



# ΤΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

# ΤΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

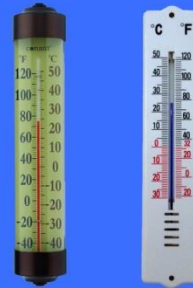
- Όργανα μέτρησης θερμοκρασίας του αέρα
- Όργανα μέτρησης υγρασίας του αέρα
- Όργανα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης
- Όργανα μέτρησης της βροχής
- Όργανα μέτρησης της ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου

# Όργανα μέτρησης της θερμοκρασίας του αέρα

# ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Η θερμοκρασία του αέρα μετριέται με:

-Θερμόμετρα διαστολής-  
συστολής υδραργύρου  
ή υγρών (π.χ οινόπνεύματος)



-Ηλεκτρονικά Θερμόμετρα



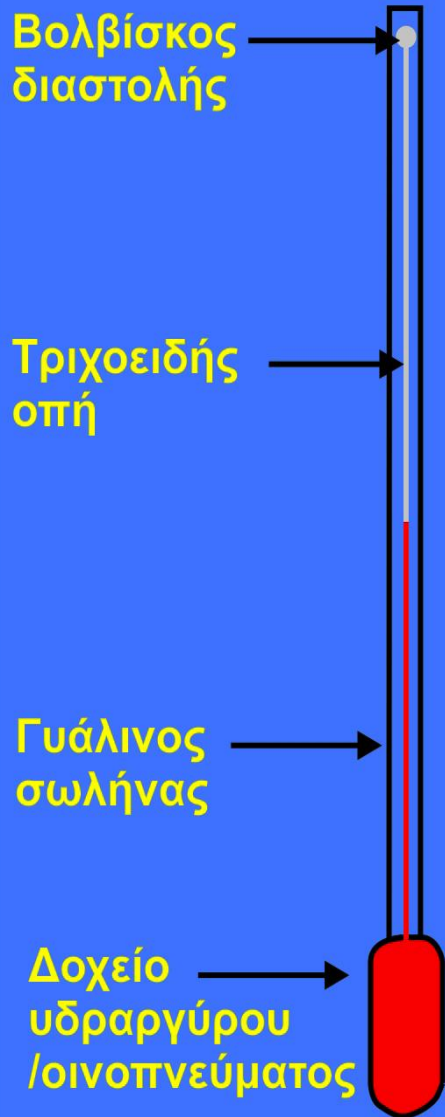
-Διμεταλλικά θερμόμετρα



-Θερμογράφους  
(αυτογραφικά θερμόμετρα)



# Το θερμόμετρο υδραργύρου/οινοπνεύματος



Όταν ή θερμοκρασία μεγαλώνει ο υδράργυρος/οινόπνευμα αλλά και ο γυάλινος σωλήνας διαστέλλονται. Όμως ο συντελεστής διαστολής του υδράργυρου/οινόπνευματος είναι πολύ μεγαλύτερος από αυτόν του γυαλιού.

Έτσι ο υδράργυρος/οινόπνευμα ανέρχεται μέσα στην τριχοειδή οπή του γυάλινου σωλήνα.

# ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ

Το ηλεκτρονικά θερμόμετρα περιέχουν αισθητήρες με ηλεκτρονικά κυκλώματα όπου οι αλλαγές της θερμοκρασίας μετατρέπονται σε ηλεκτρικά σήματα.

Οι πιο συνηθισμένοι αισθητήρες είναι:

Τα **θερμοζεύγη**: Ένα θερμοζεύγος αποτελείται από δύο αγωγούς από διαφορετικά μέταλλα ή κράματα μετάλλων. Όταν δυο διαφορετικά μέταλλα έρθουν σε επαφή αναπτύσσεται μεταξύ τους μια διαφορά δυναμικού (τάση) που εξαρτάται από την **θερμοκρασία** και το είδος των μετάλλων.

Οι **μεταλλικές αντιστάσεις**: Αυτές βασίζονται στην σταθερή αύξηση της αντίστασης ορισμένων μετάλλων (άργυρος, χαλκός, νικέλιο, χρυσός κ.α) με την αύξηση της **θερμοκρασίας**.

Οι **θερμοαντιστάτες ή θερμίστορ**: Αυτοί είναι κατασκευασμένοι συνήθως από οξειδία μετάλλων και άλλα υλικά (ημιαγωγοί) που η αντίστασή τους μεταβάλλεται σημαντικά με την **θερμοκρασία**.

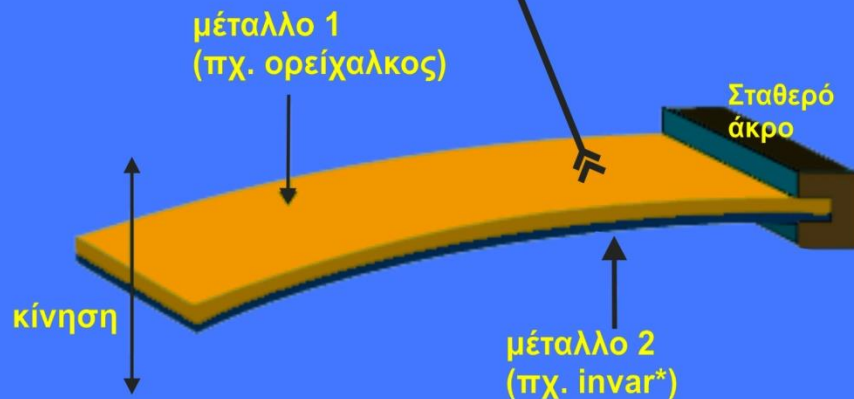


Ηλεκτρονικό θερμόμετρο ακριβείας με θερμίστορ



Ηλεκτρονικός αισθητήρας ακριβείας με θερμίστορ

# Θερμόμετρο διμεταλλικού ελάσματος

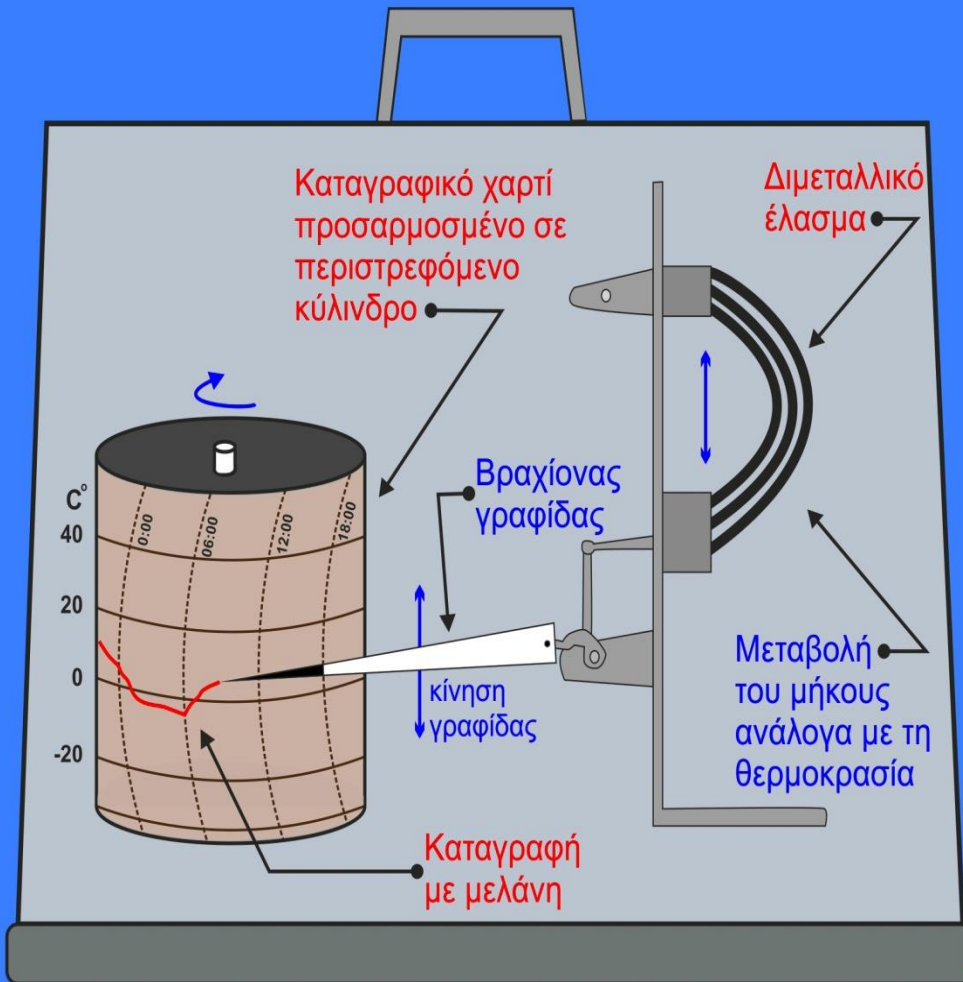


Το διμεταλλικό έλασμα του θερμομέτρου αποτελείται από δύο μεταλλικά ελάσματα δύο διαφορετικών μετάλλων, που είναι κολλημένα πολύ καλά το ένα πάνω στο άλλο.

Όταν θερμαίνεται το διμεταλλικό έλασμα, κάμπτεται. Αυτό συμβαίνει γιατί το ένα από τα δύο ελάσματα διαστέλλεται περισσότερο (ή λιγότερο) από το άλλο, αφού είναι κατασκευασμένα από διαφορετικά υλικά.

Όσο περισσότερο αυξάνεται η θερμοκρασία, τόσο περισσότερο κάμπτεται αναγκάζοντας την βελόνα να στραφεί προς τα δεξιά.

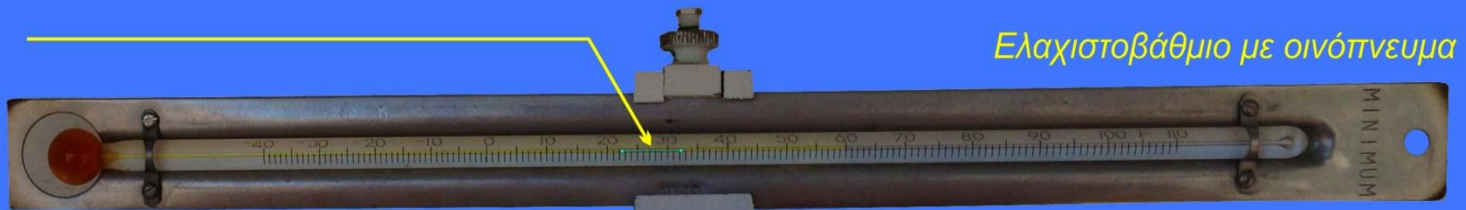
# Θερμογράφος (αυτογραφικό θερμόμετρο)



## Ακροβάθμια θερμομέτρα μεγίστου και ελαχίστου

Το θερμομέτρα αυτά που χρησιμοποιούνται στους μετεωρολογικούς σταθμούς μας δείχνουν το ένα την ελάχιστη (ελαχιστοβάθμιο) και το άλλο την μέγιστη (μεγιστοβάθμιο) θερμοκρασία μιας μέρας. Την ελάχιστη θερμοκρασία την παρατηρούμε το πρωί ενώ την μέγιστη το απόγευμα. Τα θερμομέτρα τοποθετούνται σε μετεωρολογικό κλωβό σχεδόν σε οριζόντια θέση.

Δείκτης από σμάλτο ή πλαστικό που παρασύρεται μόνο προς τα κάτω από το οινόπνευμα καθώς αυτό κατεβαίνει.



Ελαχιστοβάθμιο με οινόπνευμα

Στένωση όπως στο ιατρικό θερμομέτρο που δεν αφήνει τον υδράργυρο να κατέβει.



Μεγιστοβάθμιο με υδράργυρο

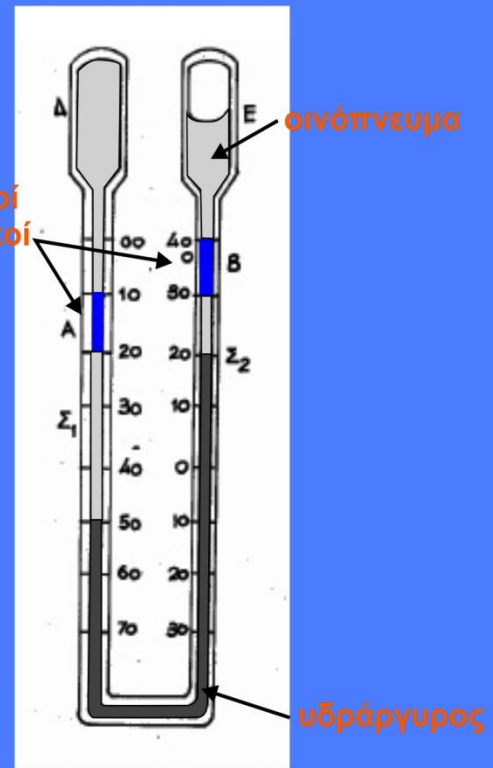
Τα θερμομέτρα ετοιμάζονται για την μέτρηση της επομένης ημέρας είτε με αναστροφή (ελαχιστοβάθμιο), είτε με ελαφρά χτυπήματα στο δοχείο ώστε να κατέβει προς τα κάτω ο υδράργυρος (μεγιστοβάθμιο).

## Θερμόμετρο μεγίστου και ελαχίστου ή θερμόμετρο Six από το όνομα του εφευρέτη του.

Το θερμόμετρο αυτό μας δείχνει την μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία π.χ. μιας μέρας καθώς και την θερμοκρασία κάθε στιγμή. Συνδιάζει τα θερμόμετρα μεγίστου και ελαχίστου σε ένα.

