

Πτυχιακή εργασία:

**Μελέτη εγκατάστασης και λειτουργίας αυτοματοποιημένου
μετεωρολογικού σταθμού για την καταγραφή και επεξεργασία
περιβαλλοντικών μεγεθών**



Σπουδάστριες:

A.M.

Βουβαλίκη Ολυμπία

36019

Περδίκη Ειρήνη

35627

Επιβλέπον Καθηγητής: Δρ. Κωνσταντίνος Π. Μουστρής

Αιγάλεω Ιανουάριος 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---------------------------------------|----|
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 3 |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ (Ελληνικά και Αγγλικά)..... | 6 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 | |
| ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ – WMO..... | 7 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 | |
| ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ..... | 13 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 | |
| ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ..... | 18 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 | |
| ΕΙΔΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ..... | 39 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 | |
| ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ..... | 42 |
| ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΑΡΑΣΜΑΤΑ..... | 51 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 53 |

Εισαγωγή

Ο άνθρωπος από τα πρώτα βήματά του στη γη, ήταν εκτεθειμένος στις κάθε είδους ατμοσφαιρικές μεταβολές και μάλιστα στεκόταν απορημένος και ανίσχυρος μπροστά σε μια ατμόσφαιρα ανήσυχη και ταραγμένη. Από τη στιγμή που εγκαταλείπει τη ζωή του κυνηγού-νομάδα και εγκαθίσταται μόνιμα σε ένα τόπο, οι διάφορες δραστηριότητές του (γεωργία, κτηνοτροφία, κλπ.) επηρεάζονται άμεσα από τον παράγοντα καιρό που ρυθμίζει καθοριστικά την οικονομία ενός τόπου.

Παρότι πέρασαν χιλιάδες χρόνια από τότε ακριβώς το ίδιο ισχύει και σήμερα, διότι όσο και αν προστατεύουμε τις καλλιέργειες και την κτηνοτροφική παραγωγή, οι αγροί, τα ζώα, οι πόλεις, οι συγκοινωνίες μας είναι ακόμα εκτεθειμένα στις καταιγίδες, στο χαλάζι, στον παγετό, στην ξηρασία, στις πλημμύρες.

Τον όρο μετεωρολογία χρησιμοποίησε στα αρχαία χρόνια ο Πλάτων (Φαίδρος 270Α) με την έννοια της έρευνας των μετεώρων . Αργότερα ο Αριστοτέλης με το έργο του «Μετεωρολογικά» στο οποίο μελετά τον αέρα, το νερό και το σεισμό, έδωσε στον όρο τη σημερινή του έννοια. Τα «Μετεωρολογικά» του Αριστοτέλη αποτέλεσαν τη βάση της Μετεωρολογίας μέχρι και τις αρχές του 17ου αιώνα .

Βέβαια και άλλοι πολιτισμοί έκαναν μετεωρολογικές παρατηρήσεις, οι Χαλδαίοι για τα νέφη, τον άνεμο, τις θύελλες τις αστραπές, αλλά και για διάφορα οπτικά φαινόμενα της ατμόσφαιρας και ιδιαίτερα για την άλω, οι Βαβυλώνιοι που χρησιμοποιούσαν ανεμολόγιο οκτώ ρόμβων και προσδιόριζαν τα τέσσερα κύρια σημεία του ορίζοντα από όπου πνέει ο άνεμος, κ.α. Ωστόσο οι Έλληνες ήταν αυτοί που έκαναν πρώτοι μετεωρολογικές παρατηρήσεις τις οποίες κατέγραφαν σε πινακίδες που ονομάζονταν παραπήγματα. Σπαράγματα από ένα τέτοιο παράπηγμα βρέθηκαν στη Μίλητο και φυλάσσονται σήμερα στο Βρετανικό μουσείο.

Η εξέλιξη της μετεωρολογίας τα νεότερα χρόνια συμπίπτει όπως είναι φυσικό με την ανάπτυξη της φυσικής και της χημείας. Μεταξύ των πρώτων συστηματικών ημερήσιων παρατηρήσεων αναφέρονται αυτές του Γουλιέλμου Merle, εφημέριου του Driby της Αγγλίας για τα έτη (1331-1338), και του Φερδινάνδου Β' της Τοσκάνης που γύρω στα 1653 οργάνωσε δίκτυο μετεωρολογικών σταθμών και ημερήσιων παρατηρήσεων στη βόρεια Ιταλία.

Από το έτος 1820 αρχίζει σταδιακά η συλλογή των διαφόρων μετεωρολογικών παρατηρήσεων, η επεξεργασία τους και η καταχώρησή τους σε ειδικούς χάρτες. Η επανάσταση όμως στη μετεωρολογία έρχεται με την ανακάλυψη του τηλεγράφου από

το Μορς, το 1843, και την πόντιση θαλάσσιων τηλεγραφικών καλωδίων που κατέστησαν δυνατή την επικοινωνία και την ανταλλαγή μετεωρολογικών πληροφοριών ώστε να συνταχθούν και να χαραχθούν ημερήσιοι χάρτες καιρού για μεγάλα τμήματα της γης και η έκδοση προγνώσεων μιας ή δυο ημερών, για τον καιρό και τις θύελλες. Το 1900 με την εφεύρεση της ασύρματης τηλεγραφίας από τον Tesla και το Marconi η μετεωρολογία γνώρισε ακόμη μεγαλύτερη ανάπτυξη αφού τώρα ήταν δυνατή η επικοινωνία και με τα πλοία και η έκδοση ακριβέστερων καιρικών χαρτών για ακόμη μεγαλύτερες γεωγραφικές περιοχές.

Το 1839 αρχίζει και στην Ελλάδα, στην Αθήνα η πραγματοποίηση συστηματικών μετεωρολογικών παρατηρήσεων, από τον τότε διευθυντή του Αστεροσκοπείου Γ. Βούρη, ενώ παράλληλα οργανώνεται η μετεωρολογία ως ξεχωριστό τμήμα μέσα στο Αστεροσκοπείο. Το 1890 γίνεται η εγκατάσταση μικρού δικτύου μετεωρολογικών σταθμών από τον νέο διευθυντή του Αστεροσκοπείου, καθηγητή Δ. Αιγινίτη. Το 1931 με τον νόμο 5258, το τμήμα της μετεωρολογίας αποσπάται από το Αστεροσκοπείο και υπάγεται στο Υπουργείο Αεροπορίας. Κάπως έτσι φτάνουμε και στη σημερινή Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, την ΕΜΥ.

Ο καιρός, από τη φύση του, δεν κάνει διακρίσεις εθνικές, φυλετικές, οικονομικές ή κοινωνικές. Επειδή λοιπόν ο καιρός δεν γνωρίζει σύνορα κρατών, η ανάγκη μιας διεθνούς συνεργασίας ιδιαίτερα στον τομέα της ανταλλαγής παρατηρήσεων, πληροφοριών και προγνώσεων έγινε από νωρίς επιτακτική. Η πρώτη διεθνής συνεργασία μεταξύ των επίσημων μετεωρολογικών υπηρεσιών έγινε με τη σύγκλιση του «Διεθνούς Μετεωρολογικού Συνεδρίου» το 1853 στις Βρυξέλλες, του δεύτερου το 1873 στη Βιέννη, κλπ. Συστάθηκε επίσης μια «Διεθνή Μετεωρολογική Επιτροπή» που στην Ουάσιγκτον, τον Οκτώβριο του 1947, δίνει τη θέση της στον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO), στον οποίο το 1949 η Ελλάδα γίνεται μέλος με επικύρωση της ιδρυτικής του σύμβασης με νόμο. Η αρχή της ισχύος της σύμβασης αυτής για όλα τα κράτη ήταν η 23 Μαρτίου 1950 και για το λόγο αυτό η ημερομηνία αυτή καθιερώθηκε ως η Παγκόσμια ημέρα της Μετεωρολογίας [1].

Επομένως η καταγραφή των καιρικών συνθηκών σε μια χώρα πρέπει να αποτελεί βασική προτεραιότητα των ερευνητικών φορέων και οργανισμών οι οποίοι εμπλέκονται επιχειρησιακά ή ερευνητικά με τη μελέτη του καιρού και του κλίματος. Ταυτόχρονα, επειδή η πληροφορία για τις τρέχουσες καιρικές συνθήκες ενδιαφέρει μεγάλο αριθμό πολιτών και φορέων, πρέπει να δίνεται με όσο το δυνατόν πιο

εύχρηστο τρόπο και σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, είναι σημαντική η παροχή ιστορικών δεδομένων και στατιστικών στοιχείων (ημερήσιων και μηνιαίων τιμών) μέσω του διαδικτύου. Για τους λόγους αυτούς, από το 2006, το Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών έχει ξεκινήσει την εγκατάσταση αυτόματων μετεωρολογικών σταθμών στην Ελλάδα. Οι σταθμοί αυτοί καλύπτουν περιοχές με μετεωρολογικό ενδιαφέρον σε αρκετές από τις οποίες μέχρι σήμερα δεν υπήρχε μετεωρολογική κάλυψη. Σε όλους τους σταθμούς εξασφαλίζεται η συνεχής πρόσβαση στο διαδίκτυο ώστε οι μετρήσεις τους να είναι διαθέσιμες σε πραγματικό χρόνο για όλους τους ενδιαφερόμενους. Τα δεδομένα των σταθμών παρέχονται με χρονικό βήμα 10 λεπτών. Παράλληλα, σχεδιάστηκε βάση δεδομένων στην οποία συλλέγονται και αρχειοθετούνται τα στοιχεία των σταθμών και μέσω της οποίας παρέχονται στους ενδιαφερόμενους τα ιστορικά στοιχεία των σταθμών του δικτύου [2].

Περίληψη

Σε αυτή την εργασία μελετήθηκε η εγκατάσταση ενός αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού.

Αρχικά μελετήθηκε η νομοθεσία και οι οδηγίες που τίθενται από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Σταθμό (WMO) προκειμένου να γίνει ορθά η εγκατάσταση.

Έπειτα, μελετώνται οι μετεωρολογικές παράμετροι και η σημασία της παρακολούθησης των κλιματολογικών φαινομένων που οφείλονται σε αυτά.

Καθώς επίσης, και τα όργανα μέτρησης που χρησιμοποιούνται προκειμένου να λαμβάνονται οι μετρήσεις.

Παρατίθενται δε, όλα τα είδη μετεωρολογικών σταθμών και το είδος των μετρήσεων που μπορούν να ληφθούν σε καθένα ξεχωριστά.

Τέλος, επειδή αυτή η εργασία πραγματεύεται τη μελέτη εγκατάστασης ενός πλήρους αυτοματοποιημένου μετεωρολογικού σταθμού, επιλέχθηκε ένα σύστημα που μπορεί να ικανοποιήσει τα κριτήρια που έχουν τεθεί και δίδονται αναλυτικές οδηγίες για την εγκατάστασή του.

Abstract

In this paper the installation of an automatic meteorological station was taken place.

Firstly, the legislation and the instruction of the WMO were studied in order to a proper installation to be achieved.

Then, the meteorological parameters and the importance of examine the climate phenomena are studied and also, the measurement instruments that are used in order to the appropriate measures to be taken.

In this paper, all the types of the meteorological stations and the different measurements that can take each one will be under consideration.

Finally, this paper is considering the installation of a full automatic meteorological station. A system that meets the criteria was chosen and an analytic instruction of the installation is being described.

Κεφάλαιο 1: Νομοθεσία – WMO

Γενικά για τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO)

Ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (WMO) ιδρύθηκε το 1950 και στόχος του είναι ο συντονισμός των δραστηριοτήτων των 188 μελών για την παρακολούθηση και καταγραφή των δεδομένων και πληροφοριών σχετικά με τον καιρό, το κλίμα και το νερό [3].

Σε κάθε σύνοδο που πραγματοποιείται καθορίζονται οι μετεωρολογικές πρακτικές και διαδικασίες που πρέπει να ακολουθούνται από όλα τα μέλη του οργανισμού προκειμένου να υπάρχουν κοινές τεχνικές παρακολούθησης των μετεωρολογικών φαινομένων.

Πρόκειται για οδηγούς, οι οποίοι αναπροσαρμόζονται ανάλογα με τη τεχνολογική εξέλιξη, στόχος των οποίων είναι η καθοδήγηση των μελετητών σχετικά με τις ορθές πρακτικές (τεχνολογικά συστήματα) που πρέπει να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με το μετεωρολογικό σταθμό που πρόκειται να εγκαταστήσουν.

Με βάση αυτούς τους οδηγούς γίνονται οι εγκαταστάσεις των μετεωρολογικών σταθμών και η παρατήρηση των φαινομένων, έχοντας όμως την επιλογή ο κάθε μελετητής να προσθέσει όργανα μετρήσεων πέρα από τα βασικά που έχουν συμφωνηθεί από τα μέλη του οργανισμού [4].

Προϋποθέσεις :

Κάθε μέλος του οργανισμού πρέπει να ορίσει , στο έδαφός του – χώρα του, ένα δίκτυο όπου θα εγκατασταθούν κλιματολογικοί σταθμοί.

Το δίκτυο αυτό θα πρέπει να παρουσιάζει μια ικανοποιητική εκπροσώπηση των χαρακτηριστικών του κλίματος όλων των τύπων εδάφους που ανήκουν στην επικράτεια των κρατών – μελών που συμμετέχουν στον οργανισμό (για παράδειγμα πεδιάδες, οροσειρές, νησιά, ακτές κτλ).

Κάθε μέλος πρέπει να κρατάει αρχείο - ιστορικό για κάθε σταθμό που εγκαθίσταται [5] .

Επιλογή θέσης μετεωρολογικού σταθμού

Η επιλογή της θέσης του μετεωρολογικού σταθμού γίνεται με βάση τις οδηγίες που έχει εκδώσει ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (WMO).

