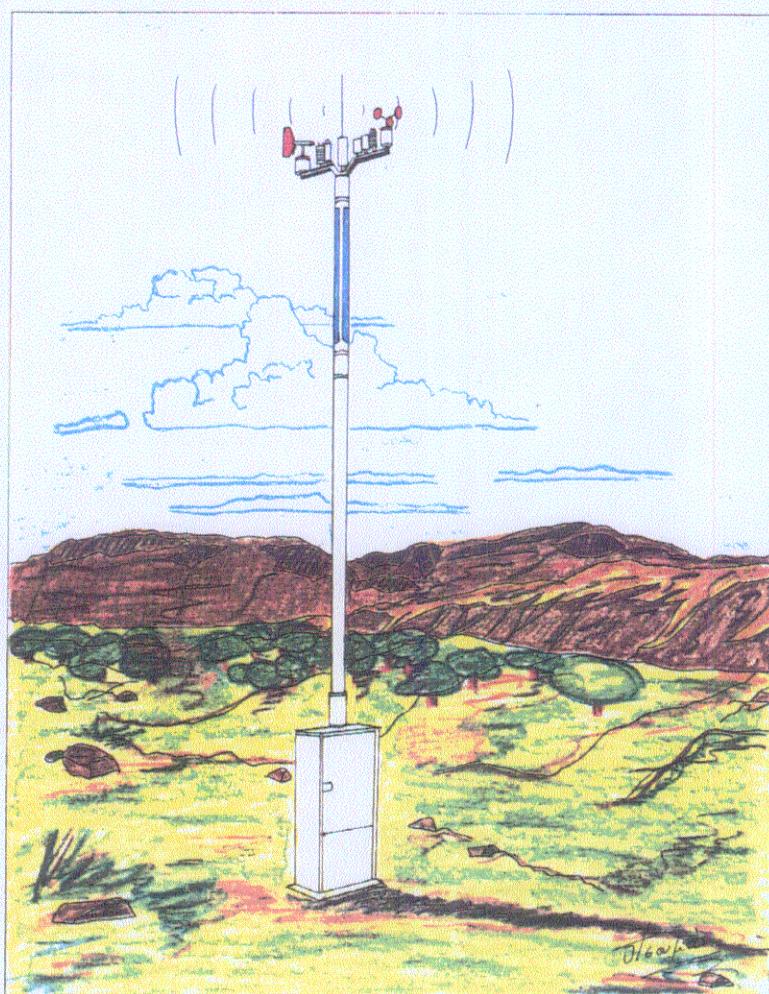


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ,
ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ
ΣΤΑΘΜΟΣ Ε.Μ.Π. ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗΣ
ΖΩΓΡΑΦΟΥ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Ουρανία Τσουμάνη

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
Δ. Κουτσογιάννης, Λέκτορας

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελ.
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΚΕΦ.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1 Περιγραφή του θέματος.....	3
1.2 Γενικοί στόχοι.....	3
ΚΕΦ.2 ΑΥΤΟΜΑΤΟΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	
2.1 Εισαγωγή.....	5
2.1.1 Ορισμός.....	5
2.1.2 Γενικά.....	5
2.1.3 Τύποι αυτόματων σταθμών.....	6
2.1.4 Σύνθεση ενός αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού.....	9
2.2 Αισθητήρες.....	10
2.2.1 Γενικά.....	10
2.2.2 Γενικές απαιτήσεις.....	10
2.2.3 Ατμοσφαιρική πίεση.....	13
2.2.4 Θερμοκρασία.....	14
2.2.5 Υγρασία.....	15
2.2.6 Ανεμος.....	16
2.2.7 Κατακρήμνιση.....	17
2.2.8 Ήλιοφάνεια.....	18
2.2.9 Ακτινοβολία.....	19
2.2.10 Υψος νεφών	20
2.2.11 Ορατότητα.....	20
2.2.12 Εδαφική υγρασία.....	21
2.2.13 Ποιότητα υδάτων.....	22
2.2.14 Εξάτμιση.....	23
2.3 Κεντρική μονάδα επεξεργασίας.....	23
2.3.1 Γενικά.....	23
2.3.2 Διαχείριση δεδομένων.....	25
2.3.3 Μετάδοση δεδομένων.....	26
2.3.4 Παροχή ηλεκτρικής ενέργειας.....	27
2.4 Ανάπτυξη δικτύου αυτόματων υδρομετεωρολογικών σταθμών.....	28
2.4.1 Γενικές αρχές.....	28
2.4.2 Συνύπαρξη αυτόματων και συμβατικών σταθμών.....	28

	Σελ.
2.4.3 Δομή του δικτύου	29
2.5 Επιλογή θέσης αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών.....	30
2.6 Παράγοντες συντήρησης των Α.Μ.Σ.....	31
2.7 Εκπαίδευση	31
 ΚΕΦ.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΜΕΤΡΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ	
3.1 Υπάρχουσα κατάσταση	33
3.2 Δυνατότητες και προοπτικές των αυτόματων μετρητικών συστημάτων στον Ελλαδικό χώρο.....	34
3.3 Γενικές παρατηρήσεις.....	34
3.4 Γενική επισκόπηση αυτόματων μετρητικών συστημάτων στον Ελλαδικό χώρο.....	35
3.4.1 Μετεωρολογικοί σταθμοί.....	35
3.4.2 Λοιποί σταθμοί.....	42
3.4.3 Επισκέψεις αυτόματων μετρητικών συστημάτων.....	44
 ΚΕΦ.4 ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ Ε.Μ.Π. ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗΣ ΖΩΓΡΑΦΟΥ	
4.1 Σύντομη ανασκόπηση της συμβολής της Μετεωρολογίας στον τομέα της Τεχνικής Υδρολογίας.....	47
4.1.1 Ορισμός της Τεχνικής Υδρολογίας.....	47
4.1.2 Υδρολογική μελέτη και πληροφορία	48
4.1.3 Συμβολή των αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών στις μετρήσεις των υδρολογικών πληροφοριών.....	49
4.2 Στόχος και προοπτικές εγκατάστασης αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού Ε.Μ.Π.....	50
4.3 Επιλογή θέσης αυτόματου σταθμού Ε.Μ.Π.....	51
4.4 Δομή του αυτόματου συστήματος μέτρησης του Ε.Μ.Π.....	52
4.5 Οι αισθητήρες	53
4.5.1 Επιλογή των αισθητήρων.....	53
4.5.2 Θερμοκρασία.....	53
4.5.3 Σχετική υγρασία	55
4.5.4 Ταχύτητα ανέμου.....	56
4.5.5 Διεύθυνση ανέμου	58
4.5.6 Ύψος βροχής.....	58
4.5.7 Ηλιοφάνεια.....	60

	Σελ.
4.5.8 Ατμοσφαιρική πίεση.....	61
4.5.9 Ορισμοί.....	62
4.6 Το σύστημα συλλογής, επεξεργασίας και αποθήκευσης δεδομένων του αυτόματου σταθμού Ε.Μ.Π.	63
4.6.1 Επιλογή του συστήματος.....	63
4.6.2 Μονάδα συλλογής (Sensor Scanning Unit).....	64
4.6.3 Μονάδα μνήμης (Data Storage Unit).....	65
4.6.4 Μονάδα ανάγνωσης (DSU Reader).....	66
4.6.5 Κεντρική υπολογιστική μονάδα (CPU).....	67
4.7 Το σύστημα μετάδοσης	70
4.7.1 Επιλογή του συστήματος μετάδοσης	70
4.7.2 Το κύκλωμα ραδιοζεύξης (πομπός-δέκτης).....	70
4.8 Το σύστημα ενεργειακής τροφοδοσίας του σταθμού.....	71
4.9 Ο ιστός και οι βραχίονες.....	72
4.10 Προστασία θέσης αυτόματου σταθμού Ε.Μ.Π.....	73
4.10.1 Περίφραξη.....	73
4.10.2 Προστασία από φυσικά φαινόμενα	73
4.11 Συμβατικά όργανα μετρήσεων	74
4.11.1 Δομή του συμβατικού συστήματος μετρήσεων	74
4.11.2 Ήλιογράφος Campell-Stokes	74
4.11.3 Βαρογράφος.....	75
4.11.4 Θερμόμετρα μεγίστου-ελαχίστου.....	75
4.11.5 Ψυχρόμετρο.....	76
4.11.6 Θερμοϋγρογράφος.....	77
4.11.7 Βροχογράφος.....	77
4.11.8 Εξατμισόμετρο Αναγνώστου.....	78

ΚΕΦ.5 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

5.1 Γενικά	79
5.2 Μετρήσεις και αποτελέσματα.....	79
5.2.1 Βαρογράφος.....	79
5.2.2 Θερμοϋγρογράφος.....	80
5.2.3 Ψυχρόμετρο.....	82
5.2.4 Ήλιογράφος Campell-Stokes	83
5.2.5 Βροχογράφος.....	85

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	86
---------------------	----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

(Αποσπάσματα του WMO-No. 8, 1983)	87
A.1 Μετρητές ύψους νεφών (ceilometers).....	87
A.2 Μετρητές ορατότητας.....	88
A.3 Διαχείριση δεδομένων.....	89
A.4 Παροχή ηλεκτρικής ενέργειας.....	89
A.5 Συντήρηση.....	90

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Μετρήσεις δεδομένων.....	93
B.1 Μετρήσεις θερμοκρασίας (θερμογράφος-αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας).....	93
B.2 Μετρήσεις σχετικής υγρασίας (υγρογράφος-αισθητήρας μέτρησης σχετικής υγρασίας).....	99
B.3 Μετρήσεις θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας (ψυχρόμετρο-αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας).....	105
B.4 Μετρήσεις διάρκειας έντονης ηλιοφάνειας (ηλιογράφος-αισθητήρας μέτρησης διάρκειας ηλιοφάνειας)	105
B.5 Μετρήσεις ύψους βροχής (βροχογράφος-αισθητήρας μέτρησης ύψους βροχής)	106
B.6 Μετρήσεις ατμοσφαιρικής πίεσης (βαρογράφος-αισθητήρας μέτρησης ατμοσφαιρικής πίεσης).....	107

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή ξεκίνησε τον Μάιο του 1993, μετά από πρόταση του Λέκτορα κ. Δ. Κουτσογιάννη, με αφορμή την μελλοντική εγκατάσταση και λειτουργία του αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού Ε.Μ.Π. Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Η επιστημονική του κατάρτιση και η εμπειρία του αποδείχθηκε πολύτιμη για την σωστή παρουσίαση της εργασίας αυτής.

Η καθυστέρηση της ολοκλήρωσης της οφείλεται στις γραφειοκρατικές δυσλειτουργίες και τις αργοπορίες, όσον αφορά αφενός την επιλογή και την περίφραξη του χώρου του σταθμού, αφετέρου την εγκατάσταση, λειτουργία και διασύνδεση του Α.Μ.Σ.

Επιπλέον, δύσκολο πόνημα αποδείχθηκε η ανεύρεση κατάλληλης και επαρκούς ελληνικής ή ξένης βιβλιογραφίας στην χώρα μας. Η ανεπάρκεια αυτής, καθώς και το χάσμα θεωρίας και πράξης καλύφθηκε μερικώς με την επίσκεψη σε ιδιωτικούς και δημόσιους φορείς και ποκίλα τηλεμετρικά συστήματα. Ιδιαίτερη σημαντική ήταν η συμβολή του κ. Χρ. Κουφάκη της Διεύθυνσης Προστασίας Φυτικής Παραγωγής, του κ. Γ. Στάικου και του κ. Τ. Τολού του Περιφερειακού Κέντρου Ναυπλίου, του κ. Δ. Κουνάβα και του κ. Λ. Σακαγιάννη του Περιφερειακού Κέντρου Ιωαννίνων, του κ. Μ. Αναδρανιστάκη της Ε.Μ.Υ., του κ. Γ. Παπαρσένου του Ε.Δ.Κ.Ε.Π.Α., της κ. Σ. Αθανασάκη του Ινστιτούτου Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τ.Δ.Π., του κ. Β. Ψυλόγλου του Εθνικού Αστεροσκοπείου, του κ. Νικ. Μάναλη της Διεύθυνσης ΕΑΡΘ-ΠΕΡΠΑ, του κ. Βογιατζόγλου και του κ. Κ. Κωνσταντινίδη.

Τις πιό θερμές μου ευχαριστίες εκφράζω στον κ. Νικ. Μαμάση, που με βοήθησε να κατανοήσω το φύλλο εργασίας EXCEL και το πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου WORD.

Τέλος, ευχαριστώ τον κ. Β. Ταράνη για την ηθική του συμπαράσταση και την προσπάθεια άρτιας παρουσίασης των κειμένων.

ΚΕΦ.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Περιγραφή του θέματος

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνά τις δυνατότητες, την σύνθεση και την λειτουργία των αυτόματων συστημάτων μετρήσεων. Παρέχει πληροφορίες για την εγκατάσταση, την διαχείριση δεδομένων, την συντήρηση και την εκπαίδευση του προσωπικού, σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς και πρότυπα του World Meteorological Organization (W.M.O.).

Εναυσμα της μελέτης αυτής, αποτελεί η εγκατάσταση του Αυτόματου Μετεωρολογικού Σταθμού (Α.Μ.Σ./Ε.Μ.Π.) στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, στον οποίο και επικεντρώνεται το μεγαλύτερο και σημαντικότερο τμήμα της. Περιγράφονται αναλυτικά η δομή, ο τρόπος λειτουργίας, τα συστήματα συλλογής, αποθήκευσης, ραδιομετάδοσης και επεξεργασίας των μετρήσιμων παραμέτρων, καθώς και οι μελλοντικές δυνατότητες του Α.Μ.Σ.

Στην προσπάθεια πληρέστερης κατανόησης της λογικής που διέπει τα αυτόματα μετρητικά συστήματα, ερευνήθηκαν οι πρακτικές που εφαρμόζονται στον Ελλαδικό χώρο και οι επιδιώξεις αυτών. Βέβαια, η προσέγγιση της Ελληνικής πραγματικότητας στα πλαίσια μίας διπλωματικής εργασίας, αποδείχθηκε αρκετά δύσκολη. Η εργασία συμπληρώνεται με το αντίστοιχο φωτογραφικό υλικό, που συγκεντρώθηκε κατά την διάρκεια επισκέψεων σε διάφορες υπηρεσίες και σταθμούς, και απεικονίζει την πραγματική κατάσταση.

Παράλληλα, στο αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας συμπεριλαμβάνεται και η σύγκριση των μετρητικών οργάνων νέας τεχνολογίας με τα αντίστοιχα συμβατικά δργανα. Για να γίνει αυτό δυνατό εγκαταστάθηκαν στο χώρο του Α.Μ.Σ./Ε.Μ.Π. και δργανα συμβατικής τεχνολογίας και πραγματοποιήθηκαν σειρές μετρήσεων και με τους δύο τύπους οργάνων.

1.2 Γενικοί στόχοι

Η εργασία αυτή αποτελεί ένα μικρό βοήθημα για την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών και αναλυτικότερα επιδιώκει:

1. Την όσο το δυνατό σφαιρική παρουσίαση και ανάλυση του αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού Ε.Μ.Π. Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου.

2. Την συστηματοποίηση, κατανόηση και διάδοση βασικών γνώσεων για την εγκατάσταση, σύνθεση και λειτουργία των αυτόματων μετρητικών συστημάτων.
3. Να δώσει το απαιτούμενο θεωρητικό υπόβαθρο για την κατανόηση και μελέτη των αυτόματων δικτύων, με την παρουσίαση μερικών γενικών οδηγιών του WMO.
4. Την ανάπτυξη των προοπτικών και δυνατοτήτων, που αναμένονται από τους Α.Μ.Σ., με την σύγκριση της παλαιάς με την νέα τεχνολογία.
5. Την γνωριμία με τις εφαρμογές, την αποτελεσματικότητα και την ανάπτυξη των τηλεμετρικών σταθμών στον Ελλαδικό χώρο.

ΚΕΦ.2 ΑΥΤΟΜΑΤΟΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

2.1 Εισαγωγή

2.1.1 Ορισμός

Ο αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός ορίζεται (WMO-No. 8, 1983) ως:

Ενας σταθμός, του οποίου τα δργανα πραγματοποιούν, και μεταδίδουν τή καταγράφουν παρατηρήσεις αυτόματα, οι οποίες μετατρέπονται σε κωδική μορφή -εάν αυτό είναι απαιτούμενο- είτε απευθείας, είτε από τον σταθμό συλλογής των δεδομένων.

Ωστόσο πρέπει να γίνει πρόβλεψη και για χειρωνακτική καταχώρηση των δεδομένων, σε περίπτωση βλάβης του συστήματος.

2.1.2 Γενικά

Οι αυτόματοι μετεωρολογικοί σταθμοί (Α.Μ.Σ.) χρησιμοποιούνται στις περισσότερες περιπτώσεις, για την ανάπτυξη του βασικού δικτύου σταθμών με συμβατικά δργανα μετρήσεων. Αυτό γίνεται εισάγοντας δεδομένα από θέσεις στίς οποίες είτε υπάρχει δυσκολία πρόσβασης, είτε βρίσκονται σε αφιλδεξενες περιοχές, είτε σε επανδρωμένους σταθμούς λαμβάνοντας μετρήσεις εκτός του κανονικού ωραρίου του προσωπικού.

Η κατανομή των Α.Μ.Σ. πραγματώνεται βάσει προκαθορισμένου σχεδίου και κατόπιν συσκέψεων των χρηστών, ώστε να λαμβάνονται τα απαιτούμενα δεδομένα.

Επιπλέον, η χρήση Α.Μ.Σ. κάνει δυνατή την δημιουργία ενός δικτύου για λήψη αξιόπιστων μετεωρολογικών παρατηρήσεων και την δημιουργία υποδομής (Software και Hardware) για πρόσβαση και επεξεργασία των μετρήσεων οποιαδήποτε ώρα του 24ώρου.

Παράλληλα με την εγκατάσταση σύγχρονων μετεωρολογικών σταθμών, δημιουργούνται οι προυποθέσεις για λήψη μετρήσεων παραμέτρων που αυτή την στιγμή δεν μετρούνται (όπως π.χ. μέτρηση δέντρων, συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα και οξειδίων του αζώτου), που διευκολύνουν τις μελέτες των χερσαίων και θαλάσσιων οικοσυστημάτων.

Η νέα τεχνολογία συμβάλλει στην επίλυση προβλημάτων διαχείρισης, προστασίας, και προσδιορισμού μικροκλίματος των οικοσυστημάτων. Ακόμη δίνει τη δυνατότητα διερεύνησης εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ευκολότερης διαχείρισης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Παρόλα αυτά, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι, τα δεδομένα ενός Α.Μ.Σ. δεν είναι ταυτόσημα με αυτά που παρέχονται από έναν παρατηρητή ο οποίος κάνει τις ίδιες μετρήσεις. Η προσπάθεια εξομοίωσης με την χρήση αυτόματων συστημάτων, του υποκειμενικού ελέγχου, στον οποίο υποβάλλει ο παρατηρητής τα δεδομένα τα οποία συλλέγει, θα αποβεί ένα πολυδάπανο και μακρύ σχέδιο ανάπτυξης. Παραθέτονται δύο παραδείγματα μέτρησης της ορατότητας και του επιφανειακού ανέμου προς τεκμηρίωση των παραπάνω:

- a. Οι ανθρώπινες παρατηρήσεις της ορατότητας βασίζονται εκτός από την κατάσταση της ατμόσφαιρας, στη θέση, μέγεθος, είδος και κατανομή των αντικειμένων που χρησιμοποιούνται ως στόχοι ορατότητας. Επιπλέον, εξαρτώνται από ποικίλους φυσιολογικούς και ψυχολογικούς παράγοντες, που είναι άμεσα συνδεδεμένοι με τον παρατηρητή, δημοσίευση του με τα αντικείμενα και τον εντοπισμό τους, και την προσαρμοστικότητα των ματιών του στις συνθήκες κατά την διάρκεια της νύχτας.
- β. Όσον αφορά την μέτρηση του μέσου όρου της ταχύτητας του ανέμου, στις περισσότερες περιπτώσεις, το αποτέλεσμα μέτρησης του παρατηρητή είναι διαφορετικό από αυτό του αυτόματου αισθητήρα, για την ίδια χρονική περίοδο. Αυτές οι διαφορές παρουσιάζονται διότι η μέτρηση του ανέμου εξαρτάται από την συχνότητα με την οποία λαμβάνεται δείγμα δεδομένων, τον τύπο φίλτρου του οργάνου, και την υποκειμενικότητα του παρατηρητή.

Συμπεραίνεται λοιπόν, ότι ο σχεδιαστής ενός Α.Μ.Σ. πρέπει να λάβει υπόψη του τον εξειδικευμένο τρόπο λειτουργίας του σταθμού και όχι τους όρους "μετρήσεων" του παρατηρητή.

2.1.3 Τύποι αυτόματων σταθμών

Οι λειτουργίες που απαιτούνται και εκτελούνται από έναν Α.Μ.Σ., διέπονται από τον σκοπό για τον οποία συλλέγονται τα δεδομένα. Είναι θεμιτή η κατάταξη των σταθμών σε δύο κύριες κατηγορίες:

- α Στους σταθμούς που παρέχουν και μεταδίδουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, για άμεση αξιοποίηση τους. Τυπικά παραδείγματα σταθμών "πραγματικού χρόνου" είναι:
- * Οι αεροναυτικοί σταθμοί, που είναι εξοπλισμένοι με αισθητήρες μέτρησης των νεφών, του καιρού (για εντοπισμό φαινομένων, δύος καταιγίδες, κεραυνοί, χιονοπτώσεις κ.α.), της ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου, της ορατότητας, της θερμοκρασίας του αέρα, της ατμοσφαιρικής πίεσης, της σχετικής υγρασίας, του οπτικού πεδίου του διαδρόμου προσγείωσης στις ζώνες προσγείωσης, απογείωσης και προσέγγισης.
 - * Οι ναυτικοί σταθμοί, που είναι εξοπλισμένοι με αισθητήρες μέτρησης της ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου, της ατμοσφαιρικής πίεσης, των νεφών (ποσότητα, μεγέθη και ύψος), της ορατότητας, της θερμοκρασίας του αέρα και της θάλασσας, της σχετικής υγρασίας, της κατακρήμνισης, των κυμάτων (ύψη, διευθύνσεις και περιόδους), της ταχύτητας και διεύθυνσης των ωκεάνειων ρευμάτων και του βάθους του θαλάσσιου πυθμένα (Σχήμα 2.1).
 - * Οι οδικοί σταθμοί, που είναι εξοπλισμένοι με αισθητήρες ελέγχου του εξαερισμού σηράγγων, ανίχνευσης της μέσης ταχύτητας των οχημάτων, μέτρησης της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου, της θερμοκρασίας του αέρα και του οδοστρώματος, της σχετικής υγρασίας, της βροχόπτωσης, του βάθους του χιονιού, της ορατότητας, της ακτινοβολίας, της κυκλοφοριακής πυκνότητας και της ολισθηρότητας του οδοστρώματος (Σχήμα 2.2).
 - * Οι σταθμοί που ανιχνεύουν κρίσιμες καταστάσεις "συναγερμού", δύος καταιγίδες, πλημμύρες, στάθμες ποταμών και παλιρροιακές στάθμες.

Σημείωση: Ως "συναγερμός" ορίζεται η κατάσταση δύο μετρήσιμη παράμετρος π.χ. βαρομετρική πίεση, ταχύτητα ανέμου, εξάτμιση, συγκέντρωση δύοντος κ.λ.π. υπερβαίνει ένα καθορισμένο και προγραμματισμένο δριο.

β. Στους σταθμούς που καταγράφουν και μεταδίδουν δεδομένα σε μη πραγματικό χρόνο, για μακροπρόθεσμη ανάλυση και αξιολόγηση των. Τυπικά παραδείγματα σταθμών "μη πραγματικού χρόνου" είναι:

- * Οι κλιματολογικοί σταθμοί που είναι εξοπλισμένοι με αισθητήρες μέτρησης της ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου, της ατμοσφαιρικής πίεσης και θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας, της καθαρής ακτινοβολίας, της διάρκειας της ηλιοφάνειας και της βροχόπτωσης (Σχήμα 2.3).
- * Οι υδρομετρικοί σταθμοί που μετρούν την κατακρήμνιση, την στάθμη και παροχή ποταμών, την στάθμη λιμνών και ταμιευτήρων, την εξάτμιση και εξατμισοδιαπνοή, την πυκνότητα της υδρόβιας βλάστησης σε πυθμένες ποταμών και την εδαφική υγρασία για την εκτίμηση, ανάπτυξη και διαχείριση των υδατικών πόρων.
- * Οι γεωργικοί σταθμοί, που μετρούν την θερμοκρασία του αέρα και του εδάφους, την ηλιακή ακτινοβολία, τη σχετική υγρασία, τη διεύθυνση και τη ταχύτητα του ανέμου, την υγρασία του εδάφους (σε διάφορα βάθη), τη βροχόπτωση, τη διύγρανση φύλλων φυτών και την εξατμισοδιαπνοή, διευκολύνοντας έτσι τη βελτιστοποίηση των αρδεύσεων και την πρόγνωση των ποικίλων ασθενειών.
- * Οι περιβαλλοντολογικοί σταθμοί, που συλλέγουν μετρήσεις της ακτινοβολίας-γάμα, της διάρκειας της ηλιοφάνειας, της καθαρής ακτινοβολίας, της ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου, της σχετικής υγρασίας, της οξύτητας (αγωγιμότητας) της βροχής, οι οποίες διευκολύνουν τον έλεγχο επικίνδυνων καταστάσεων που είναι άμεσα συνδεδεμένες με μακροχρόνιες μεταβολές, όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση, η αλλαγή του κλίματος των οικοσυστημάτων, οι ασθένειες των φυτών και των ζώων.

Οι Α.Μ.Σ. συχνά λειτουργούν χωρίς παρακολούθηση για μακρά χρονικά διαστήματα, σε δυσπρόσιτες θέσεις στη θάλασσα ή τη ξηρά. Μερικές φορές λειτουργούν κάτω από υψηλά αναξιόπιστες ηλεκτρικές παροχές ή σε περιοχές που δεν διαθέτουν μόνιμα αποθέματα ηλεκτρικού ρεύματος. Απαιτείται η ανθεκτικότητα τους στις πιο αντίξοες κλιματολογικές συνθήκες και η επαρκής

προστασία τους έναντι αλλοιώσεων από εξωτερικούς παράγοντες, πτώσης κεραυνών, υπερτάσεων και υπερεντάσεων.

Ομως σε τέτοιες περιπτώσεις, που ο Α.Μ.Σ. θα καλείται να λειτουργεί κάτω από τις οποιεσδήποτε συνθήκες -που είναι προβλέψιμες-, το κόστος του συστήματος αποβαίνει απαγορευτικό. Εξαιτίας αυτού, δημιουργείται η ανάγκη εξειδίκευσης του σχεδιασμού του συστήματος, λαμβάνοντας γνώση μίας ολοκληρωμένης εικόνας του περιβάλλοντος εργασίας του σταθμού. Επιπλέον το κόστος συντήρησης του δικτύου των Α.Μ.Σ. στη ξηρά, υπερβαίνει σημαντικά το κόστος αγοράς του, ενώ το πρόβλημα οξύνεται στους πλωτούς ναυτικούς σταθμούς. Είναι λοιπόν πρωτίστης σημασίας για τον σχεδιασμό των Α.Μ.Σ., η ευρεία γνώση των κλιματολογικών παραγόντων των περιοχών εγκατάστασης των και των σκοπιμοτήτων που αυτοί εξυπηρετούν, ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή αξιοπιστία.

2.1.4 Σύνθεση ενός αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού

Όλα τα συστήματα των αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών αποτελούνται από:

- * Ένα σύνολο αισθητήρων, που εισάγουν τα πρωτογενή μετεωρολογικά δεδομένα στη περιφερειακή μονάδα μνήμης.
- * Την περιφερειακή μονάδα μνήμης (data logger), που συλλέγει τα πρωτογενή μετεωρολογικά στοιχεία από τους αισθητήρες. Επεξεργάζεται τα δεδομένα αυτά σε δευτερογενή (μέσες τιμές, ωριαίες τιμές, τιμές εξαώρων, κ.λ.π.), τα αποθηκεύει και τα μεταδίδει, ή τα αποθηκεύει δίχως επεξεργασία και τα μεταδίδει σε προγραμματισμένα χρονικά διαστήματα στη κεντρική υπολογιστική μονάδα. Στην πρώτη περίπτωση είναι μειωμένος ο δύκος των μεταδιδόμενων δεδομένων, αλλά απαιτείται ένας επεξεργαστής δεδομένων σε κάθε απομακρυσμένο σταθμό. Στη δεύτερη περίπτωση απαιτείται πιο αξιόπιστο δίκτυο επικοινωνίας και κεντρικός υπολογιστής πολυπλοκότερου προγραμματισμού (Software), μεγαλύτερης ταχύτητας και μνήμης.
- * Την κεντρική υπολογιστική μονάδα (CPU), που συγκεντρώνει, επεξεργάζεται, αποθηκεύει και εκτυπώνει τα μετρούμενα στοιχεία από τις

περιφερειακές μονάδες Α.Μ.Σ. Επιπλέον ελέγχει τη σωστή λειτουργία του συστήματος.

- * Τα κυκλώματα διασύνδεσης των παραπάνω τμημάτων.

Το πρώτο στάδιο λειτουργίας των Α.Μ.Σ. έγινε χωρίς την εφαρμογή υπολογιστών, αλλά η απαίτηση δεδομένων σε απευθείας κατάλληλο μετεωρολογικό κώδικα, επέβαλλε την χρήση των.

2.2 *Oι αισθητήρες*

2.2.1 Γενικά

Οι μετεωρολογικές απαιτήσεις που υφίστανται για τους αισθητήρες αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών, δεν διαφέρουν από αυτές για τα συμβατικά όργανα μετρήσεων. Η κατασκευή τους πρέπει να είναι ανθεκτική, χωρίς ευαισθησίες στις αλλοιώσεις από εξωτερικούς παράγοντες, αντικειμενική και σίγουρη, ώστε να εξασφαλίζονται αξιόπιστα οι μετρήσιμες παράμετροι.

Παρατηρείται μία αντικειμενική τάση ομοιογένειας των αυτόματων και συμβατικών αισθητήρων, που εξασφαλίζει την ενοποίηση και ολοκλήρωση των μετρούμενων δεδομένων. Ωστόσο, υπάρχουν ουσιαστικές χαρακτηριστικές διαφορές ανάμεσα τους και η προσπάθεια γεφύρωσης τους θα καταλήξει σε ένα δαπανηρό, μακροχρόνιο και ανεπιτυχές αποτέλεσμα. Η μόνη συνεπής και ικανοποιητική προσέγγιση των παραπάνω, είναι η υιοθέτηση συμβατικών αισθητήρων, έχοντες αποτέλεσμα σύμφωνο με τον αυτόματο χειρισμό δεδομένων, και ο συμβιβασμός τυχόν διαφορών. Γενικά οι αισθητήρες που φέρουν επιτυχώς έναν ηλεκτρικό μετρητή ή καταγραφέα είναι κατάλληλοι (WMO-No. 8, 1983).

Ενας μεγάλος αριθμός μετρητών, ποικίλων δυνατοτήτων και ποιότητας έχει εισαχθεί για τα αυτόματα συστήματα απόκτησης δεδομένων. Σχετικά με τα μηχανήματα αυτά και τις λειτουργίες τους γίνεται αναφορά στις παραγράφους 2.2.3-2.2.13.

2.2.2 Γενικές απαιτήσεις

Η επιλογή των μετρητικών οργάνων ενός αυτόματου σταθμού μπορεί να βασισθεί στα ακόλουθα κριτήρια:

- α. Αξιοπιστία,**
- β. Ακρίβεια,**
- γ. Εναισθησία,**
- δ. Σχεδιαστική απλότητα,**
- ε. Λειτουργικότητα και ευκολία συντήρησης,**
- στ. Αντοχή της κατασκευής,**
- ζ. Κόστος αγοράς, εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης.**

Αναφερόμενοι στα (α) και (β), είναι πρωταρχικής σημασίας η διατήρηση της αρχικής ακρίβειας του οργάνου για μεγάλη χρονική περίοδο. Αυτό είναι προτιμότερο, από την εξασφάλιση της αρχικής υψηλότερης ακρίβειας που δεν θα αντεπεξέλθει όμως στις μετέπειτα λειτουργικές συνθήκες (βλ. πίνακα 1). Τα (δ) και (ε) αποδεικνύονται εξίσου σημαντικά, αφού οι αισθητήρες λειτουργούν διαρκώς και εγκαθίστανται σε δυσπρόσιτες θέσεις, χωρίς δυνατότητες επισκευών. Τέλος, το κριτήριο (στ) καθίσταται απαραίτητο για την βιωσιμότητα του αυτόματου συστήματος, διότι τα όργανα είναι εξολοκλήρου εκτεθειμένα στις καιρικές συνθήκες.

Η εμμονή στις παραπάνω απαιτήσεις, συχνά μειώνει το συνολικό κόστος της λήψης αξιόπιστων μετρήσεων.

Πίνακας 1 Απαιτήσεις ακρίβειας αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών για την συνοπτική μετεωρολογία, του WMO-No.8, 1983.

Φυσικά μεγέθη	απαιτούμενη ακρίβεια	σχόλια
ατμοσφαιρική πίεση	±1.0 hPa στην ξηρά ±2.0 hPa στην θάλασσα	Το σφάλμα, κατά την διάρκεια εξαώρων παρατηρήσεων δεν πρέπει να υπερβαίνει το ±0.5 hPa
διεύθυνση ανέμου	±20°	
ταχύτητα ανέμου	±10% πάνω από 20 m/s ±2 m/s κάτω από 20 m/s	
θερμοκρασία ατμόσφαιρας	±1°C	
θερμοκρασία θάλασσας	±1°C	

φυσικά μεγέθη	απαιτούμενη ακρίβεια	σχόλια
κατακρήμνιση ασυνολικό μέγεθος βένταση	±0.5 mm κάτω από 5 mm ±10% πάνω από 5mm —	
ορατότητα	±20% κάτω από 4 km	
ύψος βάσης νέφους	±20% κάτω από 600 m	
γεωγραφική θέση	±1° γεωγραφικό πλάτος	αυτό το μέγεθος στις περισσότερες περιπτώσεις ορίζεται από τον σταθμό βάσης
θερμοκρασία σημείου δρόσου	±1°C για σημ.δρόσου κάτω από 4°C ±2°C για σημ.δρόσου πάνω από 4°C	

2.2.3 Ατμοσφαιρική πίεση

Η ατμοσφαιρική πίεση σε μία δεδομένη οριζόντια επιφάνεια, είναι η δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας, που ασκείται σε αυτή λόγω του βάρους της άνωθεν ατμόσφαιρας. Η πίεση επομένως είναι ισοδύναμη με το βάρος μίας κάθετης στήλης αέρα πάνω στην επιφάνεια αυτή.

Υπάρχει μία μεγάλη ποικιλία μηχανημάτων μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης που βασίζονται σε μία μεταλλική κάψουλα ή διάφραγμα, καταγράφουν την πίεση στο εσωτερικό τους και παρέχουν ένα ηλεκτρικό σήμα αναλογικής ή ψηφιακής μορφής (Σχήμα 2.4).

Η μονάδα μέτρησης της πίεσης στο σύστημα S.I. είναι το pascal (Newton/square meter), αλλά για μετεωρολογικές μετρήσεις είναι ακατάλληλα μικρό. Οπότε η χρησιμοποιούμενη μονάδα είναι το hectopascal (1 hectopascal = 100 pascals), που είναι ισοδύναμη με την παλαιότερη μονάδα μέτρησης, το millibar.

Τα κύρια προβλήματα που απασχολούν τους σχεδιαστές των Α.Μ.Σ., είναι οι δυσμενείς συνέπειες της θερμοκρασίας, της μακρόχρονης εκτροπής, των κραδασμών, της υστέρησης, της επαναληπτικότητας και της ακτινοβολίας. Μερικοί κατασκευαστές για να αποτρέψουν λανθασμένες μετρήσεις λόγω της περιβάλλοντος θερμοκρασίας, θερμαίνουν το αισθητήριο στοιχείο που εισάγει την ένδειξη της πίεσης, μέχρι κάποιο βαθμό. Μεταβολή στην ένδειξη πίεσης έως 0.9hPa σε διάστημα θερμοκρασίας μεταξύ +5°C και +35°C, είναι ικανοποιητική (WMO-No. 8, 1983). Σε πιο ακραίες κλιματικές ζώνες πρέπει να υφίσταται αυστηρότερη εξειδίκευση. Επιπλέον η γραμμικότητα των μετρήσεων δεν αποτελεί πρόβλημα, αφού οι Α.Μ.Σ. διαθέτουν υπολογιστικό σύστημα ελέγχου και διόρθωσης.

Το σημαντικότερο πρόβλημα που σχετίζεται με τις μετρήσεις ατμοσφαιρικής πίεσης σε Α.Μ.Σ., είναι η ακτινοβολία. Εξαιτίας των τρωτών ηλεκτρονικών στοιχείων του αισθητήρα απαιτείται προστασία έναντι της εξωτερικής ακτινοβολίας. Η πιο ευρεία εφαρμοζόμενη λύση αποτελεί η στέγαση του οργάνου σε ένα σφραγισμένο δοχείο, που αερίζεται μέσω ενός σωλήνα (WMO-No. 8, 1983). Εντούτοις, η ροή του αέρα διαμέσου του ανοιχτού άκρου ενός απλού σωλήνα προκαλεί τα φαινόμενα Venturi που προξενούν σοβαρά λάθη ενδείξεων. Για την πρόληψη του προβλήματος αυτού, γίνεται χρήση της στατικής κεφαλής πίεσης (αυτή περιγράφεται αναλυτικά στο WMO-No. 8, 1983).

Η συχνότητα με την οποία λαμβάνονται δείγματα μετρήσεων, δεν είναι κρίσιμη για τους αυτόματους σταθμούς συνοπτικών δεδομένων. Μία περίοδος δέκα λεπτών παρέχει επαρκή μείωση της διασποράς. Ιδιαίτερη προσοχή

απαιτείται στους πλωτούς ναυτικούς σταθμούς όταν λαμβάνεται η ένδειξη, να μην βρίσκονται σε οριζόντια θέση, εξαιτίας της κίνησης των κυμάτων. Για τον αποκλεισμό της περίπτωσης αυτής, λαμβάνονται δείγματα μετρήσεων σε τυχαία χρονικά διαστήματα.

2.2.4 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία καθορίζει την διεύθυνση της καθαρής ροής θερμότητας μεταξύ δύο σωμάτων. Το σώμα που μεταβιβάζει θερμότητα στο άλλο, κατέχει την υψηλότερη θερμοκρασία. Η μέτρηση της γίνεται με την χρήση του θερμομέτρου, που αποκτά την ίδια θερμοκρασία με το αντικείμενο μέσω του θερμοδυναμικού ισοζυγίου, ή με την χρήση ραδιομέτρου. Η μονάδα μέτρησης της για μετωρολογικούς σκοπούς είναι οι βαθμοί Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

Οι μετρήσεις θερμοκρασίας των Α.Μ.Σ. στηρίζονται σε θερμόμετρα πλατίνας ή σε θερμικές αντιστάσεις. Προσφέρουν υψηλή ανθεκτικότητα και συνδέονται με ευκολία σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, που συνηθέστερα χρησιμοποιεί μία γέφυρα Kelvin (Σχήμα 2.5).

Στην περίπτωση που γίνεται χρήση συσκευών χαμηλότερων αντιστάσεων, όπως θερμόμετρα βολφραμίου ή θερμόμετρα πλατίνας περιορισμένης διμος ονομαστικής αντοχής, απαιτείται προσεγμένη καλωδιακή σύνδεση (τεσσάρων καλωδίων) για την αποφυγή απωλειών (WMO-No. 8, 1983). Σημειακές ενδείξεις τέτοιων συστημάτων μπορεί να διαφέρουν έως $0.5\ ^{\circ}\text{C}$ από τις αντίστοιχες ενδείξεις του συμβατικού θερμομέτρου υδραργύρου.

Στις μετρήσεις θερμοκρασίας λαμβάνονται δείγματα δευτερολέπτων και μέσοι όροι δειγμάτων λεπτών. Τα θερμόμετρα πλατίνας ή οι θερμικές αντιστάσεις, ειδικά προστατευμένες εξυπηρετούν εκτός των μετρήσεων της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας, τη λήψη δεδομένων για την θερμοκρασία του εδάφους και των καύσιμων υλών, για πρόληψη επικίνδυνων καταστάσεων (όπως φωτιά).

2.2.5 Υγρασία

Η σχετική (ή απόλυτη) υγρασία παραμένει η δυσκολότερη μετρήσιμη παράμετρος στους αυτόματους σταθμούς. Οι μέθοδοι μέτρησης της υγρασίας του αέρα, για μετεωρολογικούς σκοπούς ταξινομούνται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες (WMO-No. 8,1983):

- a. Θερμοδυναμική μέθοδος (ψυχρόμετρα),
- b. Η μέθοδος που στηρίζεται στην αλλαγή των διαστάσεων των υγροσκοπικών ουσιών (υγρόμετρα τρίχας),
- c. Η μέθοδος που στηρίζεται στην μεταβολή της ηλεκτρικής αντιστάσεως εξαιτίας της απορρόφησης,
- d. Μέθοδος υγροποίησης (υγρόμετρα του σημείου δρόσου).

Οσον αφορά τις δύο τελευταίες περιπτώσεις, η εφαρμογή τους στο πεδίο των αυτόματων σταθμών, συνεχώς αυξάνεται (Σχήμα 2.5).

Τα υγρόμετρα τρίχας επιδεικνύουν μέτρια αξιοπιστία και υστέρηση σε χαμηλές θερμοκρασίες έχουν φτωχή απόδοση και υποφέρουν από μεταπτώσεις του μηδενός.

Τα ψυχρόμετρα παρουσιάζουν ακόμα σοβαρότερα προβλήματα. Σε μη παρακολουθούμενες θέσεις, εξασφαλίζεται δύσκολα η διατήρηση της καθαρότητας και της απαραίτητης υγρασίας των φυτιλιών του υγρού θερμομέτρου. Σε ακτές, το δρυγανο καθίσταται άχρηστο, εξαιτίας της αλλοίωσης του από τα άλατα και σε αρνητικές ατμοσφαιρικές θερμοκρασίες, συνιστάται ιδιαίτερη προσοχή για την σίγουρη λήψη δεδομένων. Επιπλέον ο αυτόματος υπολογισμός των παραμέτρων υγρασίας και σημείου δρόσου, απαιτεί πολύπλοκους και μακροσκελείς αλγόριθμους για την επίλυση υψηλού βαθμού πολυωνυμικών εξισώσεων (WMO-No.8, 1983), ή εναλλακτικά την συμβολή εκτεταμένων πινάκων. Οι παραπάνω διαδικασίες καθιστούν αναγκαία την χρησιμοποίηση ενός απαράδεκτα αυξημένου δύκου προγραμμάτων (Software) ή σκληρού δίσκου σε Α.Μ.Σ.

Οι παραπάνω συσκευές, μολονότι παρουσιάζουν μείωση της αξιοπιστίας τους σε μη ελεγχόμενο περιβάλλον, εξυπηρετούν αρκετές μετεωρολογικές μετρήσεις. Επιπλέον, η αποδοτικότητα τους περιορίζεται με την συνύπαρξη αλογονούχων αλάτων. Ποικίλες τεχνικές εφαρμόζονται για την πρόληψη τέτοιων

φαινομένων (WMO-No. 8, 1983), χωρίς να δημιουργούν αρνητικές συνέπειες στην ακρίβεια των οργάνων σε χαμηλές συνθήκες θερμοκρασίας.

Για μετεωρολογικές μετρήσεις η σχετική υγρασία μετριέται επί τοις εκατό (%) και η συγκέντρωση των υδρατμών (απόλυτη υγρασία) ως ratio by weight.

2.2.6 Ανεμος

Ο επιφανειακός άνεμος θεωρείται ως ένα ποσοτικό διάνυσμα δύο συντεταγμένων, που καθορίζονται από δύο τιμές, την διεύθυνση και την ταχύτητα. Η επέκταση της παραπάνω έννοιας του ανέμου, που χαρακτηρίζεται από γρήγορες διακυμάνσεις, αναφέρεται ως ριπές ανέμου.

Οι μονάδες μέτρησης της ταχύτητας του ανέμου είναι meters ανά second (m/sec) ή knots (nautical miles/hour). Η διεύθυνση του ανέμου μετριέται κατά την φορά των δεικτών του ρολογιού από τον γεωγραφικό βορρά, σε degrees (μοίρες) και στρογγυλοποιώντας στις 10 degrees. Για συνοπτικά δελτία μετρήσεων, το WMO προτείνει κατάλληλο δείγμα, τον μέσο όρο των δέκα λεπτών ή, εάν υπάρχει έντονη μεταβλητότητα του ανέμου κατά την δεκάλεπτη περίοδο, τον μέσο όρο της περιόδου αυτής μετά την αλλαγή. Για τοπική χρήση σε αεροδρόμια, συνιστά χρονικό μέσο όρο δύο λεπτών.

Για την μέτρηση της ταχύτητας του ανέμου είναι ευρέως διαδεδομένα τα συμβατικά ελικοειδή ή τριών κυπέλλων περιστροφικά ανεμόμετρα, που δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερα τεχνικά προβλήματα, εκτός τον σχηματισμού πάγου σε δριμείς κλιματολογικές συνθήκες. Αυτή η ευαισθησία υπερπηδάται με την εφαρμογή ενός ανεμομέτρου, που βασίζεται στην διαφορική παραγόμενη πίεση σε μία σειρά οπών, τοποθετημένων περιμετρικά στην κεφαλή κλειστού κατακόρυφου σωλήνα (Σχήμα 26). Αυτός θερμαίνεται με ηλεκτρική ενέργεια, αποτρέποντας την κρυστάλλωση μη αποφεύγοντας όμως την σημαντική κατανάλωση ενέργειας.

Οι δυσκολίες στις μετρήσεις ταχύτητας του ανέμου σχετίζονται με την δειγματοληψία και τον έλεγχο των ανεμομετρικών σημάτων. Επιβάλλεται προσεκτικός χειρισμός του προβλήματος, για την αποφυγή παραπλανητικών και αναξιόπιστων ενδείξεων. Μία ανασκόπηση του παραπάνω θέματος έχει δημιουργηθεί (WMO-No. 8, 1983).

Στις μετρήσεις διεύθυνσης του ανέμου γίνεται χρήση ανεμοδεικτών με ψηφιακά αποτελέσματα, κωδικοποιημένα σε μορφή Gray (WMO-No. 8, 1983). Η ιδιομορφία των 360° δημιουργεί την αδυναμία υπολογισμού του μέσου όρου της γωνιακής μεταβλητής προσανατολισμού, π.χ. ως μέση τιμή της 1° και των 360° υπολογίζεται 180°, που δεν είναι σωστό. Το παραπάνω πρόβλημα επιλύεται

υπολογίζοντας τον μέσο όρο του διανύσματος του ανέμου (ταχύτητα και διεύθυνση), ή βαθμονομώντας την ανάλογη ένδειξη της συσκευής στις 540° (WMO-No. 8, 1983).

Η επιλογή της δειγματοληπτικής περιόδου, του χρόνου και της μεθόδου υπολογισμού των μέσων όρων, επηρεάζει σημαντικά τα αποτελέσματα. Εξαιτίας της ιδιομορφίας των 360°, εφαρμόζεται γραμμική, εκθετική ή με υψηλού βαθμού πολυώνυμα μεθοδολογία εύρεσης των μέσων όρων. Παρόλα αυτά, παρατηρείται διαφορά μετρήσεων αυτόματων και συμβατικών συστημάτων, της τάξεως των 10 degrees.