Πρόκειται για ένα θερμόμετρο με σωλήνα σχήματος U, που στις άκρες του καταλήγει σε δύο βολβοειδή δοχεία. Το κάτω μέρος του σωλήνα περιέχει υδράργυρο. Το δοχείο από την πλευρά του ελαχίστου είναι γεμάτο με οινόπνευμα. Από την πλευρά του μεγίστου είναι μισοάδειο. Δύο πλαστικοί μαγνητικοί δείκτες «επιπλέουν» πάνω από τον υδράργυρο σε κάθε πλευρά. Αυτοί μας δείχνουν την μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία καθώς ωθούνται από τον υδράργυρο. Μετά την παρατήρηση μπορούμε να μηδενίσουμε το θερμόμετρο με ένα μαγνητικό μηχανισμό. Μετά το 2007 ο υδράργυρος έχει αντικατασταθεί από άλλα μη τοξικά υγρά. Παράλληλα χρησιμοποιούνται και αντίστοιχα ψηφιακά θερμόμετρα μεγίστου ελαχίστου.

πλαστικοί μαγνητικοί δείκτες



θερμόμετρο Six



ψηφιακό θερμόμετρο

# Πως μετράμε σωστά την θερμοκρασία του αέρα;

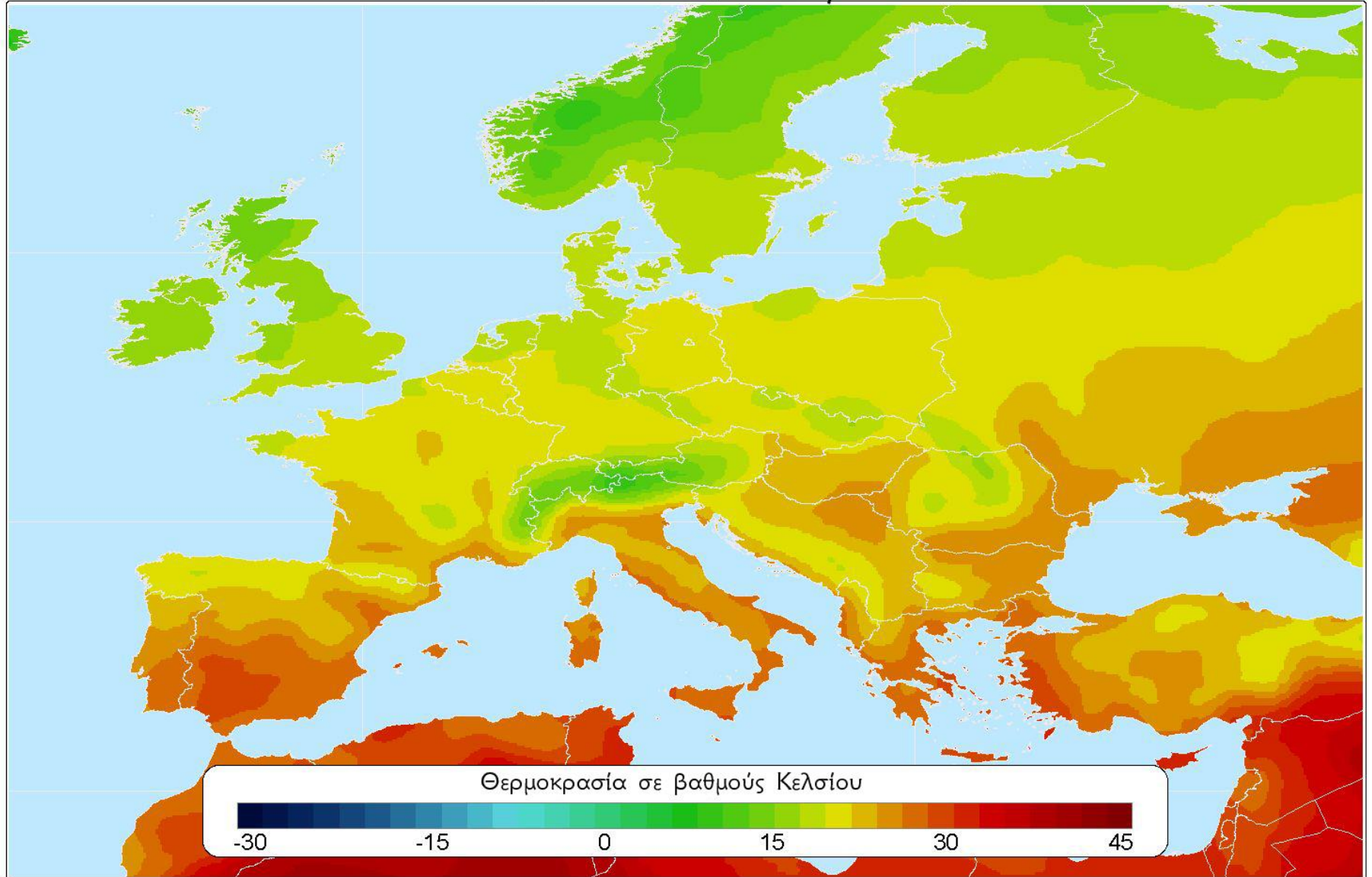
1. Το θερμόμετρο πρέπει να είναι τοποθετημένο 1,5 m πάνω από το έδαφος.
2. Το θερμόμετρο να είναι προστατευμένο από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία. Στη σκιά.
3. Ο αέρας πρέπει να κυκλοφορεί ελεύθερα γύρω από το θερμόμετρο.
4. Το θερμόμετρο να είναι τοποθετημένο πάνω από γρασίδι ή χώμα και όχι πάνω από τσιμέντο, άσφαλτο ή πλακάκια.
5. Το θερμόμετρο πρέπει να είναι καλυμμένο και προστατευμένο από βροχή, χαλάζι κλπ.



Το ιδανικότερο μέρος είναι ένας **μετεωρολογικός κλωβός** σωστά τοποθετημένος γιατί εξασφαλίζει όλα τα παραπάνω.

# Μέση Θερμοκρασία

Ιούνιος - Ιούλιος - Αύγουστος



Data taken from: CRU 0.5 Degree Dataset (New, et al.)

## Atlas of the Biosphere

Center for Sustainability and the Global Environment  
University of Wisconsin - Madison

# Όργανα μέτρησης της υγρασίας του αέρα

# ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

*Η υγρασία του αέρα μετριέται με:*

-Τα υγρόμετρα τρίχας



-Τους υγρογράφους  
(αυτογραφικά υγρόμετρα)