Τα κριτήρια είναι τα ακόλουθα:

1. Τύπος σταθμού: Το πρώτο βήμα είναι να καθορίσει ο χρήστης τι τύπο μετεωρολογικού σταθμού θέλει να εγκαταστήσει διότι τα δεδομένα των μετρήσεων που λαμβάνονται διαφέρουν από σταθμό σε σταθμό, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για σταθμό αεροπορίας ή ναυτικό.
2. Οικονομικά κριτήρια: Οι μετεωρολογικές υπηρεσίες έχουν περιορισμένους προϋπολογισμούς το οποίο σημαίνει ότι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλα τα κόστη (ενοικίασης του χώρου ή αγοράς αυτού, μεταφοράς εξοπλισμού, εγκατάστασης εξοπλισμού, σύνδεσής σου με το δίκτυο ρεύματος κτλ).
3. Κλιματολογικά κριτήρια: Μετά από έρευνα έχουν αποκαλυφθεί 4 βασικά κριτήρια, που κανένα από αυτά δεν μπορεί να παραληφθεί:
 - Αντιπροσωπευτικότητα: Ένας μετεωρολογικός σταθμός πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικός της περιοχής στην οποία εγκαθίσταται, δηλαδή οι μετρήσεις που θα λαμβάνει να είναι σε θέση να περιγράψουν τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή.
Γενικά, το επιθυμητό είναι να χρησιμοποιούνται περιοχές με απλή τοπογραφία, χωρίς δηλαδή μορφολογικές εναλλαγές για να είναι εφικτό να έχουμε αντιπροσωπευτικά δείγματα μετρήσεων όπως επίσης και πιο σταθερές συνθήκες κλιματολογικές.
 - Μορφολογία του περιβάλλοντος χώρου: Είναι προτιμότερο για έναν σταθμό να παραβλέψουμε το περιβάλλον του, να είναι μακριά από βράχους ή βαθιές χαράδρες.
 - Φύση του περιβάλλοντος: Οι παράμετροι που εξετάζονται σε αυτή τη περίπτωση είναι ο τύπος του εδάφους, το είδος της βλάστησης, η δόμηση της περιοχής και η απόσταση των πηγών υγρασίας.
 - Απουσία εμποδίων: Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί σε αυτό το κριτήριο διότι η εγκατάσταση πρέπει να γίνει σε ελεύθερο από εμπόδια χώρο δηλαδή:

- a. Για μεμονωμένα δέντρα και σπίτια η απόσταση μεταξύ της εγκατάστασης και του εμποδίου πρέπει να είναι περισσότερο από 10 φορές το ύψος του εμποδίου
 - b. Για τις πόλεις και τα δάση η απόσταση μεταξύ της εγκατάστασης και του εμποδίου πρέπει να είναι περισσότερο από 20 φορές το μέγιστο ύψος
 - c. Όσον αφορά προστατευόμενες περιοχές (όπου περιλαμβάνονται οι περιοχές με ανθρώπινες δραστηριότητες), η εγκατάσταση ενός σταθμού μπορεί να γίνει σε ακτίνα 200 μέτρων. Όταν η ανθρώπινη δραστηριότητα είναι η εκτροφή ή εάν γίνονται αρδευτικά έργα τότε απαγορεύεται η εγκατάσταση σταθμού.
4. Διαθεσιμότητα γης: Ανάλογα με τα κλιματολογικά φαινόμενα που ο εκάστοτε μελετητής θέλει να παρατηρήσει πρέπει να βρει και την τοποθεσία η οποία προσφέρεται για τις μετρήσεις αυτές. Έπειτα θα πρέπει να βρει και πρόσφορο έδαφος για να εγκαταστήσει το σταθμό, πράγμα που σημαίνει ότι πρέπει να βρει κάποιο κομμάτι γης να νοικιάσει ή να αγοράσει που δεν μπορεί να μην είναι εφικτό να συμβεί. Σε κάποιες περιπτώσεις οι εθνικές μετεωρολογικές υπηρεσίες παρακάμπτουν τον ιδιοκτήτη, δεν μπορεί όμως πάντα να το κάνει αυτό.
5. Ασφάλεια: Ενώ μια τοποθεσία μπορεί να φαίνεται κλιματολογικά ενδιαφέρουσα μπορεί να είναι κοντά σε γείτονες ή πεζοπόρους οι οποίοι να μην είναι πάντα «ευγενικοί» με τον εξοπλισμό. Ο κίνδυνος ενός βανδαλισμού σημαίνει ότι η περιοχή δεν μπορεί να επιλεγεί
Οι εγκαταστάσεις επίσης πρέπει να προστατεύονται και από τα φυσικά φαινόμενα όπως για παράδειγμα χιονοστιβάδες, δασικές πυρκαγιές, πλημμύρες, κατολισθήσεις, καθιζήσεις κτλ.
6. Μονιμότητα περιοχής: Για μετεωρολογικούς λόγους, οι παρατηρήσεις πρέπει να εκτείνονται για περισσότερο από 3 δεκαετίες. Κατά συνέπεια είναι σημαντικό η περιοχή στην οποία θα γίνει η εγκατάσταση να είναι μόνιμη. Εάν η υπηρεσία μετεωρολογικών συνθηκών δεν έχει στην κατοχή της ελεύθερη γη, θα στραφεί αρχικά για να επιλέξει τοποθεσία σε άλλη κυβερνητική υπηρεσία, για παράδειγμα στο στρατό, στο ταχυδρομείο, σε κάποιο

πανεπιστήμιο, και σαν τελευταία επιλογή να στραφεί σε κάποια ιδιωτική επιχείρηση η οποία θα πρέπει να παρέχει εγγυήσεις σταθερότητας.

Η τελική επιλογή της τοποθεσίας μπορεί να μην είναι η βέλτιστη από κλιματολογικής απόψεως.

7. Πρόσβαση: Είναι απαραίτητο η πρόσβαση, τόσο στους χειροκίνητους όσο και στους αυτόματους σταθμούς, να είναι εύκολη για τους μελετητές εν μέσω καιρικών φαινομένων που λαμβάνουν χώρα. Ένας εγκαταλελειμμένος σταθμός πολύ σύντομα δεν θα είναι σε θέση να λαμβάνει αξιόπιστες μετρήσεις, τουλάχιστον όχι στον βαθμό αξιοπιστίας και ακρίβειας που απαιτείται από τους χρήστες του.
8. Παρατήρηση και προσωπικό συντήρησης: Είτε πρόκειται για χειροκίνητο είτε για αυτόματο μετεωρολογικό σταθμό πρέπει κάποιος να τον επισκέπτεται τουλάχιστον μια φορά την ημέρα για έλεγχο των οργάνων και συντήρησης τους (καθαρισμός συνήθως), διότι προβλήματα και βλάβες μπορούν να προκύψουν ανά πάσα στιγμή και πρέπει να επιλυθούν άμεσα.
Αυτή η ανάγκη για τακτική επίσκεψη θέτει περιορισμούς σχετικά με το πόσο απομακρυσμένη μπορεί να είναι η εγκατάσταση από μια κατοικημένη περιοχή.
Παρόλο που οι αυτόματοι σταθμοί μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς καθημερινή επίβλεψη για αρκετές ημέρες, η αξιοπιστία των μετρήσεων δεν είναι συγκρίσιμη με εκείνη του σταθμού που λαμβάνει τακτικές επισκέψεις.
9. Ηλεκτρική ενέργεια: Ένας πλήρως εξοπλισμένος σταθμός πρέπει να έχει κοντά και μια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας.
10. Τηλεπικοινωνίες: Στις μέρες μας πρέπει να είναι δυνατή η παρακολούθηση ενός σταθμού μέσω internet, οπτικών ινών, δορυφορική σύνδεση, τηλεφώνου κτλ. Μια τοποθεσία μπορεί να απορριφθεί λόγω έλλειψης τηλεπικοινωνιακών εγκαταστάσεων.
11. Εγγύτητα προς τους χρήστες: Όσο οι εθνικές μετεωρολογικές υπηρεσίες αναπτύσσονταν, ένα σημαντικό κριτήριο τοποθέτησης του σταθμού ήταν να γίνει η εγκατάσταση κοντά στους χρήστες, κυρίως όταν η εγκατάσταση αφορούσε αερομεταφορές. Το κριτήριο αυτό φαίνεται να προσπερνάτε σε σημαία.
12. Διοικητικά κριτήρια: Οι εθνικές μετεωρολογικές υπηρεσίες και οι υπηρεσίες αυτοδιοίκησης θέλουν οι εγκαταστάσεις να γίνονται σε διαφορετικές περιοχές

για να μπορούν να έχουν συγκρίσιμες εγκαταστάσεις. Αυτό αφορά τις εγκαταστάσεις που γίνονται σε διοικητικές περιοχές, που μπορεί όμως να είναι μικρής κλιματολογικής σημασίας [4].

Μετεωρολογικές Παράμετροι – Όργανα μέτρησης:

Ένας πλήρης μετεωρολογικός σταθμός θα πρέπει να είναι σε θέση να λαμβάνει μετρήσεις για τις ακόλουθες παραμέτρους:

- a. Καιρός
- b. Κατεύθυνση – ταχύτητα ανέμων
- c. Είδος νεφών
- d. Ύψος νεφών
- e. Ορατότητα
- f. Θερμοκρασία
- g. Υγρασία
- h. Ατμοσφαιρική πίεση
- i. Υετός
- j. Ηλιοφάνεια
- k. Εξάτμιση
- l. Υγρασία εδάφους
- m. Ποιότητα εδάφους – Στάθμη - Παροχή

Τα όργανα μέτρησης είναι αντίστοιχα:

- a. Υδρόμετρο – φωτόμετρο
- b. Ανεμόμετρο
- c. Δεν έχει αναπτυχθεί ακόμα κάποιο όργανο για αυτή τη παράμετρο, στηριζόμαστε στην οπτική παρατήρηση.
- d. Νεφοσκόπιο
- e. Φωτόμετρο
- f. Θερμόμετρο μεγιστοβάθμιο και ελαχιστοβάθμιο
- g. Ψυχρόμετρο – υγραγράφος
- h. Βαρόμετρο
- i. Βροχόμετρο – χιονόμετρο κτλ
- j. Ηλιογράφος - πυρανόμετρο - πυρηλιόμετρο

k. Εξατμισόμετρα

l. Υγρόμετρο

m. Αισθητήρες οι οποίοι λαμβάνουν μετρήσεις για τη θερμοκρασία - αγωγιμότητα - pH - περιεκτικότητα σε άλατα - περιεκτικότητα σε διαλυμένο οξυγόνο των υδάτων - Σταθμήμετρο - Σταθμηγράφος - Μυλίσκος

Ανάλογα με το τύπο του μετεωρολογικού σταθμού που έχει αποφασισθεί να εγκατασταθεί αφαιρούνται και τα όργανα μέτρησης που δεν χρειάζονται [5].

Κεφάλαιο 2: Μετεωρολογικές Παράμετροι

Οι μετεωρολογικές παράμετροι, που έχουν τεθεί από τον WMO (2003a) και περιγράφονται πλήρως στον οδηγό WMO (2008), και πρέπει να παρακολουθούνται από ένα μετεωρολογικό σταθμό είναι οι ακόλουθες [5]:

1. Θερμοκρασία
2. Ατμοσφαιρική πίεση
3. Υγρασία
4. Ηλιοφάνεια - Ακτινοβολία
5. Άνεμος
6. Ορατότητα
7. Ποιότητα των υδάτων - Στάθμη - Παροχή
8. Εδαφική υγρασία
9. Υετός
10. Ύψος νεφών
11. Εξάτμιση

Αναλυτικότερα

1. **Θερμοκρασία:** Η θερμοκρασία καθορίζει τη διεύθυνση της καθαρής ροής θερμότητας μεταξύ δύο σωμάτων. Το σώμα που μεταβιβάζει θερμότητα στο άλλο, κατέχει την υψηλότερη θερμοκρασία. Η μέτρηση της γίνεται με τη χρήση του θερμόμετρου που αποκτά την ίδια θερμοκρασία με το αντικείμενο. Μονάδα μέτρησης της για μετεωρολογικούς σκοπούς είναι οι βαθμοί κελσίου ($^{\circ}\text{C}$).
2. **Ατμοσφαιρική πίεση:** Η ατμοσφαιρική πίεση σε μια 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 μιας κάθετης στήλης αέρα πάνω στην επιφάνεια αυτή. [6]
3. **Υγρασία:** Η υγρασία χωρίζεται σε διάφορες παραμέτρους :
 - Απόλυτη υγρασία ονομάζεται η ποσότητα των υδρατμών που περιέχεται σε 1m^3 αέρα, πρόκειται δηλαδή για την πυκνότητα του αέρα σε υδρατμούς.

- Σχετική υγρασία είναι ο λόγος της ποσότητας ή της μάζας των υδρατμών που περιέχει ο αέρας, προς εκείνη τη ποσότητα ή το βάρος των υδρατμών τους οποίους μπορεί να συμπεριλάβει μέχρις ότου αυτός κορεσθεί.
- Σημείο δρόσου είναι το φαινόμενο κατά το οποίο οι υπάρχοντες υδρατμοί στην ατμόσφαιρα πλησίον του εδάφους συμπυκνώνονται σε μεγάλες σταγόνες νερού που καλύπτουν κάθε αντικείμενο.
- Σημείο παγετού χαρακτηρίζεται το σημείο εκείνο της θερμοκρασίας του αέρα ενός τόπου, όπου οι υφιστάμενοι σ' αυτό υδρατμοί στερεοποιούνται (γίνονται δηλαδή παγοκρύσταλλοι χωρίς να έχουν περάσει από υγρή κατάσταση), δηλαδή η θερμοκρασία του είναι κάτω από 0 °C. [7]

4. **Ηλιοφάνεια:** Ο όρος ηλιοφάνεια συνδέεται με τη 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). Μια προσπάθεια ορισμού της έντονης ηλιοφάνειας για τους μετεωρολογικούς σκοπούς, την καθορίζει ως την αντίθεση μεταξύ μιας οριζόντιας λευκής επιφάνειας και της σκιάς ενός αντικειμένου, το οποίο εμποδίζει την επαφή της ηλιακής ακτίνας με την επιφάνεια αυτή.

Ακτινοβολία : Οι ποικίλες 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 σχηματισμού ενέργειας μέσα στο σύστημα της γήινης ατμόσφαιρας και την διακύμανση της στο χρόνο και το χώρο'
- Ανάλυση των ιδιοτήτων και της κατανομής της ατμόσφαιρας, όσον αφορά τα συστατικά της (όπως όζον, υδρατμοί κ.α.)
- 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 μια αντιπροσωπευτική σειρά καταγραφών των συστατικών της ηλιακής και επιφανειακής ακτινοβολίας.

Ηλιακή ακτινοβολία είναι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του Ήλιου. Ένα μέρος της υπάρχει στην ανώτερη επιφάνεια της γήινης ατμόσφαιρας και καλείται υπεργήινη ηλιακή ακτινοβολία (ολική ακτινοβολία). Το 97% αυτής, περιορίζεται σε φασματική κλίμακα 0.29μm έως 3μm και ονομάζεται μικρού κύματος ακτινοβολία. Το υπόλοιπο 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, 3μm έως 100μm.

5. **Άνεμος:** Ο επιφανειακός άνεμος θεωρείται ως ένα ποσοτικό διάλυσμα δύο συντεταγμένων, που καθορίζονται από δύο τιμές, τη διεύθυνση και την ταχύτητα. Η επέκταση της παραπάνω έννοιας του ανέμου, που χαρακτηρίζεται από γρήγορες διακυμάνσεις, αναφέρεται ως ριπές ανέμου.
6. **Ορατότητα:** Η έννοια της ορατότητας χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό στην μετεωρολογία για την επίτευξη δυο ξεχωριστών σκοπών:
 - Στη συνοπτική και κλιματολογική μετεωρολογία, για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της αέριας μάζας, στην οποία η ορατότητα πρέπει να αντιπροσωπεύει την οπτική κατάσταση της ατμόσφαιρας (π.χ. Ομίχλη είναι το φυσικό φαινόμενο που συμβαίνει στην ατμόσφαιρα, πολύ κοντά στην επιφάνεια του εδάφους ή της θάλασσας, που αποτελείται από πολύ μικρά υδροσταγονίδια προερχόμενα από τη συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας).
 - Αποτελεί μια λειτουργική παράμετρο που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένα κριτήρια για ειδικές εφαρμογές και μετρείται άμεσα σε μονάδες απόστασης της ορατότητας.

7. **Ποιότητα υδάτων:** Οι συστηματικές μετρήσεις της οξύτητας των οβριών υδάτων και η ανίχνευση παραμέτρων ρύπανσης, όπως οξείδιο του αζώτου και του θείου, συμβάλλουν στην επίλυση προβλημάτων διαχείρισης των δασών, προστασίας της γεωργίας και ελέγχου της ατμοσφαιρικής μόλυνσης.

