εύκρατες, μεσογειακές και τροπικές ζώνες

4-10 σταθμοί για 5000 km<sup>2</sup> - 1 σταθμός για 1000-2500 km<sup>2</sup>

Αλλά για χώρες που είναι δυνατή η επίτευξη αυτής της πυκνότητας λόγω αραιού πληθυσμού, έλλειψης μέσων επικοινωνίας ή άλλων οικονομικών λόγων, η πυκνότητα του δικτύου μπορεί να μειωθεί σε:  
1 σταθμός για 3000-10.000 km<sup>2</sup>

#### II. Περιοχές με βουνά σε εύκρατες, μεσογειακές και τροπικές ζώνες

Σε τέτοιες περιοχές είναι επιθυμητό να υπάρχει κατανομή σταθμών σε ζώνες υψομετρικές ανα 500μ. περίπου με ελάχιστη πυκνότητα:

10-30 σταθμούς για 10.000 km<sup>2</sup> - 1 σταθμός για 300-1000 km<sup>2</sup>

Σε χώρες με ανάλογα προβλήματα όπως προηγουμένως η πυκνότητα του δικτύου μειώνεται σε:

1 σταθμός για 1000-5000 km<sup>2</sup> (και 10.000 km<sup>2</sup> για εξαιρετικές περιπτώσεις).

Για μικρά ορεινά νησιά μικρότερα των 20.000 km<sup>2</sup> με ασταθή καθεστώς και πολύ πυκνό δίκτυο ρεύματος, η ελάχιστη πυκνότητα είναι:

1 σταθμός για 140-300 km<sup>2</sup>

#### III. Ξηρές και πολικές ζώνες

0.5-2 σταθμοί για 10.000 km<sup>2</sup>

1 σταθμός για 5000-20.000 km<sup>2</sup> ανάλογα με το πόσο είναι εφικτό.



Τέτοιες νόρμες δεν είναι εφαρμοστέες σε μεγάλες ερήμους με όχι ορισμένα δίκτυα ρευμάτων (όπως Σαχάρα, Gobi, Αραβική, Korakorum) και μεγάλες εκτάσεις πάγου (όπως Ανταρκτική, Greenland, Αρκτικά νησιά).

Όπου η πυκνότητα είναι λιγότερη από 1 σταθμό για 4000 km<sup>2</sup> για τις κατηγορίες I και II, μια περιοχή της τάξης των 3000 km<sup>2</sup> πρέπει να οργανωθεί με τα πιο αυστηρά κριτήρια αυτών των κατηγοριών για την απόκτηση πληροφοριών γύρω από την κλίμακα της απορροής.

Η τιμή του A ορίζεται ως ακολούθως:

- περιοχές κατηγορίας I:  $A = 3000$  με  $5000$  km<sup>2</sup>
- περιοχές κατηγορίας II:  $A = 1000$  km<sup>2</sup>
- περιοχές κατηγορίας III:  $A=10.000$  km<sup>2</sup>

Γενικά, ένας επαρκής αριθμός σταθμών πρέπει να τοποθετείται κατά μήκος του κύριου κορμού των μεγάλων ρευμάτων (αυτών με έκταση συλλογής μεγαλύτερης του A) για να επιτρέπεται ο υπολογισμός της παροχής μεταξύ των σταθμών. Η ακριβής θέση αυτών των σταθμών επηρεάζεται από τοπογραφικές και κλιματικές θεωρήσεις. Οι σταθμοί υδρομετρήσεων μπορεί να συμπληρώνονται με σταθμημετρικούς σταθμούς.

Για να εφαρμοστεί ο κανόνας αυτός πρέπει να σημειωθεί ότι το υδρομετρικό δίκτυο πρέπει να ικανοποιεί τις άμεσες ανάγκες μόνο αν επακολουθούν συγκεκριμένες αρχές εγκατάστασης και χρήσης.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3**  
**ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΥΔΡΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ**

ΕΙΔΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	Ελάχιστο δίκτυο υπό συνθήκες συνθήκες. Έκταση (km <sup>2</sup> ) ανα σταθμό	Ελάχιστο δίκτυο για δύσκολες συνθήκες. Έκταση (km <sup>2</sup> ) ανα σταθμό.
I Επίπεδες περιοχές σε εύκρατες, μεσογειακές και τροπικές ζώνες.	1000 - 2500	3000 - 10000
II Περιοχές με βουνά σε εύκρατες, μεσογειακές και τροπικές ζώνες.  Μικρά ορεινά νησιά με πολύ ανώμαλες βροχοπτώσεις, πολύ πυκνό δίκτυο υδατορευμάτων.	300 - 1000  140 - 300	1000 - 5000 [4]
III Ήφρες και πολικές ζώνες (2).	5000 - 20000 [3]	

1. Η τελευταία τιμή της κλίμακας πρέπει να εφαρμόζεται μόνο κάτω από εξαιρετικά δύσκολες συνθήκες.
2. Μεγάλες έρημοι δεν συμπεριλαμβάνονται
3. Εξαρτάται από την δυνατότητα πραγματοποίησης
4. Κάτω από πολύ δύσκολες συνθήκες αυτό μπορεί να επεκταθεί μέχρι 10000 km<sup>2</sup>

### 5.11.2.3 Ανασκόπηση γενικών οδηγιών για την εγκατάσταση και χρήση σταθμών ρευμάτων με μετρητή

Οι σταθμοί τοποθετούνται στις χαμηλότερες περιοχές των κύριων ποταμών της χώρας, αμέσως πάνω από το δέλτα του ποταμού (συνήθως πάνω από την επίδραση της παλίρροιας).

Σταθμοί τοποθετούνται επίσης εκεί που οι ποταμοί εξέρχονται από τα βουνά και πάνω από τα σημεία απολήψεων για νερό άρδευσης. Μεταγενέστεροι υδρομετρικοί σταθμοί τοποθετούνται σε τέτοια σημεία όπου η παροχή ποικίλει σημαντικά, κάτω από τα σημεία εισόδου των κυρίως παραπόταμων, στην έξοδο από λίμνες και σε περιοχές μελλοντικών δομικών κατασκευών π.χ γέφυρες, φράγματα κ.α

Αν η διαφορά στη παροχή μεταξύ δύο σημείων του ίδιου ποταμού δεν υπερβαίνει το όριο του λάθους της μέτρησης στο σταθμό, δεν δικαιολογείται συμπληρωματικός σταθμός. Συμπεριλαμβανόμενα λάθη στις μετρήσεις στους σταθμούς κύριων ρευμάτων μπορεί να αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό ποσοστό της συνολικής παροχής του παραπόταμου. Όπου η ροή ενός παραπόταμου είναι ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, ένας σταθμός πάνω στον παραπόταμο απαιτείται. Αυτός θα λάβει τη θέση του, ως τοπικός σταθμός στο βασικό δίκτυο. Το τοπικό δίκτυο αποτελείται από σταθμούς σε ρεύματα μικρότερα του Α στην έκταση συλλογής. Για μικρά ρεύματα απαιτείται διαδικασία δειγματοληψίας αφού δεν είναι πρακτική η ίδρυση σταθμών σε όλα.

Η εκβολή μικρών ποταμών επηρεάζεται σημαντικά από τοπικούς παράγοντες. Σε αναπτυγμένες περιοχές, όπου και οι μικρότερες πηγές ύδατος είναι σημαντικές, οι ελλείψεις του δικτύου είναι αισθητές ακόμα και για ρεύματα που στραγγίζουν περιοχές των 10 km<sup>2</sup>.

Σταθμοί πρέπει να εγκαθίστανται για τη μέτρηση της απορροής σε διάφορα γεωλογικά και τοπογραφικά φαινόμενα, (καταβόθρες, καρστικές λεκάνες κ.α)

Οι υδρομετρικοί σταθμοί πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε να εξυπηρετούν όλα τα μέρη της ορεινής έκτασης, από τους πρόποδες μέχρι τις υψηλότερες περιοχές.

Πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη η κλίση η οποία είναι σημαντική σε ορεινές και τραχείς εκτάσεις. Ομοίως, πρέπει να δοθεί προσοχή σε σταθμούς που βρίσκονται σε περιοχές με πολλές λίμνες, η επίδραση των οποίων καθορίζεται μόνο μέσω της εγκατάστασης συμπληρωματικών σταθμών.

Σταθμοί μπορούν ακόμα να μούν σε σημεία όπου υπάρχει μεταβολή του υδρολογικού χαρακτήρα όπως π.χ εκεί όπου το ρεύμα αφήνει το βουνό και μπαίνει σε μια κοιλάδα ή ένα παραλιακό κάμπο, σε κανάλια για την μέτρηση της συνολικής απόληψης από αρδευτικά έργα. Τέτοιοι σταθμοί πρέπει να εξεταστούν κατά την ανάπτυξη του δικτύου και όπου αυτό είναι δυνατόν να ιδρυθούν κατά τη χρονική στιγμή της έναρξης της παράκαμψης.

#### 5.11.2.4 Στάθμες ποταμών

Η στάθμη (δηλ. το ύψος της επιφάνειας ύδατος) παρατηρείται σε όλους τους σταθμούς για την εύρεση της παροχής. Υπάρχουν σημεία όπου χρειάζονται παρατηρήσεις συμπληρωματικές της στάθμης του νερού, σαν μέρος του βασικού δικτύου:

- α. Σε όλες τις κύριες πόλεις κατά μήκος των ποταμών οι στάθμες χρησιμοποιούνται για σκοπούς πρόγνωσης πλημμυρών.
- β. Σε κύριους ποταμούς, σε σημεία μεταξύ σταθμών μπορεί να χρησιμοποιηθούν αρχεία της στάθμης για πλημμύρες και προγνώσεις.

#### 5.11.2.5 Στάθμες λιμνών και ταμιευτήρων

Η στάθμη, η θερμοκρασία, οι κυματισμοί, η περιεκτικότητα σε αλάτι, η δημιουργία πάγου κλπ. παρατηρούνται σε σταθμούς λιμνών και ταμιευτήρων.

Οι σταθμοί πρέπει να ιδρύονται σε λίμνες και ταμιευτήρες με επιφάνεια μεγαλύτερη των 100 km<sup>2</sup>.

#### 5.11.3 Μετρήσεις στερεοπαροχής και φερτών υλικών

Δίκτυα σταθμών στερεοπαροχής σχεδιάζονται είτε για τη μέτρηση της συνολικής εκβολής ιζήματος στην θάλασσα, είτε για την διάβρωση, μετακίνηση και εναπόθεση του ιζήματος μέσα στη χώρα, είτε για την εκτίμηση του νεκρού όγκου ταμιευτήρων. Κατά το σχεδιασμό του βασικού δικτύου, το δεύτερο απ'αυτά τα αντικείμενα θα τονιστεί. Το βέλτιστο δίκτυο περιλαμβάνει ένα σταθμό ιζήματος στην έξοδο κάθε σημαντικού ποταμού που εκβάλλει στη θάλασσα.

Η μετακίνηση του ιζήματος από ποταμούς αποτελεί μεγάλο πρόβλημα σε ξηρές περιοχές, ειδικά σε αυτές που βρίσκονται κάτω από εύθρυπτα εδάφη και σε ορεινές περιοχές όπου για πρακτικές εφαρμογές η ποσότητα του ιζήματος πρέπει να είναι γνωστή.

Αρχεία παροχών ρευμάτων πρέπει να συλλέγονται σε όλους τους σταθμούς όπου μετράται η στερεοπαροχή. Έτσι οι σταθμοί στερεοπαροχής πρέπει να τοποθετούνται έτσι ώστε να μπορούν να λειτουργούν σαν συστατικά (στοιχεία) του βασικού δικτύου.

Συνίσταται η μετακίνηση ιζήματος να μετράται στα ακόλουθα ποσοστά (%) των σταθμών, στο βασικό δίκτυο των υδρομετρικών σταθμών :

Ξηρές περιοχές	30%
Μεσογειακές περιοχές	"
Υγρές, εύκρατες	15%

Μη ξηρές, με μεγάλο πληθυσμό τροπικές περιοχές	15%
Μη ξηρές, αραιά εγκατεστημέ- νες τροπικές περιοχές	5%
Στέπες και taiga	10%

Αν αυτά τα ποσοστά χρησιμεύουν σαν οδηγοί στην μελέτη του βασικού δικτύου, ο σχεδιαστής πρέπει να γνωρίζει ότι τα στοιχεία των στερεοπαροχών είναι πολύ πιο πολυδάπανο να συνταχθούν από άλλα υδρολογικά αρχεία. Συνεπώς, πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα η επιλογή του αριθμού και η θέση των σταθμών αυτών.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί σε περιοχές με έντονη διάβρωση. Μετά από κάποια χρόνια εμπειρίας μπορεί να είναι επιθυμητή η παύση των μετρήσεων σε τέτοιους σταθμούς όπου η μετακίνηση ιζημάτων θεωρείται ασήμαντη.

Τα στοιχεία των στερεοπαροχών μπορεί να προκύψουν από έρευνες ιζημάτων κατακαθήσει σε λίμνες ή ταμειευτήρες.

Πληροφόρηση προερχόμενη μ' αυτό το τρόπο δεν θεωρείται αντικατάστατο μετρήσεων στερεοπαροχών σε σταθμούς ποταμών.

#### 5.11.4 Χημική ποιότητα

Η χρησιμότητα της παροχής ύδατος εξαρτάται από την χημική του ποιότητα. Οι παρατηρήσεις της χημικής ποιότητας αποτελούνται από περιοδική δειγματοληψία του ύδατος σε σταθμούς ρευμάτων με μετρητή και ανάλυση των κοινών ανιόντων και κατιόντων.

Ο αριθμός των σημείων δειγματοληψιών εξαρτάται από τους σκοπούς διαχείρισης των υδάτων. Όσο μεγαλύτερη είναι η διακύμανση της ποιότητας του ύδατος, τόσο μεγαλύτερη είναι η απαιτούμενη συχνότητα των μετρήσεων, σε σχέση με τον τρόπο εκμετάλλευσης. Σε

υγρές περιοχές, όπου η συγκέντρωση διαλυτών υλών είναι μικρή, λιγότερες παρατηρήσεις απαιτούνται απ'ότι σε ξηρά κλίματα όπου οι συγκεντρώσεις ιδίως κρίσιμων ιόντων όπως η σόδα είναι υψηλές. Αρχεία της χημικής ποιότητας πρέπει να λαμβάνονται στα κάτωθι ποσοστά (%) των υδρομετρικών σταθμών:

Ξηρές περιοχές	25%
Υγρές εύκρατες περιοχές και τροπικά δάση	5%
Κρύες υγρές περιοχές	1%

Αυτά τα ποσοστά αυξάνουν σε βιομηχανοποιημένες περιοχές.

#### 5.11.5 Θερμοκρασία ύδατος

Η θερμοκρασία του ύδατος πρέπει να μετράται και καταγράφεται σε κάθε επίσκεψη του σταθμού για μέτρηση της παροχής ή για τη λήψη δείγματος του νερού. Η ώρα της μέρας πρέπει επίσης να καταγράφεται. Σε σταθμούς με καθημερινή μέτρηση της στάθμης του ύδατος, πρέπει να γίνεται και καθημερινή μέτρηση της θερμοκρασίας. Αυτές οι παρατηρήσεις, των οποίων το κόστος είναι αμελητέο, παρέχουν στοιχεία για μελέτη σε θέματα μόλυνσης, δημιουργίας πάγου, πηγών κρύου ύδατος για βιομηχανίες, επιπτώσεων της θερμοκρασίας στη μετακίνηση ιζημάτων, ή διαλυτότητας ορυκτών συστατικών.

#### 5.11.6 Παγοκάλυψη σε ποταμούς και λίμνες

Ομαλές παρατηρήσεις παγοκάλυψης περιλαμβάνουν:

- a) Οπτικές παρατηρήσεις διαφόρων διαδικασιών δημιουργίας πάγου και καταστροφής πάγου με καταγραφή της ημερομηνίας της πρώτης πρόκλησης πάγου, ημερομηνίας ολικής κάλυψης, σπασίματος του πάγου, ολικής εξαφάνισης πάγου. Αυτές οι παρατηρήσεις πρέπει να γίνονται με ημερολογιακή βάση.

β) Σύγχρονη μέτρηση του πάχους του πάγου σε 2-3 επιλεγμένα σημεία κοντά σε κάθε υδρομετρικό σταθμό πρέπει να γίνεται κάθε 5 με 10 ημέρες. Η θέση των σημείων επιλέγεται βάσει λεπτομερούς επισκόπησης της παγοκάλυψης που γίνεται στην αρχή της περιόδου παρατήρησης των σταθμών.

#### 5.11.7 Παρατηρήσεις υπογείων υδάτων

Πρίν συζητηθούν οι απαιτήσεις ενός ελάχιστου δικτύου πηγαδιών παρατήρησης, είναι σημαντική η κατανόηση μερικών γενικών θεωρήσεων που αφορούν την ίδρυση και το σκοπό ενός δικτύου, παρατήρησης υπογείων υδάτων.

##### 5.11.7.1 Γενικές αρχές

Ενώ ο σκοπός ενός δικτύου υπογείων υδάτων είναι η επαρκής εθνική κάλυψη, η περιφερειακή πυκνότητα πηγαδιών παρατήρησης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των υδρολογικών μονάδων, τις ιδιοκτησίες, την κατεύθυνση του ύδατος, και τη σημασία και την ανάγκη για ανάπτυξη πηγών υπόγειων υδάτων. Έτσι, μελέτες για μεταβολές της στάθμης υπόγειου ύδατος πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στις εκτιμήσεις των γεωυδατικών συνθηκών.

Το συνολικό εθνικό δίκτυο υπόγειων υδάτων σχεδιάζεται έτσι ώστε να λαμβάνει υπόψη και σκοπούς άλλους εκτός από τη μέτρηση της γεωυδατικής στάθμης, του υπογείου υδροφόρου ορίζοντα όπως χημικές μεταβολές, εκτίμηση του φυσικού και τεχνητού ανεφοδιασμού, παρακολούθηση της μόλυνσης και αυθαίρετη είσοδο θαλάσσιου ύδατος.

Έτσι, οι σκοποί για τους οποίους ιδρύεται ένα δίκτυο μπορεί να είναι ένας ή περισσότεροι από τους:



- α) Καθορισμός του βάθους του υδροφόρου ορίζοντα σε μεγάλες υποανάπτυκτες περιοχές - καθορισμός του πάχους του υδροφόρου στρώματος
- β) Καθορισμός της κατεύθυνσης της ροής υπογείου ύδατος
- γ) Αξιολόγηση των συστατικών της ισορροπίας υπόγειου ύδατος
- δ) Εκτίμηση της επαφής με ορυκτά σώματα του ύδατος, ιδίως τη σχέση θαλάσσιου ύδατος/καθαρού ύδατος
- ε) Προστασία των αποθεμάτων ύδατος απο μόλυνση και προσμίξεις
- στ) Ρυθμιστικά μοντέλα λεκανών υπόγειου ύδατος
- ζ) Καθορισμός των ποσοτήτων και των εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων
- η) Αξιολόγηση προτεινόμενων υδατικών έργων
- θ) Προβλέψεις στάθμης ύδατος και χημικής σύνθεσης με συνδυασμούς εναλλακτικών για διαχείριση του υδροφόρου στρώματος
- ι) Επίβλεψη της εκμετάλλευσης του ύδατος και των τεχνητών εφοδιασμών
- κ) Προσδιορισμός των περιβαντολλογικών επιπτώσεων των υδατικών έργων

Οι παρατηρήσεις, μετρήσεις και άλλες δραστηριότητες πρέπει να σχεδιάζονται σύμφωνα με τους σκοπούς για τους οποίους έχει διαμορφωθεί το δίκτυο.

Οι μετρήσεις της στάθμης ύδατος αποτελούν μια μόνο απο τις παραμέτρους που απαιτούνται για την ανάπτυξη ενός προγνωστικού μοντέλου του συστήματος υπόγειων υδάτων. Υπάρχει συνεχής ανατροφοδότηση απο το πρότυπο στο δίκτυο πηγαδιών παρατηρήσεως και τα δύο αυτά πράγματα δεν μπορούν να διαχωριστούν σε πραγματικές συνθήκες.

#### 5.11.7.2 Πυκνότητα δικτύου παρατηρήσεων υπόγειων υδάτων

Η απόσταση των γεωτρήσεων παρατήρησης σ'ένα δίκτυο σχεδιασμένο για διερεύνηση υπόγειων υδάτων, εξαρτάται απο:

- α) Το μέγεθος της περιοχής
- β) Την υδρογεωλογική συνθετότητα της περιοχής
- γ) Τα αντικείμενα του δικτύου
- δ) Τις οικονομικές δυνατότητες

Αν διάφορες γεωτρήσεις σε διαφορετικά βάθη από την επιφάνεια του εδάφους και με διαφορετικά πιεζομετρικά ύψη και περιεκτικότητα σε αλάτι βρίσκονται υπό έρευνα, ξεχωριστές γεωτρήσεις μικρού διαμετρήματος πρέπει να εγκαθίστανται σε κάθε γεώτρηση. Αυτές οι γεωτρήσεις μπορεί να απέχουν μόνο από μερικά μέτρα μεταξύ τους. Η απόσταση μπορεί να είναι διαφορετική για κάθε γεώτρηση.