2.2.7 Κατακρήμνιση

Η κατακρήμνιση ορίζεται ως το σύνολο της υγρής ή της ισοδύναμης στερεής συμπυκνωμένης ποσότητας υδρατμών, που κατακρημνίζεται στο έδαφος από τον αέρα ή τα νέφη. Περιλαμβάνει την βροχόπτωση, την χιονόπτωση, το χαλάζι και την ομίχλη. Η συνολική ποσότητα της κατακρήμνισης που φτάνει στο έδαφος σε μία δεδομένη χρονική περίοδο, ισοδυναμεί με το ύψος που θα κάλυπτε (σε υγρή μορφή) την οριζόντια προβολή της γήινης επιφάνειας (WMO-No. 168, 1981).

Η χιονόπτωση εκφράζεται ως το ύψος φρέσκου χιονιού, που καλύπτει μία ομοιογενή οριζόντια επιφάνεια.

Ο βασικός σκοπός κάθε μεθόδου μέτρησης της κατακρήμνισης είναι η λήψη αντιπροσωπευτικού δείγματος της, στην περιοχή που αναφέρεται η μέτρηση.

Για την μέτρηση της βροχόπτωσης σε A.M.S., εφαρμόζεται σε μεγάλη κλίμακα η καταγραφή προκαθορισμένων σταγονιδίων βροχής (Σχήμα 2.7). Κάθε φορά που η βροχή οδηγείται στο χοανοειδές δοχείο συλλογής, η οπή του κάτω άκρου της χοάνης επιτρέπει την διέλευση συγκεκριμένης ποσότητας νερού -που κυμαίνεται μεταξύ 0.01 mm και 0.05 mm ύψους βροχής-, ενώ παράλληλα παράγεται ένας ψηφιακός ηλεκτρικός παλμός. Προβλήματα εντοπίζονται σε A.M.S. εγκαταστημένους σε παράκτιες περιοχές, όπου το δοχείο συλλογής φράσσεται με φύλλα, άμμο, ακαθαρσίες πτηνών κ.α. Εχει δημοσιευθεί πρόσφατη μελέτη για αισθητήρα μέτρησης της έντασης και του συνόλου της βροχόπτωσης (WMO-No. 8, 1983).

Στον Καναδά, επιτυχώς χρησιμοποιείται και ο βροχογράφος βαρύτητας, που συνδυάζει έναν μηχανισμό μέτρησης του βάρους και έναν καταγραφέα ψηφιακής μορφής. Συγκριτικά με την προηγούμενη μέθοδο αυτή πλεονεκτεί, γιατί

παρέχει την δυνατότητα καταγραφής δύλων των μορφών της κατακρήμνισης, δίχως την απαίτηση υγροποίησης των.

Για την μέτρηση της χιονόπτωσης εξυπηρετούν οι αισθητήρες που μετρούν το απαιτούμενο χρονικό διάστημα ηχοβολισμού ενός υπερήχου παλμού και αντανάκλασης του από το έδαφος πίσω στην συσκευή (Σχήμα 2.8). Αναγκαία είναι η παρακολούθηση της θερμοκρασίας, για την διόρθωση των διακυμάνσεων της ταχύτητας του υπερήχου. Μετρήσεις χαμηλής πυκνότητας χιονιού υποεκτιμούνται μέχρι την σταθεροποίηση του (που συμβαίνει μέσα σε μία μέρα). Επιπλέον μειώνεται η ακρίβεια των ενδείξεων με την παρεμβολή ενεργού χιονόπτωσης ή κατευθυνομένου από τον άνεμο χιονιού (WMO-No. 8, 1983).

2.2.8 Ηλιοφάνεια

Ο όρος "ηλιοφάνεια" συνδέεται με την φωτεινότητα του ηλιακού δίσκου, σε σχέση με το περιβάλλον διάχυτο φως της ατμόσφαιρας. Κατά συνέπεια, σχετίζεται περισσότερο με την οπτική ακτινοβολία, παρά με την ενέργεια που εκπέμπεται σε άλλα μήκη κύματος (αν και τα δύο μεγέθη αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο). Μία προσπάθεια ορισμού της έντονης ηλιοφάνειας για τους μετεωρολογικούς σκοπούς, την καθορίζει ως την αντίθεση μεταξύ μίας οριζόντιας λευκής επιφάνειας και της σκιάς ενός αντικειμένου, το οποίο εμποδίζει την επαφή της ηλιακής ακτίνας με την επιφάνεια αυτή. Εντούτοις, λόγω της ευρείας εφαρμογής των καταγραφέων Campbell-Stokes και ειδικότερα του Interim Reference Sunshine Recorder (που αποτελεί σχεδιαστική παραλλαγή του προηγούμενου καταγραφέα), απαιτείται συμβατός ορισμός της έντονης ηλιοφάνειας με την μέθοδο λειτουργίας αυτών, διασφαλίζοντας έτσι την συνέχεια των μετρήσιμων χρονοσειρών. Δημιουργείται όμως η δυσκολία τυποποίησης της κατασκευής τους, των χρησιμοποιούμενων καρτών και του κατωφλιού εκκίνησης (WMO-No 8, 1983).

Υφίστανται ένα πλήθος αισθητήρων που επιτελούν μετρήσεις της χρονικής διάρκειας της έντονης ηλιοφάνειας σε Α.Μ.Σ. (Σχήμα 2.9). Παρά ταύτα, δεν αναπαράγονται με συνέπεια την απόδοση του συμβατικού Campbell-Stokes καταγραφέα και εκτός αυτού επηρεάζονται από απρόβλεπτες καταστάσεις, όπως η διάρκεια της περιόδου ηλιοφάνειας (ειδικά οι ολιγόχρονοι περίοδοι). Επίσης δεν έχει καθορισθεί ένα "κατώφλι" (αρχικό δριο) της ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας για την έντονη ηλιοφάνεια, πλήν της καθιέρωσης ορίου των Γαλλικών καρτών στον Interim Reference Sunshine Recorder (IRSR) ως 120 W/m^2 (WMO-No. 8, 1983).

Σωρεία προβλημάτων δημιουργούνται σε περιοχές με ελλιπή επιτήρηση των σταθμών, που οφείλονται στην συσσώρευση σκόνης στην είσοδο του στομίου, με συνέπεια την προφανή διαφοροποίηση του εναρκτήριου ορίου. Το πρόβλημα μετριάζεται ως ένα βαθμό, εφαρμόζοντας ετερογενή τεχνική αίσθησης που υπόκειται όμως στην προυπόθεση της ίδιας έντασης σκίανσης των δύο ανοιγμάτων του οργάνου (WMO-No. 8, 1983).

2.2.9 Ακτινοβολία

Οι ποίκιλες μεταλλαγές της ακτινοβολίας προς και από την γήινη επιφάνεια αποτελούν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες στην ενεργειακή οικονομία θερμότητας του πλανήτη μας. Μετρήσεις ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται άμεσα για τους παρακάτω στόχους:

- * Μελέτη του μετασχηματισμού της ενέργειας μέσα στο σύστημα της γήινης ατμόσφαιρας και την διακύμανση της στον χρόνο και στον χώρο,
- * Ανάλυση των ιδιοτήτων και της κατανομής της ατμόσφαιρας, δύον αφορά τα συστατικά της, όπως άζον, υδρατμοί κ.λ.π.,
- * Μελέτη του καταμερισμού και των διακυμάνσεων της εισερχόμενης, εξερχόμενης και καθαρής ακτινοβολίας,
- * Ικανοποίηση των αναγκών των βιολογικών, ιατρικών, γεωργικών, αρχιτεκτονικών και βιομηχανικών δραστηριοτήτων, που σχετίζονται με την ακτινοβολία.

Τέτοια προγράμματα απαιτούν μία αντιπροσωπευτική σειρά καταγραφών των συστατικών της ηλιακής και επιφανειακής ακτινοβολίας.

Ηλιακή ακτινοβολία είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του Ήλιου. Ενα μέρος της υπάρχει στην ανώτερη επιφάνεια της γήινης ατμόσφαιρας και καλείται υπεργήινη ηλιακή ακτινοβολία (ολική ακτινοβολία). Το 97 τοις εκατό (97 %) αυτής, περιορίζεται σε φασματική κλίμακα 0.29 μμ έως 3.0 μμ και ονομάζεται μικρού κύματος ακτινοβολία. Το υπόλοιπο 3 τοις εκατό (3 %) διαπερνά μέσω της ατμόσφαιρας στην γήινη επιφάνεια, απορροφάται από τα μόρια των αερίων, τα σταγονίδια και τα κρύσταλλα των νεφών, και διαχέεται στην

ατμόσφαιρα. Αυτή είναι μεγάλου κύματος ακτινοβολία, 3 μη όλως 100 μη (γήινη ακτινοβολία).

Για τις μετρήσεις της ακτινοβολίας (ολικήδιαχυτη και άμεση) σε Α.Μ.Σ. εξυπηρετούν τα αντίστοιχα συμβατικά δργανα (pyrheliometer, pyranometer, pyrgeometer, pyrradiometer; Σχήματα 2.10, 2.11, 2.12). Δυσκολίες όμως αντιμετωπίζονται στον τρόπο σύνδεσης τους, αφού τέτοιες συσκευές παράγουν ασθενείς και ευμετάβλητες τάσεις ως τελικό σήμα. Για την ενίσχυση των τάσεων (που είναι τρωτές σε ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές) απαιτείται περιορισμός της καλωδιακής συνδέσης, ή παροχή ενισχυτών τοποθετημένων στο εσωτερικό του οργάνου. Τέτοιοι ενισχυτές χρειάζονται προσεγμένο σχεδιασμό, για την αποτροπή διαστρέβλωσης των ενδείξεων του αισθητήρα (WMO-No. 8, 1983).

Το ζήτημα της μόλυνσης του στομίου της συσκευής, εμφανίζεται οξύτερο στις μετρήσεις της ακτινοβολίας (που είναι και απόλυτες μετρήσεις) παρά της ηλιοφάνειας. Πράγματι, σε αφύλακτες για αρκετές μέρες θέσεις γίνεται δύσκολη η αποτελεσματική χρήση των μηχανημάτων.

2.2.10 Ύψος νεφών

Η βάση ενός νέφους ορίζεται ως η χαμηλότερη ζώνη, δύον ο τύπος σκίανσης μεταπίπτει από αίθρια ή ελαφρά ομιχλώδη ατμόσφαιρα σε σταγονίδια νερού ή κρυσταλλικούς σχηματισμούς πάγου. Τα κείμενα σωματίδια υπό της βάσης του νέφους, που προκαλούν την σκίανση, δείχνουν μία φασματική επιλεκτικότητα. Αντίθετα μέσα στο νέφος δεν συμβαίνει κάτι ανάλογο, αφού η μεταλλαγή έγκειται στην διαφοροποίηση του μεγέθους των μετεχόντων σταγονιδίων νερού. Το ύψος των νεφών ποικίλει σημαντικά με τον χρόνο και την θέση πάνω από την περιοχή των παρατηρήσεων.

Η μέτρηση του ύψους των νεφών για μία περιορισμένης εμβέλειας επιφάνεια (γενικά κάτω των 5 km), επιτελείται με τους μετρητές ύψους νεφών (ceilometers). Εκτεταμένα σχόλια και σημειώσεις για τους παραπάνω αισθητήρες επισυνάπτονται στο παράρτημα A (παράγραφος A.1).

2.2.11 Ορατότητα

Η έννοια της ορατότητας χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό στην μετεωρολογία για την επίτευξη δύο ξεχωριστών σκοπών:

- * Στην συνοπτική και κλιματολογική μετεωρολογία, για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της αέριας μάζας, στην οποία η ορατότητα πρέπει να αντιπροσωπεύει την οπτική κατάσταση της ατμόσφαιρας.
- * Αποτελεί μία λειτουργική παράμετρο που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένα κριτήρια για ειδικές εφαρμογές και μετρείται άμεσα σε μονάδες απόστασης της ορατότητας.

Για την μέτρηση της ορατότητας με την έννοια της οπτικής κατάστασης της ατμόσφαιρας (που είναι η μόνη παράμετρος που δεν επηρεάζεται από εξωμετεωρολογικές συνθήκες), το WMO εισήγαγε το 1975, την υιοθεσία ως μονάδα μέτρησης του μετεωρολογικού οπτικού πεδίου (MOR), που ορίζεται ως εξής:

Το μετεωρολογικό οπτικό πεδίο είναι το απαιτούμενο μήκος τροχιάς στην ατμόσφαιρα, για να μειώσει την φωτεινή ροή ενός πυρακτωμένου λαμπτήρα σε 0.05 της αρχικής του αξίας, σε σημειακή θερμοκρασία 2700K.

Δηλαδή θεωρεί ότι το μάτι αναγνωρίζει σχήματα με "κατώφλι" (όριο) αντίθεσης φωτεινότητας των 0.05.

Διατίθεται μεγάλο πλήθος οργάνων για τις μετρήσεις που σχετίζονται με την ορατότητα (Σχήμα 2.13). Αυτά παρουσιάζονται λεπτομερώς στο παράρτημα A (παράγραφος A.2).

2.2.12 Εδαφική υγρασία

Συστηματικές εκτιμήσεις της εδαφικής υγρασίας και καθορισμός της εδαφικής αποθήκευσης ύδατος αποτελούν πρωταρχικές απαιτήσεις των γεωργικών και υδρολογικών μελετών. Η κατακρήμνιση και η εξατμισοδιαπνοή είναι οι κύριες διαδικασίες ρύθμισης της εδαφικής υγρασίας και εξαρτώνται από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες και την εδαφική ικανότητα παροχής ύδατος στα φυτά. Το WMO συνιστά μετρήσεις της εδαφικής υγρασίας σε διάφορα βάθη (2 cm, 20 cm, 50 cm, 100 cm). Εντούτοις, οι ποικίλες διαθέσιμες μέθοδοι μετρήσεων της βασικής αυτής παραμέτρου για τον υδρολογικό κύκλο, παρουσιάζουν προβλήματα οργάνωσης και δειγματοληψίας, ιδιαίτερα σε μεγάλες εκτάσεις.

Για την μέτρηση της εδαφικής υγρασίας σε αυτόματα συστήματα, εφαρμόζεται η μέθοδος της ηλεκτρικής αντίστασης (electrical resistance block), που μετράει άμεσα την δυναμικότητα του εδάφους σε υγρασία (αναρρόφηση). Το

δργανο αποτελείται από δύο ηλεκτρόδια που απορροφούν τή ελευθερώνουν υγρασία. Οταν η περιεχόμενη υγρασία αλλάζει η ευρισκόμενη ηλεκτρική αντίσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα και καταγράφεται το αντίστοιχο αποτέλεσμα ψηφιακής μορφής (Σχήμα 2.14). Απαιτείται τοποθέτηση θερμομέτρου στο κιβώτιο για την διόρθωση των ενδείξεων, αφού η ηλεκτρική αντίσταση επηρεάζεται και από την εδαφική θερμοκρασία.

Γενικά, τέτοιες συσκευές θεωρούνται αξιόπιστες σε πεδία χαμηλής υγρασίας. Η αποτελεσματικότητα τους περιορίζεται με την εμφάνιση φαινομένων υστέρησης και την αδυναμία εξάρτησης στην πυκνότητα και στην θερμοκρασία του εδάφους. Η καταλληλότητα τους για λήψη ποσοτικών μετρήσεων για την διαχείριση των υδατικών πόρων, είναι αμφισβητήσιμη.

2.2.13 Ποιότητα υδάτων

Οι συστηματικές μετρήσεις της οξύτητας των ομβρίων υδάτων και η ανίχνευση παραμέτρων ρύπανσης, όπως οξειδίων του αζώτου και του θείου, συμβάλλουν στην επίλυση προβλημάτων διαχείρισης των δασών, προστασίας της γεωργίας και ελέγχου της ατμοσφαιρικής μόλυνσης (π.χ. για την διάσωση των αρχαιολογικών μνημείων και των έργων τέχνης).

Οι συσκευές ανίχνευσης της βροχής σε αυτόματα συστήματα, μετρούν την αγωγιμότητα της και παρέχουν μία σχετικά ακριβή ένδειξη της οξύτητας της χρησιμόποιώντας είτε το γνωστό χοανοειδές δοχείο συγκέντρωσης της κατακρήμνισης, είτε κατάλληλο μηχανισμό ανίχνευσης των σταγονιδίων της βροχής, και ένα σύστημα δύο ανθρακικών ηλεκτροδίων (Σχήμα 2.15). Αυτά διαπερνούν με ένα εναλασσόμενο ρεύμα την βροχή και καταγράφεται η αγωγιμότητα της ψηφιακά, ως αντιστρόφως ανάλογη της συνδετικής τους ηλεκτρικής αντίστασης.

Απαιτείται η τοποθέτηση ενός θερμαντικού στοιχείου στο εσωτερικό του οργάνου, για την αποφυγή συσσώρευσης χιονιού και δημιουργίας πάγου σε χαμηλές θερμοκρασίες. Επιπλέον, παρατηρείται υπερεκτίμηση των μετρήσεων σε παράκτιες περιοχές, λόγω της μεταφοράς μέσω του ανέμου σωματιδίων άλατος.

Ακόμα, διατίθενται αυτόματοι αισθητήρες ανίχνευσης της ποιότητας των θαλάσσιων, λιμναϊκών και ποταμιών υδάτων (Σχήμα 2.16). Αυτοί εισάγουν δεδομένα μετρήσεων της θερμοκρασίας, της αγωγιμότητας, του pH, της περιεκτικότητας σε άλατα και σε διαλυμένο οξυγόνο των υδάτων.

2.2.14 Εξάτμιση

Μετρήσεις της εξάτμισης από ελεύθερες επιφάνειες υδάτων, από το έδαφος και την διαπνοή των φυτών, είναι υψηλής σπουδαιότητας για τις γεωργικές και υδρομετεωρολογικές μελέτες, για τον σχεδιασμό και την λειτουργία των ταμιευτήρων, των αρδευτικών και των αποστραγγιστικών συστημάτων, ιδιαίτερα σε ξηρές και ημίξηρες ζώνες. Δυστυχώς, αποτελεί δύσκολο εγχείρημα η λήψη αντιπροσωπευτικών δεδομένων των φυσικών συνθηκών και τα διαθέσιμα όργανα σε Α.Μ.Σ. για την άμεση μέτρηση της, δεν παρουσιάζουν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Εμμεσες εκτιμήσεις της εξάτμισης εφαρμόζουν τις μεθόδους της αεροδυναμικής προσέγγισης, του υδατικού και ενεργειακού ισοζυγίου, κάνοντας χρήση των μετρήσεων της ακτινοβολίας, της θερμοκρασίας των υδάτων και της ατμόσφαιρας, της ατμοσφαιρικής υγρασίας, της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου (όπως αυτές έχουν περιγραφεί στις προηγούμενες ενότητες).

Μία έμμεση τεχνική υπολογισμού της εξάτμισης εφαρμόζει την Bowen ratio μέθοδο, που χρησιμοποιεί το ενεργειακό ισοζύγιο:

$$Qn-G-H-\lambda E = 0$$

όπου Qn είναι η ολική ακτινοβολία, G ο βαθμός αποθήκευσης θερμότητας στο έδαφος ή στο νερό, H η ροή της αισθητής θερμότητας και λE η λανθάνουσα ροή θερμότητας λόγω της εξάτμισης. Οπότε η λανθάνουσα ροή θερμότητας υπολογίζεται ως ο λόγος:

$$\lambda E = (Qn-G)/(\beta+1)$$

όπου β είναι ο συντελεστής Bowen (ορίζεται ως $H/\lambda E$). Για την μέτρηση της παραμέτρου αυτής χρησιμοποιείται μία ομάδα αισθητήρων, που εισάγουν τιμές της θερμοκρασίας και πίεσης ατμών σε ύψη 0.5 m και 3 m, της ολικής ακτινοβολίας και της ροής της εδαφικής θερμοκρασίας σε βάθος 10 cm.

2.3 Κεντρική μονάδα επεξεργασίας

2.3.1 Γενικά

Κάθε αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός περιέχει ενσωματωμένη μία κεντρική μονάδα συλλογής, επεξεργασίας και αποθήκευσης των δεδομένων. Η

πολυπλοκότητα και η σπουδαιότητα των διαδικασιών που επιτελεί, εξαρτώνται σημαντικά από το συνολικό λειτουργικό μέγεθος του Α.Μ.Σ., τον βαθμό της χειρωνακτικής επιτήρησης και της διαθέσιμης παρέμβασης, τον αριθμό των διανεμημένων καταχωρητών δεδομένων (data loggers) που συνδέονται με τους αισθητήρες και την απαιτούμενη φόρμα των μετρήσιμων παραμέτρων.

Μία κατευθυντήρια αρχή του σχεδιασμού ή της εξειδίκευσης του αυτόματου συστήματος, αποτελεί η επίγνωση του εξαιρετικού κόστους της παραγωγής και ελέγχου δεδομένων από τα αντίστοιχα υπολογιστικά προγράμματα (Software). Επιπλέον, το πρόγραμμα αυτό εύκολα καθιστάται δύσκαμπτο και δυσχερώς συντηρητέο, εκτός της περίπτωσης ύπαρξης προσεγμένου προκαταρκτικού σχεδιασμού και διατήρησης συντονισμού κατά την κωδικοποίηση (WMO-No. 8, 1983). Επίσης μικρότερες αλλαγές των παραπάνω απαιτήσεων, με την εισαγωγή νέων αισθητήρων, κωδικών και κριτηρίων, μπορεί να επιφέρουν μείζονες και πολυέξοδες αναθεωρήσεις του προγράμματος.

Αυτοί οι παράγοντες ευνοούν την γενική φιλοσοφία της μέγιστης δυνατής απλότητας του προγραμματισμού της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας. Επίσης προτιμητέα ευρέως είναι η εφαρμογή αυτοτελών αισθητήρων, που εμπεριέχουν μικροεπεξεργαστές των μετρήσεων τους (WMO-No. 8, 1983).

Ο κεντρικός επεξεργαστής εγκαθίσταται είτε στην θέση του αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού, είτε σε ένα σημείο συλλογής δεδομένων, που πιθανότατα απέχει αρκετά χιλιόμετρα.

Εάν αυτός περικλείεται στον Α.Μ.Σ., η επιτόπια επεξεργασία μειώνει τον μεταδιδούμενο όγκο μετρήσεων και η μετατροπή της μορφής των επιτρέπει την άμεση διοχέτευση τους σε μετεωρολογικά δίκτυα επικοινωνίας. Ομως καθίσταται τρωτός σε διακοπές ηλεκτρικής ενέργειας και επιβάλλεται η προστασία του έναντι των δυσμενών καιρικών συνθηκών, των ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών (EMI) και των κεραυνών.

Στην δεύτερη περίπτωση, παρέχεται ασφαλώς η απαραίτητη ηλεκτρική ενέργεια και λειτουργεί σε κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος γραφείου. Χρησιμοποιείται όμως έτσι ένας μοναδικός και υπερβολικής χωρητικότητας μνήμης επεξεργαστής, για την εξυπηρέτηση μίας μεγάλης έκτασης δικτύου σταθμών, δημιουργώντας ένα ευπρόσβλητο αυτόματο σύστημα παρατηρήσεων. Επίσης αυτή η διαμόρφωση επιφέρει αυξημένο φορτίο επικοινωνίας και πολυπλοκότερο προγραμματισμό, που τείνουν σε αρκετά υψηλό λειτουργικό κόστος.

Οι λειτουργίες που διεξάγονται από τον επεξεργαστή του Α.Μ.Σ. ή τους διασυνδεδεμένους αισθητήρες ή τον συνδυασμό των δύο αυτών, εξαρτώνται έως

ορισμένο βαθμό από το είδος του αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού και τον σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιείται. Αντιπροσωπευτικά εξυπηρετεί τις ακόλουθες διαδικασίες:

- α. Την συλλογή των πρωτογενών μετεωρολογικών δεδομένων από τους αισθητήρες.
- β. Την γραμμικοποίηση και την κλιμακοποίηση των μετρήσιμων τιμών.
- γ. Τον ποιοτικό έλεγχο των μετρήσεων.
- δ. Την μετατροπή των μετρήσεων, από ηλεκτρονικά ψηφία σε μετεωρολογικές μονάδες, δηλαδή την κωδικοποίηση τους σε καθιερωμένες φόρμες επικοινωνίας.
- ε. Την επιλογή των ακραίων τιμών (min, max).
- στ. Τον υπολογισμό των δευτερογενών μετεωρολογικών δεδομένων (μέσες τιμές, αθροιστικές τιμές και άλλες στατιστικές παραμέτρους) με την εκτέλεση αριθμητικών πράξεων.
- ζ. Την ασφαλή αποθήκευση και μετάδοση των δευτερογενών δεδομένων στο κεντρικό σημείο συλλογής των στοιχείων.
- η. Την ενεργοποίηση π.χ. ενός ηχητικού συστήματος σήμανσης μίας κατάστασης "συναγερμού", όταν μία μετρήσιμη παράμετρος υπερβεί ένα καθορισμένο προγραμματισμένο όριο.

2.3.2 Διαχείριση δεδομένων

Η εξελικτική πορεία της τεχνολογίας των μικρουπολογιστών εξασφαλίζει έως έναν ικανοποιητικό βαθμό την διαχείριση των δεδομένων. Ομως τίθενται ερωτήματα για τους τύπους των αλγορίθμων, που απαιτούνται για τις παραπάνω διαδικασίες και εξυπηρετούν τις ποικίλες μετρήσεις. Παράλληλα, δημιουργούνται προβλήματα επαρκούς αντιπροσώπευσης και τυποποίησης των τελικών αποτελεσμάτων. Είναι σημαντικό λοιπόν να κατανοήσουμε τις επιρροές των παραπάνω στις τελικές μετρήσεις και τις διαφορές που υφίστανται μεταξύ των

συμβατικών και ηλεκτρονικών εξαγομένων (παράγραφος 2.1.2). Λεπτομερής αναφορά της διαχείρισης των δεδομένων με την βοήθεια του ποιοτικού ελέγχου γίνεται στο παράρτημα Α (παράγραφος Α.3).

2.3.3 Μετάδοση δεδομένων

Το σύστημα μετάδοσης δεδομένων σε ένα κεντρικό σημείο συλλογής αποτελεί εξαιρετικά σημαντική λειτουργία σε αυτόματους σταθμούς πραγματικού χρόνου, για την περαιτέρω διανομή και χρήση των σε συνοπτικές χρονικές κλίμακες. Η μετάδοση πραγματοποιείται με τις παρακάτω μεθόδους:

- a. Μέσω του τηλεφωνικού δικτύου, όπου υπάρχει δυνατότητα τηλεφωνικής σύνδεσης.
- β. Μέσω του ψηφιακού ραδιοδικτύου, σε συχνότητες των HF, VHF ή UHF κυμάτων με την χρήση πομπού και δέκτη.
- γ. Μέσω δορυφορικής σύνδεσης.
- δ. Εφαρμόζοντας συνδυαστικά τις παραπάνω μεθόδους (Σχήμα 2.17).

Η τηλεμετάδοση γίνεται με χρήση modems και επιτρέπει την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του αυτόματου σταθμού και του κεντρικού σημείου συλλογής των δεδομένων, παρεμβαίνοντας έτσι στην λειτουργία του επεξεργαστή του σταθμού (data logger) μέσω του κεντρικού υπολογιστή π.χ. αλλάζοντας την χρονική περίοδο της δειγματοληψίας μίας οποιασδήποτε μετρήσιμης παραμέτρου, λαμβάνοντας ενδιάμεσες ενδείξεις κ.λ.π., και αντιστρόφως.

Με την ραδιοζεύξη, δημιουργούνται δυσκολίες σύνδεσης μεγάλων αποστάσεων, με αποτέλεσμα την απαιτούμενη εγκατάσταση αναμεταδοτών (επαναλήπτες) σε ενδιάμεσες θέσεις, για την αποφυγή απωλειών δεδομένων. Δίνεται η δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας (όπως περιγράφεται παραπάνω), αλλά γενικά μειονεκτεί εν συγκρίσει με την τηλεφωνική σύνδεση.

Η δορυφορική σύνδεση παρουσιάζει την αδυναμία μη αμφίδρομης επικοινωνίας και της ακούσιας διασποράς των δεδομένων, δηλαδή στέλνοντας σήμα στον δορυφόρο για ενημέρωση μίας παραμέτρου, αυτός μεταδίδει τις πληροφορίες στην ευρύτερη περιοχή που ευρίσκεται ο ενδιαφερόμενος.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, η ασφάλεια των μεταδιδούμενων μετρήσεων συντελείται με την εφαρμογή ειδικών συσκευών, δύος κώδικες επαλήθευσης και ελέγχους ισοτιμίας (WMO- No. 8, 1983). Επίσης προτιμάται η υιοθεσία πολλαπλής μετάδοσης των μηνυμάτων, εάν η χρονική περίοδος μετάδοσης και το εύρος της καλωδιακής σύνδεσης το επιτρέπουν, ιδιαίτερα στην ραδιοξεύξη που παρατηρείται σταδιακή εξασθένηση των σημάτων.

2.3.4 Παροχή ηλεκτρικής ενέργειας

Η μέθοδος ηλεκτροδότησης που χρησιμοποιεί ένας Α.Μ.Σ., αποτελεί βασικό κριτήριο για τον σχεδιασμό και τις ικανότητες του. Εξαιτίας της ευρείας χρήσης και άμεσης διαθεσιμότητας των 12 V μπαταριών στα μέσα μεταφοράς, απαιτείται η προσεκτική εξέταση της παροχής 12 V DC ενέργειας στα αυτόματα συστήματα. Σε όποιες περιοχές υφίσταται κεντρικό δίκτυο ενέργειας, οι 12 V μπαταρίες εύκολα επαναφορτίζονται και δημιουργείται η διαρκής ενεργειακή υποστήριξη του σταθμού στην περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης του. Άλλοι μέθοδοι παροχής ηλεκτρικής ενέργειας αναλύονται διεξοδικά στο παράρτημα A (παράγραφος A.4).

2.4 Ανάπτυξη δικτύου αυτόματων υδρομετεωρολογικών σταθμών

2.4.1 Γενικές αρχές ανάπτυξης δικτύου

Τα μετεωρολογικά δεδομένα συλλέγονται προκειμένου να παρέχουν πληροφορίες για την έρευνα, την ανάπτυξη και διαχείριση των υδατικών και ενεργειακών πόρων, των δασών, της γεωργίας, του μικροκλίματος των χερσαίων και θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Η ποικιλομορφία του κλίματος, της εδαφικής μορφολογίας και των μη αποσαφηνισμένων στόχων των διαφόρων κρατών, καθιστούν ανέφικτη την καθιέρωση παγκοσμίων κριτηρίων για την πυκνότητα των δικτύων. Ο σχεδιασμός της διάταξης των δικτύων των υδρομετεωρολογικών σταθμών περιλαμβάνει εκτός από τις εκτιμήσεις των φυσιογραφικών και κλιματολογικών συνθηκών μίας περιοχής, τους ποικίλους πολιτικούς πολιτιστικούς και οικονομικούς παράγοντες αυτής. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη τα είδη των παραμέτρων που καταγράφονται και οι σκοποί για τους οποίους συλλέγονται.

Η πυκνότητα και η κατανομή των σταθμών του δικτύου εξαρτώνται από την χωροχρονική μεταβλητότητα των μετρήσιμων παραμέτρων. Σκοπός του είναι η εξασφάλιση επαρκών και αξιόπιστων μετρήσεων για τον προσδιορισμό των υδρομετεωρολογικών χαρακτηριστικών μίας οποιασδήποτε θέσης. Τα δεδομένα των σταθμών ενός δικτύου χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων, που παρέχουν εκτιμήσεις στοιχείων, είτε σε περιοχές χωρίς μετρήσεις (μεταφορά δεδομένων), είτε για πρόβλεψη υδρολογικών συμβάντων (καταστάσεων "συναγερμού" κ.λ.π.).

Για την κατασκευή δικτύου σταθμών, ιδιαίτερα χρήσιμη είναι η πιθανή εμπειρία παραπλήσιων σταθμών. Ακόμα απαιτείται η περιοδική εξέταση της αποτελεσματικότητας του (μετά από διάστημα λειτουργίας μερικών ετών), ώστε να προσθέτονται -όπου είναι απαραίτητο- νέοι σταθμοί ή να εγκαταλείπονται άλλοι υπάρχοντες, αφού η λειτουργία ενός δικτύου αποτελεί εξελίξιμη διαδικασία (δυναμικά συστήματα), ανάλογα με τις απαιτήσεις πληροφόρησης και το επίπεδο ανάπτυξης της περιοχής.

2.4.2 Συνύπαρξη αυτόματων και συμβατικών σταθμών

Η αυτοματοποίηση των μετρήσεων ικανοποιεί σε μεγάλη έκταση τις ποικίλες ανάγκες, αντικαθιστώντας τον παρατηρητή είτε κατά την διάρκεια της

νύχτας και τις αργίες σε πλήρως επανδρωμένους σταθμούς, είτε εξ ολοκλήρου σε δυσπρόσιτες θέσεις.

Ο καθορισμός των κατηγοριών των σταθμών, που χρειάζεται να λειτουργούν σε κάθε περιοχή, εξαρτάται από τις απαιτήσεις σε δεδομένα του εθνικού δικτύου παρατηρήσεων, την διαθεσιμότητα των ικανών παρατηρητών και το κόστος επάνδρωσης σταθμών σε απόμακρες και ακατοίκητες τοποθεσίες, π.χ. εάν υπάρχουν συμβατικοί σταθμοί που λειτουργούν για μεγάλο χρονικό διάστημα και έχουν δημιουργήσει αξιόπιστο αρχείο, δεν είναι απαραίτητη η αντικατάσταση τους. Εάν η θέση κάποιου σταθμού δεν είναι ικανοποιητική, απαιτείται η έναρξη ενός νέου σταθμού με αντικείμενο την καθιέρωση συσχετισμού των σειρών δεδομένων για κοινή χρονική περίοδο τουλάχιστον δέκα ετών. Στην περίπτωση που η συσχέτιση των μετρήσεων είναι επιτυχής, ο παλαιός σταθμός καταργείται. Γενικά όμως προτιμάται η χρήση αυτομάτων συστημάτων, για την αύξηση των χρονοσειρών μετρήσεων και της αξιοπιστίας των παρατηρήσεων. Επιπλέον, τίθεται το ζήτημα της συγκέντρωσης των αυτόματων και συμβατικών παρατηρήσεων σε ένα ενιαίο αρχείο δεδομένων.

2.4.3 Δομή του δικτύου

Στα αρχικά στάδια ανάπτυξης ενός δικτύου, το πρώτο βήμα αποτελεί η εγκαθίδρυση ενός ελάχιστου ή βασικού δικτύου, που απαρτίζεται από τους βασικούς σταθμούς, τους αναμεταδότες και τους σταθμούς αναφοράς. Αυτό αποτελείται από ένα ελάχιστο αριθμό σταθμών, που απαιτούνται για την έναρξη σχεδιασμού της οικονομικής ανάπτυξης και διαχείρισης των υδατικών πόρων μίας χώρας, και παρέχει τον βασικό σκελετό επέκτασης του με δευτερεύοντες και ειδικών σκοπών σταθμούς. Οι βασικοί σταθμοί εισάγουν στοιχεία αξιολόγησης προσωρινών τάσεων, συσχέτισης αυτών με διάφορα αίτια και στατιστικών χαρακτηριστικών τους σε περιοχές με ή χωρίς μετρήσεις, εφαρμόζοντας μαθηματικά μοντέλα. Οι σταθμοί βάσης ή αναφοράς συλλέγουν τις σειρές δεδομένων των μετρήσιμων παραμέτρων και εγκαθίστανται σε θέσεις ανεπηρέαστες από προηγούμενες ή μελλοντικές τεχνητές αλλαγές.

Οι δευτερεύοντες σταθμοί αποτελούν τη βάση για την παρεμβολή της χωρικής μεταβλητής στις χρονοσειρές δεδομένων και λειτουργούν για ορισμένο αριθμό ετών, που χρειάζεται για την δημιουργία σχέσης αναλογίας μεταξύ αυτών και των βασικών σταθμών. Οι σταθμοί ειδικών σκοπών ιδρύονται για ερευνητικές μελέτες ή για την προσαύξηση των πληροφοριών που παρέχει το υπάρχον δίκτυο (βασικοί και δευτερεύοντες σταθμοί) σε περιοχές με ιδιόμορφες ανάγκες. Η

διάρκεια λειτουργίας τους σχετίζεται άμεσα με τον σκοπό για τον οποίο εγκαταστήθηκαν, που μπορεί να περιορίζεται π.χ. σε εποχιακές παρατηρήσεις.

2.5 Επιλογή θέσης αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών

Για την επιλογή της οριστικής εγκατάστασης των Α.Μ.Σ. απαιτείται η προσεκτική εξέταση των παρακάτω βασικών κριτηρίων:

- α. Αποφυγή της άμεσης γειτνίασης με κτίρια, δέντρα, απότομες πλαγιές, γκρεμούς, κορυφογραμμές και εδαφικές κοιλότητες.
- β. Ισότιμη αντιπροσώπευση (μέσω των μετρήσεων) των περιβάλλοντων φυσικών συνθηκών.
- γ. Δυνατότητα οικονομικά προσιτής τοποθέτησης του συστήματος και των εξαρτημάτων του, ανάλογα με την φύση του εδαφικού στρώματος.
- δ. Υπαρξη διαθέσιμης ηλεκτρικής ενέργειας ή πιθανότητα χρήσης εφεδρικού συστήματος τροφοδοσίας (πιθανή εγκατάσταση κατάλληλης γεννήτριας).
- ε. Επιτέλεση απευθείας ζεύξης με υπάρχουσα παροχή του τηλεπικοινωνιακού δικτύου.
- στ. Δυνατότητα πρόσβασης για την συντήρηση του σταθμού με χαμηλό κόστος.
- ζ. Ανάλυση των καιρικών συνθηκών που έπικρατούν στην περιοχή π.χ. εάν σημειώνονται ακραίες καιρικές συνθήκες, την ελάχιστη διάρκεια ημέρας, την χειρότερη αναμενόμενη διάρκεια νέφωσης κ.λ.π.

Εξαίρεση του κριτηρίου (α) αποτελούν τα όργανα μέτρησης της κατακρήμνισης, που απαιτούν κατάλληλη κατανομή των δέντρων και των θάμνων ή κάποιου ισοδύναμου, λειτουργώντας ως αντιανέμια, δίχως όμως την παράλληλη δημιουργία του δυσάρεστου φαινομένου του στροβιλισμού.

Στα προκαταρκτικά στάδια του σχεδιασμού ενός Α.Μ.Σ., επιβάλλεται η λεπτομερής ανάλυση και επικύρωση (μετά από τις απαραίτητες διαπραγματεύσεις) της σημαντικότητας των τεχνικών και μετεωρολογικών

απαιτήσεων, ώστε να επιλεχθεί και να εγκριθεί η ιδανική θέση πριν την πραγματοποίηση μίας αξιοσημείωτης επένδυσης εγκατάστασης.

2.6 Παράγοντες συντήρησης των Α.Μ.Σ.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, η διατήρηση ενός δικτύου αυτόματων σταθμών υποεκτιμάται σε μεγάλο βαθμό, ενώ αποτελεί θεμελιώδες καθήκον τη οργάνωση της, βάσει ενός αναλυτικού σχεδιαγράμματος, που καθορίζει τις απαραίτητες εργασίες έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το κόστος (όχι βέβαια σε βάρος της απόδοσης του σταθμού). Μία λεπτομερής ανασκόπηση των διαδικασιών και των παραγόντων συντήρησης δίνεται στο παρόντα Α (παράγραφος Α.5).

2.7 Εκπαίδευση

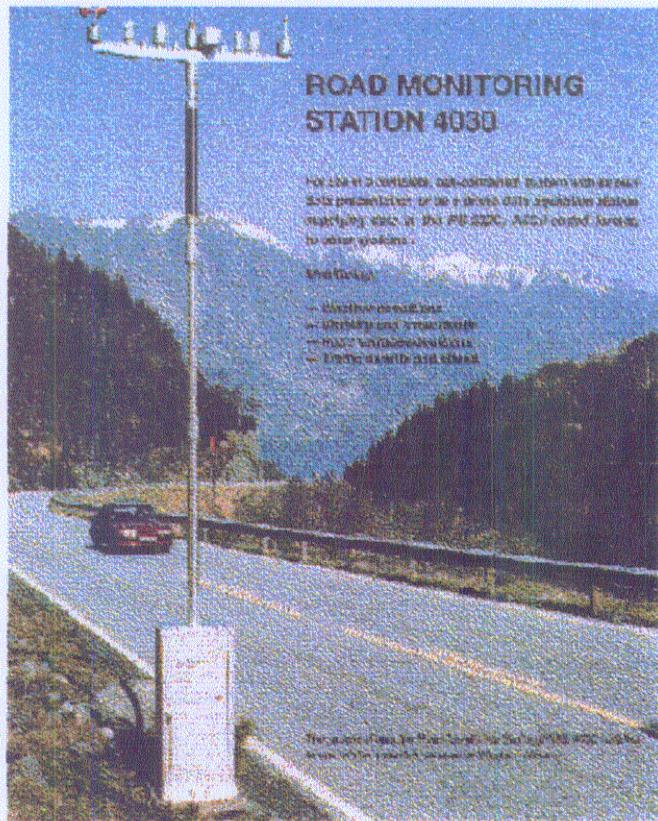
Στις αναπτυγμένες χώρες, οι διαδικασίες εκπαίδευσης του απαιτούμενου λειτουργικού προσωπικού διαφέρουν ελάχιστα και εμφανίζονται σωστά οργανωμένες και αποτελεσματικές. Αφού η εκπαίδευση των τεχνικών αποτελεί θέμα πρωταρχικής σημασίας για την αξιόπιστη λειτουργία των Α.Μ.Σ., επιβάλλεται ο συντονισμός της σύμφωνα με ένα ολοκληρωμένο σχέδιο, που είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες για συντήρηση (όπως αυτές σκιαγραφούνται στην παράγραφο 2.6 και Α.5).

Σε μικρότερα κράτη, συνιστάται η δημιουργία κοινών μαθημάτων σε ένα εκπαιδευτικό κέντρο, που εξυπηρετεί αρκετές γειτονικές χώρες (ειδικά εάν αυτές έχουν επίσης κοινό κέντρο συντήρησης). Τέτοιου είδους κέντρο θα λειτουργούσε ικανοποιητικότερα, εάν οι παραπάνω χώρες συμφωνούσαν στην χρήση δημοτικού τυποποιημένου εξοπλισμού (WMO-No. 8, 1983).

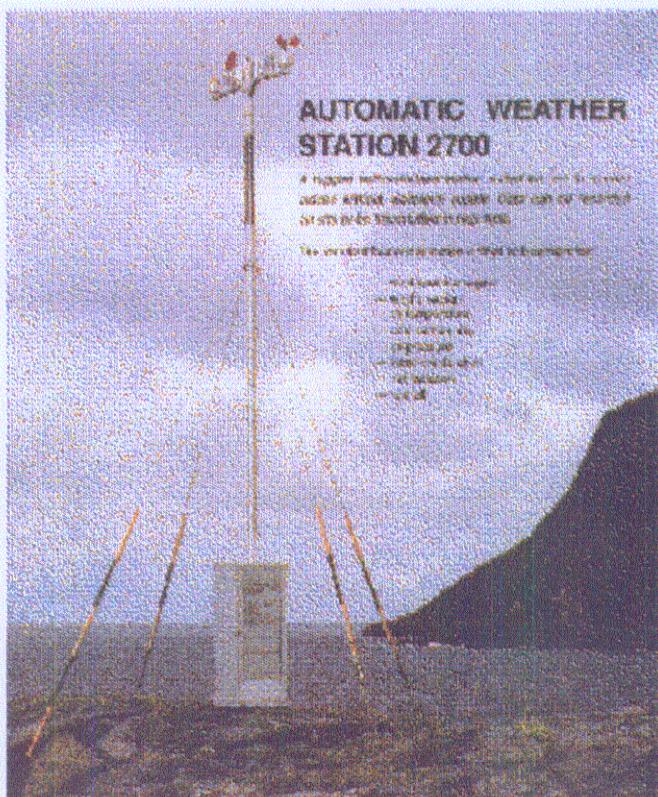
Η εφαρμογή αυτόματων σταθμών απλοποιεί το εκπαιδευτικό πρόγραμμα, γιατί η διαδικασία της συντήρησης γενικά κατορθώνεται ευχερώς από το μεγαλύτερο τμήμα του προσωπικού, εκτός από αυτό των εξειδικευμένων τεχνικών.



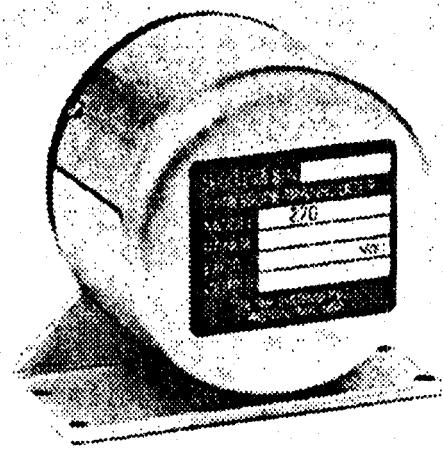
Σχήμα 2.1 Τηλεμετρικός ναυτικός σταθμός



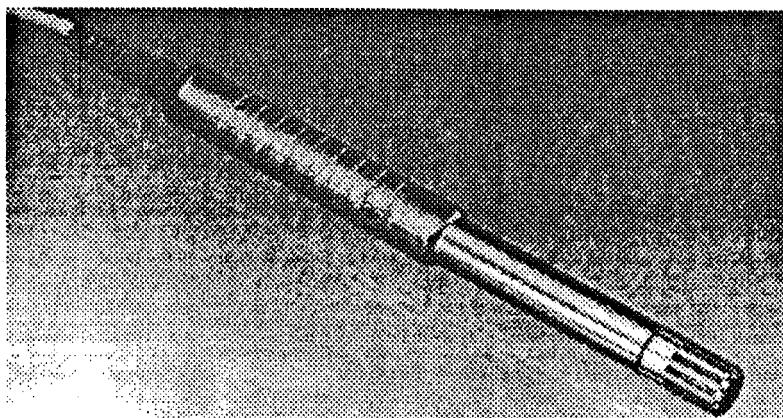
Σχήμα 2.2 Οδικός τηλεμετρικός σταθμός



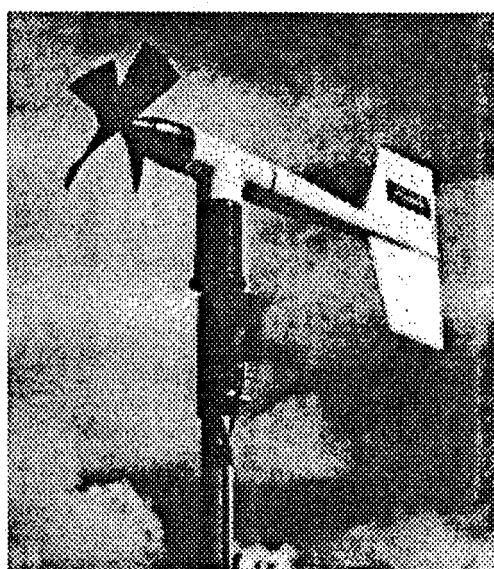
Σχήμα 2.3 Κλιματολογικός τηλεμετρικός σταθμός



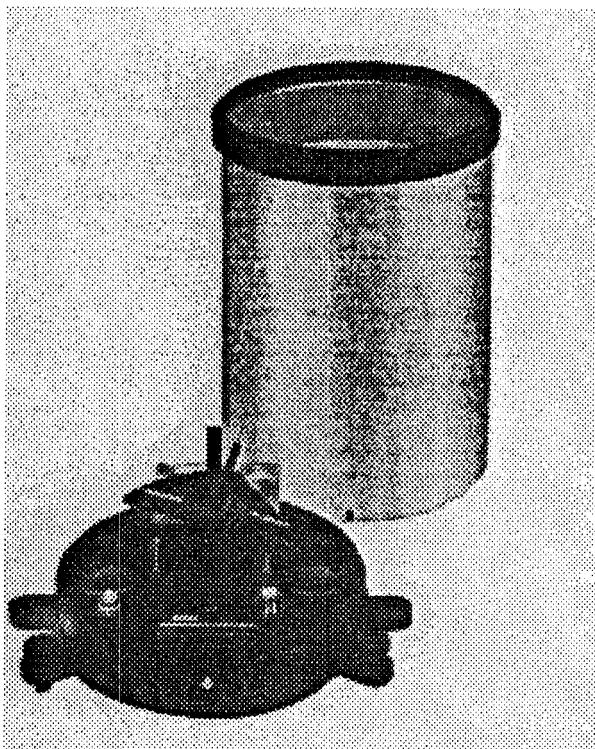
Σχήμα 2.4 Αισθητήρας μέτρησης ατμοσφαιρικής πίεσης.