Σημαντικό επίσης είναι να μετριέται η στάθμη και η παροχή των υδατορρευμάτων και των ταμιευτήρων προκειμένου να γίνεται σωστή αξιοποίηση και διαχείριση των υδάτινων πόρων. Κατ' αυτό τον τρόπο αποφεύγεται ο κίνδυνος καταστροφών από πλημμύρες και ξηρασία και ουσιαστικά προστατεύεται ο άνθρωπος και τα υλικά δημιουργήματά του (για παράδειγμα τεχνικά έργα, καλλιέργειες).

8. **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.

9. **Υετός (κατακρήμνιση):** Η κατακρήμνιση (υετός) ορίζεται ως το σύνολο της υγρής ή της; Ισοδύναμης στερεής συμπυκνωμένης ποσότητας υδρατμών, που κατακρημνίζεται στο έδαφος από τον αέρα ή τα νέφη. Περιλαμβάνει τη βροχόπτωση, τη χιονόπτωση, το χαλάζι και την ομίχλη. Η συνολική ποσότητα κατακρήμνισης που φτάνει στο έδαφος σε μια δεδομένη χρονική περίοδο, ισοδυναμεί με το ύψος που θα κάλυπτε (σε υγρή μορφή) την οριζόντια προβολή της επιφάνειας.

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

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

10. **Ύψος νεφών:** Η βάση ενός νέφους ορίζεται ως η χαμηλότερη ζώνη, όπου ο τύπος σκίασης μεταπίπτει από αίθρια ή ελαφρά ομιχλώδη ατμόσφαιρας σε σταγονίδια νερού ή κρυσταλλικούς σχηματισμούς πάγου. Τα κείμενα σωματίδια υπό της βάση νέφους, που προκαλούν την σκίαση, δείχνουν μια

φασματική επιλεκτικότητα. Αντίθετα μέσα στο νέφος δε συμβαίνει κάτι ανάλογο, αφού η μεταλλαγή έγκειται στη διαφοροποίηση του μεγέθους των μετεχόντων σταγονιδίων νερού. Το ύψος των νεφών ποικίλει σημαντικά με τον χρόνο και την θέση πάνω από τη περιοχή των παρατηρήσεων.

Η μέτρηση του ύψους των νεφών για μιας περιορισμένης εμβέλειας επιφάνεια (κάτω των 5km), επιτελείται με τους μετρητές ύψους νεφών.

11. **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 το σχεδιασμό και τη λειτουργία των ταμιευτήρων, των αρδευτικών και των αποστραγγιστικών συστημάτων, ιδιαίτερα σε ξηρές και ημίξηρες ζώνες.[6]

Κεφάλαιο 3: Όργανα Μέτρησης

Τα όργανα μέτρησης που χρησιμοποιούνται στους μετεωρολογικούς σταθμούς είναι τα αντίστοιχα με τις μετεωρολογικές παραμέτρους που θέλουμε να εξετάσουμε .

3.1 Όργανα μέτρησης θερμοκρασίας: Κατ' αρχάς τα όργανα για τη μέτρηση της θερμοκρασίας θα πρέπει να προστατεύονται από κάθε είδους ακτινοβολία προερχόμενη από τον ήλιο, τα σύννεφα, το έδαφος και τα γύρω διάφορα αντικείμενα. Επίσης θα πρέπει να αερίζονται επαρκώς και να προστατεύεται από τον υετό. Η θερμοκρασία του χώρου μέσα στον οποίο είναι τοποθετημένο το θερμόμετρο πρέπει να είναι η ίδια με αυτήν του εξωτερικού χώρου. Για το λόγο αυτό τα τοιχώματα του κλωβού αποτελούνται από διπλή σειρά περσίδων και το δάπεδο είναι κατασκευασμένο από κλιμακωτές σανίδες ξύλου. Η οροφή αποτελείται και αυτή από δύο επίπεδα για καλό αερισμό.

Το μεγιστοβάθμιο θερμόμετρο πρέπει να είναι υδραργυρικό με μία στένωση μεταξύ του δοχείου και της κλίμακας. Τοποθετείται με γωνία 2° περίπου ως προς το οριζόντιο επίπεδο με το δοχείο προς το χαμηλότερο σημείο ώστε η υδραργυρική στήλη στο σημείο στένωσης να αντιστέκεται στη δύναμη που αναπτύσσεται λόγω βαρύτητας.

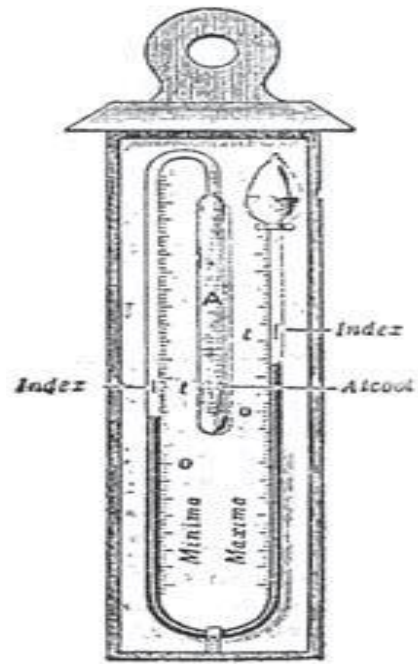
Στα ελαχιστοβάθμια θερμόμετρα συνήθως χρησιμοποιείται αιθυλική αλκοόλη, πεντάνιο ή τολουόλη. Το ελαχιστοβάθμιο θερμόμετρο εδάφους δείχνει την ελάχιστη θερμοκρασία που σημειώθηκε κατά τη διάρκεια της νύχτας κατόπιν ελεύθερης έκθεσης του οργάνου επάνω από κοντό γρασίδι. Αναρτάται κατά τρόπο που να σχηματίζει γωνία 2° με το οριζόντιο επίπεδο και σε ύψος 25 έως 50mm επάνω από το έδαφος ακουμπώντας στην άκρη της χλόης. Το θερμόμετρο ετοιμάζεται μία ώρα από πριν τη δύση του ήλιου την προηγούμενη μέρα, εκτίθεται καθ' όλη τη διάρκεια της νύχτας και η ένδειξη διαβάζεται το πρωί.

Όσον αφορά τα θερμόμετρα εδάφους, αυτά τοποθετούνται σε βάθος 5, 10, 20, 50 και 100mm κάτω από το έδαφος. Εκτός αυτών μπορούν να προστεθούν και άλλα θερμόμετρα σε άλλα βάθη. Τοποθετούνται σε μία τετράγωνη έκταση πλευράς 75cm σε γυμνό έδαφος του γύρω χώρου. Είναι σημαντικό να είναι γνωστός ο τύπος του εδάφους, το είδος της κάλυψης του και η κλίση και η διεύθυνση της κλίσης του εδάφους.

Όπως παρατηρούμε (Εικόνα 1) στο πάνω μέρος βλέπουμε το ελαχιστοβάθμιο θερμόμετρο ενώ στο κάτω το μεγιστοβάθμιο θερμόμετρο. Στην αριστερή πλευρά παρουσιάζεται ο θερμογράφος.



Εικόνα 1 ελαχιστοβάθμιο, μεγιστοβάθμιο θερμόμετρο και θερμογράφος.

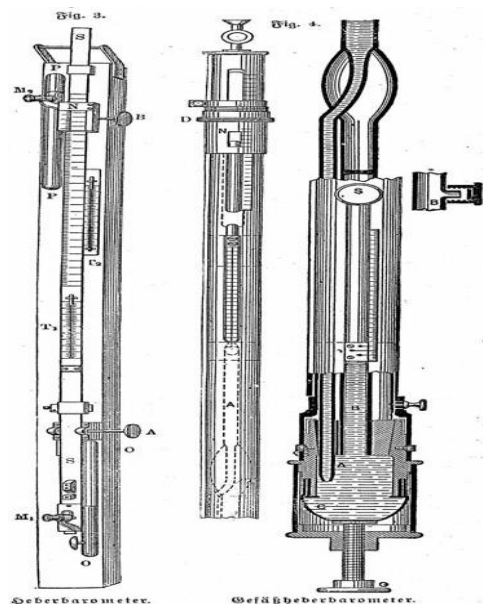


Εικόνα 2 Θερμόμετρο Μέγιστης – Ελάχιστης Θερμοκρασίας

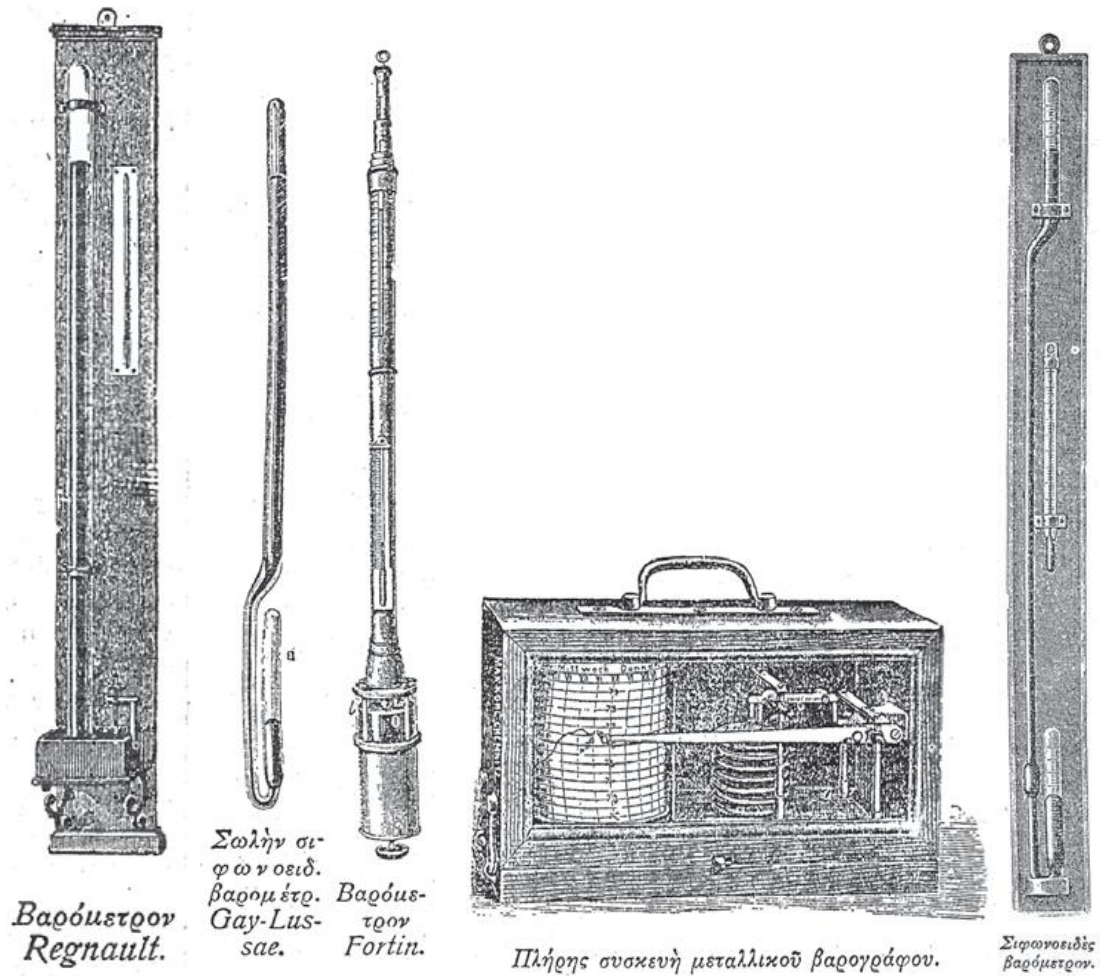


Εικόνα 3 Θερμόμετρο με διπλή μεταλλική ταινία

3.2 **Όργανα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης:** Η θέση τοποθέτησης του βαρόμετρου με υδραργυρική λεκάνη (*Εικόνα 1*) πρέπει να επιλέγεται με μεγάλη προσοχή. Οι κυριότερες απαιτήσεις για τη θέση του οργάνου είναι η ομοιόμορφη θερμοκρασία, η στερεή και κατακόρυφη τοποθέτηση και η προστασία από απότομους χειρισμούς. Το όργανο μπορεί να αναρτηθεί μέσα σε ένα δωμάτιο, σε τέτοια θέση ώστε η θερμοκρασία να παραμένει σχεδόν σταθερή ή να μην παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις. Τα όργανα θα πρέπει να προστατεύονται από την απευθείας ηλιακή ακτινοβολία και να μην τοποθετούνται κοντά σε συστήματα θέρμανσης ή σε μέρη που υπάρχει ρεύμα αέρα. Για μεγαλύτερη ακρίβεια των μετρήσεων του υδραργυρικού βαρόμετρου, θα πρέπει αυτό να τοποθετείται σε ισόγειο δωμάτιο χωρίς παράθυρα, μη θερμαινόμενο, χρησιμοποιώντας μόνο ένα μικρό ηλεκτρικό φανό για την ανάγνωση των μετρήσεων ώστε να εμποδίζεται η οποιαδήποτε θέρμανση του χώρου. Επίσης, η θέση τοποθέτησης δε θα πρέπει να υπόκειται σε κραδασμούς. Η υδραργυρική στήλη του οργάνου πρέπει να είναι κατακόρυφη γιατί διαφορετικά παρουσιάζονται σημαντικά λάθη στην ανάγνωση. Για την προστασία του οργάνου από τους απότομους χειρισμούς, σκόνη και ρεύματα αέρα, συνίσταται να τοποθετείται μέσα σε μια ξύλινη θήκη στην οποία όμως να υπάρχει καλός αερισμός.



Εικόνα 4 Βαρόμετρο με Υδραργυρική Λεκάνη.



Εικόνα 5 Διάφοροι τύποι Βαρομέτρων που χρησιμοποιούνταν παλιά



Βαρόμετρον Bourdon.

Εικόνα 6 Βαρόμετρο τύπου Bourdon

3.3 Όργανα μέτρησης της υγρασίας: Τα όργανα μέτρησης της υγρασίας πρέπει να ικανοποιούν τις παρακάτω συνθήκες εγκατάστασης τους:

- a. Τα δοχεία του υγρού και του ξηρού θερμομέτρου πρέπει να αερίζονται καλά και να προστατεύονται από την ηλιακή ακτινοβολία.
- b. Σε σταθμούς στο υψόμετρο της μέσης στάθμης της θάλασσας ο άνεμος που διέρχεται από τα δύο δοχεία των θερμομέτρων δεν πρέπει να έχει ένταση μικρότερη των 2.5m/s ούτε μεγαλύτερη των 10m/s. Για σταθμούς σε διαφορετικά ύψη τα όρια ταχύτητας του πνέοντος ανέμου θα πρέπει να είναι αντιστρόφως ανάλογα της πυκνότητας της ατμόσφαιρας.
- c. Τα δύο θερμομέτρα θα πρέπει να είναι επαρκώς μακριά μεταξύ τους για να μην επηρεάζονται οι ενδείξεις τους.
- d. Το νερό που χρειάζεται για τη λειτουργία του υγρού θερμομέτρου θα πρέπει να φθάνει εύκολα στο δοχείο ώστε να δίνει σωστά τη θερμοκρασία του υγρού θερμομέτρου. Το ύφασμα θα πρέπει να εφαρμόζει καλά γύρω από το δοχείο και αν εκτείνεται τουλάχιστον 2cm προς τα κάτω, προς το δοχείο με το νερό.
- e. Οι μετρήσεις θα πρέπει να λαμβάνονται σε ύψος 1.25 μέχρι 2m πάνω από το έδαφος.