Οι γεωτρήσεις παρατήρησης στο δίκτυο πρέπει να ακολουθούν κάποιο γενικό γεωμετρικό πρότυπο. Όμως το σχέδιο πρέπει να είναι αρκετά ευέλικτο ώστε να επιτρέπει βέλτιστη χρήση των υπάρχοντων γεωτρήσεων και προσιτότητα για μετρήσεις.

Ένα βασικό ή ελάχιστο εθνικό δίκτυο σε υποανάπτυκτες περιοχές πρέπει να είναι αρκετά πυκνό ώστε να διαπερνά όλα τα κύρια υδροφόρα στρώματα τα οποία πρέπει να εκτιμηθούν αρχικά από τις διαθέσιμες γεωλογικές πληροφορίες. Τα παρακάτω κριτήρια πρέπει να εξεταστούν για την ίδρυση του αρχικού δικτύου σε μη αξιοποιημένα υδροφόρα στρώματα:

- α) Η απόσταση μεταξύ δύο γεωτρήσεων πρέπει πάντοτε να είναι μικρότερη από την απόσταση στην οποία η γεωλογική διαμόρφωση του υδροφόρου στρώματος μπορεί να εκταθεί.
- β) Αυτή η απόσταση ποικίλλει από μέρος σε μέρος. Η μέγιστη απόσταση μεταξύ γεωτρήσεων σε εξαιρετικά μεγάλες εκτάσεις ενός βασικού εθνικού δικτύου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 40km.
- γ) Πλήρης χρήση πρέπει να γίνεται των υδρογεωλογικών πληροφοριών από άλλες γεωτρήσεις που δημιουργήθηκαν για άλλους σκοπούς όπως εξερεύνηση του εδάφους.

- δ) Πρέπει να γίνεται εκμετάλλευση υπάρχοντων γεωτρήσεων για μείωση του κόστους γεωτρήσεων και την εγκατάσταση συμπληρωματικών γεωτρήσεων παρατήρησης.
- ε) Σε αλλουβιακά εδάφη η σχέση του υπόγειου ύδατος με τις διακυμάνσεις της στάθμης του νερού του ποταμού πρέπει να ερευνηθεί. Πλήρης χρήση πρέπει να γίνεται των υπάρχοντων υδρομετρικών σταθμών σ'ένα ποτάμι για τη μείωση κόστους συμπληρωματικών εγκαταστάσεων στο ελάχιστο.
- στ) Σε περιοχές με υδροφόρα στρώματα όπου το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα απο το έδαφος είναι μικρό, η πυκνότητα του βασικού δικτύου πρέπει να αυξάνει με την τοποθέτηση ενός πηγαδιού κάθε 5 με 20 km<sup>2</sup>. Για εντατικές μελέτες και για διαχείριση των υδροφόρων στρωμάτων, η πυκνότητα πρέπει να αυξάνει.

Εντατικότερες μελέτες του καθεστώτος υπόγειων υδάτων και συμπληρωματικά στοιχεία απαιτούνται όπου υπάρχει:

- α) Εντατική ανάπτυξη ή υπερανάπτυξη του υδροφόρου στρώματος
- β) Εντατική άρδευση ή αποστράγγιση
- γ) Ειδικές ανάγκες όπως: μελέτη αυθαίρετης εισόδου θαλάσσιου ύδατος, δίκτυα υπόγειων υδάτων συνδεδεμένα με μεγάλα μηχανικά έργα (π.χ δεξαμενές, ορυκτές περιοχές κλπ).

Σε περιοχές εντατικής ανάπτυξης ή υπερανάπτυξης ενός υδροφόρου στρώματος ο σχεδιασμός του δικτύου βασίζεται στις ακόλουθες συμπληρωματικές αρχές:

- α) Η απόσταση μεταξύ δύο γεωτρήσεων πρέπει να είναι μικρότερη απο την απόσταση πάνω απο την οποία η ορθολογική δομή του υδροφόρου στρώματος μπορεί να προσεγγιστεί.  
Συμπληρωματικά πηγάδια πρέπει να δημιουργηθούν για τον προσδιορισμό των συνοριακών συνθηκών και την ύπαρξη αργιλικών στρώσεων τα οποία χωρίζουν το κύριο υδροφόρο στρώμα απο το υπόστρωμα.

- β) Εισροή και εκροή απο ποταμούς που τέμνουν την εξεταζόμενη περιοχή απαιτούν τουλάχιστον δύο υδρομετρικούς σταθμούς στην έκταση του ποταμού.
- γ) Αφού το δίκτυο θα αντιπροσωπεύει μια δεδομένη κατάσταση εκμετάλλευσης του υπόγειου ύδατος, νέες αντιπροσωπευτικές γεωτρήσεις πρέπει να επιλεγούν ή δημιουργηθούν όταν το πρότυπο άντλησης αλλάξει.
- δ) Τα βασικά κριτήρια της απόστασης των γεωτρήσεων παρατήρησης σε περιοχές εντατικής μελέτης είναι η κλίση της κίνησης του υπογείου ύδατος, οι κλίσεις στα υδροφόρα στρώματα είναι συνήθως της τάξης των 5:10.000 με 5:1000 (5m σε 10km με 5m σε 1km).

Σε περιοχές με συστήματα εντατικής άρδευσης και αποστράγγισης οι διακυμάνσεις του υδροφόρου ορίζοντα σε ένα υδροφόρο στρώμα μπορεί να καταλήξουν σε δευτερεύουσα αλατότητα του εδάφους. Σε τέτοιες περιπτώσεις το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα απο την επιφάνεια του εδάφους πρέπει να υπερβαίνει κάποιο κρίσιμο βάθος, το οποίο εξαρτάται απο τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, τις υπό άρδευση καλλιέργειες, τις κλιματολογικές συνθήκες και εποχιακές μεταβολές της περιοχής.

Ετσι, η πυκνότητα του δικτύου πρέπει να σχεδιάζεται σύμφωνα με αυτό το κρίσιμο βάθος:

- α) όπου το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα είναι πολύ μεγαλύτερο απο το κρίσιμο, επαρκεί μια γεώτρηση ανα 4-20km<sup>2</sup> για την μελέτη του καθεστώτος του υπόγειου ύδατος της περιοχής
- β) όπου το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα πλησιάζει τα όρια του κρίσιμου, η πυκνότητα του δικτύου πρέπει να είναι μια γεώτρηση ανα 1-4km<sup>2</sup>
- γ) όπου το βάθος του υδροφόρου ορίζοντα είναι μικρότερο του κρίσιμου, ένα σημείο παρατήρησης απαιτείται κάθε km<sup>2</sup> (πηγάδια ανα 1km<sup>2</sup>).

Αλλα δίκτυα επίσης πρέπει να σχεδιάζονται για την παροχή πληροφοριών που απαιτούνται για την τρέχουσα ή μελλοντική διαχείριση του έργου. Αυτό εξηγείται απο τα κάτωθι παραδείγματα:

- α) Σε δίκτυα για μελέτη της αυθαίρετης εισόδου θαλάσσιου ύδατος σε παράκτιες πεδιάδες οι γεωτρήσεις τοποθετούνται συνήθως σε αποστάσεις των 100 ως 500 μ. σε κάθετες στην ακτή ευθείες για μια απόσταση που υπερβαίνει την τρέχουσα αυθαίρετη είσοδο θάλασσας. Οι υδρολογικές κατατομές απέχουν 2 με 10 km ανάλογα με τις διαφοροποιήσεις της αυθαίρετης εισόδου θαλάσσιου ύδατος κατά μήκος της ακτής.
- β) Δίκτυα γεωτρήσεων παρατήρησης σε περιοχές ορυχείων αποτελούν τη βάση για τον καθορισμό των εποχιακών (και ημερησίων) παροχών του ύδατος που πρόκειται να αντληθεί απο το ορυχείο. οι αναμενόμενες εκβολές των γεωτρήσεων άντλησης που πρόκειται να κατασκευαστούν σε μελλοντικές στοές μπορούν επίσης να εκτιμηθούν.
- γ) Σε περιοχές γύρω απο τεχνητές λίμνες (ταμιευτήρες) που δημιουργούνται απο την κατασκευή φραγμάτων στα ποτάμια, δίκτυο πηγαδιών παρατήρησης έχουν αναπτυχθεί για να μελετούν τις απώλειες των διαρροών απο τον ταμιευτήρα, την επίδραση της διαρροής στην σταθερότητα της κατασκευής του φράγματος και την επίδραση του υδροφόρου ορίζοντα στον ταμιευτήρα στην διακύμανση της στάθμης του νερού μέσα στο υδροφόρο στρώμα. Αυτά τα δίκτυα ειδικών σκοπών είναι συνήθως πολύ πυκνά με γεωτρήσεις σε διάστημα απο 100 εως 500m. Το διάστημα μεταξύ των πηγαδιών αυξάνει με την απόσταση απο την τεχνητή λίμνη (ταμιευτήρα).

**6. ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ. ΜΕΛΕΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΜΕΤΡΗΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΙΣ ΛΕΚΑΝΕΣ ΜΟΡΝΟΥ, ΕΥΗΝΟΥ, ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ**

**6.1 Γενικά**

Οι υδρολογικές πρακτικές στην χώρα μας δεν είναι απόλυτα εναρμονισμένες με τις καθιερωμένες πρακτικές διεθνώς. Οπως έχει αναφερθεί στο Κεφ. 2. Οι υδρολογικές υπηρεσίες της χώρας μας δεν είναι συντονισμένες μεταξύ τους. Τα διάφορα Υπουργεία (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Υ.Π.Γ.Ε., Υπουργείο Βιομ. Ερ. & Τεχνολογίας) και οι Εταιρείες του Δημοσίου (Δ.Ε.Η., Ε.Υ.Δ.Α.Π., Ε.Μ.Υ.) εφαρμόζουν πρακτικές ανεξάρτητες μεταξύ τους. Αυτές οι πρακτικές δεν βασίζονται σε μία συντονισμένη προσπάθεια όλων αυτών των φορέων αλλά σε μεμονωμένες προσπάθειες φορέων ή ακόμη και προσώπων.

Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων είναι συνήθως αμφίβολη διότι στηρίζεται σε θέσεις μετρήσεων με αμφίβολη καταλληλότητα ή και τελείως ακατάλληλες. Η επιλογή της κατάλληλης θέσης δεν ελέγχεται από τις διάφορες υπηρεσίες αλλά και οι μη κατάλληλες θέσεις δεν τυγχάνουν διευθετήσεων ώστε να ανταποκρίνονται στις βασικές απαιτήσεις μιας κατάλληλης θέσης για μέτρηση υδρολογικών δεδομένων. Το φαινόμενο που παρατηρείται είναι η ικανοποιητική πυκνότητα των υδρομετεωρολογικών μετρητικών δικτύων μέσα σε μία λεκάνη σε σχέση με τις τιμές που αναφέρθηκαν στο Κεφ. 5. Επομένως η αξιοπιστία και η ποιότητα των στοιχείων που συλλέγουν τα δίκτυα δεν εξαρτάται από την πυκνότητα αλλά από τον τρόπο κατανομής των σταθμών μέσα στις λεκάνες, την σωστή λειτουργία, την συντήρηση και την επίβλεψη του δικτύου.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής πραγματοποιήθηκαν ταξίδια, επισκέψεις στις περιοχές των λεκανών Μόρνου, Ευήνου και Αλιάκμονα. Η επί τόπου επιθεώρηση των σταθμών βοήθησε να βγουν

αξιόλογα συμπεράσματα πάνω στην θέση, λειτουργία και συντήρηση των σταθμών. Οι παρατηρήσεις πεδίου είναι αναμφίβολα καλύτερες από κάθε άλλη προσπάθεια προσέγγισης των διαφόρων άλυτων προβλημάτων που εμφανίζονται κατά την διάρκεια επεξεργασίας των στοιχείων.

Η παρακολούθηση των τοπικών συνθηκών μας δίνει την δυνατότητα αξιολόγησης των συλλεγόμενων στοιχείων. Η αντιπροσωπευτικότητα των στοιχείων εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από την θέση του οργάνου. Παρατηρήθηκαν όργανα που βρίσκονται σε θέσεις τελείως ακατάλληλες. Αυτές οι θέσεις είναι υπεύθυνες για τους μικρούς συντελεστές συσχετίσεις που εμφανίζει ο σταθμός.

Η επεξεργασία των υδρολογικών στοιχείων που έγινε κατά την εκπόνηση του Ερευνητικού Προγράμματος "Διερεύνηση Προσφερομένων Δυνατοτήτων για την ύδρευση της Περιοχής Αθηνών" οδήγησε στην διαπίστωση ότι τα στοιχεία εμπεριέχουν μεγάλη αβεβαιότητα και η συλλογή τους γίνεται με σοβαρά σφάλματα. Η διαπίστωση αυτή επέβαλε την διερεύνηση της υφιστάμενης κατάστασης και προσπάθεια εύρεσης κατάλληλων λύσεων για την βελτίωσή της. Έτσι πραγματοποιήθηκαν τα ταξίδια στις Λεκάνες Μόρνου και Ευήνου. Επισκεφτήκαμε όλους τους σταθμούς των δικτύων, παρατηρήσαμε τις θέσεις τους, την κατάσταση των οργάνων, συζητήσαμε με τους παρατηρητές για να διαπιστώσουμε τον βαθμό κατάρτισής τους και βγάλαμε συμπεράσματα που παρουσιάζονται αναλυτικά στις επόμενες παραγράφους.

Η επιθυμία να προσεγγιστεί η υφιστάμενη κατάσταση των υδρομετεωρολογικών μετρητικών δικτύων στην χώρα μας με οδήγησε στην πραγματοποίηση επισκέψεων και στην λεκάνη του π. Αλιάκμονα. Το βάρος δόθηκε στην μελέτη του υδρομετρικού δικτύου. Πραγματοποίησα μετρήσεις παροχής σε τρεις υδρομετρικούς σταθμούς

και επισκέφτηκα πολλές θέσεις με σταθμήμετρα και σταθμηγράφους. Η αναλυτική παρουσίαση και τα συμπεράσματα παρουσιάζονται στις επόμενες παραγράφους του κεφαλαίου.

Το κεφάλαιο αυτό είναι απόλυτα συνδεδεμένο με το παράρτημα της εργασίας (φωτογραφικό υλικό). Η πληρέστερη προσέγγιση της μελέτης των σταθμών των δικτύων απαιτούσε βιβλιογραφική καταγραφή των χαρακτηριστικών τους αλλά και μία πραγματική καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης, η οποία έγινε με τις φωτογραφίες που περιλαμβάνονται στο παράρτημα και με τα slides που συνοδεύουν την εργασία.

## **6.2. ΛΕΚΑΝΗ ΜΟΡΝΟΥ**

### **6.2.1. Χαρακτηριστικά λεκάνης απορροής**

Η λεκάνη του ποταμού Μόρνου βρίσκεται στην περιοχή των νοτίων απολήξεων της οροσειράς της Πίνδου και περιλαμβάνει τις υψηλές οροσειρές των Βαρδουσιών (Δυτικό και Κεντρικό τμήμα της λεκάνης) και της Γκιώνας (Ανατολικό τμήμα της), ενώ στο νότιο τμήμα της βρίσκονται τα όρη του Λιδορικίου.

Λόγω των υψηλών ορεινών όγκων, οι κατοικημένες περιοχές είναι περιορισμένες και βρίσκονται κύρια στις πλαγιές των βουνών (υπήνεμες, προστατευμένες περιοχές).

Η επικοινωνία των κατοικημένων περιοχών γίνεται με μέτριο οδικό δίκτυο (χωματόδρομοι που συντηρούνται μόνο τη θερινή περίοδο).

Βασικά μειονεκτήματα για την σωστή μέτρηση των κατακρημνίσεων στην λεκάνη, αλλά και στη σωστή μέτρηση των παροχών αποτελούν:

- η μορφολογία της λεκάνης
- το γεγονός ότι η περιοχή είναι αραιοκατοικημένη
- το μέτριο οδικό δίκτυο



Στα παραπάνω πρέπει να προστεθεί και το σημαντικό ποσοστό κατακρημνίσεως με μορφή χιονιού που εναποτίθεται ακόμα πιο ανομοιόμορφα από τη βροχή στη λεκάνη, που η ακριβής μέτρησή του είναι πάρα πολύ δύσκολη.

#### 6.2.2. Πληθυσμιακά (δημογραφικά) δεδομένα

Τα πληθυσμιακά στοιχεία των χωριών των σταθμών που λειτουργούν αλλά και των νέων προτεινόμενων θέσεων φαίνονται στον πίνακα 6.1.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1**  
**ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ ΚΑΙ ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**  
**ΒΡΟΧΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΛΕΚΑΝΗΣ ΜΟΡΝΟΥ**

ΣΤΑΘΜΟΙ		ΥΨΟΜΕΤΡΟ* (m)	ΚΑΤΟΙΚΟΙ**	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ΕΙΔΟΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ			
ΜΣ	Λιδορίκι	600	790	Ολοκληρωτικό βροχ/τρο
ΜΣ	Φρ. Μόρνου	450	(Προσωπικό του Φράγμ.)	
ΒΣ	Καρούτες	1035	111	
ΒΣ	Μαλανδρίνο	590	343	
ΒΣ	Συκιά	780	178	
ΒΣ	Κονιάκος	800	144	
ΜΣ	Πυρά	1140	80	
ΒΣ	Καλοσκοπή	1000	239	
ΒΣ	Δάφνος	1050	141	
ΜΣ	Δάφνος	1210	141	
ΜΣ	Πενταγιοί	930	182	
ΒΣ	Μαυρολιθάρι	1200	215	
ΒΣ	Περ. Αλογοράχης	1750	-	
ΒΣ	Λευκαδίτι	630	192	
ΒΣ	Διακόπι	650	280	
ΒΣ	Αμυδαλιά	600	692	
ΒΣ	Αθ. Διάκος	1050		

\* Το υψόμετρο των σταθμών που πρόκειται να μετακινηθούν ή να εγκατασταθούν για πρώτη φορά δίδεται κατά προσέγγιση.

\*\* Τα στοιχεία προέρχονται από την απογραφή του 1981. Οι πραγματικοί αριθμοί σήμερα είναι μικρότεροι.

### **6.2.3. Κατάσταση δικτύου**

#### **6.2.3.1. Περιγραφή υδρομετρικών σταθμών**

Στη λεκάνη απορροής ανάντη του φράγματος, δε λειτουργούν υδρομετρικοί σταθμοί. Γίνονται μόνο μετρήσεις της στάθμης του ταμιευτήρα του Μόρνου, καθώς και μετρήσεις των απολήψεων από τον ταμιευτήρα μέσω της σήραγγας της Γκιώνας (η μέτρηση γίνεται στην έξοδο της σήραγγας).

#### **6.2.3.2. Περιγραφή βροχομετρικών και μετεωρολογικών σταθμών**

Ο Μετεωρολογικός Σταθμός Λιδορικού είναι ο μοναδικός στη λεκάνη που διαθέτει στοιχεία ενώ πρόσφατα εγκαταστάθηκε και λειτουργεί ακόμα ένας στο αριστερό αντέρεισμα του φράγματος.

Βροχομετρικοί Σταθμοί λειτουργούν στα χωριά Καρούτες, Μαλανδρίνο, Συκιά, Αθ. Διάκος, Κονιάκος, Πυρά, Καλοσκοπή (εκτός λεκάνης), Δάφνος, Πενταγιοί. Από την επιτόπου εξέταση του καθένα απ' αυτούς αλλά και από την ανάλυση των διαθέσιμων στοιχείων προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα για κάθε σταθμό.

#### **Μ.Σ. Λιδορικού: Υψ. 537 m, Εναρξη λειτουργίας 1950**

Είναι εγκατεστημένος στο κέντρο του χωριού, πάνω από την κεντρική πλατεία. Περιλαμβάνει βροχόμετρο, βροχογράφο, ανεμόμετρο, εξατμισίμετρο, μετεωρολογικό κλωβό με θερμόμετρο, θερμοϋγρογράφο και ψυχρόμετρο καθώς και πλάκα χιονομέτρου. Γύρω από τα όργανα υπάρχουν κτίρια και φυσικά εμπόδια τα οποία χωρίς να εμποδίζουν τη λήψη σωστών παρατηρήσεων, οπωσδήποτε μειώνουν την αντιπροσωπευτικότητα των λαμβανομένων στοιχείων (βλ. σελ. 1-2 Παραρτήματος).

**Μ.Σ. Φράγματος Μόρονου: Υψ. 447 m, Εναρξη λειτουργίας 1979**

Είναι εγκατεστημένος στην περιοχή του αριστερού πρανούς του φράγματος πάνω σ' ένα φυσικό ανάχωμα ύψους 5-6 m. Περιλαμβάνει βροχόμετρο, βροχογράφο, μετεωρολογικό κλωβό με θερμόμετρο, θερμούγρογράφο και ψυχρόμετρο καθώς και πλάκα χιονομέτρου. Τα όργανα βρίσκονται δίπλα στη σχεδόν κατακόρυφη απόληξη του πρανούς με αποτέλεσμα να επηρεάζονται οι μετρήσεις από τους στροβιλισμούς του ανέμου που πραγματοποιούνται στην περιοχή αυτή (βλ. σελ. 3 Παραρτήματος).