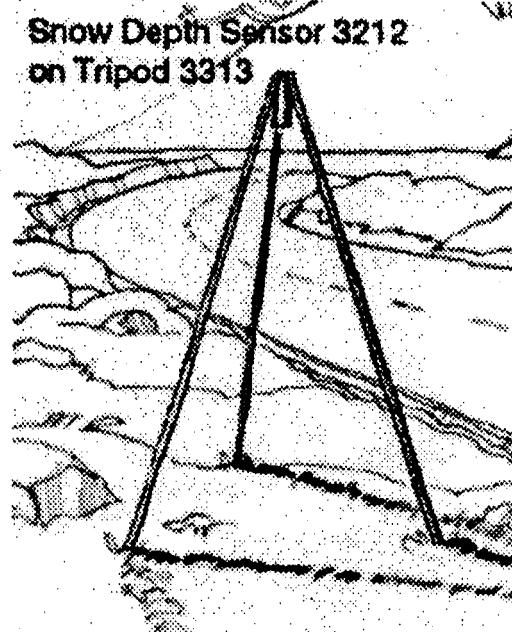
Σχήμα 2.5 Αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας.



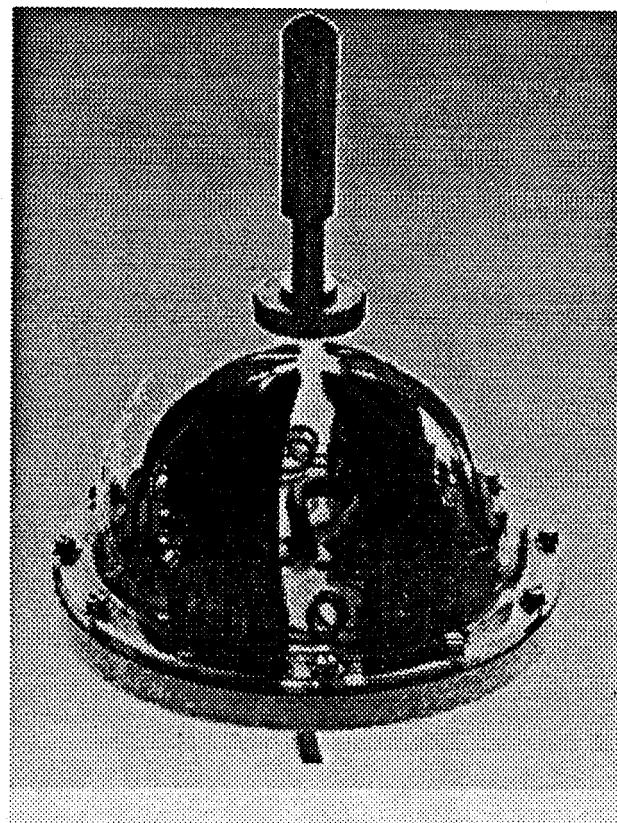
Σχήμα 2.6 Αισθητήρας μέτρησης διεύθυνσης και ταχύτητας του ανέμου.



Σχήμα 2.7 Αισθητήρας μέτρησης ύψους βροχής.



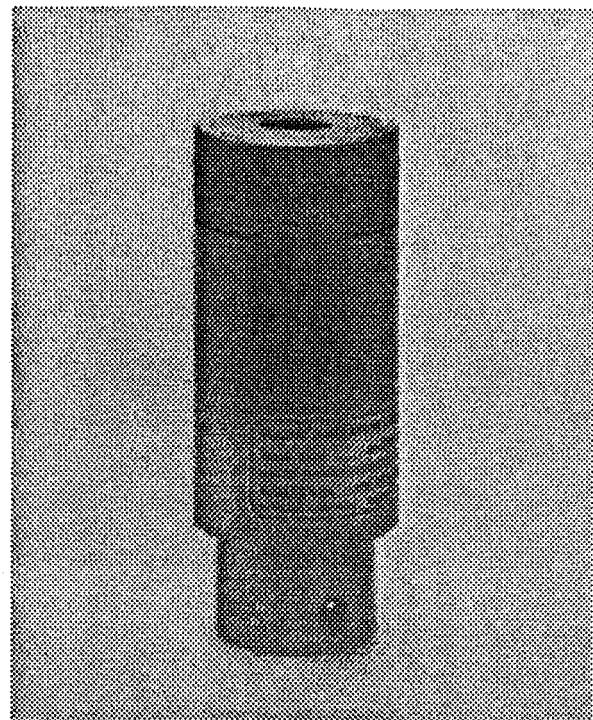
Σχήμα 2.8 Αισθητήρας μέτρησης βάθους χιονιού.



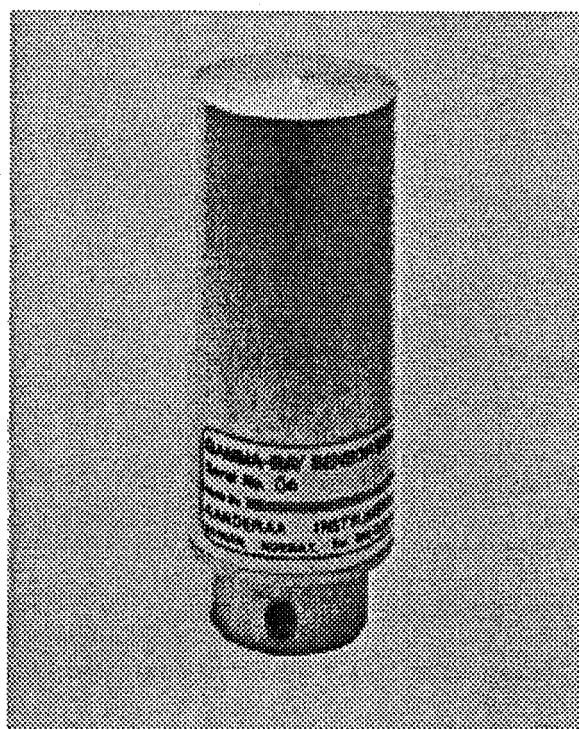
Σχήμα 2.9 Αισθητήρας μέτρησης διάρκειας ηλιοφάνειας.



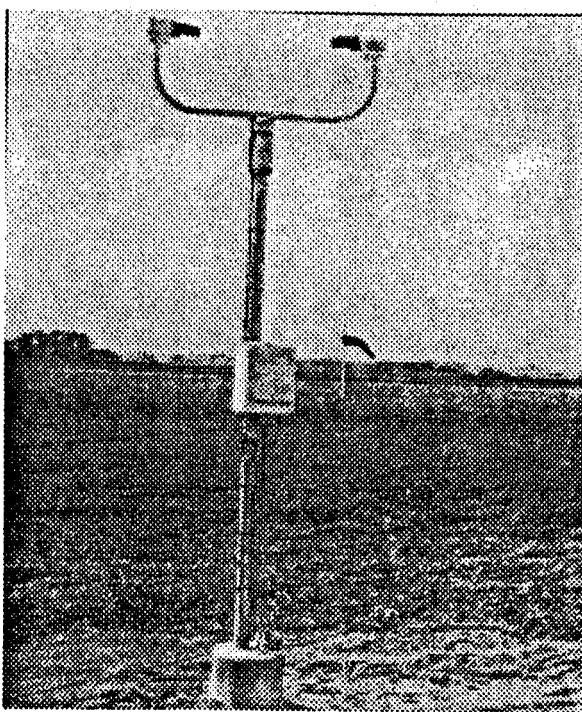
Σχήμα 2.10 Αισθητήρας μέτρησης καθαρής ακτινοβολίας.



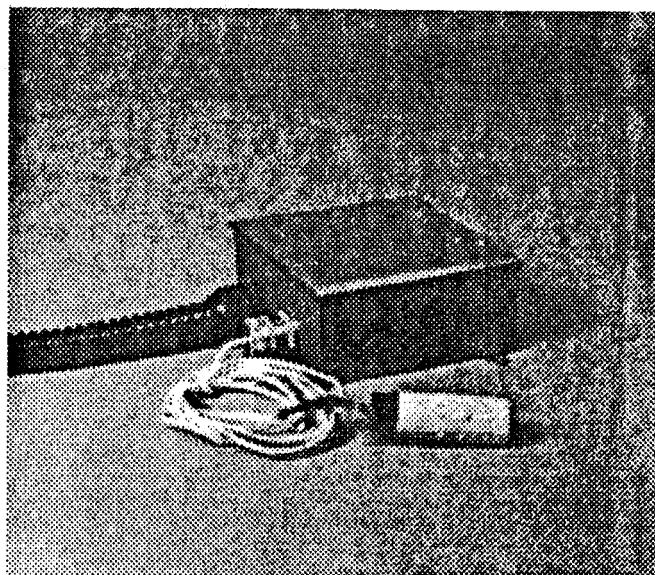
Σχήμα 2.11 Αισθητήρας μέτρησης ολικής ηλιακής ακτινοβολίας.



Σχήμα 2.12 Αισθητήρας μέτρησης ακτινοβολίας γάμα.

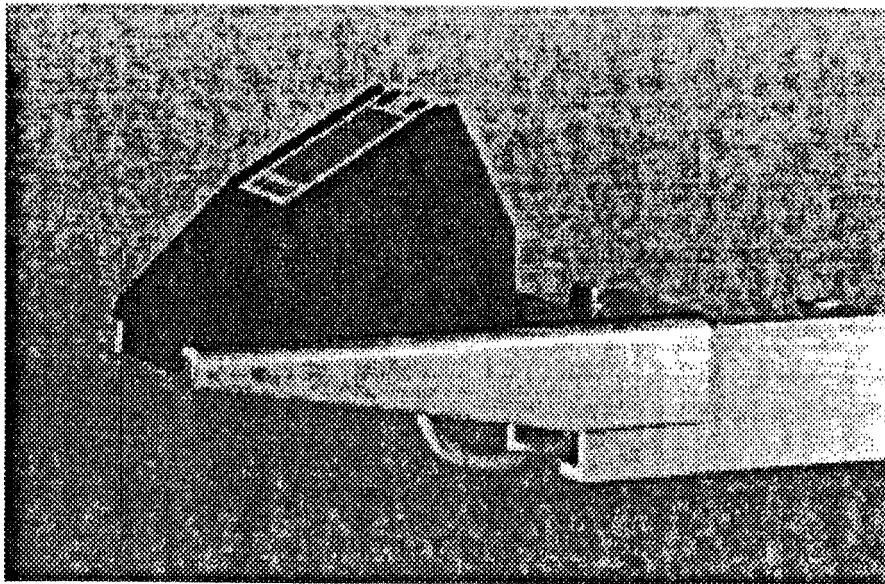


Σχήμα 2.13 Αισθητήρας μέτρησης ορατότητας.

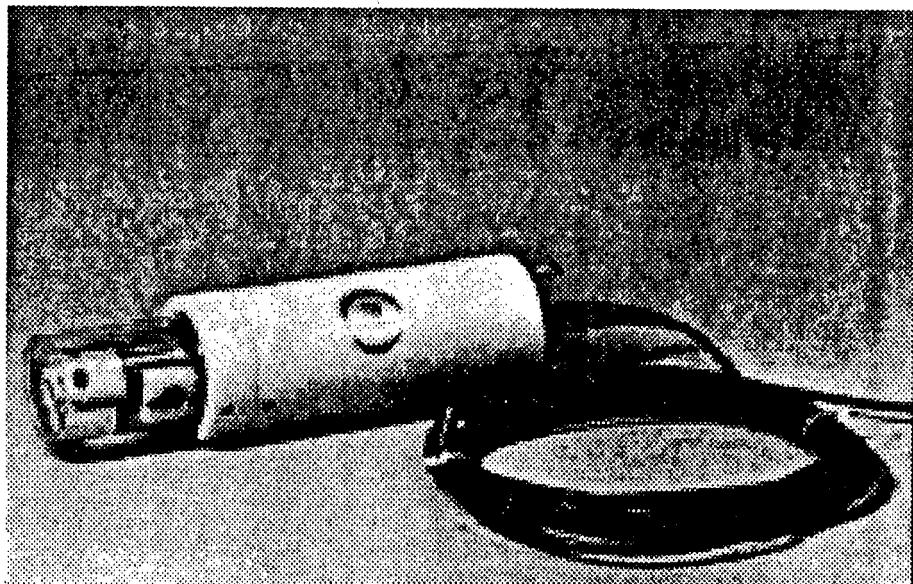


Σχήμα 2.14 Αισθητήρας μέτρησης εδαφικής υγρασίας.



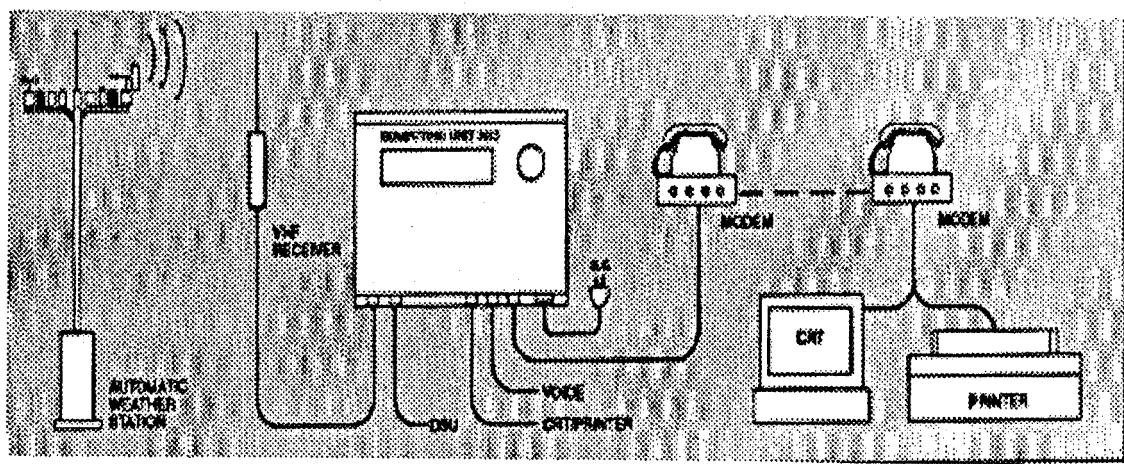


Σχήμα 2.15 Αισθητήρας μέτρησης ποιότητας όμβριων υδάτων.



Σχήμα 2.16 Αισθητήρας μέτρησης ποιότητας ποιότητας υδάτων.





Σχήμα 2.17 Μετάδοση μέσω τηλεφωνικού και ψηφιακού ραδιοδικτύου.



ΚΕΦ.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΜΕΤΡΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

3.1 Υπάρχουσα κατάσταση

Οι μετετεωρολογικοί σταθμοί που είναι εγκαταστημένοι σήμερα στην Ελλάδα είναι κυρίως συμβατικής τεχνολογίας. Οι περισσότεροι από αυτούς λειτουργούν προβληματικά και παρέχουν μη αξιόπιστα και δύσκολα στην επεξεργασία δεδομένα, διότι:

1. Λειτουργούν με τον παραδοσιακό τρόπο, που απαιτεί λήψη δεδομένων μία έως τρείς φορές την ημέρα (08.00-14.00-20.00) ανεξαρτήτως αργιών.
2. Πολλές φορές οι θέσεις εγκατάστασης είναι σε απομακρυσμένα ορεινά χωριά ή και έξω από αυτά με δυσκολία προσσέγισης.
3. Το διαθέσιμο ανθρώπινο δυναμικό σε συνδυασμό με την χαμηλή αμοιβή, περιορίζει την επιλογή ικανών παρατηρητών.
4. Η τεχνική υποστήριξη των σταθμών αυτών είναι ελλιπής, λόγω απουσίας τεχνικού προσωπικού.
5. Τα συλλεγόμενα στοιχεία απαιτούν πολύπλοκες και χρονοβόρες διορθώσεις και επεξεργασίες, μέχρι την τελική τους παρουσίαση.
6. Υπάρχει δυσκολία πρόσβασης, για ειδικές χρήσεις, των ήδη συλλεχθέντων και αποθηκευμένων στοιχείων.
7. Υφίσταται έλλειψη άμεσης μηχανογραφικής υποστήριξης.

Τοιουτοτρόπως, χάνεται πολύτιμος χρόνος ικανών επιστημόνων για τον έλεγχο και την επεξεργασία στοιχείων και οι μετρήσεις φθάνουν με καθυστέρηση τουλάχιστον μίας ημέρας. Σαν αποτέλεσμα, τα δελτία αναφοράς εκδίδονται με επιβράδυνση (ή και καθόλου) και παρέχουν στοιχεία ελλιπή και αμφίβολης αξιοπιστίας.

3.2 Δυνατότητες και προοπτικές των αυτόματων μετρητικών συστημάτων στον Ελλαδικό χώρο

Με την εγκατάσταση αυτόματων συστημάτων μέτρησης στον Ελλαδικό χώρο, εξυπηρετείται η λήψη αξιόπιστων μετρήσεων και δίνεται η δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας και επεξεργασίας αυτών οποιαδήποτε ώρα του 24ώρου (παράγραφος 2.1.2). Επιπλέον, η λειτουργία των παραπάνω συστημάτων και η επεξεργασία των μετρήσιμων παραμέτρων δεν είναι άμεσα συνδεδεμένη με τον ανθρώπινο παράγοντα, με αποτέλεσμα να αίρονται οι δυσκολίες που αναφέρονται στην παράγραφο 3.1.

Η ομοιομορφία και τυποποίηση στις πρακτικές μέτρησης και στις διαδικασίες επεξεργασίας της νέας τεχνολογίας συμβάλλει στην συνεργασία των ενδιαφερόμενων φορέων. Ο συντονισμός, η ταξινόμηση και ο διαχωρισμός των αρμοδιοτήτων των εμπλεκομένων υπηρεσιών, οδηγεί στην αναβάθμιση και στον εκσυγχρονισμό τους και διευκολύνει την προώθηση προγραμμάτων έρευνας προστασίας του περιβάλλοντος, αξιοποίησης των υδατικών πόρων, διερεύνησης των εναλλακτικών μορφών ενέργειας, βελτιστοποίησης των γεωργικών εφαρμογών, διαχείρισης των χερσαίων και θαλάσσιων οικοσυστημάτων.

Η τήρηση των δεδομένων σε αρχεία ανά σταθμό, διευκολύνει τον έλεγχο τους και αναδεικνύει την σημασία τους από τους μελετητές. Η μορφή των μετρήσιμων πληροφοριών διευκολύνει την εισαγωγή τους στην υπό κατασκευή βάση δεδομένων (Υδροσκόπιο) και την πρόσβαση σε αυτήν των ενδιαφερομένων φορέων. Επίσης, η εγκατάσταση Α.Μ.Σ. συντείνει στην αναδιοργάνωση και επέκταση των υπαρχόντων μετρητικών δικτύων, με την κατάργηση μη αξιόπιστων συμβατικών σταθμών και τον εμπλουτισμό τους με σταθμούς νέας τεχνολογίας.

3.3 Γενικές παρατηρήσεις

Στην Ελλάδα η συλλογή των υδρομετεωρολογικών πληροφοριών δεν εξυπηρετείται από ενιαίο φορέα. Οι οργανισμοί και υπηρεσίες που χρησιμοποιούν τις ποικιλες μετρήσιμες παραμέτρους για πολλαπλούς σκοπούς, είναι διασκορπισμένες σε διάφορα υπουργεία και άλλους δημόσιους φορείς.

Ο κάθε φορέας ενεργεί ανεξάρτητα από τους άλλους. Η έλλειψη συντονισμού και συνεργασίας είναι έντονη και δεν οδηγεί στην ανάπτυξη μετρητικών δικτύων, με αποτέλεσμα τα ερευνητικά προγράμματα και οι επιστημονικές μελέτες να μην βασίζονται πάντα σε αξιόπιστες και ολοκληρωμένες ιστορικές χρονοσειρές. Χαρακτηριστικά παρατηρείται το φαινόμενο εγκατάστασης μετεωρολογικών σταθμών στην ίδια θέση και με τα ίδια αισθητήρια δργανα, από διαφορετικούς φορείς.

Πέραν τούτου, τίθεται το πρόβλημα της τακτής εποπτείας των σταθμών μέτρησης από κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό συντήρησης και λειτουργίας τους, για την εξασφάλιση αξιόπιστων χρονοσειρών δεδομένων. Είναι χαρακτηριστικό το φαινόμενο στις περισσότερες υπηρεσίες που εξασκούν τέτοιου είδους δραστηριότητες, να έχουν συσσωρευμένους υπαλλήλους σε θέσεις μη παραγωγικές και στα σημεία που υπάρχει ανάγκη στελέχωσης με εξειδικευμένο προσωπικό, οι οποίες να είναι τεράστιες, ενώ οι κτιριακές εγκαταστάσεις να είναι ανεπαρκείς.

Πρέπει να τονιστεί ότι σε μία αναπτυσσόμενη χώρα, όπως η Ελλάδα είναι μεγίστης σημασίας η παροχή αξιόπιστων υδρομετεωρολογικών πληροφοριών, που προυποθέτει την κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού των Περιφερειακών Κέντρων συλλογής δεδομένων.

3.4 Γενική επισκόπηση αυτόματων μετρητικών συστημάτων στον Ελλαδικό χώρο

3.4.1 Μετεωρολογικοί σταθμοί

Στην παράγραφο αυτή αναφέρονται οι περισσότεροι δημόσιοι οργανισμοί και οι υπηρεσίες, καθώς και μερικές ιδιωτικές επιχειρήσεις που διαθέτουν αυτόματα συστήματα μετρήσεων μετεωρολογικών πληροφοριών και οι σκοποί που επιτελούν:

1. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ)

Διαθέτει δίκτυο 80 Α.Μ.Σ. με 8 περιφερειακά κέντρα, για την μέτρηση, τηλεμετάδοση, συγκέντρωση, επεξεργασία και αποθήκευση των μετρήσιμων παραμέτρων. Αποτελούνται από αισθητήρες μέτρησης σχετικής υγρασίας, θερμοκρασίας, ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου σε διάφορα ύψη (1 m, 3 m και 6 m, ανάλογα με το ύψος της επιβλεπόμενης καλλιέργειας), και αισθητήρες μέτρησης της βροχόπτωσης και της διύγρανσης φύλλου φυτών σε ύψος 1 m. Μερικοί από τους σταθμούς τροφοδοτούνται με φωτοβολταϊκά στοιχεία. Τα περιφερειακά κέντρα συλλογής των δεδομένων και οι αντίστοιχοι Α.Μ.Σ. που έχουν υπό την επίβλεψη τους είναι:

-Πάτρα: Βελίκα, Κόροιβος, Σαγέικα, Πάτρα, Καλάβρυτα, Γαργαλιάνοι,
Ζαχάρω, Αίγιο, Αγρίνιο, Ευηνοχώριο Μεσολογγίου, Αργοστόλι
Κεφαλληνίας, Πύργος Ηλείας, Ζάκυνθος.

- Ιωάννινα: Τ.Ε.Ι Αρτης, Γραμμενίτσα, Πρέβεζα, Κέρκυρα, Νέα Σελεύκεια Θεσπρωτίας, Ασπρογερακάτα Λευκάδος, Κόνιτσα.
- Ναύπλιο: Νέα Κίος, Επίδαυρος, Σπάρτη, Θερμησία, Σκάλα Λακωνίας, Ξυλόκαστρο, Νεμέα, Κερασίτσα Τρίπολης.
- Πειραιάς: Σπάτα, Μαρκόπουλο, Θήβα, Μέγαρα, Αρμα Βοιωτίας.
- Ηράκλειο Κρήτης: Ηράκλειο, Βόνη, Ασήμιο, Χανιά, Σητεία, Ρέθυμνο, Αγ.Μύρων Ηρακλείου, Βοριάς, Αγ.Πάντες Αποκορώνου, Ιεράπετρα, Ανω Βιάννος, Αγ.Βαρβάρα, Αγκουσελιανά, Αρχοντικό, περιοχή Αρχοντικού.
- Βόλος: Ζαγορά, Αγιά, Τύρναβος, Καλαμπάκα, Βελεστίνο, Αταλάντη, Καρδίτσα, Βόλος, Τσαρίτσανη, Αγχίαλος.
- Θεσσαλονίκη: Θέρμη, Νάουσα, Βέροια, Σκύδρα, Αρνισσα, Νησί Ημαθίας, Κρύα Βρύση Γιαννιτσών, Αριδαία Πέλλης, Αγ.Μάμας, Βατοπέδιο, Αγ.Παύλος.
- Καβάλα: Ορφάνιο, Ελευθερές, Πρίνος, Τριανταφυλλιά, Μεσολακκιά, Περιθώριο, Διομήδεια, Αλεξανδρούπολη, Σοφικό.

Τα περιφερειακά κέντρα Πειραιά και Καβάλας βρίσκονται στο στάδιο ανάπτυξης τους, τα περιφερειακά κέντρα Ηρακλείου και Πάτρας άρχισαν την λειτουργία τους το 1991, ενώ τα υπόλοιπα κέντρα λειτουργούν από τις αρχές του 1993. Με τις παραπάνω μετεωρολογικές μετρήσεις εκτιμάται η ανάπτυξη κάποιων ασθενειών των ποικίλων καλλιεργειών και ενημερώνονται οι αγρότες για τον τρόπο αντιμετώπισης των την κατάλληλη χρονική περίοδο (που είναι το χρονικό διάστημα μέγιστης ανάπτυξης της ασθένειας) με τα δελτία γεωργικών προειδοποιήσεων, ώστε ο κατάλληλος ψεκασμός να οδηγήσει στην μέγιστη δυνατή επιτυχία. Ετσι, η χρησιμοποιούμενη ποσότητα φαρμάκων ελαχιστοποιείται και οδηγεί σε θετικές περιβαλλοντικές και οικονομικές συνέπειες.

2. ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΔΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ & Τ.Δ.Π. (ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ)

Μελετά την μελλοντική εγκατάσταση 28 Α.Μ.Σ. στην ορεινή κυρίως χώρα, με 3 περιφερειακά κέντρα στο Ινστιτούτο Αθήνας, Θεσσαλονίκης και Λίμνης Εύβοιας, μέσω τηλεφωνικού δικτύου και ψηφιακού ραδιοδικτύου με 16 επαναλήπτες. Οι θέσεις των σταθμών και η μεταξύ τους διασύνδεση παρουσιάζεται στον σχετικό χάρτη (Σχήμα 3.1). Θα είναι εξοπλισμένοι με αισθητήρες μέτρησης της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας, του ύψους και διάρκειας βροχόπτωσης, του ύψους χιονιού, της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας, της εξάτμισης, της θερμοκρασίας εδάφους σε τέσσερα βάθη,

της εδαφικής υγρασίας, της βαρομετρικής πίεσης, των ατμοσφαιρικών ρύπων (CO_2 , O_3 , NO_x), της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου. Επιδίωξη του I.M.D.O. & T.D.P. είναι η δημιουργία κατάλληλης υποδομής για λήψη αξιόπιστων μετρήσεων, που συμβάλλουν στην επίλυση προβλημάτων διαχείρισης, προστασίας, αναδασώσεων και προσδιορισμού μικροκλίματος των χερσαίων οικοσυστημάτων, και διευκολύνουν την διαχείριση των ορεινών υδάτων.

3. ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ

Διαθέτει 2 συστήματα καταγραφής, που λειτουργούν από το 1980 και είναι εγκαταστημένα στο Εθνικό Αστεροσκοπείο (Θησείο) και στην Πεντέλη. Στο δεύτερο καταγράφονται μόνο οι μετεωρολογικές παράμετροι: ατμοσφαιρική πίεση, θερμοκρασία, σχετική υγρασία, κατακρήμνιση, ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου, ενώ στο πρώτο γίνονται επιπλέον μετρήσεις εδαφικής θερμοκρασίας (άμεσης επαφής σε βάθη: 2, 5, 10, 15, 20, 30, 40 και 50 cm, και μέθοδος με κύπελλα σε βάθη: 30, 60, 90 και 120 cm), των τριών συντεταγμένων (u, v, w) ροών ανέμου, ολικής και διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας (μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία 0.525-4 μμ) στο οριζόντιο, ολικής ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο με φίλτρο RG8 (0.71-2.7 μμ) και σε κεκλιμένες επιφάνειες (ανατολικά 40° και νότια 40°), υπέρυθρης ακτινοβολίας (μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία 4-26 μμ) στο οριζόντιο πρός την ατμόσφαιρα και πρός το έδαφος (net radiation), υπεριώδους ακτινοβολίας (0-0.4 μμ, συνολικά UVA και UVB), διάχυτης ακτινοβολίας σε κλίση 40° νότια, φωτισμού: ολική και διάχυτη στο οριζόντιο, ολική σε τέσσερις διεύθυνσεις του ορίζοντα και ζενίθιος φωτισμός (με 2° άνοιγμα στο ζενίθ) και τέλος ολικής ακτινοβολίας με 4 πυρηλιόμετρα και φίλτρα OG1 (0.525-2.8 μμ), RG8, RG2 (0.63-28 μμ) και QUARTZ (0.25-4 μμ). Οι παραπάνω μετρήσεις χρησιμοποιούνται κυρίως στην εκπόνηση ερευνητικών προγραμμάτων, προπτυχιακών και μεταπτυχιακών εργασιών.

4. ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ (ΕΛ.ΚΕ.ΠΑ.)

Από το 1987-1988 λειτούργησαν 2 συστήματα, που διέθεταν αισθητήρες μέτρησης των κλιματικών παραμέτρων: ολική ηλιακή ακτινοβολία στο επίπεδο των συλλεκτών, ατμοσφαιρική θερμοκρασία, ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου, των θερμοκρασιών νερού και παροχής νερού ή υγρού σε διάφορα σημεία του συστήματος θέρμανσης και τέλος τον χρόνο

λειτουργίας των αντλιών. Αυτά εγκαταστάθηκαν στο Σισμανόγλειο Γενικό Νοσοκομείο και σε μία ξενοδοχειακή επιχείρηση στο Λαγονήσι, που διέθεταν 150 και 20 ηλιακούς συλλέκτες αντίστοιχα. Τα συστήματα στόχευαν στον έλεγχο της καλής λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, στη βελτιστοποίηση της χρήσης ηλιακής ενέργειας και της υποβοηθητικής ηλεκτρικής ενέργειας (εξοικονόμηση ενέργειας), και στην σύνταξη ανάλογης μελέτης.

Από το 1991, διαθέτει το κινητό εργαστήριο ενεργειακών καταγραφών (ενεργειακό λεωφορείο), κατάλληλα διαμορφωμένο και εξοπλισμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή και μετρητικές συσκευές (Σχήμα 3.2). Από τις καταγραφές αυτές εκτιμάται η ενεργειακή κατάσταση συστημάτων που αφορούν βιομηχανικές διεργασίες, θέρμανση, κλιματισμό, φωτισμό χώρων, θέρμανση νερού χρήσης και ενεργειακή κατάσταση κτιριακού κελύφους, καθώς και μη καθαρά ενεργειακά θέματα, όπως ο έλεγχος ασφαλείας, η ρύπανση του περιβάλλοντος χώρου κ.λ.π. Η ανάλυση και η μελέτη των παραπάνω καταγραφών επιτρέπει τη διατύπωση των οικονομικά καλύτερα μέτρων για τη βελτίωση των συστημάτων μικρομεσαίων επιχειρήσεων, ώστε να καταναλώνεται η λιγότερη δυνατή ενέργεια δίχως να επηρεάζεται ο βασικός τους σκοπός (παραγωγή προιόντων, άνεση χώρου εργασίας, κ.α.).

5. ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ

Από τους Α.Μ.Σ. της Ε.Μ.Υ. επισκέψθηκα, αυτούς που είναι εγκαταστημένοι στις ακόλουθες περιοχές:

-Χαλκιάδες Αρτης: Διαθέτει σύστημα καταγραφής (data logger) και τηλεμετάδοσης των μετεωρολογικών παραμέτρων: βροχόπτωση, θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου σε ύψη 0.5 m και 5 m. Επιπλέον, βρίσκεται εγκαταστημένος σταθμός συμβατικής τεχνολογίας, που αποτελείται από μετεωρολογικό κλωβό και δργανα μέτρησης της διάρκειας της ηλιοφάνειας, της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας, της βροχόπτωσης του σημείου δρόσου, κ.α. Γύρω από τα δργανα υπάρχουν κτίρια και φυσικά εμπόδια, που μειώνουν την αντιπροσωπευτικότητα των λαμβανομένων πληροφοριών.

-Τάχι Βοιωτίας (βο Δημοτικό Σχολείο): Διαθέτει σύστημα καταγραφής και τηλεμετάδοσης των μετεωρολογικών παραμέτρων, καθώς και φωτοβολταϊκό στοιχείο για την ενεργειακή τροφοδοσία του συστήματος. Ο Α.Μ.Σ. βρίσκεται μέσα στο προαύλιο σχολικού κτιρίου, με αποτέλεσμα την

μερική αστοχία του αισθητήρα μέτρησης της θερμοκρασίας (κακή επιλογή θέσης).

-Αλίαρτος: Διαθέτει σύστημα καταγραφής και τηλεμετάδοσης των μετεωρολογικών παραμέτρων σε ύψη 3 m και 5 m, καθώς και συλλέκτη ηλιακής ενέργειας. Δίπλα στον περιφραγμένο Α.Μ.Σ. βρίσκεται σταθμός συμβατικής τεχνολογίας, που περιλαμβάνει 2 μετεωρολογικούς κλωστούς δωμάτιο μέτρησης ατμοσφαιρικών ρύπων και συσκευές μέτρησης της ηλιοφάνειας, της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας, της εξατμισοδιαπνοής, της βροχόπτωσης, της διεύθυνσης και της ταχύτητας του ανέμου. Παρατηρήθηκε ότι ο σταθμός βρίσκεται εγκαταστημένος μέσα σε πυκνή βλάστηση, που πιθανώς να επηρεάζει αρνητικά τις μετρήσεις.

6. ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

Διαθέτει 45 συστήματα καταγραφής ανεμομετρικών στοιχείων, για την διερεύνηση εναλλακτικών μορφών ενέργειας (αιολική ενέργεια), που λειτουργούν από το 1983.

7. ΕΝΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΜΩΝ ΜΕΣΣΑΡΑ ΚΡΗΤΗΣ

Διαθέτει 1 σύστημα καταγραφής και τηλεμετάδοσης ατμοσφαιρικής υγρασίας και θερμοκρασίας, εδαφικής υγρασίας και θερμοκρασίας, κατακρήμνισης, διάρκειας ηλιοφάνειας, ολικής ακτινοβολίας της ατμόσφαιρας και του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, θερμοκρασίας περιβάλλοντος θερμοκηπίου, θερμοκρασίας νερού θέρμανσης θερμοκηπίου, κατανάλωσης καυσίμων και παροχής νερού θέρμανσης. Στόχος της είναι ο έλεγχος και η βελτιστοποίηση της καλής λειτουργίας του θερμοκηπίου και του συστήματος θέρμανσης του.

8. ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΛΑΙΑΣ ΧΑΝΙΩΝ (ΕΘ.Ι.Α.Γ.Ε.)

Διαθέτει 1 αυτόματο σύστημα μέτρησης των μετεωρολογικών παραμέτρων, για γεωργικούς σκοπούς.

9. ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΑΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ ΚΡΗΤΗΣ

Διαθέτει 1 σύστημα μέτρησης των μετεωρολογικών παραμέτρων.

10. ΕΝΩΣΗ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΣΥΝΕΤΑΙΡΙΣΜΩΝ ΝΑΞΟΥ

Διαθέτει 1 σύστημα μέτρησης των γεωργικών παραμέτρων.

- 11. ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**
Διαθέτει 2 συστήματα καταγραφής για γεωργικούς σκοπούς.
- 12. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ**
Διαθέτει 3 συστήματα καταγραφής μετεωρολογικών παραμέτρων θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, βροχόπτωσης, ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου, που είναι εγκαταστημένα στο Πλατύ, στις Σέρρες και στην Λάρισα. Στόχος της είναι ο σχεδιασμός μοντέλων πρόγνωσης γεωργικών ασθενειών.
- 13. ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΩΝ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ**
Διαθέτει 1 σύστημα μέτρησης των μετεωρολογικών παραμέτρων.
- 14. ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**
Διαθέτει 1 σύστημα καταγραφής ανεμομετρικών πληροφοριών, που βρίσκεται εγκαταστημένο στην Ανδρο, 1 σύστημα μετρήσεων της καθαρής ακτινοβολίας, θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, διάρκειας ηλιοφάνειας, ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου, στο τμήμα βιομάζας Αλιάρτου και 7 συστήματα εγκαταστημένα σε διάφορες ξενοδοχειακές επιχειρήσεις, για την αξιολόγηση της καλής λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης με ηλιακούς συλλέκτες.
- 15. ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΘΡΑΚΗΣ**
Διαθέτει 1 σύστημα μετρήσεων των υδρομετεωρολογικών παραμέτρων.
- 16. ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**
Διαθέτει 1 σύστημα μέτρησης των υδρομετεωρολογικών παραμέτρων.
- 17. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**
Διαθέτει 1 σύστημα μέτρησης της θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, βροχόπτωσης, της ολικής και καθαρής ακτινοβολίας, της φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας (τα φυτά χρησιμοποιούν ακτινοβολία μήκους κύματος 400-700 nm), της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου, και βρίσκεται εγκαταστημένο στο Ηράκλειο Κρήτης.

18. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Διαθέτει 5 αυτόματα συστήματα καταγραφής των ανεμομετρικών στοιχείων, για γεωργικούς σκοπούς.

19. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ (ΤΜΗΜΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ)

Διαθέτει 3 συστήματα μετρήσεων των μετεωρολογικών παραμέτρων.

20. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ (ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ)

Διαθέτει 2 συστήματα μέτρησης της εξατμισοδιαπνοής και των μετεωρολογικών παραμέτρων: θερμοκρασίας, υγρασίας, ατμοσφαιρικής πίεσης, βροχόπτωσης, διάρκειας της ηλιοφάνειας, ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου.

21. ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Διαθέτει 2 συστήματα για την καταγραφή των μετεωρολογικών παραμέτρων, που είναι εγκαταστημένα στα Σπάτα και στο Αγρίνιο.

22. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Διαθέτει 2 συστήματα μέτρησης μετεωρολογικών παραμέτρων, που είναι εγκαταστημένα στο Αργος και στα Ιωάννινα (Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων).

23. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Διαθέτει 4 συστήματα μέτρησης των μετεωρολογικών παραμέτρων, δύο από τα οποία είναι εγκαταστημένα στο Βελεστίνο και στον Βόλο.

24. Τ.Ε.Ι. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Διαθέτει 1 σύστημα μέτρησης της ηλιακής ακτινοβολίας, της σχετικής υγρασίας, της ατμοσφαιρικής και εδαφικής θερμοκρασίας, είναι εγκαταστημένο στον Παλαμά Καρδίτσης και στοχεύουν στην βελτιστοποίηση των συνθηκών ανάπτυξης ορισμένων καλλιεργειών.

25. Τ.Ε.Ι. ΧΑΝΙΩΝ

Διαθέτει 2 συστήματα καταγραφής των μετεωρολογικών παραμέτρων.

26. Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ

Διαθέτει 2 συστήματα μέτρησης των μετεωρολογικών παραμέτρων.

27. Τ.Ε.Ι. ΑΡΤΗΣ

Διαθέτει 1 σύστημα μέτρησης της θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, της ηλιοφάνειας, της ατμοσφαιρικής πίεσης, της βροχόπτωσης, της καθαρής ακτινοβολίας, της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου, για γεωργικούς σκοπούς.

28. Τ.Ε.Ι. ΑΘΗΝΩΝ

Διαθέτει 1 σύστημα καταγραφής των μετεωρολογικών πληροφοριών.

29. Τ.Ε.Ι. ΣΕΡΡΩΝ

Διαθέτει 1 σύστημα μέτρησης των μετεωρολογικών παραμέτρων.

30. Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ (ΑΣΤΕΜ)

Διαθέτει 1 σύστημα καταγραφής και τηλεμετάδοσης της ολικής και διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας.

31. Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

Διαθέτει 2 συστήματα καταγραφής μετεωρολογικών παραμέτρων.

3.4.2 Λοιποί σταθμοί

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται οι δημόσιες υπηρεσίες και ιδιωτικές επιχειρήσεις, που διαθέτουν αυτόματα συστήματα μετρήσεων:

1. ΟΜΑΔΑ ΒΑΝ

Διαθέτει 6 αυτόματα συστήματα καταγραφής και τηλεμετάδοσης μικροτελουρικών σημάτων, για την πρόγνωση των σεισμών.

2. ΔΗΜΟΣ ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ

Διαθέτει 1 σύστημα μέτρησης των συγκεντρώσεων ρύπων οξειδίων του αζώτου (NO και NO_2), διοξειδίου του θείου (SO_2), μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και καπνού (black smoke).

3. ΔΗΜΟΣ ΜΟΣΧΑΤΟΥ

Διαθέτει 1 σύστημα μέτρησης των παραπάνω ατμοσφαιρικών ρύπων.

4. ΔΗΜΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ

Διαθέτει 1 σύστημα μέτρησης των παραπάνω ατμοσφαιρικών ρύπων.

5. ΔΗΜΟΣ ΑΘΗΝΑΙΩΝ

Διαθέτει 2 συστήματα μέτρησης των ατμοσφαιρικών ρύπων.

6. ΔΗΜΟΣ ΕΛΕΥΣΙΝΑΣ

Διαθέτει 1 σύστημα μέτρησης των ατμοσφαιρικών ρύπων.

7. ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ

Διαθέτει 1 σύστημα μέτρησης των ατμοσφαιρικών ρύπων, για τον έλεγχο της λειτουργίας της βιομηχανίας μέσα στα ανεκτά ρυπογόνα δρια, την προστασία του προσωπικού της, των κατοίκων της ευρύτερης περιοχής της Ελευσίνας, του χερσαίου και του θαλάσσιου οικοσυστήματος της περιοχής. Γίνεται ανταλλαγή και σύγκριση μετρήσεων με τον δήμο Ελευσίνας και το ΠΕΡΠΑ.

8. ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ ΑΣΠΡΟΠΥΡΓΟΥ

Διαθέτει 1 σύστημα μέτρησης των ατμοσφαιρικών ρύπων για τον έλεγχο του μεγέθους της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, εξαιτίας των παραγόμενων αερίων της βιομηχανίας.

9. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ-ΘΡΑΚΗΣ (ΤΜΗΜΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ)

Διαθέτει 5 συστήματα καταγραφής και τηλεμετάδοσης παραμέτρων ποιότητας νερού: θερμοκρασία, αγωγιμότητα, δυναμικό οξειδοαναγωγής, θολερότητα, διαλελυμένο οξυγόνο και pH, που είναι εγκαταστημένα στους ποταμούς Αξιό και Λουδία, στις λίμνες Αγίου Βασιλείου και Βόλβης, και στον Θερμαϊκό κόλπο και λειτουργούν από τα μέσα του 1992 (Σχήματα 3.3, 3.4). Με την μέτρηση, διαχείριση και επεξεργασία των δεδομένων ποιότητας νερού σε πραγματικό χρόνο, δίνεται η δυνατότητα ελέγχου και διατήρησης της ποιότητας των επιφανειακών υδάτων. Κάθε μετρητικός σταθμός στεγάζεται σε ειδικά μελετημένο και κατασκευασμένο κτίριο, που είναι εφοδιασμένο με παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, τηλεφωνική σύνδεση, παροχή πόσιμου νερού για τον αυτόματο καθαρισμό των συσκευών μετρήσης και χρήση από το προσωπικό συντηρήσης, και αποχέτευση των χρησιμοποιημένων νερών.

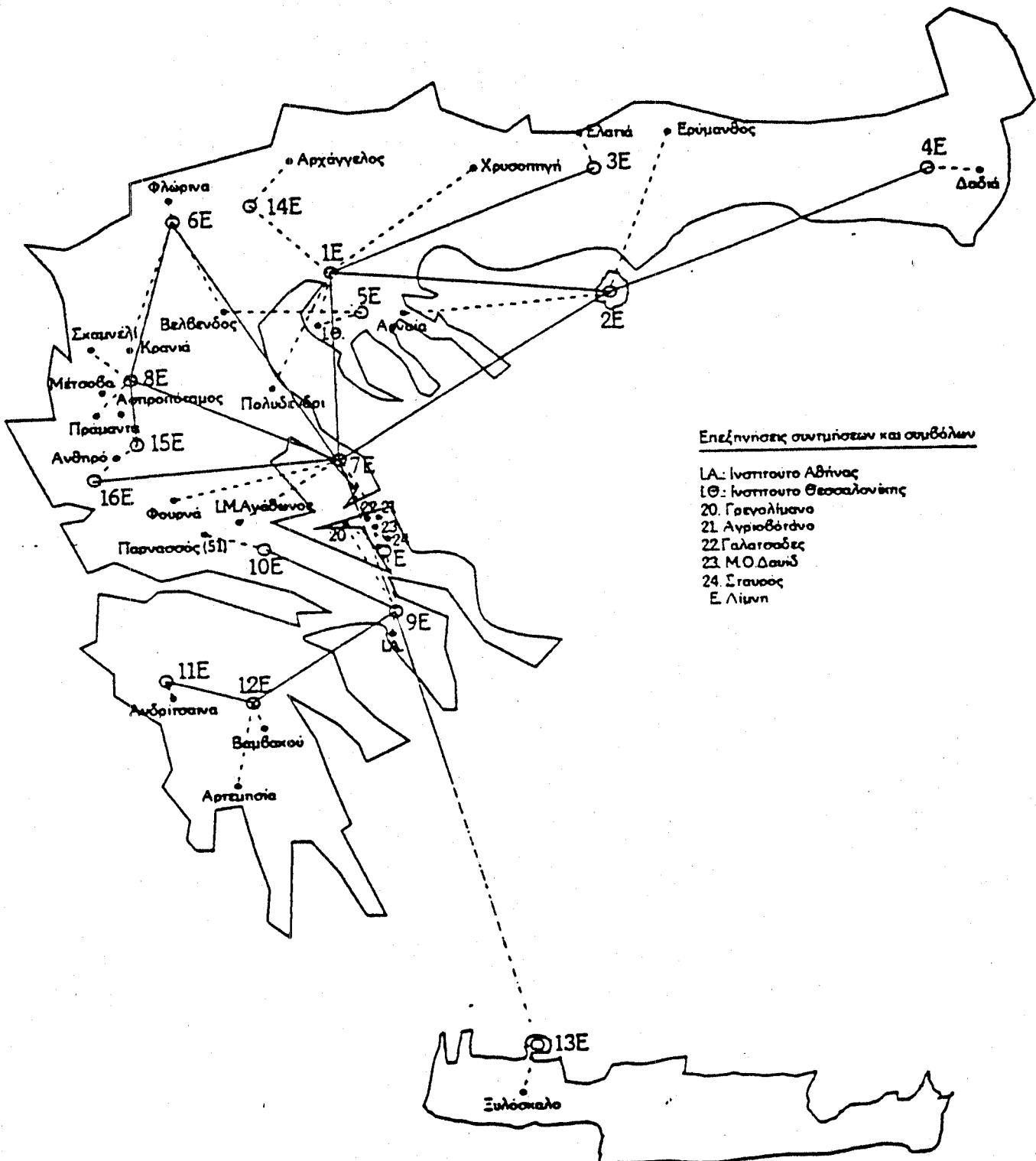
10. ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΑΡΘ-ΠΕΡΠΑ (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.)