Το ψυχρόμετρο χρησιμοποιείται κυρίως στους κλιματολογικούς σταθμούς. Το δοχείο με το νερό συνίσταται να τοποθετείται προς τη πλευρά του θερμομέτρου και με το στόμιο του στο ίδιο ή ελαφρά χαμηλότερο ύψος από το επάνω άκρο του δοχείου του θερμομέτρου. Το φυτίλι πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένο. Το ύφασμα όσο και το φυτίλι πρέπει να είναι λεπτά και πριν την τοποθέτησή τους να πλυθούν καλά με καθαρό σαπούνι και να ξεπλυθούν με αποσταγμένο νερό. Επίσης, δεν πρέπει να υπάρχουν ρύποι επάνω τους και για το λόγο αυτό ο παρατηρητής θα πρέπει να έχει τα χέρια του καθαρά γι' αυτό και είναι προτιμότερο να χρησιμοποιείται πάντα αποσταγμένο νερό.

Τέλος, όσον αφορά τους υδρογράφους τριχός (*Εικόνα 3*) πρέπει και αυτοί να τοποθετούνται μέσα στον κλωβό. Επειδή η αμμωνία καταστρέφει τις τρίχες θα πρέπει ο κλωβός να βρίσκεται μακριά από στάβλους και βιομηχανικές εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν ή παράγουν αμμωνία. Οι τρίχες πρέπει να

πλένονται τακτικά με αποσταγμένο νερό χρησιμοποιώντας μία μαλακή βούρτσα για να απομακρύνεται η σκόνη.[8]



Εικόνα 7 Υγρόμετρο Τρίχας.

Η Εικόνα 7 παρουσιάζει ένα υγρόμετρο τρίχας. Όσον αφορά το ψυχρόμετρο που έχει περιγραφεί παραπάνω ο τρόπος κατά τον οποίο τοποθετείται παρουσιάζεται στην Εικόνα 8, όπου το βλέπουμε να έχει εγκατασταθεί στο κέντρο του κλωβού καθέτως. Αριστερά πρόκειται για ξηρό και δεξιά για υγρό θερμομέτρο. Κάτω δεξιά βλέπουμε και τον υδρογράφο τριχός.



Εικόνα 8 Εγκατάσταση υδρογράφου

3.4 Όργανα μέτρησης ηλιοφάνειας - ακτινοβολίας: Τα συνήθη όργανα που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ηλιοφάνειας και της ακτινοβολίας είναι οι ηλιογράφοι, τα πυρανόμετρα και τα πυρηλιόμετρα.

- **Ηλιογράφοι:** Πρόκειται για αυτόνομο όργανο που μετρά την ημερήσια ηλιοφάνεια, δηλαδή πόσες ώρες οι ακτίνες του ηλιακού φωτός δεν εμποδίζονταν από σύννεφα στη διάρκεια μιας ημέρας. Περισσότερο διαδεδομένοι σε χρήση ηλιογράφοι είναι του Campbell Stokes και του Marvin τα ονόματα των οποίων και φέρουν.

Ο ηλιογράφος Cambell ή Cambell-Stokes αποτελείται από μια γυάλινη σφαίρα που φέρεται επί μεταλλικού στελέχους σε μεταλλική βάση. Η σφαίρα αυτή από το πίσω μέρος και σε μικρή απόσταση σχεδόν περιβάλλεται από μια ομόκεντρη σφαιρική ζώνη σε μορφή ζωδιακού που μπροστά όμως παραμένει ανοικτή. Στο εσωτερικό αυτής της σφαιρικής ζώνης τοποθετείται ειδική χάρτινη ταινία συνήθως χρώματος ανοικτού γαλάζιου.

Κατά την διάρκεια της ημέρας όταν οι ακτίνες του ήλιου δεν εμποδίζονται από σύννεφα η θερμική ενέργεια του Ήλιου που συγκεντρώνεται στην κυρία εστία της σφαίρας που αντανακλά στη χάρτινη ταινία καίει αυτή σχηματίζοντας έτσι μια συνεχή γραμμή ή τόξο (σύνολο ίχνους καμένων σημείων). Αν αντίθετα κατά την διάρκεια της ημέρας εμποδίζεται περιοδικά τότε περιοδικά καμένα τμήματα θα παρουσιάζει και η ταινία. Όταν τύχει ημέρα νεφοσκεπής τότε η χάρτινη ταινία δεν θα περιέχει ούτε ένα ίχνος καμένου σημείου.

Η ταινία του ηλιογράφου φέρει 8 κάθετες διαγραμμίσεις που αντιστοιχούν σε 9 ώρες με ενδιάμεσες της ημίσειας ώρας ενώ τα οριζόντια καμένα τμήματα λαμβάνουν λατινικά γράμματα π.χ. A, B, C, κ.λπ. Εύλογο θεωρείται ότι η ταινία αυτή αντικαθίσταται καθημερινά μετά την δύση του Ηλίου.

Ο ηλιογράφος τοποθετείται με τέτοιο προσανατολισμό ώστε οι ηλιακές ακτίνες καθ' όλη την ημέρα προσπίπτοντας στη σφαίρα να αντανακλώνται στη ταινία. Επειδή τα μεσημβρινά ύψη του Ηλίου και τα ημερήσια τόξα του δεν είναι τα ίδια για κάθε ημέρα στο εσωτερικό της σφαιρικής ζώνης υπάρχουν τρεις αυλακώσεις για την τοποθέτηση της κατάλληλης ταινίας κατά εποχή.

Ο ηλιογράφος Marvin μοιάζει με μικρή διαφανή ευθύγραμμη λάμπα φθορισμού. Στηρίζεται σε κάθετο στέλεχος στο οποίο και στερεώνεται το μέσον του οργάνου, σχεδόν σε οριζόντια θέση. Η καταγραφή της ηλιοφάνειας στο όργανο αυτό γίνεται με ηλεκτρική μέθοδο.

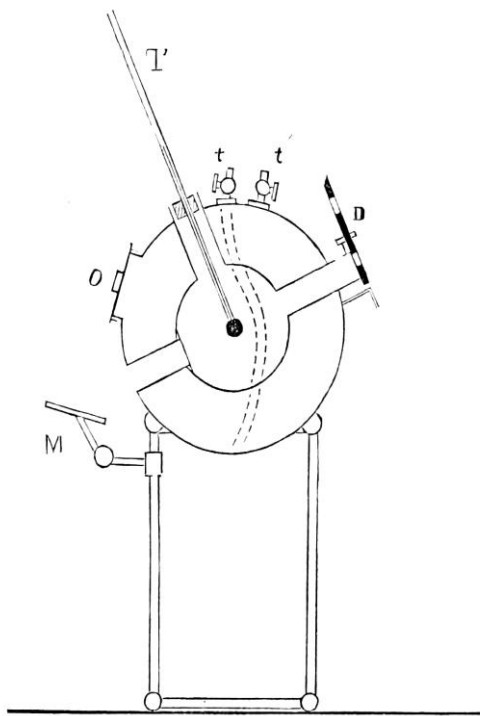
- Πυρανόμετρα: Ο αισθητήρας του πυρανόμετρου είναι μια επίπεδη θερμοστήλη που είναι καλυμμένη από ειδικό μαύρο επίχρισμα με απορροφητική ικανότητα ανεξάρτητη του μήκους κύματος. Πρέπει να σημειωθεί ότι η απόκριση του οργάνου είναι ανεξάρτητη της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Η πλευρά του αισθητήρα που είναι επιχρισμένη καλύπτεται από δύο ομόκεντρες διαφανείς ημισφαιρικές επιφάνειες, οι οποίες θα πρέπει να καθορίζονται συχνά. Πρέπει να τοποθετείται οριζόντια χωρίς ταλαντώσεις, να αποφεύγονται οι σκιάσεις από άλλα αντικείμενα και να μη γίνονται παρεμβολές ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Τοποθετείται κοντά σε ηλιακούς συλλέκτες με την επιφάνεια του αισθητήρα στο επίπεδο του πίνακα.
- Πυρηλιόμετρα: Με το πυρηλιόμετρο επιτυγχάνεται ο προσδιορισμός της άμεσης, διάχυτης και ολικής ακτινοβολίας του ήλιου. Τα κύρια μέρη του πυρηλιομέτρου είναι ένα θερμοηλεκτρικό ζεύγος, το οποίο αποτελεί και τον αισθητήρα του οργάνου, και ένα ευαίσθητο γαλβανόμετρο με το οποίο συνδέεται αυτό το ζεύγος.[9]



Εικόνα 9 Αισθητήρας Διάρκειας ηλιοφάνειας



Εικόνα 10 Πυρανόμετρο



Εικόνα 11 Πυρηλιόμετρο



Εικόνα 12 Ηλιογράφος

3.5 Όργανα μέτρησης του ανέμου: Λόγω του οριακού στρώματος, η ταχύτητα του ανέμου μεταβάλλεται σημαντικά στα πρώτα 10m πάνω από το έδαφος. Επίσης, σε περιπτώσεις που στην περιοχή γύρω από το όργανο υπάρχουν εμπόδια, φυσικά ή τεχνικά, μεταβάλλεται και η διεύθυνση του ανέμου. Για το λόγο αυτό ορίζεται ένα σταθερό ύψος τοποθέτησης των οργάνων μέτρησης του ανέμου. Ο WMO καθόρισε το ύψος αυτό στα 10m επάνω από επίπεδη και ανοιχτή γεωγραφική τοποθεσία. Ο όρος «ανοιχτή τοποθεσία» σημαίνει ότι η απόσταση μεταξύ του ανεμόμετρου και του κοντινότερου εμποδίου πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 φορές το ύψος του εμποδίου. Εάν το ανεμόμετρο δεν είναι τοποθετημένο στα 10m, μπορεί η ταχύτητα του ανέμου να αναχθεί στο ύψος των 10m χρησιμοποιώντας τον τύπο του Hellman [8]:

$$V_h = V_{10} * [0.233 + 0.656 * \log_{10}(h + 4.75)]$$

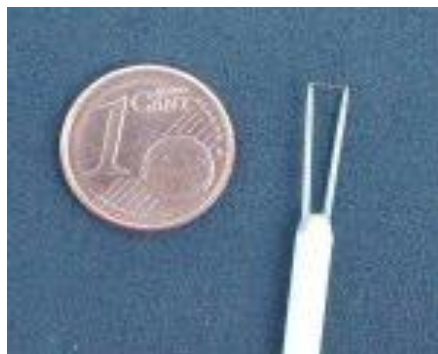
Όπου V_h η ταχύτητα του ανέμου μετρηθείσα στα ύψος h και V_{10} η ταχύτητα του ανέμου στα 10m.



Εικόνα 13α Τυπικό Ανεμόμετρο (Cup Anemometer).



Εικόνα 13β Ανεμόμετρο τεχνολογίας υπερήχων (Sonic Anemometer).



Εικόνα 13γ Ανεμόμετρο τεχνολογίας θερμαινόμενου νήματος (Hot – Wire Anemometer).



Εικόνα 14 Εγκατάσταση Ανεμόμετρου

3.6 Όργανα μέτρησης της στάθμης – παροχής και ποιότητας υδάτων: Η στάθμη των υδατορρευμάτων και των ταμιευτήρων μετριέται είτε περιοδικά με το σταθμήμετρο είτε συνεχώς με το σταθμηγράφο (Εικόνα 5) ενώ η παροχή συνήθως υπολογίζεται έμμεσα, από τη μέτρηση της ταχύτητας ροής με τη χρήση μιλίσκου (Εικόνα 6) και τον υπολογισμό του εμβαδού της υγρής διατομής.

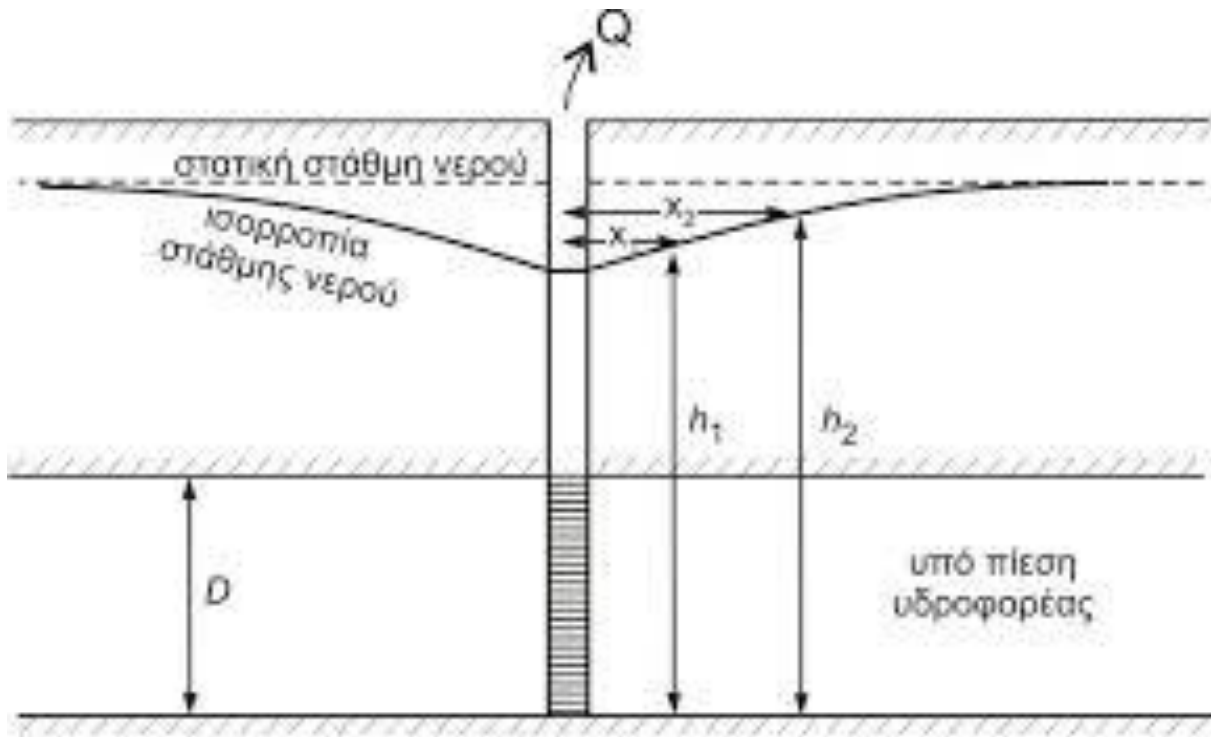
Το σταθμήμετρο είναι ένας βαθμονομημένος πάσσαλος τοποθετημένος κάθετα στην όχθη του ποταμού, σε σταθερό σημείο έτσι ώστε να μην επηρεάζεται από την τύρβη ή το κυματισμό. Μπορεί να είναι κατάλληλα προσαρμοσμένος στα βάθρα γέφυρας στη ανάντη πλευρά του ποταμού αλλά και σε στήλες από σκυρόδεμα.