**Β.Σ. Καρουτών: Υψ. 1040 m, Εναρξη λειτουργίας 1963**

Αποτελείται από ένα βροχόμετρο που από τον Απρίλιο 1985 είναι εγκατεστημένο σε ιδιωτικό χώρο (κήπο) κοντά σε φυλλοβόλα δένδρα, πάνω σε τοίχο αντιστήριξης ύψους περίπου 2.50 m. Τα δένδρα την εποχή της φυλλοφορίας τους επηρεάζουν τις μετρήσεις αλλά και οι στροβιλισμοί που αναπτύσσονται λόγω του τοίχου συντελούν στο να υπεισέρχονται σφάλματα στα μετρούμενα στοιχεία, ιδίως δε του χιονιού.

Ο ευρύτερος χώρος της θέσης του Β.Σ. δεν είναι ιδανικός ούτε αντιπροσωπευτικός της ευρύτερης περιοχής αφού περικλείεται από μέσου ύψους βουνά (500 ÷ 600 m διαφορά υψομέτρου από Καρούτες) με όχι απότομες κλίσεις τα οποία "περιβάλλουν" το χωριό αφήνοντας άνοιγμα μόνο από Ν.Δ. Πριν από τη σημερινή θέση ο σταθμός λειτούργησε σε άλλες δυο θέσεις που, χωρίς να απέχουν πολύ από τη σημερινή, ήταν καλύτερες, ιδίως η πρώτη (1967 ÷ 1980).

Ο παρατηρητής δεν καταγράφει δεκαδικά ψηφία και παρουσιάζει ελλείψεις σε ότι αφορά στις μετρήσεις χιονιού (βλ. σελ. 4 Παραρτήματος).

**Β.Σ. Μαλανδρίνου: Υψ. 600 m, Εναρξη λειτουργίας 1963**

Περιλαμβάνει βροχόμετρο εγκατεστημένο περίπου στο κέντρο του χωριού. Το χωριό βρίσκεται σε δυτική πλαγιά των νότιων απολήξεων της οροσειράς της Γκιώνας.

Στη σημερινή θέση το όργανο βρίσκεται εγκατεστημένο από τον Ιούλιο του 1987. Η θέση αυτή είναι κακή αφού επηρεάζεται από κτίρια και δένδρα. Η προηγούμενη θέση (100 m βορειότερα), στην οποία λειτούργησε από την έναρξη της λειτουργίας μέχρι το 1987, ήταν πολύ καλή (βλ. σελ. 5 Παραρτήματος).

**Β.Σ. Συκιάς: Υψ. 780 m, Έναρξη λειτουργίας 1963**

Το χωριό, στο κέντρο του οποίου είναι ο σταθμός, βρίσκεται περιβαλλόμενο από υψηλά βουνά με πολύ απότομες κλίσεις (σχεδόν κατακόρυφες) που δημιουργούν ένα είδος "χοάνης" ενώ αφήνουν ελεύθερο ένα άνοιγμα από δυτικά προς τα βορειοανατολικά (δημιουργείται καμπύλη αλλαγής διεύθυνσης). Από την αρχή της λειτουργίας του οργάνου μέχρι σήμερα το βροχόμετρο βρίσκεται στην ίδια θέση, ενώ οι παρατηρήσεις γίνονται από τον ίδιο παρατηρητή ο οποίος παρά τη μεγάλη του ηλικία (90 χρόνων) είναι πολύ προσεκτικός και συνεπής.

Ο στροβιλισμός των βροχοφόρων ανέμων οποιασδήποτε διεύθυνσης καθώς και η λειτουργία της στενωπού ως σωλήνα BERNOULLI, συντελούν στην εναπόθεση στην περιοχή του σταθμού μεγαλύτερων ποσοτήτων κατακρημνίσεων (υπερεκτίμηση), ενώ ο παρατηρητής συμβάλλει στην καλή ποιότητα των στοιχείων, πράγμα που εξηγεί τους μέτριους μέχρι καλούς συντελεστές συσχετίσεων με άλλους σταθμούς (βλέπε σελ. 5, 6 Παραρτήματος).

**Β.Σ. Αθ. Διάκου: Υψ. 1050 m, Έναρξη λειτουργίας 1963**

Το χωριό, στο κέντρο του οποίου βρίσκεται ο Σταθμός (βροχογράφος), βρίσκεται σε περιοχή που "σκιάζεται" από δυτικά, νότια και βόρεια από υψηλούς ορεινούς όγκους (1100 ± 1400 m ψηλότερους από την περιοχή του χωριού), ενώ είναι ελεύθερο προς τα ανατολικά.

Αν ληφθεί υπόψη η διεύθυνση των επικρατούντων βροχοφόρων ανέμων (Δυτική) η θέση αυτή κρίνεται ως ακατάλληλη όπως φαίνεται άλλωστε και από τους πολύ χαμηλούς βαθμούς συσχετίσεων με γειτονικούς σταθμούς.

Εκτός όμως των παραπάνω, το άμεσο περιβάλλον του σταθμού δεν είναι καλό αφού βρίσκεται μέσα σε εσωτερική αυλή, πολύ κοντά σε κτίρια (βλ. σελ. 7 Παραρτήματος).

Η παρατηρήτρια δε φάνηκε να είναι ιδιαίτερα προσεκτική και συνεπής στα καθήκοντά της. Επί ενάμιση περίπου μήνα το όργανο ήταν εκτός λειτουργίας.

Αποτέλεσμα της θέσης της ευρύτερης περιοχής, του άμεσου περιβάλλοντος χώρου και των παραλείψεων της παρατηρήτριας είναι το να μην υπάρχουν αξιόπιστα στοιχεία.

#### **Β.Σ. Κονιάκου: Υψ. 850 m, Εναρξη λειτουργίας 1963**

Το χωριό Κονιάκος, προς το κέντρο του οποίου βρίσκεται ο Σταθμός, βρίσκεται στους ανατολικούς πρόποδες του κύριου όγκου της οροσειράς των Βαρδουσιών, τα οποία επηρεάζουν την αξιοπιστία του Σταθμού αφού εμποδίζουν τους Δυτικούς βροχοφόρους ανέμους (ομβροσκιά).

Ο σταθμός είναι σε ιδιωτική αυλή και περιλαμβάνει βροχόμετρο, βροχογράφο, ολοκληρωτικό βροχόμετρο και ανεμόμετρο που είναι εγκατεστημένο στο κιγκλίδωμα του εξώστη του α' ορόφου του σπιτιού του παρατηρητή που είναι τριόροφο. Η θέση των οργάνων δεν είναι καλή αφού επηρεάζονται άμεσα από τους όγκους των κτιρίων ενώ η θέση του ανεμομέτρου είναι απαράδεκτη.

#### **Β.Σ. Πυράς: Υψ. 1140 m, Εναρξη λειτουργίας 1963**

Η θέση του χωριού είναι πολύ καλή και δε δημιουργεί προβλήματα στην κίνηση των βροχοφόρων ανέμων.

Ο Σταθμός που περιλαμβάνει βροχόμετρο και βροχογράφο βρίσκεται σήμερα σε ιδιωτικό χώρο του Παρατηρητή, ενώ από την έναρξη της λειτουργίας του μέχρι πριν μερικά χρόνια ήταν στην πλατεία του χωριού (Βλ. σελ. 8,9 Παραρτήματος).

Κοντά στα όργανα υπάρχουν μερικά χαμηλά φυλλοβόλα δένδρα τα οποία επηρεάζουν τις μετρήσεις κατά την περίοδο της φυλλοφορίας τους. Γίνεται υπερεκτίμηση στη μέτρηση του χιονιού αφού οι μετρήσεις του δε γίνονται σε σταθερό σημείο αλλά γύρω από το σπίτι του παρατηρητή και σε όποιο σημείο βρίσκεται συσσωρευμένη η μεγαλύτερη ποσότητα.

#### **Β.Σ. Καλοσκοπής: Υψ. 1000 m, Έναρξη λειτουργίας 1962**

Το χωριό βρίσκεται έξω από τη λεκάνη του Μόρνου αλλά πολύ κοντά στην υδροκριτική γραμμή, επηρεάζεται από ορεινούς όγκους διαφόρων διευθύνσεων. Ο Σταθμός που βρίσκεται προς το κέντρο του χωριού, αποτελείται από βροχόμετρο εγκατεστημένο πάνω στην πλάκα του α' ορόφου κτιρίου, "ενοχλούμενο" από τον β' όροφο (πρόσφατη προσθήκη) καθώς και από βροχογράφο, εγκατεστημένο πάνω στη στέγη ισόγειου κτιρίου σε ανοικτή ανεμπόδιστη θέση (Βλ. σελ. 10 Παραρτήματος).

Οι μετρήσεις του πάχους του χιονιού πραγματοποιούνται πάνω στη στέγη του ισόγειου μονόροφου κτιρίου, δίπλα από το ΒΓ. Επειδή όμως ο χώρος κάτω από τη στέγη είναι θερμαινόμενος, ένα ποσοστό χιονιού λειώνει πριν μετρηθεί, επομένως γίνεται υποεκτίμησή του.

#### **Β.Σ. Δάφνου: Υψ. 1050 m, Έναρξη λειτουργίας 1963**

Το χωριό βρίσκεται στο βάθος "χοάνης" ύψους 150 ÷ 170 m. Τα όργανα (βροχόμετρο και ολοκληρωτικό χιονοβροχόμετρο) βρίσκονται στην αυλή του παρατηρητή σε καλή θέση (Βλ. σελ. 11-13 Παραρτήματος).

Ο παρατηρητής έδωσε την εντύπωση συνεπούς και ενημερωμένου για τα καθήκοντά του, κι αυτός μετρά το χιόνι όπου υπάρχει συσσωρευμένο και όχι σε κάποιο σταθερό σημείο.

Οι χαμηλής ποιότητας συσχετίσεις του Δάφνου με τους γειτονικούς του σταθμούς εξηγούνται από την κακή θέση της ευρύτερης περιοχής του σταθμού. Οι δε μετρήσεις της βροχής είναι μάλλον υποεκτιμημένες.

#### **Β.Σ. Πενταγιών: Υψ. 950 m, Έναρξη λειτουργίας 1963**

Και το χωριό αυτό, όπως άλλωστε και τα περισσότερα της λεκάνης του Μόρνου, βρίσκεται υπό την άμεση επιρροή ορεινών όγκων. Το πρόβλημα εδώ δεν είναι ανυπέβλητο και θα δοθεί σχετική λύση παρακάτω.

Τα όργανα του σταθμού, που είναι βροχόμετρο και βροχογράφος, είναι τοποθετημένα στην πλατεία του χωριού και απέχουν ελάχιστη απόσταση (περίπου 15 m) από ένα τεράστιο πλάτανο (βλ. σελ. 14 Παραρτήματος). Κατά την εποχή που ο πλάτανος έχει φύλλα οπωσδήποτε επηρεάζει τα όργανα. Η παρατηρήτρια έδωσε την εντύπωση ότι γνωρίζει τα καθήκοντά της και ότι τα εκτελεί με συνέπεια και προσοχή.

#### **6.2.4. Προτάσεις βελτίωσης της λειτουργίας των υφιστάμενων σταθμών του δικτύου**

##### **6.2.4.1 Γενικές παρατηρήσεις για το βροχομετρικό δίκτυο**

Το βροχομετρικό δίκτυο της λεκάνης του π. Μόρνου από ποσοτική άποψη είναι ικανοποιητικό. Σύμφωνα με την υπάρχουσα κατάσταση και αφαιρώντας τον Β.Σ. Καλοσκοπής που βρίσκεται εκτός λεκάνης λειτουργούν 10 σταθμοί. Η έκταση της λεκάνης απορροής το π. Μόρνου ανάντη του φράγματος είναι 557,5 km<sup>2</sup>. Η πυκνότητα του

βροχομετρικού δικτύου είναι 1 σταθμός, ανά 55,75 km<sup>2</sup>. Υπενθυμίζεται ότι ο W.M.O. (Πίνακας 5.1) δίνει 1 σταθμό ανά 100-250 km<sup>2</sup>.

Το σημαντικό συμπέρασμα που προκύπτει από την μελέτη του δικτύου είναι η χαμηλή από ποιοτικής άποψης λειτουργία του. Είναι βέβαιο ότι η βελτίωση της υφιστάμενης κατάστασης λειτουργίας και αξιοπιστίας του δικτύου και κατά συνέπεια η ποιότητα των συλλεγομένων στοιχείων θα επιτευχθεί με:

- Μετακίνηση οργάνων
- Εμπλουτισμό των σταθμών με νέα όργανα
- Κατάργηση λειτουργίας οργάνων ή σταθμών όπου απαιτείται
- Ενημέρωση των παρατηρητών για την καλύτερη εξάσκηση των καθηκόντων τους
- Πραγματοποίηση συχνών επιθεωρήσεων από κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό.

Ένα στοιχείο που πρέπει να επισημανθεί είναι η κατανομή των σταθμών σε σχέση με το υψόμετρο. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται αναλυτικά η κατανομή των υφιστάμενων σταθμών ανάλογα με το υψόμετρο.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2**  
**ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ Π. ΜΟΡΝΟΥ**  
**ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ**

Υψόμετρο (μ.)	Σταθμοί	Ποσοστό (%)
300-600	3	27,3
600-900	2	18,2
900-1200	6	54,5



Από τον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι υπάρχει ολοκληρωτική απουσία σταθμού σε υψόμετρο μεγαλύτερο από 1200 m. Η έλλειψη αυτή είναι σημαντική αν λάβουμε υπόψη ότι το μέσο υψόμετρο της λεκάνης είναι περίπου 1100 m. Επομένως σκόπιμη θεωρείται η εγκαθίδρυση σταθμών σε υψόμετρα από 1200-1800 μέτρα.

#### 6.2.4.2. Ειδικές παρατηρήσεις για κάθε σταθμό

Αναλυτικά οι προτάσεις για κάθε σταθμό είναι οι ακόλουθες:

**Μ.Σ. Λιδορικίου:** Μετακίνηση του σταθμού 400 ÷ 600 m προς το βόρειο ή δυτικό άκρο του χωριού, όπου υπάρχουν ελεύθερες ανεμπόδιστες περιοχές (βλ. σελ. 7 Παραρτήματος).

**Μ.Σ. Φράγματος Μόρνου:** Μετακίνηση του σταθμού 50 m μακριά από τον υπάρχοντα "αναβαθμό" ώστε να απομακρυνθούν τα όργανα από την περιοχή των στροβιλισμών (βλ. σελ. 3 Παραρτήματος).

**Β.Σ. Καρουτών:** Επαναφορά του σταθμού στην αρχική του θέση. Ενημέρωση του Παρατηρητή για τον τρόπο καταγραφής των στοιχείων καθώς και τον ορθό τρόπο μέτρησης χιονιού.

**Β.Σ. Μαλανδρίνου:** Μεταφορά του σταθμού περίπου 1 km προς τα δυτικά (στον κάμπο) όπου υπάρχουν κατοικημένες ιδανικές περιοχές (βλ. σελ. 15 Παραρτήματος).

**Β.Σ. Συκιάς:** Προετοιμασία ανεύρεσης νέου παρατηρητή ώστε να παραμείνει ο σταθμός στην ίδια περιοχή που βρίσκεται σήμερα όταν ο σημερινός παρατηρητής δηλώσει αδυναμία εκτέλεσης των καθηκόντων του. Εάν αυτό δεν καταστεί δυνατόν τότε θα πρέπει να εγκατασταθεί νέο όργανο όπου βρεθεί παρατηρητής, κατά προτίμηση στο Λευκαδίτι,

ώστε να λειτουργήσει για μερικά χρόνια παράλληλα με τον υφιστάμενο και να συνεχιστούν ομαλά οι μετρήσεις όταν και όποτε σταματήσει να λειτουργεί ο σημερινός.

**Β.Σ. Αθ. Διάκου:** Κατάργηση του Σταθμού, τα στοιχεία του οποίου είναι μειωμένης αξιοπιστίας και δεν είναι δυνατό να βελτιωθούν.

**Β.Σ. Κονιάκου:** Μετακίνηση του βροχομέτρου προς το ανατολικό άκρο του χωριού. Οι μετρήσεις που θα πραγματοποιούνται θα έχουν τοπικό χαρακτήρα και δε θα είναι αντιπροσωπευτικές ευρύτερης περιοχής, αφού θα μετριάσει μεν αλλά δε θα μηδενιστεί η επιρροή των Βαρδουσιών.

Κατάργηση του ανεμομέτρου, οι μετρήσεις του οποίου δεν έχουν καμιά αξία.

Κατάργηση επίσης του ΒΓ και του Ολοκληρωτικού Βροχομέτρου.

**Β.Σ. Πυράς:** Βελτίωση της σημερινής θέσης του σταθμού ή μετακίνησή του 40 ÷ 50 m στην ίδια περιοχή.

Μετατροπή του σταθμού σε μετεωρολογικό με εμπλουτισμό του με θερμόμετρο, θερμοϋγρογράφο, ψυχρόμετρο, εξατμισίμετρο, ανεμόμετρο και χιονόμετρο.

**Β.Σ. Καλοσκοπής:** Κατάργηση του βροχομέτρου και μεταφορά του βροχογράφου και του χιονομέτρου σε καλύτερη θέση επί του εδάφους και όχι επί κτιρίων.

**Β.Σ. Δάφνου:** Διατήρηση βροχομέτρου στη σημερινή θέση, για σύνδεση στοιχείων. Εγκατάσταση Ολοκληρωτικού Χιονοβροχομέτρου, Βροχογράφου και πλήρους Μετεωρολογικού Κλωβού (θερμόμετρο, θερμοϋγρο-

γράφος, ψυχρόμετρο) στο οροπέδιο που βρίσκεται στην είσοδο του χωριού από το Νότο, σε υψομετρική διαφορά 150 m από το σημερινό σταθμό.

**Β.Σ. Πενταγιών:** Μετακίνηση των οργάνων περίπου 600 m βορειοανατολικά και μετατροπή του σε πλήρη Μετεωρολογικό σταθμό δηλ. εμπλουτισμός του με θερμόμετρο, θερμοϋγρογράφο, εξατμισιγράφο, εξατμισοίμετρο, ψυχρόμετρο, ανεμόμετρο και χιονόμετρο.

#### 6.2.5 Προτάσεις ίδρυσης νέων σταθμών

##### 6.2.5.1 Υδρομετρικοί Σταθμοί

Στην λεκάνη του π. Μόρνου ανάντη του φράγματος δεν υπάρχει κανένας υδρομετρικός σταθμός. Σύμφωνα με τα δεδομένα του W.M.O. (πίνακας 5.3) πρέπει να υπάρχει 1 υδρομετρικός σταθμός ανά 300-1000 km<sup>2</sup>. Επομένως στην λεκάνη του π. Μόρνου έστω και έναν σταθμό αν είχαμε θα συμφωνούσαμε με τα διεθνή πρότυπα. Η μορφολογία και οι ειδικές συνθήκες απορροής επιβάλλουν μεγαλύτερη πυκνότητα υδρομετρικού δικτύου.

Από τη διερεύνηση των δυνατοτήτων της λεκάνης, τόσο από τα διαθέσιμα στοιχεία (χάρτες, μελέτες κλπ), όσο και από επί τόπου εξέταση των συνθηκών, δεν κατέστη δυνατόν να βρεθούν τέσσερις θέσεις για την εγκατάσταση ισάριθμων υδρομετρικών σταθμών, αριθμός που κρίνεται φυσιολογικός για το σχήμα και την έκταση της λεκάνης ανάντη του φράγματος Μόρνου αλλά και για τις ειδικές συνθήκες απορροής.

Κατόπιν αυτού θα περιοριστούμε στην πρόταση για ίδρυση δύο υδρομετρικών σταθμών επί του κυρίου κλάδου του ποταμού Μόρνου και στις θέσεις:

- Γέφυρα Μουσούνιτσας
- Παλιά Γέφυρα Λευκαδιτίου (βλ. σελ. 18, 19 Παραρτήματος)

#### 6.2.5.2 Βροχομετεωρολογικοί Σταθμοί

Για την πρόταση ίδρυσης νέων σταθμών λήφθηκαν υπόψη τα εξής:

- Η κατανομή του πληθυσμού, από στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας.
- Το υψόμετρο, ώστε να είναι δυνατός ο υπολογισμός μεταβολής διαφόρων μετεωρολογικών παραμέτρων συναρτήσει της μεταβολής του υψομέτρου.
- Η θέση μέσα στη λεκάνη, δηλ. καταβλήθηκε προσπάθεια να υπάρξει μια ομοιομορφία στην κατανομή.
- Η δυνατότητα προσπέλασης των υδρολόγων επιθεωρητών.
- Οι προτάσεις του WMO για ελάχιστη πυκνότητα δικτύου ορεινών περιοχών, που έχουν αναφερθεί στο Κεφ. 5.
- Το γεγονός ότι είναι πολύ πιθανόν πολλοί από τους νέους ή τους λειτουργούντες σταθμούς, να καταργηθούν για διάφορους λόγους, κύρια δε από έλλειψη παρατηρητών.
- Η κίνηση-διεύθυνση των επικρατούντων βροχοφόρων ανέμων σε σχέση με την ποιότητα των συσχετίσεων των στοιχείων κάθε σταθμού.