Διαθέτει 27 Α.Σ. και 1 φορητό Α.Σ., εκ των οποίων 10 σταθμοί είναι εγκαταστημένοι στην Αθήνα (Λυκόβρυση, Πατησίων, Ν. Σμύρνη, Γεωργικό Πανεπιστήμιο, Πειραιάς, Μαρούσι, Ρέντη, Αθηνάς, Πλ. Βάθης και Λιδσια), 5 Α.Σ. στη Θεσσαλονίκη, 2 Α.Σ. στη Λάρισα, 2 Α.Σ. στην Τρίπολη και από ένας υπάρχει στις Ηράκλειο Κρήτης, Πάτρα, Ιωάννινα, Βόλος, Κοζάνη, Πτολεμαίδα, Καβάλα και Χαλκίδα. Οι παραπάνω σταθμοί λειτουργούν από το 1984, καταγράφουν μετρήσεις συγκεντρώσεων οξειδίων του αζώτου(NO και NO_2), διοξειδίου του θείου (SO_2), οξοντος (O_3), μονοξειδίου του ανθρακα (CO) και "μαύρου καπνού" (black smoke) σε περιβάλλον ελεύθερου αέρα (αποφεύγονται οι μετρήσεις κοντά σε πηγές εκπομπής καυσαερίων), μετατρέπουν τις μονάδες ppm (μέρη όγκου ρύπου/ 10^6 μέρη όγκου αέρα) των εισαγομένων δεδομένων σε mg/m³ και υπολογίζουν τις μέσες ωριαίες τιμές των. Οι μετρητικές συσκευές εγκαθίστανται σε κλιματιζόμενο δωμάτιο, σε ύψος 6-10 m και διαθέτουν αυτόματη βαθμονόνηση (calibration). Η Διεύθυνση ΠΕΡΠΑ εκτιμά τις παραπάνω μετρήσεις ανάλογα με τα δρια ποιότητας του ελεύθερου αέρα (που έχουν θεσπιστεί από την Ε.O.K. και την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας) και ενημερώνει το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. για την λήψη εκτάκτων μέτρων, ανάλογα με το αν οι μετρήσεις βρίσκονται στο στάδιο προειδοποίησης ή φθάνουν στα δρια επιβολής εκτάκτων μέτρων, με το ημερήσιο δελτίο τιμών ατμοσφαιρικής ρύπανσης (αυτό περιέχει και τις μέγιστες ωριαίες μέσες τιμές των μετρήσιμων παραμέτρων, ανά σταθμό). Επιπλέον, η Διεύθυνση αυτή εκπονεί τεχνικές εκθέσεις όσον αφορά την εξέλιξη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε διάφορες περιοχές. Πρέπει να τονιστεί ότι η ίδια η υπηρεσία διαθέτει κατάλληλα εξειδικευμένο προσωπικό υποστήριξης και συντήρησης των οργάνων.

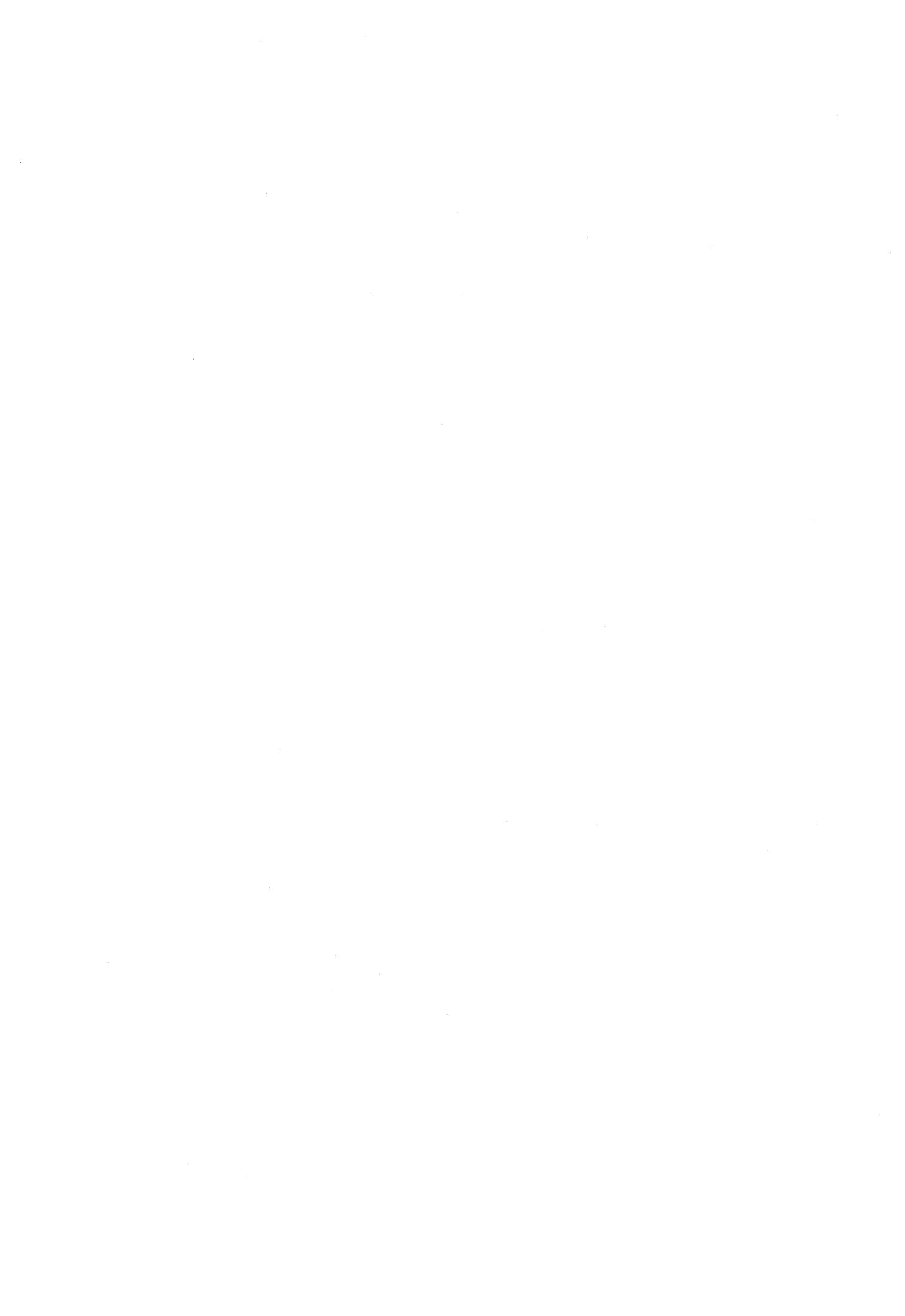
3.4.3 Επισκέψεις αυτόματων μετρητικών συστημάτων

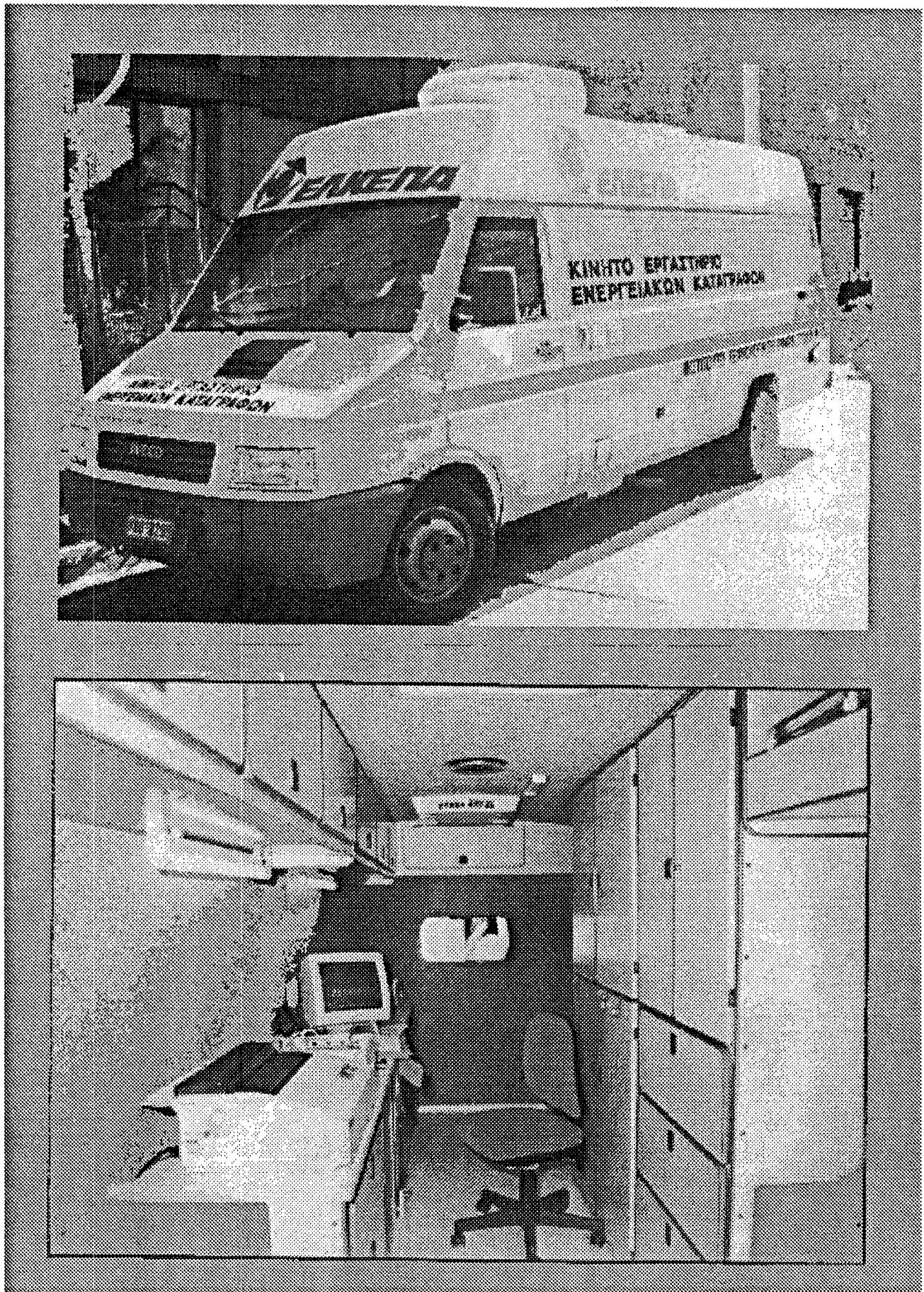
Στα πλαίσια της εργασίας αυτής πραγματοποιήθηκαν επισκέψεις στις παρακάτω υπηρεσίες και επιχειρήσεις: Διεύθυνση ΠΕΡΠΑ-ΕΑΡΘ, Ε.Λ.Κ.Ε.Π.Α., Χαλυβουργική, Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τ.Δ.Π, Διεύθυνση Προστασίας Φυτικής Παραγωγής, Περιφεριακό Κέντρο Ιωαννίνων και Ναυπλίου, Ε.Μ.Υ, Εθνικό Αστεροσκοπείο, Επιστημονικές Επιχειρήσεις Α.Ε, και HANTAR. Επίσης έγιναν ταξίδια στους Α.Μ.Σ. των Τ.Ε.Ι. Αρτης (Τ.Ε.Ι. Αρτης), της Ε.Μ.Υ. (Χαλκιάδες Αρτης, Τάχι Βοιωτίας, Αλίαρτος), του Π.Κ.Π.Φ.Π.Ε. Ιωαννίνων

(Κόνιτσα, Γραμμενίτσα, Πρέβεζα, Τ.Ε.Ι. Αρτης), του Π.Κ.Π.Φ.Π.Ε. Ναυπλίου (Νέα Κίος, Επίδαυρος), του Εθνικού Αστεροσκοπείου (Θησείο) και της Διεύθυνσης ΠΕΡΠΑ-ΕΑΡΘ (Πατησίων). Η επί τόπου επιθεώρηση των σταθμών βοήθησε στην πλήρη κατανόηση των αυτόματων συστημάτων και της Ελλαδικής πραγματικότητας. Ακολουθεί ανάλογο φωτογραφικό υλικό, για την πληρέστερη προσέγγιση της μελέτης των σταθμών και την πραγματική καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης.



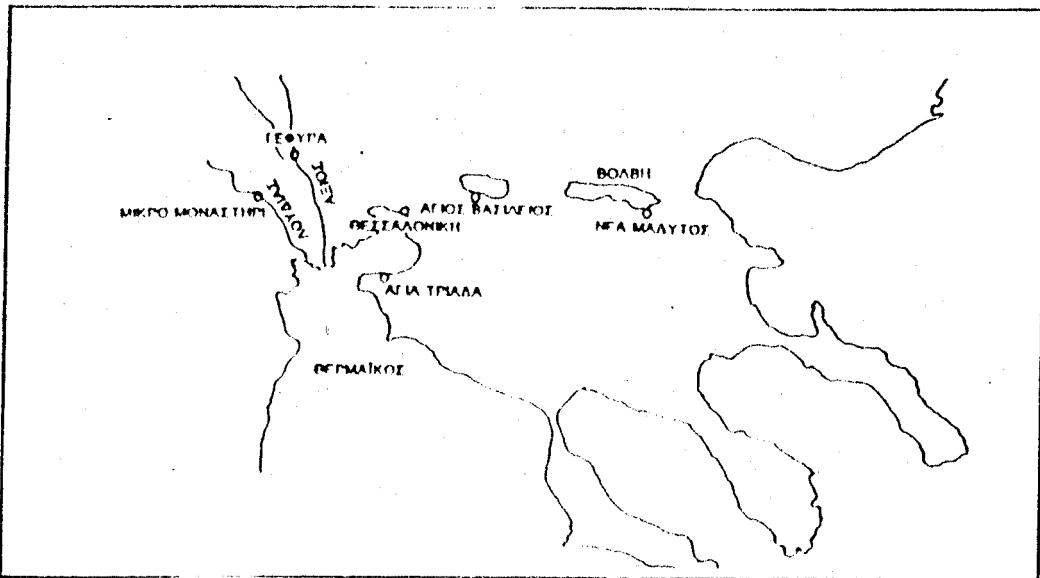
Σχήμα 3.1 Ραδιοδίκτυο αυτόματων δασικών μετεωρολογικών σταθμών του Ινστιτούτου Δασικών Μεσογειακών Οικοσυστημάτων & Τ.Δ.Π.





Σχήμα 3.2 Ενεργειακό λεωφορείο Ε.Λ.Κ.Ε.Π.Α.





Σχήμα 3.3 Χάρτης θέσεων συστημάτων συλλογής και διαχείρησης δεδομένων ποιότητας νερού, του Υπουργείου Μακεδονίας-Θράκης



Σχήμα 3.4 Σταθμός της Νέας Μαδύτου (Λίμνη Βόλβη)





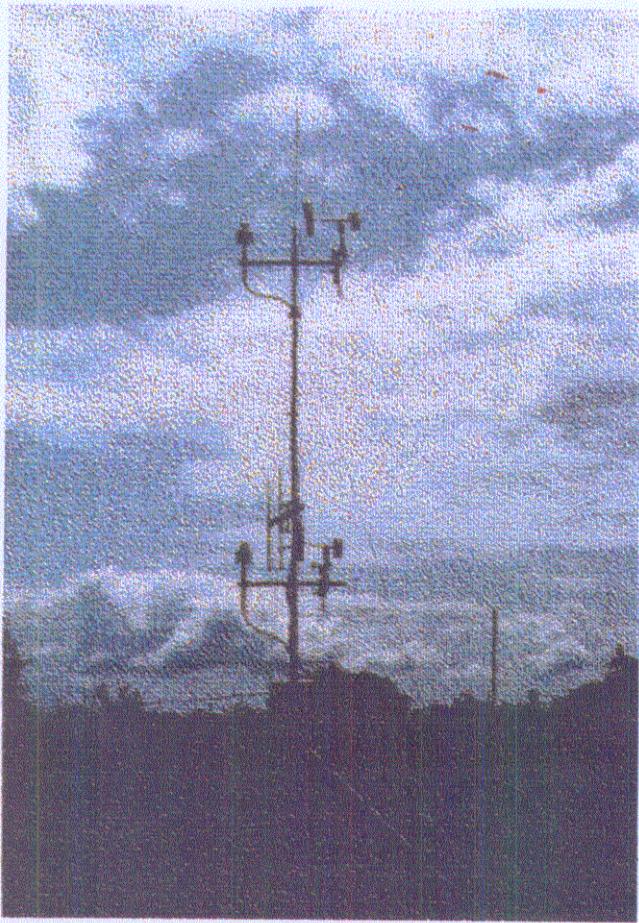
Σχήμα 3.5 Αυτόματος μετεωρολογικός Τ.Ε.Ι. Αρτης.



Σχήμα 3.6 Αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός ΥΠ.ΓΕ. (Τ.Ε.Ι. Αρτης).



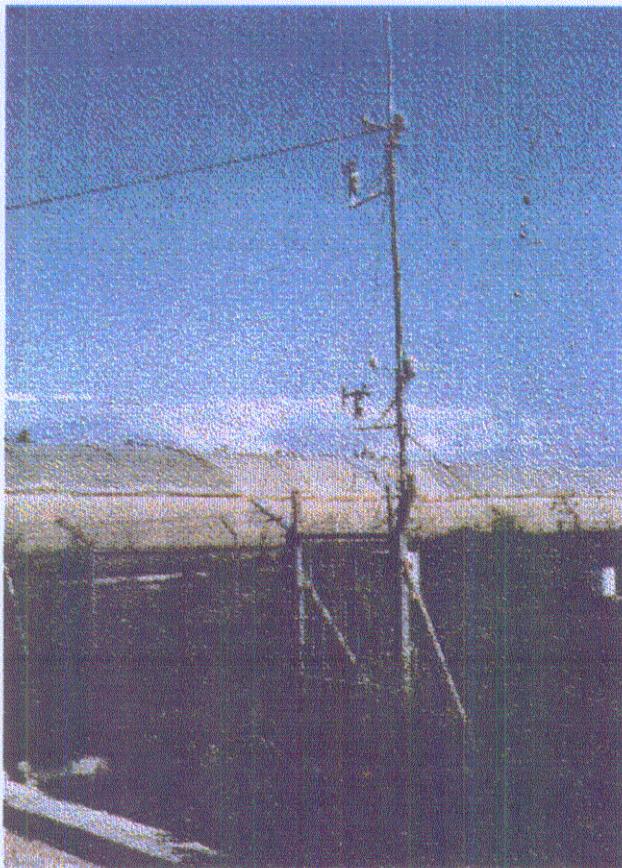
Σχήμα 3.7 Γενική άποψη αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών Τ.Ε.Ι. Αρτης και ΥΠ.ΓΕ.



Σχήμα 3.8 Αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός Ε.Μ.Υ. στους Χαλκιάδες Αρτης.



Σχήμα 3.9 Γενική άποψη Α.Μ.Σ. και συμβατικών οργάνων της Ε.Μ.Υ. στους Χαλκιάδες Αρτης.



Σχήμα 3.10 Γενική άποψη Α.Μ.Σ. ΥΠ.ΓΕ. στον Γεωργικό Συνεταιρισμό Πρεβέζης.



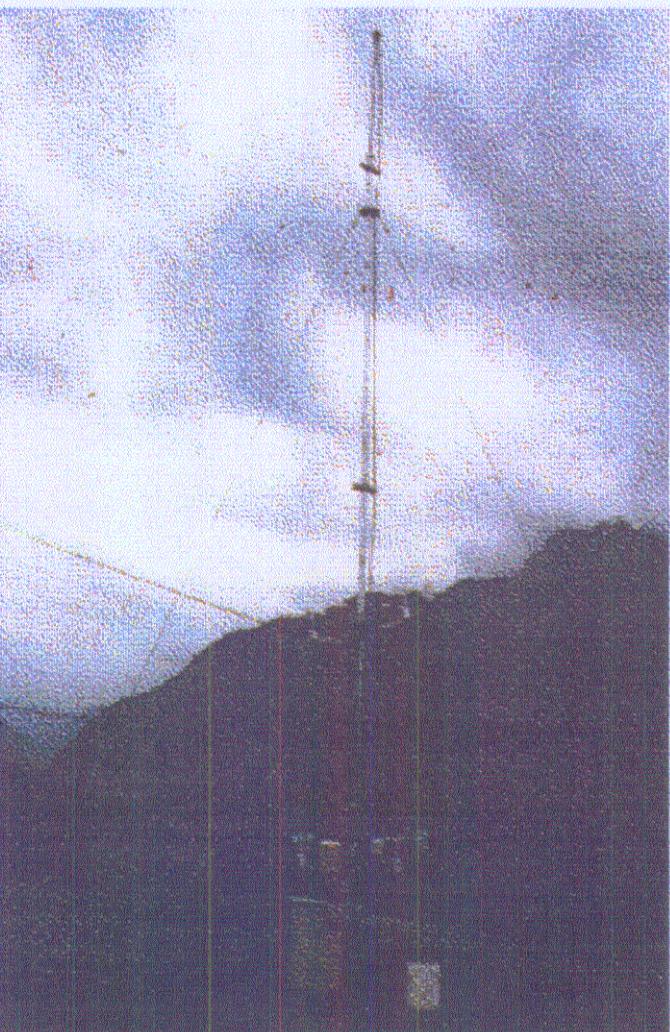
Σχήμα 3.11 Αισθητήρες μέτρησης θερμοκρασίας, υγρασίας, διεύθυνσης και ταχύτητας του ανέμου του Α.Μ.Σ. Πρεβέζης, σε ύψος 3 m.



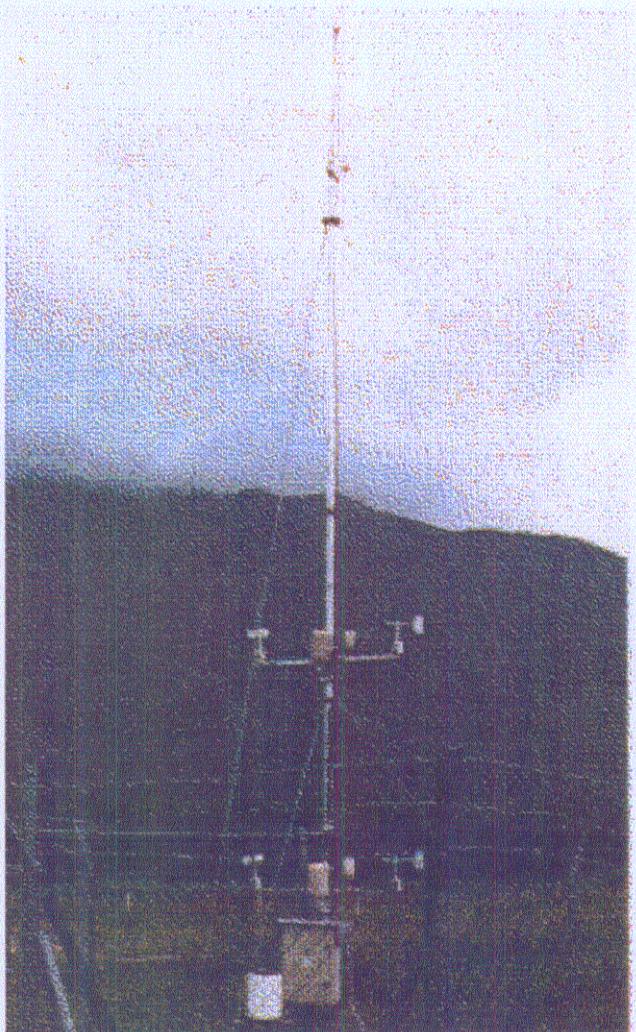
Σχήμα 3.12 Γενική άποψη αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού ΥΠ.ΓΕ. στην Γραμμενίτσα Αρτης.



Σχήμα 3.13 Αισθητήρες μέτρησης θερμοκρασίας, υγρασίας, ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου στον Α.Μ.Σ. Γραμμενίτσας, σε ύψος 3 m.



Σχήμα 3.14 Γενική άποψη Α.Μ.Σ. του ΥΠ.ΓΕ. στον Γεωργικό Συνεταιρισμό Κονίτσας.



Σχήμα 3.15 Αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός Κόνιτσας.



Σχήμα 3.16 Α.Μ.Σ. του ΥΠ.ΓΕ. στο ΚΕ.Γ.Ε. της Νέας Κίου.



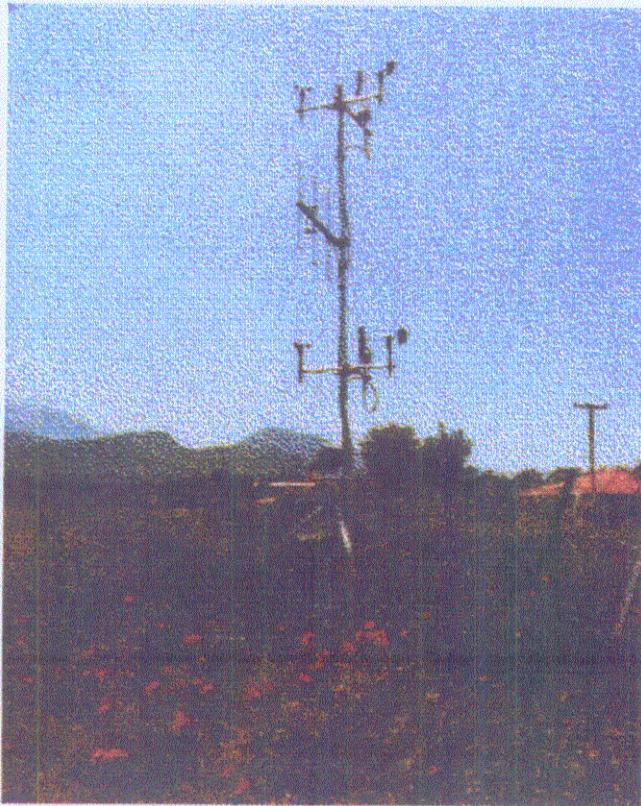
Σχήμα 3.17 Αισθητήρας μέτρησης ύψους βροχής στον Α.Μ.Σ. της Νέας Κίου



Σχήμα 3.18 Γενική άποψη του Α.Μ.Σ. του ΥΠ.ΓΕ. στην Επίδαυρο.



Σχήμα 3.19 Αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας, ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου, του Α.Μ.Σ. Επιδαύρου, σε ύψη 1.5 m και 3 m.



Σχήμα 3.20 Γενική άποψη Α.Μ.Σ. της Ε.Μ.Υ. στην Αλιάρτο.



Σχήμα 3.21 Συμβατικά όργανα του σταθμού Αλιάρτου.



Σχήμα 3.22 Γενική άποψη του Α.Μ.Σ. της Ε.Μ.Υ. στο Τάχι Βοιωτίας.



Σχήμα 3.23 Αισθητήρες θερμοκρασίας, υγρασίας, ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου στο Τάχι.



Σχήμα 3.24 Αισθητήρες μέτρησης ρύπων στον σταθμό του ΠΕΡΠΑ (Πατησίων).



Σχήμα 3.25 Οργανα συλλογής δειγμάτων ατμοσφαιρικού αέρα.



Σχήμα 3.26 Αισθητήρες μέτρησης ακτινοβολίας στο οριζόντιο και με κλίση, στον σταθμό του Εθνικού Αστεροσκοπείου (Θησείο).



Σχήμα 3.27 Αισθητήρες μέτρησης διάχυτης ακτινοβολίας.



Σχήμα 3.28 Αισθητήρες μέτρησης ακτινοβολίας με ποικίλα φίλτρα και κλίσεις.



ΚΕΦ.4 ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ Ε.Μ.Π. ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗΣ ΖΩΓΡΑΦΟΥ

4.1 Σύντομη ανασκόπηση της συμβολής της Μετεωρολογίας στον τομέα της Τεχνικής Υδρολογίας

4.1.1 Ορισμός της Τεχνικής Υδρολογίας

Σύμφωνα με τον ορισμό που έγινε δεκτός κατά τη διεθνή υδρολογική δεκαετία 1964-1974, (Ξανθόπουλος, 1990):

Υδρολογία είναι η επιστήμη που ασχολείται με την παρουσία, κυκλοφορία και διανομή των υδάτων στον πλανήτη μας, τις φυσικές και χημικές ιδιότητες τους και τις αλληλεπιδράσεις τους με το φυσικό και βιολογικό περιβάλλον, όπου περιλαμβάνονται και οι ανθρώπινες δραστηριότητες.

Κατά συνέπεια, η Υδρολογία καλύπτει εννοιολογικά όλο το φάσμα του αέναου υδρολογικού κύκλου: εξάτμιση του νερού από υδάτινες και στερεές επιφάνειες και διαπνοή των φυτών με την ηλιακή ενέργεια, συμπύκνωση των υδρατμών κάτω από κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, κατακρήμνιση των ξανά στην γή τροφοδοσία επιφανειακών και υπόγειων υδροφορέων, επανάληψη της διαδικασίας της εξατμισοδιαπνοής κ.ο.κ. (Μιμίκου, 1990).

Στην περιοχή των επιστημών του μηχανικού ορίζουμε την "Τεχνική Υδρολογία", που έχει ως αντικείμενο την μελέτη της κινήσεως του ύδατος και των συνεπειών της (πλημμύρες, διαβρώσεις, κ.λ.π.), από την στιγμή που φθάνει στο έδαφος και τη χλωρίδα με μορφή ατμοσφαιρικού κατακρημνίσματος (βροχής, χιονιού, κ.λ.π.), μέχρι την κατάληξη του με επιφανειακή ή υπόγεια απορροή στη θάλασσα, λίμνες ή υπόγεια υδροφόρα στρώματα, λαμβανομένων υπόψη και των ενδιάμεσων απωλειών από εξατμισοδιαπνοή (Ξανθόπουλος, 1990).

Η Τεχνική Υδρολογία και η Μετεωρολογία είναι στενά συνδεδεμένες επιστήμες, αφού μελετούν δύο διαφορετικές, αλλά συμπληρωματικές φάσεις του υδρολογικού κύκλου. Η διαδικασία της δημιουργίας και της συμπύκνωσης των υδρατμών στην ατμόσφαιρα, και της κατακρήμνισης των υδάτινων σταγονιδίων, απασχολούν τον μετεωρολογικό τομέα. Ο υδρολόγος στοχεύει στην συμπεριφορά

του ύδατος μετά την κατακρήμνιση, πριν την εξατμισοδιαπνοή του και την επακόλουθη επιστροφή του στο πεδίο του μετεωρολόγου.

4.1.2 Υδρολογική μελέτη και πληροφορία

Υδρολογική μελέτη είναι η εφαρμογή της επιστήμης της τεχνικής υδρολογίας, σε έργα αξιοποίησης του υδατικού δυναμικού (αναπτυξιακά υδραυλικά έργα) και προστασίας έναντι των εκτάκτων υδρολογικών συμβάντων (πλημμύρες και ξηρασίες). Απαραίτητα δεδομένα για την σύνταξη αυτής, αποτελούν οι διάφορες μετρήσεις των υδρολογικών μεταβλητών, που γενικά ορίζονται ως υδρολογικές πληροφορίες (Ξανθόπουλος, 1990). Αξιοποιώντας αυτές, ο μελετητής αρχικά καθορίζει τις βασικές παραμέτρους σχεδιασμού των ποικίλων έργων και στη συνέχεια συντάσσει το πρόγραμμα λειτουργίας και διαχείρισης τους.

Η διακύμανση των υδρολογικών μεγεθών στο χρόνο, επιβάλλει την παρακολούθηση τους για κάποιο μικρό ή μεγάλο χρονικό διάστημα. Κατά συνέπεια, η υδρολογική πληροφορία πρέπει να καλύπτει μία ορισμένη χρονική περίοδο, με συνεχή (κατά ορισμένα διαστήματα) καταγραφή της μεταβαλλόμενης παραμέτρου, δημιουργώντας έτσι τις ιστορικές (φυσικές) χρονοσειρές της. Οι υδρολογικές πληροφορίες ιεραρχούνται σε τρεις ουσιώδεις κατηγορίες (Ξανθόπουλος, 1990):

- * Κύρια ή πρωτεύουσα πληροφορία, που είναι οι παροχές. Μεγάλα μήκη ιστορικών χρονοσειρών των παροχών είναι ανύπαρκτα ή ελλιπή διαφορετικά δεν θα απαιτούνταν τα υπόλοιπα υδρολογικά μεγέθη (βροχόπτωση, θερμοκρασία, κ.λ.π.) και θα απλουστεύονταν κατά πολύ οι ποκίλες μαθηματικές τεχνικές επεξεργασίας.
- * Δευτερεύουσα πληροφορία, που είναι τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις) και εφαρμόζονται για την βελτίωση της εκτιμήσεως των παροχών, εξαιτίας της προφανούς σχέσης αιτίου-αποτελέσματος μεταξύ κατακρημνισμάτων και απορροών. Συγκρινόμενα αυτά με τις παροχές, παρουσιάζουν πολύ πυκνότερο δίκτυο σημειακών μετρήσεων και πολύ μακρύτερες ιστορικές χρονοσειρές, αφού η καταγραφή τους είναι ευκολότερη και ολιγοδάπανη.

- * Τριτεύουσες πληροφορίες, που είναι οι κλιματικοί παράγοντες μίας περιοχής, δύναται να περιλαμβάνουν την θερμοκρασία και τη υγρασία του αέρα, τη διάρκεια της ηλιοφάνειας, τη ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου κ.λ.π., και χρησιμοποιούνται για την βελτίωση ή την απευθείας εκτίμηση, της κύριας ή της δευτερεύουσας πληροφορίας.

Επειτα από την καταγραφή του δείγματος των μετρήσεων, επιτελείται η στατιστική επεξεργασία του και η διάγνωση της συμπεριφοράς του πληθυσμού, από τον οποίο προέκυψε αυτό. Ακολουθούνται τρείς κύριες φάσεις κατά την επεξεργασία ενός υδρολογικού δείγματος (Ξανθόπουλος, 1990):

- Περιγραφή της πληροφορίας, που περιλαμβάνει ταξινόμηση και συμπύκνωση της με την βοήθεια γραφημάτων ή χαρακτηριστικών τιμών της (μέσος όρος, τυπική απόκλιση κ.λ.π.).
- Ανάλυση της πληροφορίας, δηλαδή προσομοίωση της με κάποιο πιθανολογικό ή στοχαστικό ομοίωμα (μοντέλο), που ταιριάζει κατά τον βέλτιστο τρόπο στο υπάρχον δείγμα.
- Πρόγνωση, δηλαδή προβολή στο μέλλον του εκλεγμένου μοντέλου, για την εκτίμηση των υδρολογικών μεταβλητών σχεδιασμού, έξω από το εύρος της ιστορικής χρονοσειράς (είτε σε αδριστή χρονική στιγμή ενός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος, π.χ. μέγιστη πλημμύρα προσεχούς 100ετίας, με δείγμα 20 ετών, είτε σε ορισμένη χρονική στιγμή, π.χ. παροχή υδατορεύματος μετά 48 ώρες).

4.1.3 Συμβολή των αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών στις μετρήσεις των υδρολογικών πληροφοριών.

Η ύπαρξη ενός επαρκούς και αξιόπιστου δικτύου μετρήσεων της υδρολογικής πληροφορίας, αποτελεί το πρώτο έργο υποδομής για την αξιοποίηση των υδατικών πόρων μίας χώρας. Μία μέτρια μέτρηση αξίζει πολύ περισσότερο από μία σωστή και χρονοβόρα μελέτη (ιδιαίτερα, όταν αυτή γίνεται με αβεβαιότητα, δίχως την ύπαρξη επαρκών υδρολογικών μεγεθών). Η πυκνότητα, η ποιότητα και η χρονική διάρκεια λειτουργίας ενός εγκαταστημένου δικτύου σταθμών, συμβαδίζουν με το μέγεθος και την ποιότητα της υπάρχουσας υποδομής

μίας περιοχής για σύνταξη μελετών και κατασκευή έργων αξιοποίησης και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της.

Επισημαίνεται με έμφαση ότι και οι τελειότερες στατιστικές τεχνικές δεν υποκαθιστούν την έλλειψη ή ανεπάρκεια πληροφορίας και την αξιοπιστία της υπάρχουσας πληροφορίας (Ξανθόπουλος, 1990).

Για την ανάπτυξη ενός δικτύου υδρομετεωρολογικών σταθμών, επιβάλλεται η προμήθεια ποιοτικά κατάλληλου εξοπλισμού, ο ορθός σχεδιασμός της εγκατάστασης του δικτύου και το εκπαιδευμένο προσωπικό για την λειτουργία και συντήρηση του. Οι Α.Μ.Σ. απλοποιούν τις παραπάνω απαιτήσεις του συμβατικού δικτύου, αφού η τοποθέτηση και η συντήρηση των σταθμών πραγματοποιείται εύκολα και ο σταθμός λειτουργεί συνεχώς χωρίς την ανάγκη παρευρισκόμενου εξειδικευμένου προσωπικού, δημιουργώντας έτσι τα επιθυμητά μήκη χρονοσειρών των υδρολογικών πληροφοριών. Αυτοί εμπεριέχουν αυτόματα συστήματα ελέγχου των μετρήσεων, ώστε να εντοπίζονται με ακρίβεια και να εξαλείφονται τα οποιαδήποτε τυχαία ή συστηματικά σφάλματα, αμέσως μετά την καταγραφή τους. Επιπλέον η καταγραφή, συλλογή, ταξινόμηση και συμπύκνωση των μετρήσεων γίνεται μηχανικά, χωρίς την παρεμβολή του ανθρώπινου παράγοντα, αυξάνοντας την αξιοπιστία τους και επιτρέποντας την γρήγορη και απευθείας διοχέτευση των πληροφοριών στους ενδιαφερόμενους (Κεφάλαιο 2).

4.2 Στόχος και προοπτικές εγκατάστασης αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού Ε.Μ.Π.

Μέχρι σήμερα, οι περισσότεροι μετεωρολογικοί σταθμοί που λειτουργούν στον Ελλαδικό χώρο είναι συμβατικοί. Η δυνατότητα ελέγχου των μετρήσεων είναι περιορισμένη και δυστυχώς πολλές καταγραφές δεν είναι αξιόπιστες, κατά συνέπεια οι επιστήμονες που τις επεξεργάζονται πρέπει να υποθέτουν κάποιες λογικές τιμές, παρέχοντας στοιχεία κατ' εκτίμηση και μη αντικειμενικά. Ο τρόπος συλλογής των μετρήσεων δεν επιτρέπει την γρήγορη επεξεργασία τους, μέχρι την τελική παρουσίαση τους και υπάρχει δυσκολία πρόσβασης στα αρχεία των ήδη συλλεχθέντων δεδομένων. Επιπλέον, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι αρκετοί οργανισμοί λειτουργούν σταθμούς σε διάφορα σημεία της Ελλάδας, αλλά λόγω της ελλιπούς υποδομής, δεν υπάρχει κατάλληλη συνεργασία και επικοινωνία.

Με την εγκατάσταση και λειτουργία του παρόντος σταθμού κυρίως επιδιώκεται:

- a. Να επεκταθούν οι εκπαιδευτικές και ερευνητικές δραστηριότητες του υπό ίδρυση εργαστηρίου Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων στο

χώρο των υδρομετεωρολογικών μετρήσεων και μάλιστα με χρήση των πλέον σύγχρονων τεχνικών μέτρησης.

- β. Να δημιουργηθεί αρχείο λεπτομερούς χρονικής κλίμακας και αξιόπιστων υδρομετεωρολογικών μετρήσεων, άμεσα προσπελάσιμων και επεξεργάσιμων, το οποίο στο μέλλον θα μπορεί να χρησιμεύσει (μεταξύ άλλων) για την υποβοήθηση ερευνητικών δραστηριοτήτων (διδακτορικές, διατριβές, διπλωματικές εργασίες) στο χώρο της υδρολογίας.
- γ. Να δοθεί η δυνατότητα πρακτικής εκπαίδευσης των φοιτητών, στα πλαίσια του μαθήματος της Τεχνικής Υδρολογίας, και
- δ. Να καλυφθεί από άποψη υδρομετεωρολογικών μετρήσεων ο χώρος της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου.

Παράλληλα, με την τοποθέτηση και του μετεωρολογικού κλωβού συμβατικής τεχνολογίας με τα συμβατικά όργανα μετρήσεων, δίνεται η δυνατότητα της πληρέστερης κατανόησης της νέας τεχνολογίας σε σχέση με την αντίστοιχη παλαιότερη και της σύγκρισης της ποιότητας των αντίστοιχων μετρήσεων.

Τα παραπάνω μετεωρολογικά δεδομένα δεν ενδιαφέρουν μόνο αυτή κάθε αυτή την υδρολογική έρευνα του Ε.Μ.Πολυτεχνείου, αλλά και άλλους τομείς ερευνών και εφαρμογών, όπως διάφορα πανεπιστήμια της υπόλοιπης Ελλάδας για την σύνταξη ερευνητικών εργασιών και προγραμμάτων, και οργανισμούς για την πραγματοποίηση μελετών διαχείρισης και αξιοποίησης (Δ.Ε.Η., Ε.Μ.Υ., Ινστιτούτο Δασικής Προστασίας, Διεύθυνση Φυτοπροστασίας, ΥΠ.ΕΘ.Ο., Ε.Ο.Κ. κ.λ.π.).

4.3 Επιλογή θέσης αυτόματου σταθμού Ε.Μ.Π.

Λαμβάνοντας υπόψη τα κριτήρια επιλογής της θέσης ενός σταθμού, όπως αυτά αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 2 (παράγραφος 2.5) και τη μελλοντική προοπτική κατασκευής νέων κτιρίων (που αποκλείουν άλλες κατάλληλες θέσεις), επιλέχθηκε ως βέλτιστη λύση για την εγκατάσταση του Α.Μ.Σ. η θέση Α, όπως αυτή φαίνεται στο σχήμα 4.1, που πληροί τις παρακάτω προυποθέσεις.

Η εγκατάσταση του Α.Μ.Σ. δεν αφορά ουσιαστικά κτιριολογική εγκατάσταση, αλλά οι παράμετροι που απαιτούνται, δεσμεύουν μία αρκετά μεγάλη έκταση εδάφους. Συγκεκριμένα, το πλησιέστερο ύψος εμποδίου (κτίριο, δέντρο, κ.λ.π.) χρειάζεται να εκφράζει την σχέση $\leq 1/20$ της απόστασης από τον ίστο (όπου

υ το ύψος του εμποδίου και 1 η απόσταση από τον ιστό). Εάν υποθέσουμε ως εμπόδιο ένα διόροφο κτίριο ύψους 8 m, η προηγούμενη σχέση οδηγεί σε ελεύθερη επιφάνεια ακτίνας, περιμετρικά του ιστού īση $\alpha=20*8=160$ m, δηλαδή επιφάνεια ελεύθερης διαμέτρου 320 m.

Αλλη απαίτηση αποτελεί η αποφυγή περιοχής με τοπικές διαταράξεις του ανέμου και με αυξημένες ποσότητες ρύπων, που οδηγεί στην αναζήτηση θέσεων με ήπιο ανάγλυφο και δίχως άμεση γειτνίαση με δρόμους ταχείας κυκλοφορίας (όπως Λ. Πεντέλης ή Λ. Κατεχάκη).

4.4 Δομή του αυτόματου συστήματος μέτρησης του Ε.Μ.Π.

Ο αυτόματος σταθμός του Ε.Μ.Π. ολοκληρώθηκε σε δύο στάδια ανάπτυξης. Η πρώτη φάση λειτουργίας του συστήματος από τις 30 Σεπτεμβρίου 1993, περιλαμβάνει:

- * Τους αισθητήρες, που εισάγουν τις πρωτογενείς μετρήσιμες παραμέτρους στην μονάδα συλλογής του σταθμού.
- * Την κεντρική υπολογιστική μονάδα, που είναι εγκαταστημένη στον Τομέα Υδατικών Πόρων της Πολυτεχνειούπολης και επιτελεί την συλλογή επεξεργασία, αρχειοθέτηση και εκτύπωση των πληροφοριών.
- * Την μονάδα συλλογής του σταθμού, που συγκεντρώνει τα πρωτογενή δεδομένα των αισθητήρων και τα μεταδίδει απευθείας στην κεντρική υπολογιστική μονάδα στα προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα των 10 λεπτών.
- * Το κύκλωμα διασύνδεσης (μετάδοσης) μεταξύ της κεντρικής υπολογιστικής μονάδας και της μονάδας συλλογής του σταθμού.
- * Το σύστημα ενεργειακής τροφοδοσίας της μονάδας συλλογής.
- * Τον ιστό και τους βραχίονες, πάνω στους οποίους βρίσκονται τοποθετημένα τα μετρητικά όργανα.

Η δεύτερη φάση λειτουργίας του σταθμού από τις 19 Φεβρουαρίου 1994 περιλαμβάνει την επέκταση των αισθητήρων του, με την εγκατάσταση μετρητή

της διάρκειας της ηλιοφάνειας και της ατμοσφαιρικής πίεσης, και τον εμπλουτισμό της μονάδας συλλογής του με μονάδα μνήμης, δίνοντας την δυνατότητα της επιπλέον επιτόπιας αποθήκευσης των πρωτογενών δεδομένων μέτρησης και καθιστώντας το σύστημα πιο ευέλικτο και πιο αξιόπιστο. Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της επιτόπιας ή μη επεξεργασίας περιγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 2 (παράγραφοι 2.1.4, 2.3.1).

4.5 Οι αισθητήρες

4.5.1 Επιλογή των αισθητήρων

Οι αισθητήρες που επιλέχθηκαν για την λειτουργία του αυτόματου υδρομετεωρολογικού σταθμού του Ε.Μ.Π., καταγράφουν τις δευτερεύουσες και τριτεύουσες υδρολογικές πληροφορίες, δηλαδή την ατμοσφαιρική κατακρήμνιση και τις μετεωρολογικές μεταβλητές της περιοχής. Συγκεκριμένα πραγματοποιούν τις μετρήσεις της βροχόπτωσης, της διεύθυνσης και της ταχύτητας του ανέμου, της σχετικής υγρασίας, της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας, της διάρκειας της ηλιοφάνειας και της ατμοσφαιρικής πίεσης. Κατά συνέπεια, ο σταθμός του Ε.Μ.Π. συγκαταλέγεται στους κλιματολογικούς σταθμούς. Για να είναι πλήρης κλιματολογικός σταθμός πρέπει να ολοκληρωθεί με την μέτρηση της καθαρής ακτινοβολίας.