Ο σταθμηγράφος είναι όργανο συνεχούς καταγραφής και η λειτουργία του βασίζεται σε κινούμενο πλωτήρα ο οποίος ενεργοποιεί μέσω τροχαλίας μια πένα που σημειώνει τη στάθμη σε ταινία τοποθετημένη σε περιστρεφόμενο τύμπανο..

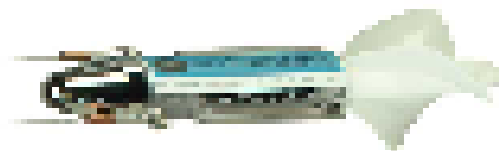
Ο μιλίσκος (Εικόνα 6) αποτελείται είτε από έξι κύπελλα είτε από έλικα που περιστρέφονται κάθετα στη ροή του νερού για τον υπολογισμό της ταχύτητας ροής.

Όσον αφορά τώρα τα όργανα που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ποιότητας των υδάτων, πρόκειται για αισθητήρες οι οποίοι μετράνε τη θερμοκρασία, την αγωγιμότητα, το pH, τη περιεκτικότητα σε άλατα και σε διαλυμένο οξυγόνο των υδάτων. Έχοντας όλες αυτές τις μετρήσεις μπορούμε να

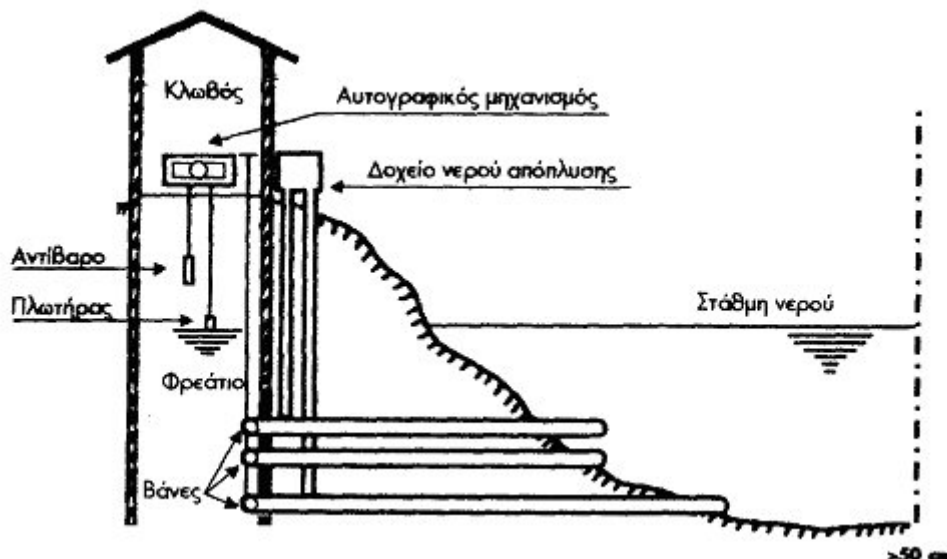
καταλάβουμε εάν το νερό είναι για παράδειγμα πόσιμο ή εάν κάνει για πότισμα γεωργικών προϊόντων, εάν είναι μολυσμένο από την ατμόσφαιρα κτλ.



Εικόνα 15 Σταθμηγράφος.



Εικόνα 16 Μυλίσκος.



Εικόνα 17 Τοπική Εγκατάσταση Σταθμηγράφου.



Εικόνα 18 Αισθητήρας μέτρησης ποιότητας υδάτων

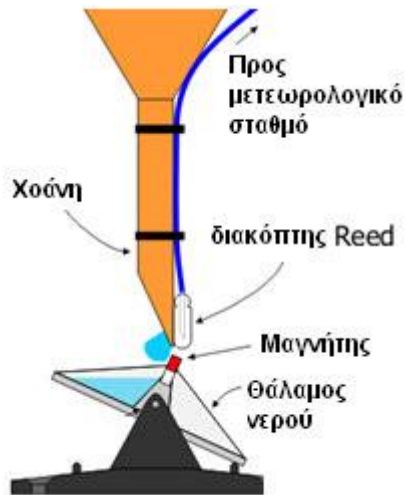
3.7 Όργανα μέτρησης υετού (βροχόμετρο, χιονόμετρο κλπ, μηχανικά και αυτόματα): Στην επιλογή της θέσης εγκατάστασης οργάνων για τη μέτρηση υετού θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψη η μεταβολή των χαρακτηριστικών του ανέμου (διεύθυνση και ένταση) καθ' ύψος καθώς και η μορφολογία του εδάφους που αλλάζει το διάνυσμα του ανέμου. Οι επιπτώσεις αυτές ελαττώνονται όταν επιλέγεται μια προστατευμένη τοποθεσία ώστε τα γύρω εμπόδια να μην εμποδίζουν τη συλλογή του υετού ή να καθιστούν τη ροή του ανέμου οριζόντια επάνω από το στόμιο του οργάνου χρησιμοποιώντας μία από τις κάτωθι τεχνικές (η παρουσίαση τους γίνεται κατά σειρά ελάττωσης της αποτελεσματικότητάς τους):

- a. Σε περιοχές με ομογενή πυκνή βλάστηση, το ύψος της βλάστησης θα πρέπει να διατηρείται σταθερό στο επίπεδο του στομίου του οργάνου με τακτικό κόψιμο.
- b. Σε άλλες περιοχές, το αποτέλεσμα της πρώτης τεχνικής επιτυγχάνεται με κατάλληλες κατασκευές φράχτη.
- c. Με τη χρησιμοποίηση ασπίδων ανέμου γύρω από το όργανο

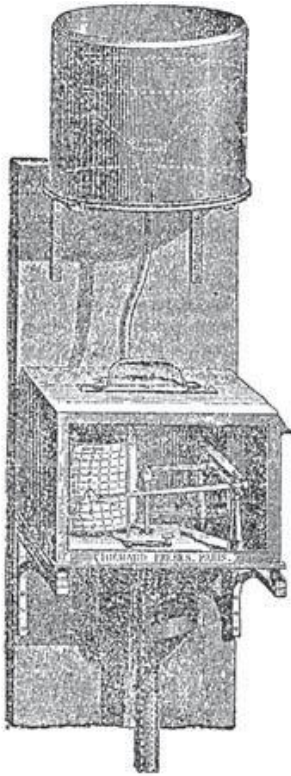
Γενικά τα εμπόδια δεν θα πρέπει να βρίσκονται μέσα σε μία περιφέρεια ακτίνας δύο φορές τουλάχιστον την υψομετρική διαφορά τους από το στόμιο του οργάνου. Περιοχές με κλίση ή οροφές οικοδομημάτων θα πρέπει να αποφεύγονται. Το έδαφος γύρω από τα όργανα μέτρησης υετού θα πρέπει να καλύπτεται με κοντό γρασίδι ή χαλίκια ή μεγάλες επίπεδες πλάκες όχι όμως από μπετόν. Οι τοποθεσίες για την εγκατάσταση οργάνων μέτρησης της χιονόπτωσης ή της χιονοκάλυψης θα πρέπει να προστατεύονται αποτελεσματικά από τον άνεμο έτσι ώστε να αποφεύγεται το μεταφερόμενο χιόνι. Τα καλύτερα μέρη για τα όργανα αυτά είναι μεγάλα ανοίγματα μέσα στο δάσος ή σε περιβόλια ανάμεσα σε δένδρα, σε χαμηλά δένδρα ή σε θάμνους μέσα σε δάση ή σε οποιοδήποτε άλλο μέρος που ελαττώνει τον άνεμο.[8]



Εικόνα 19 Βροχόμετρο



Εικόνα 20 Ηλεκτρονικός συλλέκτης βροχής



*Βροχογράφος Richard
διὰ πλωτήρος.
[Λειτουργῶν ἐν τῷ Ἀστεροσκοπείῳ
Ἀθηνῶν.]*

Εικόνα 21 Βροχογράφος, αυτογραφικό ὄργανο που κατέγραφε την ὥρα, τη διάρκεια και το ὕψος της βροχής



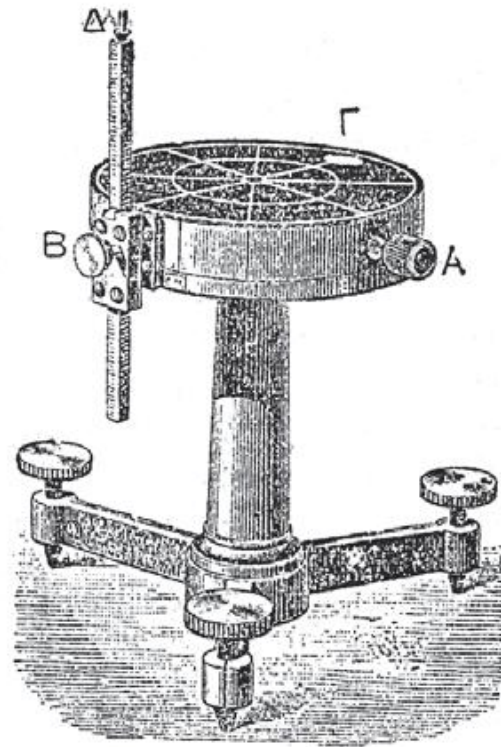
Εικόνα 22 Χιονόμετρο

3.8 Όργανα μέτρησης ύψους νεφών (νεφοσκόπιο): Χρησιμοποιείται για να μετρήσει τη ταχύτητα και τη κατεύθυνση κίνησης των νεφών.

Διαχωρίζεται σε δυο τύπους:

- Νεφοσκόπιο πλέγματος (Grid Nephoscope): Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται σε μια συστοιχία από μπάρες τοποθετημένες οριζόντια στο τέλος μιας κάθετης στήλης, δίνοντας έτσι την δυνατότητα να μπορούν να μετακινηθούν ελεύθερα πάνω στο κάθετο άξονα. Ο παρατηρητής θα πρέπει να περιστρέψει κατάλληλα τη συστοιχία των μπαρών έτσι ώστε το σύνολο των νεφών να κινείται παράλληλα προς αυτές. Η αζιμουθιακή γωνία που δημιουργούν οι μπάρες είναι και η διεύθυνση των νεφών.
- Νεφοσκόπιο καθρέπτη (Mirror Nephoscope): Η αρχή λειτουργίας του στηρίζεται στη χρήση 2 κυρίως στοιχείων, ενός μαύρου καθρέπτη και ενός ενδείκτη. Ο μαύρος καθρέπτης είναι χαραγμένος με κατάλληλους ομόκεντρους κύκλους και είναι τοποθετημένος πάνω σε ένα τρίποδα. Ο ενδείκτης κινείται περιμετρικά ως προς το κέντρο του καθρέπτη αλλά και σε έναν κάθετο άξονα. Ο παρατηρητής θα πρέπει να προσανατολίζει το καθρέπτη έτσι ώστε να δείχνει το πραγματικό βορρά και έπειτα να ρυθμίζει τον ενδείκτη έτσι ώστε τα σύννεφα να

βρίσκονται στο κέντρο του καθρέπτη. Η κατεύθυνση των νεφών διαγράφεται πάνω στις διαγραμμώσεις του καθρέπτη.[10]



Νεφροσκόπιον Fineman.

Εικόνα 23 Νεφροσκόπιο

3.9 Όργανα μέτρησης της εξάτμισης: Τα όργανα μέτρησης της εξάτμισης πρέπει να τοποθετούνται σε μέρη σχεδόν επίπεδα και ελεύθερα από εμπόδια, όπως δέντρα, κτίρια, θάμνοι ή καλύμματα άλλων οργάνων. Τα εμπόδια θα πρέπει να απέχουν από τα όργανα τουλάχιστον 4 φορές το ύψος τους επάνω από τη στάθμη της λεκάνης εξάτμισης. Μία έκταση σχήματος τετραγώνου με πλευρά 4m είναι ιδανική για την εγκατάσταση οργάνων εξάτμισης εκτός εάν η περιοχή αρδεύεται οπότε απαιτείται πλευρά τετραγώνου 40m. Τα όργανα πρέπει να προστατεύονται με φράχτη ώστε να εμποδίζει τα ζώα να πλησιάζουν τη λεκάνη και ταυτόχρονα η κατασκευή του να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει στον άνεμο να περνά ανεμπόδιστα.[8]



Εικόνα 24 Εξατμισόμετρο

Κεφάλαιο 4: Είδη Μετεωρολογικών Σταθμών

Οι μετεωρολογικοί σταθμοί κατατάσσονται σε κατηγορίες ανάλογα με το έργο τους. Η κατάταξη τους γίνεται με βάση των οδηγιών του World Meteorological Organization (WMO). Οι κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται είναι οι ακόλουθες [3], [8]:

- 4.1 Συνοπτικός Μετεωρολογικός σταθμός
- 4.2 Κλιματολογικός μετεωρολογικός σταθμός
- 4.3 Γεωργικός μετεωρολογικός σταθμός
- 4.4 Ειδικός μετεωρολογικός σταθμός
- 4.5 Βροχομετρικός μετεωρολογικός σταθμός
- 4.6 Σταθμημετρικός μετεωρολογικός σταθμός

Ανάλογα με το είδος του μετεωρολογικού σταθμού ο WMO έχει καθορίσει ποιες μετρήσεις πρέπει να λαμβάνονται ανά κατηγορία σταθμού:

4.1 Συνοπτικός Μετεωρολογικός σταθμός:

- Παρών καιρός
- Παρελθών καιρός
- Διεύθυνση και ένταση ανέμου
- Νεφοκάλυψη
- Τύπος νεφών
- Ύψος βάσης νεφών
- Ορατότητα
- Θερμοκρασία
- Υγρασία
- Ατμοσφαιρική πίεση
- Τάση ατμοσφαιρικής πίεσης
- Χαρακτηριστικό τάσης
- Μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία
- Ποσότητα υετού
- Κατάσταση εδάφους

- Διεύθυνση κίνησης των νεφών
- Ειδικά φαινόμενα (π.χ. τροπικοί κυκλώνες, μέγεθος χαλαζόκοκκων, ορογραφικά νέφοι κ.α.)

4.2 Κλιματολογικός μετεωρολογικός σταθμός

- Καιρός
- Διεύθυνση και ένταση ανέμου
- Νεφοκάλυψη
- Τύπος νεφών
- Ύψος βάσης νεφών
- Ορατότητα
- Θερμοκρασία
- Υγρασία
- Ατμοσφαιρική πίεση
- Υετός
- Χιονοκάλυψη
- Ηλιοφάνεια
- Θερμοκρασίες εδάφους

4.3 Γεωργικός μετεωρολογικός σταθμός

Οι γεωργικοί σταθμοί εκτελούν όλες τις μετρήσεις των κλιματολογικών σταθμών αλλά είναι δυνατόν να περιλάβουν και μερικές από τις παρακάτω μετρήσεις.