-Τα ψυχρόμετρα

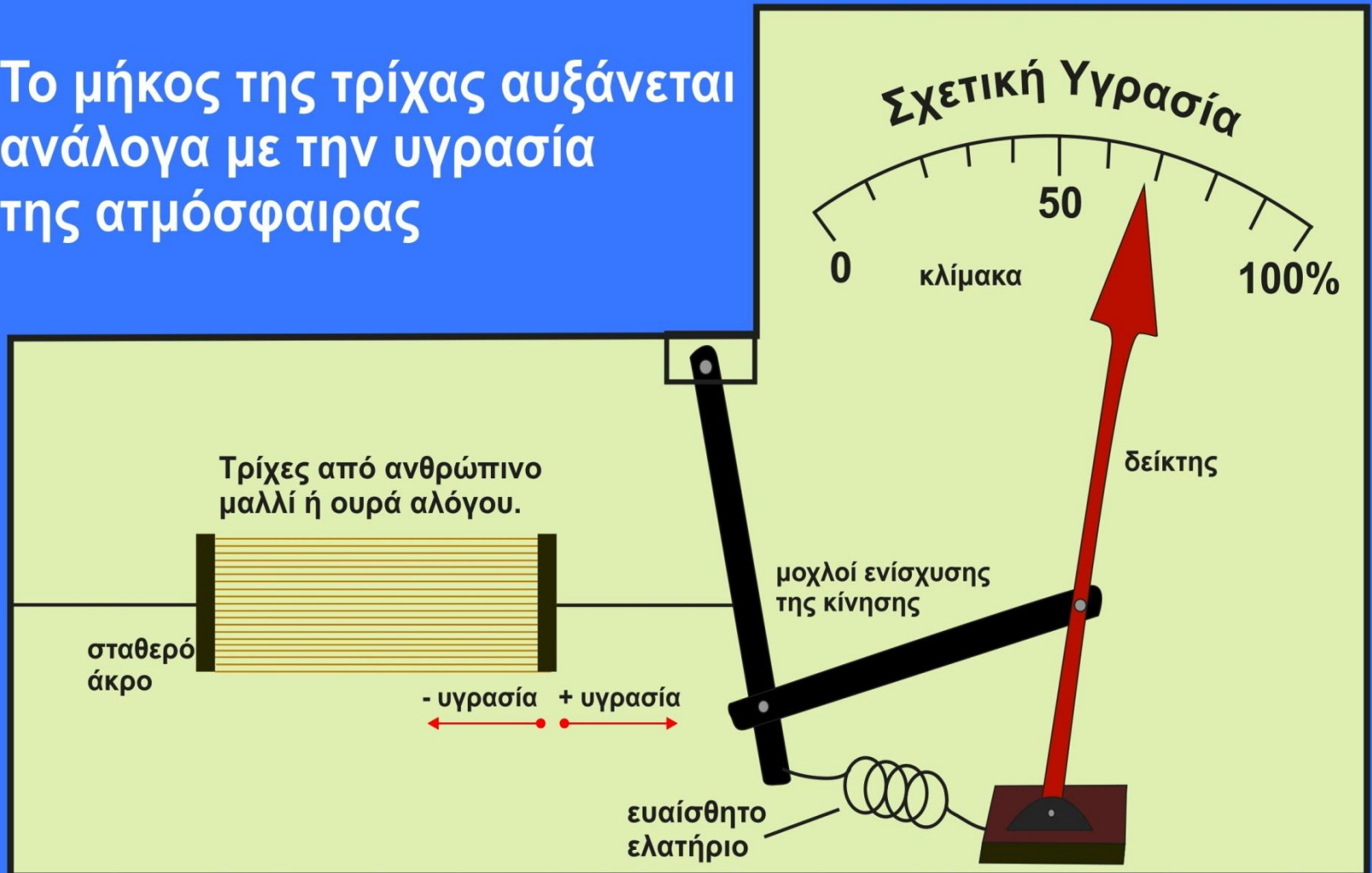


-Τα ηλεκτρονικά υγρόμετρα

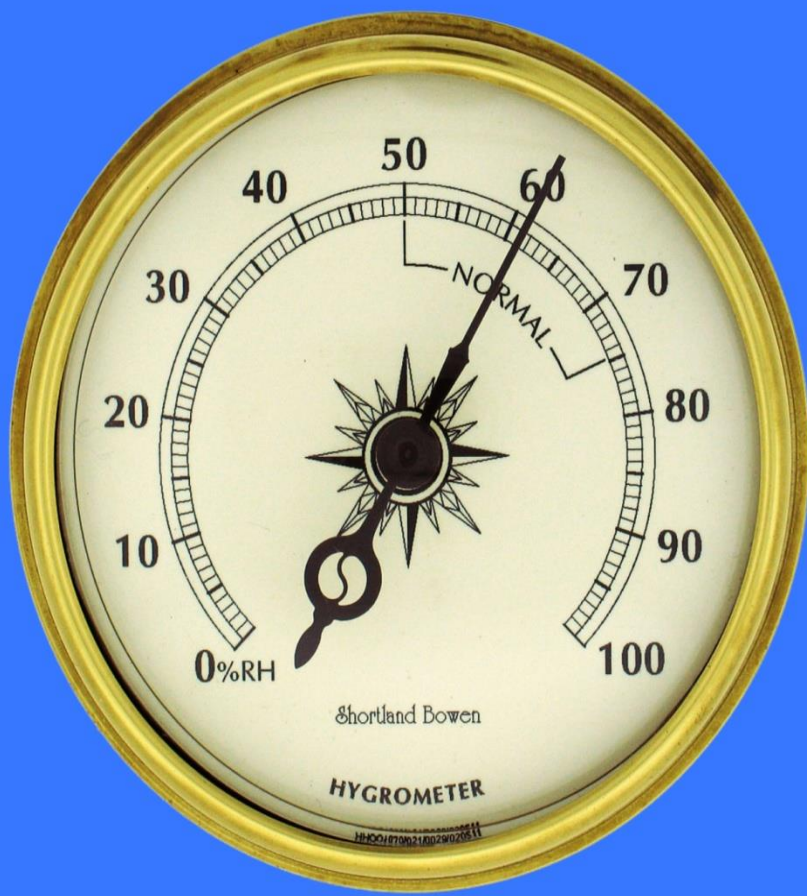


# Αρχή λειτουργίας υγρομέτρου με τρίχες

Το μήκος της τρίχας αυξάνεται ανάλογα με την υγρασία της ατμόσφαιρας

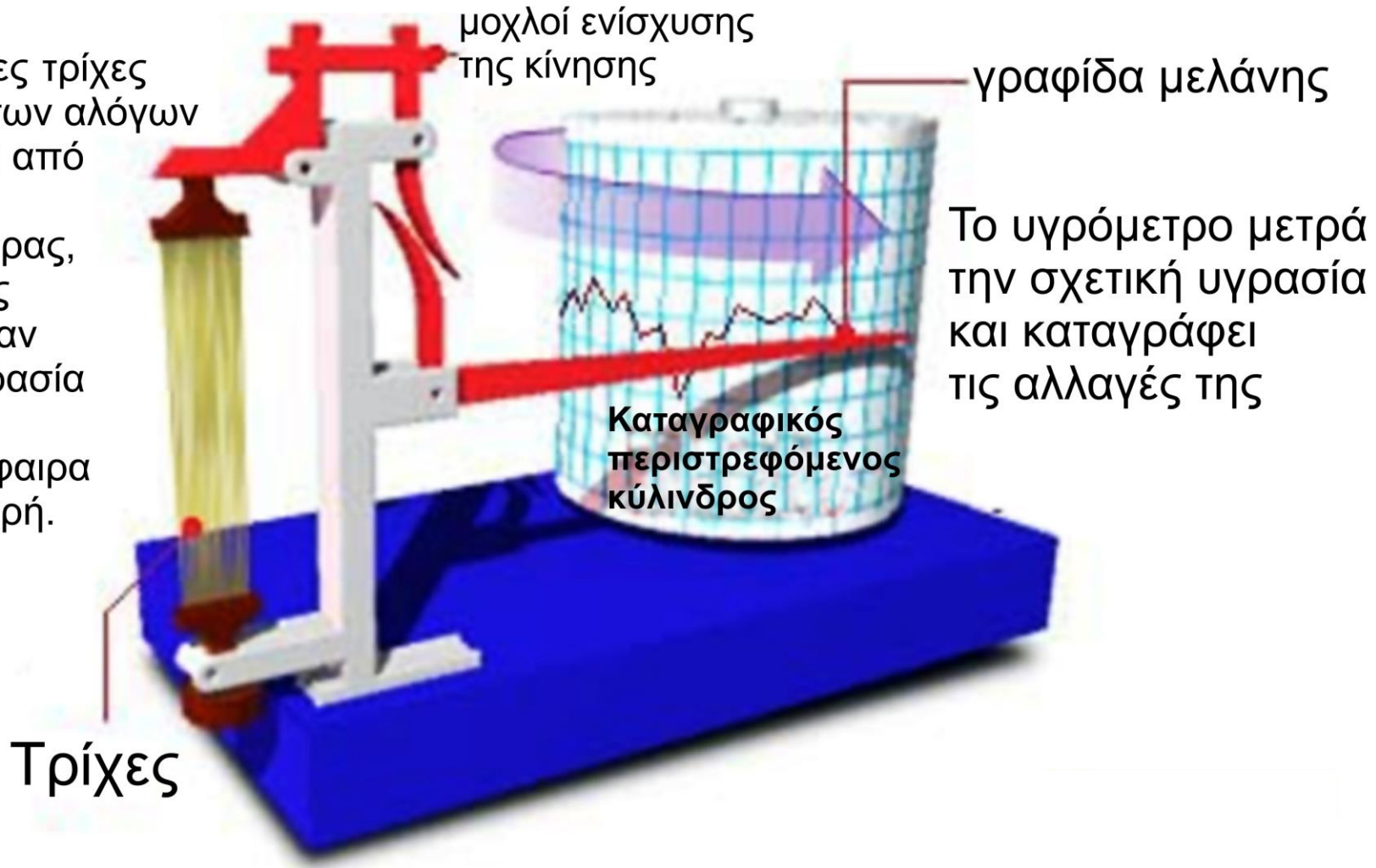


# Υγρόμετρα τρίχας



# Υγρογράφος (αυτογραφικό υγρόμετρο)

Οι ανθρώπινες τρίχες και οι τρίχες των αλόγων επηρεάζονται από την υγρασία της ατμόσφαιρας, το μήκος τους μεγαλώνει όταν αυξάνει η υγρασία και μικραίνει όσο η ατμόσφαιρα γίνεται πιο ξηρή.



# Υγρογράφοι (Αυτογραφικά Υγρόμετρα)

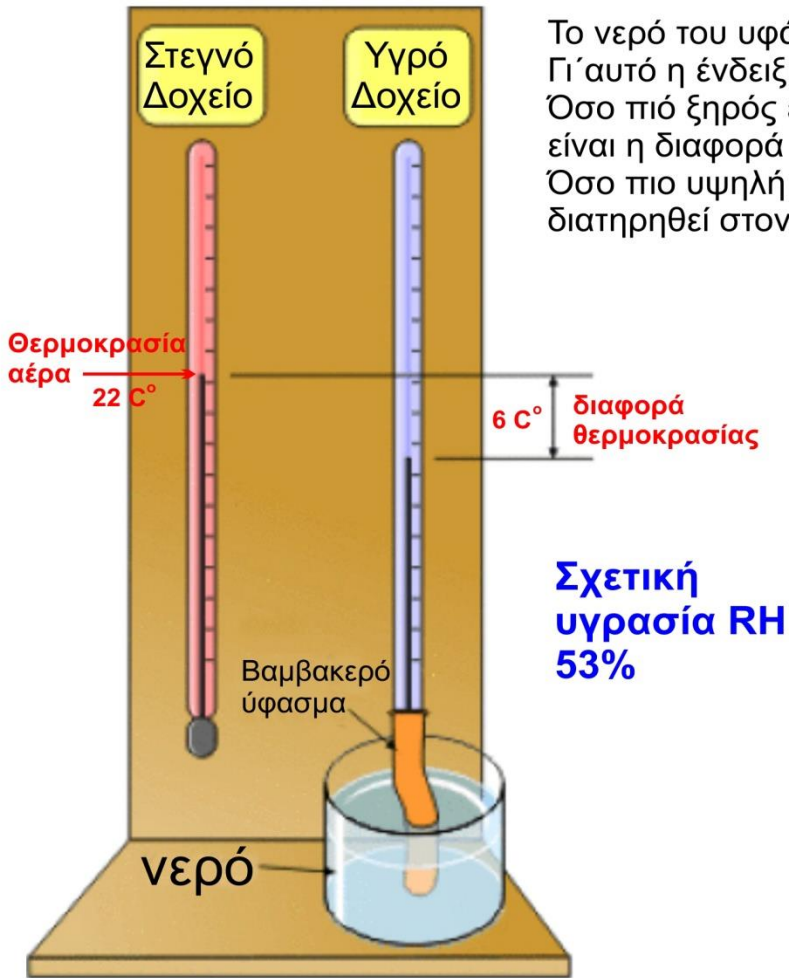


μηχανισμού τρίχας



ηλεκτρονικός

# Υγρόμετρο ξηρού και υγρού δοχείου (ψυχρόμετρο)



Το νερό του υφάσματος καθώς εξατμίζεται απορροφά θερμότητα από το θερμόμετρο. Γι' αυτό η ένδειξη του δεξιού θερμομέτρου είναι χαμηλότερη.

Όσο πιο ξηρός είναι ο αέρας τόσο χαμηλότερη είναι η υγρασία και τόσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δυο θερμομέτρων.

Όσο πιο υψηλή είναι η θερμοκρασία τόσο μεγαλύτερη ποσότητα υδρατμών μπορεί να διατηρηθεί στον αέρα.

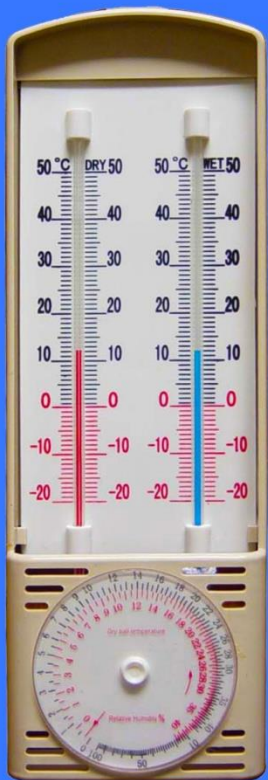
Θερμοκρασία αέρα  
↓

Σχετική Υγρασία (%)

Θερμοκρασία «Στεγνού» θερμομέτρου (C°)	Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο θερμομέτρων (C°)															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
-20	100	28														
-18	100	40														
-16	100	48														
-14	100	55	11													
-12	100	61	23													
-10	100	66	33													
-8	100	71	41	13												
-6	100	73	48	20												
-4	100	77	54	32	11											
-2	100	79	58	37	20	1										
0	100	81	63	45	28	11										
2	100	83	67	51	36	20	6									
4	100	85	70	56	42	27	14									
6	100	86	72	59	46	35	22	10								
8	100	87	74	62	51	39	28	17	6							
10	100	88	76	65	54	43	33	24	13	4						
12	100	88	78	67	57	48	38	28	19	10	2					
14	100	89	79	69	60	50	41	33	25	16	8	1				
16	100	90	80	71	62	54	45	37	29	21	14	7	1			
18	100	91	81	72	64	56	48	40	33	26	19	12	6			
20	100	91	82	74	66	58	51	44	36	30	23	17	11	5		
22	100	92	83	75	68	60	53	46	40	33	27	21	15	10	4	
24	100	92	84	76	69	62	55	49	42	36	30	25	20	14	9	4
26	100	92	85	77	70	64	57	51	45	39	34	28	23	18	13	9
28	100	93	86	78	71	65	59	53	47	42	36	31	26	21	17	12
30	100	93	86	79	72	66	61	55	49	44	39	34	29	25	20	16

# Ψυχρόμετρα

(Θερμόμετρα ξηρού και υγρού δοχείου)



κλασσικό



περιστρεφόμενο

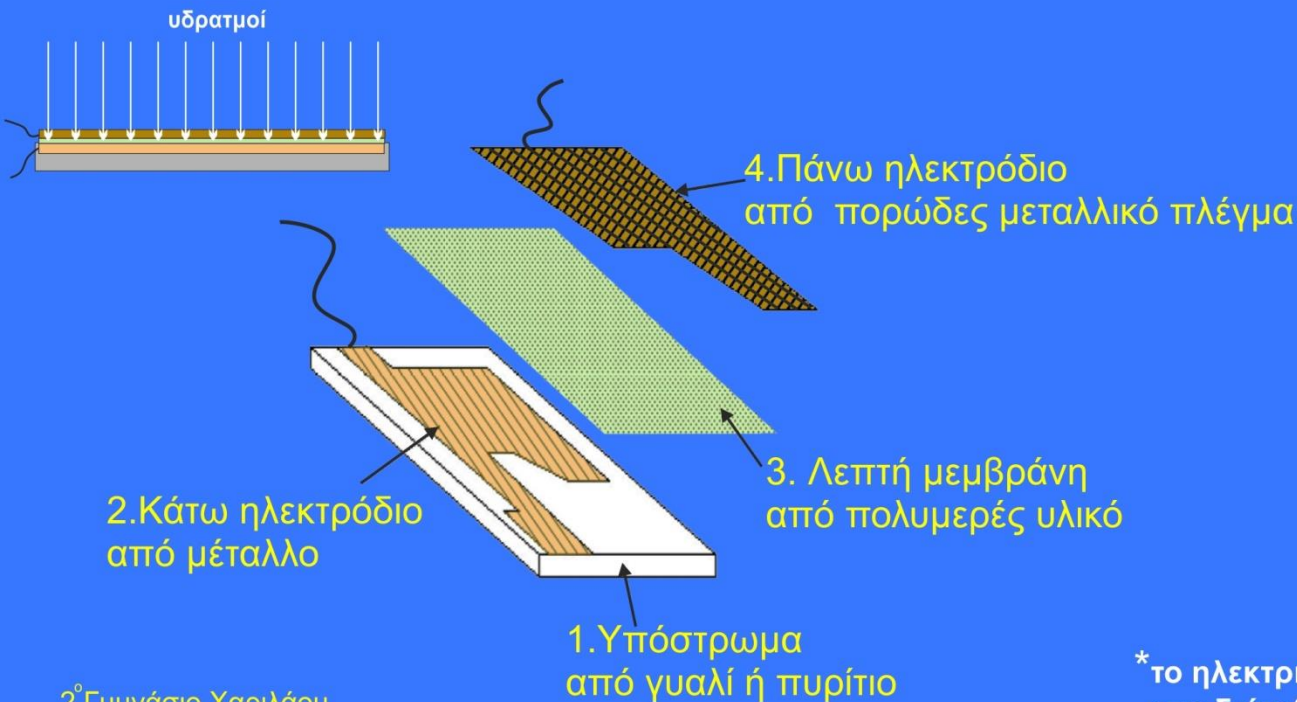


ηλεκτρονικό

# Το ηλεκτρονικό υγρόμετρο

Ο αισθητήρας του ηλεκτρονικού υγρόμετρου αποτελείται από τέσσερα στρώματα διαφορετικών υλικών όπως φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.

Οι υδρατμοί της ατμόσφαιρας (υγρασία) περνούν μέσα από το πορώδες μεταλλικό πλέγμα (4) και απορροφούνται από την πολυμερή μεμβράνη (3) αλλάζοντας την χωρητικότητα\* της διάταξης. Αυτή η αλλαγή στη χωρητικότητα είναι ανάλογη της αλλαγής της σχετικής υγρασίας της ατμόσφαιρας.



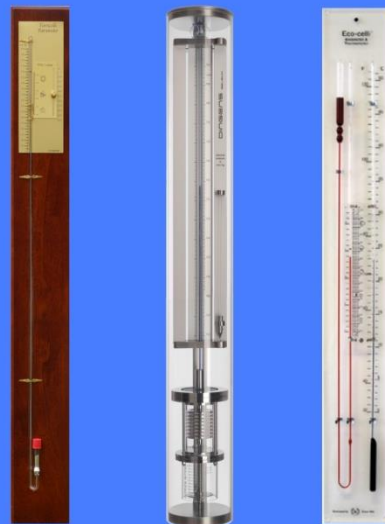
\*το ηλεκτρικό φορτίο που μπορεί να αποθηκευτεί στη διάταξη ανά μονάδα διαφοράς δυναμικού.