Μετά τα παραπάνω διατυπώνεται η πρόταση για την ίδρυση των εξής σταθμών:

1. Μαυρολιθαρίου : Βροχομετρικός σταθμός με βροχόμετρο και χιονόμετρο
2. Περιοχής Αλογοράχης: Επί του δρόμου από Αθ. Διάκο προς τον Εύηνο βροχομετρικός σταθμός με Ολοκληρωτικό Χιονοβροχόμετρο. Παρατηρήσεις θα πραγματοποιούνται μια φορά το χρόνο (στις 30 Σεπτεμβρίου).
3. Λευκαδιτίου : Βροχομετρικός σταθμός με βροχογράφο, και χιονόμετρο. Θα λειτουργήσει παράλληλα με το Β.Σ. Συκιάς και θα συνεχίσει να λειτουργεί όταν σταματήσει ο τελευταίος.
4. Διακοπίου : Βροχομετρικός σταθμός με βροχογράφο και χιονόμετρο.
5. Αμυγδαλιάς : Βροχομετρικός σταθμός με βροχόμετρο και χιονόμετρο.

#### 6.2.6 Τελική κατάσταση

Μετά από την τροποποίηση της λειτουργίας των υφιστάμενων σταθμών (μετακινήσεις οργάνων, αλλαγές θέσεων σταθμών κλπ), όσο και την ίδρυση νέων, η τελική κατάσταση των υδρολογικών σταθμών της λεκάνης του Μόρνου μπορεί να περιγραφεί από τον πίνακα 6.4.

Μετά από αυτά η πυκνότητα των δικτύων έχει αυξηθεί με κατεύθυνση την βελτίωση της αξιοπιστίας και αντιπροσωπευτικότητας των συλλεγομένων στοιχείων. Έτσι η νέα κατανομή είναι:

- α. Βροχομετρικό δίκτυο (\*)  
1 σταθμός ανά 37 km<sup>2</sup>
- β. Υδρομετρικό δίκτυο  
1 σταθμός ανά 279 km<sup>2</sup>

(\*) Δεν περιλαμβάνεται ο Β.Σ. Καλοσκοπής που βρίσκεται λίγο έξω από τα όρια της λεκάνης.

Στον πίνακα 6.3 φαίνεται η νέα κατανομή των σταθμών ανάλογα με το υψόμετρο.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3**  
**ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ**

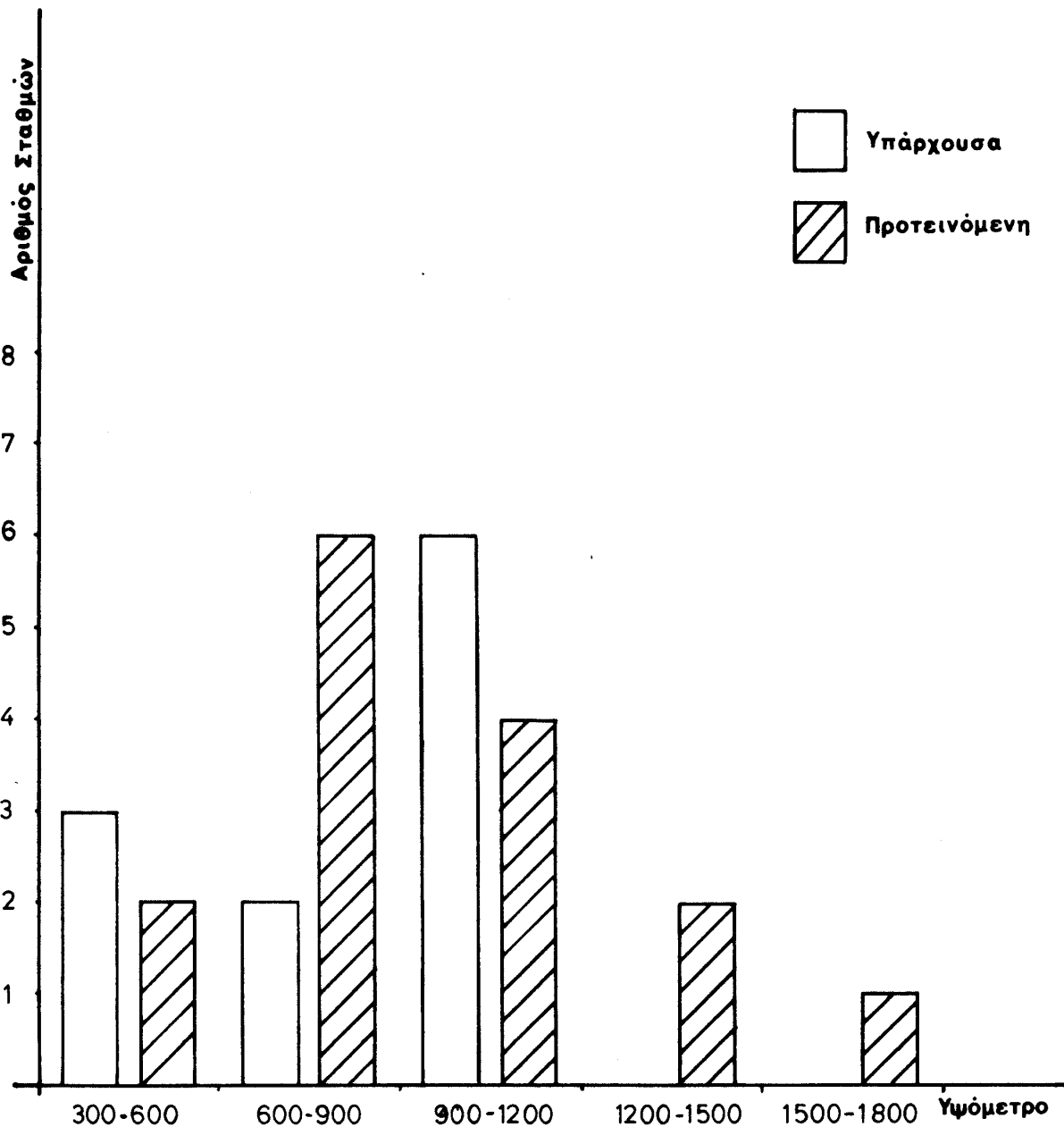
Υψόμετρο (μ.)	Σταθμοί	Ποσοστό (%)
300-600	2	13,3
600-900	6	40,0
900-1200	4	26,7
1200-1500	2	13,3
1500-1800	1	6,7

Παρ' ότι η πυκνότητα και η μορφή της κατανομής των σταθμών σε επιφάνεια και υψόμετρο δεν είναι τα μοναδικά κριτήρια για το βέλτιστο σχεδιασμό μετεωρολογικού δικτύου, εν τούτοις επειδή αποτελούν ενδείξεις καλής λειτουργίας παρουσιάζονται:

- Στο σχήμα 6.1: Η θέση των σταθμών στη λεκάνη
- Στο διάγραμμα 6.1: Η κατανομή (σημερινή και νέα) των σταθμών ανάλογα με το υψόμετρο.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4**  
**ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ**

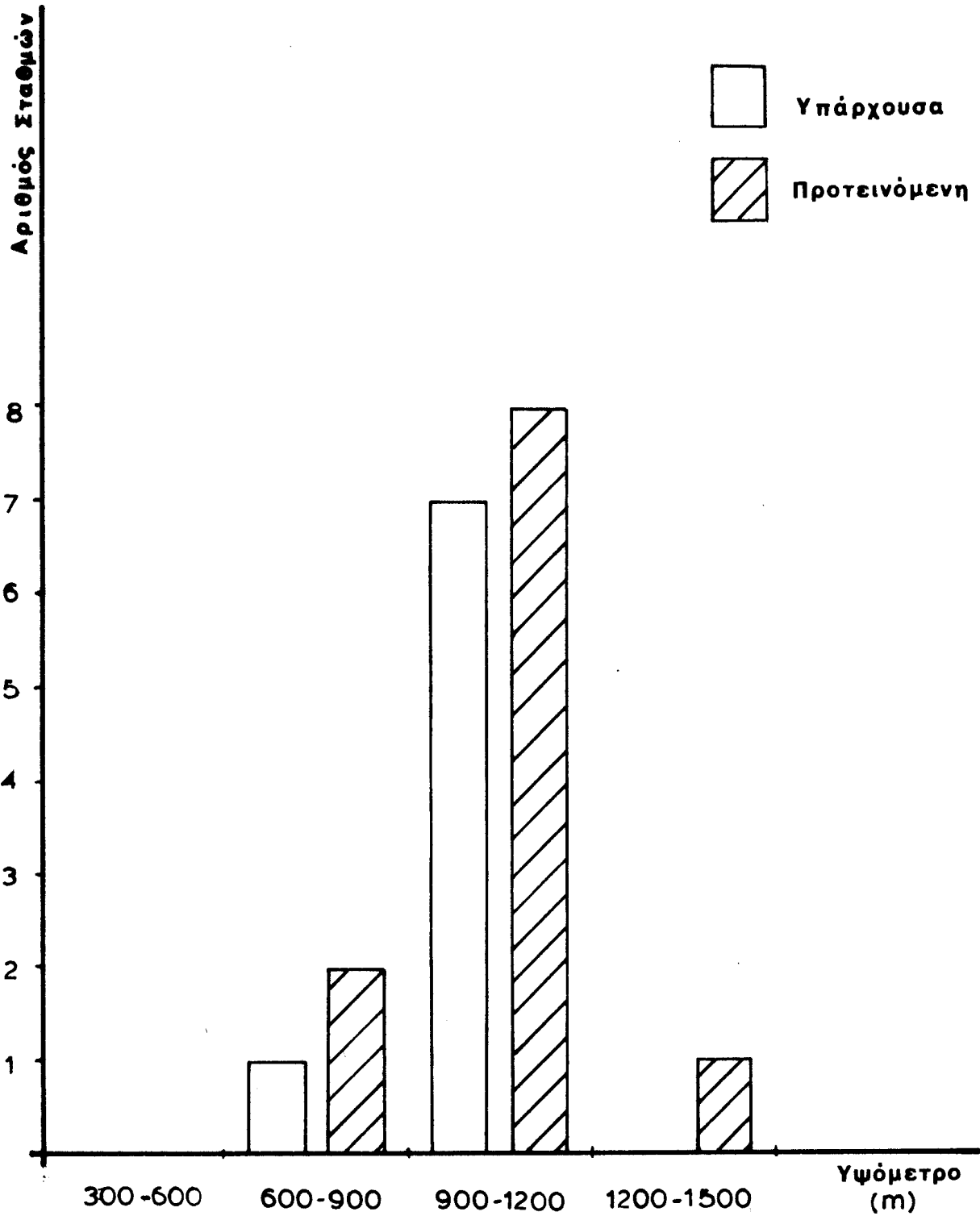
Είδος	Υδρολογικός Σταθμός Όνομασία	Λειτουργούντα όργανα	Απαιτούμενα όργανα	Παρατηρήσεις
ΥΣ	Γέφ. Μουσούνιτσας	-	Σ/φος, Σ/τρα	Σ/φος: Μηχανικός Σταθμηγράφος
ΥΣ	Παλαιά Γεφ. Λευκα- διτίου	-	Σ/φος, Vardar Σ/τρα	Λυόμενη συσκευή μετρή- σεως παροχών από την όχθη
ΜΣ	Λιδορικού	Β, ΒΓ, Θ, Ψ, ΘΥΓ, Χ, Α, Ε	Β, ΒΓ, Θ, Ψ, ΘΥΓ, Χ, Α, Ε	Vardar: Εναέριο φορείο μέτρησης παροχών από την όχθη
ΜΣ	Φράγματος Μόρνου	Β, ΒΓ, Θ, Ψ, ΘΥΓ, Χ, Α, Ε	Β, ΒΓ, Θ, Ψ, ΘΥΓ, Χ, Α, Ε	Σ/τρα: Σειρά Σταθμήμετρων
ΒΣ	Καρουτων	Β	Β, Χ	Β: Δεκαπλασιαστι- κό βροχόμετρο
ΒΣ	Μαλανδρίνου	Β	Β, Χ	ΒΓ: Βροχογράφος τύπου HELLMAN
ΒΣ	Συκιάς	Β	Β, Χ	Θ: Θερμόμετρο Six
ΒΣ	Αθ. Διάκου	ΒΓ	-	Ψ: Ψυχρόμετρο
ΒΣ	Κονιάκου	Β, ΒΓ, ΟΧ, Α	Β	ΘΥΓ: Θερμοϋγρο- γράφος
ΜΣ	Πυράς	Β, ΒΓ	Β, ΒΓ, Θ, Ψ, ΘΥΓ, Χ, Α	Χ: Χιονόμετρο
ΒΣ	Καλοσκοπής	Β, ΒΓ	ΒΓ, Χ	Α: Ανεμόμετρο
ΒΣ	Δάφνου	Β, ΟΧ	Β	Ε: Εξατμισόμετρο λεκάνης τύπου Α
ΜΣ	Δάφνου	-	ΒΓ, ΟΧ, Θ, ΘΥΓ, Ψ, Α	ΕΓ: Εξατμισογρά- φος κλωβού
ΜΣ	Πενταγιών	Β, ΒΓ	ΒΓ, Θ, ΘΥΓ, ΕΓ, Ψ, Ε, Α, Χ	Κλ: Τυπικός Με- τεωρ/κός κλωβός
ΒΣ	Μαυρολιθαρίου	-	Β, Χ	ΟΧ: Ολοκληρωτικό χιονοβροχόμετρο
ΒΣ	Αλογοράχης	-	ΟΧ	
ΒΣ	Λευκαδιτίου	-	ΒΓ, Χ	
ΒΣ	Διακοπίου	-	ΒΓ, Χ	
ΒΣ	Αμυγδαλιάς	-	Β, Χ	



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.1**

**Κατανομή των Βροχομετρικών Σταθμών της λεκάνης του Μόρνου ανάλογα με το υψόμετρο**





**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.2**

**Κατανομή των Βροχομετρικών Σταθμών της λεκάνης του Ευήνου ανάλογα με το υψόμετρο**

### 6.3. ΛΕΚΑΝΗ ΕΥΗΝΟΥ

#### 6.3.1. Χαρακτηριστικά λεκάνης απορροής

Η λεκάνη του ποταμού Ευήνου ανήκει στην περιοχή των Νοτίων απολήξεων της οροσειράς της Πίνδου, ειδικότερα δε εκτείνεται μεταξύ της οροσειράς του Πανατιωλικού, της Οξυάς, της οροσειράς των Βαρδουσιών και περιλαμβάνει τμήματα των παραπάνω ορεινών σχηματισμών. Οι υπολεκάνες ανάντη της θέσης του φράγματος Περίστας που είναι η πλέον κατάντη από τις θέσεις που εξετάζονται στην παρούσα μελέτη είναι αραιοκατοικημένες όπως περίπου και η αντίστοιχη του Μόρνου. Το οδικό δίκτυο συντηρείται μόνον κατά τη θερινή περίοδο, έτσι η προσπέλαση κατά τους υπόλοιπους μήνες του χρόνου είναι προβληματική.

Τα βασικά αυτά χαρακτηριστικά της λεκάνης:

- η μορφολογία της λεκάνης (ανάγλυφο),
- ο ανομοιογενώς κατανεμημένος λίγος πληθυσμός που κατοικεί στην περιοχή, και
- το μέτριας ποιότητας οδικό δίκτυο,

είναι τα ίδια με τα της γειτονικής λεκάνης του Μόρνου, όπως έχουν περιγραφεί στην παρ. 6.2.1 και αντανακλούν στη μέτρια ποιότητα των λαμβανομένων στοιχείων ενώ αποτελούν βασικά μειονεκτήματα για τη σωστή μέτρηση των κατακρημνίσεων και των παροχών.

Όπως και στη γειτονική λεκάνη του Μόρνου έτσι και στη λεκάνη Ευήνου σημαντικά σφάλματα υπεισέρχονται από κακές μετρήσεις της ποσότητας του χιονιού (ύψος και ισοδύναμο νερό).

### 6.3.2 Πληθυσμιακά (δημογραφικά) δεδομένα

Τα πληθυσμιακά στοιχεία των χωριών των σταθμών που λειτουργούν αλλά και των νέων προτεινόμενων θέσεων φαίνονται στον Πίνακα 6.5.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.5  
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΑ & ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΒΡΟΧΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ  
ΛΕΚΑΝΗΣ ΕΥΗΝΟΥ

ΣΤΑΘΜΟΙ		ΥΨΟΜΕΤΡΟ*	ΚΑΤΟΙΚΟΙ**
ΕΙΔΟΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ		
ΜΣ	Γραμμένης Οξιάς	1160	94
ΜΣ	Αράχωβας	930	263
ΜΣ	Πλάτανου	850	256
ΜΣ	Αρτοτίνας	1200	326
ΒΣ	Καλλονής	1000	59
ΒΣ	Μεσοκώμης	850	109
ΒΣ	Προς Πενταγιούς	1000	-
ΒΣ	Ελατούς	1000	229
ΒΣ	Δομνίστας	1000	509
ΜΣ	Δάφνου	1210	141
ΜΣ	Πενταγιών	930	182
ΒΣ	Γρηγορίου	1000	

\* Το υψόμετρο των σταθμών που πρόκειται να μετακινηθούν ή να εγκατασταθούν για πρώτη φορά, δίδεται κατά προσέγγιση.

\*\* Τα στοιχεία προέρχονται από την απογραφή του 1981. Οι πραγματικοί αριθμοί σήμερα είναι μικρότεροι.

### 6.3.3 Κατάσταση δικτύου

#### 6.3.3.1 Περιγραφή υδρομετρικών σταθμών

Υδρομετρικοί σταθμοί δεν υπάρχουν στη λεκάνη της Περίστας ενώ μετρήσεις πραγματοποιούνται μόνο στον Υ.Σ. Πόρου Ρηγανίου.

#### 6.3.3.2 Περιγραφή βροχομετρικών και μετεωρολογικών σταθμών

Μετεωρολογικός σταθμός, χωρίς να είναι πλήρης λειτουργεί στη Γραμμένη Οξυά. Βροχομετρικοί σταθμοί λειτουργούν στην Αράχωβα και στο Γρηγόριο (μέσα στη λεκάνη) ενώ λίγο έξω από αυτήν λειτουργούν στον Πλάτανο, στη Δομνίστα, στον Αθ. Διάκο, στο Δάφνο και στους Πενταγιούς. Ενώ στην περιοχή της λεκάνης του Πόρου Ρηγανίου λειτουργούν και οι ΒΣ Δρυμώνα, Ανάληψης και Πόρου Ρηγανίου.

Από την ανάλυση των δεδομένων τους αλλά και από την επί τόπου εξέταση των θέσεων και των περιοχών καθένα απ' αυτούς προκύπτουν οι ακόλουθες παρατηρήσεις

##### ΜΣ Γραμμένης Οξυάς: Υψόμετρο 1160 m, έναρξη λειτουργίας 1951.

Είναι εγκατεστημένος στο Νότιο άκρο του χωριού, κάτω από την κεντρική πλατεία (Βλ. σελ. 20, 21 Παραρτήματος). Περιλαμβάνει βροχογράφο, βροχόμετρο, χιονόμετρο και θερμόμετρο. Η θέση των οργάνων είναι καλή. Η ευρύτερη περιοχή επηρεάζεται από τα βόρεια από την οροσειρά της Οξυάς, πράγμα που επιβεβαιώνεται άλλωστε και από τις τιμές των συντελεστών συσχετίσεων με άλλους σταθμούς θερινής και χειμερινής περιόδου. Τα επικρατούντα κατά τη χειμερινή περίοδο βόρειας διεύθυνσης μετεωρολογικά συστήματα δίνουν καλύτερες συσχετίσεις μόνο με τη γειτονική Αράχωβα που έχει τον ίδιο προσανατολισμό και την ίδια επιρροή από το Βορρά. Με όλους τους υπόλοιπους σταθμούς οι συσχετίσεις είναι καλύτερες κατά τη θερινή περίοδο (χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν είναι καλές και κατά τη χειμερινή).

Το πρόβλημα του σταθμού είναι ότι ο πληθυσμός του χωριού συνεχώς μειώνεται και αν συνεχιστεί ο ίδιος ρυθμός σε λίγα χρόνια δε θα κατοικείται το χειμώνα.

**ΒΣ Αράχωβας: Υψόμετρο 930m, έναρξη λειτουργίας 1960**

Ο σταθμός περιλαμβάνει βροχόμετρο και χιονόμετρο και είναι εγκατεστημένος στο Ν.Α. τμήμα του χωριού (βλ. σελ. 22, 23 Παραρτήματος). Έχει μετακινηθεί πρόσφατα κατά 200 m από άλλη θέση (ανατολικότερη) που επηρεαζόταν από γειτονικά εμπόδια. Η σημερινή θέση βρίσκεται κοντά σε μικρό αναβαθμό (υψ.  $\pm 10$  m) και κοντά σε θάμνο που όταν μεγαλώσει θα επηρεάσει τις μετρήσεις. Ο παρατηρητής είναι έμπειρος και συνεπής. Η πλάκα του χιονομέτρου δεν είναι εγκατεστημένη δίπλα στο βροχόμετρο.

Μέχρι πριν 4 χρόνια ο σταθμός λειτουργούσε σε απόσταση 500 m από τη σημερινή του θέση, σε υψόμετρο 960 m.