I. Παρατηρήσεις του φυσικού περιβάλλοντος

- Θερμοκρασία και υγρασία του αέρα σε διαφορετικά επίπεδα στο στρώμα κοντά στο έδαφος, δηλαδή από το έδαφος μέχρι το ύψος των 10m περίπου επάνω από την ανώτερη επιφάνεια της καλλιέργειας, περιλαμβανομένων και των άκρων τιμών σε κάθε επίπεδο.
- Θερμοκρασία εδάφους στα βάθη των 5, 10, 20, 50 και 100cm αλλά και σε πρόσθετα βάθη σε δασώδεις περιοχές για ειδικούς σκοπούς.
- Νερό εδάφους (ογκομετρικό περιεχόμενο) σε διάφορα βάθη
- Αναταράξεις και ανάμιξη του αέρα στο κατώτερο στρώμα

- Υδρομετέωρα που περιλαμβάνουν χάλαζα, δρόσο, όμιχλη, εξάτμιση από το έδαφος και υπό υδάτινη επιφάνεια, διαπνοή από καλλιέργειες ή φυτά, περιόδους βροχόπτωσης, απορροή.
- Ηλιοφάνεια, ολική και καθαρή ακτινοβολία
- Παρατηρήσεις συνθηκών καιρού καταστροφικών για τις καλλιέργειες, όπως είναι ο παγετός, το χάλαζι, η ξηρασία, οι πλημμύρες και οι θερμοί και ξηροί άνεμοι
- Παρατηρήσεις για καταστροφές που προκαλούνται από αμμοθύελλες, κονιορτοθύελλες, ατμοσφαιρική ρύπανση και εναπόθεση στο έδαφος, φωτιές σε δάση και θαμνώδεις - χαμηλής βλάστησης εκτάσεις

II. Παρατηρήσεις του βιολογικού περιβάλλοντος

- Φαινολογικές παρατηρήσεις
- Παρατηρήσεις για την εύρεση βιοκλιματικών σχέσεων
- Παρατηρήσεις για ποιοτική και ποσοτική απόδοση των φυτικών καλλιεργειών και ζωικών προϊόντων
- Παρατηρήσεις για άμεσες καταστροφές των καλλιεργειών και των ζώων, όπως ο παγετός, το χάλαζι, η ξηρασία, οι πλημμύρες και οι θυελλώδεις άνεμοι.
- Παρατηρήσεις για καταστροφές που προκαλούνται από αμμοθύελλες, κονιοθύελλες, ατμοσφαιρική ρύπανση και φωτιές σε δάση και θαμνώδεις – χαμηλής βλάστησης περιοχές.

Για τη μέτρηση κάθε μιας από τις παραπάνω μεταβλητές χρειάζεται και το αντίστοιχο όργανο, εκτός από τις περιπτώσεις που η μέτρηση γίνεται με υποκειμενική εκτίμηση του παρατηρητή.

4.4 Βροχομετρικός μετεωρολογικός σταθμός

- Βροχόπτωση

4.5 Σταθμημετρικός μετεωρολογικός σταθμός

- Στάθμη
- Παροχή

4.6 Αυτόματοι μετεωρολογικοί σταθμοί

- Ατμοσφαιρική πίεση
- Θερμοκρασία
- Υγρασία
- Άνεμος
- Κατακρήμνιση
- Ηλιοφάνεια
- Ύψος νεφών
- Εξάτμιση
- Ορατότητα
- Ποιότητα υδάτων
- Εδαφική υγρασία
- Ακτινοβολία

Κεφάλαιο 5: Αυτόματοι Μετεωρολογικοί σταθμοί

Επιλογή Τύπου Μετεωρολογικού Σταθμού

Ο μετεωρολογικός σταθμός που θέλουμε να εγκαταστήσουμε είναι αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός τύπου Davis.

Επιλογή Θέσης Εγκατάστασης

Οι οδηγοί που εκδίδει ο Παγκόσμιος Μετεωρολογικός Οργανισμός (WMO) θα είναι η βάση μας, σε αυτό το σημείο, προκειμένου να γίνει μια ορθή μελέτη εγκατάστασης ενός μετεωρολογικού σταθμού.

Με βάση τις προδιαγραφές αυτές θα καθοδηγηθούμε για να επιλεγεί η θέση που θα τοποθετηθεί ο μετεωρολογικός σταθμός καθώς και τα όργανα που θα χρειαστεί να τοποθετηθούν αναλόγως των φαινομένων που θέλουμε να παρατηρήσουμε.

Το επόμενο που πρέπει να αποφασισθεί είναι η θέση στην οποία θα εγκατασταθεί, σε αυτό το σημείο θα βοηθήσουν τα κριτήρια επιλογής θέσης που έχουν τεθεί από τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό.

Γνωρίζοντας πως οι μετεωρολογικές υπηρεσίες έχουν περιορισμένους προϋπολογισμούς επιλέγεται η εγκατάσταση να γίνει εντός του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος του Πειραιά προκειμένου να περιοριστούν τα κόστη όσο περισσότερο γίνεται.

Ο χώρος στον οποίο επιλέχθηκε να γίνει η εγκατάσταση έχει γενικά σταθερές κλιματολογικές συνθήκες και είναι και αντιπροσωπευτικός της γύρω περιοχής.

Λόγω ότι, γενικά, η γύρω περιοχή είναι πυκνοκατοικημένη, με αρκετά εμπόδια δηλαδή (για παράδειγμα ψηλά κτίρια κτλ) η θέση που προτάθηκε είναι ιδανική για την παρακολούθηση φαινομένων που λαμβάνουν χώρα αυτή.

Όσον αφορά τώρα τη πρόσβαση στο μετεωρολογικό αυτό σταθμό είναι εύκολη διότι θα τοποθετηθεί σε τέτοιο σημείο όπου οι μελετητές καθώς και το προσωπικό συντήρησης θα μπορούν να πηγαίνουν ανά τακτά χρονικά διαστήματα, αυτό θα βοηθήσει πολύ και σε τυχόν βλάβες διότι θα διορθώνονται πολύ γρήγορα και θα υπάρχει αξιοπιστία των μετρήσεων εν' αντιθέσει με άλλους σταθμούς που δεν είναι εύκολη η πρόσβαση τους ή δεν είναι εγκατεστημένη κοντά σε κατοιμένη περιοχή με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτή η τακτική επίσκεψη από το προσωπικό συντήρησης ή τους μελετητές ιδιαίτερα εν μέσω καιρικών φαινομένων.

Τέλος, τα υπόλοιπα κριτήρια που τίθενται δεν χρειάζεται να εξεταστούν διότι εννοείται πως υπάρχει προσβασιμότητα τόσο στην ηλεκτρική ενέργεια, στις τηλεπικοινωνίες όσο και στους χρήστες.

Το τελευταίο κριτήριο είναι το διοικητικό, κατά το οποίο οι εθνικές μετεωρολογικές υπηρεσίες θέλουν οι εγκαταστάσεις να γίνονται σε διαφορετικές περιοχές για να μπορούν οι μετρήσεις να είναι συγκρίσιμες. Αυτό το κριτήριο ακολουθείται αφού στις γύρω περιοχές δεν υπάρχει αντίστοιχος σταθμός και οι μετρήσεις που θα λαμβάνει, κάποιες από αυτές έστω, θα είναι συγκρίσιμες με αυτές του αυτόματου μετεωρολογικού σταθμού που έχει εγκατασταθεί στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Μετεωρολογικές Παράμετροι

Οι μετεωρολογικές παράμετροι που θα καταγράφονται είναι οι ακόλουθες:

- a. Ατμοσφαιρική πίεση
- b. Θερμοκρασία
- c. Υγρασία
- d. Άνεμος
- e. Υετός (κατακρήμνιση)
- f. Ηλιοφάνεια
- g. Ύψος νεφών
- h. Εδαφική υγρασία
- i. Ακτινοβολία (ολική και διάχυτη)

Όργανα Μέτρησης

Τα όργανα μέτρησης που θα χρειαστεί να τοποθετηθούν είναι αντιστοίχως:

- a. Βαρόμετρο
- b. Θερμόμετρο μεγιστοβάθμιο και ελαχιστοβάθμιο
- c. Ψυχρόμετρο ή Υγρογράφος
- d. Ανεμόμετρο
- e. Βροχόμετρο
- f. Ηλιογράφος
- g. Νεφοσκόπιο
- h. Υγρόμετρο
- i. Πυρανόμετρο – Πυρηλιόμετρο

Ο αυτόματος μετεωρολογικός σταθμός που θα μελετηθεί για εγκατάσταση είναι ο Davis Vantage Pro2 Plus [11-12].

Επελέχθει αυτό το μοντέλο διότι μας παρέχει τους περισσότερους αυτοματοποιημένους αισθητήρες, σε σχέση με άλλα μοντέλα, από τις μετεωρολογικές παραμέτρους που θα μελετηθούν.

Επιπροσθέτως, στην περίπτωση που οι μελετητές θα θελήσουν την αναβάθμιση του, να μελετηθούν δηλαδή περισσότερες μετεωρολογικές παράμετροι, υπάρχει η δυνατότητα εξέλιξής του.

Τέλος, το συγκεκριμένο μοντέλο διαθέτει αισθητήρες για παραμέτρους όπου δεν θα μελετηθούν, παρ' όλα αυτά οι μετρήσεις μπορούν να καταχωρούνται για μελλοντική χρήση τους εφόσον όπως προείπαμε θελήσουμε να τον εξελίξουμε.

Οι αισθητήρες – όργανα μέτρησης που διαθέτει το μοντέλο αυτό είναι τα ακόλουθα:

- a. Αισθητήρας μέτρησης βαρομετρικής πίεσης
- b. Αισθητήρας μέτρησης θερμοκρασίας
- c. Αισθητήρας μέτρησης υγρασίας (σημείο δρόσου)
- d. Ανεμόμετρο – Ανεμοδείκτης
- e. Αισθητήρας μέτρησης βροχόπτωσης (βροχόμετρο)
- f. Αισθητήρας μέτρησης εδαφικής υγρασίας
- g. Αισθητήρας μέτρησης ηλιακής ακτινοβολίας

Αυτοί είναι οι αισθητήρες που μας ενδιαφέρουν άμεσα.[11]

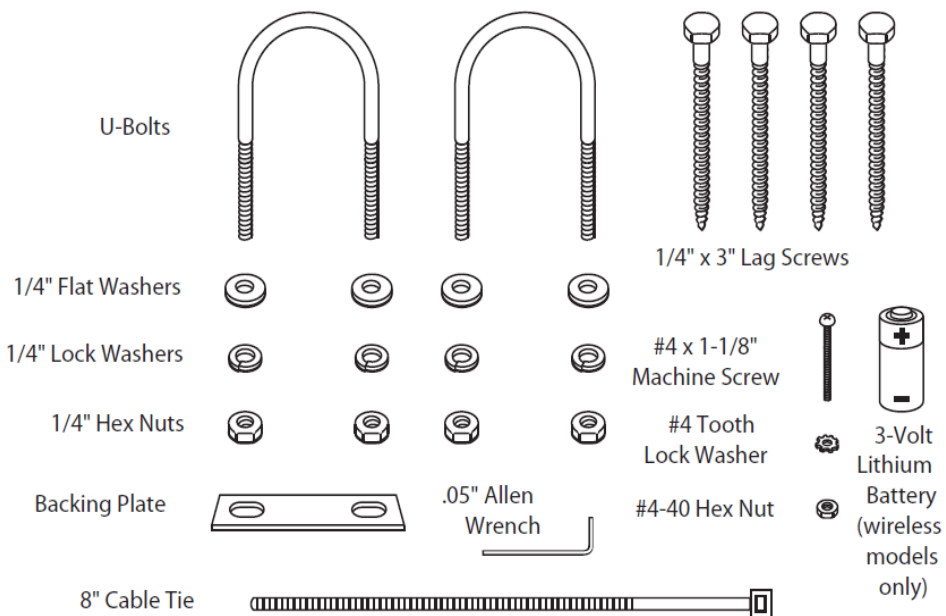
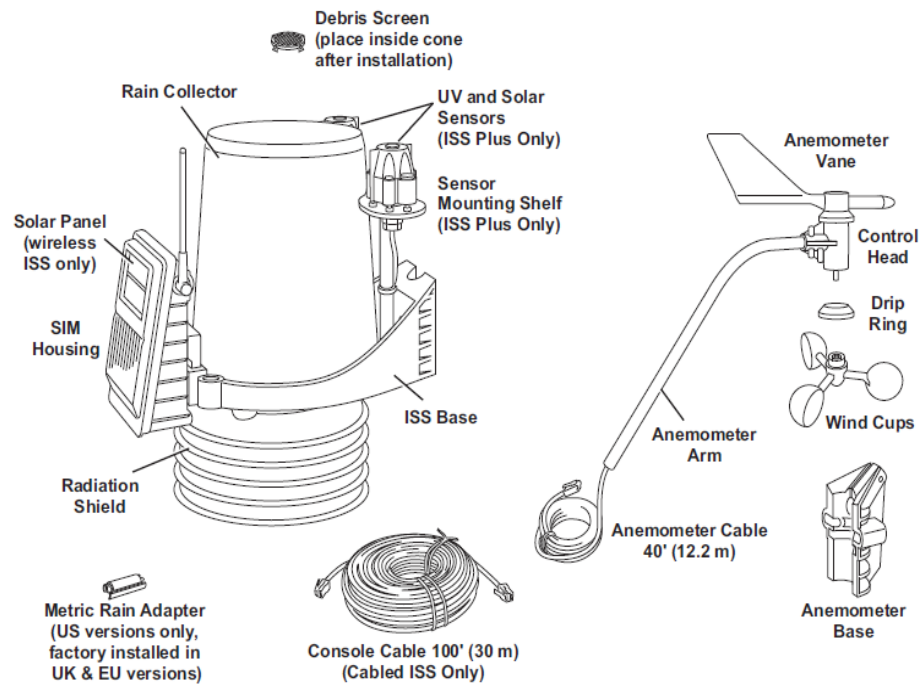
Δεν περιλαμβάνει μόνο αισθητήρα για την ηλιοφάνεια καθώς επίσης, και για το ύψος νεφών. Τους παραπάνω μπορούμε να τους προμηθευτούμε ξεχωριστά και να τους εγκαταστήσουμε στο σταθμό.

Οδηγίες εγκατάστασης του σταθμού

Τοποθετούμε τον ιστό και τους βραχίονες όπου θα στηριχτούν όλα τα όργανα μας. Το πλησιέστερο ύψος εμποδίου πρέπει να εκφράζει την ακόλουθη σχέση: $u \leq 1/20$ της απόστασης από τον ιστό (όπου u το ύψος του εμποδίου και l η απόσταση από τον ιστό) [6].

Έπειτα ξεκινάμε την εγκατάσταση του συστήματος όπως αυτή μας δίνεται από τις οδηγίες χρήσης.