# Όργανα μέτρησης της ατμοσφαιρικής πίεσης

# ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

*Η Ατμοσφαιρική πίεση μετριέται με:*

-Τα υδραργυρικά βαρόμετρα  
ή τα νεώτερα με ειδικά υγρά  
αλλά χωρίς υδράργυρο βαρόμετρα



-Τα μεταλλικά ή ανεροειδή βαρόμετρα



-Τους βαρογράφους  
(αυτογραφικά βαρόμετρα)



-Τα ηλεκτρονικά βαρόμετρα



## Αρχή λειτουργίας του Υδραργυρικού βαρομέτρου

76mm

Κενό

Στήλη  
Υδραργύρου

Ατμοσφαιρική πίεση  
στο ύψος της Θάλασσας  
76mm Hg ή 1 atm

$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$  ή  $1013,25 \text{ hPa}$

Ατμοσφαιρική  
πίεση

$1 \text{ atm} = 760$  χιλιοστά στήλης υδραργύρου =  $760 \text{ mm Hg}$ , ή  
 $1 \text{ atm} = 76$  εκατοστά στήλης υδραργύρου =  $76 \text{ cm Hg}$

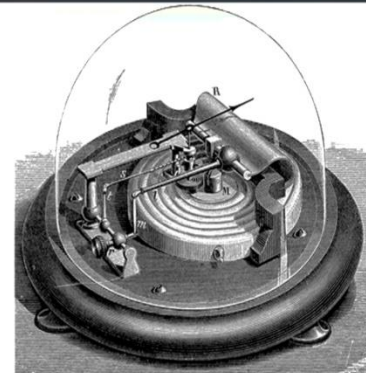
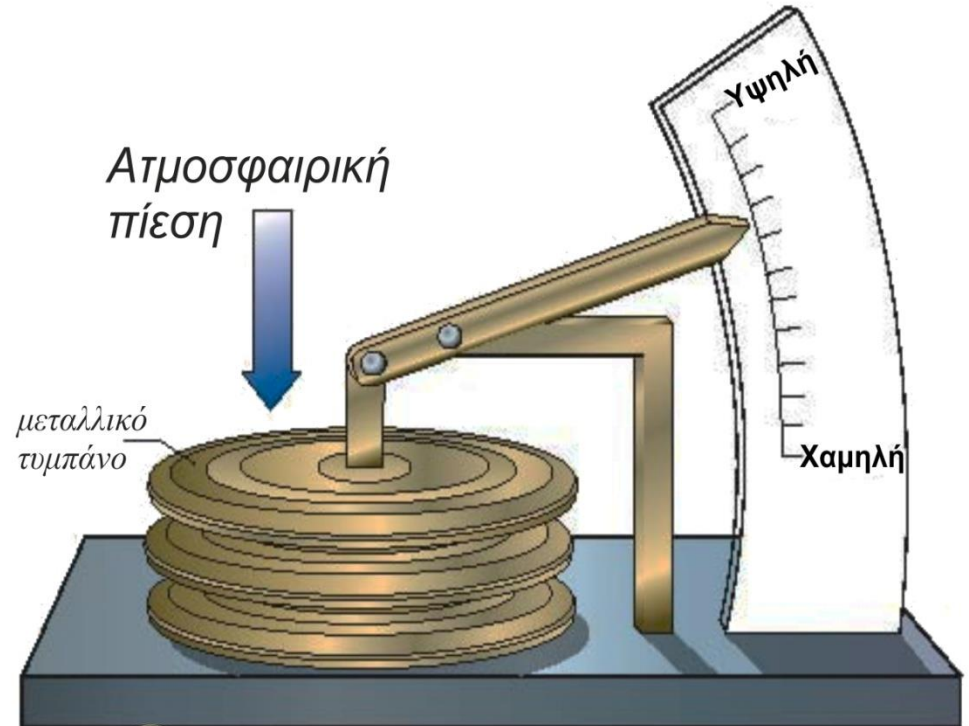
Δοχείο με Υδράργυρο



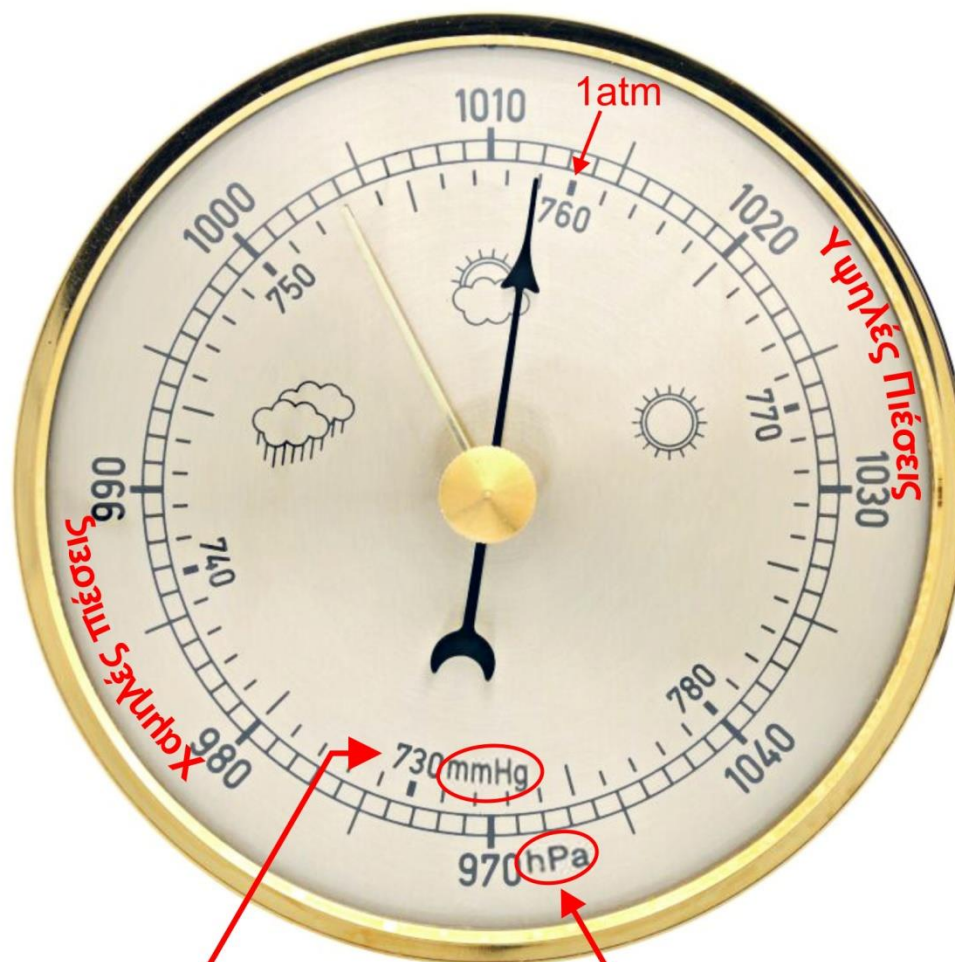
## Μεταλλικό βαρόμετρο (ανεροειδές)

Το όργανο αυτό αποτελείται από ένα θάλαμο μορφής μεταλλικού τυμπάνου που βρίσκεται σχεδόν σε «κενό αέρος», και που είναι ερμητικά κλειστό και είναι ευπαθής ακόμη και στις πλέον μικρές μεταβολές της εξωτερικής πίεσης. Η ανώτερη επιφάνεια του θαλάμου συνδέεται μέσω συστήματος μοχλών και ελατηρίων με δείκτη - βελόνη. Έτσι κάθε κίνηση της ανώτερης επιφάνειας μεγεθυνομένη μέσω των μοχλών δεικνύεται από τη βελόνη που κινείται αντίστοιχα πάνω σε βαθμονομημένο σε μονάδες βαρομετρικής πίεσης κυκλικό δίσκο (άντρυγα).

Τα σύγχρονα μεταλλικά βαρόμετρα δείχνουν την ατμοσφαιρική πίεση ταυτόχρονα σε mmHg και hPa (εκατοντάδες Pascal)



## Μεταλλικό βαρόμετρο (ανεροειδές)

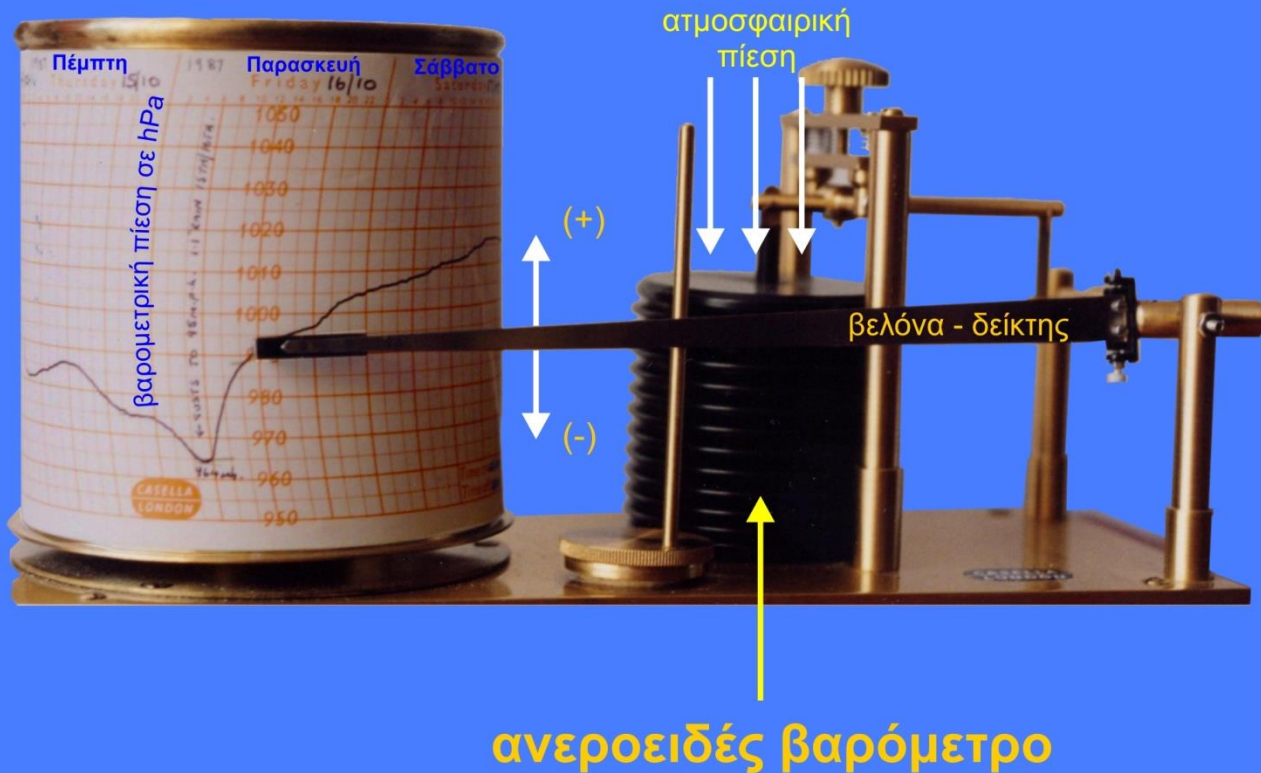


Ατμοσφαιρική πίεση σε mmHg

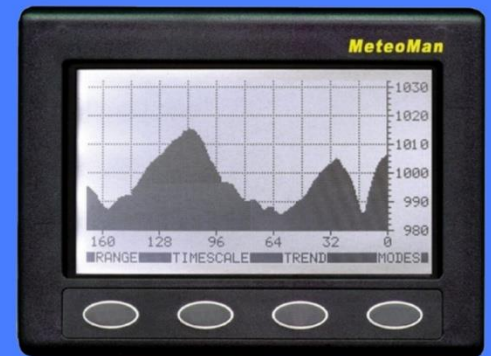
Ατμοσφαιρική πίεση σε hPa

# Ο Βαρογράφος

Είναι μια συσκευή που αποτελείται από ένα ανεροειδές βαρόμετρο που η βελόνα του καταγράφει με μελάνη πάνω σε ένα ειδικά βαθμονομημένο χαρτί τις μεταβολές της ατμοσφαιρικής πίεσης. Το χαρτί προσαρμόζεται πάνω περιστρεφόμενο με ωρολογιακό μηχανισμό κύλινδρο. Υπάρχουν και ψηφιακοί βαρογράφοι που καταγράφουν την πίεση σε οθόνη.