**ΒΣ Γρηγορίου: Υψόμετρο 1000 m, έναρξη λειτουργίας 1951.**

Ο σταθμός αυτός (βροχόμετρο) δεν είναι δυνατόν να συσχετιστεί με τους γειτονικούς του τη χειμερινή περίοδο ενώ κατά τη θερινή περίοδο μόνο με τη γειτονική Αράχωβα και με τον απομακρυσμένο σταθμό του Πόρου Ρηγανίου δίνει υψηλούς συντελεστές συσχέτισης. Βρίσκεται σε πλαγιά ανατολικής κλίσης και είναι προστατευμένος από δυτικά και νοτιοδυτικά από ψηλά βουνά. Ο πληθυσμός του χωριού είναι ελάχιστος και συνεχώς ελαττώνεται.

**ΒΣ Πλάτανου: Υψόμετρο 850 m, έναρξη λειτουργίας 1950.**

Ο σταθμός περιλαμβάνει βροχόμετρο. Στην περιοχή του Πλάτανου υπάρχουν τρεις κορυφές βουνών (ΒΑ, ΒΔ, ΝΔ) που σχηματίζουν δυο αυχένες διευθύνσεων Β-Ν και Δ-Α. Χωρίς να είναι ιδιαίτερα ψηλοί ορεινοί όγκοι ούτε να έχουν απότομες κλίσεις δημιουργούν ειδικές υδρολογικές συνθήκες πιθανόν δε να συντελούν σε κάποια μικρή υπερεκτίμηση των κατακρημνίσεων. Ο παρατηρητής έδειξε να είναι ενημερωμένος για τα καθήκοντά του και πολύ προσεκτικός (βλ. σελ. 24, 25 Παραρτήματος).

### **ΒΣ Δομνίστας: Υψόμετρο 1000 m, έναρξη λειτουργίας 1980**

Ο σταθμός περιλαμβάνει βροχόμετρο και χιονόμετρο και βρίσκεται έξω από το χωριό (στο ΝΔ άκρο του) και απέχει 100 m από το δρόμο Δομνίστας - Αράχωβας (Βλ. σελ. 23 Παραρτήματος). Τόσο η ευρύτερη θέση του σταθμού όσο και η περιοχή του οργάνου είναι πολύ καλές χωρίς εμπόδια. Η παρατηρήτρια όμως δεν ήταν συνεπής γι' αυτό και πρόσφατα απολύθηκε. Τώρα είναι πολύ πιθανό να αλλάξει το όργανο θέση, αν διαπιστωθεί ότι είναι αδύνατον να λειτουργήσει στην ίδια θέση που βρίσκεται σήμερα. Στους υπολογισμούς της κατακρήμνισης στη λεκάνη του Ευήνου, ο ΒΣ Δομνίστας δε λήφθηκε υπόψη γιατί δε διαθέτει επαρκή στοιχεία.

#### **6.3.4 Προτάσεις βελτίωσης της λειτουργίας των υφισταμένων σταθμών και του δικτύου**

##### **6.3.4.1. Γενικές παρατηρήσεις για το σύνολο των σταθμών του δικτύου**

Το βροχομετρικό δίκτυο της λεκάνης του π. Ευήνου ανάντη του Πόρου Ρηγανίου αποτελείται ουσιαστικά από επτά (7) σταθμούς σε λειτουργία. Υπάρχουν άλλοι 6 σταθμοί κοντά στα όρια της λεκάνης από τους οποίους μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα στοιχεία τους. Η έκταση της λεκάνης με έξοδο την θέση του υδρομετρικού σταθμού Πόρου Ρηγανίου είναι 884 km<sup>2</sup>. Η πυκνότητα του δικτύου είναι:

1 σταθμός ανά 126 km<sup>2</sup> περίπου

Ο αριθμός αυτός είναι ικανοποιητικός σύμφωνα με τα διεθνή δεδομένα (Βλ. πίνακα 5.1).

Ποσοτικά η πυκνότητα του δικτύου φαίνεται ικανοποιητική ποιοτικά όμως υστερεί. Η συντήρηση και η λειτουργία των σταθμών κρίνεται γενικά χαλαρή. Σημαντικό στοιχείο είναι η κατανομή των σταθμών ανάλογα με το υψόμετρο. Στον πίνακα 6.6 φαίνεται το ποσοστό των

σταθμών ανάλογα με το υψόμετρο. Όπως και στην λεκάνη του Μόρνου παρ. 6.2.3.1 είναι χαρακτηριστική η απουσία σταθμών στα υψόμετρα από 1200 μέτρα και άνω. Η έλλειψη αυτή είναι σημαντική, αν συγκριθεί με το μεγάλο μέσο υψόμετρο της λεκάνης περίπου 1175 m.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.6**

Υψόμετρο (m)	Σταθμός	Ποσοστό (%)
600-900	1	12,5
900-1200	7	87,5

Εχει παρατηρηθεί ότι σε περιοχές αραιοκατοικημένες και δύσκολα προσπελάσιμες οι παρατηρητές συνηθίζουν στο να μη δέχονται τακτικές επιθεωρήσεις οπότε χαλαρώνουν τις προσπάθειες τους για σωστές και τακτικές μετρήσεις. Αυτό συμβαίνει και στους σταθμούς των υπολεκανών του Ευήνου. Ετσι είναι βέβαιο ότι η αξιοπιστία των σταθμών θα βελτιωθεί πολύ αν πραγματοποιούνται συχνά επιθεωρήσεις από κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό.

Γενικά η βελτίωση του βροχομετρικού δικτύου και συνεπώς η αύξηση της αξιοπιστίας και αντιπροσωπευτικότητας των στοιχείων κάθε σταθμού θα επιτευχθεί με:

- Βελτίωση της θέσης του σταθμού
- Εμπλουτισμό με νέα όργανα
- Κατάργηση λειτουργίας οργάνων ή σταθμών όπου απαιτείται
- Συχνή συντήρηση και επιθεώρηση των οργάνων και των παρατηρητών.

#### **6.3.4.2 Ειδικές παρατηρήσεις για κάθε σταθμό**

Η βελτίωση του κάθε σταθμού απαιτεί ειδική και προσεκτική μελέτη. Έτσι αναλυτικά για κάθε σταθμό έχουμε:

**ΜΣ Γραμμένης Οξυάς:** Εγκατάσταση θερμογρογράφου και Ολοκληρωτικού Βροχομέτρου ώστε αν δημιουργηθεί πρόβλημα παρατηρητών να καταργηθούν τα υπόλοιπα όργανα και να μείνει το Ολοκληρωτικό στο οποίο θα πραγματοποιούνται μετρήσεις μόνο το καλοκαίρι που θα υπάρχει σίγουρα κόσμος στο χωριό.

**ΒΣ Αράχωβας:** Μετακίνηση του βροχομέτρου λίγα μέτρα από τη σημερινή του θέση για να μην υπάρχει η επίδραση του αναβαθμού και τοποθέτηση της πλάκας του χιονομέτρου κοντά στο όργανο.

**ΒΣ Γρηγορίου:** Η αδυναμία αξιοποίησης των στοιχείων του καθώς επίσης και η αδυναμία βελτίωσης της θέσης του σε συνδυασμό με τον ελαττούμενο πληθυσμό του, οδηγούν στην κατάργηση του σταθμού.

**ΒΣ Πλάτανου:** Προσθήκη θερμογρογράφου και Ψυχομέτρου κυρίως για μετρήσεις θερμοκρασίας.

**ΒΣ Δομνίστας:** Η συχνότητα επιθεωρήσεων θα πρέπει να αυξηθεί γιατί είναι γνωστό ότι σε περιπτώσεις παύσης παρατηρητή ο παλιός "καθοδηγεί" τον νέο στο να μην εκτελεί σωστά τα καθήκοντά του.

#### **6.3.5 Προτάσεις ίδρυσης νέων σταθμών**

##### **6.3.5.1 Υδρομετρικοί σταθμοί**

Το υδρομετρικό δίκτυο της λεκάνης του π. Ευήνου με έξοδο την θέση του υδρομετρικού σταθμού Πόρου Ρηγανίου αποτελείται:



Σταθμός	Φορέας	Περίοδος λειτουργίας	Είδος οργάνων
Πόρος Ρηγανίου	ΔΕΗ	61-	Σμ-Σγ-Μπ-Φυ
Αρτοτίβα	ΔΕΗ	61-72	Σμ-Μπ
Αχλαδόκαστρο	ΔΕΗ	70-80	Σμ-Σγ-Μπ-Φυ
Νεοχώριο	ΔΕΗ	70-	Σμ-Μπ-Φυ

Επεξήγηση συμβόλων: Σμ = Σταθμήμετρο  
Σγ = Σταθμηγράφος  
Μπ = Μέτρηση παροχής  
Φυ = Μέτρηση φερτών υλών

Η υφιστάμενη κατάσταση όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα, δεν είναι ικανοποιητική. Η λεκάνη ανάντη του σταθμού Πόρου Ρηγανίου έχει έκταση 884 km<sup>2</sup> έτσι το υδρομετρικό δίκτυο έχει πυκνότητα:

1 σταθμό ανά 442 km<sup>2</sup>

Η πυκνότητα αυτή είναι ικανοποιητική συγκριτικά με τα διεθνή δεδομένα (βλ. πίν. 5.3) που δίνουν 1 σταθμό ανά 300-1000 km<sup>2</sup>.

Το σχήμα της λεκάνης, το σύστημα απορροής της και γενικά τα υδρολογικά χαρακτηριστικά της, σε συνδυασμό με την κατανομή του πληθυσμού της καθώς και το ενδιαφέρον για κατασκευή φραγμάτων, επιβάλλουν την αύξηση της πυκνότητας του υδρομετρικού δικτύου. Μετά από την μελέτη των διαφόρων πιθανών θέσεων για ίδρυση νέου υδρομετρικού σταθμού κατέστη δυνατή η εγκατάσταση μόνον ενός υδρομετρικού σταθμού σε θέση 300 m κατάντη της γέφυρας προς την Περδικόβρυση (βλ. σελ. 26, 27 Παραρτήματος).

Στην περιοχή αυτή υπάρχει ευθύγραμμο τμήμα της κοίτης του ποταμού που προσφέρεται για εγκατάσταση υδρομετρικού σταθμού. Ο σταθμός θα είναι πλήρης, δηλαδή θα περιλαμβάνει 3 σειρές σταθμημέτρων, ένα σταθμηγράφο και φορείο πραγματοποίησης υδρομετρήσεων από την όχθη.

#### **6.3.5.2 Βροχομετεωρολογικοί σταθμοί**

Οι υπάρχοντες σταθμοί στη λεκάνη της Περίστας είναι λίγοι και είναι απαραίτητο να εμπλουτιστεί η περιοχή και με άλλους ώστε να καταστεί δυνατόν να βελτιωθούν τα συλλεγόμενα στοιχεία. Έτσι μετά και από τα αντίστοιχα εκείνων που αναφέρονται στη μελέτη του Μόρνου διατυπώνεται η πρόταση για ίδρυση των εξής νέων σταθμών:

1. Αρτοτίνας: Πλήρης ΜΣ που πιθανόν να αντικαταστήσει αυτόν της Γραμμένης Οξυάς. Υπάρχουν κατάλληλες θέσεις στη νότια έξοδο του χωριού (Βλ. σελ. 28 Παραρτήματος).
2. Καλλονής: Βροχομετρικός σταθμός με βροχόμετρο και χιονόμετρο (Βλ. σελ. 28 Παραρτήματος).
3. Μεσοκώμης: Βροχομετρικός σταθμός με ολοκληρωτικό βροχόμετρο.
4. Επί του δρόμου Υψηλό προς Πενταγιούς όπου υπάρχει μικρή εκκλησία. Ο δρόμος αυτός βρίσκεται πάνω στην υδροκριτική γραμμή μεταξύ των λεκανών Μόρνου και Ευήνου. Προτείνεται η ίδρυση βροχομετρικού σταθμού με ολοκληρωτικό βροχόμετρο.
5. Ελατούς: βροχομετρικός σταθμός με βροχογράφο.

#### **6.3.6 Τελική κατάσταση**

Μετά την πραγματοποίηση της παραπάνω πρότασης που αφορά στην ίδρυση των σταθμών που περιγράφηκαν παραπάνω η διαμόρφωση της τελικής κατάστασης των υδρομετεωρολογικών σταθμών της λεκάνης του Ευήνου μπορεί να περιγραφεί από τον επόμενο πίνακα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.7**  
**ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ**

Υδρολογικός Σταθμός		Λειτουργούντα Όργανα	Απαιτούμενα Όργανα	Παρατηρήσεις (Υπόμνημα)
Είδος	Ονομασία			
ΥΣ	Πόρου Ρηγανίου	Σ/φος, Σ/τρα	-	Σ/φος: Μηχανικός Σταθμηγράφος
ΥΣ	Νεοχωρίου	Σ/τρα, Vardar	-	Vardar: Εναέριο φορείο μέτρησης παροχών από την όχθη
ΥΣ	Γεφ. Περγικόβρουσης	-	Σ/τρα, Σ/φος, Vardar	
ΜΣ	Γραμμένης Οξυά	ΒΓ, Β, Χ, Θ	ΘΥΓ, ΟΧ, ΕΓ, Ψ	
ΒΣ	Αράχωβα	Β, Χ	Ε, Ψ, Α, Β, Χ, ΘΥΓ, ΕΓ	Σ/τρα: Σειρά σταθμημέτρων
ΒΣ	Γρηγόριο	Β	-	Β: Δεκαπλασιαστικό βροχόμετρο
ΒΣ	Πλάτανος	Β	Β, ΘΥΓ, Ψ	
ΒΣ	Δορνίστα	Β, Χ	Β, Χ	ΟΧ: Ολοκληρωτικό χιονοβροχόμετρο
ΒΣ;	Αορτίνα	-	ΒΓ, ΘΥΓ, ΕΓ, Ψ, Χ	ΒΓ: Βροχογράφος τύπου HELLMAN
ΒΣ	Καλλονή	-	Β, Χ	Θ: Θερμόμετρο Six
ΒΣ	Μεσοκώμη	-	ΟΧ	Ψ: Ψυχρόμετρο
ΒΣ	Προς Πενταγιούς	-	ΟΧ	ΘΥΓ: Θερμούρογράφος
ΒΣ	Ελατού	-	ΒΓ, Χ	Χ: Χιονόμετρο
				Α: Ανεμόμετρο
				ΕΓ: Εξατμισογράφος κλωβού
				Ε: Εξατμισόμετρο λεκάνης τύπου Α
				Κλ: Τυπικός Μετεωρολογικός κλωβός

Μετά από αυτά η πυκνότητα των δικτύων έχει αυξηθεί με κατεύθυνση τη βελτίωση της αξιοπιστίας και αντιπροσωπευτικότητας των συλλεγομένων στοιχείων. Έτσι η νέα κατανομή είναι:

- α. Βροχομετρικό Δίκτυο  
1 σταθμός ανά 74 km<sup>2</sup>
- β. Υδρομετρικό Δίκτυο  
1 σταθμός ανά 295 km<sup>2</sup>

Παράλληλα έχει αλλάξει και η κατανομή των σταθμών ανάλογα με το υψόμετρο, όπως είχε περιγραφεί στον πίνακα 6.6. Η νέα κατανομή δίνεται αναλυτικά στον πίνακα 6.8.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.8**  
**ΝΕΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΥΨΟΜΕΤΡΟ**

Υψόμετρο (m)	Σταθμοί	Ποσοστό (%)
600-900	2	18,2
900-1200	8	72,7
1200-1500	1	9,1

Με το ίδιο σκεπτικό, όπως αντίστοιχα αναφέρθηκε στην παρ. 6.2.6 για τη λεκάνη του Μόρνου, η τελική κατάσταση των βροχομετρικών σταθμών παρουσιάζεται ως εξής:

- Στο σχήμα 6.1 η θέση των σταθμών στη λεκάνη
- Στο διάγραμμα 6.2 η κατανομή τους ανάλογα με το υψόμετρο

## **6.4 Γενική επισκόπηση των δικτύων στην λεκάνη του Αλιάκμονα**

### **6.4.1 Γενικά**

Ο ποταμός Αλιάκμονας έχει έντονη υδρολεκτρική ανάπτυξη. Τρία υδρολεκτρικά έργα (Φράγματα Σφηκιάς, Ασωμάτων, Πολύφυτου) είναι σε λειτουργία, εκμεταλευόμενα τα νερά του ποταμού. Τα προγράμματα υδρολεκτρικής ανάπτυξης δεν σταματούν μέχρι εδώ. Γίνονται έρευνες και μελέτες για την κατασκευή φραγμάτων και σε άλλες θέσεις του ποταμού. Το ενδιαφέρον της υδρολογικής λεκάνης του Αλιάκμονα έχει επικεντρωθεί στον Μέσο και Ανω Αλιάκμονα. Η οριοθέτηση του Μέσου και Ανω Αλιάκμονα γίνεται ανάντη από τον ταμιευτήρα του φράγματος του Πολύφυτου και συγκεκριμένα από την θέση του υδρομετρικού σταθμού της Ι. Μονής Ιλαρίωνα και ανάντη. Στο σχήμα 6.2 φαίνονται η λεκάνη απορροής του ποταμού Αλιάκμονα με έξοδο την θέση Μονή Ιλαρίωνος. Περιλαμβάνει όλους τους υδρομετρικούς και βροχομετρικούς σταθμούς. Στον διάγραμμα 6.3 φαίνεται η κατανομή των βροχομετρικών σταθμών ανάλογα με το υψόμετρό τους. Η έκταση της λεκάνης είναι 5025 km<sup>2</sup> με μέσο υψόμετρο 1050 m.

### **6.4.2 Βροχομετρικό δίκτυο**

Το βροχομετρικό δίκτυο είναι αρκετά εκτεταμένο κυρίως στα χαμηλά υψόμετρα. Από το 1962 λειτουργούν (όπως φαίνεται στον πίνακα 6.9) 45 σταθμοί. Από αυτούς 19 είναι βροχόμετρα, 18 βροχογράφοι και 8 βροχόμετρα και βροχογράφοι.

Στον πίνακα 6.9 φαίνονται τα στοιχεία των σταθμών, 11 σταθμοί ανήκουν στο ΥΠΕΧΩΔΕ, 1 στην ΕΜΥ, 2 στο Ι.Δ.Ε. και 1 στο ΥΠ.ΓΕ από τους οποίους οι 13 άρχισαν να λειτουργούν το 1950 οι 2 το 1961 και οι υπόλοιποι 30 που ανήκουν στην Δ.Ε.Η. λειτουργούν από το 1962.



Στην Δεσκάτη Γρεβενών υπάρχουν 2 σταθμοί. Ο σταθμός της ΔΕΗ που φαίνεται στον πίνακα 6.9 και ο άλλος είναι του ΥΠ.ΓΕ σε υψόμετρο 850, λειτουργεί από το 1973 και είναι εξοπλισμένος με βροχόμετρο και βροχογράφο. Ο σταθμός Κοζάνης που φαίνεται στον Πιν. 6.9 σταμάτησε να λειτουργεί το 1981. Σε άλλη θέση με υψόμετρο 710 μ. υπάρχει σταθμός με βροχόμετρο του ΥΠ.ΓΕ από το 1961. Σύμφωνα με μία έρευνα της ΔΕΗ οι σταθμοί χωρίζονται σε 2 ομάδες. Η μία από το 1950 μέχρι το 1984, που έγινε η έρευνα, μόνο με τους σταθμούς των υπηρεσιών που λειτουργούσαν και η άλλη με όλους τους σταθμούς και μία κοινή περίοδο λειτουργίας από το 1962 μέχρι το 1984. Τα κενά συμπληρώθηκαν με συσχετίσεις. Ο συντελεστής συσχέτισης ήταν πάντα μεγαλύτερος του 0,70. Για την απαλοιφή πιθανών συστηματικών λαθών, έγιναν διπλές αθροιστικές καμπύλες και στα δύο δίκτυα. Από τον έλεγχο αυτό προέκυψε ότι οι σταθμοί της ΔΕΗ, αν και αρχικά είχαν περισσότερα κενά από εκείνους των άλλων Υπηρεσιών, είναι περισσότερο αξιόπιστοι.

Η αξιοπιστία των σταθμών της ΔΕΗ σε σχέση με τους σταθμούς άλλων υπηρεσιών δεν είναι φαινόμενο που εμφανίζεται μόνο στην λεκάνη του Αλιάκμονα. Η γενική διαπίστωση στην πλειονότητα των εγκατεστημένων σταθμών σε όλη την Ελλάδα είναι ότι οι πιο αξιόπιστοι είναι της ΔΕΗ. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην συχνή συντήρηση και παρακολούθηση των σταθμών και στην καλύτερη ενημέρωση των παρατηρητών. Σημαντικό είναι το στοιχείο ότι οι περισσότεροι σταθμοί της ΔΕΗ εφαρμόζουν τους κανόνες εγκατάστασης συντήρησης και λειτουργίας που έχουν αναφερθεί στο κεφάλαιο 3. Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα 6.3 οι βροχομετρικοί σταθμοί είναι κατανεμημένοι ανάλογα με το υψόμετρο ως εξής:

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.10

Κατανομή των βροχομετρικών σταθμών της Λεκάνης π. Αλιάκμονα ανάλογα με το υψόμετρο

Υψόμετρο (m)	Σταθμοί	Ποσοστό (%)
300-600	7	15,5
600-900	22	48,9
980-1200	13	28,9
1200-1500	3	6,7

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 6.10 το ποσοστό των σταθμών στα μεγάλα υψόμετρα, είναι σχετικά μικρό. Αυτό το φαινόμενο είναι συχνό και σε άλλες υδρολογικές λεκάνες και οφείλεται κυρίως στην δυσκολία πρόσβασης στους σταθμούς κατά τους χειμερινούς μήνες, λόγω κακής βατότητας οδικού δικτύου και έλλειψη παρατηρητών.