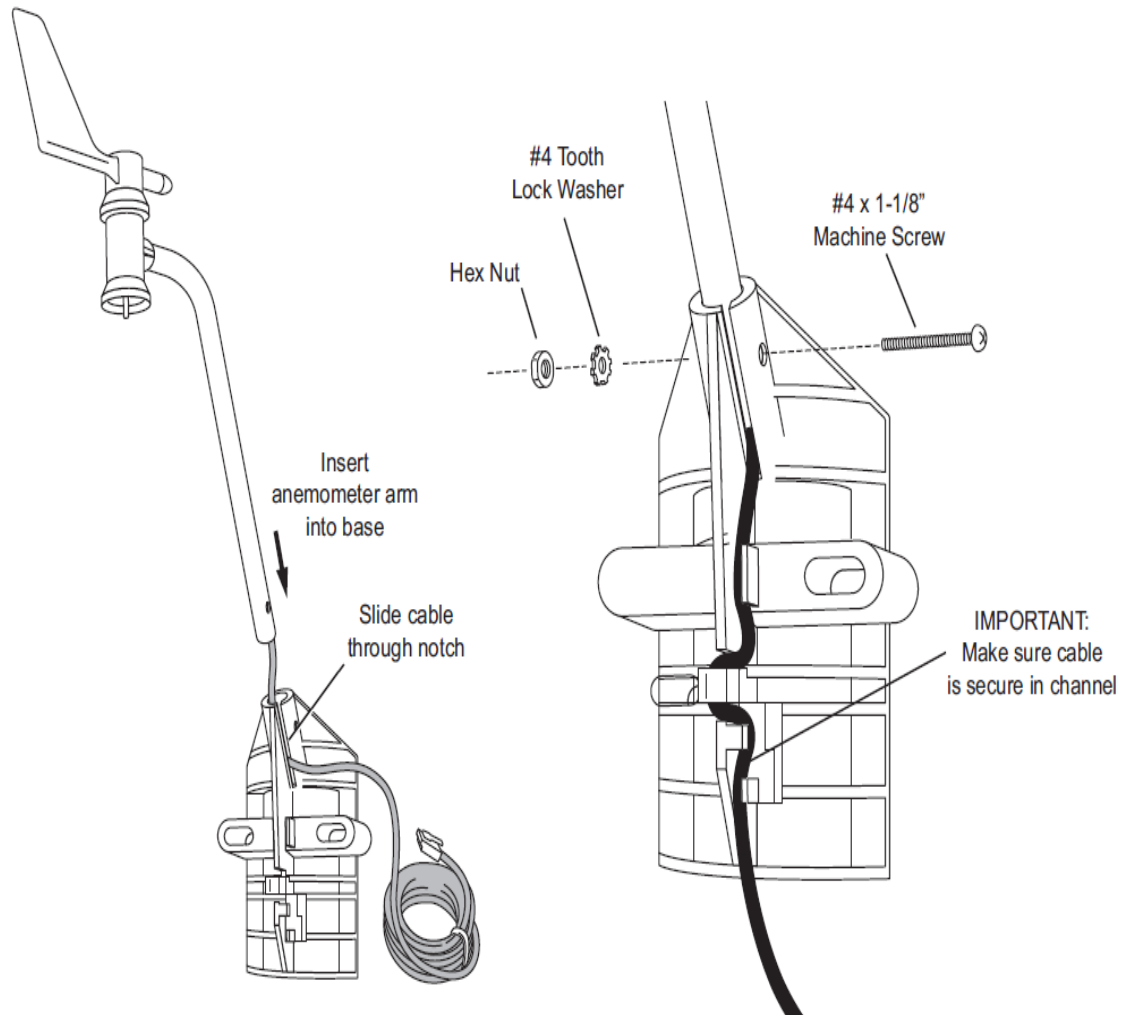
Η συσκευασία του μετεωρολογικού σταθμού περιέχει τους αισθητήρες που αναφέρθηκαν προηγουμένως καθώς επίσης καλώδιο σύνδεσης και τα εξαρτήματα σύνδεσης του hardware (ακολουθεί φωτογραφία):



Εικόνα 25 Εξαρτήματα που περιλαμβάνονται στη συσκευασία

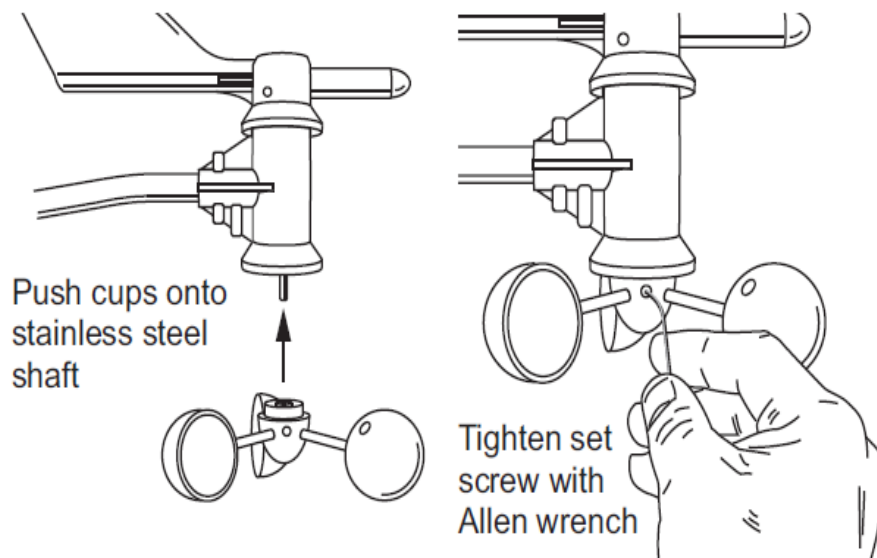
Τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν για να πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση είναι τα ακόλουθα (παρατίθενται και φωτογραφίες):

1. Συναρμολόγηση του ανεμομέτρου
2. Τοποθέτηση βραχίονα ανεμομέτρου στη βάση



Εικόνα 26 Συναρμολόγηση Ανεμομέτρου - Καλωδίου

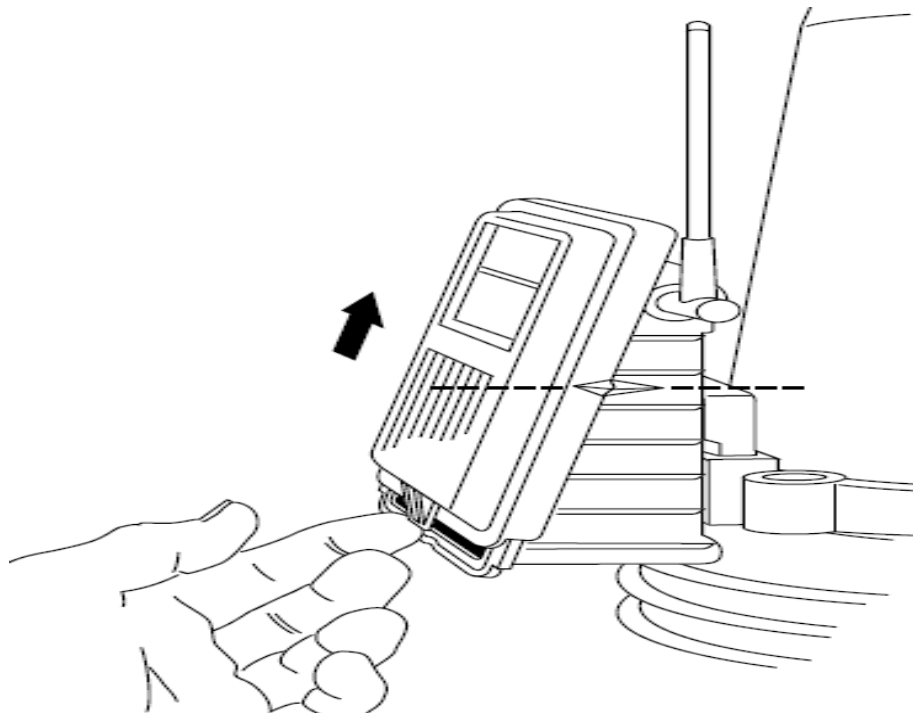
3. Στερέωση των κυπέλων



Attaching Wind Cups

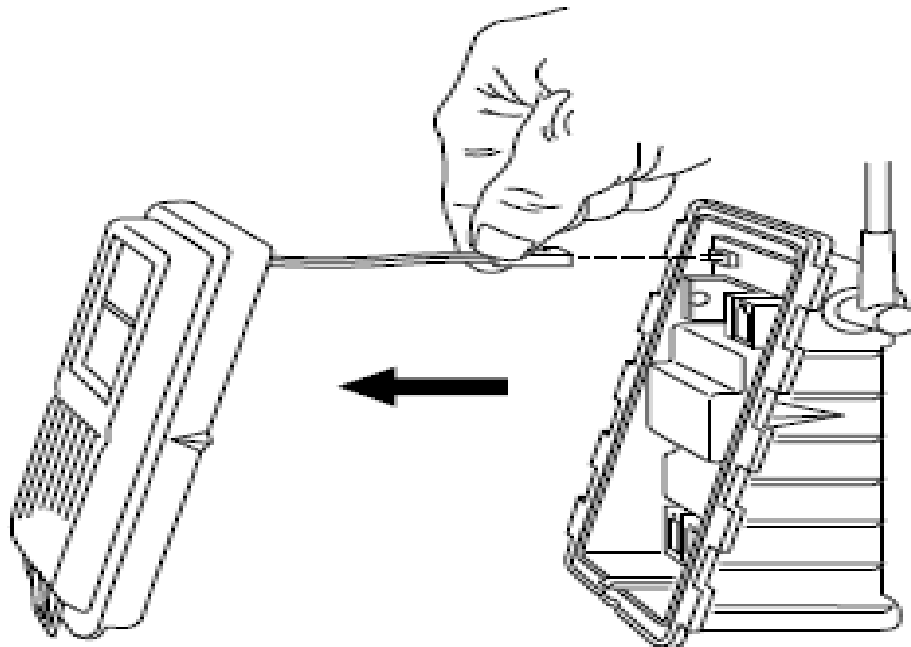
Εικόνα 27 Συναρμολόγηση Κυπέλων - Ανεμόμετρου