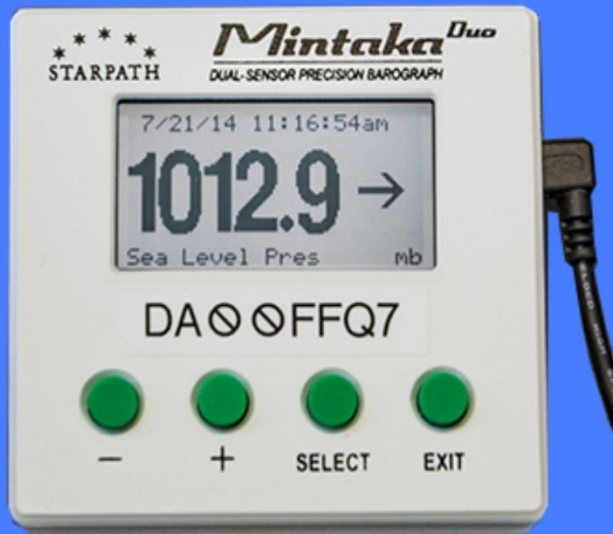
ψηφιακός βαρογράφος



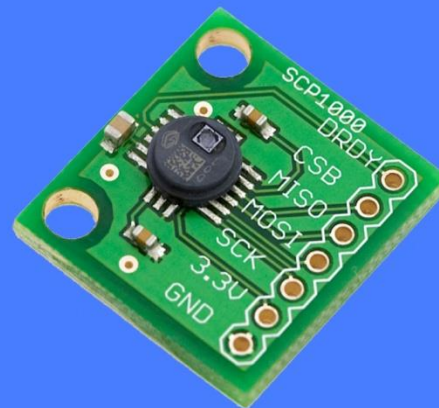
# Τα ηλεκτρονικά βαρόμετρα

Τα ηλεκτρονικά βαρόμετρα αποτελούνται από έναν ηλεκτρονικό αισθητήρα πίεσης ένα αναλογικό-ψηφιακό μετατροπέα και ψηφιακή οθόνη.

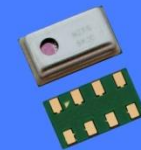
Η αλλαγή της ατμοσφαιρικής πίεσης προκαλεί αλλαγή στην εξερχόμενη τάση του ηλεκτρικού σήματος από τον αισθητήρα.



ηλεκτρονικό βαρόμετρο



ηλεκτρονικός  
αισθητήρας πίεσης

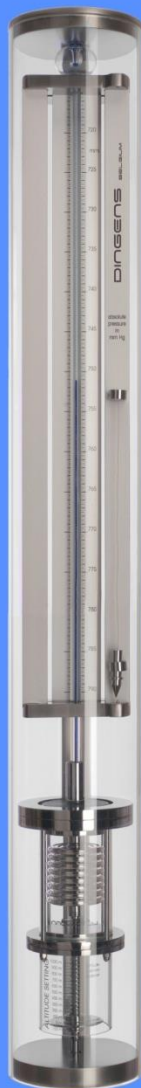


μικροσκοπικός ηλεκτρονικός  
αισθητήρας πίεσης

# ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΒΑΡΟΜΕΤΡΩΝ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ



Παλιό  
Βαρόμετρο Hg

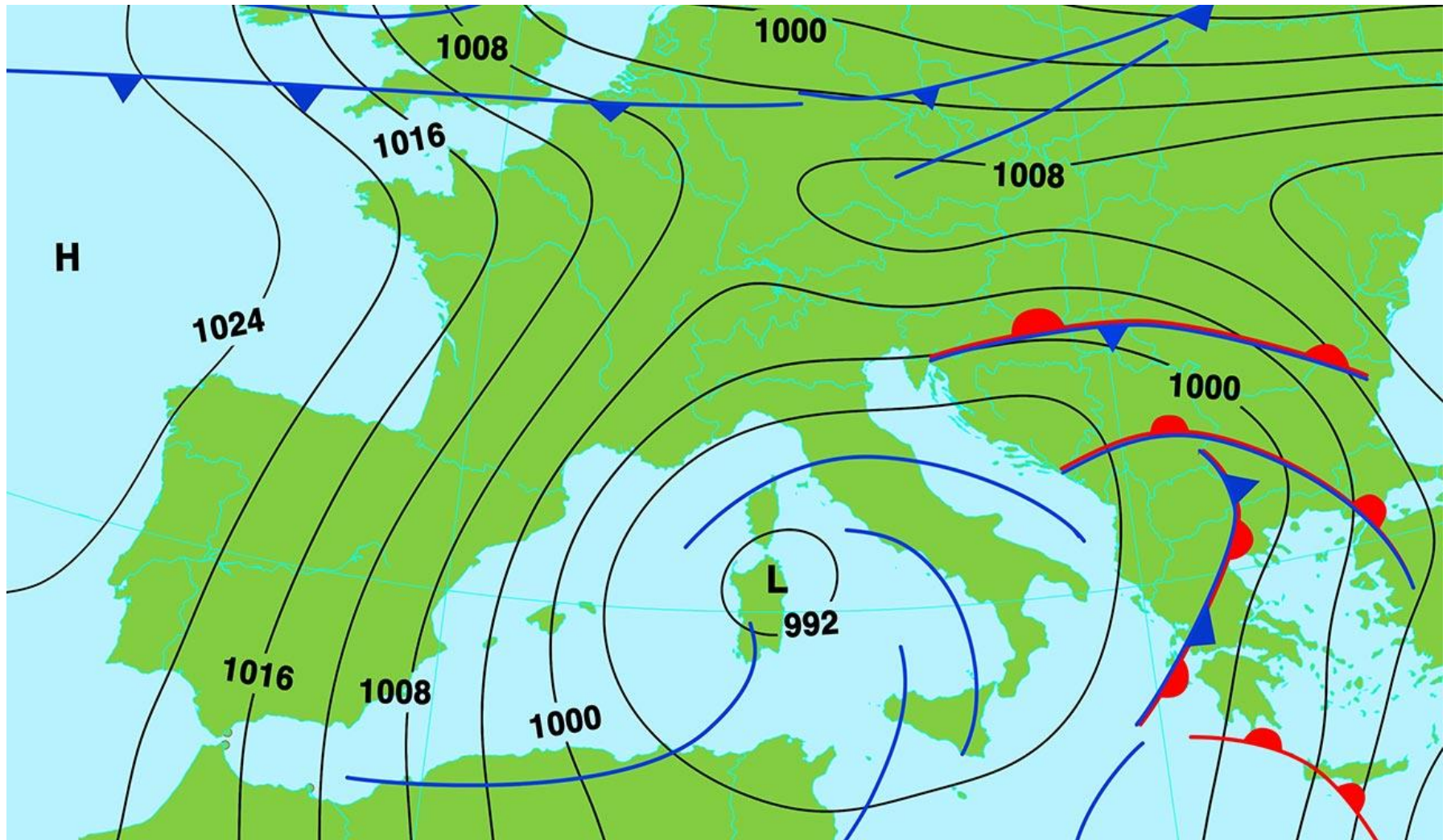


Αναλογικά  
βαρόμετρα και  
βαρογράφοι  
ακριβείας



Ψηφιακά  
βαρόμετρα και  
βαρογράφοι  
ακριβείας





# Όργανα μέτρησης της βροχής

# Το ύψος της βροχής

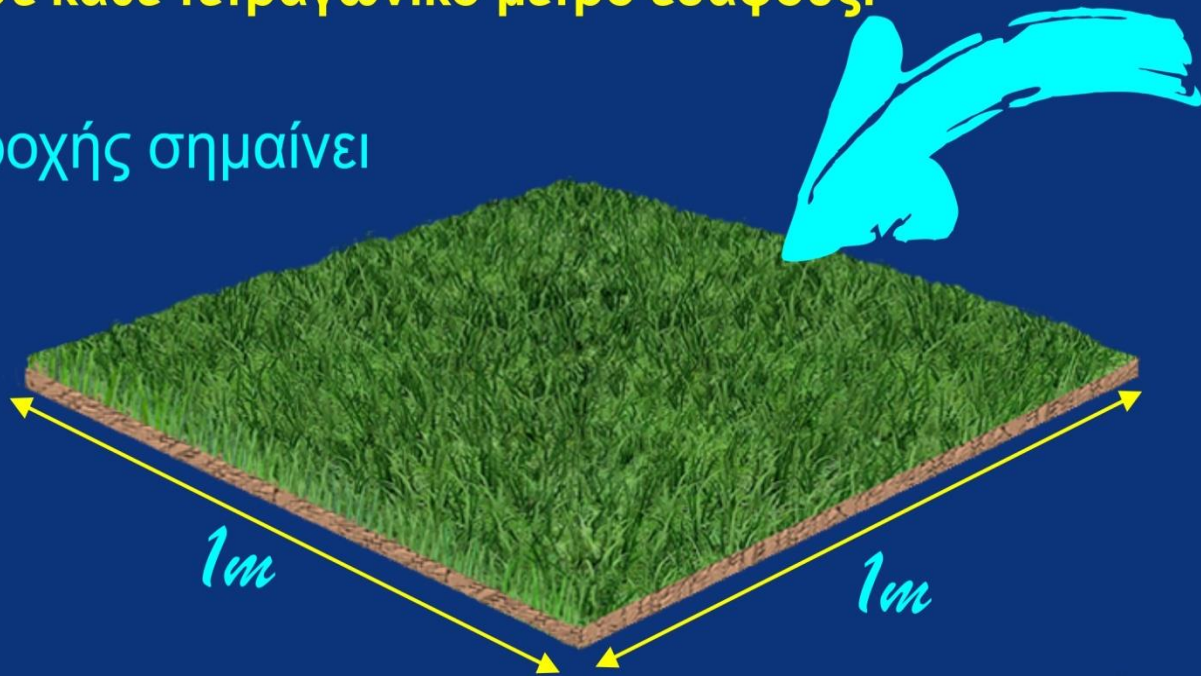
Η ποσότητα του νερού που πέφτει στο έδαφος μετρείται με το ύψος που θα αποκτούσε το νερό αν δεν εξατμιζόταν ή δεν απορροφιοταν από το έδαφος ή δεν έρρε προς τη θάλασσα.

Διεθνώς, μονάδα μέτρησης του ύψους βροχής είναι το mm.

Στην πράξη, λέγοντας βροχή ύψους 1 mm εννοούμε τη βροχόπτωση εκείνη που απέδωσε ποσότητα νερού ίση με 1 λίτρο σε κάθε τετραγωνικό μέτρο εδάφους.

Συνεπώς, ποσότητα βροχής 10mm σημαίνει ποσότητα νερού ίση με 10 λίτρα σε κάθε τετραγωνικό μέτρο εδάφους.

1mm βροχής σημαίνει



1lt  
νερού

# Όργανα μέτρησης του ύψους της βροχής

*Το ύψος της βροχής μετριέται με:*

- Ογκομετρικά και δεκαπλασιαστικά βροχόμετρα
- Αυτογραφικά βροχόμετρα ή Βροχογράφους
- Βροχόμετρα ανατρεπόμενων κάδων ή ζυγού
- Ζυγιστικά βροχόμετρα
- Ακουστικά βροχόμετρα
- Οπτικά βροχόμετρα
- Μετεωρολογικά ραντάρ

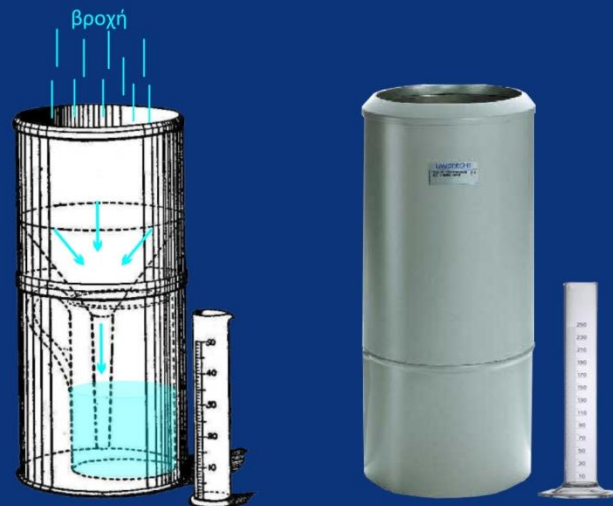
Κ  
λ  
α  
σ  
ι  
κ  
ά  
ό  
ρ  
γ  
α  
ν  
α

Σύγχρονα  
οργανα

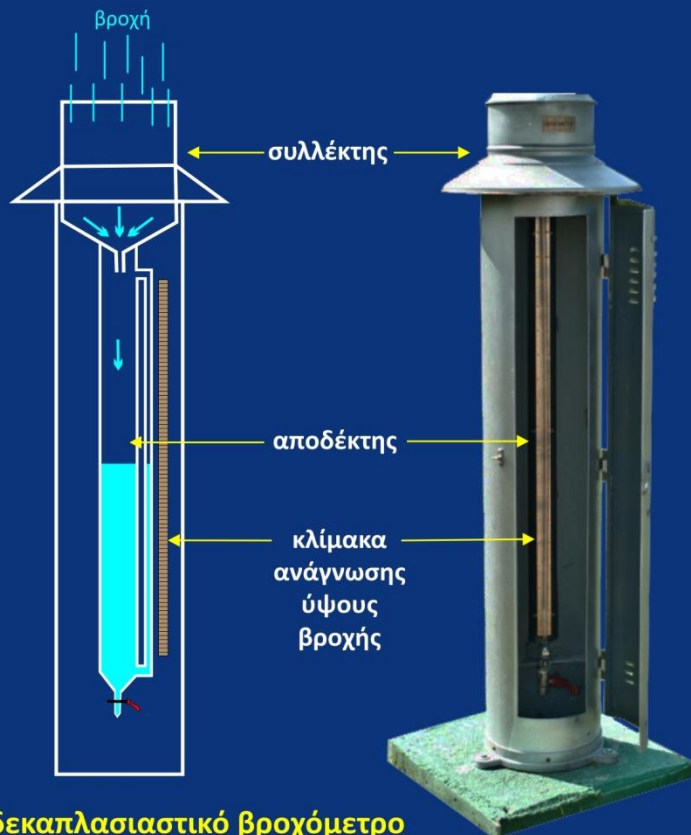
# Το ογκομετρικό και το δεκαπλασιαστικό βροχόμετρο

Στο **ογκομετρικό βροχόμετρο** το νερό της βροχής συγκεντρώνεται μέσω μίας χοάνης σε ένα δοχείο συλλογής που είναι τοποθετημένο στη βάση του εσωτερικού ενός κυλίνδρου.