Στο διάγραμμα 6.4 φαίνεται η σχέση βροχόπτωσης και υψόμετρο της λεκάνης του π. Αλιάκμονα. Παρατηρείται αύξηση του ύψους βροχής με το υψόμετρο. Η αύξηση της βροχόπτωσης ανάλογα με το υψόμετρο είναι σε αντίθεση με το μικρό ποσοστό των σταθμών στα μεγάλα υψόμετρα. Το πρόβλημα της αντιπροσωπευτικότερης μέτρησης της σημειακής βροχόπτωσης σε μεγάλα υψόμετρα, μπορεί να λυθεί εύκολα με την εγκατάσταση αθροιστικών χιονοβροχομέτρων.

Αν θυμηθούμε από τον Πίνακα 5.1 ότι η προτεινόμενη πυκνότητα από τον W.M.O. είναι 1 σταθμό ανά 100-250 km<sup>2</sup>, διαπιστώνουμε ότι βρισκόμαστε μέσα στα διεθνή δεδομένα.



**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.9**  
**ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΔΕΚΑΝΗΣ Π. ΑΛΙΑΚΜΟΝΑ**

a/a	Σταθμός	Υψóm.	Χρόνος Λειτουργίας	Υπηρεσία	Είδος οργάνων	a/a	Σταθμός	Υψóm.	Χρόνος Λειτουργίας	Υπηρεσία	Είδος οργάνων
1	Αιανή	480	1965	ΔΕΗ	Βγ, Χρ	24	Κυδωνιές	910	1962	ΔΕΗ	Βε
2	Αγιόφυλλο	381	1950	ΥΠΕΧΩΔΕ	Βμ	25	Λευκοπηγή	660	1961	ΔΕΗ	Βε, Χρ
3	Α.Ορεστικό	650	1962	ΔΕΗ	Βγ, Χρ	26	Λιμνοχώρι	600	1956	ΥΠ.ΓΕ	Βε
4	Βογασιτικό	770	1962	ΔΕΗ	Βγ	27	Μαλακάσι	849	1954	ΥΠΕΧΩΔΕ	Βε
5	Βουσινιά	950	1964	ΔΕΗ	Βγ, Χρ	28	Μεσοποταμιά	695	1962	ΔΕΗ	Βγ, Χρ
6	Βωβούσα	1000	1967	ΔΕΗ	Βμ, Βγ	29	Μεταξάς	1040	1965	ΔΕΗ	Εγ
7	Γαλατινή	990	1970	ΔΕΗ	Βμ, Χρ	30	Μέτσοβο	1157	1950	ΥΠΕΧΩΔΕ	Βε
8	Γιαννωτά	578	1957	ΥΠΕΧΩΔΕ	Βμ	31	Μικρολίμνη	850	1965	ΔΕΗ	Βε
9	Γρεβενά	524	1950	ΥΠΕΧΩΔΕ	Βμ, Βγ	32	Νεάπολη	650	1962	ΔΕΗ	Βε
10	Δαμασκηνιά	990	1964	ΔΕΗ	Βγ, Χρ	33	Νεστόσιο	950	1961	ΙΔΕ	Βε, Βγ, Χγ, Εξ
11	Δεντροχώρι	980	1962	ΔΕΗ	Βγ, Χρ	34	Παληάλωνα	650	1959	ΥΠΕΧΩΔΕ	Βε, Βγ
12	Δεσκάτη	830	1965	ΔΕΗ	Βγ	35	Πεύκος	980	1964	ΔΕΗ	Βε
13	Δίστρατο	950	1971	ΔΕΗ	Βμ	36	Πληκάτι	1250	1971	ΔΕΗ	Βε
14	Εξαρχος	720	1964	ΔΕΗ	Βγ, Χρ	37	Πτολεμαΐδα	537	1950	ΥΠΕΧΩΔΕ	Βε
15	Επταχώρι	860	1969	ΔΕΗ	Βμ	38	Πηλωσι	700	1962	ΔΕΗ	Βε, Χρ
16	Καλλιθέα	1080	1962	ΔΕΗ	Βγ, Χρ	39	Σιάτιστα	931	1950	ΥΠΕΧΩΔΕ	Βε
17	Καρπερό	510	1964	ΔΕΗ	Βγ	40	Σισσάνιο	860	1970	ΔΕΗ	Βε, Χρ
18	Καστοριά	651	1953	ΥΠΕΧΩΔΕ	Βμ, Βγ	41	Σπήλατο	900	1964	ΔΕΗ	Εγ
19	Καστοριά	690	1962	ΔΕΗ	Βγ	42	Τρίβουνο	1250	1962	ΔΕΗ	Βγ, Χρ
20	Κηπουριά	868	1962	ΔΕΗ	Βμ	43	Τσοτύλιο	862	1961	ΥΠΕΧΩΔΕ	Βγ
21	Κλειτσούρα	1250	1970	ΔΕΗ	Βμ	44	Φλώρινα	660	1950	ΕΜΥ	Βε, Βγ
22	Κοζάνη	687	1953	ΥΠΕΧΩΔΕ	Βμ, Βγ	45	Χαλαρά	580	1962	ΔΕΗ	Εγ, Χρ
23	Κρανιά	952	1954	ΙΔΕ	Βμ, Βγ						

Υπόμνημα

Βμ: Βροχόμετρο, Βγ: Βροχογράφος,  
Χρ: Χιονόμετρο, Εξ: Εξατμισόμετρο

### 6.3.3 Υδρομετρικό δίκτυο

Οι υδρομετρικοί σταθμοί του Μέσου και Ανω Αλιάκμονα φαίνονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 6.11. Από αυτούς οι σταθμοί των θέσεων Μονή Ιλαρίωνας, Σιατιστά, Βενέτικος (Γέφυρα Γρεβενών) έχουν τις πιο αξιόπιστες παραχομετρικές και σταθμηγραφικές παρατηρήσεις, οι οποίες έχουν επιτρέψει την κατασκευή αξιόπιστων καμπύλων στάθμης-παροχής. Τα πρώτα χρόνια λειτουργίας των σταθμών υπήρχε μόνιμα εγκατεστημένος παρατηρητής σε κάθε μία από τις 3 θέσεις, με αποτέλεσμα τις συχνές και μερικές φορές υψηλές υδρομετρήσεις που βοήθησαν πολύ στην κατασκευή των καμπύλων στάθμης-παροχής. Στην θέση Κορομηλιά υπάρχουν από το 1978 σποραδικές υδρομετρήσεις από το 1979 εγκαταστάθηκε σταθμηγράφος που όμως λειτουργεί πλημμελώς με κενά μεγάλης χρονικής διάρκειας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.11

Υδρομετρικοί σταθμοί σε λειτουργία του π. Αλιάκμονα  
ανάτη του φράγματος Πολύφουτου

Όνομασία σταθμού	Φορέας	Περίοδος λειτουργίας	Είδος οργάνων
Μονή Ιλαρίωνος	ΔΕΗ	1962-	Σμ-Σγ-Μπ-Φυ
Σιατιστά	ΔΕΗ	1962-	Σμ-Σγ-Μπ-Φυ
Γέφυρα Κορομηλιάς	ΔΕΗ	1962-	Σμ-Σγ-Μπ
Γέφυρα Νεστόριου	ΔΕΗ	1961-	Σμ-Σγ-Μπ

Επεξήγηση Συμβόλων: Σμ = Σταθμήμετρο  
Σγ = Σταθμηγράφοι  
Μπ = Μέτρηση Παροχής  
ΜΦ = Μέτρηση Φερτών υλών

Τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα πάρθηκαν από το Μητρώο Υδρομετρικών Σταθμών της Χώρας του Υπουργείου Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας. Ένα σοβαρό φαινόμενο που παρατηρήθηκε στην συγκεκριμένη λεκάνη είναι ότι αναφέρεται ότι γίνονται μετρήσεις φερτών υλών στο μητρώο, αλλά στην πράξη κανείς δεν τις πραγματοποιεί. Συγκεκριμένα στην θέση Σιάτιστα υπάρχουν όργανα σύγχρονα μεγάλης αξίας, που δεν έχουν χρησιμοποιηθεί ποτέ. Διαπιστώθηκε άγνοια της χρήσης τους και έλλειψη κατάλληλου προσωπικού για την λειτουργία τους. Υπάρχει ένα φιλότιμο συνεργείο που δεν επαρκεί για να ανταπεξέλθει στις ανάγκες που υπάρχουν σ αυτήν την λεκάνη αλλά και στις άλλες για τις οποίες είναι υπεύθυνο.

Η πυκνότητα του υδρομετρικού δικτύου με την υπάρχουσα κατάσταση είναι:

1 σταθμός ανά 1256 km<sup>2</sup>

Η αναλογία αυτή είναι μικρή σε σχέση με τις τιμές που αναφέρονται στον πίνακα 5.3 και υποδεικνύουν 1 σταθμό για 300-1000 km<sup>2</sup>.

Εκτός από τις θέσεις που έχουν αναφερθεί, στο χωριό Σισάνιο υπάρχουν τρία σταθμήμετρα και πραγματοποιούνται μετρήσεις παροχής. Οι μετρήσεις αυτές ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες δεν πρέπει να είναι αξιόπιστες. Η έλλειψη αξιοπιστίας οφείλεται στο ότι δεν υπάρχει κατάλληλη θέση που να εκπληρεί τους κανόνες για μετρήσεις παροχής. Οι παροχές είναι χαμηλές όπως επίσης και τα βάθη ροής είναι μικρά επομένως οι μετρήσεις που πραγματοποιούνται με μιλίσκο δεν είναι αντιπροσωπευτικές. Ο πυθμένας του υδατορεύματος στα περισσότερα σημεία του έχει έντονη υδρόβια ανάπτυξη και υπάρχουν πολλά εμπόδια στην ροή του νερού (βλέπε σελ. 32 Παραρτήματος).

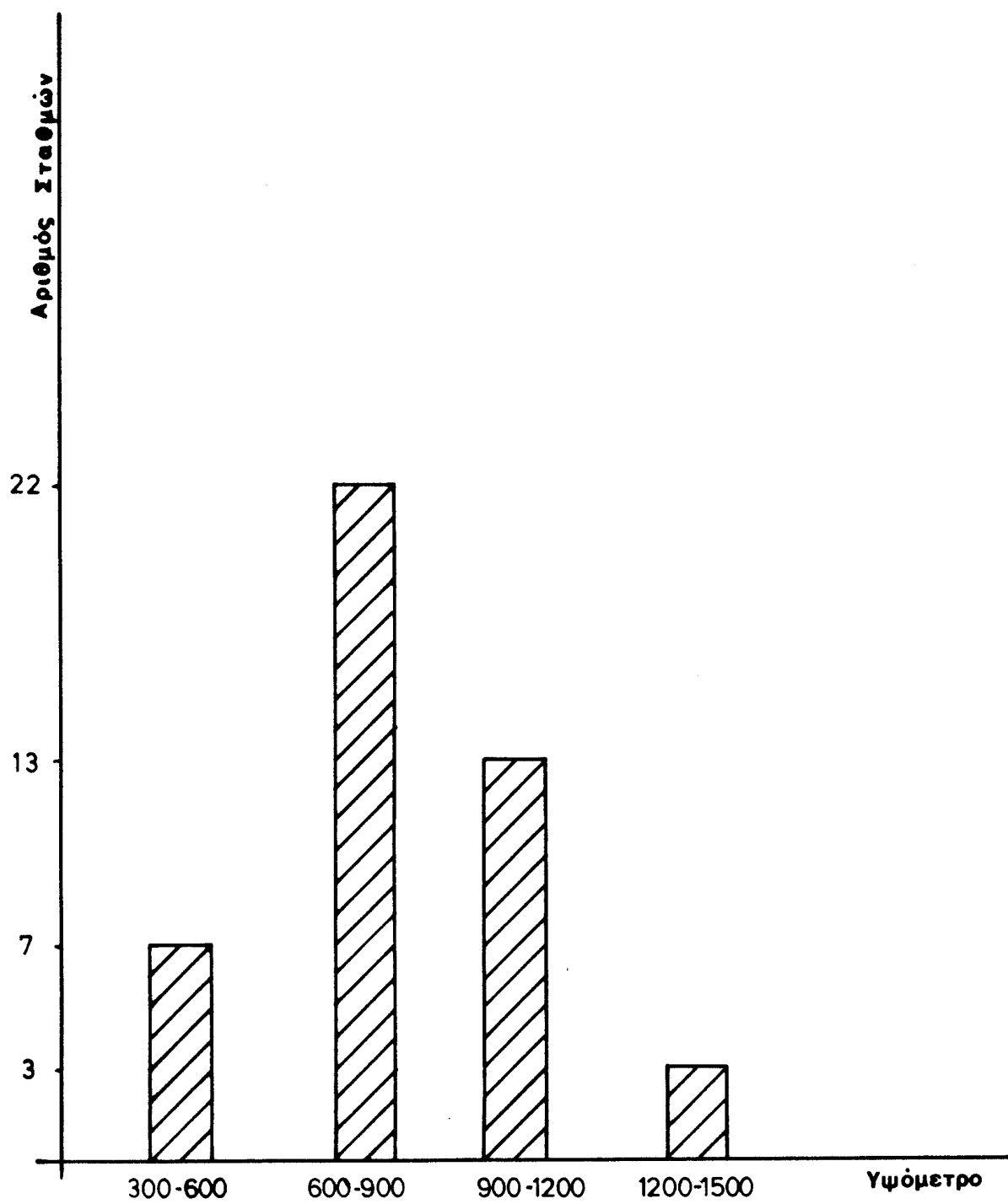
Στη Γέφυρα Γρεβενών στον ποταμό Βενέτικο του οποίου η λεκάνη παρουσιάζει αυξημένες βροχοπτώσεις η θέση του σταθμηγράφου ήταν ακριβώς κάτω από την γέφυρα. Όπως φαίνεται και στα slides που έχουν τραβηχτεί η θέση αυτή βρίσκεται αμέσως μετά από στροφή του ποταμού και σε σημείο όπου οι όχθες του ποταμού είναι βράχια με πρηνή μεγάλων κλίσεων. Τα πρηνή των βράχων δημιουργούν μία τοπική στένωση, με αποτέλεσμα την απότομη αύξηση της στάθμης και της ταχύτητας του νερού ιδιαίτερα σε πλημμυρικές παροχές με συνέπεια την πρόκληση βλαβών στο σταθμήμετρο και την συχνή διακοπή της λειτουργίας του. Η θέση του νέου σταθμού είναι 100 m ανάντη της γέφυρας των Γρεβενών και κρίνεται ως ικανοποιητική (Βλέπε σελ. 34 Παραρτήματος).

Στους σταθμούς που αναφέρθηκαν (Μ. Ιλαρίωνος, Σιάτιστα και Γεφ. Γρεβενών) υπάρχει σύστημα εναέριων καλωδίων για μετρήσεις παροχής εναέρια. Στις θέσεις Σιάτιστα και Γεφ. Γρεβενών (Βενέτικος) οι σταθμηγράφοι είναι με σωλήνες ενώ στην θέση Μ. Ιλαρίωνα με φρεάτιο. Σ όλες τις θέσεις υπάρχει σύστημα τηλεμετάδοσης των μετρήσεων, η λειτουργία του όμως έχει εγκαταλειφθεί γιατί μετά την εγκατάσταση του δεν υπήρχε το κατάλληλο προσωπικό να οργανώσει και να επιβλέπει την λειτουργία του. Επίσης υπάρχει εγκατεστημένος σταθμηγράφος στην γέφυρα Παναγιάς που βρίσκεται στην μέση της απόστασης από την εκβολή του π. Βενέτικου μέχρι την θέση του σταθμού Μονή Ιλαρίωνος, η θέση αυτή είναι πολύ καλή για λειτουργία σταθμού (Βλέπε σελ. 34 Παραρτήματος). Παρατηρήθηκε ότι κατά την διάρκεια των μετρήσεων παροχής δεν υπήρχε η απαιτούμενη χρονική κλίμακα μετρήσεων. Η επιθυμία της γρήγορης ολοκλήρωσης των υδρομετρήσεων οδήγούσε στην μείωση του χρόνου παραμονής του μυλίσκου μέσα στο νερό, στο μισό της κανονικής του διάρκειας.

Η έρευνα για την επιλογή κατάλληλης θέσης κατασκευής καινούργιου φράγματος οδήγησε τους μελετητές σε ερευνητικές γεωτρήσεις στην κοίτη στις όχθες και στην γύρω περιοχή σε πολλές θέσεις του ποταμού.

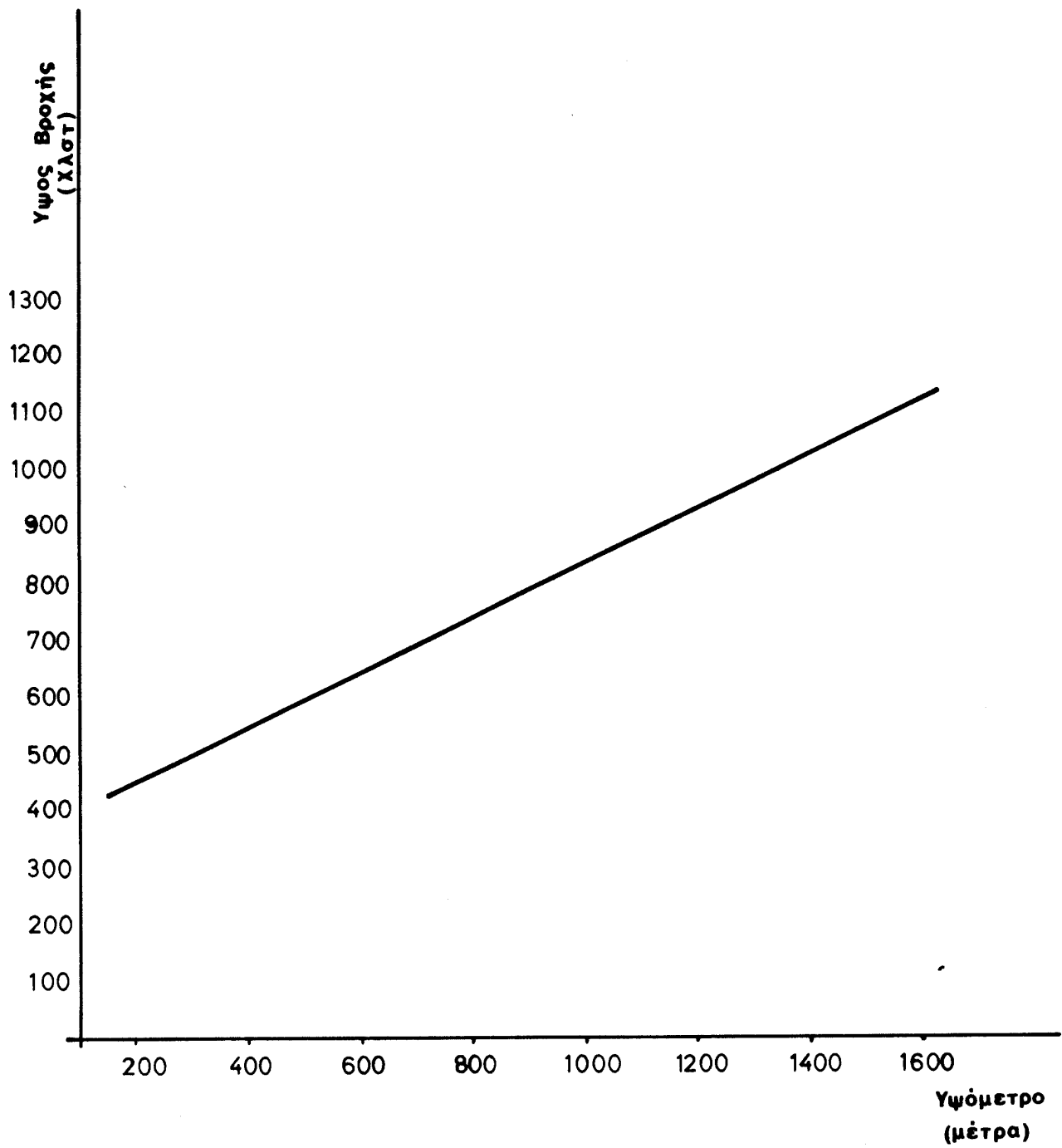
Μία από τις γεωτρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν ακριβώς στην θέση που είναι εγκατεστημένος ο σταθμηγράφος και τα σταθμήμετρα της θέσης Μ. Ιλαρίωνα. Για την πραγματοποίηση της γεώτρησης μέσα στην κοίτη έγινε τεχνητή επίχωση (ρήψη μπαζών) μέσα στην κοίτη του ποταμού ώστε να μπορέσει το γεωτρύπανο να φτάσει στην μέση της κοίτης. Μετά το πέρας των εργασιών το επίχωμα στον ποταμό υφίσταται ακόμη, περιμένοντας κάποιες πλημμύρες για να τον παρασύρουν. Μέχρι τότε θα δημιουργεί αρνητικές επιρροές στην μέτρηση της στάθμης της παροχής και κατά συνέπεια θα μεταβάλλει την σχέση στάθμης παροχής του σταθμού (βλέπε σελ. 31 Παραρτήματος).