4. Έλεγχος σύνδεσης κάρτας SIM



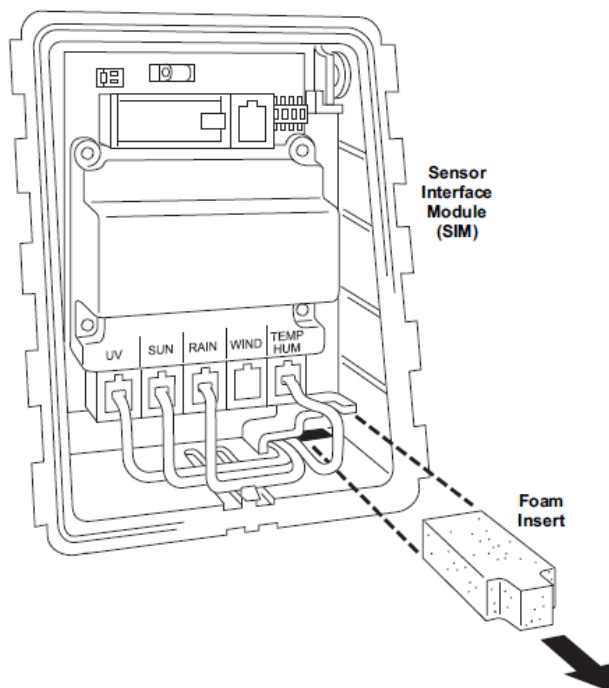
Εικόνα 28 Κουτί αισθητήρων

5. Έλεγχος εργοστασιακών συνδέσεων των αισθητήρων



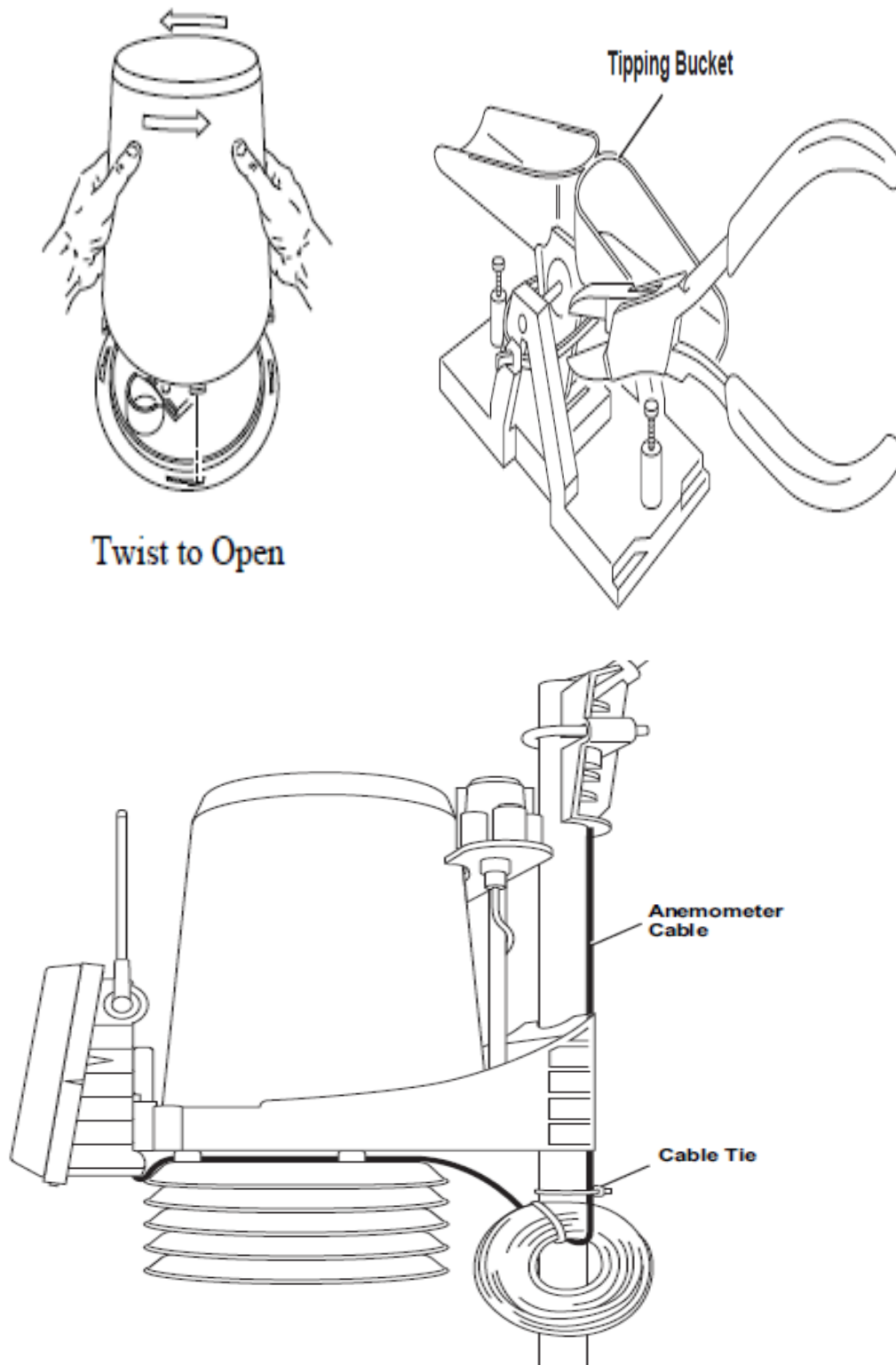
Εικόνα 29 Συνδέσεις Αισθητήρων

6. Σύνδεση ανεμομέτρου στη κάρτα SIM



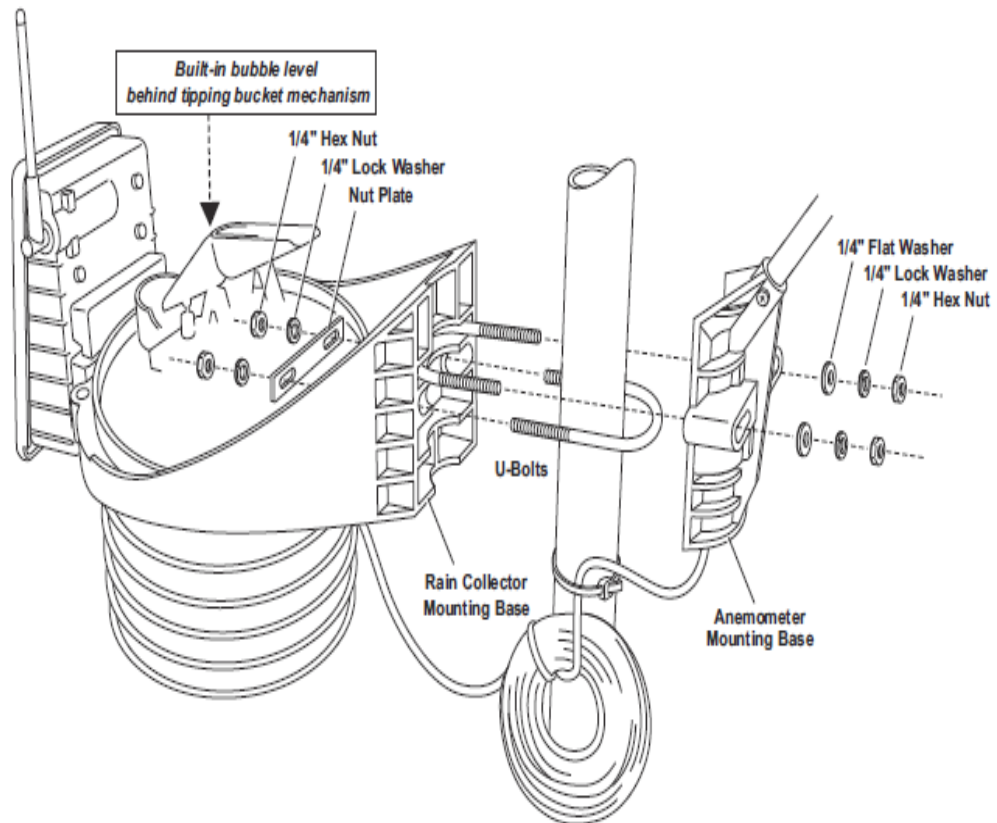
Εικόνα 30 Γενικός πίνακας σύνδεσης

7. Προετοιμασία Βροχόμετρου



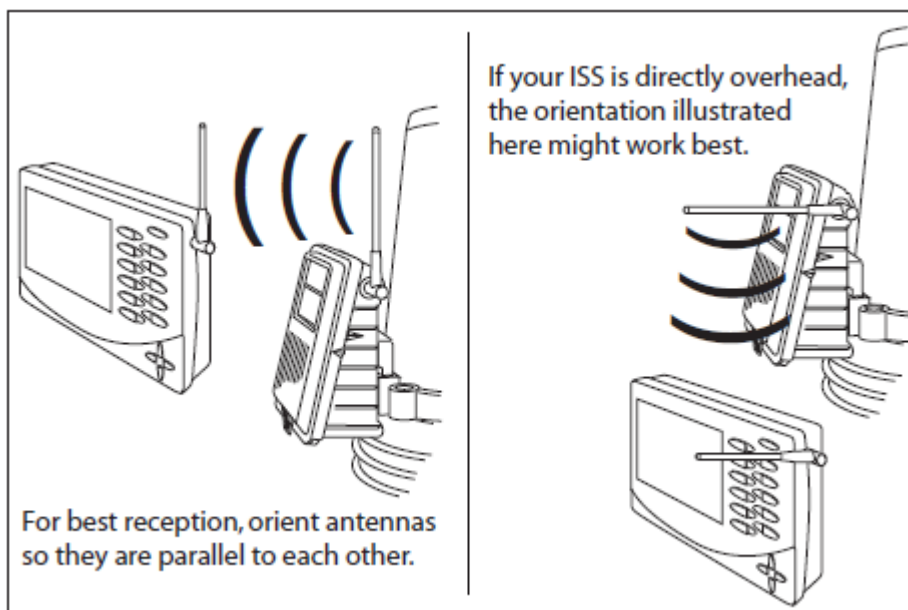
Εικόνα 31 Συναρμολόγηση Βροχόμετρου

8. Εγκατάσταση του ISS σε ιστό



Εικόνα 32 Εγκατάσταση πάνω σε ιστό

9. Έναρξη του συστήματος, σύνδεσή του με ασύρματο internet και ρύθμιση αισθητήρων [12]



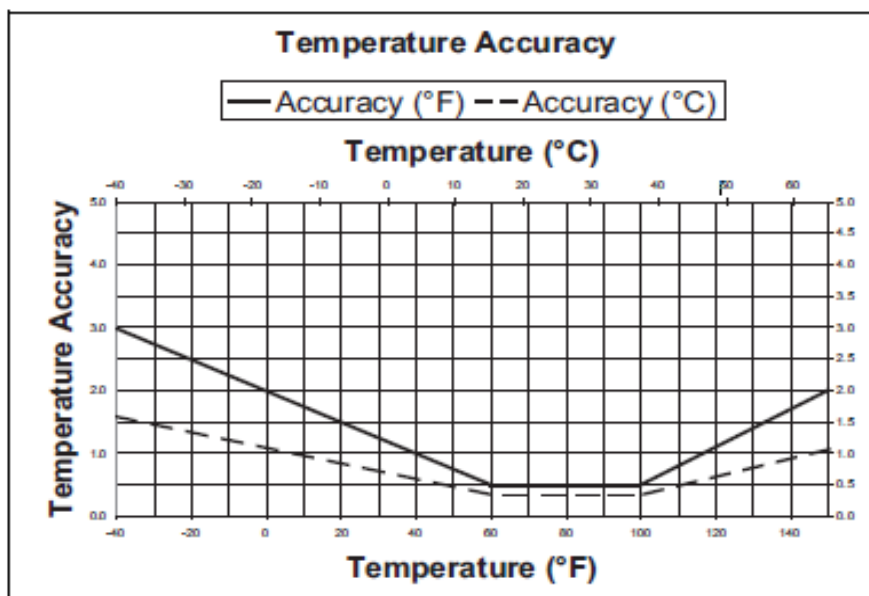
Εικόνα 33 Έναρξη συστήματος

Γενικά Συμπεράσματα

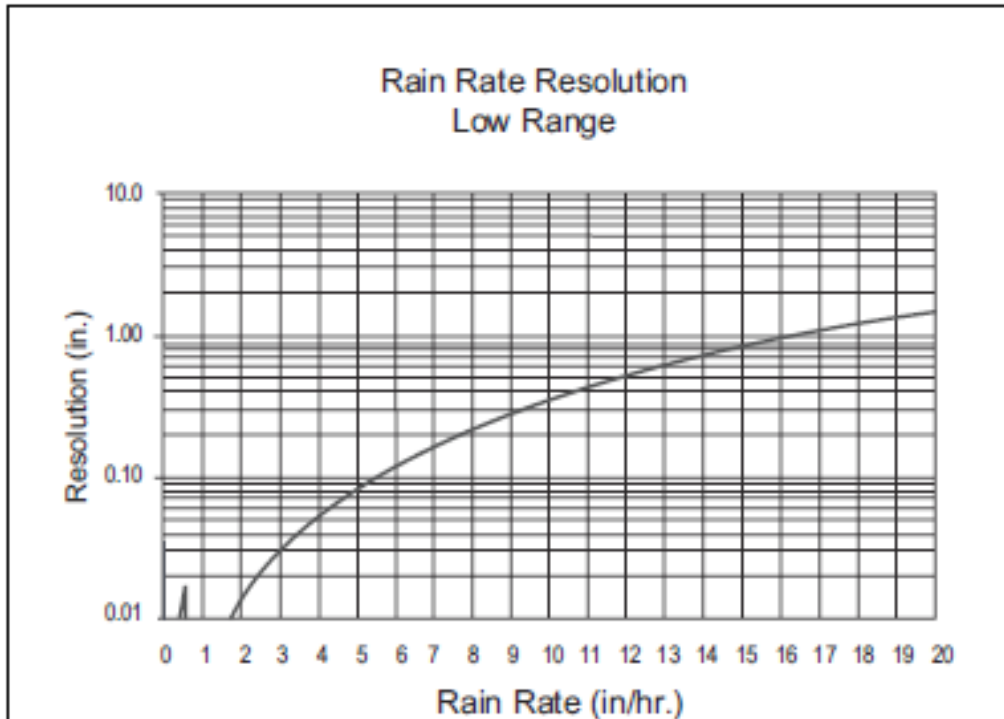
Στην εργασία αυτή μελετήθηκε η εγκατάσταση και λειτουργία ενός πλήρως αυτοματοποιημένου μετεωρολογικού σταθμού. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα που αποκτούμε έχοντας εγκαταστήσει έναν αυτόματο μετεωρολογικό σταθμό είναι ότι ανά πάσα στιγμή και σε όποιο μέρος και εάν βρισκόμαστε μπορούμε να λαμβάνουμε μετρήσεις και να παρακολουθούμε τα καιρικά φαινόμενα. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι δεν είναι απαραίτητο να υπάρχει κάποιος μελετητής τη στιγμή που κάποιος φαινόμενο βρίσκεται σε εξέλιξη, διότι τα αποτελέσματα μπορεί ο χρήστης να τα παρακολουθήσει μέσω internet.

Πρέπει να είμαστε βέβαιοι για την ακρίβεια και την αξιοπιστία των μετρήσεων που λαμβάνουν τα όργανα. Αυτό μπορεί να συμβεί μόνο με τη τακτική επίσκεψη τόσο από το προσωπικό συντήρησης όσο και από τους ίδιους τους μελετητές – χρήστες. Επίσης, ο κατασκευαστής έχει ορίσει ότι ανά 2 χρόνια πρέπει να στέλνεται για καλιμπράρισμα προκειμένου να έχουν οι μελετητές αξιόπιστες μετρήσεις. Για να είμαστε βέβαιοι ότι έχει λειτουργεί ορθά μπορούμε απλώς να επαληθεύσουμε με την αρχική καμπύλη που δίνει ο κατασκευαστής.

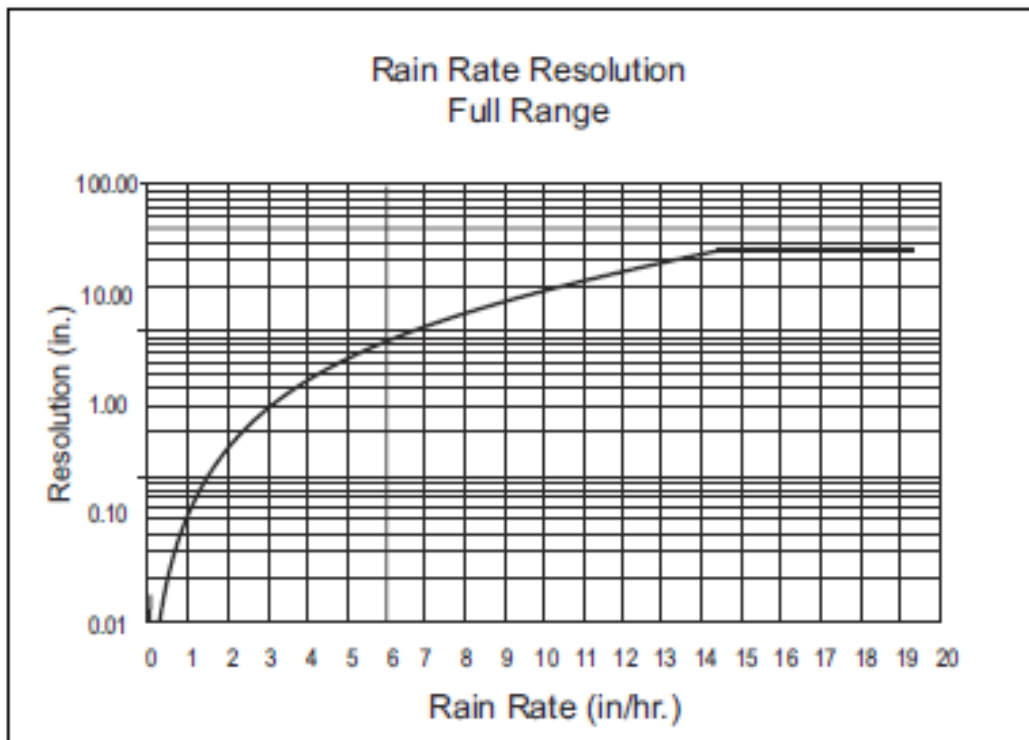
Επιπροσθέτως, οι αισθητήρες στους αυτόματους σταθμούς έχουν μεγαλύτερη ευαισθησία, αυτό μεταφράζεται ότι οι μετρήσεις που λαμβάνουν είναι πιο ακριβείς και ευμετάβλητοι στις κλιματολογικές αλλαγές και οι μετρήσεις που θα πάρουμε θα έχουν πιο πολλά δεκαδικά ψηφία (αυτό χαρακτηρίζει την ακρίβεια).



Εικόνα 34 Πρότυπο διάγραμμα Θερμοκρασιών



Εικόνα 35 Πρότυπο διάγραμμα Βροχόμετρου



Εικόνα 36 Πρότυπο διάγραμμα Πλήρους φάσματος

Βιβλιογραφία

- [1] Εισαγωγή στη μετεωρολογία Διαθέσιμα στο:
<http://repository.edulll.gr/edulll/retrieve/4380/1274.pdf> , 2007.
- [2] Δίκτυο Αυτόματων Μετεωρολογικών Σταθμών Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών Διαθέσιμα στο:
http://penteli.meteo.gr/meteosearch/Raw%20Materials/perigriffi_diktyou.pdf ,
2012
- [3] Παγκόσμιος Μετεωρολογικός οργανισμός Ορισμός Διαθέσιμο στο:
<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B1%CE%B3%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82>, 2013
- [4] WMO – No 55, “Instruments and Observing Methods, Siting and Exposure of Meteorological Instruments” , 1995
- [5] WMO – No 544, “Manual on the Global Observing System”, Geneva – Switzerland, 2003
- [6] Ουρανία Τσουμάνη, Αυτόματος Μετεωρολογικός Σταθμός ΕΜΠ Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, 1993, pp. 13-23
- [7] Υγρασία Ατμόσφαιρας, διαθέσιμα στο:
http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1_%CE%B1%CF%84%CE%BC%CF%8C%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B1%CF%82, 2013
- [8] J. Papageorgiou, G. Sakellarides, Th. Charantonis and Ch. Pouliadis (HNMS) – N. Mamasis (NTUA) – P. Tsoumanis and M. Gini (MIET), 1993. Σχεδιασμός Μητρώου Σταθμών, Τεύχος 5/8, pp. 5-12
- [9] Όργανα μέτρησης Ηλιοφάνειας – Ακτινοβολίας, διαθέσιμα στο:
<http://el.wikipedia.org>, 2013
- [10] Μελέτη – Ανάπτυξη ενός μετεωρολογικού σταθμού με χρήση του δικτύου GSM για αμφίδρομη επικοινωνία σταθμού – χρήστη, 2009. Διαθέσιμα στο:
http://eureka.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/1238/Kedros_Ioan.pdf?sequence=1, 2013
- [11] Wireless Vantage Pro2 Plus Τεχνικό φυλλάδιο, διαθέσιμα στο:
http://www.davisnet.com/product_documents/weather/spec_sheets/6152_62_53_63_SS.pdf, 2013

[12] Integrated Sensor Suite Installation Manual, διαθέσιμα στο:

http://www.davisnet.com/product_documents/weather/manuals/07395-249_IM_06152.pdf, 2013