Η μέτρηση της βροχής γίνεται με τη χρήση ενός ογκομετρικού σωλήνα κατάλληλα βαθμολογημένου σε χιλιοστά ύψους βροχής



**ογκομετρικό βροχόμετρο**



**δεκαπλασιαστικό βροχόμετρο**

Στο **δεκαπλασιαστικό βροχόμετρο** η επιφάνεια του συλλέκτη είναι δεκαπλάσια από την επιφάνεια της διατομής του αποδέκτη, έτσι που το ύψος βροχής που φτάνει στο συλλέκτη γίνεται δέκα φορές μεγαλύτερο στον αποδέκτη, με αποτέλεσμα την αύξηση της ακρίβειας των μετρήσεων.

# Βροχόμετρο ζυγού ή βροχόμετρο με ανατρεπόμενους κάδους

Τα βροχόμετρα με ανατρεπόμενους κάδους αποτελούνται από δύο μικρούς κάδους που είναι τοποθετημένοι σε κοινό άξονα. Διαθέτουν ένα χωνί μέσω του οποίου γεμίζουν οι κάδοι με το νερό της βροχής και μετακινούνται κατακόρυφα. Όταν γεμίσει ο πρώτος κάδος, αναποδογυρίζει αδειάζοντας το νερό της βροχής που μάζεψε και δίνοντας τη θέση του στον δεύτερο κάδο κάτω από το χωνί. Η διαδικασία ανατροπής των δυο κάδων επαναλαμβάνεται διαδοχικό όσο διαρκεί η βροχή με κάθε άκρο αντίστοιχα να μετρά μια συγκεκριμένη ποσότητα βροχής.

Σε κάθε άκρη του άξονα υπάρχει μια μαγνητική επαφή και κάθε φορά που ανατρέπεται ένας κάδος (συνήθως όταν συλλέξει 10ml βροχής, που αντιστοιχούν σε υψος βροχής 0.2mm ) δίνει έναν παλμό.

Τέλος, η έξοδος του οργάνου συνδέεται σε είσοδο μέτρησης παλμών σε καταγραφικό σύστημα, και αθροίζονται οι παλμοί και ως εκ τούτου το συνολικό ποσό βροχής (αριθμός παλμών x 0.2mm).



*Βροχόμετρο ζυγού ή βροχόμετρο με ανατρεπόμενους κάδους εξωτερικά*

*Βροχόμετρο ζυγού ή βροχόμετρο με ανατρεπόμενους κάδους εσωτερικά*



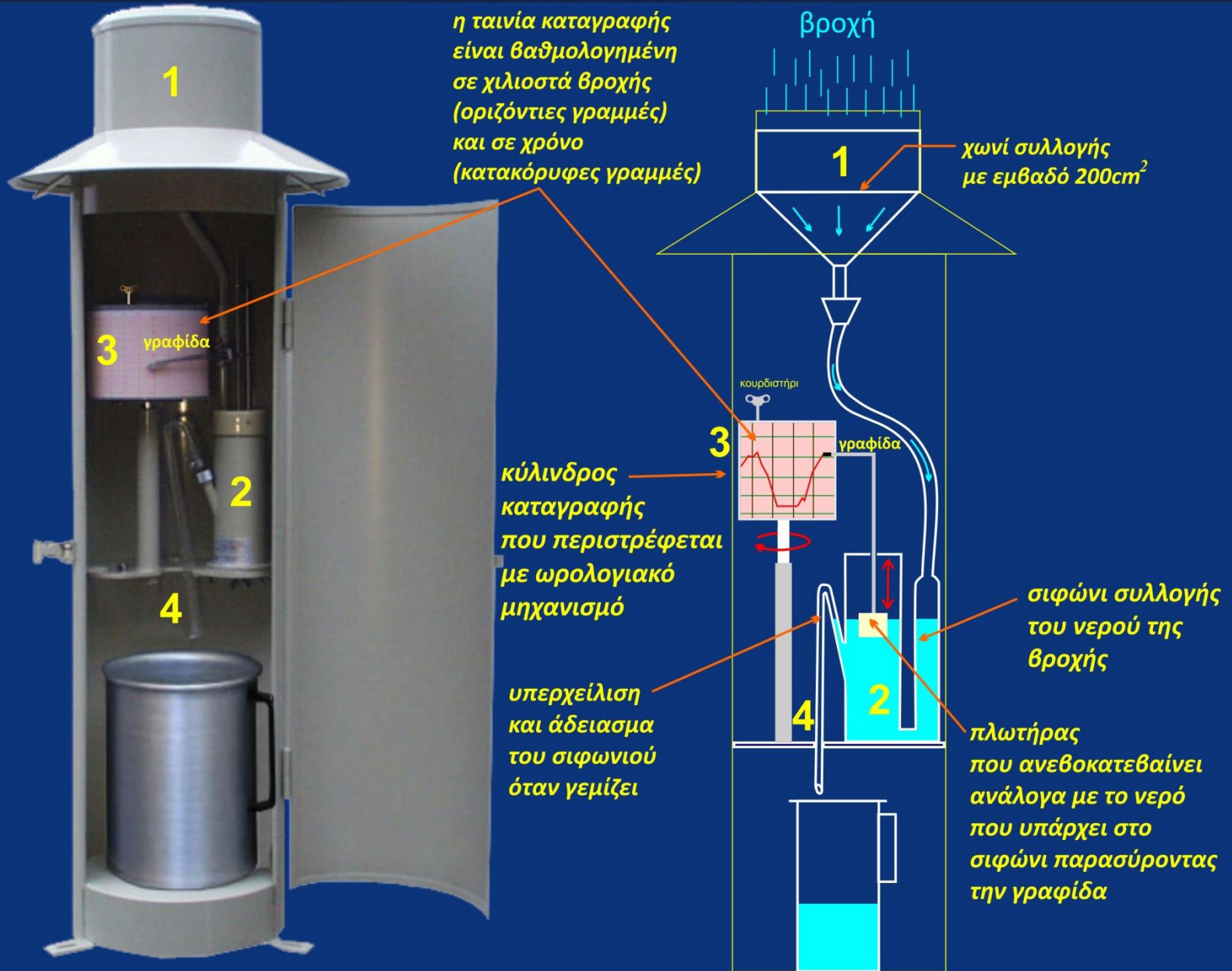
*Οι ανατρεπόμενοι κάδοι*



# Βροχόμετρο με ανατρεπόμενους κάδους (ή ζυγού)

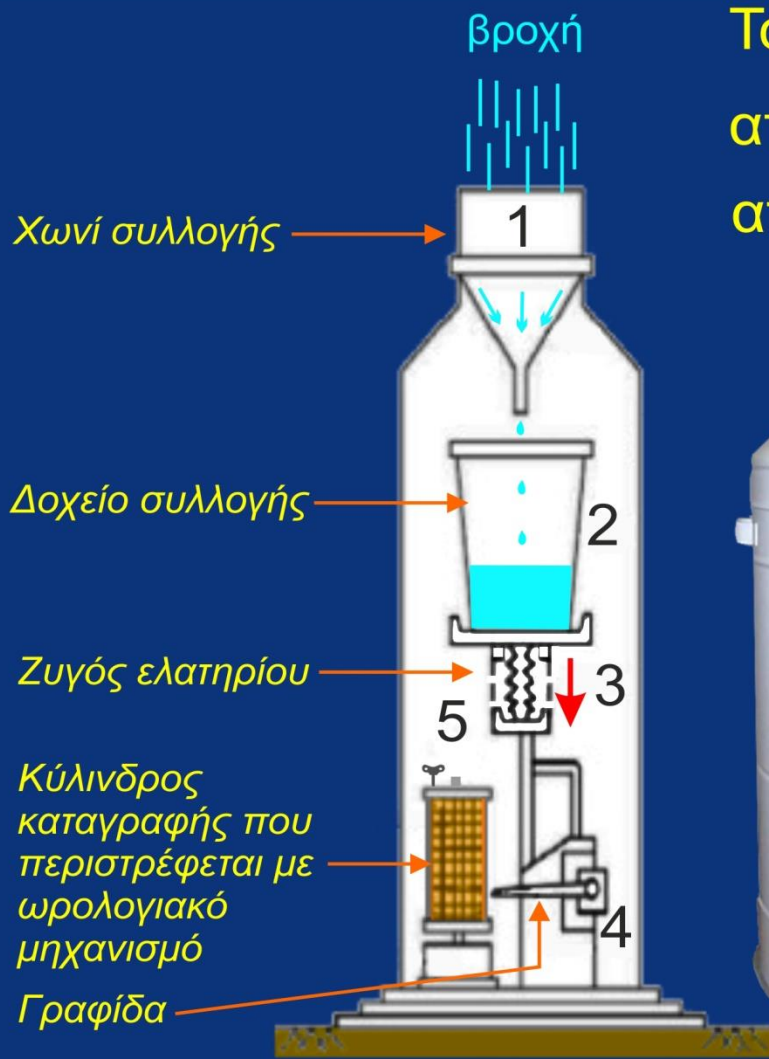


# Ο βροχογράφος τύπου Hellman (αυτογραφικό βροχόμετρο)



# Ζυγιστικό βροχόμετρο

(με αυτογραφικό μηχανισμό)



Χωνί συλλογής

Δοχείο συλλογής

Ζυγός ελατηρίου

Κύλινδρος καταγραφής που περιστρέφεται με ωρολογιακό μηχανισμό

Γραφίδα

Το βροχόμετρο αυτό αποτελείται από ένα χωνί συλλογής της βροχής (1) από ένα δοχείο συλλογής της βροχής (2)

από ένα ζυγό με ελατήριο (3) που πιέζεται προς τα κάτω από το βάρος του νερού.

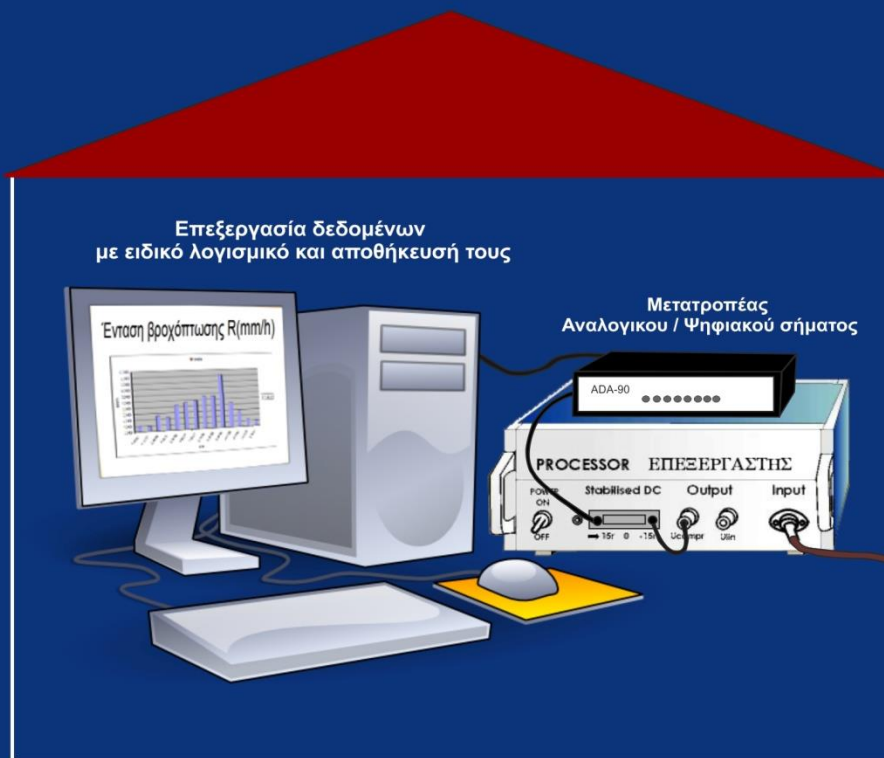
Η κίνηση του ελατηρίου προς τα κάτω μεταδίδεται σε μία γραφίδα (4)

Η γραφίδα καταγράφει σε αυτοπεριστρεφόμενο καταγραφικό κύλινδρο (5) την ποσότητα της βροχής μετατρέποντας το βάρος της βροχής σε ύψος.