Σχετικά με τα παραπάνω όργανα και τις μεθόδους λειτουργίας τους γίνεται αναλυτική περιγραφή στις παραγράφους 4.5.2-4.5.8.

4.5.2 Θερμοκρασία

Ο αισθητήρας μέτρησης της θερμοκρασίας είναι κατασκευασμένος από ανοδιωμένο αλουμίνιο και βασίζεται στην εφαρμογή μίας αντίστασης πλατίνας 2000 Ω, ως αισθητήριο στοιχείο (Σχήματα 4.2 και 4.4). Κατά συνέπεια, ο υπολογισμός της θερμοκρασίας γίνεται με την μέτρηση της ηλεκτρικής αντίστασης της πλατίνας, που συμπεριφέρεται κατά ένα γνωστό τρόπο σε σχέση με την θερμοκρασία της. Για μικρές θερμοκρασιακές μεταβολές, η αντίσταση της είναι ανάλογη της αλλαγής της θερμοκρασίας, σύμφωνα με την εξίσωση (WMO-No. 8, 1983):

$$R_t = R_0[1+\alpha(T-T_0)]$$

όπου Τ η θερμοκρασία και Το η θερμοκρασία αναφοράς σε βαθμούς Kelvin, σε τρόπο ώστε το μέγεθος (Τ-Το) να είναι σχετικά μικρό,

Rt είναι η αντίσταση μίας συγκεκριμένης ποσότητας πλατίνας σε θερμοκρασία T,

Ro είναι η αντίσταση αναφερόμενη σε θερμοκρασία To, α είναι ο θερμοκρασιακός συντελεστής της αντίστασης.

Για $To=0^{\circ}\text{C}$ η εξίσωση γίνεται:

$$Rt = Ro(1+\alpha T)$$

Για μεγαλύτερες θερμοκρασιακές μεταβολές, η αντίσταση εκφράζεται πιο αξιόπιστα από την εξίσωση:

$$Rt = Ro[1+\alpha(T-To)+\beta(T-To)^2]$$

Σε 0°C η παραπάνω εξίσωση γίνεται:

$$Rt = Ro(1+\alpha T+\beta T^2)$$

Η αντίσταση πλατίνας παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα γρήγορης απόκρισης στις θερμοκρασιακές μεταβολές, ελάχιστων σφαλμάτων εξαιτίας της ακτινοβολίας, γραμμικότητας των μετρήσεων, υψηλής σταθερότητας και ανθεκτικότητας. Επιπλέον, αυτή ικανοποιεί τις παρακάτω απαιτήσεις:

- α. Οι φυσικές και χημικές της ιδιότητες παραμένουν ίδιες, σε όλο το πεδίο των μετρήσεων της θερμοκρασίας.
- β. Αυξάνεται σταθερά με την αντίστοιχη αύξηση της θερμοκρασίας, χωρίς να παρατηρούνται ασυνέχειες στο πεδίο των μετρήσεων.
- γ. Δεν μεταβάλλεται αισθητά λόγω της ατμοσφαιρικής υγρασίας, της διάβρωσης και άλλων φυσικών δυσμορφιών.
- δ. Τα χαρακτηριστικά της παραμένουν σταθερά για χρονική περίοδο δύο ετών τουλάχιστον.

ε. Η θερμική ικανότητα της και ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας είναι αρκετά υψηλοί για την χρήση τους στο κύκλωμα μέτρησης.

Ο χρόνος απόκρισης (time constant-βλέπε τον ορισμό του χρόνου απόκρισης στην παράγραφο 4.5.9) του αισθητήρα αυτού είναι περίπου 0.6 minutes (36 seconds), που είναι ικανοποιητική τιμή μεταξύ των 30 seconds και 60 seconds με ταχύτητα ανέμου 5 m/s, που προτείνει το WMO-No 8 (είναι μειονεκτική η χρήση πολύ μικρού χρόνου απόκρισης, αφού η θερμοκρασία κυμαίνεται συνεχώς από ένα έως δύο βαθμούς Celsius, όμως και η χρήση μεγάλης τιμής αυτού οδηγεί σε σφάλματα μετρήσεων για αλλαγές θερμοκρασίας μακρών χρονικών περιόδων). Η κλίμακα μέτρησης του αισθητήρα κυμαίνεται από -29°C έως +60°C με διακριτότητα 0.1°C (resolution-βλέπε τον ορισμό της διακριτότητας στην παράγραφο 4.5.9).

Η συσκευή αυτή μειονεκτεί ως προς τις ευαίσθητες αντιστάσεις της, που διέπονται από την χρήση εξαιρετικά λεπτών συρμάτων. Αυτά απαιτούνται όμως για την υψηλή αντίσταση του ηλεκτρικού κυκλώματος, την μείωση των σφαλμάτων λόγω της επίδρασης της ακτινοβολίας και την ελαχιστοποίηση της επιβράδυνσης του χρόνου απόκρισης.

Η καταγραφή των μετρήσεων γίνεται αναλογικά, ως ακέραιο πολλαπλάσιο μίας ελάχιστης τιμής (διακριτότητα). Το σύστημα αυτό προσφέρει υψηλή αξιοπιστία και απόδοση.

Η προστασία του αισθητήρα έναντι της άμεσης ή έμμεσης ακτινοβολίας σε ταχύτητες ανέμου ≤ 0.5 m/s και της κατακρήμνισης, γίνεται με την εγκατάσταση του στο εσωτερικό ενός κυλίνδρου, που επιτρέπει την ευρυχωρία μεταξύ των μηχανισμών και των τοιχωμάτων του και την ελεύθερη ροή του αέρα (φυσικός εξαερισμός), ώστε το εσωτερικό περιβάλλον να προσαρμόζεται γρήγορα στις εξωτερικές θερμοκρασιακές μεταβολές. Αυτός είναι βαμμένος εσωτερικά και εξωτερικά με λευκό, μη υγροσκοπικό πλαστικό χρώμα, για την αποφυγή απορρόφησης της ακτινοβολίας και επακόλουθης θέρμανσης του εσωτερικού αέρα.

4.5.3 Σχετική υγρασία

Ο αισθητήρας μέτρησης της σχετικής υγρασίας, κατασκευάζεται από ανοδιωμένο αλουμίνιο (μη οξειδούμενο υλικό) και βασίζεται στις διακυμάνσεις του μήκους μίας δέσμης υγροσκοπικών τριχών, που ανιχνεύονται από ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα πυριτίου (Σχήμα 4.2). Η δέσμη των τριχών εντείνεται από ένα ελατήριο (από ανοξείδωτο χάλυβα), που μεταφέρει τις αποκλίσεις της στο

ολοκληρωμένο κύκλωμα πυριτίου. Αυτό βρίσκεται ενταγμένο σε μία ηλεκτρική γέφυρα, που μετατρέπει τις μεταβολές του μήκους σε ηλεκτρικά σήματα, καταγράφοντας έτσι αξιόπιστα τις μετρήσεις της υγρασίας (Σχήμα 4.5). Η αύξηση του μήκους των τριχών είναι περίπου 25 τοις εκατό, για την μεταβολή της σχετικής υγρασίας από 0 % έως 100 % (RH).

Η κλίμακα μέτρησης του κυμαίνεται από 5 % έως 100 %, με ακρίβεια $\pm 3\%$ (που θεωρείται ικανοποιητική σύμφωνα με το WMO-No. 8, 1983), με διακριτότητα (resolution) 0.3 % και λειτουργεί σε θερμοκρασίες -30°C έως +50°C. Η απόδοση της δέσμης των τριχών βελτιώνεται αισθητά με τον εμποτισμό τους σε χλωριούχο άργυρο, επιδεικνύοντας έτσι μεγαλύτερη ευαισθησία, ικανοποιητική επαναληπτικότητα (repeatability-βλέπε τον ορισμό της στην παράγραφο 4.5.9) και την δυνατότητα συνεχών μετρήσεων μεταξύ 5 % έως 100 % RH, χωρίς τυχόν απορύθμιση του οργάνου.

Σε χαμηλές θερμοκρασίες δύναται, ο παραπάνω αισθητήρας παρουσιάζει τα μειονέκτηματα της μειωμένης ακρίβειας (accuracy-βλέπε στην παράγραφο 4.5.9), της υστέρησης (hysteresis-βλέπε τον ορισμό της στην παράγραφο 4.5.9), της επιβράδυνσης του χρόνου απόκρισης εξαιτίας της μικρής υπάρχουσας ποσότητας υδρατμών (επισημαίνεται ότι στους -10°C η επιβράδυνση είναι περίπου τρεις φορές μεγαλύτερη από αυτή στους +10°C) και των διακυμάνσεων της μηδενικής τιμής της κλίμακας μέτρησης.

Η προστασία του οργάνου έναντι της ακτινοβολίας, της κατακρίμνισης, της ρύπανσης από σωματίδια σκόνης και της αμμωνίας γίνεται με την τοποθέτηση του εντός κυλινδρικού δοχείου, που επιτρέπει τον φυσικό εξαερισμό και κατασκευάζεται από λευκό πλαστικό. Η αμμωνία και η σκόνη είναι καταστροφική για την δέσμη των τριχών, καθώς και συστηματική πηγή σφαλμάτων. Εξαιτίας αυτού, απαιτείται συστηματικός καθαρισμός τους με απεσταγμένο νερό ή αντικατάσταση τους.

4.5.4 Ταχύτητα ανέμου

Ο καθορισμός της ταχύτητας του ανέμου γίνεται με την χρήση τριών ημισφαιρικών κωνικών ανοικτών κυπέλλων, με άξονα περιστρεφόμενο εντός ρότορα (Σχήματα 4.3, 4.6). Ο αισθητήρας και τα κύπελλα είναι κατασκευασμένα αντίστοιχα από ανοδιωμένο αλουμίνιο και ανοξείδωτο ατσάλι, διασφαλίζοντας την πλήρη παρεμπόδιση εισόδου της υγρασίας και της σκόνης στο εσωτερικό του, και την μακροχρόνια και αποτελεσματική λειτουργία τους σε υψηλούς ανέμους και αντίξοες καιρικές συνθήκες. Το όργανο απαρτίζεται από δύο υποτμήματα: τον

ρότορα και την γεννήτρια σημάτων. Στο σύστημα αυτό, το γωνιακό διάνυσμα του ανέμου των κυπέλων (οπότε και του ρότορα) είναι ουσιαστικά ανάλογο της μετρήσιμης ταχύτητας του ανέμου.

Η στερέωση του ρότορα γίνεται με δύο σφαίρες από ανοξείδωτο ατσάλι, προστατευόμενες από ένα περιβάλλον κάλυμμα ανοδιωμένου αλουμινίου, που καταλήγει σε ευαίσθητο μηχανισμό, ενεργοποιούμενο με την δύναμη ενδιάμεσης μαγνήτη (Σχήμα 4.9). Η περιστροφή του μαγνήτη καταγράφεται από έναν κυλινδρικό μεταλλάκτη, αποδίδοντας δύο παλμικά σήματα της μέσης και της μέγιστης τιμής της ταχύτητας του ανέμου (ριπή ανέμου, gust).

Η μέση τιμή της ταχύτητας λαμβάνεται ανεξάρτητα της χρονικής περιόδου δειγματοληψίας, που μπορεί να μεταβάλλεται από 4 seconds έως 36 hours. Η μέγιστη τιμή καθορίζεται ως η υψηλότερη ταχύτητα που σημειώνεται στο χρονικό διάστημα 2 second, σε οποιαδήποτε στιγμή του χρονικού δείγματος. Για τον υπολογισμό της ταχύτητας σε m/s, οι δύο παραπάνω τιμές εφαρμόζουν τον ίδιο συντελεστή μετατροπής, ανεξαρτήτως της χρονικής περιόδου του δείγματος. Η γραμμικότητα της μέτρησης δεν επηρεάζεται από την πυκνότητα του αέρα, αναπαράγεται εύκολα κατά την επεξεργασία και παρατηρείται σταθερότητα της κλίμακας (χωρίς αποκλίσεις του μηδενός). Επιπλέον, το μετρητικό όργανο παρέχει ικανοποιητική απόδοση στις μεγάλες θερμοκρασίες και στις διακυμάνσεις της ηλεκτρικής τάσης.

Η ευχέρεια απόκρισης των ανεμομέτρων στην ταχύτητα του ανέμου, χαρακτηρίζεται από την σταθερά απόστασης (distance constant-βλέπε τον ορισμό της στην παράγραφο 4.5.9), το μέγεθος της οποίας είναι ανάλογο της ροπής αδράνειας του ρότορα, αντιστρόφως ανάλογο της ατμοσφαιρικής πυκνότητας και εξαρτάται από πλήθος γεωμετρικών παραγόντων (WMO-No 8, 1983). Η παραπάνω σταθερά παρουσιάζεται μεγαλύτερη κατά την επιβράδυνση του ρότορα, με την επακόλουθη υπερεκτίμηση του πραγματικού μέσου όρου της ταχύτητας του ανέμου. Αυτό το φαινόμενο ελαχιστοποιείται με την μικρή σταθερά απόστασης 1.5 m, που εξασφαλίζει ο παραπάνω αισθητήρας. Προσοχή επιβάλλεται για την διασφάλιση της ανάπτυξης χαμηλών ροπών στρέψεως (τριβή) και την μη εύλογη αύξηση της σταθεράς της απόστασης, κατά την χρονική στιγμή της αδράνειας της παλμικής γεννήτριας.

Η κλίμακα μέτρησης κυμαίνεται από 0 m/s έως 76 m/s, με ακρίβεια $\pm 2\%$ ή ± 0.2 m/s και κατώφλι εκκίνησης 0.3 m/s έως 0.5 m/s. Ο αισθητήρας λειτουργεί σε θερμοκρασία -40°C έως $+50^{\circ}\text{C}$ και απαιτεί την συνεχή τροφοδοσία του με ηλεκτρικό ρεύμα 100 mA, ενώ κατά την διαδικασία ανάγνωσης των δεδομένων απαιτεί 300 mA.

4.5.5 Διεύθυνση ανέμου

Ο αισθητήρας μέτρησης της διεύθυνσης του ανέμου αποτελείται από δύο υποτμήματα: τον ανεμοδείκτη και την γεννήτρια σημάτων, και είναι κατασκευασμένος από ανοδιωμένο αλουμίνιο, παρεμποδίζοντας την οξείδωση του και την είσοδο της υγρασίας και της σκόνης στο εσωτερικό του (Σχήματα 4.3, 4.6). Για την αξιόπιστη λήψη των μετρήσεων, ο περιστρεφόμενος κάθετος άξονας του ανεμοδείκτη είναι στηριγμένος και κατάλληλα ισορροπημένος σε πυξίδα με ποτενσιόμετρο, με την βοήθεια μηχανισμού ενεργοποιούμενου με την δύναμη ενός μαγνήτη. Ενα κύκλωμα αντιστάσεων και ποτενσιόμετρου (βλέπε τον ορισμό του στην παράγραφο 4.5.9) καταγράφουν τα σήματα και τα μετατρέπουν σε αντίστοιχα συμβατά δεδομένα για το σύστημα επεξεργασίας του σταθμού (Σχήμα 4.10). Το παραπάνω ηλεκτρικό κύκλωμα παρουσιάζει εξαιρετική γραμμικότητα των μετρήσεων και χαμηλή ροπή στρέψεως.

Η ευχέρεια απόκρισης στις αλλαγές της γωνιακής μετατόπισης του ανεμοδείκτη χαρακτηρίζεται από τον λόγο απόσβεσης (damping ratio- ο ορισμός του δίνεται στην παράγραφο 4.5.9) και την αναπτυσσόμενη αεροδυναμική ροπή στρέψης, που είναι ανάλογη της ατμοσφαιρικής πυκνότητας και της τετραγωνικής ρίζας της ταχύτητας του ανέμου. Για την ελαχιστοποίηση τέτοιων φαινομένων, ο κενός χώρος μεταξύ του περιστρεφόμενου άξονα και του προστατευτικού καλύμματος του πληρούται με λάδι σιλικόνης, επιτρέποντας την ανταπόκριση του οργάνου στις αιμοδρές μεταβολές του ανέμου.

Για την αποφυγή γαλβανικής διάβρωσης του αισθητήρα, αυτός συνδέεται με τον βραχίονα του ιστού μόνο με κατασκευές πλαστικού ή αλουμινίου.

Η κλίμακα μέτρησης κυμαίνεται από 0° έως 360° , με ακρίβεια $\pm 5^\circ$ και κατώφλι εκκίνησης 0.3 m/s . Η συσκευή λειτουργεί σε συνθήκες θερμοκρασίας από -40°C έως $+50^\circ\text{C}$. Η μονάδα μνήμης του σταθμού καταχωρεί μετρήσεις 0, 256, 512 και 768, για τις αντίστοιχες διευθύνσεις του Βορρά, της Ανατολής, του Νότου και της Δύσης του ανεμοδείκτη.

4.5.6 Υψος βροχής

Ο αισθητήρας μέτρησης της υγρής κατακρήμνισης χρησιμοποιεί την μέθοδο καταγραφής συγκεκριμένων σταγονιδίων βροχής (Σχήμα 4.11). Αποτελείται από την γνωστή χοάνη διαμέτρου 76.5 mm , που οδηγεί το νερό της βροχής σε έναν μηχανισμό παραγωγής ασυνεχών ηλεκτρικών παλμών (η ασυνέχεια των καταγραφών έγκειται στον χρόνο που χρειάζεται κάθε σταγόνα βροχής να πέσει στον παραπάνω ανιχνευτή), αφού το μετατρέψει σε ομογενή σταγονίδια

προκαθορισμένου μεγέθους (διακριτήτη). Ενα στόμιο ευρισκόμενο στην βάση της χοάνης, ελέγχει το μέγεθος και την ροή των σταγονιδίων, διασφαλίζοντας την σταθερότητα της και βελτιώνοντας την ακρίβεια των μετρήσεων. Το συνολικό ύψος της κατακρήμνισης υπολογίζεται ως ο αριθμός των σταγονιδίων επί την καθορισμένη διακριτότητα, για κάθε προγραμματισμένη χρονική περίοδο του δείγματος. Η μετρούμενη βροχή εκρέει μέσω σωλήνα στράγγισης που βρίσκεται στην βάση του αισθητήρα.

Η χοάνη και το υπόλοιπο τμήμα του οργάνου κατασκευάζονται από ανοδιωμένο αλουμίνιο, ώστε να προστατεύονται επαρκώς από την όξινη βροχή και τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Επιπλέον, υφίσταται μηχανισμός κατακράτησης (φίλτρο) των ξένων υλών και σωματιδίων στο στόμιο του δοχείου, για την αποφυγή της ανάγκης καθαρισμού του σε συχνά χρονικά διαστήματα.

Το χείλος του υποδοχέα της κατακρήμνισης έχει αιχμηρή άκρη και αρχικά σχηματίζεται κατακόρυφα, ώσπου καταλήγει στην χοάνη που είναι λεία και σχηματίζει με την οριζόντιο μεγάλη εξωτερική γωνία, για την ελάχιστοποίηση του φαινομένου του "πιτσιλίσματος". Το δοχείο περισυλλογής έχει στενό άνοιγμα (76.5 mm) και τα σταγονίδια της βροχής δεν παραμένουν στάσιμα, περιορίζοντας έτσι σε μεγάλο βαθμό την απώλεια ύδατος εξαιτίας της εξάτμισης.

Συστηματικά σφάλματα δημιουργούνται λόγω των οριζόντιων και κατακόρυφων μέσων επιταχύνσεων του ανέμου πάνω από το στόμιο του υπερυψωμένου οργάνου, εμποδίζοντας κάποια σωματίδια βροχής να εισέλθουν στο εσωτερικό του. Κατά συνέπεια, η μετρήσιμη βροχόπτωση υποεκτιμάται σε σχέση με την πραγματική. Γενικά, πραγματοποιούνται διορθώσεις των τελικών δεδομένων, λαμβάνοντας υπόψη τους κλιματικούς παράγοντες της περιοχής (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου, κ.λ.π.), που δεν ενδείκνυνται όμως για δείγματα μικρής χρονικής περιόδου. Επιπλέον πρόβλημα αποτελεί η δυσκολία μέτρησης ασθενούς ή διακοπτόμενης βροχόπτωσης, διότι λόγω της ασυνεχούς φύσης του μηχανισμού καταγραφής του αισθητήρα, δεν προσδιορίζεται επακριβώς ο χρόνος έναρξης και λήξης της κατακρήμνισης σε χρονική κλίμακα sec.

Η εμβέλεια των μετρήσεων κυμαίνεται έως 20.5 mm/περίοδο δειγματοληψίας ή κατά μέγιστο 8 mm /min, με διακριτική ικανότητα 0.02 mm και σε πεδίο θερμοκρασιών από 0°C έως +60°C.

4.5.7 Ηλιοφάνεια

Ο εφαρμοζόμενος αισθητήρας μετράει αυτόμata την παρουσία και την διάρκεια της ηλιοφάνειας σε λεπτά της χρονικής περιόδου δειγματοληψίας, ικανοποιώντας τις απαιτήσεις των σύγχρονων συστημάτων καταγραφής της Αποτελείται από μία στήλη σκίανσης, που δημιουργεί αντίθεση στην ένταση της ακτινοβολίας, μεταξύ ετεροπολικών φωτοηλεκτρικών ανιχνευτών (φωτοδιόδια) και βασίζεται στην αρχή της διαφοράς του ηλιακού φωτός και της διαχεόμενης ατμοσφαιρικής ακτινοβολίας (Σχήματα 4.7, 4.12). Η διάμετρος της παραπάνω στήλης είναι τέτοια, ώστε να σκιαίνει τουλάχιστον ένα έως οχτώ φωτοδιόδια, κατά την διάρκεια εκπομπής της ηλιακής ακτινοβολίας στον αισθητήρα. Το παραπάνω δργανο παρέχει ψηφιακά αποτελέσματα, δεν απαιτεί επιπλέον ρύθμιση και οι ενδείξεις του δεν επηρεάζονται από την ένταση της ηλιοφάνειας και το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής που βρίσκεται εγκαταστημένο αυτό. Οι μετρήσεις του εισάγουν αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με το πεδίο των νεφώσεων, καθιστώντας ικανό τον παρατηρητή για την εξαγωγή ποικίλων συμπερασμάτων για την καιρική κατάσταση.

Το κύριο τμήμα του αισθητήρα κατασκευάζεται από ανοδιωμένο αλουμίνιο, για την προστασία του έναντι των αντίξοων καιρικών συνθηκών, και συνδέεται με τον βραχίονα του ιστού με κατασκευές αλουμινίου ή πλαστικού, για την αποφυγή της διάβρωσης του. Ο φωτοηλεκτρικός μηχανισμός του προστατεύεται με άχρωμο (borosilicate) θόλο. Για την αποφυγή αντανακλάσεων της ακτινοβολίας από το αλουμινένιο τμήμα του οργάνου, η ανώτερη επιφάνεια του και η στήλη σκίανσης χρωματίζονται με μαύρο ματ βερνίκι. Επιπλέον, η συγκέντρωση ηλιακής θερμότητας στον θόλο του και ο περιορισμένος εξαερισμός του καταλήγουν στην υγροποίηση της συσσωρευμένης βροχής πάχνης και χιονιού, δίχως να μεταβάλλεται η απόδοση του. Παρά ταύτα οι ενδείξεις του αισθητήρα επηρεάζονται από την πυκνή χιονόπτωση και την κάλυψη του θόλου του με ρύπους σκόνης, οπότε επιβάλλεται ο καθαρισμός του σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Η διακριτική ικανότητα μέτρησης είναι 1 minute και τροφοδοτείται με ηλεκτρικό ρεύμα 60 μΑ.

4.5.8 Ατμοσφαιρική πίεση

Το δργανο μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης έχει ως αισθητήριο στοιχείο ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα πυριτίου, διαστάσεων 4x4 mm, που λειτουργεί όπως το γνωστό συμβατικό μεταλλικό διάφραγμα (Σχήμα 4.7). Η μία πλευρά του ολοκληρωμένου κυκλώματος είναι καλυμμένη με μία λεπτή μεμβράνη που εμπεριέχει μία ηλεκτρική γέφυρα Wheatstone τεσσάρων αντιστάσεων, μετατρέποντας τις μεταβολές της πίεσης σε αντίστοιχα αναλογικά αποτελέσματα, ενώ η άλλη πλευρά του εκτίθεται πλήρως στο εσωτερικό κενό του δοχείου (Σχήμα 4.13). Η εναισθησία της μετρητικής συσκευής εξαρτάται από την επιφάνεια του διαφράγματος και τα ελαστικά χαρακτηριστικά του, καθιστώντας περιττή την χρήση ενός συστήματος ελατηρίου και παρέχοντας γραμμικά αποτελέσματα ανάλογα της ατμοσφαιρικής πίεσης. Ο παραπάνω μηχανισμός προστατεύεται από ένα κυλινδρικό αδιάβροχο δοχείο ανοδιωμένου αλουμινίου έναντι των δυσμενών καιρικών συνθηκών, λειτουργεί σε οποιαδήποτε θέση (κατακόρυφα, πλάγια, κ.λ.π.) και δεν παρουσιάζει εναισθησία στην μηχανική επιτάχυνση. Εξι οπές στην βάση του κυλίνδρου επιτρέπουν την δίοδο του αέρα στο εσωτερικό του, για την αναγκαία μέτρηση της πίεσης.

Η απόδοση του είναι γενικά ικανοποιητική, με εξαιρετική επαναληπτικότητα, χαμηλή υστέρηση, μακροχρόνια σταθερότητα μετρήσεων και μικρό δείκτη γήρανσης. Εντούτοις, παρατηρείται αξιοσημείωτος συντελεστής θερμοκρασίας, εισάγοντας λανθασμένα αποτελέσματα λόγω των εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών. Τα παραπάνω σφάλματα εξαλείφονται με την εφαρμογή μίας θερμικής αντίστασης, που διατηρεί τον μηχανισμό μέτρησης σε σταθερή θερμοκρασία 47°C .

Η τροφοδοσία του αισθητήρα με ηλεκτρικό ρεύμα μεταβάλλεται με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος αντιστρόφως ανάλογα, σύμφωνα με την σχέση:

$$(47^{\circ}\text{C}-T)*0.75 \text{ mA}$$

όπου T είναι η εξωτερική θερμοκρασία σε βαθμούς Celsius. Ετσι, η ενέργεια θερμότητας αυξάνει με την μείωση της θερμοκρασίας, παρουσιάζοντας ως ελάχιστη τιμή 0 mA σε θερμοκρασία $+47^{\circ}\text{C}$ και ως μέγιστη τιμή 60 mA σε -40°C . Η κλίμακα μέτρησης της πίεσης κυμαίνεται από 920 mbar έως 1080 mbar (1 hPa=1 mbar), με ακρίβεια ± 0.2 mbar και διακριτότητα 0.2 mbar. Λειτουργεί σε θερμοκρασία -40°C έως $+47^{\circ}\text{C}$ με ηλεκτρική τάση -6 έως -9 volts.

4.5.9 Ορισμοί

- * Ακρίβεια (accuracy), είναι το μέγεθος που δείχνει πόσο μία μετρήσιμη παράμετρος συμφωνεί με την καθιερωμένη τιμή ή την πραγματική τιμή. Συχνά μετριέται η ανακρίβεια των παραμέτρων που παρουσιάζεται ως ακρίβεια και εκφράζεται ως ποσοστό της κλίμακας μέτρησης.
- * Λόγος απόσβεσης (damping ratio), είναι η παράμετρος που περιγράφει την απόκριση του ανεμοδείκτη σε μία ξαφνική αλλαγή της διεύθυνσης του ανέμου και ορίζεται ως ο λόγος της πραγματικής απόσβεσης προς την κρίσιμη, όπου η κρίσιμη απόσβεση αντιστοιχεί στην τιμή που εισάγει την γρηγορότερη στιγμαία απόκριση, δίχως την υπερεκτίναξη του ανεμοδείκτη.
- * Σταθερά απόστασης (distance constant), είναι το αναγκαίο πέρασμα του αέρα από ένα μετρητή της ταχύτητας του ανέμου (σε m, feet, κ.λ.π.), που προκαλεί αλλαγή της μετρήσιμης παραμέτρου κατά 63 %.
- * Υστέρηση (hysteresis), είναι η διαφορά που παρατηρείται στα δεδομένα ενός αισθητήρα, ως απάντηση μίας αυξανόμενης και μίας μειούμενης τιμής της μετρήσιμης παραμέτρου. Εάν Y_i είναι η τιμή του αποτελέσματος της αυξανόμενης μεταβλητής X και Y_d είναι η τιμή του αποτελέσματος της μειούμενης μεταβλητής X , τότε η υστέρηση ορίζεται ως η μέγιστη απόλυτη διαφορά $|Y_i - Y_d|$ για οποιαδήποτε τιμή του X . Αυτή συνήθως εκφράζεται ως ποσοστό της κλίμακας μέτρησης.
- * Γραμμικότητα (linearity), ορίζεται ως η μέγιστη απόκλιση της καμπύλης μετρήσεων μίας παραμέτρου, από την καλύτερα προσαρμοσμένη ευθεία. Χαρακτηρίζει όργανα γραμμικών δεδομένων και εκφράζεται συχνά ως ποσοστό της κλίμακας μέτρησης.
- * Ποτενσιόμετρο (potensiometer), είναι μία μεταβλητή αντίσταση με τρία τερματικά και χρησιμοποιούνται για την δημιουργία αντίστασης ανάλογης της γωνιακής ή γραμμικής μετατόπισης.
- * Επαναληπτικότητα (repeatability), είναι η εγγύτης της ομοιότητας μεταξύ μετρήσεων της ίδιας παραμέτρου, της ίδιας τιμής και κάτω από τις ίδιες

συνθήκες παρατήρησης σε επαναλαμβανόμενα χρονικά διαστήματα. Συνήθως εκφράζεται ως ποσοστό της κλίμακας μέτρησης της παραμέτρου.

- * **Διακριτότητα** (resolution), είναι η μικρότερη μεταβολή της μετρήσιμης παραμέτρου, που προκαλεί ανάλογη ανιχνεύσιμη μεταβολή των ενδείξεων του αισθητήρα.
- * **Κατώφλι** (threshold), είναι η μικρότερη οριακή τιμή του αισθητήρα, που προκαλεί καταγραφή μετρήσεων. Συχνά χρησιμοποιείται στους αισθητήρες μέτρησης της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου και περιγράφει την οριακή τιμή έναρξης της λειτουργίας τους.
- * **Χρόνος απόκρισης** (time constant), είναι ο απαιτούμενος χρόνος για την καταγραφή ποσοστού 63.2 % της στιγμιαίας μεταβολής της μετρήσιμης παραμέτρου.
- * **Ριπή ανέμου** (wind gust), είναι η μέγιστη στιγμιαία ταχύτητα ανέμου σε μία καθορισμένη χρονική περίοδο.

4.6 Το σύστημα συλλογής, επεξεργασίας και αποθήκευσης δεδομένων του αυτόματου σταθμού Ε.Μ.Π.

4.6.1 Επιλογή του συστήματος

Το παραπάνω σύστημα αποτελείται κατά πρώτον, από την επιτόπια μονάδα συλλογής (sensor scanning) και την μονάδα μνήμης (data storage unit) του σταθμού, που προφυλάσσονται σε θερμοπλαστικό κιβώτιο έναντι των περιβαλλοντικών συνθηκών και κατά δεύτερον, από την υπολογιστική μονάδα, και τον μηχανισμό ανάγνωσης της μονάδας μνήμης (dsu reader).

Εξαιτίας της λειτουργίας ενός Α.Μ.Σ. και της μικρής απόστασης του κτιρίου Υδραυλικής με την θέση του σταθμού (περίπου 2 km), το δίκτυο επικοινωνίας παραμένει αξιόπιστο, χωρίς να απαιτείται παράλληλα πολύπλοκος προγραμματισμός (Software). Επιπλέον, λόγω και της προυπάρχουσας εγκατάστασης δικτύου υπολογιστών με διαθέσιμη μνήμη, δεν κρίθηκε αναγκαία η τοποθέτηση επιτόπιου επεξεργαστή, βάσει οικονομικών και τεχνικών κριτηρίων.

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της επιτόπιας ή μη επεξεργασίας περιγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 2 (παράγραφοι 2.1.4, 2.3.1).

Σχετικά με τους παραπάνω μηχανισμούς, οι λειτουργίες και οι δυνατότητες τους αναλύονται στις παραγράφους 4.6.2-4.6.5.

4.6.2 Μονάδα συλλογής (Sensor Scanning Unit)

Η μονάδα συλλογής (Μ.Σ.) είναι μία συμπαγής ηλεκτρονική συσκευή, που ανιχνεύει και συγκεντρώνει τις μετρήσιμες παραμέτρους των αισθητήρων, στηριζόμενη σε μία ισορροπημένη ηλεκτρική γέφυρα. Τα ηλεκτρονικά στοιχεία της βρίσκονται εμβυθισμένα σε χαμηλής πυκνότητας πολυουρεθάνη και στεγάζονται σε υδατοστεγές κιβώτιο ανοδιωμένου αλουμίνιου, διαστάσεων 271*178*28 mm, καθιστώντας τη κατάλληλη για υπαίθριες εφαρμογές (Σχήματα 4.14, 4.16).

Η Μ.Σ. διαθέτει κάρτα πολυπλεξίας δώδεκα εισόδων, για την σύνδεση των αισθητήρων (από τις οποίες χρησιμοποιούνται οι εννέα, οπότε δίνεται η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης του σταθμού με τρείς αισθητήρες), ένα δίκτυο R-2R για την μετατροπή των αναλογικών δεδομένων της πίεσης, σχετικής υγρασίας, θερμοκρασίας και διεύθυνσης ανέμου σε ψηφιακά και ένα ψηφιακό σύστημα ελέγχου των τιμών. Το δίκτυο μετατροπής δεδομένων από αναλογική σε ψηφιακή μορφή, κάνει χρήση ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος, παρέχοντας υψηλή ακρίβεια, δίχως την απαίτηση σταθεροποιημένης τάσης και την παρουσίαση προβλημάτων διασύνδεσης των ήδη ψηφιακών αισθητήρων. Τα σήματα εισόδου των αισθητήρων οδηγούνται είτε απευθείας στην θύρα 18-pin ενός κεντρικού καλωδίου, είτε στις δώδεκα ξεχωριστές εισόδους. Ο αριθμός των χρησιμοποιούμενων εισόδων επιλέγεται γυρίζοντας έναν κυκλικό διακόπτη, κατάλληλα αριθμημένο από ένα έως δώδεκα. Η Μ.Σ. επίσης διαθέτει τον απαραίτητο αριθμό θυρών προς το δίκτυο ραδιοζεύξης ή πρός το αναλογικό δίκτυο τηλεμετάδοσης (δηλαδή εξασφαλίζεται η δυνατότητα επιλογής δύο εναλλακτικών τρόπων διεύσης) και κατάλληλη είσοδο για την σύνδεση με την μονάδα μνήμης.

Στην Μ.Σ. εμπειρέχεται ρολόι πραγματικού χρόνου υψηλής ακρίβειας. Αυτό παράγει τον εναρκτήριο παλμό για την κατά σειρά ανίχνευση των προκαθορισμένων εισόδων των αισθητήρων. Το δίκτυο R-2R μετατρέπει τα σήματα των αισθητήρων με ικανοποιητική προσέγγιση, σε σειριακά δεδομένα του δεκαψηφιακού δυαδικού κώδικα (10-bit binary code). Ταυτόχρονα, μία οθόνη υγρών κρυστάλλων εμφανίζει τα αντίστοιχα σειριακά δεδομένα. Μετά την ανίχνευση του τελευταίου αισθητήρα, ένας συγκοπτόμενος παλμός δηλώνει το

τέλος ενός ολοκληρωμένου κύκλου μετρήσεων, εμφανίζοντας στην οθόνη τον πραγματικό χρόνο.

Τα επιθυμητά χρονικά διαστήματα δειγματοληψίας επιλέγονται μέσω ενός κυκλικού διακόπτη που είναι αριθμημένος από 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 30, 60, 120 έως 180 λεπτά (στον σταθμό του Ε.Μ.Π. επιλέχθηκε διάστημα 10 λεπτών). Επίσης παρέχεται η δυνατότητα συνεχούς δειγματοληψίας (non stop) και απομακρυσμένης έναρξης μετρήσεων (remote start). Στην δεύτερη περίπτωση, ένας κύκλος μετρήσεων καταγράφεται με την λήψη ενός απομακρυσμένου εναρκτήριου σήματος. Ομοίως παράγεται εναρκτήριο σήμα, τοποθετώντας τον διακόπτη της ισχύος στην θέση Manual Start. Και στις δύο περιπτώσεις, εάν δοθεί το σήμα 50 sec πριν το προκαθορισμένο χρονικό διάστημα, αυτό αγνοείται.

Η Μ.Σ. παρουσιάζει διακριτότητα (resolution-βλ. ορισμό παρ. 4.5.9) 10 bits, ακρίβεια (accuracy-παρ. 4.5.9) ± 1 bit και χρόνο μέτρησης κάθε εισόδου 4 seconds. Λειτουργεί σε συνθήκες θερμοκρασίας από -40°C έως +60°C, με συνεχές ρεύμα 8 mA (κατά την λειτουργία της) και 75 μΑ (κατά την αδράνεια της).

Ολες οι είσοδοι είναι κατάλληλα προστατευμένες έναντι των ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών και η τροφοδοσία της γίνεται με φωτοβολταικό κύτταρο (οπότε η περίπτωση απώλειας δεδομένων ελαχιστοποιείται).

4.6.3 Μονάδα μνήμης (Data Storage Unit)

Η μονάδα μνήμης (M.M.) του σταθμού αποθηκεύει τα εισαγόμενα σειριακά δεδομένα (του δεκαψηφιακού δυαδικού κώδικα) από την μονάδα συλλογής για ορισμένο χρονικό διάστημα (περίπου δύο μηνών), που στην συνέχεια εξάγει στην κεντρική υπολογιστική μονάδα, μέσω του μηχανισμού ανάγνωσης (dsu reader). Αυτή είναι φορητή, διαστάσεων 105*210*22 mm, τύπου EEPROM, κατασκευασμένη από χαμηλής πυκνότητα πολυουρεθάνη και διαθέτει μία 6-pin αδιάβροχη είσοδο για την εισαγωγή και την εξαγωγή των δεδομένων. Επίσης περιλαμβάνει μία οθόνη υγρών κρυστάλλων, πέντε ψηφίων, που παρουσιάζει το συνολικό αριθμό των αποθηκευμένων δεδομένων και ένα ρυθμιζόμενο εσωτερικό ρολόι, πραγματικού χρόνου με αυτόματη επανόρθωση του δίσεκτου έτους, που καταγράφει τις χρονικές πληροφορίες (Σχήματα 4.14, 4.15, 4.17).

Η σύνδεση της M.M. με το σύστημα συλλογής συνεπάγεται την διαδοχική αύξηση της ένδειξης της οθόνης κατά μία μονάδα του δεκαψηφιακού δυαδικού συστήματος. Η χρονική πληροφορία αποτελείται από μία μονάδα έξι ψηφίων, από τα οποία το πρώτο αντιστοιχεί σε μία καθορισμένη καταχώρηση, ίση με 7, ακολουθούμενο από τα υπόλοιπα πέντε που αφορούν τον χρόνο, μήνα, ημέρα, ώρα

και λεπτό (π.χ. 21.45, 26 Ιουνίου 1994 καταχωρείται ως: 0007 0094 0006 0021 0045). Η Μ.Μ. καταγράφει τις παραπάνω πληροφορίες πρίν την λήψη του πρώτου κύκλου μετρήσεων, κατά την αρχική σύνδεση και μετά τα μεσάνυχτα (κάθε 24 ώρες). Τα μετρητικά δεδομένα αποτελούνται από μία μονάδα επτά χαρακτήρων. Οι τέσσερις πρώτοι χαρακτήρες είναι δεκαδικά ψηφία, ενώ οι υπόλοιποι τρεις χρησιμοποιούνται για την σημείωση λανθασμένων δεδομένων και την σωστή αρχειοθέτηση των εξαγομένων. Η Μ.Μ. διαθέτει χωρητικότητα μνήμης 65520 μονάδων του δεκαψηφιακού δυαδικού συστήματος (που αναλογεί σε χρονικό διάστημα περίπου δύο μηνών) και πέραν της πλήρωσης αυτής δεν επιτρέπει την αποθήκευση νέων δεδομένων.

Η Μ.Μ. έχει ενσωματωμένο συσσωρευτή διάρκειας επτά ετών, για την τροφοδοσία της λειτουργίας του ρολογιού και της οθόνης, προφυλάσσοντας έτσι το περιεχόμενο της μνήμης από την ολοσχερή διακοπή της κύριας παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. Επιπλέον, παρέχεται σε αυτή ηλεκτρικό ρεύμα 3.2 mA κατά την αποθήκευση σε διάστημα 4 sec/είσοδο αισθητήρα και 60 μΑ κατά την αδράνεια του συστήματος. Η θερμοκρασία λειτουργίας είναι -40°C έως +60°C (κάτω από -15°C η οθόνη γίνεται δυσανάγνωστη). Σε αυτό το θερμοκρασιακό εύρος, το ρολόι του συστήματος παρουσιάζει ακρίβεια ± 6 sec/24 hours.

4.6.4 Μονάδα ανάγνωσης (DSU Reader)

Η μονάδα ανάγνωσης (M.A.) συνδέεται με την Μ.Μ. του σταθμού και την κεντρική υπολογιστική μονάδα, μετατρέποντας τα σειριακά σήματα (0 έως -5 Volts) της Μ.Μ σε ετεροπολικά σήματα, συμβατά με την Υ.Μ. (δηλαδή χαρακτήρες ASCII). Επιπλέον αυτή παρέχει ενέργεια τάσης -6 V στην Μ.Μ., κατά την διαδικασία της εξαγωγής των δεδομένων. Η λειτουργία της στηρίζεται στην εφαρμογή ενός μετασχηματιστή και ρυθμιστών τάσης που βρίσκονται εμβυθισμένα σε αφρό πολυουρεθάνης και στεγάζονται σε συμπαγές κιβώτιο ανοδιωμένου αλουμινίου (Σχήμα 4.18). Η διασύνδεση της επιτελείται με δύο θύρες 6-pin και της παρέχεται ενέργεια 20 mA, 220/110 V A.C.

Οι παράμετροι επικοινωνίας της είναι 9600 baud, 1 αρχικό ψηφίο, 7 ψηφία δεδομένων (δπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 4.6.3), no parity και 2 τελικά ψηφία. Λειτουργεί σε θερμοκρασία -40°C έως +60°C.

4.6.5 Κεντρική υπολογιστική μονάδα (CPU)

Το λογισμικό της κεντρικής υπολογιστικής μονάδας εξυπηρετεί τις παρακάτω λειτουργίες:

1. Επεξεργάζεται τις μετρήσιμες παραμέτρους χαρακτήρων ASCII σε πρωτογενή μετεωρολογικά δεδομένα, εμφανίζοντας στην οθόνη τις τιμές πραγματικού χρόνου παράλληλα με πληροφορίες του σταθμού από τον οποίο προέρχονται, τον αντίστοιχο αισθητήρα και χρόνο.
2. Εξάγει τα στατιστικά μεγέθη ενός προκαθορισμένου δείγματος μετρήσεων (μέσους όρους, μέγιστες και ελάχιστες τιμές) και υπολογίζει τους μέσους όρους μίας ανεξάρτητα επιλεγμένης χρονικής περιόδου από 1 έως 24 ώρες.
3. Υποστηρίζει την δυνατότητα αποθήκευσης των εισαγομένων δεδομένων σε δύο διαφορετικά αρχεία. Αφενός σε αρχείο κειμένου (text-file), δύο οι μετρήσεις διαβάζονται με την βοήθεια φύλλου εργασίας (spreadsheet) ή άλλων εργαλείων προγραμματισμού και αφετέρου σε αρχείο τυχαίας πρόσβασης (random-access file), για χρήση αυτών μέσω της τηλεμετάδοσης (τα δεδομένα μεταδίδονται σε χαρακτήρες ASCII μέσω κατάλληλου διασυνδεδεμένου modem).
4. Επιτρέπει την επέκταση του αριθμού των μονάδων Α.Μ.Σ. και την επεξεργασία των δεδομένων τους, χωρίς την ανάγκη τροποποίησης του και αφού αυτοί συνδεθούν με το δίκτυο μετάδοσης ή την κεντρική υπολογιστική μονάδα.
5. Εξασφαλίζει την δυνατότητα αύξησης του αριθμού των μετρούμενων μετεωρολογικών παραμέτρων του σταθμού, δίχως την δημιουργία επιπρόσθετου λογισμικού.

Οσον αφορά την λειτουργία (2), το λογισμικό στηρίζεται στην λογική ενός προκαθορισμένου αριθμού καναλιών (αισθητήρων), που το ορίζει ως σύνολο δεδομένων (data-set). Οι στατιστικοί υπολογισμοί χρησιμοποιούν τις τελευταίες εισαγόμενες τιμές των 144 σειρών δεδομένων, περιόδου 144 * την επιλεγμένη χρονική περίοδο του δείγματος (π.χ.επιλέξαμε στον σταθμό Ε.Μ.Π. χρονικό

διάστημα 10 min, οπότε η περίοδος των 144 δεδομένων είναι: $144 * 10 \text{ min} = 1440 \text{ min} = 1440/60 = 24 \text{ hours}$).

Για την δυνατότητα (4) του προγράμματος, απαιτείται προσεκτική χρονική αρχειοθέτηση των δειγμάτων, ώστε να μην παρατηρείται το φαινόμενο της συγκάλυψης των δεδομένων.

Το λογισμικό της κεντρικής υπολογιστικής μονάδας στηρίζεται σε δύο κύριους τρόπους λειτουργίας:

- α. Τον display mode, που ενεργοποιείται με την έναρξη του προγράμματος, επεξεργάζεται και εμφανίζει στην οθόνη τα πρωτογενή και δευτερογενή μετεωρολογικά δεδομένα.
- β. Τον config mode, που διαμορφώνει τις κατάλληλες παραμέτρους για την επιθυμητή παρουσίαση των δεδομένων και αποτελείται από τις ακόλουθες επιλογές:
 - * Station parameters
 - * Serial port set-up
 - * Data filing set-up

Στην επιλογή station parameters εξασφαλίζεται ο προγραμματισμός των ακολούθων:

- * Συχνότητες δειγματοληψίας των δεδομένων για την εμφάνιση στην οθόνη (report interval: ανά 30 min το ελάχιστο) και την εισαγωγή τιμών (sampling interval: επιλέξαμε 10 min).
- * Η αντιστοιχία αισθητήρων με εισόδους λήψης δεδομένων (number of channels: από 1 έως 12).
- * Τα χρονικά διαστήματα για τα οποία υπολογίζονται οι μέσοι όροι (report period: από 1 έως 24 hours).
- * Οι ενδείξεις του τύπου Α.Μ.Σ. (report type), του κωδικού αριθμού του σταθμού (reference), της θέσης εγκατάστασης του (name/location), του

τύπου αισθητήρα (parameter), τις μονάδες υπολογισμού των μετρήσιμων παραμέτρων (units), τον αριθμό των ψηφίων και δεκαδικών κάθε μέτρησης (output format).

- * Τα χαρακτηριστικά μεγέθη που αντιστοιχούν στις πραγματικές τιμές κάθε αισθητήρα (calculating: μέσος δρος και ακραίες τιμές max,min / diverse: π.χ. το μέσο διάνυσμα της διεύθυνσης και της ταχύτητας του ανέμου)

Στην επιλογή serial port set up, πραγματοποιείται ο προγραμματισμός των παραμέτρων των θυρών επικοινωνίας (serial port for data, baud rate, data bits, stop bits και parity).