Η λειτουργία του υδρομετρικού δικτύου του π. Αλιάκμονα θεωρείται ικανοποιητική και τα στοιχεία που συλλέγονται αξιόπιστα. Η βελτίωση του δεν έχει άμεση σχέση με τα όργανα και την ποιότητα του σημερινού ανθρώπινου δυναμικού. Το σημαντικό πρόβλημα είναι ο αριθμός των παρατηρητών και των εργαζομένων στα συνεργεία υδρομετρήσεων. Πολλοί από τα μέλη των συνεργείων είναι σε ηλικία για σύνταξη επομένως αν δεν προβλεφθεί η επάνδρωση των συνεργείων από νέο προσωπικό με κατάλληλη ενημέρωση σύντομα θα υπάρξει έντονο πρόβλημα.



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.3**

**Κατανομή Βροχομετρικών Σταθμών π.Αλιάκμονα  
ανάλογα με το υψόμετρο**



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6.4**

**Σχέση Βροχόπτωσης - Υψομέτρου της λεκάνης του π.Αλιάκμονα**

## Κεφ. 7 Συμπεράσματα - Προτάσεις

### 7.1 Γενικές διαπιστώσεις

Η μελέτη των κανονισμών που εφαρμόζονται διεθνώς για την οργάνωση, εγκατάσταση και λειτουργία των υδρομετεωρολογικών μετρητικών δικτύων και η συγκριτική μελέτη της υπάρχουσας κατάστασης στον Ελληνικό χώρο μας οδηγεί σε χρήσιμες διαπιστώσεις και συμπεράσματα. Η ποικιλομορφία των γεωλογικών σχηματισμών της χώρας μας σε συνάρτηση με την ποικιλία των κλιματολογικών συνθηκών επιβάλλει μια προσεκτική αντιμετώπιση του προβλήματος της οργάνωσης των υδρομετεωρολογικών υπηρεσιών.

Η εφαρμογή των γενικών κανόνων αλλά και των πρακτικών που εφαρμόζονται παγκοσμίως πάνω στις υδρολογικές πρακτικές πρέπει να μελετούνται και να προσαρμόζονται στα ελληνικά δεδομένα. Οι τοπικές κλιματολογικές και γεωμορφολογικές συνθήκες μας υποχρεώνουν να αυξήσουμε την πυκνότητα των εγκατεστημένων δικτύων και να εγκαθιδρύουμε σταθμούς για ειδικούς σκοπούς. Τέτοιοι σκοποί είναι η κατασκευή φράγματος σε μια λεκάνη με όχι ανεπτυγμένο δίκτυο, ο έλεγχος της αξιοπιστίας υφιστάμενων σταθμών, υδρολογική έρευνα Πανεπιστημίων και Οργανισμών.

Η μελέτη της πυκνότητας των εγκατεστημένων δικτύων που αναφέρεται στο Κεφ. 6 μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η όχι αποτελεσματική λειτουργία των υπάρχοντων δικτύων δεν είναι πρόβλημα ποσοτικό αλλά ποιοτικό.

Η ποιότητα των συλλεγομένων στοιχείων σε πολλές περιπτώσεις είναι πολύ χαμηλή. Τα αναξιόπιστα στοιχεία οφείλονται κυρίως στους παρακάτω λόγους:

- α. Στην κακή θέση του σταθμού.
- β. Στην κακή ή περιορισμένη λειτουργία των οργάνων





ΣΧΗΜΑ 6.2

Υδρολογικός χάρτης λεκάνης π.Αλιάκμονα

- γ. Στην ελλιπή παρακολούθηση απο τον παρατηρητή, στην άγνοια του για τα πιθανά προβλήματα που μπορεί να εμφανιστούν στα όργανα.
- δ. Στην έλλειψη υδρολόγων επιθεωρητών.
- ε. Στην έλλειψη συντονισμού και προγραμματισμού των υδρολογικών υπηρεσιών των διαφόρων φορέων.

Είναι συχνό το φαινόμενο η θέση του σταθμού να μην ορίζεται απο έμπειρους Υδρολόγους Μηχανικούς βάσει των κανονισμών εγκατάστασης τους. Η επιλογή της θέσης μπορεί να έχει γίνει απο την προτροπή κάποιου πλιτικού προσώπου που για γνωστούς λόγους θέλησε να τοποθετηθεί σταθμός στο συγκεκριμένο χωριό. Ένα άλλο φαινόμενο είναι το βόλεμα και η αδιαφορία, δηλαδή ο παρατηρητής αυθαιρέτα χωρίς να ενημερώσει κανέναν και φυσικά εφόσον δεν υπάρχει κανείς να τον ελέγχει μεταφέρει το μετρητικό όργανο τόσο κοντά στο σπίτι του, ώστε να μην κουράζεται να πηγαίνει στην ενδεδειγμένη θέση. Έχουν βρεθεί βροχόμετρα μέσα σε αυλές, δίπλα σε δέντρα και σχεδόν κάτω απο βεράντες.

Διαπιστώθηκε να μην λειτουργεί βροχογράφος και βροχόμετρο για ενάμιση μήνα επειδή η παρατηρήτρια έλειπε διακοπές χωρίς να ενημερώσει κανέναν. Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της αδιαφορίας που χαρακτηρίζει μερικούς απο τους παρατηρητές. Σ'άλλη περίπτωση βρέθηκε ταινία βροχογράφου τοποθετημένη ανάποδα. Το στόμιο βροχομέτρου ήταν γεμάτο απο φύλλα τα οποία ο παρατηρητής δεν είχε "παρατηρήσει", ο καταγραφέας βροχογράφου δεν είχε μελάνι και ο παρατηρητής το είδε όταν του ζητήθηκε να ελεγχθεί το όργανο.

Σε θέση υδρομετρικού σταθμού με σταθμήμετρα, σταθμηγράφο που πραγματοποιούνται μετρήσεις παροχής και φερτών υλών, κατά τη διάρκεια των μετρήσεων παροχής διαπιστώθηκε οτι ο παρατηρητής δεν είχε επισκεφτεί τον σταθμό τις τρεις προηγούμενες μέρες. Ολα αυτά τα παραδείγματα δεν είναι αόριστες αναφορές, είναι συγκεκριμένα

πραγματικά φαινόμενα που έχουν παρατηρηθεί και δίνουν μια εικόνα για την χαλαρή εποπτεία των σταθμών, την ελλιπή ενημέρωση των παρατηρητών και την γενικότερη αδιαφορία των φορέων.

Η έλλειψη ενδιαφέροντος δεν είναι μόνο χαρακτηριστικό λίγων παρατηρητών. Η βασική ευθύνη ανήκει στα κέντρα λήψης αποφάσεων των διαφόρων υπηρεσιών. Έχουν βρεθεί περιπτώσεις που ο παρατηρητής αν και αγράμματος έχει αναφέρει και ζητήσει την επισκευή του οργάνου που είναι υπεύθυνος και η υπηρεσία δεν έχει ανταποκριθεί έγκαιρα. Σε υδρομετρικό σταθμό υπάρχουν πανάκριβα όργανα μέτρησης φερτών υλών τα οποία το συνεργείο μέτρησης παροχής αγνοεί την λειτουργία τους. Επίσης στο ίδιο δίκτυο υπάρχουν εγκατεστημένο σύστημα τηλεμετάδοσης των καθημερινών ενδείξεων στάθμης, αυτό το σύστημα έχει να λειτουργήσει απο την ημέρα της εγκατάστασης του.

Αυτά τα παραδείγματα αναφέρονται ως χαρακτηριστικό δείγμα για την έλλειψη οργάνωσης στις διάφορες υπηρεσίες. Είναι έντονη η έλλειψη ειδικά εκπαιδευμένου προσωπικού που να ασχολείται με την συντήρηση του εξοπλισμού, την ενημέρωση των παρατηρητών και την αρχειοθέτηση των συλλεγομένων στοιχείων. Ένα άλλο χαρακτηριστικό φαινόμενο που έχει παρατηρηθεί είναι η ύπαρξη σταθμών διαφορετικών υπηρεσιών στην ίδια θέση.

Το θετικό σ' αυτή την περίπτωση είναι ότι απο την ασυμφωνία των τιμών των συλλεγομένων στοιχείων διαπιστώνουμε την κακή λειτουργία ή την όχι σωστή τοποθέτηση των σταθμών. Το φαινόμενο αυτό αντικατοπτρίζει την ανεξάρτητη λειτουργία των υδρολογικών υπηρεσιών η οποία μειονεκτεί σε σχέση με την συντονισμένη λειτουργία τους.

Είναι χαρακτηριστικό το φαινόμενο σ' όλες τις υπηρεσίες που εξασκούν τις υδρολογικές δραστηριότητες να έχουν συσσωρευμένους υπαλλήλους σε θέσεις μη παραγωγικές αν όχι άχρηστες και στα σημεία που υπάρχει πραγματική ανάγκη οι ελλείψεις να είναι

τεράστιες. Το σημαντικότερο δεν είναι να υπάρχει τυπικά ένα μητρώο σταθμών που να παρουσιάζει υπο τύπον "βιτρίνας" τους υδρομετεωρολογικούς σταθμούς της χώρας αλλά ένα σύστημα υδρομετεωρολογικών σταθμών που να λειτουργεί αξιόπιστα και να προσφέρει αντιπροσωπευτικά στοιχεία των σημαντικών παραμέτρων για την αποδοτική διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας μας.

Είναι σημαντική η έλλειψη αντιπροσωπευτικής λεκάνης και σταθμών βάσης. Στον ενδιαφερόμενο υδρολόγο μηχανικό δεν δίνεται η δυνατότητα να αξιολογεί τους σταθμούς ενός δικτύου ή ολόκληρο το δίκτυο με κάποιους σταθμούς αναφοράς ή μια αντιπροσωπευτική λεκάνη.

Ετσι οδηγείται να κάνει συσχετίσεις μεταξύ των σταθμών ενός δικτύου οι οποίοι μπορεί να βρίσκονται σε ακατάλληλη θέση ή να μην εφαρμόζουν τους κανόνες καλής λειτουργίας.

## 7.2 Προτεινόμενη Οργάνωση των υδρολογικών υπηρεσιών

Είναι φανερό απο τα προηγούμενα ότι οι υδρολογικές και μετεωρολογικές υπηρεσίες πρέπει να είναι πολύ καλά συντονισμένες αν όχι συγκροτημένες σε ενιαίο φορέα για να εγγυώνται αξιόπιστα υδρολογικά στοιχεία με στόχο την αποτελεσματική διαχείριση των υδατικών πόρων. Επίσης πρέπει να υπάρχει συντονισμός ανάμεσα στις υπηρεσίες που ασχολούνται με τα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά. Είναι επίσης σημαντικό ο έλεγχος και η καθοδήγηση των υπηρεσιών να γίνεται απο κρατικό φορέα ώστε να εγγυάται την τυποποίηση, την ελαχιστοποίηση των προβλημάτων συντονισμού και την προσφορά αξιόπιστης υδρολογικής πληροφορίας.

Σε μια αναπτυσσόμενη χώρα με προσδοκώμενη την ανάπτυξη των υδατικών πόρων, είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει μια ολοκληρωμένη υδρολογική και μετεωρολογική υπηρεσία που να παρέχει τα βασικά στοιχεία, να εκδίδει τις υδρολογικές πληροφορίες και γενικά να ασχολείται με την οργάνωση των υπηρεσιών εκμετάλλευσης των υδατικών πόρων.

Η υπηρεσία πρέπει να είναι σε θέση να παρέχει εξειδικευμένες παρατηρήσεις κατάλληλες για την ανάπτυξη των υδατικών πόρων και των υπηρεσιών διαχείρισής τους. Επίσης να αναλαμβάνει την έρευνα σχετικά με τις ανατιθέμενες δραστηριότητες.

Οι ερευνητικές της αρμοδιότητες δεν πρέπει να περιορίζονται απο άλλες έρευνες Πανεπιστημίων ή Ινστιτούτων. Η γενική αρχή στην οποία πρέπει να δίνουν έμφαση αυτές οι υπηρεσίες είναι η οργανωτική τους δομή.

Στον Ελλαδικό χώρο, όπως αναφέρθηκε στο κεφ.2, οι Υδρολογικές Υπηρεσίες είναι ανεξάρτητες απο τις Μετεωρολογικές και δεν συνιστούν έναν ενιαίο φορέα. Η επιτακτική ανάγκη της σωστής διαχείρισης των υδατικών πόρων επιβάλλει τον συντονισμό των διαφόρων φορέων που διενεργούν τις υδρολογικές υπηρεσίες. Το

ερώτημα είναι ποιός θα αναλάβει την ευθύνη του σωστού συντονισμού και κατ'επέκταση της ορθής και αποτελεσματικής διαχείρισης των υδατικών πόρων της χώρας μας. Η απάντηση στο παραπάνω ερώτημα είναι ευκολότερη απο την απάντηση του ερωτήματος αν ο κάθε φορέας εκτελεί ορθά τις υδρολογικές του υπηρεσίες.

Ο συντονισμός των υπηρεσιών, η ταξινόμηση και διαχωρισμός των αρμοδιοτήτων της κάθε ενδιαφερόμενης υπηρεσίας μπορεί να γίνει απο μια επιτροπή υπό τον έλεγχο του Υπουργείου Βιομηχανίας Ενέργειας και Τεχνολογίας. Τα μέλη της Επιτροπής Συντονισμού Υδρολογικών Υπηρεσιών μπορεί να είναι εκπρόσωποι των ενδιαφερομένων φορέων: ΔΕΗ, ΥΠΕΧΩΔΕ, ΥΠΓΕ, ΕΜΥ, ΕΥΔΑΠ, Υπ. Βιομηχανίας και Τεχνολογίας, καθώς επίσης και κάποιοι επιστημονικοί σύμβουλοι απο τον Πανεπιστημιακό χώρο.

Η Επιτροπή αυτή θα έχει ως βασική της υπευθυνότητα τον έλεγχο των υπηρεσιών, τον διαχωρισμό των αρμοδιοτήτων, την ευθύνη για τη λήψη αποφάσεων σε εθνικό επίπεδο, τον συντονισμό όλων των ενεργειών για την αποτελεσματικότερη λειτουργία των υδρολογικών υπηρεσιών και την προώθηση προγραμμάτων έρευνας στον επιστημονικό χώρο της υδρολογίας και της διαχείρισης των υδατικών πόρων.

Τα αποτελέσματα των προσπαθειών της επιτροπής αυτής δεν θα φανούν αν οι διάφορες υπηρεσίες δεν αναβαθμιστούν. Η αναβάθμιση και ο εκσυγχρονισμός των υδρολογικών υπηρεσιών είναι αναγκαίο να ξεκινήσει απο την βάση. Η σειρά όργανα-παρατηρητές-στοιχεία-έλεγχος-καταχώρηση-ενημέρωση-επεξεργασία θα πρέπει να εξεταστεί και να αναπτυχθεί ολοκληρωμένα.

#### α. Παρατηρητές

Οι παρατηρητές δεν θα πρέπει να είναι αναλφάβητοι, ηλικιωμένοι ή με σωματικά προβλήματα, ώστε να μπορούν να εκτελούν τα καθήκοντά τους. Μια αύξηση της αποζημίωσης τους και ένα ενημερωτικό σεμινάριο όταν αναλαμβάνουν τον σταθμό είναι δυο στοιχεία τα

οποία οδηγούν στην καλή και συνεχή λειτουργία ενός σταθμού. Πρέπει να υπάρχει μια τυποποιημένη μορφή στις οδηγίες για την εκτέλεση μετρήσεων προς τους παρατηρητές όλων των υπηρεσιών. Κάθε υπηρεσία θα πρέπει να επανδρωθεί με το κατάλληλο επιστημονικό προσωπικό που θα φροντίζει την σωστή συλλογή των πρωτογενών υδρολογικών στοιχείων. Οι κεντρικές υπηρεσίες κάθε φορά δεν πρέπει να ασχολούνται μόνο με την αρχειοθέτηση και επεξεργασία των στοιχείων που τους στέλνουν.

Είναι άσκοπο να αρχειοθετείς και να επεξεργάζεσαι λανθασμένα ή ψεύτικα στοιχεία, γι' αυτό θα πρέπει να προγραμματίζονται τακτικές επιθεωρήσεις στους υδρομετεωρολογικούς σταθμούς. Οι επιθεωρήσεις αυτές θα έχουν σαν σκοπό την ενημέρωση των παρατηρητών στα τρέχοντα περιστατικά, τον έλεγχο της καλής λειτουργίας των οργάνων, την διαπίστωση της ευσυνειδησίας και υπευθυνότητας τους. Το σημαντικότερο όμως είναι η καλλιέργεια του κλίματος ότι η συλλογή των υδρολογικών στοιχείων και η παρακολούθηση των φαινομένων είναι πολύ σημαντική εργασία για την σωστή διαχείριση των υδατικών πόρων και για την εθνική οικονομία. Έτσι ο παρατηρητής δεν θα αισθάνεται ξεχασμένος, θα νοιώθει την αξία της απασχόλησής του και θα αναβαθμίσει αυτόματα το ρόλο του.

#### β. Οργανα

Ο εξοπλισμός των υδρομετεωρολογικών σταθμών πρέπει να ανταποκρίνεται στον σημαντικό ρόλο της συλλογής υδρομετεωρολογικών δεδομένων.

Σε πολλές περιπτώσεις απο τις επισκέψεις που πραγματοποιήθηκαν διαπιστώθηκε η έλλειψη οργάνων, η κακή λειτουργία τους, η λανθασμένη τοποθέτησή τους και μερικές φορές η μη χρησιμοποίησή τους. Όλα αυτά οδηγούν στο να παρθούν μέτρα για την αντικατάσταση, συντήρηση και τον έλεγχο καλής λειτουργίας των διαφόρων οργάνων. Πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή στην σωστή ρύθμιση των ωρολογιακών μηχανισμών των βροχογράφων και

σταθμηγράφων. Είναι σημαντικό να φαίνεται στις ταινίες των βροχογράφων και σταθμηγράφων οι ημερομηνίες και οι ακριβείς ώρες τοποθέτησης και εξαγωγής των ταινιών.

Μια λύση για την αποφυγή λαθών χρονικής κλίμακας είναι η αντικατάσταση των ρολλών και των μηνιαίων ταινιών με εβδομαδιαίες. Κάθε φορέας θα πρέπει να έχει οργανωμένο τμήμα που θα φροντίζει για την συντήρηση στον έλεγχο και την αντικατάσταση του εξοπλισμού των υδρομετεωρολογικών σταθμών. Είναι αναγκαίο να γίνει μια ευρύτερη μελέτη για την σωστή θέση των σταθμών. Η κατάργηση ενός σταθμού θα πρέπει να γίνεται παράλληλα με την ίδρυση ενός νέου σε καταλληλότερη θέση.

Οι κεντρικές υπηρεσίες είναι σκόπιμο να δημιουργήσουν όπου δεν υπάρχουν τοπικά γραφεία συλλογής υδρομετεωρολογικών στοιχείων. Τα γραφεία αυτά θα πρέπει να διαθέτουν κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό και τον απαραίτητο εξοπλισμό ώστε να ανταποκρίνονται στην απαίτηση της συνεχούς και καλής λειτουργίας των υδρομετεωρολογικών σταθμών.

Είναι αναγκαία η δημιουργία μιας τουλάχιστον αντιπροσωπευτικής λεκάνης στη χώρα μας και ενός σταθμού βάσης σε κάθε υδρολογική λεκάνη. Τα υδρολογικά προβλήματα και η ανάπτυξη των υδατικών πόρων επιβάλλουν την ανάπτυξη και το συντονισμό των υδρολογικών δικτύων. Σημαντικό βήμα στην ανάπτυξη και τον συντονισμό των δικτύων πρέπει να θεωρηθεί η εγκαθίδρυση, σταθμών βάσης σε κάθε δίκτυο και μιας τουλάχιστον αντιπροσωπευτικής λεκάνης.

Τα αποτελέσματα της ενοποιημένης ή συντονισμένης λειτουργίας των υδρολογικών δικτύων συνοψίζονται στα παρακάτω:

- α. Αξιοπιστία και αντιπροσωπευτικότητα των συλλεγομένων υδρολογικών στοιχείων



- β. Οικονομία στην εγκατάσταση και λειτουργία των μετρητικών σταθμών
- γ. Κατάλληλη υποδομή για ανάπτυξη της υδρολογικής έρευνας
- δ. Συντονισμός στον προγραμματισμό έργων διαχείρισης των υδατικών πόρων.

Οι υδατικές ανάγκες της χώρας μας αυξάνονται με την οικονομική ανάπτυξη. Έτσι τα υδρολογικά δίκτυα πρέπει να θεωρηθούν ως δυναμικά εξελισσόμενα συστήματα. Περιοδική αξιολόγηση των σταθμών και δικτύων πρέπει να γίνεται ώστε να λαμβάνεται υπόψη η επίδραση της νέας τεχνολογίας και οι εξελισσόμενες ανάγκες της υδρολογικής πληροφορίας.