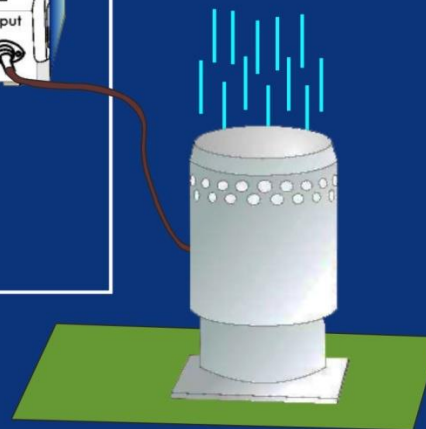
Σύγχρονος ηλεκτρονικός καταγραφέας



# Ακουστικό βροχόμετρο (Ντιστρόμετρο)



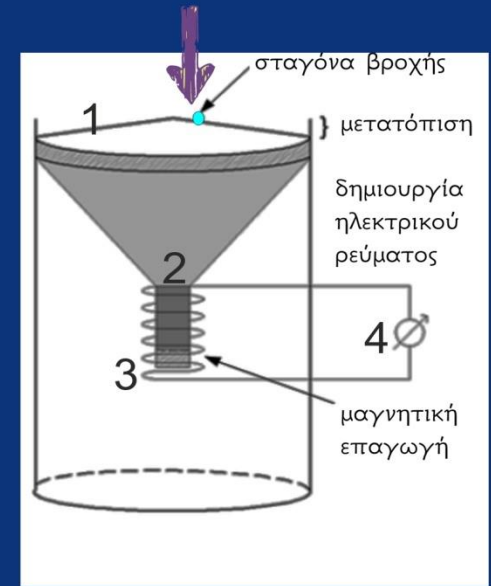
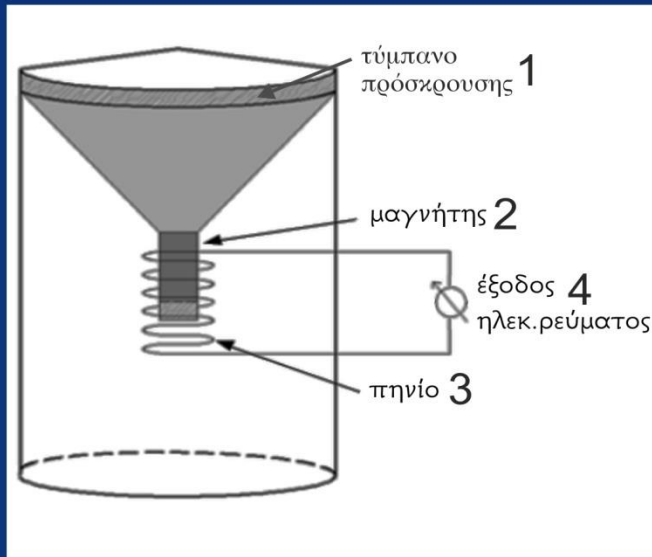
βροχή



Το όργανο μετατρέπει την μηχανική ενέργεια των σταγόνων της βροχής σε ηλεκτρικό παλμό του οποίου το πλάτος είναι συνάρτηση της διαμέτρου σταγόνας. Το σήμα με καλώδιο φτάνει σε έναν επεξεργαστή και στη συνέχεια μέσω ενός μετατροπέα σε Η/Υ όπου με ειδικό λογισμικό απεικονίζονται και καταγράφονται οι παράμετροι της βροχής όπως το ύψος ή ένταση κλπ.

# Ακουστικό βροχόμετρο (Ντιστρόμετρο)

## Αρχή λειτουργίας



Η σταγόνα της βροχής μετακινεί προς τα κάτω το τύμπανο πρόσκρουσης (1) και αυτό με τη σειρά του τον μαγνήτη (2) μέσα στο πηνίο (3) και έτσι παράγεται ηλεκτρικός παλμός στις άκρες του πηνίου (4).

# Οπτικό βροχόμετρο (Ντιστρόμετρο)

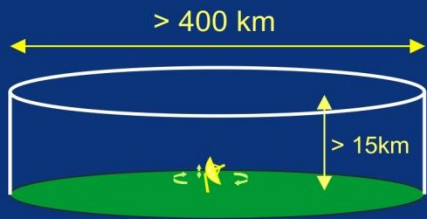


Η συσκευή αποτελείται από μια πηγή εκπομπής οριζόντιας δέσμης φωτός λέιζερ (δίοδος), που κατευθύνεται σε έναν δέκτη όπου λαμβάνονται οι ηλεκτρικές μετρήσεις. Οι σταγόνες της βροχής που περνούν μέσα από τη δέσμη φωτός διασκορπίζουν λόγω πολλαπλής ανάκλασης το φως (το σκεδάζουν). Η εξασθένηση του φωτός που προκαλείται από κάθε σταγόνα μετατρέπεται σε ένα ηλεκτρικό παλμό από τον δέκτη ο οποίος στη συνέχεια μετατρέπεται επιτυχώς με ειδικό λογισμικό σε ταχύτητα και μέγεθος της σταγόνας και στη συνέχεια μπορούν να υπολογιστούν άλλες παράμετροι της βροχής όπως το ύψος και η ένταση.

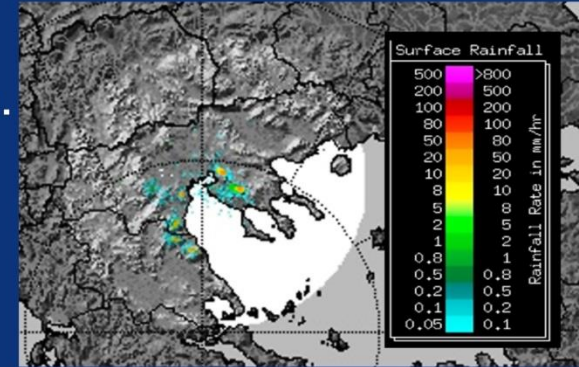


# Μετεωρολογικό ραντάρ

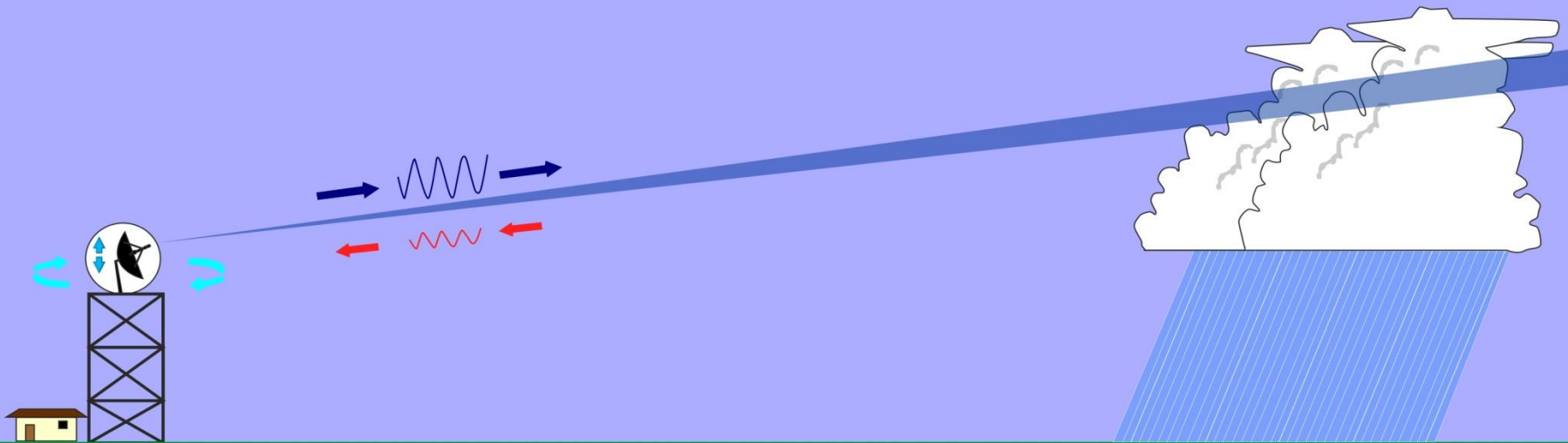
Το ραντάρ εκπέμπει μικροκύματα κάποια από τα οποία ανακλώνται από τη βροχή και επιστρέφουν στο ραντάρ. Αφού μερτηθούν υπάρχει δυνατότητα μετατροπής τους σε ισοδύναμο ύψος βροχής.



Το μετεωρολογικό ραντάρ κάνει μετρήσεις σε έναν τριδιάστατο χώρο με κέντρο την θέση του.

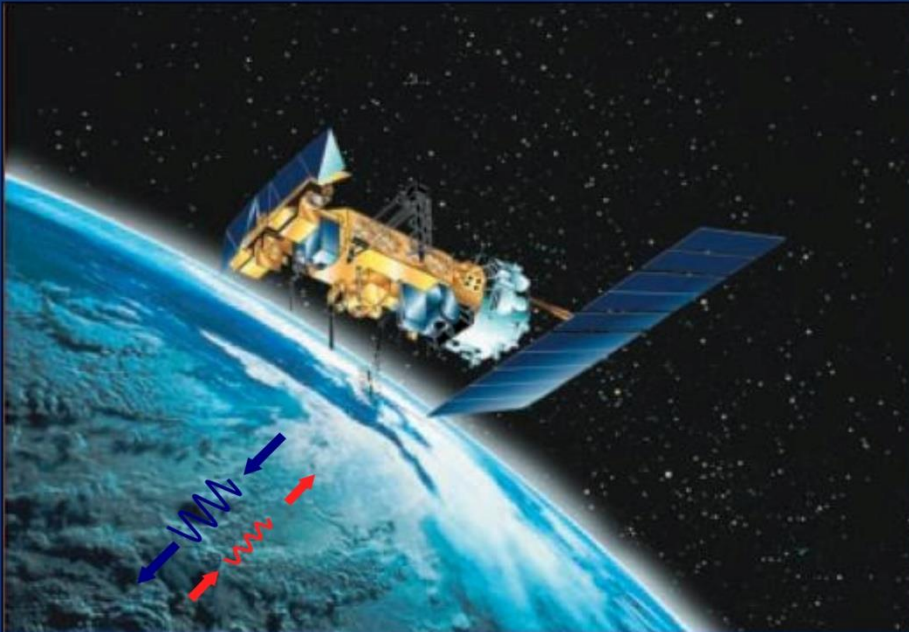


Εικόνα από Μετεωρολογικό ραντάρ



# Μετεωρολογικό ραντάρ

## Δορυφορικό ραντάρ



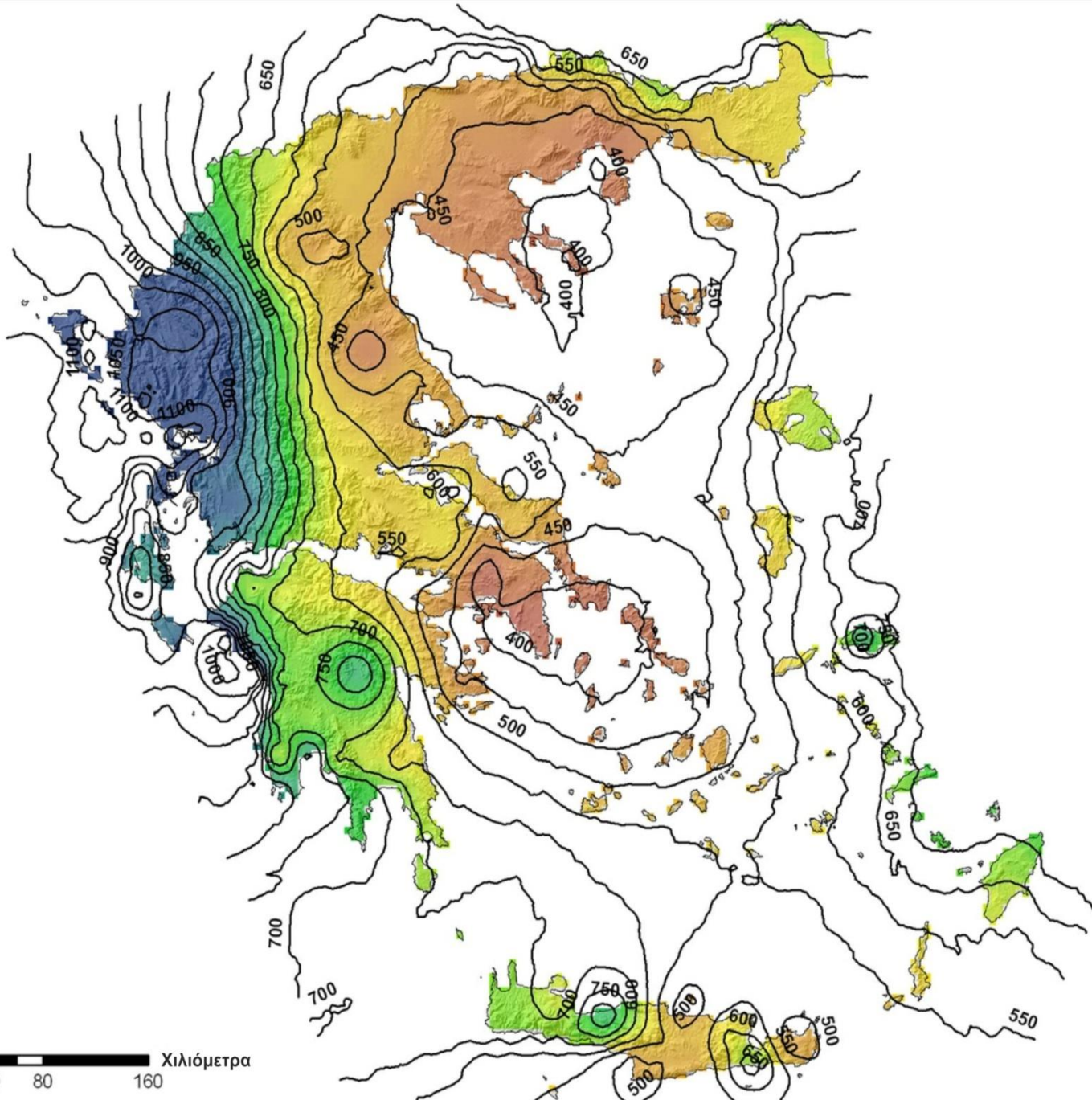
Εκπομπή ακτινοβολίας από το δορυφορικό ραντάρ και λήψη ανακλώμενης ακτινοβολίας.