Τέλος στην επιλογή data filing set-up, καθορίζεται ο τρόπος αποθήκευσης των εισαγόμενων δεδομένων, είτε σε αρχείο κειμένου (text-file storage, directory), είτε σε τυχαίας πρόσβασης αρχείο (modem transfer, printer-format, send lines, random-file storage, directory, print/text-format).

Ενα παράδειγμα του κύριου τρόπου λειτουργίας display mode εμφανίζεται στο σχήμα 4.19, όπου οι τιμές πραγματικού χρόνου παρουσιάζονται στην πρώτη στήλη δεδομένων. Η επόμενη στήλη δείχνει τις μέσες τιμές ενός ανεξάρτητα επιλεγμένου δείγματος (από 1 έως 24 hours) και η τρίτη, τα στατιστικά μεγέθη (μέσοι δροι, ελάχιστα και μέγιστα) των τελευταίων 144 data-set.

Παράλληλα, αναπτύχθηκε λογισμικό από την ομάδα του Τομέα Υδατικών Πόρων, με σκοπό την επεξεργασία, τον ποιοτικό έλεγχο και την αξιοποίηση των πρωτογενών δεδομένων. Ο χειρισμός των ιστορικών χρονοσειρών δεδομένων ακολουθεί την παρακάτω εξελικτική πορεία:

- α. Το αρχείο δεδομένων της κεντρικής υπολογιστικής μονάδας του λειτουργικού συστήματος DOS, αντιγράφεται σε αντίστοιχο αρχείο του λειτουργικού UNIX με το πέρας κάθε δεκάλεπτης περιόδου δειγματοληψίας, ώστε να καθίσταται δυνατή η άμεση πληροφόρηση των χρηστών του υπάρχοντος δικτύου υπολογιστών και η εξοικονόμηση χωρητικότητας μνήμης της κεντρικής υπολογιστικής μονάδας.
- β. Εισάγεται το αρχείο της μονάδας μνήμης του Α.Μ.Σ. και συγκρίνεται με το υπάρχον αρχείο δεδομένων, στο λειτουργικό του DOS. Ετσι επιτυγχάνεται ο αναγκαίος ποιοτικός έλεγχος των μετρήσεων και δημιουργείται το τελικό αρχείο δεδομένων.

- γ. Το παραπάνω ολοκληρωμένο αρχείο προσαρτάται στη βάση υδρομετεωρολογικών δεδομένων INGRES του Υδροσκοπίου στο λειτουργικό σύστημα UNIX.
- δ. Με τη βοήθεια γλώσσας τέταρτης γενιάς (INGRES-W4GL) αναπτύσσονται εφαρμογές παραγωγής χρονοσειρών μεγαλύτερων χρονικών βημάτων (ωριαίων, ημερήσιων, μηνιαίων, ετήσιων) και υπολογισμού στατιστικών χαρακτηριστικών. Ακόμα είναι δυνατή η παρουσίαση των χρονοσειρών σε διαγράμματα.
- ε. Εξασφαλίζεται η δυνατότητα ανάπτυξης περαιτέρω εφαρμογών του ολοκληρωμένου αρχείου δεδομένων με την χρήση φύλλου εργασίας (EXCEL) στο λειτουργικό σύστημα DOS.

4.7 Το σύστημα μετάδοσης

4.7.1 Επιλογή του συστήματος μετάδοσης

Η επικοινωνία μεταξύ του Α.Μ.Σ. και της κεντρικής υπολογιστικής μονάδας, επιτελείται μέσω ψηφιακού ραδιοδικτύου σε συχνότητες των κυμάτων VHF και χρησιμοποιεί ένα πομπό και ένα δέκτη. Η επιλογή του συγκεκριμένου κυκλώματος διασύνδεσης, βασίστηκε στην μικρή απόσταση του σταθμού με το κτίριο Υδραυλικής (ορατή απόσταση, χωρίς την ύπαρξη εμποδίων) και στην έλλειψη τηλεφωνικής γραμμής στην θέση εγκατάστασης του σταθμού, που σήμαινε υψηλότερη οικονομική επιβάρυνση για την εγκατάσταση δικτύου τηλεμετάδοσης. Επιπλέον, τα εφαρμοζόμενα modems των δικτύων τηλεμετάδοσης καθιστούν ευαίσθητη την περιβάλλοντα περιοχή (περίπου 5 km) στην πτώση κεραυνών, που συνεπάγεται την απαραίτητη αντικεραυνική προστασία του σταθμού και του συστήματος τηλεμετάδοσης.

Αναλυτικά περιγράφονται οι μονάδες μετάδοσης και λήψης δεδομένων στην παράγραφο 4.7.2.

4.7.2 Το κύκλωμα ραδιοζεύξης (πομπός-δέκτης)

Το εφαρμοζόμενο σύστημα πομπού-δέκτη εξασφαλίζει την ασφαλή μετάδοση των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, για αποστάσεις μέχρι 70 km στην ξηρά και 20 km στην θάλασσα. Αυτό ενσωματώνεται σε κυλίνδρους διαμέτρου 25

inch, από ανοδιωμένο αλουμίνιο για την προστασία του έναντι των δυσμενών καιρικών συνθηκών (Σχήμα 4.6). Η κάθε μονάδα αποτελείται από κατακόρυφη κεραία μήκους 94 cm, μεσαίων κυμάτων, που εγκαθίσταται στο κέντρο της άνω πλευράς της. Κατά την εκπομπή και λήψη σημάτων, η κεραία παρουσιάζει άριστη συμπεριφορά, λόγω του σχεδιασμού της με ακτινική και χαμηλής γωνίας εμβέλεια (στον A.M.S./E.M.P. η κεραία του δέκτη αφαιρέθηκε, διότι συνέπιπτε η συχνότητα της με άλλο μέσο επικοινωνίας).

Για την μετάδοση, η αρχή ρύθμισης του πομπού έγκειται στην εφαρμογή on-off ρύθμισης ενός κανονικού μεταδότη. Αυτό επιτρέπει την απευθείας ρύθμιση του πομπού με την βοήθεια του δεκαψηφιακού δυαδικού κώδικα, που αποτελείται από βραχέα και μακρά παλμικά σήματα. Ο δέκτης δε παρουσιάζει την ευκολία άμεσης σύνδεσης του με συσκευές συμβατές με τον δεκαψηφιακό δυαδικό κώδικα.

Οι δύο μονάδες λειτουργούν σε συνθήκες θερμοκρασίας -20°C έως $+50^{\circ}\text{C}$ και χρειάζονται περίπου 48 sec για την μεταβίβαση δώδεκα πληροφοριών (δέκα ψηφίων) σε συχνότητα 142025 MHz.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δέκτη είναι ευαισθησία -115 dBm , αντίσταση εισόδου 50 Ohm , παροχή τάσης -7 έως -16 volts dc και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 8.5 έως 9.5 mA . Ομοίως, τα τεχνικά χαρακτηριστικά του μεταδότη είναι ενέργεια εξόδου $40 \pm 15 \text{ mW}$, αντίσταση εξόδου 50 Ohm , αντίσταση εισόδου 10 kOhm , παροχή τάσης -7 έως -16 volts dc , κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 120 έως 140 mA κατά την πλήρη λειτουργία του και διακύμανση συχνότητας $\pm 1.5 \text{ kHz}$ (σε θερμοκρασία -25°C έως $+50^{\circ}\text{C}$).

4.8 Το σύστημα ενεργειακής τροφοδοσίας του σταθμού

Η ενεργειακή τροφοδοσία των αισθητήρων, του μεταδότη, της μονάδας μνήμης και συλλογής του σταθμού βασίζεται στον συνδυασμό επαναφορτιζόμενων συσσωρευτών Nickel Cadmium και φωτοβολταϊκών στοιχείων. Ο συσσωρευτής NiCd αποτελείται από επτά στοιχεία RSH7, αποδίδοντας ηλεκτρική ενέργεια τάσης 8.4 V , 7 Ah , κατά την πλήρη φόρτιση του. Η τροφοδοσία του παράγεται από 36 δυάδες φωτοβολταϊκών στοιχείων (συνολικά 64 κύτταρα), συνδεδεμένα με τέσσερις σειρές μεταλλικών ελασμάτων (Σχήμα 4.8). Το σύστημα προστατεύεται έναντι των αντίξοων καιρικών συνθηκών με ενισχυμένη επικάλυψη διαφανούς πολυάνθρακα.

Το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα, υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας του σταθμού και σε ημέρα πλήρους ηλιοφάνειας, υπερβαίνει τα 100 mA , τροφοδοτώντας ικανοποιητικά τις χαμηλά ενεργειακές ανάγκες του A.M.S. με

συχνότητα δειγματοληψίας 10 min και παρατεταμένη λειτουργία. Εντούτοις, εξαιτίας της αυτόματης αποφόρτισης του συστήματος ύστερα από μακρά περίοδο αποθήκευσης του, ενδείκνυται η διαδικασία φόρτισης πριν την υπαίθρια εγκατάσταση του. Επίσης επισημαίνεται ότι η απόδοση του συσσωρευτή μειώνεται σημαντικά κατά την εφαρμογή του σε ψυχρά κλίματα (παρατηρείται μείωση 20% σε θερμοκρασία -20°C), οπότε απαιτείται η ενίσχυση του συστήματος με επιπλέον συσσωρευτή.

Το παραπάνω ενεργειακό σύστημα λειτουργεί σε θερμοκρασία από -40°C έως +50°C και προσφέρει εγγύηση ενός έτους.

4.9 Ο ιστός και οι βραχίονες

Ο αυτόματος σταθμός του Ε.Μ.Π. αποτελείται από τον ιστό ύψους 6 m και τέσσερις βραχίονες τοποθετημένους σε ύψη 20 m (αισθητήρας βροχόπτωσης), 3.0 m (αισθητήρες σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας), 3.7 m (αισθητήρες ηλιοφάνειας και ατμοσφαιρικής πίεσης) και 5.5 m (αισθητήρες ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου).

Ο ιστός διαθέτει στρεφόμενη βάση, που επιτρέπει την κατακόρυφη τοποθέτηση του έναντι επικλινούς εδάφους και τρεις αντηρίδες στήριξης. Αυτός αρχικά συναρμολογείται στο έδαφος, έπειτα ανυψώνεται και τέλος ασφαλίζονται οι αντηρίδες και η βάση του με κοχλίες σε βάσεις σκυροδέματος. Ο ιστός και η βάση στήριξης του, καθώς και οι βραχίονες και οι βάσεις στήριξης των αισθητήρων κατασκευάζονται αντίστοιχα από ενισχυμένο χάλυβα γαλβανισμένο εν θερμώ και ανοδιωμένο κράμα αλουμινίου, για την εξασφάλιση μακροχρόνιας αντοχής έναντι της προβλεπόμενης έντασης ανέμων και της διάβρωσης. Ανάλογη μακροχρόνια προστασία διαθέτουν τα καλώδια τροφοδοσίας και διασύνδεσης με την διέλευση τους μέσα από πλαστικό κυλινδρικό αγωγό. Επιπροσθέτως, ο ιστός είναι βαμμένος με πολυεστερικό άσπρο και κόκκινο χρώμα, για την προειδοποίηση των αεροπλοικών μέσων.

4.10 Προστασία θέσης αυτόματου σταθμού Ε.Μ.Π.

4.10.1 Περίφραξη

Για την φυσική προστασία της θέσης του σταθμού, απαραίτητη κρίθηκε η περίφραξη μίας επιφάνειας διαστάσεων 5 * 8 m, αφού πρώτα αυτή ισοπεδώθηκε. Αυτή αποτελείται από σιδερένια πλαίσια, ορθογωνικής διατομής πλάτους 1 m και ύψους 2 m από τετραγωνικό έλασμα 40 mm * 40 mm * 4 mm, τοποθετημένα κατακόρυφα στην επιφάνεια του εδάφους και πακτωμένα σε σκυρόδεμα ύψους 120 m. Για την πάκτωση τους, έγινε εκσκαφή σκαμάτων διαστάσεων 20 cm * 20 cm * 120 cm, που πληρώθηκαν με σκυρόδεμα. Επίσης, αντηρίδες από ορθογωνικό έλασμα 40 mm * 40 mm * 4 mm στερεώθηκαν με κοχλίες σε έξι κατακόρυφα μέλη πλαισίων (τέσσερις στις πλευρές 8 m και δύο στις πλευρές 5 m).

Συρματόπλεγμα ορθογωνικής οπής 10 cm * 5 cm και από γαλβανισμένο σύρμα 2.5 mm εφαρμόζει στα πλαίσια. Κατά μήκος της οριογραμμής του συρματοπλέγματος έγινε εκσκαφή σκάματος, μέχρι βάθους 120 cm και πλάτους 20 cm, που πληρώθηκε με σκυρόδεμα. Σε αυτό πακτώθηκαν τα κάτω μέρη των πλαισίων κατά 10 cm. Στην είσοδο τοποθετήθηκε πόρτα συρματοπλέγματος, διαστάσεων 2 m * 2 m (αποτελείται από δύο πλαίσια) και κλειδαριά ασφαλείας. Τα πλαίσια, οι αντηρίδες και η πόρτα βάφτηκαν με μίνιο και μαύρο πλαστικό χρώμα για την μακροχρόνια αντοχή τους στις δυσμενείς συνθήκες περιβάλλοντος.

4.10.2 Προστασία από φυσικά φαινόμενα

Για την προστασία του σταθμού έναντι της πτώσης κεραυνών υπήρχαν δύο εναλλακτικές λύσεις: η τοποθέτηση αλεξικέραυνου πάνω στον ιστό του και η εγκατάσταση μεμονωμένου συστήματος αντικεραυνικής προστασίας. Η πρώτη λύση επιφέρει παρεμβολές στην σωστή λειτουργία του σταθμού και δεν προσφέρει ολοκληρωμένη προστασία, ενώ η δεύτερη λύση δεν εφαρμόστηκε ως τώρα για οικονομικούς και τεχνικούς λόγους.

4.11 Συμβατικά όργανα μετρήσεων

4.11.1 Δομή του συμβατικού συστήματος μετρήσεων

Το συμβατικό σύστημα μετρήσεων περιλαμβάνει:

- * Τα όργανα, που καταγράφουν μετρήσεις της διάρκειας της ηλιοφάνειας, της σχετικής υγρασίας, της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας, της βροχόπτωσης, της εξάτμισης και της ατμοσφαιρικής πίεσης.
- * Τον μετεωρολογικό κλωβό, που προφυλάσσει ορισμένα όργανα από τις συνθήκες περιβάλλοντος και τους ποικίλους εξωτερικούς παράγοντες.

Τα όργανα μετρήσεων που χρησιμοποιήθηκαν για το παραπάνω σύστημα, προυπήρχαν στην κατοχή του Ε.Μ.Π., χωρίς όμως να λειτουργούν. Αυτά είναι ηλιογράφος Campbell-Stokes, θερμοϋγρογράφος, ψυχρόμετρο, βροχογράφος, βαρογράφος, εξατμισόμετρο Αναγνώστου, θερμόμετρο μεγίστου-ελαχίστου και εγκαταστάθηκαν με την τεχνική υποστήριξη της Ε.Μ.Υ. στις 29 Μαρτίου 1994. Ο δε μετεωρολογικός κλωβός κατασκευάστηκε σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές της Ε.Μ.Υ.

4.11.2 Ηλιογράφος Campbell-Stokes

Ο ηλιογράφος Campbell-Stokes αποτελείται από μία διαφανή γυάλινη σφαίρα διαμέτρου 10 cm, που εστιάζει τις ηλιακές ακτίνες σε ειδική κάρτα καταγραφής των μετρήσεων και το σφαιρικό τμήμα, πάνω στο οποίο τοποθετείται η κάρτα αυτή. Οταν δεν υφίσταται παρεμβολή των νεφών, η ηλιακή ακτινοβολία που συγκεντρώνεται στο σημείο εστίασης επαρκεί για το κάψιμο της κάρτας. Το σημείο εστίασης μετακινείται πάνω στην κάρτα με την αντίστοιχη ηλιακή κίνηση στον ορίζοντα, κατάγραφοντας έτσι τις χρονικές περιόδους καθαρής ηλιοφάνειας. Ο μηχανισμός στήριξης της σφαίρας ποκίλει ανάλογα με την λειτουργία του οργάνου σε πολικά, μέσα ή τροπικά γεωγραφικά πλάτη. Τρία συγκαλυπτόμενα ζευγάρια εγκοπών υπάρχουν στο σφαιρικό τμήμα για την ρύθμιση των καρτών στις διαφορετικές εποχές του χρόνου (ένα ζευγάρι χρησιμοποιείται για τις δύο ισημερίες).

Απαιτείται η οριζοντίωση της βάσης του οργάνου και η ρύθμιση του σφαιρικού τμήματος βάσει των γεωγραφικών συντεταγμένων της περιοχής. Γενικά

το παραπάνω όργανο προσφέρει τα πλεονεκτήματα απλότητας, ανθεκτικότητας και ευκολίας στην κατανόηση των αποτελεσμάτων, ενώ παρουσιάζει ελάχιστες πιθανότητες λαθών. Ενα από αυτά έγκειται στον ακριβή προσδιορισμό της διάρκειας της ηλιοφάνειας σε συνθήκες μερικής ηλιοφάνειας (διότι το κάψιμο διασκορπίζεται στα περιβάλλοντα μέρη της κάρτας).

4.11.3 Βαρογράφος

Το όργανο μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης αποτελείται από ένα μεταλλικό διάφραγμα (aneroid barometer) και το σύστημα καταγραφής της μετρήσιμης παραμέτρου. Τα βασικά τμήματα του διαφράγματος είναι ένας αεροστεγής μεταλλικός κύλινδρος και ο μηχανισμός ελατηρίου, που εμποδίζει την κατάρρευση του κυλίνδρου εξαιτίας της εξωτερικής ατμοσφαιρικής πίεσης (δηλαδή υφίσταται ισορροπία μεταξύ της δύναμης του ελατηρίου και της εξωτερικής πίεσης). Ο κύλινδρος κατασκευάζεται από υλικά με ελαστικές ιδιότητες, που επιτρέπουν την αυξομείωση του μήκους του αντιστοίχως ανάλογα με αυτή της πίεσης. Αυτές οι διακυμάνσεις ανιχνεύονται από ένα σύστημα μοχλών (μέσω του ελατηρίου) και καταγράφονται με την βοήθεια μίας ακίδας σε βαθμονομημένη ταινία περιστρεφόμενου τυμπάνου.

Η ένδειξη της πίεσης στρογγυλοποιείται σε 0.1 hPa και η κλίμακα αναλογίας της ταινίας είναι 10 hPa προς 1.5 cm αυτής. Η ακίδα τροφοδοτείται με μελάνη και βασίζεται σε μηχανισμό βαρύτητας για την συνεχή καταγραφή των μετρήσεων. Το όργανο πρέπει να προφυλάσσεται από απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας, την σκόνη και τους κραδασμούς. Αυτό ρυθμίζεται σε σύγκριση με ένα κανονικό βαρόμετρο υδραργύρου. Επισημαίνεται ότι η χρήση μεταλλικού διαφράγματος υστερεί σε ακρίβεια από το βαρόμετρο υδραργύρου, αλλά παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα υπαίθριας εγκατάστασης και ακίνδυνης μεταφοράς.

4.11.4 Θερμόμετρα μεγίστου-ελαχίστου

Τα θερμόμετρα αυτά στηρίζονται στις μεταβολές του δύκου των περιεχόμενων υγρών με τις ανάλογες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις. Αποτελούνται από ένα γυάλινο σωλήνα μικρού διαμετρήματος, που βαθμονομείται σε κλίμακα Celsius και καταλήγει σε γυάλινο βολβό. Ο βολβός πληρούται από το περιέχον υγρό, ενώ ο σωλήνας μερικώς, έτσι ώστε οι θερμοκρασιακές μεταβολές να αντιστοιχούν σε μεταβολές του μήκους του υγρού του σωλήνα. Επιπλέον αυτός διαθέτει λεπτότερα τοιχώματα, που διευκολύνουν την αγωγή της θερμότητας στο

υγρό. Τοποθετούνται στο εσωτερικό μετεωρολογικού κλωβού για την προστασία τους έναντι της ηλιακής ακτινοβολίας και της κατακρήμνισης, σε σχεδόν οριζόντια θέση (σχηματίζουν γωνία 2 μοιρών).

Το θερμόμετρο μεγίστου πληρούται με υδράργυρο και ενσωματώνει μία στένωση μεταξύ του βολβού και της κλίμακας βαθμονόμησης. Με την άνχηση της θερμοκρασίας ο υδράργυρος προσπερνά την στένωση του οργάνου, ενώ κατά την μείωση της η στένωση εμποδίζει την υποχώρηση του, καταγράφοντας την μέγιστη θερμοκρασία.

Το θερμόμετρο ελαχίστου πληρούται με καθαρό οργανικό υγρό (αιθυλική αλκοόλη κ.α.), εξαιτίας της πήξης του υδραργύρου στους -38.8°C . Αυτό διαθέτει στον σωλήνα του έναν κινητό δείκτη μήκους 20 cm και ένα επαρκές κενό ασφαλείας στο πάνω μέρος του, για την ανθεκτικότητα του σε υψηλές θερμοκρασίες (50°C). Με την πτώση της θερμοκρασίας το υγρό συστέλεται και ο δείκτης υποχωρεί λόγω της επιφανειακής τάσης, που ασκείται στο ελεύθερο άκρο του υγρού. Όταν η θερμοκρασία αυξάνεται το υγρό διαστέλεται και προσπερνά τον δείκτη, δίνοντας έτσι την τιμή της ελάχιστης θερμοκρασίας.

4.11.5 Ψυχρόμετρο

Οι τιμές του σημείου δρόσου και της σχετικής υγρασίας, υπολογίζονται βάσει κατάλληλων πινάκων από τις μετρήσεις των θερμομέτρων υγρού και ξηρού. Τα θερμόμετρα κατασκευάζονται και λειτουργούν παρόμοια με τα θερμόμετρα μεγίστου-ελαχίστου. Εγκαθίστανται κατακόρυφα μέσα σε μετεωρολογικό κλωβό για την αποφυγή λήψης λανθασμένων μετρήσεων λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας και την φυσική προστασία τους. Το θερμόμετρο υγρού διαθέτει φυτίλι που πρέπει να διατηρείται καθαρό (επιβάλλεται η τακτική αλλαγή του) και υγρό, εμποτίζοντας το σε αποσταγμένο νερό. Η παραπάνω διαδικασία οδηγεί στο φαινόμενο της εξάτμισης που χρησιμοποιεί την απαιτούμενη θερμότητα από την περιβάλλοντα ατμόσφαιρα, καταγράφοντας το θερμόμετρο υγρού θερμοκρασία χαμηλότερη από τις ενδείξεις του θερμομέτρου ξηρού. Η διαφορά των θερμοκρασιακών ενδείξεων υγρού και ξηρού, αντιστοιχεί στην ποσότητα της εξάτμισης που καθορίζει ακολούθως την ξηρότητα της ατμόσφαιρας. Οι μετρήσεις των οργάνων αυτών στρογγυλοποιούνται σε δέκατα βαθμών Celsius.

4.11.6 Θερμούγρογράφος

Ο θερμογράφος στηρίζεται στην εφαρμογή ενός διμεταλλικού θερμομέτρου, που αποτελείται από δύο ενωμένα μεταλλικά ελάσματα ελικοειδούς μορφής. Κατά τις θερμοκρασιακές μεταβολές, οι διαφορετικοί συντελεστές διαστολής των δύο μετάλλων προκαλούν κυμάνσεις της καμπυλότητας των ελασμάτων και ο κατάλληλα συνδεδεμένος βραχίονας καταγραφής παλινδρομεί μέσω ενός τόξου, παρέχοντας τις επιθυμητές μετρήσεις. Ο καταγραφέας καταλήγει σε ακίδα με μελάνη, πάνω σε ταινία περιστρεφόμενου τυμπάνου, έπειτα από απαραίτητη ρύθμιση του. Το διμεταλλικό στοιχείο προστατεύεται έναντι της διάβρωσης με επένδυση χαλκού. Γενικά η συσκευή αυτής παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα της αξιόπιστης συμπεριφοράς, της εύκολης μεταφοράς και του χαμηλού κόστους.

Η κίνηση του καταγραφέα στον υγρογράφο, ελέγχεται από τις μεταβολές του μήκους των τριχών, που προκαλούνται από τις ανάλογες διακυμάνσεις της σχετικής υγρασίας. Οι μεταβολές αυτές μεγεθύνονται και καταγράφονται σε ταινία περιστρεφόμενου τυμπάνου. Ο μηχανισμός αυτός απαιτεί την τακτική ρύθμιση του με το κανονικό ψυχρόμετρο, ενώ η μείωση της θερμοκρασίας επιφέρει αντίστοιχη μείωση της ακρίβειας του (σε θερμοκρασία -10°C , η επιβράδυνση είναι τρείς φορές μεγαλύτερη από αυτή στους 10°C). Επιπλέον, το σύστημα των τριχών είναι εξαιρετικά ευαίσθητο στην μόλυνση του περιβάλλοντος και αποτελεί αναγκαιότητα ο συχνός καθαρισμός του. Οι μετρήσεις της σχετικής υγρασίας στρογγυλοποιούνται στο 1%.

4.11.7 Βροχογράφος

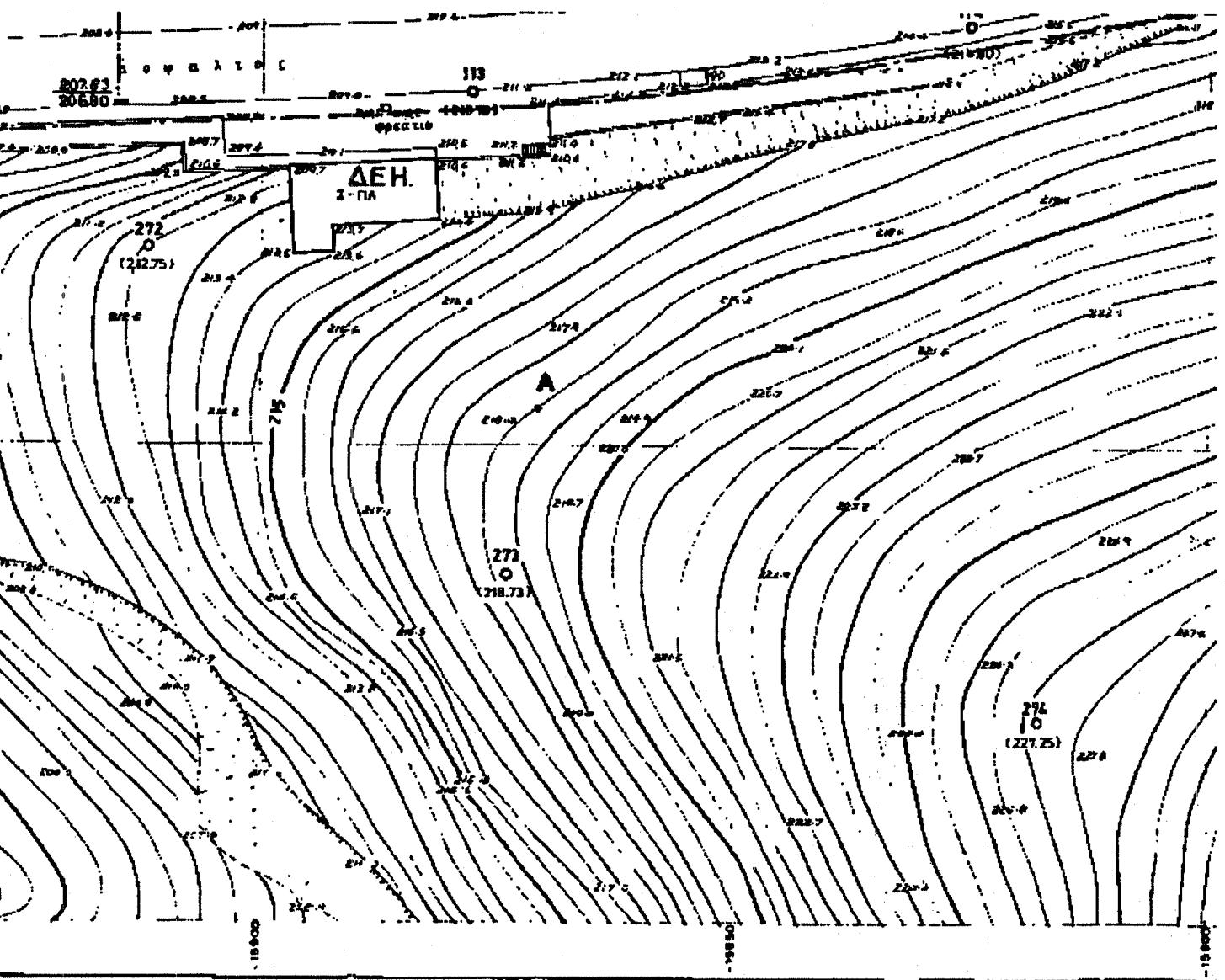
Για την μέτρηση του ύψους της βροχής χρησιμοποιείται βροχόγραφος με πλωτήρα, που αποτελείται από την γνωστή χοάνη το δοχείο που βρίσκεται ο πλωτήρας και το σύστημα καταγραφής των μετρήσεων. Το δύμριο νερό οδηγείται μέσω της χοάνης στο δοχείο του πλωτήρα, ο οποίος κινείται κατακόρυφα με την αντίστοιχη ανύψωση της στάθμης του νερού και θέτει σε κίνηση τον καταγραφέα με την βοήθεια κατάλληλου μηχανισμού μοχλών πάνω σε ταινία περιστρεφόμενου τυμπάνου. Ο καταγραφέας διαθέτει ακίδα εφοδιασμένη με μελάνη. Αφού πληρώνεται το δοχείο, η εκκένωση του γίνεται απότομα και σε μικρό χρονικό διάστημα (μικρότερο από 15 sec) μέσω διάταξης σιφώνα.

Το παραπάνω δργανο παρουσιάζει τα μειονεκτήματα μειωμένης ακρίβειας μετρήσεων και δυσλειτουργίας σε ψυχρά κλίματα. Οσον αφορά το δεύτερο, σκόπιμη είναι η τοποθέτηση εντός του δοχείου συλλογής θερμαντικού μέσου, για

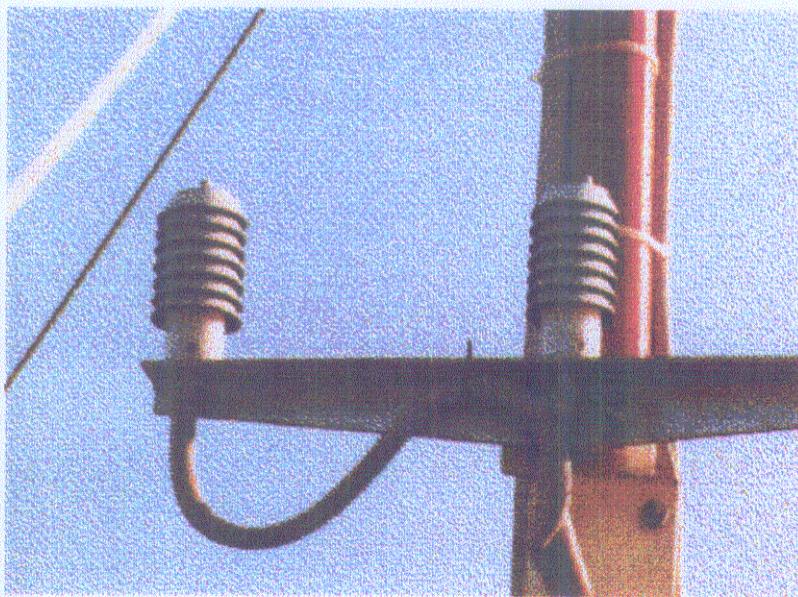
την αποφυγή κρυστάλλωσης της βροχής και επακόλουθης καταστροφής της μετρητικής συσκευής.

4.11.8 Εξατμισίμετρο Αναγνώστου

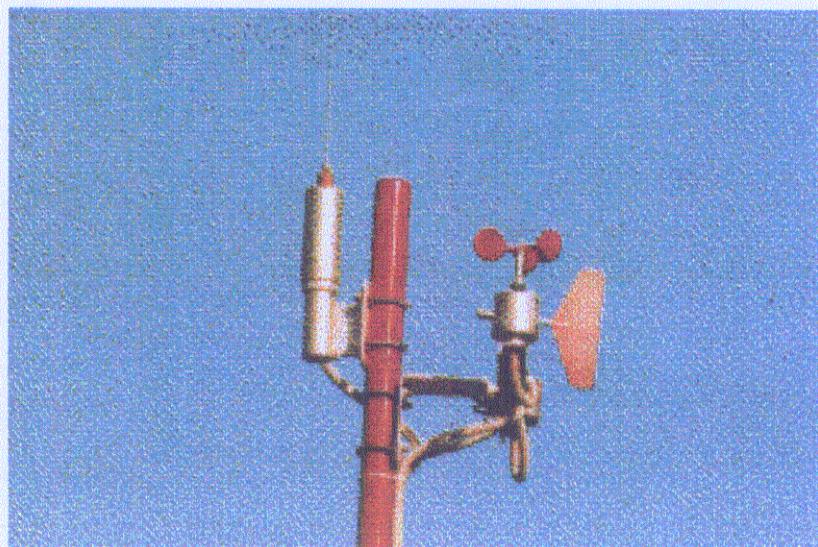
Το εξατμισίμετρο Αναγνώστου αποτελείται από ένα κυλινδρικό δοχείο κωνικού πυθμένα (μικρής κλίσης) και ένα περιμετρικά ανοιχτό κυλινδρικό δοχείο χωρίς πυθμένα. Το δεύτερο δοχείο εφαρμόζεται για την στήριξη (περίπου 5 cm από το έδαφος) και τον όσο το δυνατό καλύτερο εξαερισμό του εξατμισίμετρου. Το πρώτο δοχείο έχει διάμετρο 115 cm και βάθος 40 cm, ένω διαθέτει στο κέντρο του κωνικού του πυθμένα κατάλληλο σωλήνα για την εκκένωση του. Η στάθμη του νερού μετράται από βαθμονομημένο ογκομετρικό φρεάτιο, που βρίσκεται εγκαταστημένο σταθερά στο τοίχωμα του δοχείου.



Σχήμα 4.1 Θέση εγκατάστασης (Α) του Α.Μ.Σ./Ε.Μ.Π.



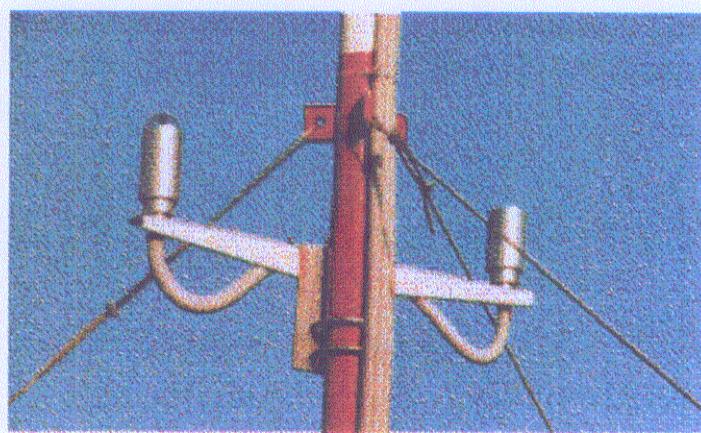
Σχήμα 4.2 Αισθητήρες μέτρησης σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας.



Σχήμα 4.3 Αισθητήρες μέτρησης διεύθυνσης, ταχύτητας και ριπών ανέμου (wind gust).



Σχήμα 4.6 Αισθητήρες μέτρησης ταχύτητας,
διεύθυνσης και ριπών ανέμου, και
ραδιομεταδότης του σταθμού.

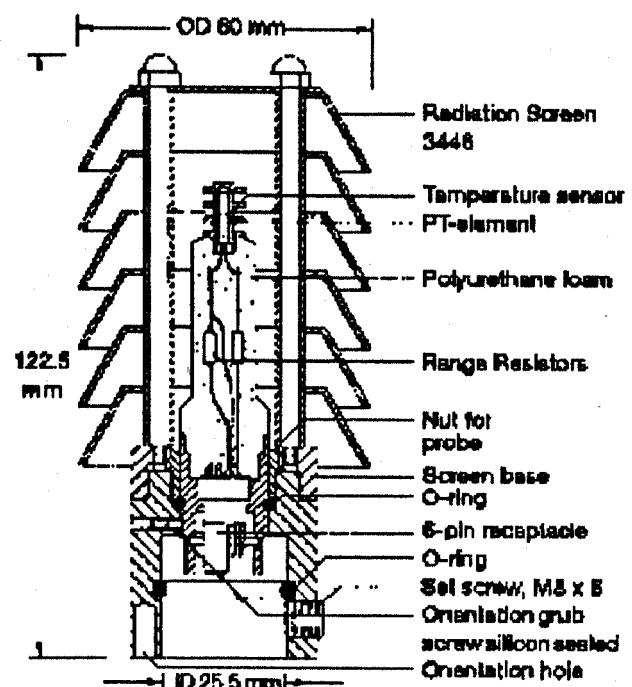
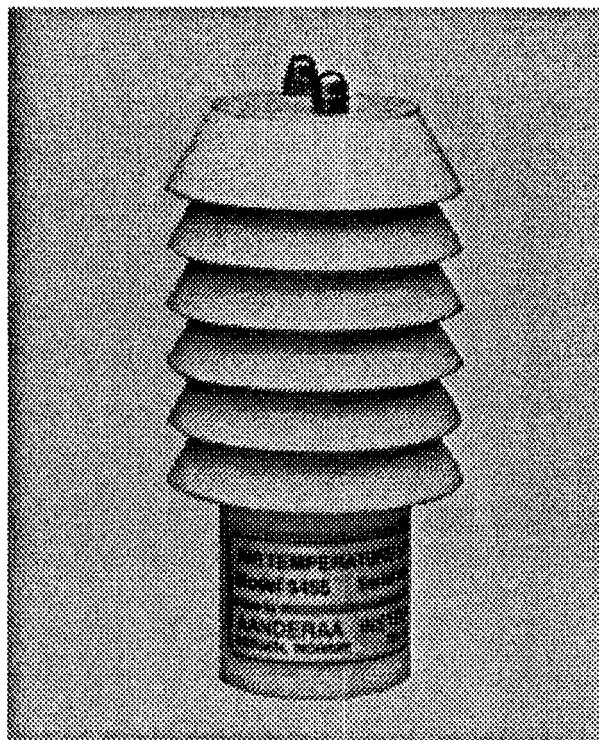


Σχήμα 4.7 Αισθητήρες μέτρησης ατμοσφαιρικής
πίεσης και διάρκειας ηλιοφάνειας.

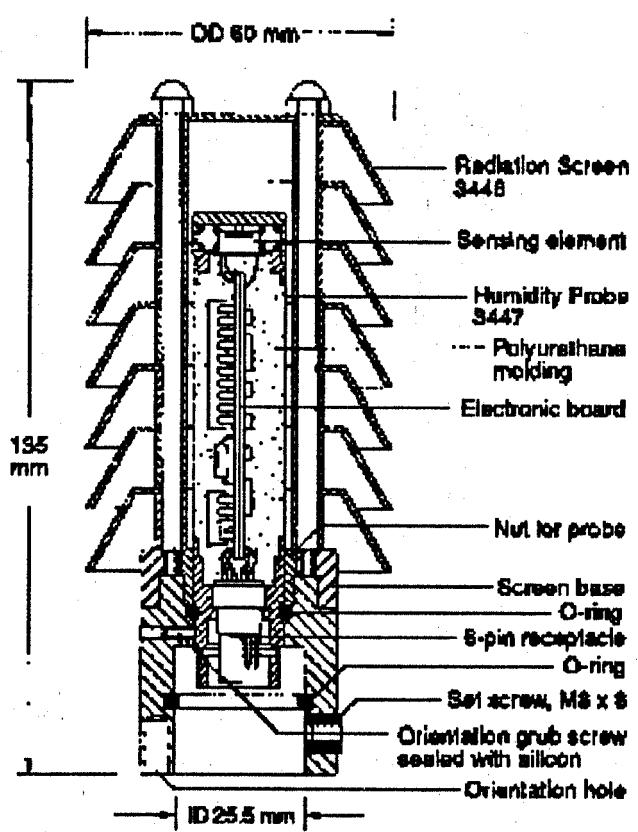
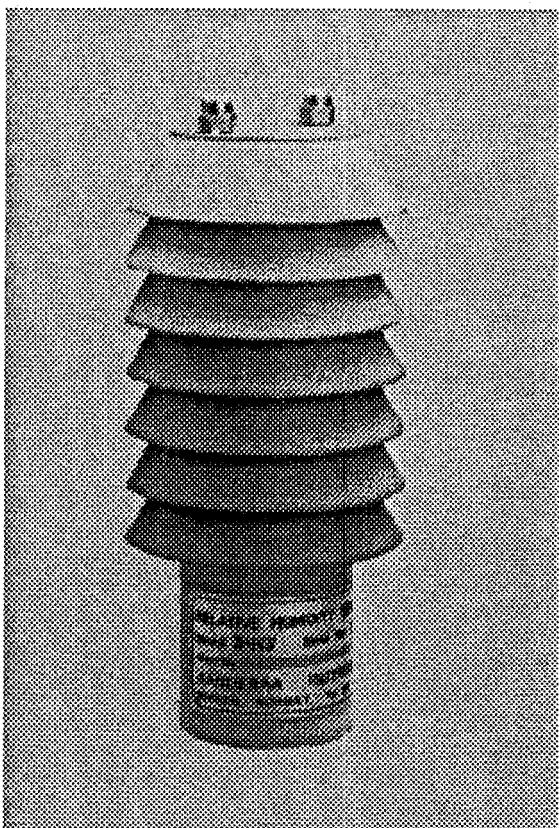


Σχήμα 4.8 Ο ηλιακός συλλέκτης του σταθμού.



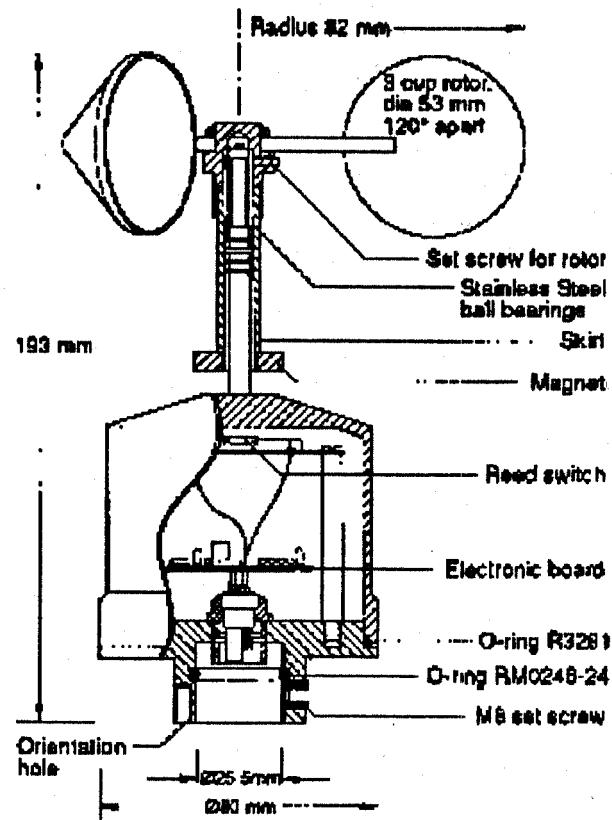


Σχήμα 4.4 Αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας.

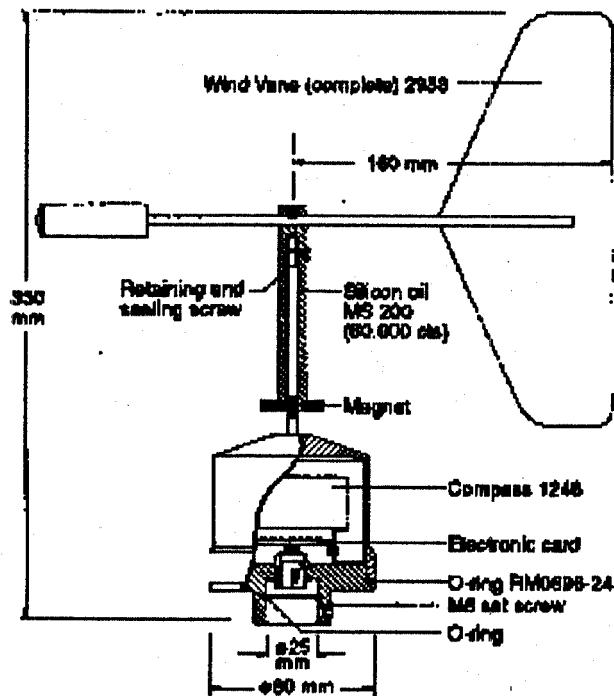


Σχήμα 4.5 Αισθητήρας μέτρησης σχετικής υγρασίας.



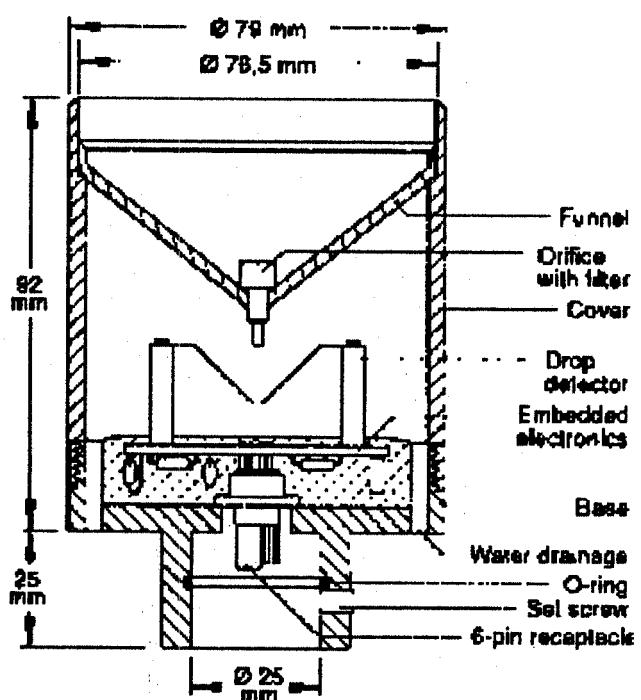
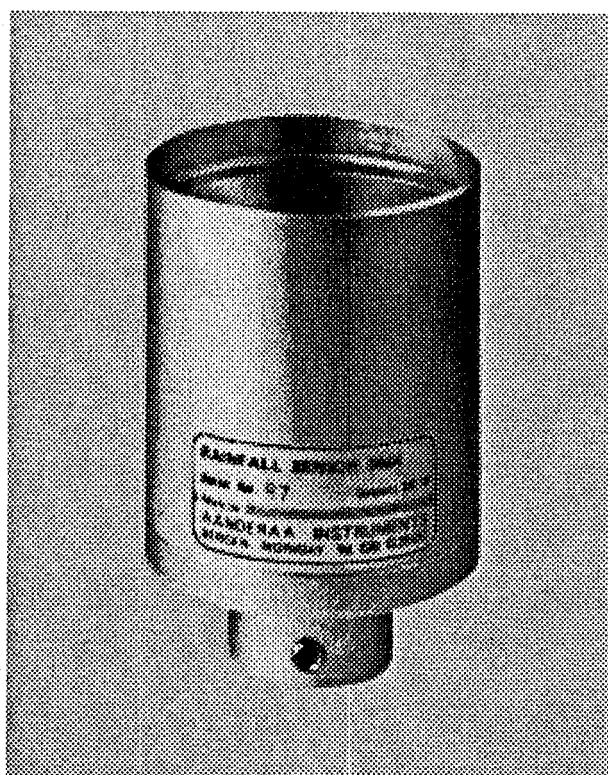


Σχήμα 4.9 Αισθητήρας μέτρησης ταχύτητας και ριπών ανέμου (wind gust).