### **7.3 Προτεινόμενες πρακτικές και διαδικασίες στην εφαρμοσμένη Υδρολογία**

Η ομοιομορφία και η τυποποίηση στις υδρολογικές πρακτικές και τις διαδικασίες διευκολύνουν την συνεργασία ανάμεσα στις υπηρεσίες και βοηθούν στην ανεύρεση πιο αποτελεσματικών λύσεων στα ποικίλα πεδία της εφαρμογής της υδρολογίας. Οι υδρομετεωρολογικοί σταθμοί στο βασικό δίκτυο πρέπει γενικά να λειτουργούν για μεγάλο χρονικό διάστημα π.χ το ελάχιστο 10 χρόνια, με σκοπό να εξασφαλίσουν ικανοποιητικές πληροφορίες στις τιμές των παρατηρούμενων παραμέτρων και στις στοχαστικές τους μεταβολές. Παράλληλα με τους σταθμούς των βασικών δικτύων, πρέπει να εγκαθίστανται υδρομετεωρολογικοί σταθμοί για ειδικούς σκοπούς. Η εγκατάστασή τους γίνεται για μια ορισμένη χρονική περίοδο και για ειδικές ερευνητικές ανάγκες. Σε όλους τους σταθμούς υπάρχει η απαίτηση της εξασφάλισης της συνεχούς και αξιόπιστης λειτουργίας και της κανονικής και αδιάκοπης εποπτείας.

Οι υδρομετεωρολογικοί σταθμοί πρέπει να προσδιορίζονται με την ονομασία, τις γεωγραφικές τους συντεταγμένες και την ονομασία της λεκάνης στην οποία ανήκουν. Επίσης είναι απαραίτητη μια ακριβής

και πρόσφατη περιγραφή των χαρακτηριστικών του σταθμού καθώς και τυχόν αλλαγών που συνέβησαν κατά τη διάρκεια εργασιών ή άλλων παραγόντων. Πρέπει να επιδιωχτεί η τυποποίηση στους χρόνους παρατηρήσεων μέσα σε μια λεκάνη απορροής, λαμβάνοντας υπ' όψη τα καταλληλότερα χρονικά διαστήματα που γίνονται οι παρατηρήσεις των στοιχείων.

Κάτω απο ειδικές συνθήκες πλημμυρών ή καταιγίδων πρέπει να γίνονται συχνότερες παρατηρήσεις των αντίστοιχων στοιχείων και να αναφέρονται αμέσως.

Η ορθότερη και ευκολότερη ερμηνεία των παρατηρούμενων φαινομένων επιβάλλει την στατιστική τους παρουσίαση όπως μέσες, μέγιστες και ελάχιστες τιμές, βαθμοί απόκλισης, συχνότητες κατανομών με πίνακες ή διαγράμματα.

Οι τιμές που προέρχονται απο στοιχεία που συλλέγονται σε σχετικά μικρές χρονικές περιόδους πρέπει να συγκρίνονται με εκείνες των μεγάλων περιόδων (30 χρόνια ή περισσότερο). Έτσι μπορεί ο μελετητής να εξετάσει το χαρακτήρα μιας πραγματικής περιόδου σε σχέση με τις προηγούμενες μακρόχρονες περιόδους συνήθων συνθηκών.

Τα στοιχεία που συλλέγονται θα πρέπει να δημοσιεύονται σε ετήσια βιβλία κάθε σταθμού και να αρχειοθετούνται σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Η τήρηση των βιβλίων ανά σταθμό διευκολύνει τον έλεγχο των στοιχείων, αναδεικνύει την σημασία τους και διευκολύνει τους μελετητές στην επεξεργασία τους. Ένα ετήσιο βιβλίο πρέπει να περιλαμβάνει ολοκληρωμένες πληροφορίες όλων των σταθμών (ονομασία, συντεταγμένες, λεκάνη απορροής, τα παρατηρούμενα φαινόμενα, τον χρόνο παρατήρησης, το μήκος των καταγραφών κ.α).

Τα πρωτογενή στοιχεία πρέπει να ελέγχονται από τις τοπικές υπηρεσίες και κατόπιν να αρχειοθετούνται και να στέλνονται στις Κεντρικές υπηρεσίες. Για την αποφυγή απωλειών των στοιχείων θα πρέπει να διατηρούνται αρχεία και στα τοπικά γραφεία και στις κεντρικές υπηρεσίες.

Η αναβάθμιση των υδρολογικών υπηρεσιών θα πρέπει να ξεκινήσει από την βάση. Το κατάλληλο προσωπικό πρέπει να "οργώσει" όλους τους σταθμούς, να τους αξιολογήσει, να προτείνει την κατάργηση τους αν χρειάζεται και την ίδρυση καινούργιων όπου είναι απαραίτητο. Η επιστημονική δραστηριότητα των ερευνητών, των Μηχανικών και των Πανεπιστημιακών δασκάλων θα πρέπει να επεκταθεί, ώστε να δημιουργηθούν κατάλληλες ομάδες Επιστημόνων Μηχανικών που θα φροντίζουν για την αξιόπιστη υδρολογική πληροφορία στην οποία στηρίζεται η υδρολογική έρευνα.

Την πρωτοβουλία για την αναβάθμιση των υδρολογικών υπηρεσιών θα μπορούσε να πάρει το Ε.Μ.Π. Παράλληλα με την υδρολογική έρευνα πρέπει να μεθοδεύσει την δημιουργία κατάλληλης υποδομής για την ανάπτυξη των υδρολογικών δικτύων. Η μελέτη για εγκαθίδρυση σταθμών βάσης και αντιπροσωπευτικής λεκάνης μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα στα πλαίσια ενός ερευνητικού προγράμματος. Η δημιουργία Ινστιτούτου συλλογής υδρολογικών στοιχείων θα βοηθούσε προς την κατεύθυνση αυτή. Η οργάνωση του Ινστιτούτου Συλλογής Υδρολογικών Πληροφοριών θα έχει την δυνατότητα να εγκαθιδρύσει πρόσθετους σταθμούς για τον έλεγχο και την αξιολόγηση υφιστάμενων σταθμών, όπου το επιβάλλει η υδρολογική έρευνα.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ

### Φωτογραφικό Υλικό

Σελ.	Θέμα
1	Γενική άποψη της περιοχής στην οποία βρίσκεται ο Μετεωρολογικός σταθμός Λιδορικού.
2	Γενική άποψη του Μετεωρολογικού Σταθμού Λιδορικού.
3	Μετεωρολογικός σταθμός φράγματος Μόρνου.
4	Βροχομετρικός σταθμός Καρούτων.
5	Βροχομετρικός σταθμός Συκιάς, Μαλανδρίνου.
6	Δυτική άποψη της περιοχής στην οποία βρίσκεται ο βροχομετρικός σταθμός Συκιάς.
7	Προτεινόμενη θέση για μεταφορά του Μ.Σ. Λιδορικού. Βροχομετρικός σταθμός Αθ. Διάκου.
8	Βροχομετρικός σταθμός Πυράς.
9	Νότια άποψη του χωριού Πυράς.
10	Βροχομετρικός σταθμός Καλοσκοπής.
11	Δυτική άποψη του χωριού Δάφνος.
12	Προτεινόμενη θέση για εγκατάσταση Μετεωρολογικού σταθμού Δάφνου.
13	Βροχομετρικός σταθμός Δάφνου.
14	Βροχομετρικός σταθμός Πενταγιών.
15	Προτεινόμενες περιοχές για μεταφορά του βροχομετρικού σταθμού Μαλανδρίνου.
16-17	Προτεινόμενη θέση υδρομετρικού σταθμού στην παλιά γέφυρα δρόμου Λευκαδιτίου-Κονιακού.
18-19	Ρέματα αριστερού κλάδου ποταμού Μόρνου.
20	Μετεωρολογικός σταθμός Γραμμένης ΟΞυάς.
21	Απόψεις χωριού Γραμμένης ΟΞυάς, Αράχωβας Ναυπακτίας.

- 22 Περιοχή Β.Σ. Αράχωβας Ναυπακτίας.
- 23 Βροχομετρικοί σταθμοί Αράχωβας-Ναυπακτίας, Δομνίστας.
- 24 Περιοχή βροχομετρικού σταθμού του χωριού Πλάτανος.
- 25 Βροχομετρικός σταθμός Πλατάνου.
- 26 Προτεινόμενη περιοχή εγκατάστασης υδρομετρικού σταθμού κατάντη της γέφυρας από Αράχωβα προς Περδικόβρυση.
- 27 Αποψη ανάντη της γέφυρας από Αράχωβα προς Περδικόβρυση.
- 28 Προτεινόμενες θέσεις εγκατάστασης Μετεωρολογικού σταθμού στην Αρτοτίνα και βροχομετρικού σταθμού στην Καλλονή.
- 29-30 Μετεωρολογικός σταθμός στην πόλη Swansea της Ουαλίας.
- 31 Υδρομετρικός σταθμός στον π. Αλιάκμονα, θέση Μ. Ιλαρίωνα.
- 32 Θέσεις μετρήσεων παροχής στις περιοχές Σισάνιο και Σιάτιστα του π. Αλιάκμονα.
- 33 Επεξηγήσεις φωτογραφιών σελ. 34
- 34 Υδρομετρικοί σταθμοί Γέφυρας Γρεβενών (π. Βενέτικος), Γέφυρας Παναγιάς (π. Αλιάκμονας).
- 35 Υδρομετρικός σταθμός του π. Αλιάκμονα στη θέση Σιάτιστα. Σταθμήμετρα στις θέσεις Σιάτιστα και Μ. Ιλαρίωνα.

Γενική άποψη της περιοχής στην οποία βρίσκεται ο Μ.Σ. Λιδορικού

Μ. Σ.





Γενική Άποψη Μ.Σ. Λιδορικίου



Μ.Σ. Λιδορικίου

Φαίνεται η μικρή απόσταση ( $\approx 3.0$  m) του κλωβού από το γειτονικό κτίριο



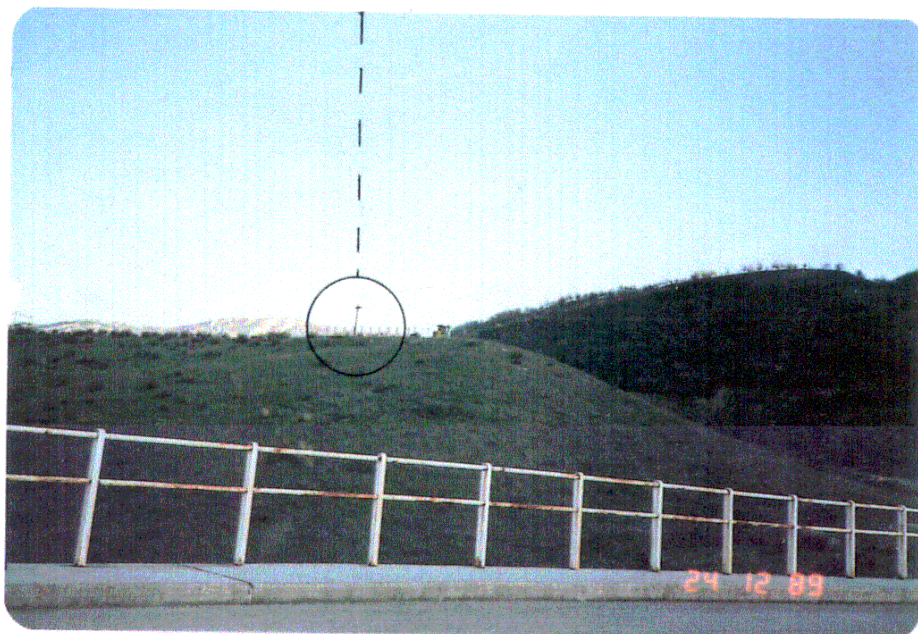
Μ.Σ. Φράγματος Μόρνου



Μ.Σ. Φράγματος Μόρνου

Φαίνεται η μικρή απόσταση του σταθμού από τον αναβαθμό του αναχώματος

Μ.Σ.



Β.Σ. Καρουτών



Βροχόμετρο



Β.Σ. Συκιάς

Βροχόμετρο



Β.Σ. Μαλανδρίνου



Δυτική άποψη χωριού Συκιάς



Προτεινόμενη θέση για μεταφορά του Μ.Σ. Λιδορικού



Περιοχή α' ορόφου κτιρίων Β.Σ. Αθ. Διάκου

Βροχογράφος



Εροχομετρικός σταθμός Πυράς.



Νότια άποψη χωριού Πυράς



Β. Σ. Πυράς





Βόρεια άποψη Β. Σ. Καλοσκοπής

Βροχογράφος

Βροχόμετρο



Βροχόμετρο



Δυτική όψη του χωριού Δάφνος (Η φωτογραφία έχει ληφθεί στην είσοδο του χωριού σε υψόμετρο 150 m ψηλότερα από την πλατεία)

Β. Σ.



Είσοδος προς χωριό Δάφνος. Από τη θέση αυτή λήφθηκε η προηγούμενη φωτογραφία



Προτεινόμενη θέση για μεταφορά Μ. Σ. Δάφνου



Β. Σ. Δάφνου



Β. Σ.

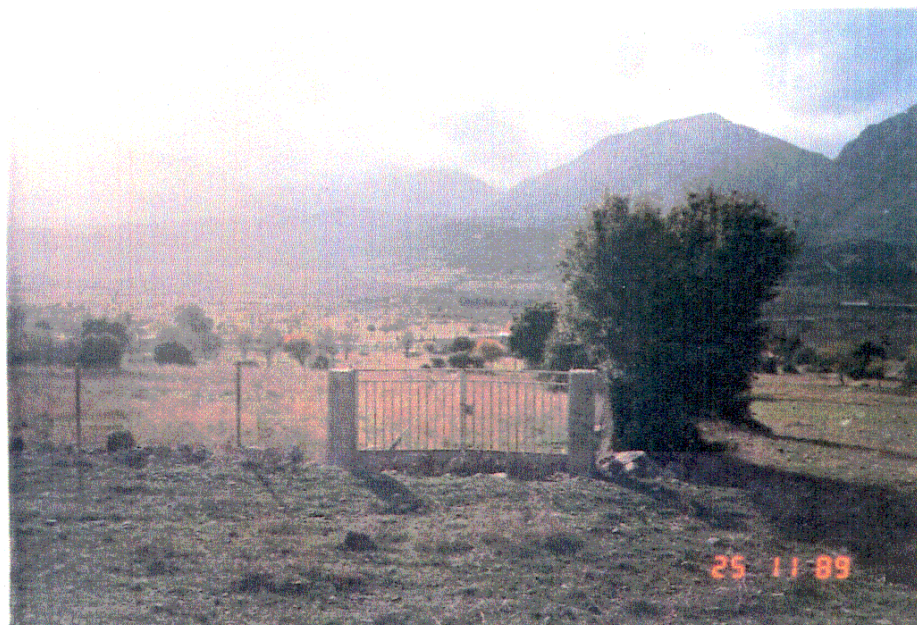


Β. Σ. Πενταγιών

Χώρος κεντρικής πλατείας του χωριού



Προτεινόμενες περιοχές για μεταφορά του Β.Σ. Μαλανδρίνου



Προτεινόμενη θέση υδρομετρικού σταθμού στην παλιά γέφυρα δρόμου Λευκαδιτίου - Κονιάκου (Οι φωτογραφίες έχουν ληφθεί από τα κατάντη)



Προτεινόμενη θέση υδρομετρικού σταθμού στην παλιά γέφυρα ορόμου Λευκαδιτίου-Κονιακού. (Οι φωτογραφίες έχουν ληφθεί από τα κατάντη)





Ρέματα αριστερού κλάδου ποταμού Μόρνου

Όλες οι θέσεις είναι ακατάλληλες για εγκατάσταση υδρομετρικού σταθμού



Ρέμα αριστερού κλάδου ποταμού Μόρνου

Η θέση είναι ακατάλληλη για εγκατάσταση υδρομετρικού σταθμού



Μ. Σ. Γραμμένης Οξυάς



Μ. Σ.



Νοτιοδυτική άποψη χωριού Γραμμένης Οξυάς



Άποψη της περιοχής της Αράχωβας Ναυπακτίας



Περιοχή Β.Σ. Αράχωβας Ναυπακτίας

Β. Σ.



Β. Σ.



Β. Σ. Αράχωβας Ναυπακτίας



Β. Σ. Δομνίστας



Άποψη της λεκάνης ποταμού Ευήνου στην περιοχή του χωριού Πλάτανος



Χωριό Πλάτανος (Φαίνεται η περιοχή του βροχομετρικού σταθμού)



Β. Σ. Πλατάνου





Προτεινόμενη περιοχή εγκατάστασης υδρομετρικού σταθμού κατόπιν της γέφυρας από Αράχωβα προς Περδικόβρυση



Άποψη ανάντη της γέφυρας από Αράχωβα προς Περδικόβρυση. Η θέση αυτή δεν προτείνεται για ίδρυση υδρομετρικού σταθμού



Αρτοτίνα

Προτεινόμενη θέση εγκατάστασης πλήρους Μ. Σ.



Καλλονή

Προτεινόμενη θέση εγκατάστασης Β. Σ.



Μετεωρολογικός σταθμός σε πόλη της Αγγλίας.



Μετεωρολογικός σταθμός σε πόλη της Αγγλίας.

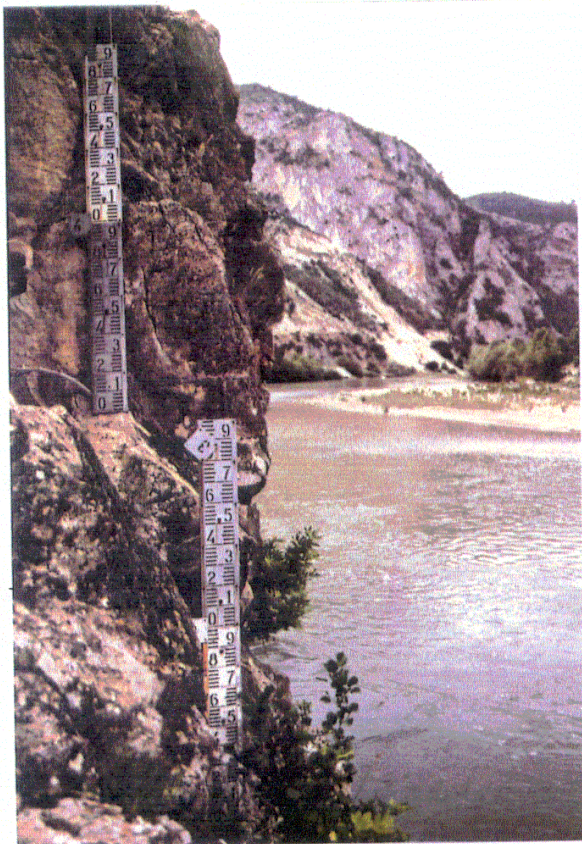


Υδρομετρικός Σταθμός στον Αλιάρκωνα, θέση Σιατίσιτα



ΣΤΑΘΜΗΜΕΤΡΑ

θέση Μ. Ιλαρίωνα



θέση Σιατίσιτα



## Επεξηγήσεις των φωτογραφιών της επόμενης σελίδας

### Φωτογραφία 1

Παλαιά θέση σταθμηγράφου στην Γέφυρα Γρεβενών στον π. Βενέτικο. Η θέση έχει φωτογραφηθεί από ανάντη.

### Φωτογραφία 2

Είναι η ίδια θέση με αυτή της φωτογραφίας 1, αλλά η φωτογράφιση έχει γίνει από κατόντη.

### Φωτογραφία 3

Νέα θέση σταθμηγράφου και σταθμημέτρων στον π. Βενέτικο 100 m ανάντη από την παλαιά θέση.

### Φωτογραφία 4

Σταθμηγράφος και σταθμήμετρα στην θέση Παναγιά στον π. Αλιάκμονα.



1



2

4

3





Μέτρηση παροχής σε παραποταμο του Αλιάκμονα, θέση Σισόνιο

Ανάντη



Γατάντη



Μέτρηση παροχής στον Αλιάκμονα, θέση Σιάτιστα



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Θ. Ξανθόπουλος, 1987, "Εισαγωγή στην Τεχνική Υδρολογία".
- Δ. Κουτσογιάννης - Ν. Σταυρίδης - Σ. Ρώτη, 1990, Ερευνητικό έργο "Διερεύνηση προσφερομένων δυνατοτήτων για την ενίσχυση της ύδρευσης μείζονος περιοχής Αθηνών".
- Θ. Ξανθόπουλος - Δ. Κουτσογιάννης, 1988, Ερευνητικό έργο "Υδρολογική διερεύνηση υδατικού διαμερίσματος Θεσσαλίας".
- Guide to Hydrological Practices, Data Acquisition and Processing. W.M.O. No 168, Geneva 1981.
- Langbein W.B., 1972: Casebook on Hydrological Network Design Practice. W.M.O. No 324, Geneva.
- I.S.O 110, 1973: Liquid flow measurement in open channels - Establishment and operation of a gauging station and determination of the stage - discharge relation. International Organization for Standardization.
- I.S.O 748, 1979: Liquid flow measurement in open channels by velocity area methods. International Organization for Standardization.
- I.S.O 1088, 1973: Collection of data for determination of errors in measurement by velocity area methods. International Organization for Standardization.
- I.S.O 4375, 1979: Measurement of liquid flow in open channels - Cableway system for stream gauging.