Όπως με το επίγειο ραντάρ, έτσι και με το δορυφορικό ραντάρ υπάρχει δυνατότητα μετατροπής της ανάκλασης σε ισοδύναμο ύψος βροχής.

## Επίγειο ραντάρ



*Μετεωρολογικό ραντάρ  
στη Χρυσούπολη Καβάλας*



0 40 80 160 Χιλιόμετρα

— Ισοϋετείς καμπύλες  
□ Ελλάδα  
Ετήσιο ύψος κατακρημισμάτων (mm)  
■ Υψηλό : 1110,27  
■ Χαμηλό: 362,75

# Όργανα μέτρησης της ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου

# ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Η ταχύτητα του αέρα στη μετεωρολογία μετρείται με:

-Τα κυπελλοφόρα ανεμόμετρα



-Τα ελικοφόρα ανεμόμετρα



-Τα ανεμόμετρα υπερήχων



## Πως λειτουργούν τα κύπελλοφόρα και ελικοφόρα ανεμόμετρα.

Περιστρεφόμενα  
κύπελλα

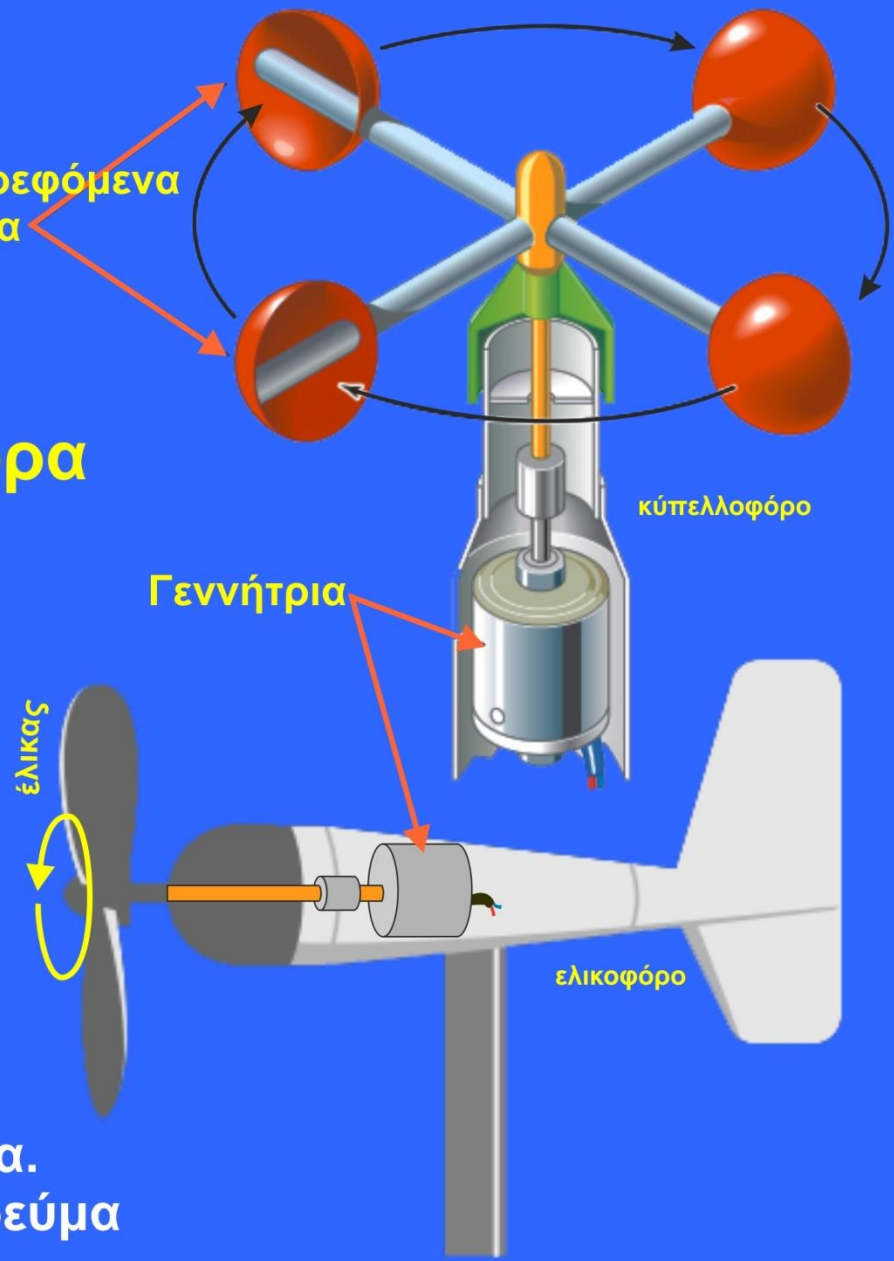
Γεννήτρια

κύπελλοφόρο

έλικας

ελικοφόρο

Οι μετρητές που χρησιμοποιούνται ευρέως για τις μετρήσεις ταχύτητας του ανέμου είναι το κύπελλοφόρο και το ελικοφόρο ανεμόμετρο, στα οποία τα περιστρεφόμενα από τον άνεμο κύπελλα ή ο έλικας βάζουν σε λειτουργία μια ηλεκτρική γεννήτρια. Το παραγόμενο από την γεννήτρια ρεύμα λειτουργεί έναν ηλεκτρικό μετρητή που μετρά την ταχύτητα του ανέμου.

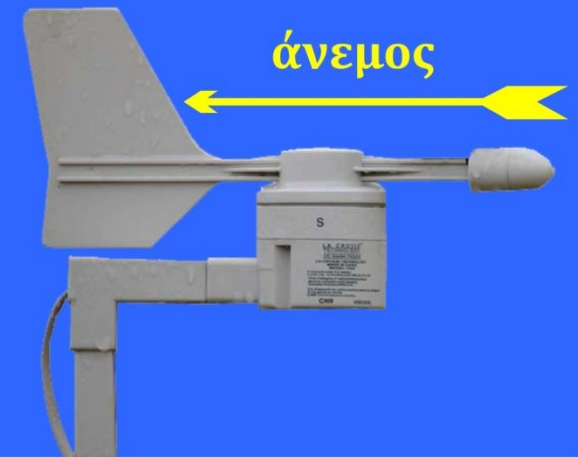


# Ο ΑΝΕΜΟΔΕΙΚΤΗΣ

**Ο ανεμοδείκτης**, όπως άλλωστε υποδηλώνει και το όνομά του, καταγράφει την κατεύθυνση του ανέμου και είναι ένα από τα παλαιότερα μετεωρολογικά όργανα.

Σε αντίθεση με το ανεμόμετρο, η λειτουργία και η κατασκευή του είναι πολύ πιο απλή.

Πρόκειται για μια κατασκευή τοποθετημένη ασύμμετρα γύρω από ένα κατακόρυφο άξονα, στον οποίο περιστρέφεται ελεύθερα, στην μια του άκρη σχηματίζεται ένα κατακόρυφο πτερύγιο που προσανατολίζεται παράλληλα προς τη διεύθυνση του ανέμου και στέλνει στο καταγραφικό (μέσω μεταβλητής ηλεκτρικής αντίστασης) είτε μία συνεχή ηλεκτρική τάση ανάλογη της διεύθυνσης, είτε ένα διακριτό σήμα που αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο σημείο του ορίζοντα. (πχ. Β, ΒΑ, κλπ). Στη συνέχεια το αναλογικό σήμα μετατρέπεται σε ψηφιακό και αποθηκεύεται στην κάρτα μνήμης του καταγραφικού.



# Ακρίβεια του ανεμομέτρου

Η ακρίβεια ενός ανεμομέτρου εξαρτάται από το **βάρος**, τις **διαστάσεις** και τις **εσωτερικές τριβές** του και συνήθως είναι ίση με **2 %**. Επίσης, η αξιοπιστία του οργάνου μπορεί να επηρεαστεί και από **περιβαλλοντικούς παράγοντες**. Η **σκόνη της ατμόσφαιρας** μπορεί να παγιδευτεί στο εσωτερικό του οργάνου με αποτέλεσμα την αύξηση της τριβής και κατά συνέπεια την μείωση της ακρίβειας.

Ακόμη, οι χαμηλές θερμοκρασίες μπορούν να προκαλέσουν την ακινησία του οργάνου από τον **πάγο** που θα αναπτυχθεί στην εξωτερική του επιφάνεια. Επίσης συχνά δημιουργούνται προβλήματα στην λειτουργία του από τα επικαθήμενα **πουλιά**. Λόγω αυτών των προβλημάτων, πραγματοποιούνται βαθμονομήσεις και συντηρήσεις του οργάνου η συχνότητα των οποίων εξαρτάται από την περιοχή και θέση εγκατάστασης.

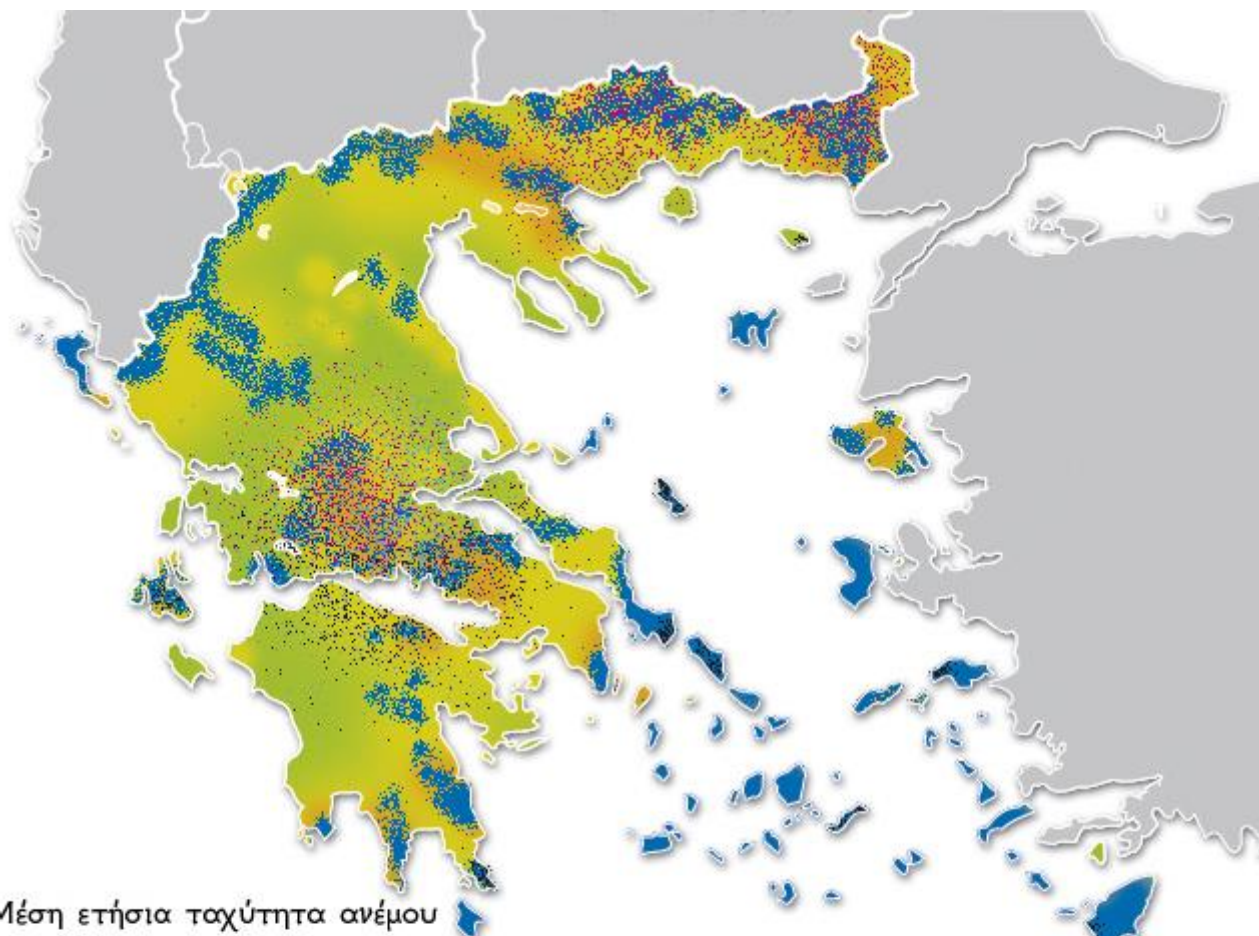


# Ανεμόμετρο υπερήχων

Το **Ανεμόμετρο υπερήχων** περιέχει δύο ή τρία ζευγάρια πομπού (Π) -δέκτη(Δ) υπερήχων. Ο ήχος στον αέρα έχει ταχύτητα  $c$  ( $\approx 320\text{m/s}$  στους  $20^\circ\text{C}$ ). Ο πομπός στέλνει παλμούς υπερήχων στο δέκτη. Κατά τη διάδοση των υπερήχων, η ταχύτητα του ανέμου  $V$  προστίθεται διανυσματικά στην  $c$  και η σχετική ταχύτητα γίνεται  $c+V$  στη μία διαδρομή και  $c-V$  στην άλλη. Γνωρίζοντας την απόσταση  $\ell$  μεταξύ πομπού και δέκτη υπολογίζεται η ταχύτητα  $V$  αλλά και η κατεύθυνση του ανέμου.

Μια πιο εύχρηστη παραλλαγή αυτού του ανεμομέτρου είναι το ανεμόμετρο ακουστικού συντονισμού που κατασκευάστηκε από τον ελληνοκύπριο Σάββα Καπαρτή το 2000.





Μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου