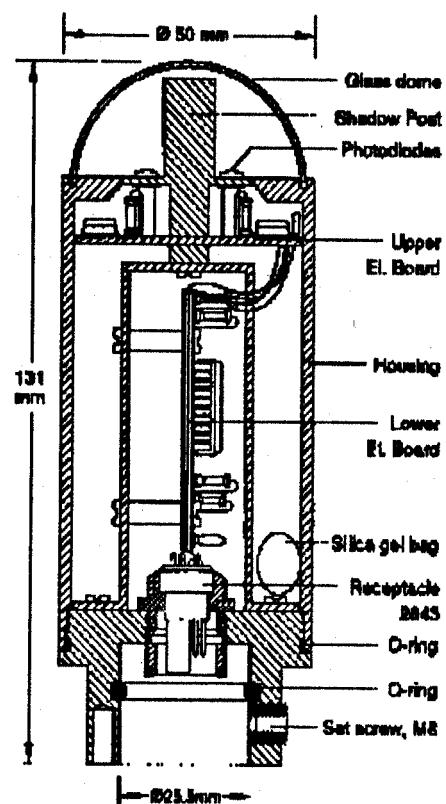
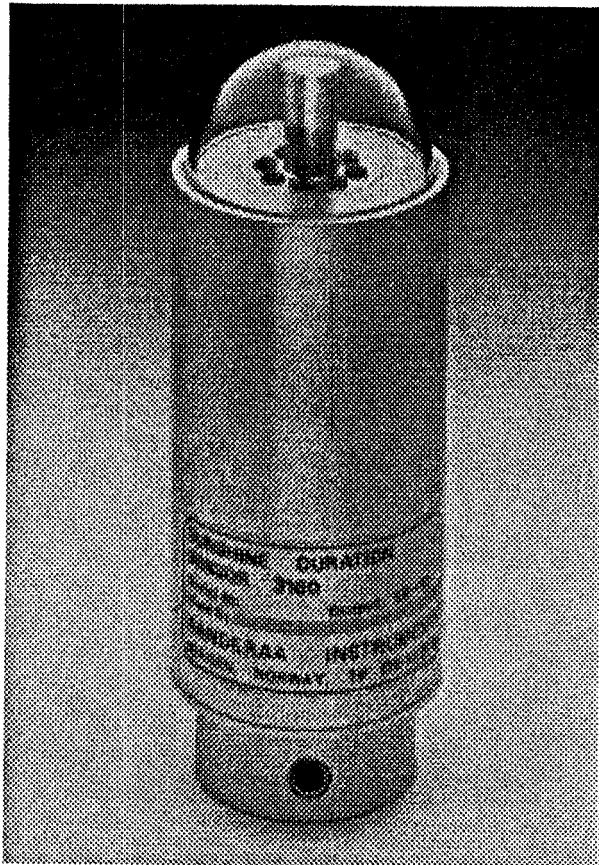
Σχήμα 4.10 Αισθητήρας μέτρησης διεύθυνσης ανέμου.



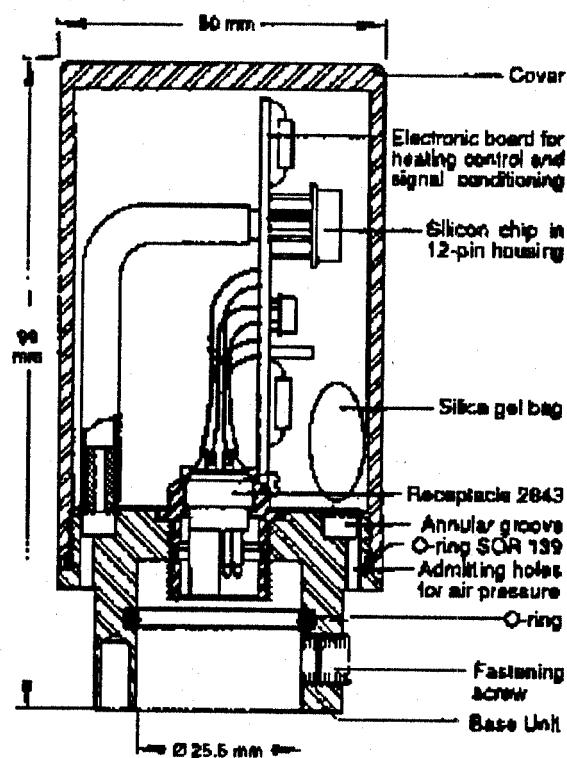


Σχήμα 4.11 Αισθητήρας μέτρησης ύψους βροχής.





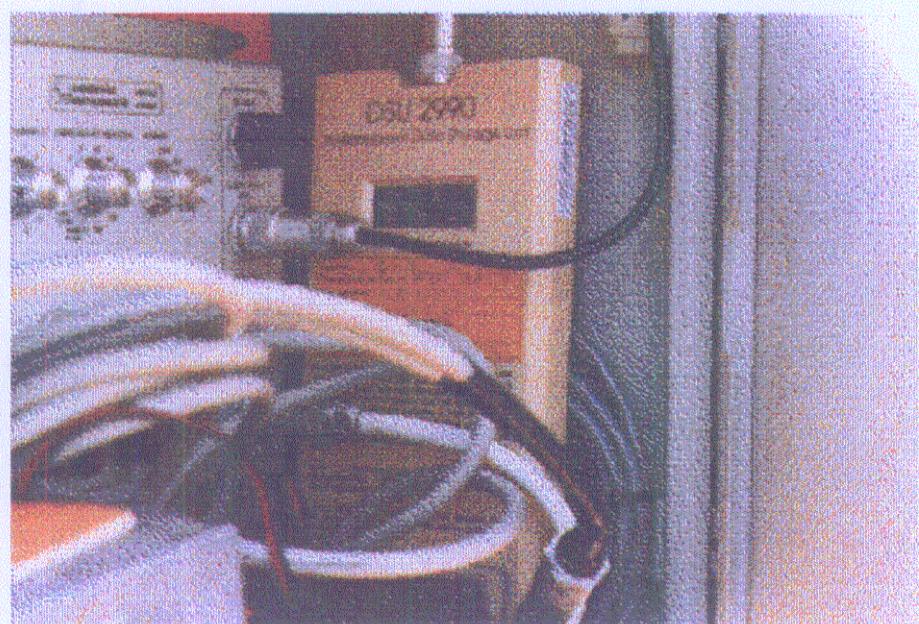
Σχήμα 4.12 Αισθητήρας μέτρησης διάρκειας ηλιοφάνειας.



Σχήμα 4.13 Αισθητήρας μέτρησης
ατμοσφαιρικής πίεσης.

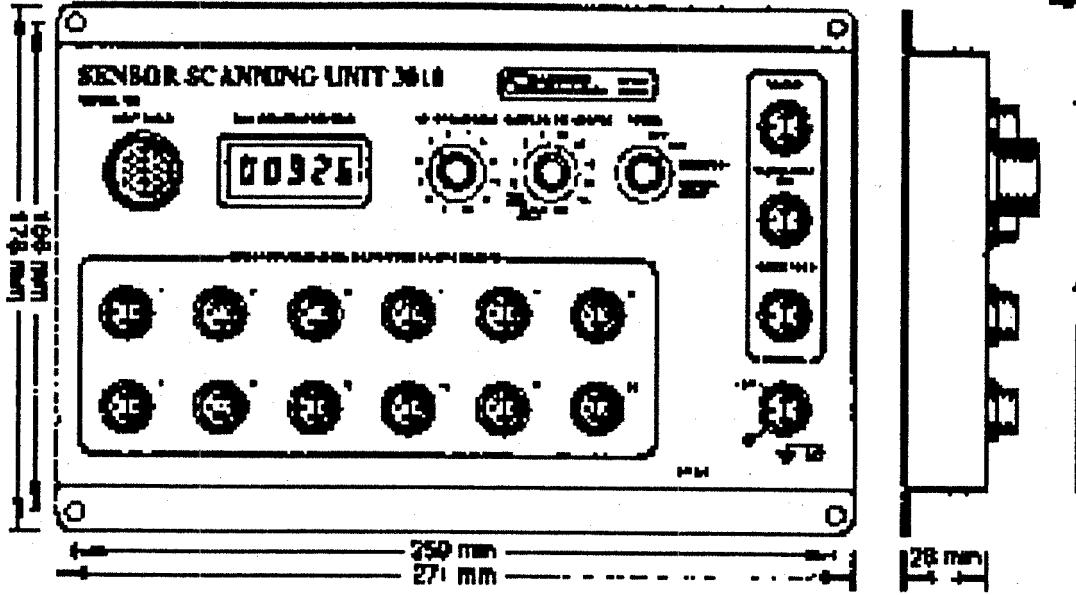


Σχήμα 4.14 Μονάδες συλλογής δεδομένων και μνήμης του Α.Μ.Σ./Ε.Μ.Π.

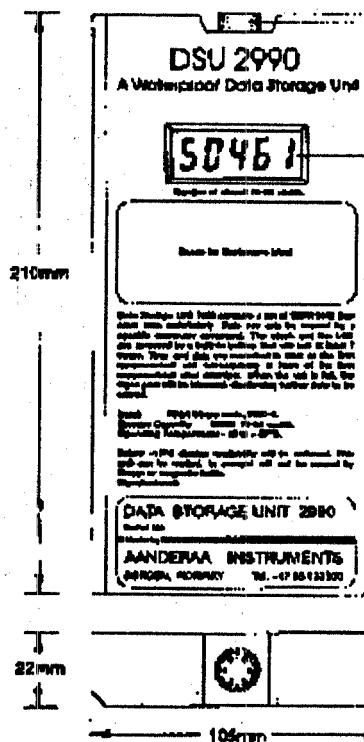


Σχήμα 4.15 Μονάδα μνήμης του Α.Μ.Σ./Ε.Μ.Π.

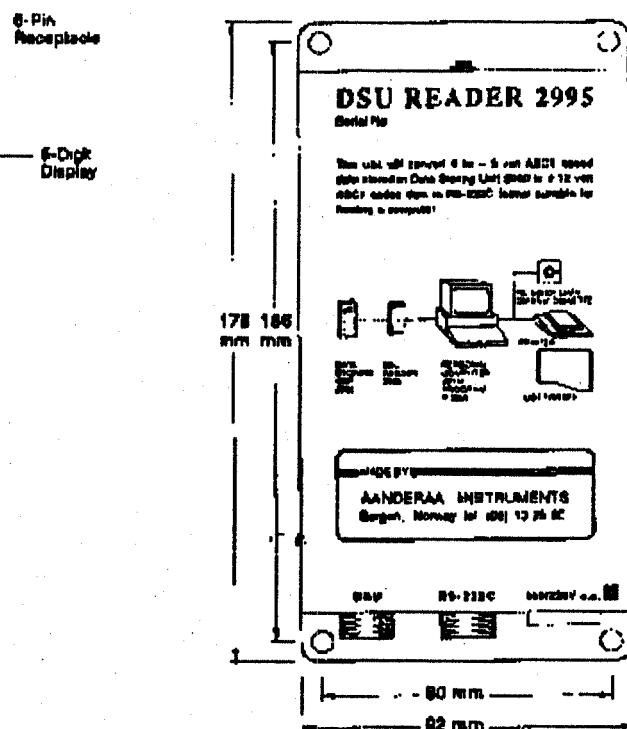




Σχήμα 4.16 Μονάδα συλλογής δεδομένων του σταθμού.



Σχήμα 4.17 Μονάδα μνήμης του σταθμού.



Σχήμα 4.18 Μονάδα ανάγνωσης του σταθμού.



AANDERAA AUTOMATIC WEATHER STATION

Name/Location: FANAVEIEN

Date: 10-Mar-1989

PARAMETER	UNIT	READING 11:20	3 hours AVR	24 hours.116 data-sets.		
				MAX	MIN	AVR
2. WIND SPEED	m/sec	0.7	2.0 M	6.7	0.7	3.9
3. WIND GUST	m/sec	2.7	5.5 M	14.6	2.7	9.0
4. WIND DIRECTION	Deg.M	273	290	173
5. AIR TEMPERATURE	Deg.C	5.6	6.0	8.7	5.2	7.3
6. RELATIVE HYMIDITY	%RH	100	100	100	71	97
7. AIR PRESSURE	mb	1007.9	1005.3	1007.9	998.6	1002.3
8. GAMA RAY	CPM	15	16	17
9. SYNSHINE DURATION	min	3	16 T	16 T
10 NET RADIATION	W/sqm	186	57	186	-20	0
11 RAINFALL	mm	0.0	0.7 T	1.1	0.0	38.3 T
12 CONDUCTIVITY	us	18	19	30	-28	-17

Ch5: MAX 16:31 MIN 11:00

M=max

T=total

C CONFIG

E EXIT

Σχήμα 4.19 Display mode: πρωτογενή και δευτερογενή μετεωρολογικά δεδομένα.





Σχήμα 4.20 Εργασίες κατά την Β' φάση εγκατάστασης του Α.Μ.Σ./Ε.Μ.Π. (εμπλούτισμός του σταθμού).



Σχήμα 4.21 Β'φάση εγκατάστασης του Α.Μ.Σ./Ε.Μ.Π.



Σχήμα 4.22 Τέλος εργασιών Β'φάσης.



Σχήμα 4.23 Γενική άποψη του Α.Μ.Σ./Ε.Μ.Π. και του συμβατικού μετεωρολογικού κλωβού.



Σχήμα 4.24 Γενική άποψη του Α.Μ.Σ.



Σχήμα 4.25 Γενική άποψη του Α.Μ.Σ.

ΚΕΦ.5 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

5.1 Γενικά

Τα συμβατικά όργανα μετρήσεων, που βρίσκονται εγκατεστημένα στον χώρο του αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού Ε.Μ.Π. Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, ετέθησαν σε λειτουργία τμηματικά. Ο ηλιογράφος το ψυχρόμετρο και ο βαρογράφος λειτούργησαν από τις 24 Μαΐου 1994 έως τις 2, 3 και 6 Ιουνίου 1994 αντίστοιχα, ο θερμούγρογράφος από τις 26 Μαΐου έως τις 6 Ιουνίου 1994 και ο βροχογράφος από την 1 έως τις 9 Ιουνίου 1994. Στόχος μας ήταν η λήψη δειγμάτων μετρήσεων διάρκειας τουλάχιστον δέκα ημερών, τα οποία στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για σύγκριση με τα αντίστοιχα δείγματα των συμβατικών οργάνων.

5.2 Μετρήσεις και αποτελέσματα

Στην παράγραφο αυτή περιγράφονται αναλυτικά οι μετρήσεις και γίνεται η αξιολόγηση των συγκρίσεων, μεταξύ των μετρήσεων των συμβατικών οργάνων και των αντίστοιχων αισθητήρων.

5.2.1 Βαρογράφος

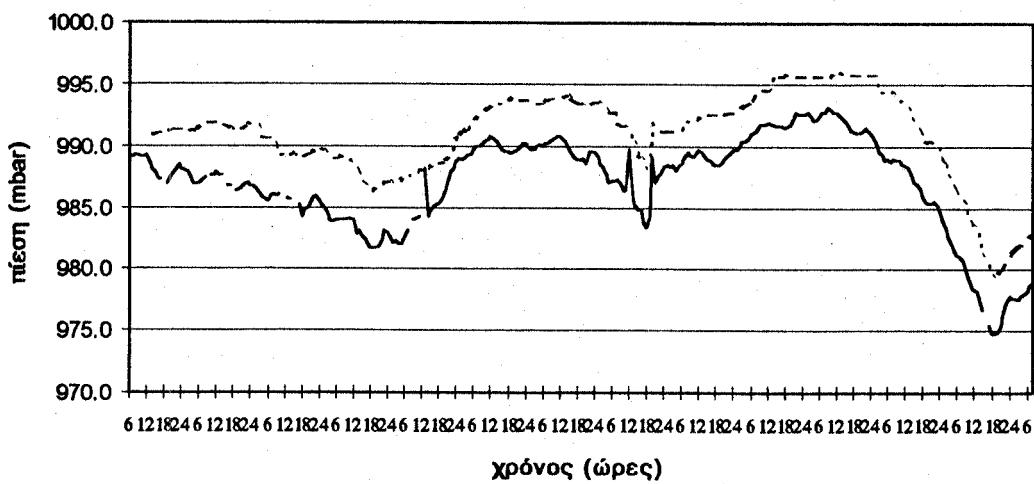
Τα δεδομένα πίεσης καταγράφονται σε εβδομαδιαία ταινία, γραμμογραφημένη ανά δύο ώρες, ενώ διαθέτει κλίμακα μέτρησης της πίεσης ανά 1 mm Hg. Τοιουτοτρόπως είναι εφικτή η ακριβής αποκωδικοποίηση της ανά μία ώρα, με προσέγγιση 0.1 mm Hg. Στην συνέχεια οι μετρήσεις αυτές μετατράπηκαν σε mbar (1 mm Hg = 1.333224 mbar), έτσι ώστε να είναι συμβατές με τα δεδομένα του αισθητήρα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης. Επίσης το όργανο ρυθμίστηκε με βαρόμετρο υδραργύρου, που μας παραχώρησε η Ε.Μ.Υ.

Για την σύγκριση των μετρήσεων του βαρογράφου με τις αντίστοιχες μετρήσεις του Α.Μ.Σ., πραγματοποιήθηκε μεταφορά των χρονοσειρών δεδομένων από τις 24/5/1994 έως τις 6/6/1994 από το λειτουργικό σύστημα UNIX στο λειτουργικό του DOS, ποιοτικός έλεγχος και παραγωγή χρονοσειρών ωριαίου βήματος με την βοήθεια φύλλου εργασίας EXCEL.

Από την διαφορά των συγκρίσιμων τιμών και τα στατιστικά χαρακτηριστικά του φύλλου εργασίας EXCEL, προκύπτει μέσο σφάλμα για συνολικό αριθμό 296 μετρήσεων -3.9812 mbar (το αρνητικό πρόσημο δηλώνει την καταγραφή υπερεκτιμημένων μετρήσεων του βαρογράφου, έναντι του αισθητήρα

πίεσης) και τυπική απόκλιση 0.96075 mbar, που δεν υπερβαίνει σημαντικά τις απαιτήσεις ακρίβειας ± 0.3 mbar του WMO για τους κλιματολογικούς σταθμούς. Η μικρή αυτή απόκλιση μπορεί να οφείλεται στην φθορά και απώλεια των ελαστικών ιδιοτήτων του ελατηρίου, ή στην ανάπτυξη υψηλής τριβής μεταξύ της ακίδας καταγραφής και της ταινίας (απαιτείται δε τακτική ρύθμιση του οργάνου με βαρόμετρο υδραργύρου).

Ο πίνακας των παραπάνω μετρήσεων παρατίθεται στο παράρτημα B (παράγραφος B.6).



Σχήμα 5.1 Διάγραμμα μετρήσεων ατμοσφαιρικής πίεσης με τον βαρογράφο (διακεκομένη γραμμή) και τον αισθητήρα μέτρησης πίεσης (συνεχής γραμμή).

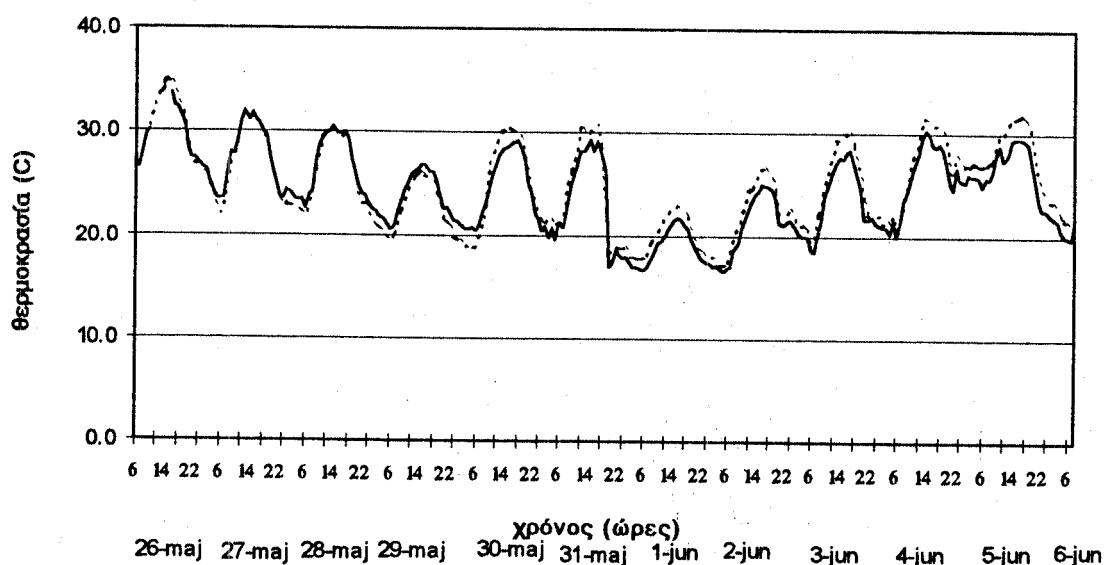
5.2.2 Θερμούγρογράφος

Οι μετρήσεις του θερμούγρογράφου καταγράφονται σε εβδομαδιαία ταινία, χρονικού βήματος δύο ωρών. Η ταινία καταγραφής της θερμοκρασίας διαθέτει κλίμακα 1°C και οι ωριαίες τιμές αποκωδικοποιήθηκαν με προσέγγιση 0.1°C . Η αντίστοιχη ταινία καταγραφής της σχετικής υγρασίας είναι λογαριθμική, διαθέτει κλίμακα μέτρησης 5% και τα ωριαία δεδομένα αποκωδικοποιήθηκαν με προσέγγιση 1%.

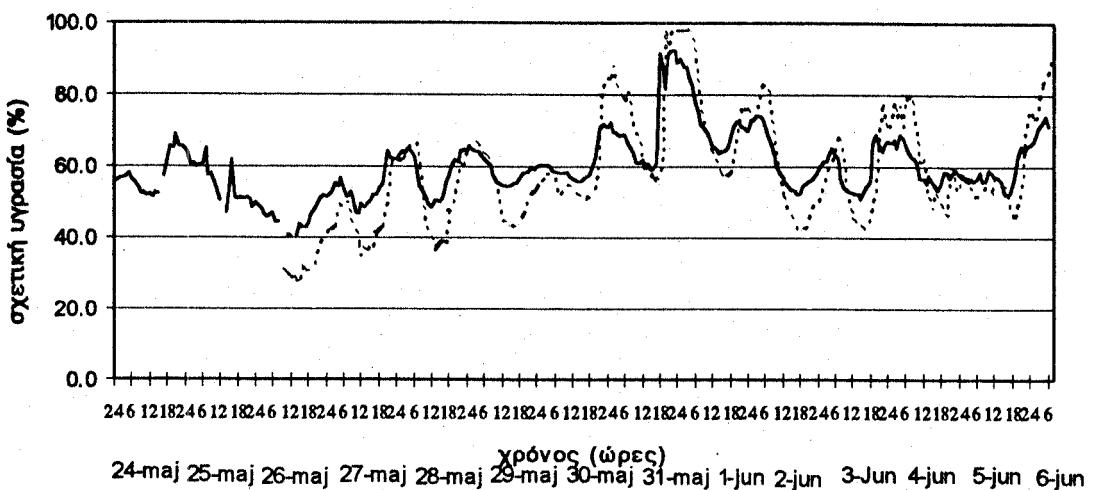
Ομοίως, για την σύγκριση των μετρήσεων του θερμούγρογράφου με τις αντίστοιχες μετρήσεις του Α.Μ.Σ., πραγματοποιήθηκε μεταφορά των χρονοσειρών δεδομένων από τις 26/5/1994 έως τις 6/6/1994 από το λειτουργικό σύστημα UNIX στο λειτουργικό του DOS, ποιοτικός έλεγχος και παραγωγή χρονοσειρών ωριαίου βήματος με την βοήθεια φύλλου εργασίας EXCEL. Επιπλέον το δργανό ρυθμίστηκε βάσει των ενδείξεων των θερμομέτρων υγρού και ξηρού.

Από τις διαφορές 260 συνολικά δεδομένων εξάγεται με την βοήθεια φύλλου εργασίας EXCEL μέσο σφάλμα -0.5618°C και 0.01948% , τυπική απόκλιση 1.15192°C και 7.2452% για την θερμοκρασία και την σχετική υγρασία αντίστοιχα. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις ακριβείας του WMO $\pm 1^{\circ}\text{C}$ και $\pm 3\%$ αντίστοιχα, οι μετρήσεις θερμοκρασίας κυμαίνονται σχεδόν στα επιτρεπτά δρια ακριβειας, ενώ οι μετρήσεις υγρασίας τα υπερβαίνουν σημαντικά. Τα λάθη αυτά του υγρογράφου πιθανόν να οφείλονται στην συσσώρευση σκόνης στον μηχανισμό των τριχών, δεδομένου την παλαιότητα του και την ανάγκη αντικατάστασης του, ή στην συστηματική διακύμανση του μηδενός.

Οι πίνακες των παραπάνω μετρήσεων παρουσιάζονται στο παράρτημα B (παράγραφοι B.1, B.2). Τα σχετικά διαγράμματα παρουσιάζονται στις σελ. 78,79.



Σχήμα 5.2 Διάγραμμα μετρήσεων θερμοκρασίας με τον θερμογράφο (διακεκομένη γραμμή) και τον αισθητήρα μέτρησης θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή).

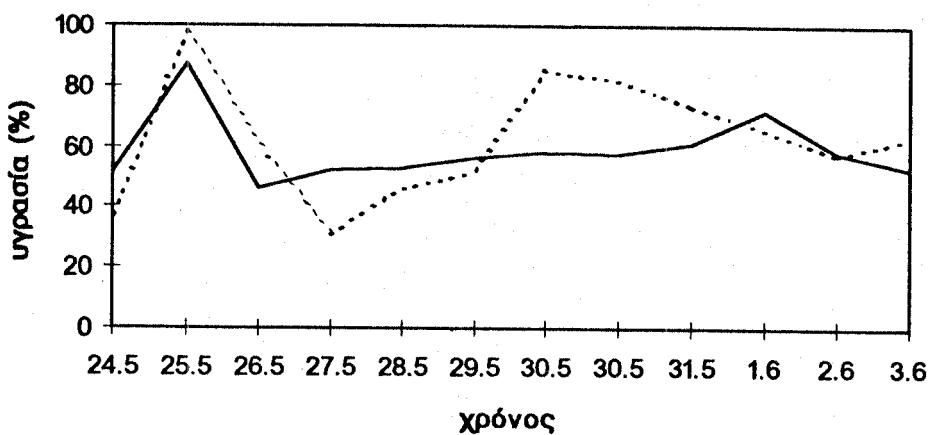


Σχήμα 5.3 Διάγραμμα μετρήσεων σχετικής υγρασίας με τον υγρογράφο (διακεκομένη γραμμή) και τον αισθητήρα μέτρησης σχετικής υγρασίας (συνεχής γραμμή).

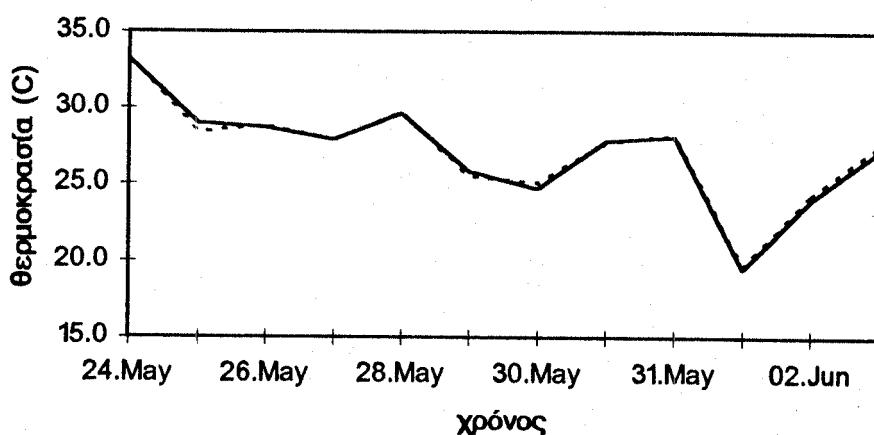
5.2.3 Ψυχρόμετρο

Οπως προαναφέρθηκε στην παράγραφο 4.11.5 το ψυχρόμετρο αποτελείται από τα θερμόμετρα υγρού και ξηρού. Από τις ενδείξεις του θερμομέτρου ξηρού εξάγονται δεδομένα θερμοκρασίας, στρογγυλοποιημένα σε 0.1°C , ενώ από την διαφορά των μετρήσεων των θερμομέτρων υγρού και ξηρού εξάγονται οι μετρήσεις της σχετικής υγρασίας με την βοήθεια κατάλληλων πινάκων και προσέγγιση 1%. Οι παραπάνω μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε τυχαίες χρονικές στιγμές κατά την διάρκεια της ημέρας και αντιπαρατέθηκαν με τις ανάλογες χρονικά τιμές των αισθητήρων θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, δύος αυτές φαίνονται στον πίνακα του παραρτήματος Β (παράγραφος Β.3). Τα σχετικά διαγράμματα παρατίθενται στην σελ. 80.

Από τις διαφορές των 12 συγκρίσιμων τιμών προκύπτουν για τις μετρήσεις θερμοκρασίας μέσο σφάλμα 0.05°C και τυπική απόκλιση 0.28762°C , που ικανοποιούν τις απαιτήσεις ακρίβειας $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ του WMO. Ενώ για τις μετρήσεις σχετικής υγρασίας εξάγεται 3.74167% (που σημαίνει συστηματική υποεκτίμηση του θερμομέτρου υγρού) και 15.282% αντίστοιχα, που υπερβαίνει σε μεγάλο βαθμό τα δρια ακρίβειας του WMO $\pm 5\%$ πάνω από 50% και $\pm 2\%$ κάτω από 50% σχετικής υγρασίας. Τα παραπάνω σφάλματα μπορεί να οφείλονται στον ανεπαρκή αερισμό του θερμομέτρου υγρού (απόκλιση έως 10%) και στην μόλυνση του φυτιλιού.



Σχήμα 5.4 Διάγραμμα μετρήσεων σχετικής υγρασίας του ψυχρομέτρου (διακεκομένη γραμμή) και του αισθητήρα μέτρησης σχετικής υγρασίας (συνεχής γραμμή).



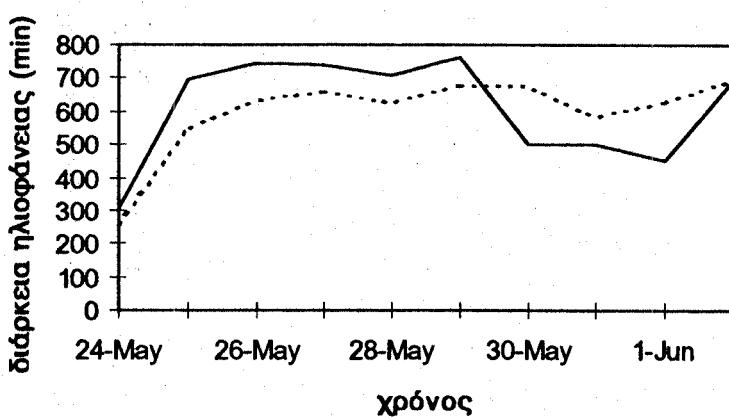
Σχήμα 5.5 Διάγραμμα μετρήσεων θερμοκρασίας του θερμομέτρου ξηρού (διακεκομένη γραμμή) και του αισθητήρα μέτρησης της θερμοκρασίας (συνεχής γραμμή).

5.2.4 Ηλιογράφος Campbell-Stokes

Οι κάρτες καταγραφής των μετρήσεων έντονης ηλιοφάνειας είναι γραμμογραφημένες με χρονικό βήμα 30 min, από τις 6.30' έως 20.30'. Η σύγκριση των μετρήσεων του ηλιογράφου και του αυτόματου αισθητήρα έγινε βάσει της συνολικής ημερήσιας διάρκειας της έντονης ηλιοφάνειας, έπειτα από άθροιση

των επιμέρους τιμών (αισθητήρα και ηλιογράφου) και εκτίμηση των ελλειπόντων. Τα δεδομένα αυτά παρατίθενται στον πίνακα του παραρτήματος Β (παράγραφος Β.4). Το σχετικό διάγραμμα φαίνεται στην σελ. 81.

Από την διαφορά των συγκρίσιμων τιμών υπολογίζεται μέσο σφάλμα -12.6 min και τυπική απόκλιση 117.753 min, που υπερβαίνει το όριο ακριβείας ± 0.1 hour, που προτείνει το WMO για κλιματολογικούς σταθμούς. Η τυπική απόκλιση του ηλιογράφου αναλογεί σε χρονικό διάστημα περίπου δύο ωρών, λόγω της αδυναμίας καταγραφής του μία ώρα μετά την ανατολή του ήλιου και μία ώρα πριν την δύση του, έπειτα από παρατηρήσεις. Αυτό οφείλεται στην κακή τοποθέτηση του οργάνου στο έδαφος του χώρου του σταθμού, με αποτέλεσμα την ύπαρξη εμποδίων κατά την θέαση του ήλιου. Γενικότερα δύμως παρουσιάζονται δυσκολίες κατά την σύγκριση του συμβατικού με το αυτόματο όργανο, λόγω του ανομοιογενούς τρόπου λειτουργίας, της μη ύπαρξης προκαθορισμένου κατωφλιού έναρξης και της ασυνέχειας των μετρήσεων (ιδιαίτερα του αισθητήρα ηλιοφάνειας), που καθιστούν περιορισμένης ακριβείας την σύγκριση τους. Επιπλέον ο ηλιογράφος Campbell-Stokes εμφανίζει το προαναφερθέν πρόβλημα μη ακριβούς προσδιορισμού της διάρκειας της ηλιοφάνειας σε νεφελώδεις συνθήκες (παράγραφος 4.11.2) και η αποκωδικοποίηση της κάρτας ηλιοφάνειας είναι ανάλογη του τρόπου καψίματος της (καμπυλότητα, πάχος, μήκος), οπότε παίζει μεγάλο ρόλο η αντικειμενικότητα και η εμπειρία του παρατηρητή.

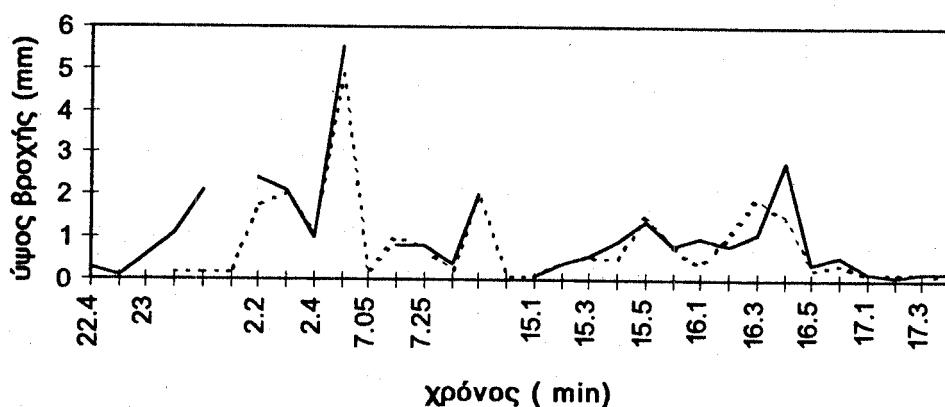


Σχήμα 5.6 Διάγραμμα μετρήσεων διάρκειας έντονης ηλιοφάνειας του ηλιογράφου (διακεκομμένη γραμμή) και του αισθητήρα μέτρησης ηλιοφάνειας (συνεχής γραμμή).

5.2.5 Βροχογράφος

Οι μετρήσεις του βροχογράφου καταγράφονται σε μηνιαία ταινία χρονικού βήματος 30 min, γραμμογραφημένη με κλίμακα μέτρησης του ύψους βροχής 0.1 mm. Ο βροχογράφος κατέγραψε τέσσερα επεισόδια βροχής στις 6 και 7 Ιουνίου 1994. Αυτά, καθώς και τα αντίστοιχα δεδομένα του αυτόματου αισθητήρα εμφανίζονται στον πίνακα του παραρτήματος B (παράγραφος B.5) και το διάγραμμα στην σελ. 82.

Από τις διαφορές των συγκρίσιμων τιμών προκύπτει μέσο σφάλμα 0.13043 mm και τυπική απόκλιση 0.41826 mm για 23 συνολικά μετρήσεις, που δεν υπερβαίνει σημαντικά τα όρια του WMO για το συνολικό ύψος βροχόπτωσης ± 0.2 mm έως 10 mm και $\pm 2\%$ πάνω από 10 mm. Η σχετικά μικρή απόκλιση οφείλεται κυρίως στο φαινόμενο του "πιτσιλίσματος" και κατά δεύτερον στα συστηματικά σφάλματα λόγω της παραμόρφωσης του πεδίου του ανέμου πάνω από το στόμιο του δοχείου και της απώλειας υγρασίας εσωτερικά από το δέδειο δοχείο.



Σχήμα 5.7 Διάγραμμα μετρήσεων ύψους βροχής του βροχογράφου (διακεκομμένη γραμμή) και του αισθητήρα μέτρησης του ύψους βροχής (συνεχής γραμμή).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΕΘ.Ι.Α.Γ.Ε., Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τ.Δ.Π., "Τεχνικές Προδιαγραφές αυτόματων δασικών μετεωρολογικών σταθμών", Τεχνική Εκθεση, 1993.
2. Ξανθόπουλος Θ.Σ., "Εισαγωγή στην Τεχνική Υδρολογία", Αθήνα, 1990.
3. Μιμίκου Μ.Α., "Τεχνολογία Υδατικών Πόρων", Αθήνα, 1990.
4. Hewson W.E., PhD and Longley R.W., MA, "Meteorology Theoretical and Applied", Chapman & Hall, LTD, London, 1951.
5. Υ.Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε., Διεύθυνση ΕΑΡΘ-ΠΕΡΠΑ, "Η Ατμοσφαιρική Ρύπανση στην περιοχή της Αθήνας", Τεχνική Εκθεση, Τόμος 1, Πληροφορίες Βάσης, 1989.
6. ΥΠ.Γ.Ε., Διεύθυνση Προστασίας Φυτικής Παραγωγής, "Τεχνικές Προδιαγραφές αυτόματων αγρομετεωρολογικών σταθμών", Τεχνική Εκθεση, 1993.
7. WMO-No.8, "Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation", Geneva, 1983.
8. WMO-No.168, "Guide to Hydrological Practices, Data Acquisition and Processing", Geneva, 1981.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

(*Αποσπάσματα του WMO-No. 8, 1983*)

A.1 Μετρητές ύψους νεφών (*ceilometers*)

Οι αισθητήρες μέτρησης του ύψους νεφών διαθέτουν πηγές οπτικές ή υπέρυθρες και βασίζονται σε τεχνικές γεωμετρικές ή ραντάρ.

Στην γεωμετρική τεχνική, ο ανιχνευτής και η πηγή εκπομπής της ακτίνας κρούσης των νεφών χωρίζονται από μια σχετικά μακριά καλωδιακή γραμμή σύνδεσης (περίπου 180 m). Η απαιτούμενη μέτρηση εξάγεται από την γωνία βολής της πηγής, όταν ο ανιχνευτής διακρίνει το ανακλώμενο -από τα σύννεφα ευρισκόμενα κατακόρυφα πρός αυτόν- φως.

Στην τεχνική ραντάρ, συμμετέχουν μεγάλης έντασης παλμικές πηγές, όπως lasers, που εγκαθίστανται δίπλα στον ανιχνευτή. Το ύψος του νέφους εξάγεται από την μέτρηση του χρονικού διαστήματος, που χρειάζεται η μετάδοση του παλμού και η λήψη ενέργειας, από τον παλμό που διασκορπίζεται πίσω από το νέφος και πάνω από τον ανιχνευτή.

Οι παραπάνω αισθητήρες παράγουν εύκολα παραπλανητικές ενδείξεις, εξαιτίας της αντίχησης της κατακρήμνισης ή των εδαφικών ασαφειών, όπως η ομίχλη. Προσπάθειες γίνονται για την εξέλιξη και την αυτόματη παραγωγή των σημάτων των συσκευών, ώστε να διασφαλίζονται ακριβείς μετρήσεις του ύψους της βάσης των νεφών στις απρόβλεπτες φυσικές συνθήκες, συναντώντας δύνας σημαντικά εμπόδια. Οι αισθητήρες, επίσης παρουσιάζουν την αδυναμία δειγματοληψίας σε περιορισμένη έκταση του ορίζοντα, ακριβώς πάνω από την πηγή ή τον ανιχνευτή, ανάλογα με την διαμόρφωση. Οταν παρέχεται η πληροφορία μέτρησης σε έναν απομακρυσμένο χρήστη, μπορεί να αντιπροσωπεύει μία επικυνδύνως λανθασμένη εικόνα της κατάστασης της ατμόσφαιρας, ιδιαίτερα για τους αεροπλοιοκούς σκοπούς. Ως συνέπεια αυτού, ο ρόλος του μετρητή ύψους νεφών (*ceilometer*) περιορίζεται στην βοήθεια του παρατηρητή των νεφών, για μία ολοκληρωμένη άποψη των συνθηκών. Εντούτοις, παρατηρείται ότι η χρήση των αλγορίθμων των νεφών με εικοσάλεπτο μέσο δρο, αποδίδει μετρήσεις ευνοϊκά συγκρίσιμες με τις αντίστοιχες συμβατικές, εκτός της περίπτωσης ύπαρξης ιδιόμορφου χώρου με άμεση νεφελώδη υποκειμενικότητα. Μια ενναλακτική λύση υπερπήδησης του προβλήματος, εφαρμόζει την κατανεμημένη παράταξη των μετρητών ύψους νεφών (Bradley and Lefkowitz, 1980).

Οι παραπάνω αισθητήρες απαιτούν υπέρογκα ποσά ενέργειας. Για αυτό τον λόγο δεν εφαρμόζονται ευρέως, εκτός εάν διατίθεται κεντρικός αγωγός ηλεκτρικού ρεύματος. Η απόδοση τους επηρεάζεται αρνητικά από την

συσσώρευση χιονιού, σκόνης και άλλων ρύπων, στα στόμια που απαρτίζουν την είσοδο και την έξοδο της οπτικής ή υπέρυθρης πηγής του οργάνου, αν και το πρόβλημα εμφανίζεται οξύτερο στους μετρητές ορατότητας.

A.2 Μετρητές ορατότητας

Οι αισθητήρες μέτρησης της ορατότητας κατατάσσονται σε δύο γενικές κατηγορίες:

- α. Τους μετρομεταδότες (transmissometers), που μετρούν τον συντελεστή έκλειψης της ατμοσφαιρικής τροχιάς, στην οποία βασίζονται.
- β. Τους νεφελομετρητές (nephelometers), που μετρούν το σύνολο του διαχέοντος φωτός από τα σωματίδια, τα οποία αποτελούν συνήθως έναν ελάχιστο δγκο της ατμόσφαιρας.

Τα τελευταία χρόνια, μελετήθηκαν οι αρχές λειτουργίας των παραπάνω συσκευών και η συχέτηση, μεταξύ των δεδομένων που λαμβάνονται από οπτικά όργανα και αυτών των μετρήσεων ορατότητας ή MOR (Sheppard, 1978 and 1980; Bond et al., 1981). Γενικά, οι μετρομεταδότες (transmissometers) αποδίδουν αντιπροσωπευτικές μετρήσεις ορατότητας με την κατάλληλη παροχή συστήματος διορθώσεων, αντισταθμίζοντας έτσι το μειονέκτημα της βαθμιαίας ρύπανσης των οπτικών τους. Ενώ οι νεφελομετρητές (nephelometers), παρουσιάζουν το πρόβλημα της δειγματοληψίας ανεπαρκούς τμήματος της ατμόσφαιρας. Η αποτελεσματικότητα τους δε αμφισβητείται, διότι διέπονται στην αρχή ανίχνευσης του διαχειμένου φωτός από τα ατμοσφαιρικά σωματίδια σκίανσης, που εξαρτάται από την φύση των σωματιδίων αυτών (ιδιαίτερα σε γωνίες διάχυσης μεγαλύτερες των 30°).

Στα παραπάνω είδη μετρητών είναι δυνατή η παροχή ενέργειας από μπαταρίες και επομένως εγκαθίστανται σε απομακρυσμένες περιοχές χωρίς δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος. Εντούτοις, συγκρινόμενοι αυτοί με άλλους αυτόματους μετρητές, καταναλώνουν μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας (δεν είναι εφικτή η λειτουργία τους πέρα από μερικές εβδομάδες, χωρίς την επαναφόρτιση των μπαταριών) και απαιτείται η υποστήριξη τους με βιοηθητικές ενεργειακές πηγές, όπως ανεμογεννήτριες.

Τα προβλήματα της συχνότητας της δειγματοληψίας της ορατότητας, της περιόδου εξαγωγής του μέσου όρου και του πόσο αντιπροσωπευτικού

μετεωρολογικά είναι το αποτέλεσμα μέτρησης, δεν είναι ασήμαντα και οι απόψεις διαφέρουν.

A.3 Διαχείριση δεδομένων

Ο ποιοτικός έλεγχος αποτελεί ζωτικής σημασίας λειτουργία στο στάδιο διαχείρισης δεδομένων των Α.Μ.Σ. Οι περισσότερες ηλεκτρονικές συσκευές, που εισάγουν ως δείγματα μια ροή δεδομένων, επηρεάζονται από παρεμβολές (noise). Στις περιπτώσεις των Α.Μ.Σ., συνιστάται προστασία των εισαγόμενων δεδομένων από τους αισθητήρες στον επεξεργαστή έναντι των ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών (EMI) και των κεραυνών, αφού τέτοια φαινόμενα δεν ανιχνεύονται ολοκληρωτικά από την συνήθη διαδικασία του ποιοτικού ελέγχου και επιφέρουν άκρως καταστροφικές συνέπειες. Οι λανθασμένες πληροφορίες που προκύπτουν από παρεμβολές (noise) δεν πρέπει να γίνονται αποδεκτές ως έγκυρες στους υπολογισμούς του αυτόματου συστήματος, συμπεριέχοντας τον ποιοτικό έλεγχο στις λειτουργικές διαδικασίες της επεξεργασίας δεδομένων είτε στο εσωτερικό των διασυνδεομένων μετρητών, είτε στην κεντρική υπολογιστική μονάδα.

Μέχρι τώρα, δεν έχει επέλθει συμφωνία για το είδος των συνήθη διαδικασιών ποιοτικού ελέγχου, που θα ακολουθούνται στις μετρήσεις των ποκίλων παραμέτρων. Εντούτοις, σε οποιαδήποτε εξειδίκευση ενός αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού απαιτείται κατηγορηματικά η εφαρμογή των διαδικασιών του ποιοτικού ελέγχου, διότι τότε μόνο οι αυτόματες τεχνικές μετεωρολογικών σταθμών είναι συγκρίσιμες με αυτές των συμβατικών συστημάτων.

A.4 Παροχή ηλεκτρικής ενέργειας

Σε πολύπλευρα και εκτεταμένα αυτόματα συστήματα, που η λειτουργία τους επιτελείται επαρκώς μόνο με την χρήση του κεντρικού δικτύου ενέργειας, απαιτείται η ύπαρξη βοηθητικής ενέργειας ως κινητήριας δύναμης του ρολογιού και της όποιας προσωρινής μνήμης, που περιέχει πιθανώς πρόσφατα δεδομένα χωρίς να έχουν εισαχθεί ή να έχουν υποστεί τις συνήθεις διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου. Σε περίπτωση ενδεχόμενης διακοπής της ηλεκτροδότησης, είναι βασική αναγκαιότητα του σχεδιασμού, η πρόβλεψη της εκ νέου διεξαγωγής της λειτουργίας του σταθμού ευχερώς, δίχως την επαναφόρτωση του προγράμματος, την οποιαδήποτε παρεμβολή και την απώλεια των καταχωρημένων δεδομένων.

Οι εγκαθισταμένοι Α.Μ.Σ. σε απομακρυσμένες περιοχές χωρίς την ύπαρξη δικτύου ηλεκτροδότησης, βασίζονται στην χρήση μπαταριών, που είτε φορτίζονται είτε όχι από βοηθητικές πηγές ενέργειας, όπως τις πετρελαιοκίνητες

γεννήτριες, τις ανεμογεννήτριες, τις υδατογεννήτριες και τα ηλιακά κύτταρα. Από αυτά τα συστήματα, μόνο οι μπαταρίες που αντικαθίστανται περιοδικά με νέες, αποδεικνύεται ως το πιο αξιόπιστο και το πιο παγκόσμια κατάλληλο. Για την διασφάλιση της καλής λειτουργίας του Α.Μ.Σ. στις ενδιάμεσες περιόδους αντικατάστασης των μπαταριών (περίπου χρονικό διάστημα 6 μηνών), απαιτείται η χρήση μίας χαμηλής ενέργειας ηλεκτρονικής τεχνολογίας, όπως το CMOS. Εχουν αναπτυχθεί πολύ αποδοτικά και αξιόπιστα συστήματα τέτοιου τύπου, για την υποστήριξη μετρήσεων θερμοκρασίας, ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου, ατμοσφαιρικής πίεσης και υγρασίας. Εντούτοις, αυτά γενικά δεν παρέχουν επαρκή ενέργεια για τις πολυπλοκότερες μετρήσεις ύψους των νεφών και ορατότητας, και για πιο σύνθετα συστήματα, προγραμμάτων ελέγχου και επεξεργασίας.

A.5 Συντήρηση

Η καθιερωμένη δομή πολλών σύγχρονων αυτόματων σταθμών επιτρέπει τον συντονισμό των συντηρήσεων, σύμφωνα με τις παρακάτω γενικές αρχές:

- α. Η επιτόπια συντήρηση διεξάγεται από ντόπιους ειδικά εκπαιδευμένους (ή καλύτερα από εξειδικευμένο μετεωρολογικό προσωπικό που απασχολείται μερικώς), που επιτελούν απλές αντικαταστάσεις αισθητήρων και μηχανισμών -όταν απαιτείται-, ώστε να αποκαθίσταται η λειτουργία του σταθμού.
- β. Σε περιφερειακά κέντρα, τεχνικό προσωπικό διατίθεται για την αντικατάσταση ή την επιδιόρθωση των αισθητήρων και μηχανισμών (που απαιτούν ανίχνευση και εξάλειψη των ποικίλων ατελειών), τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας των συσκευών και την ρύθμιση των. Τέτοια κέντρα επιβάλλεται να είναι εξοπλισμένα με επαρκή ανταλλακτικά μηχανισμών και οργάνων και να παρέχουν μέσα μεταφοράς για την επιτόπια διόρθωση των σταθμών της περιοχής τους.
- γ. Σε εθνικά κέντρα, παρίσταται ανάγκη για υψηλά ειδικευμένο τεχνικό προσωπικό, που να κατορθώνει την εξάλειψη πολύπλοκων ατελειών στους μηχανισμούς ή στους αισθητήρες. Σε αυτά, είναι απαραίτητα τα κατάλληλα εργαλεία για την ρύθμιση των αισθητήρων, για τον έλεγχο και την επισκευή οποιουδήποτε τμήματος του συστήματος. Οποιεσδήποτε επαναλαμβανόμενες ατέλειεις πρέπει να παραπέμπονται στους κατασκευαστές ή τους προμηθευτές, για την διόρθωση του σχεδιαστικού σφάλματος.

Το σχήμα που αναπτύχθηκε παραπάνω, ταιριάζει ικανοποιητικά σε μετεωρολογικά δίκτυα αναπτυγμένων κρατών. Σε μικρότερες χώρες, απαιτείται η προσεκτική εξέταση σύναψης συνεργασίας για την κοινή συντήρηση των Α.Μ.Σ., είτε με γειτονικά κράτη, είτε με κράτη που έχουν ιδιαίτερες σχέσεις. Ενα κοινό διεθνές κέντρο (που αντικαθιστά το παραπάνω εθνικό κέντρο) μπορεί να ιδρυθεί, ώστε να παραμείνει σε λογικά επίπεδα το κόστος συντήρησης. Ωστόσο, μία τέτοιου είδους συνεργασία καθιστά αναγκαία την χρήση όμοιου μηχανολογικού εξοπλισμού.

Γενικά, δεν συνιστάται η επισκευή των αισθητήρων ή άλλων μηχανισμών υπαίθρια, διότι οι περιβάλλοντες συνθήκες δεν ευνοούν την αποταλεσματική εργασία. Επίσης, εξαιτίας των υψηλών μισθών των εργαζομένων και του σχετικά χαμηλού κόστους των μηχανημάτων, μερικές φορές προτιμάται η αχρήστευση των εσφαλμένων συσκευών, παρά η διόρθωση των. Επομένως, το ζήτημα των αναγκαίων επιδιορθώσεων απαιτεί προσεκτική εξέταση.

Για την διευκόλυνση της αποτελεσματικής και οικονομικά προσιτής συντήρησης, οι αυτόματοι σταθμοί χρειάζεται να εξοπλίζονται με συσκευές γρήγορου και εύκολου ελέγχου των μηχανισμών, ή με μέσα αυτοελέγχου, ή ακόμα και με ευκολίες για την μετάδοση πληροφοριών διάγνωσης ελέγχου (παράλληλα με την μετάδοση των δεδομένων), ειδικότερα σε Α.Μ.Σ. τοποθετημένους σε απομακρυσμένες περιοχές.

Σημειώνεται ότι τα προγράμματα συντήρησης πρέπει να αποσκοπούν στην μέγιστη δυνατή αξιοπιστία, μέσα στα πλαίσια ενός λογικού κόστους. Αυτή υπολογίζεται συνήθως μικρότερη από εκατό τοις εκατό (100 %), περίπου ογδόντα τοις εκατό (80 %) ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Μετρήσεις δεδομένων

B.1 Μετρήσεις θερμοκρασίας (θερμογράφος-αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας)

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	θερμοκρασία (°C)	συμβατική θερμοκρασί ^a (°C)	διαφορά τιμών
26.Μαΐου	10	30.2	30.3	-0.1
	11		31.8	
	12		32.9	
	13	33.6	33.9	-0.3
	14	34.0	34.5	-0.5
	15		34.9	
	16	33.6	34.8	-1.2
	17	32.4	33.8	-1.4
	18	32.3	32.8	-0.5
	19	31.4	32.3	-0.9
	20	30.6	31.1	-0.5
	21	28.3	28.1	0.2
	22	27.6	27.2	0.4
	23	27.4	27.0	0.4
	24	27.0	26.8	0.2
27.Μαΐου	1	26.4	26.2	0.2
	2	26.3	25.9	0.4
	3	25.1	25.0	0.1
	4	24.1	23.8	0.3
	5	23.6	22.5	1.1
	6	23.6	21.9	1.7
	7	23.6	22.7	0.9
	8	26.2	24.6	1.6
	9	27.9	27.1	0.8
	10	27.8	27.6	0.2
	11	29.0	28.9	0.1
	12	31.0	31.0	0.0
	13	31.9	32.0	-0.1
	14	31.1	31.3	-0.2
	15	31.8	31.3	0.5
	16	31.1	31.1	0.0
	17	30.8	30.7	0.1
	18	30.0	29.9	0.1
	19	29.6	29.0	0.6
	20	27.9	27.7	0.2
	21	26.4	26.1	0.3
	22	25.0	24.2	0.8
	23	23.7	23.3	0.4
	24	23.6	22.6	1.0
28.Μαΐου	1	24.3	23.1	1.2
	2	24.1	22.9	1.2
	3	23.6	22.8	0.8
	4	23.4	22.5	0.9

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	θερμοκρασία (°C)	συμβατική θερμοκρασία (°C)	διαφορά τιμών
28.Μαΐου	5	23.6	22.2	1.4
	6	23.5	22.5	1.0
	7	23.8	22.9	0.9
	8	24.1	24.0	0.1
	9	27.0	26.3	0.7
	10	28.6	27.9	0.7
	11	29.4	29.3	0.1
	12	29.9	29.6	0.3
	13	30.0	29.9	0.1
	14	30.4	30.2	0.2
	15	29.8	29.6	0.2
	16	29.7	29.3	0.4
	17	30.0	29.8	0.2
	18	29.3	28.9	0.4
	19	27.6	27.0	0.6
	20	26.2	25.8	0.4
	21	24.7	23.4	1.3
	22	24.0	23.0	1.0
	23	23.9	23.0	0.9
	24	23.0	22.0	1.0
29.Μαΐου	1	22.5	21.5	1.0
	2	22.3	21.0	1.3
	3	21.8	20.8	1.0
	4	21.6	20.3	1.3
	5	21.1	19.8	1.3
	6	20.6	19.3	1.3
	7	21.0	19.9	1.1
	8	22.1	21.0	1.1
	9	23.2	22.2	1.0
	10	24.2	23.0	1.2
	11	24.9	24.1	0.8
	12	25.8	25.0	0.8
	13	26.2	25.5	0.7
	14	26.3	25.9	0.4
	15	26.8	26.2	0.6
	16	26.9	25.8	1.1
	17	26.3	25.7	0.6
	18	26.2	25.4	0.8
	19	25.3	23.9	1.4
	20	23.7	22.8	0.9
	21	22.6	21.5	1.1
	22	22.6	21.2	1.4
	23	22.3	20.9	1.4
	24	21.3	19.9	1.4
30.Μαΐου	1	21.4	19.8	1.6
	2	21.1	19.6	1.5
	3	20.7	18.8	1.9
	4	20.5	18.9	1.6
	5	20.7	18.4	2.3
	6	20.5	18.8	1.7

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	θερμοκρασία (°C)	συμβατική θερμοκρασία (°C)	διαφορά ά τιμών
30.Μαΐου	7	21.0	20.1	0.9
	8	22.2	21.0	1.2
	9	23.1	22.8	0.3
	10	24.7	27.0	-2.3
	11	25.9	27.8	-1.9
	12	26.8	28.8	-2.0
	13	27.9	29.5	-1.6
	14	28.3	30.0	-1.7
	15	28.5	30.5	-2.0
	16	28.6	30.5	-1.9
	17	29.0	30.3	-1.3
	18	29.2	30.2	-1.0
	19	28.3	29.1	-0.8
	20	27.4	28.0	-0.6
	21	25.1	25.8	-0.7
	22	24.2	24.2	0.0
	23	22.2	23.1	-0.9
	24	21.6	22.1	-0.5
31.Μαΐου	1	20.5	21.4	-0.9
	2	20.9	21.0	-0.1
	3	19.7	21.8	-2.1
	4	20.8	21.5	-0.7
	5	19.6	20.7	-1.1
	6	21.3	21.0	0.3
	7	20.7	21.9	-1.2
	8	22.7	24.7	-2.1
	9	24.6	26.2	-1.6
	10	25.9	27.2	-1.4
	11	26.9	28.3	-1.4
	12	28.1	30.8	-2.7
	13	28.2	30.0	-1.8
	14	28.6	29.8	-1.2
	15	29.2	30.0	-0.8
	16	28.2	30.1	-1.9
	17	29.2	30.7	-1.5
	18	28.1	28.7	-0.6
	19	26.3	22.4	3.9
	20	17.0	18.3	-1.3
	21	17.3	18.5	-1.2
	22	18.6	19.0	-0.4
	23	18.1	18.9	-0.8
	24	17.7	18.7	-1.0
01.Ιουνίου	1	17.9	18.9	-1.0
	2	17.5	18.0	-0.5
	3	17.0	17.9	-0.9
	4	17.0	17.9	-0.9
	5	16.7	17.7	-1.0
	6	16.7	17.8	-1.1
	7	16.9	18.0	-1.1
	8	17.7	19.2	-1.5

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	θερμοκρασία (°C)	συμβατική θερμοκρασί ^a (°C)	διαφορά ά τιμών
01.Ιουνίου	9	18.4	19.9	-1.5
	10	19.2	20.3	-1.1
	11	19.5	20.8	-1.3
	12	19.9	21.9	-2.0
	13	20.5	22.0	-1.5
	14	21.0	22.5	-1.5
	15	21.5	22.7	-1.2
	16	21.7	22.8	-1.1
	17	21.5	22.7	-1.2
	18	21.1	22.4	-1.3
	19	20.7	21.9	-1.2
	20	19.6	20.4	-0.8
	21	18.7	19.0	-0.3
	22	17.9	18.7	-0.8
	23	17.6	18.4	-0.8
	24	17.4	18.0	-0.6
02.Ιουνίου	1	17.3	18.0	-0.7
	2	17.0	17.9	-0.9
	3	17.2	17.7	-0.5
	4	16.8	17.3	-0.5
	5	16.4	17.1	-0.7
	6	16.7	17.3	-0.6
	7	16.9	18.5	-1.6
	8	18.7	19.9	-1.2
	9	19.3	20.8	-1.5
	10	20.8	22.0	-1.2
	11	21.7	23.0	-1.3
	12	22.5	24.2	-1.7
	13	23.4	24.5	-1.1
	14	24.0	25.0	-1.0
	15	24.4	26.1	-1.8
	16	25.0	26.5	-1.5
	17	24.8	26.6	-1.8
	18	24.8	26.2	-1.4
	19	24.4	25.8	-1.4
	20	23.7	24.4	-0.7
	21	21.3	22.3	-1.0
	22	21.1	22.1	-1.0
	23	21.4	22.0	-0.6
	24	21.5	22.8	-1.3
03.Ιουνίου	1	21.0	22.1	-1.1
	2	20.4	21.0	-0.6
	3	20.2	21.0	-0.8
	4	20.0	21.0	-1.0
	5	20.0	20.8	-0.8
	6	18.8	19.3	-0.5
	7	18.5	19.8	-1.3
	8	20.1	22.1	-2.0
	9	21.6	22.7	-1.1
	10	23.9	25.0	-1.1

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	θερμοκρασία (°C)	συμβατική θερμοκρασία (°C)	διαφορά ά τιμών
03.Iουνίου	11	25.3	27.0	-1.7
	12	26.3	28.0	-1.7
	13	27.2	29.1	-1.9
	14	27.6	29.4	-1.8
	15	27.5	29.5	-2.0
	16	28.1	30.0	-1.9
	17	28.3	30.1	-1.8
	18	26.9	28.8	-1.9
	19	25.9	27.2	-1.4
	20	24.7	26.2	-1.5
	21	21.8	23.5	-1.7
	22	21.5	22.3	-0.8
	23	22.0	22.1	-0.1
	24	21.2	22.0	-0.8
04.Iουνίου	1	21.1	22.0	-0.9
	2	20.9	21.0	-0.1
	3	20.8	21.8	-1.0
	4	20.2	21.0	-0.8
	5	21.6	22.0	-0.4
	6	19.9	20.6	-0.7
	7	21.1	21.5	-0.4
	8	23.6	22.3	1.3
	9	24.3	25.0	-0.7
	10	25.4	26.5	-1.1
	11	26.4	28.0	-1.6
	12	28.0	28.9	-0.9
	13	29.7	31.3	-1.6
	14	30.3	31.5	-1.3
	15	30.0	31.3	-1.3
	16	29.0	31.0	-2.0
	17	28.7	30.7	-2.1
	18	29.0	30.7	-1.7
	19	28.5	30.4	-1.9
	20	27.1	29.4	-2.3
	21	25.2	26.5	-1.3
	22	24.5	25.6	-1.1
	23	26.7	28.0	-1.3
	24	25.5	27.3	-1.8
05.Iουνίου	1	25.3	26.9	-1.6
	2	26.0	27.0	-1.0
	3	25.8	26.9	-1.1
	4	25.9	27.2	-1.3
	5	25.6	27.0	-1.4
	6	24.9	26.9	-2.0
	7	25.7	27.0	-1.3
	8	25.5	27.0	-1.5
	9	26.3	27.3	-1.0
	10	28.0	29.0	-1.0
	11	28.8	30.0	-1.2
	12	27.4	29.8	-2.4

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	θερμοκρασία (°C)	συμβατική θερμοκρασί ^α (°C)	διαφορά τιμών
05.Ιουνίου	13	28.0	30.7	-2.7
	14	29.2	31.4	-2.2
	15	29.4	31.5	-2.1
	16	29.4	31.6	-2.2
	17	29.5	31.7	-2.2
	18	29.3	31.5	-2.2
	19	28.9	31.0	-2.1
	20	26.8	29.8	-3.0
	21	25.2	27.0	-1.8
	22	23.4	25.5	-2.1
	23	22.6	24.6	-2.0
	24	22.5	24.0	-1.5
06.Ιουνίου	1	22.3	23.7	-1.4
	2	21.7	23.3	-1.6
	3	21.5	22.8	-1.3
	4	20.6	22.0	-1.4
	5	20.1	21.7	-1.6
	6	19.9	21.5	-1.4
	7	19.7	21.0	-1.3
	8	21.4	21.8	-0.4

B.2 Μετρήσεις σχετικής υγρασίας (υγρογράφος-αισθητήρας μέτρησης σχετικής υγρασίας)

ημερα/μήνας	χρόνος (ώρες)	σχετική υγρασία (%)	συμβατική ή σχετική υγρασία (%)	διαφορές τιμών
26.Μαΐου	10	44.9	31.0	
	11		30.0	
	12		29.0	
	13	40.9	29.0	11.9
	14	40.5	28.0	11.9
	15		28.0	12.5
	16	40.5	32.0	8.5
	17	43.6	31.0	12.6
	18	42.7	31.0	11.7
	19	42.6	31.0	11.6
	20	43.8	33.0	10.8
	21	46.6	35.0	11.6
	22	48.1	38.0	10.1
	23	49.2	40.0	9.2
	24	50.9	41.0	9.9
27.Μαΐου	1	51.9	43.0	8.9
	2	51.4	42.0	9.4
	3	52.1	43.0	9.1
	4	52.9	48.0	4.9
	5	55.1	49.0	6.1
	6	54.3	48.0	6.3
	7	56.5	50.0	6.5
	8	53.8	46.0	7.8
	9	51.3	43.0	8.3
	10	52.7	42.0	10.7
	11	51.9	38.0	13.9
	12	47.1	35.0	12.1
	13	46.9	37.0	9.9
	14	49.5	36.0	13.5
	15	48.7	38.0	10.7
	16	49.7	37.0	12.7
	17	50.5	41.0	9.5
	18	51.9	42.0	9.9
	19	52.0	43.0	9.0
	20	53.9	46.0	7.9
	21	55.1	50.0	5.1
	22	58.2	61.0	-2.8
	23	64.2	63.0	1.2
	24	62.2	62.0	0.2
28.Μαΐου	1	62.3	61.0	1.3
	2	61.7	62.0	-0.3
	3	63.5	64.0	-0.5
	4	64.1	65.0	-0.9
	5	64.0	66.0	-2.0
	6	65.2	67.0	-1.8
	7	64.4	66.0	-1.6

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	σχετική υγρασία (%)	συμβατική σχετική υγρασία (%)	διαφορές τιμών
28.Μαΐου	8	62.6	60.0	2.6
	9	59.4	50.0	9.4
	10	54.5	43.0	11.5
	11	52.8	41.0	11.8
	12	50.8	40.0	10.8
	13	49.4	36.0	13.4
	14	48.7	37.0	11.7
	15	50.5	38.0	12.5
	16	50.7	39.0	11.7
	17	49.9	38.0	11.9
	18	51.8	47.0	4.8
	19	56.4	48.0	8.4
	20	57.2	52.0	5.2
	21	60.3	58.0	2.3
	22	61.8	61.0	0.8
	23	61.4	60.0	1.4
	24	64.4	65.0	-0.6
29.Μαΐου	1	64.7	66.0	-1.3
	2	64.5	66.0	-1.5
	3	65.5	67.0	-1.5
	4	64.8	66.0	-1.2
	5	64.1	65.0	-0.9
	6	64.1	64.0	0.1
	7	63.5	63.0	0.5
	8	62.4	61.0	1.4
	9	61.4	58.0	3.4
	10	60.7	56.0	4.7
	11	57.9	50.0	7.9
	12	56.2	45.0	11.2
	13	55.1	45.0	10.1
	14	55.0	44.0	11.0
	15	55.0	44.0	11.0
	16	54.3	43.0	11.3
	17	54.8	44.0	10.8
	18	55.2	45.0	10.2
	19	55.4	46.0	9.4
	20	56.5	48.0	8.5
	21	58.2	51.0	7.2
	22	58.1	52.0	6.1
	23	58.6	53.0	5.6
	24	60.0	54.0	6.0
30.Μαΐου	1	59.1	56.0	3.1
	2	60.1	56.0	4.1
	3	60.6	58.0	2.6
	4	60.6	58.0	2.6
	5	60.6	58.0	2.6
	6	60.3	56.0	4.3
	7	59.0	52.0	7.0
	8	58.6	52.0	6.6

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	σχετική υγρασία (%)	συμβατική ή σχετική υγρασία (%)	διαφορές τιμών
30.Μαΐου	9	58.4	54.0	4.4
	10	58.1	55.0	3.1
	11	58.1	55.0	3.1
	12	58.4	54.0	4.4
	13	57.5	53.0	4.5
	14	56.7	52.0	4.7
	15	56.0	51.0	5.0
	16	55.7	51.0	4.7
	17	55.7	51.0	4.7
	18	56.4	52.0	4.4
	19	57.1	53.0	4.1
	20	57.8	55.0	2.8
	21	60.0	62.0	-2.0
	22	62.8	78.0	-15.2
	23	70.4	84.0	-13.6
	24	71.5	85.0	-13.5
31.Μαΐου	1	71.7	85.0	-13.3
	2	71.2	88.0	-16.8
	3	72.6	83.0	-10.5
	4	70.0	81.0	-11.0
	5	69.7	79.0	-9.3
	6	68.7	78.0	-9.3
	7	69.0	81.0	-12.1
	8	68.8	76.0	-7.2
	9	66.5	72.0	-5.5
	10	65.3	69.0	-3.7
	11	64.2	68.0	-3.8
	12	61.1	60.0	1.1
	13	61.2	61.0	0.2
	14	62.0	61.0	1.0
	15	59.6	57.0	2.6
	16	59.8	56.0	3.8
	17	59.2	56.0	3.2
	18	60.2	58.0	2.2
	19	61.5	64.0	-2.5
	20	91.3	98.0	-6.7
	21	87.7	93.0	-5.3
	22	82.0	98.0	-16.0
	23	91.5	98.0	-6.5
	24	92.2	98.0	-5.8
01.Ιουνίου	1	92.6	98.0	-5.4
	2	89.1	98.0	-8.9
	3	90.1	98.0	-7.9
	4	88.2	98.0	-9.8
	5	87.7	96.0	-8.3
	6	85.2	91.0	-5.8
	7	82.8	82.0	0.8
	8	77.9	76.0	1.9
	9	75.0	73.0	2.0

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	σχετική υγρασία (%)	συμβατική σχετική υγρασία (%)	διαφορές τιμών
01.Ιουνίου	10	71.8	68.0	3.8
	11	70.8	68.0	2.8
	12	69.3	63.0	6.3
	13	68.4	62.0	6.4
	14	66.4	59.0	7.4
	15	65.3	58.0	7.3
	16	63.8	56.0	7.8
	17	64.4	57.0	7.4
	18	64.3	58.0	6.3
	19	65.5	61.0	4.5
	20	67.9	66.0	1.9
	21	70.3	73.0	-2.7
	22	72.3	77.0	-4.7
	23	72.6	76.0	-3.4
	24	71.4	76.0	-4.6
02.Ιουνίου	1	70.7	73.0	-2.3
	2	70.1	72.0	-1.9
	3	73.0	73.0	0.0
	4	72.7	81.0	-8.3
	5	74.2	83.0	-8.8
	6	74.2	83.0	-8.8
	7	73.9	83.0	-9.1
	8	71.7	74.0	-2.3
	9	69.1	68.0	1.1
	10	66.7	63.0	3.7
	11	63.4	57.0	6.4
	12	60.5	52.0	8.5
	13	58.6	50.0	8.6
	14	56.9	47.0	9.9
	15	55.7	46.0	9.7
	16	54.9	45.0	9.9
	17	53.5	43.0	10.5
	18	53.2	43.0	10.2
	19	52.3	42.0	10.3
	20	52.2	43.0	9.2
	21	54.8	45.0	9.8
	22	55.0	48.0	7.0
	23	55.5	50.0	5.5
	24	56.2	50.0	6.2
03.Ιουνίου	1	57.5	52.0	5.5
	2	58.8	55.0	3.8
	3	60.2	58.0	2.2
	4	61.4	60.0	1.4
	5	61.5	61.0	0.5
	6	63.4	65.0	-1.6
	7	65.0	68.0	-3.0
	8	63.3	66.0	-2.7
	9	62.2	63.0	-0.9
	10	56.6	52.0	4.6

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	σχετική υγρασία (%)	συμβατική σχετική υγρασία (%)	διαφορές τιμών
03.Iουνίου	11	54.5	48.0	6.5
	12	53.5	46.0	7.5
	13	52.7	45.0	7.7
	14	53.0	45.0	8.0
	15	52.3	44.0	8.3
	16	52.2	43.0	9.2
	17	50.9	43.0	7.9
	18	53.5	46.0	7.5
	19	55.0	50.0	5.0
	20	56.4	53.0	3.4
	21	66.7	69.0	-2.3
	22	69.0	78.0	-9.0
	23	66.0	75.0	-9.0
	24	64.2	70.0	-5.8
04.Iουνίου	1	66.2	73.0	-6.8
	2	67.3	78.0	-10.7
	3	66.7	74.0	-7.3
	4	67.6	77.0	-9.4
	5	65.5	71.0	-5.5
	6	69.0	79.0	-10.0
	7	67.9	79.0	-11.1
	8	66.8	80.0	-13.2
	9	64.5	73.0	-8.5
	10	62.9	68.0	-5.1
	11	62.2	61.0	1.2
	12	60.9	63.0	-2.1
	13	56.8	52.0	4.8
	14	56.5	52.0	4.5
	15	55.2	48.0	7.2
	16	57.8	53.0	4.8
	17	55.9	51.0	4.9
	18	54.2	50.0	4.2
	19	53.4	47.0	6.4
	20	55.1	46.0	9.1
	21	58.4	60.0	-1.6
	22	58.4	60.0	-1.6
	23	56.5	53.0	3.5
	24	58.2	55.0	3.2
05.Iουνίου	1	59.1	58.0	1.1
	2	57.7	57.0	0.7
	3	57.0	57.0	0.0
	4	56.4	53.0	3.4
	5	55.9	52.0	3.9
	6	56.7	52.0	4.7
	7	55.6	52.0	3.6
	8	56.9	53.0	3.9
	9	58.4	55.0	3.4
	10	55.8	54.0	1.8
	11	55.6	52.0	3.6

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	σχετική υγρασία (%)	συμβατική σχετική υγρασία (%)	διαφορές τιμών
05.Ιουνίου	12	59.1	58.0	1.1
	13	58.1	57.0	1.1
	14	57.3	55.0	2.3
	15	57.1	55.0	2.1
	16	56.2	54.0	2.2
	17	52.8	48.0	4.8
	18	52.3	46.0	6.3
	19	52.5	45.0	7.5
	20	55.1	50.0	5.1
	21	57.8	54.0	3.8
	22	63.2	67.0	-3.8
	23	65.9	73.0	-7.1
	24	64.3	76.0	-11.7
06.Ιουνίου	1	65.6	73.0	-7.4
	2	66.3	74.0	-7.7
	3	67.0	78.0	-11.0
	4	69.9	83.0	-13.1
	5	70.9	85.0	-14.1
	6	72.6	87.0	-14.5
	7	74.3	90.0	-15.7
	8	71.6	91.0	-19.4

B.3 Μετρήσεις θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας (ψυχρόμετρο-ασθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας)

ημέρα /μήνα	χρόνος (ώρα)	συμβατική θερμοκρασία (°C)	θερμοκρασία (°C)	διαφορές τιμών	συμβατική σχετική υγρασία (%)	σχετική υγρασία (%)	διαφορές τιμών
24/5	14.3	33.2	33.2	0	36	52	-16
25/5	9.1	28.4	29	-0.6	98	87.2	10.8
26/5	8.15	28.8	28.7	0.1	61	46.4	14.6
27/5	9.5	27.9	27.9	0	31	52.6	-21.6
28/5	11.05	29.7	29.6	0.1	46	52.9	-6.9
29/5	12	25.5	25.8	-0.3	52	56.4	-4.4
30/5	9.5	25.1	24.7	0.4	85	58.2	26.8
30/5	19.35	27.7	27.8	-0.1	82	57.6	24.4
31/5	12.02	28.2	28.1	0.1	74	61.1	12.9
1/6	10.35	19.7	19.5	0.2	66	71.6	-5.6
2/6	13.12	24.3	24	0.3	58	58.4	-0.4
3/6	13	27.6	27.2	0.4	63	52.7	10.3

B.4 Μετρήσεις διάρκειας έντονης ηλιοφάνειας (ηλιογράφος-αισθητήρας μέτρησης διάρκειας ηλιοφάνειας)

ημέρα/μήνας	συμβατική διάρκεια ηλιοφάνειας (min)	διάρκεια ηλιοφάνειας (min)
24.Μαΐου	250	305
25.Μαΐου	550	699
26.Μαΐου	635	748
27.Μαΐου	660	741
28.Μαΐου	630	708
29.Μαΐου	680	764
30.Μαΐου	675	501
31.Μαΐου	585	503
01.Ιουνίου	630	452
02.Ιουνίου	695	695

B.5 Μετρήσεις ύψους βροχής (βροχογράφος-αισθητήρας μέτρησης ύψους βροχής)

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	ύψος βροχής (mm)	συμβατικό ύψος βροχής (mm)	διαφορές τιμών
06.Ιουνίου	22.4	0.3		
	22.5	0.1		
	23	0.6		
	23.1	1.1	0.2	0.9
07.Ιουνίου	2		0.2	
	2.2	2.4	1.8	0.6
	2.3	2.1	2	0.1
	2.4	1	1.1	-0.1
	7.05		0.1	
	7.15	0.8	1	-0.2
	7.25	0.8	0.8	0
	7.35	0.4	0.2	0.2
	15		0.1	
	15.05	0.1	0.1	0
	15.15	0.4	0.4	0
	15.25	0.6	0.6	0
	15.35	0.9	0.5	0.4
	15.45	1.4	1.5	-0.1
	15.55	0.8	0.8	0
	16.05	1	0.4	0.6
	16.15	0.8	1	-0.2
	16.25	1.1	1.9	-0.8
	16.35	2.8	1.5	1.3
	16.45	0.4	0.3	0.1
	16.55	0.6	0.4	0.2
	17.05	0.2	0.2	0
	17.15	0.1	0.2	-0.1
	17.25	0.2	0.2	0
	17.35	0.2	0.1	0.1

**B.6 Μετρήσεις ατμοσφαιρικής πίεσης (βαρογράφος-αισθητήρας
μέτρησης ατμοσφαιρικής πίεσης)**

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	πίεση (mbar)	συμβατική πίεση (mm Hg)	συμβατική πίεση (mbar)	διαφορές τιμών
24.Μαΐου	14	988.1	743.3	991.0	-2.9
	15	987.9	743.3	991.0	-3.1
	16	987.3	743.4	991.1	-3.8
	17	987.3	743.4	991.1	-3.8
	18		743.4	991.1	
	19	986.9	743.5	991.3	-4.4
	20	987.3	743.5	991.3	-3.9
	21	987.7	743.6	991.4	-3.6
	22	988.0	743.6	991.4	-3.4
	23	988.4	743.6	991.4	-2.9
	24	988.2	743.6	991.4	-3.2
25.Μαΐου	1	988.0	743.6	991.4	-3.3
	2	987.9	743.5	991.3	-3.4
	3	987.5	743.5	991.3	-3.7
	4	986.9	743.6	991.4	-4.5
	5	986.8	743.5	991.3	-4.4
	6	986.9	743.6	991.4	-4.5
	7	987.2	743.7	991.5	-4.3
	8	987.4	743.9	991.8	-4.4
	9		744.0	991.9	
	10	987.6	744.0	991.9	-4.3
	11	987.6	744.0	991.9	-4.3
	12	987.9	744.0	991.9	-4.1
	13	987.6	744.0	991.9	-4.3
	14	987.6	744.0	991.9	-4.3
	15		743.9	991.8	
	16	986.7	743.8	991.7	-5.0
	17	986.7	743.7	991.5	-4.8
	18		743.6	991.4	
	19	986.4	743.6	991.4	-5.0
	20	986.5	743.5	991.3	-4.7
	21	986.6	743.6	991.4	-4.8
	22	986.9	743.7	991.5	-4.6
	23	987.1	743.8	991.7	-4.6
	24	986.7	743.9	991.8	-5.1
26.Μαΐου	1	986.7	743.9	991.8	-5.1
	2	986.5	743.9	991.8	-5.3
	3	986.0	743.5	991.3	-5.2
	4	985.9	743.2	990.9	-5.0
	5	985.7	743.1	990.7	-5.1
	6	985.6	743.0	990.6	-5.0
	7	985.9	743.0	990.6	-4.7
	8	986.0	743.0	990.6	-4.6
	9	985.9	742.5	989.9	-4.1
	10	986.0	742.0	989.3	-3.2
	11		742.0	989.3	
	12		742.0	989.3	

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	πίεση (mbar)	συμβατική πίεση (mm Hg)	συμβατική πίεση (mbar)	διαφορές τιμών
26.Μαΐου	13	985.8	742.1	989.4	-3.6
	14	985.7	742.0	989.3	-3.6
	15		742.1	989.4	
	16		742.0	989.3	
	17	985.1	742.0	989.3	-4.1
	18	984.2	742.0	989.3	-5.0
	19	984.8	741.9	989.1	-4.3
	20	985.0	742.0	989.3	-4.3
	21	985.3	742.1	989.4	-4.1
	22	985.7	742.1	989.4	-3.7
	23	985.9	742.2	989.5	-3.7
	24	985.5	742.3	989.7	-4.2
27.Μαΐου	1	985.2	742.4	989.8	-4.6
	2	984.9	742.3	989.7	-4.8
	3	984.5	742.0	989.3	-4.8
	4	983.9	741.9	989.1	-5.2
	5	983.8	741.8	989.0	-5.2
	6	983.9	741.8	989.0	-5.1
	7	984.0	741.8	989.0	-5.0
	8	984.0	741.9	989.1	-5.1
	9	983.9	741.9	989.1	-5.2
	10	984.1	741.8	989.0	-4.9
	11	984.1	741.6	988.7	-4.6
	12	983.9	741.5	988.6	-4.7
	13	982.8	741.3	988.3	-5.5
	14	983.1	741.0	987.9	-4.8
	15	982.7	740.5	987.3	-4.5
	16	982.4	740.2	986.9	-4.5
	17	982.2	740.0	986.6	-4.4
	18	981.7	739.8	986.3	-4.6
	19	981.7	739.8	986.3	-4.6
	20	981.7	739.9	986.5	-4.7
	21	981.9	740.0	986.6	-4.7
	22	982.4	740.1	986.7	-4.4
	23	983.1	740.3	987.0	-3.9
	24	983.0	740.3	987.0	-4.0
28.Μαΐου	1	982.4	740.4	987.1	-4.7
	2	982.1	740.3	987.0	-4.9
	3	982.3	740.3	987.0	-4.7
	4	982.0	740.2	986.9	-4.8
	5	982.0	740.4	987.1	-5.1
	6	982.5	740.5	987.3	-4.8
	7	983.1	740.5	987.3	-4.1
	8		740.7	987.5	
	9	984.0	740.7	987.5	-3.5
	10	984.1	740.8	987.7	-3.6
	11	984.3	741.0	987.9	-3.6
	12		741.1	988.1	
	13	988.1	741.1	988.1	0.1
	14	984.2	741.2	988.2	-4.0

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	πίεση (mbar)	συμβατική πίεση (mm Hg)	συμβατική πίεση (mbar)	διαφορές τιμών
28.Μαΐου	15	984.7	741.2	988.2	-3.5
	16	985.0	741.3	988.3	-3.3
	17	985.1	741.4	988.5	-3.3
	18	985.1	741.5	988.6	-3.4
	19	985.7	741.5	988.6	-2.9
	20	986.4	741.6	988.7	-2.4
	21	986.9	741.7	988.9	-2.0
	22	987.8	742.0	989.3	-1.4
	23	988.1	742.5	989.9	-1.8
	24	988.7	743.0	990.6	-1.9
29.Μαΐου	1	989.0	743.2	990.9	-1.9
	2	988.9	743.4	991.1	-2.3
	3	989.0	743.6	991.4	-2.4
	4	989.2	743.5	991.3	-2.1
	5	989.3	743.8	991.7	-2.3
	6	989.7	744.0	991.9	-2.3
	7	990.0	744.2	992.2	-2.2
	8	990.0	744.3	992.3	-2.3
	9	990.1	744.4	992.5	-2.4
	10	990.4	744.6	992.7	-2.3
	11	990.6	744.8	993.0	-2.4
	12	990.8	744.8	993.0	-2.2
	13	990.7	744.9	993.1	-2.4
	14	990.4	745.0	993.3	-2.8
	15	989.9	745.1	993.4	-3.5
	16	989.7	745.1	993.4	-3.7
	17	989.5	745.2	993.5	-4.0
	18	989.5	745.2	993.5	-4.0
	19	989.4	745.4	993.8	-4.4
	20	989.5	745.5	993.9	-4.4
	21	989.7	745.5	993.9	-4.3
	22	989.8	745.4	993.8	-4.0
	23	990.2	745.4	993.8	-3.6
	24	990.2	745.4	993.8	-3.6
30.Μαΐου	1	990.0	745.3	993.7	-3.7
	2	989.7	745.3	993.7	-3.9
	3	989.7	745.2	993.5	-3.9
	4	990.0	745.1	993.4	-3.4
	5	990.1	745.1	993.4	-3.3
	6	990.0	745.1	993.4	-3.4
	7	990.2	745.3	993.7	-3.5
	8	990.2	745.4	993.8	-3.5
	9	990.5	745.5	993.9	-3.4
	10	990.5	745.5	993.9	-3.4
	11	990.8	745.5	993.9	-3.2
	12	990.8	745.6	994.1	-3.3
	13	990.7	745.6	994.1	-3.4
	14	990.4	745.6	994.1	-3.7
	15	989.8	745.7	994.2	-4.4
	16	989.5	745.5	993.9	-4.4

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	πίεση (mbar)	συμβατική πίεση (mm Hg)	συμβατική πίεση (mbar)	διαφορές τιμών
30.Μαΐου	17	989.2	745.4	993.8	-4.6
	18	988.9	745.2	993.5	-4.7
	19	988.8	745.1	993.4	-4.6
	20	989.0	745.1	993.4	-4.4
	21	988.6	745.0	993.3	-4.7
	22	989.5	745.1	993.4	-3.8
	23	989.5	745.1	993.4	-3.9
	24	989.5	745.2	993.5	-4.0
31.Μαΐου	1	989.1	745.2	993.5	-4.4
	2	988.5	745.2	993.5	-5.0
	3	988.3	745.1	993.4	-5.1
	4	987.6	744.8	993.0	-5.4
	5	987.1	744.6	992.7	-5.7
	6	987.2	744.6	992.7	-5.5
	7	987.2	744.6	992.7	-5.5
	8	987.3	744.0	991.9	-4.6
	9	987.1	743.9	991.8	-4.7
	10	986.4	743.8	991.7	-5.3
	11	986.5	743.8	991.7	-5.1
	12	989.6	743.5	991.3	-1.6
	13	985.8	742.7	990.2	-4.3
	14	985.2	742.8	990.3	-5.1
	15	984.8	742.0	989.3	-4.5
	16	984.8	741.9	989.1	-4.3
	17	983.8	741.5	988.6	-4.8
	18	983.5	741.0	987.9	-4.5
	19	984.2	741.4	988.5	-4.2
	20	989.2	744.0	991.9	-2.8
	21	987.0	743.7	991.5	-4.5
	22	987.6	743.5	991.3	-3.7
	23	987.7	743.5	991.3	-3.5
	24	988.3	743.5	991.3	-3.0
01.Ιουνίου	1	988.4	743.5	991.3	-2.8
	2	988.3	743.5	991.3	-2.9
	3	988.4	743.5	991.3	-2.8
	4	988.0	743.5	991.3	-3.2
	5	988.4	743.4	991.1	-2.7
	6	988.5	743.5	991.3	-2.8
	7	989.2	744.0	991.9	-2.7
	8	989.5	744.1	992.1	-2.5
	9	989.3	744.1	992.1	-2.7
	10	989.2	744.1	992.1	-2.9
	11	989.6	744.2	992.2	-2.6
	12	989.7	744.2	992.2	-2.5
	13	989.5	744.4	992.5	-2.9
	14	989.1	744.4	992.5	-3.4
	15	989.0	744.5	992.6	-3.6
	16	988.8	744.5	992.6	-3.8
	17	988.5	744.5	992.6	-4.1
	18	988.4	744.5	992.6	-4.1

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	πίεση (mbar)	συμβατική πίεση (mm Hg)	συμβατική πίεση (mbar)	διαφορές τιμών
01.Iουνίου	19	988.4	744.5	992.6	-4.1
	20	988.7	744.5	992.6	-3.9
	21	989.0	744.5	992.6	-3.6
	22	989.3	744.6	992.7	-3.4
	23	989.5	744.6	992.7	-3.2
	24	989.7	744.6	992.7	-3.1
02.Iουνίου	1	989.7	744.6	992.7	-3.0
	2	990.0	744.7	992.9	-2.9
	3	990.4	744.8	993.0	-2.6
	4	990.4	745.0	993.3	-2.9
	5	990.7	745.1	993.4	-2.7
	6	991.0	745.2	993.5	-2.5
	7	991.0	745.5	993.9	-2.9
	8	991.4	745.8	994.3	-2.9
	9	991.7	746.0	994.6	-2.8
	10	991.7	746.0	994.6	-2.8
	11	991.8	746.0	994.6	-2.8
	12	991.9	746.0	994.6	-2.7
	13	991.9	746.0	994.6	-2.7
	14	991.7	746.8	995.7	-3.9
	15	991.6	746.8	995.7	-4.1
	16	991.6	746.8	995.7	-4.0
	17	991.6	746.8	995.7	-4.0
	18	991.4	746.8	995.7	-4.2
	19	991.6	746.9	995.8	-4.2
	20	991.8	746.9	995.8	-4.0
	21	992.3	746.8	995.7	-3.4
	22	992.8	746.8	995.7	-2.9
	23	992.7	746.8	995.7	-3.0
	24	992.6	746.8	995.7	-3.1
03.Iουνίου	1	992.6	746.8	995.7	-3.1
	2	992.8	746.8	995.7	-2.9
	3	992.5	746.8	995.7	-3.2
	4	992.1	746.8	995.7	-3.5
	5	992.1	746.8	995.7	-3.5
	6	992.5	746.8	995.7	-3.2
	7	992.8	746.8	995.7	-2.9
	8	992.8	746.8	995.7	-2.9
	9	993.1	746.8	995.7	-2.5
	10	993.0	746.8	995.7	-2.7
	11	992.8	746.9	995.8	-3.0
	12	992.8	746.9	995.8	-3.0
	13	992.5	746.9	995.8	-3.3
	14	992.3	747.0	995.9	-3.7
	15	992.1	747.0	995.9	-3.8
	16	991.6	747.0	995.9	-4.4
	17	991.4	746.9	995.8	-4.4
	18	991.2	746.9	995.8	-4.6
	19	991.0	746.9	995.8	-4.7
	20	991.1	746.9	995.8	-4.7

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	πίεση (mbar)	συμβατική πίεση (mm Hg)	συμβατική πίεση (mbar)	διαφορές τιμών
03.Iουνίου	21	991.2	746.9	995.8	-4.6
	22	991.4	746.9	995.8	-4.3
	23	991.4	746.9	995.8	-4.4
	24	991.0	746.9	995.8	-4.7
04.Iουνίου	1	990.7	746.9	995.8	-5.1
	2	990.4	746.9	995.8	-5.4
	3	989.5	745.9	994.5	-4.9
	4	989.4	745.9	994.5	-5.1
	5	988.8	745.9	994.5	-5.6
	6	989.0	745.9	994.5	-5.5
	7	988.7	745.9	994.5	-5.8
	8	989.0	745.9	994.5	-5.5
	9	988.8	745.7	994.2	-5.3
	10	988.8	745.4	993.8	-5.0
	11	988.6	745.3	993.7	-5.0
	12	988.4	745.0	993.3	-4.8
	13	988.3	744.9	993.1	-4.9
	14	987.6	744.5	992.6	-5.0
	15	987.1	744.0	991.9	-4.8
	16	986.9	743.8	991.7	-4.8
	17	986.6	743.5	991.3	-4.7
	18	985.9	743.0	990.6	-4.7
	19	985.5	742.9	990.5	-5.0
	20	985.3	742.8	990.3	-5.0
	21	985.3	742.7	990.2	-4.9
	22	985.5	742.8	990.3	-4.8
	23	985.1	742.6	990.1	-4.9
	24	984.8	742.4	989.8	-5.0
05.Iουνίου	1	983.9	741.7	988.9	-4.9
	2	983.4	741.5	988.6	-5.2
	3	982.8	741.0	987.9	-5.2
	4	982.1	740.4	987.1	-5.0
	5	981.5	740.0	986.6	-5.1
	6	981.2	739.8	986.3	-5.2
	7	981.0	739.5	985.9	-4.9
	8	980.7	739.4	985.8	-5.1
	9	980.2	739.0	985.3	-5.1
	10	979.3	738.2	984.2	-4.9
	11	978.5	737.8	983.7	-5.1
	12	978.4	737.8	983.7	-5.3
	13	978.3	737.5	983.3	-5.0
	14	977.3	736.8	982.3	-5.1
	15	976.7	736.0	981.3	-4.6
	16		735.7	980.9	
	17	975.5	735.3	980.3	-4.8
	18	974.8	734.8	979.7	-4.9
	19	974.8	734.5	979.3	-4.5
	20	974.9	734.8	979.7	-4.8
	21	975.4	735.0	979.9	-4.5
	22	976.4	735.2	980.2	-3.8

ημέρα/μήνας	χρόνος (ώρες)	πίεση (mbar)	συμβατική πίεση (mm Hg)	συμβατική πίεση (mbar)	διαφορές τιμών
05.Iουνίου	23	977.4	735.5	980.6	-3.2
	24	977.8	735.8	981.0	-3.2
06.Iουνίου	1	977.7	736.0	981.3	-3.5
	2	977.6	736.2	981.5	-3.9
	3	977.6	736.5	981.9	-4.4
	4	977.9	736.5	981.9	-4.1
	5	977.9	736.7	982.2	-4.3
	6	978.2	736.9	982.5	-4.3
	7	978.7	737.0	982.6	-3.9
	8	978.9	737.2	982.9	-3.9