



Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος  
Πολυτεχνική Σχολή  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

# Σημειώσεις μαθήματος **ENE2310: Τεχνική Υδρολογία**

Διάλεξη 2  
11/03/2022

Βασιλική Συγγούνα  
Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος  
Πανεπιστήμιο Πατρών

## Στοιχεία Μετεωρολογίας

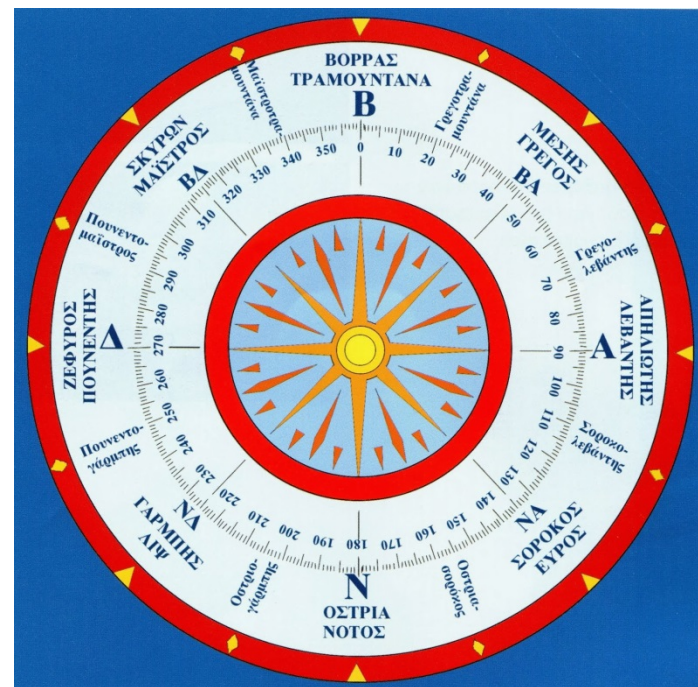
### Άνεμος

- Η οριζόντια κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα.
- Χαρακτηρίζεται από ταχύτητα και διεύθυνση.
- Μονάδες  $\longrightarrow$  m/s, km/h, knots\*
- \* knots = κόμβοι (1 kn = 1,85 km/h)
- Η μέτρηση της ταχύτητας του ανέμου γίνεται με **Ανεμόμετρα**.

### Κλίμακα Beaufort

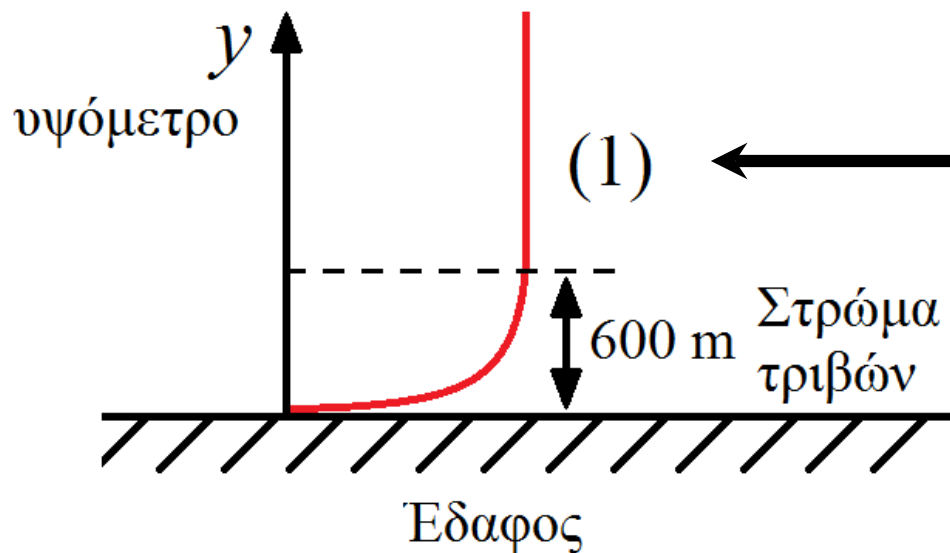
- Βασίζεται στην επιρροή του ανέμου.
- Καλύπτει περιοχές ταχύτητας και όχι μία μόνο συγκεκριμένη τιμή.

### Ανεμολόγιο (Διεύθυνση Ανέμων)



## Στοιχεία Μετεωρολογίας

### Κατακόρυφη κατανομή ταχύτητας ανέμου



Το τμήμα (1) είναι κατακόρυφο διότι έχουν αποσβεστεί οι τριβές.

Στρώμα τριβών λόγω αντιστάσεων από εμπόδια (δέντρα κτλ).

Εκθετικός νόμος: 
$$\frac{u_2}{u_1} = \left( \frac{z_2}{z_1} \right)^m \longrightarrow \text{Λόγος ταχυτήτων} = (\text{Λόγος υψών})^m$$

όπου:  $u_1$  είναι η ταχύτητα του ανέμου στο ύψος  $z_1$ .  
 $u_2$  είναι η ταχύτητα του ανέμου στο ύψος  $z_2$ .  
 $m$  είναι μία σταθερά (συνήθως  $m = 1/7$ )

## Στοιχεία Μετεωρολογίας

### Παράδειγμα

Οι μετρήσεις δύο ανεμομέτρων έδειξαν ότι η ταχύτητα του ανέμου σε ύψος 3 m και 6 m είναι 1,67 m/s και 1,84 m/s αντίστοιχα. Να προσδιοριστεί η ταχύτητα του ανέμου σε ύψος 10 m.

### Λύση

Αρχικά κάνουμε χρήση του εκθετικού νόμου για τον προσδιορισμό του  $m$

$$\frac{u_{6m}}{u_{3m}} = \left( \frac{z_{6m}}{z_{3m}} \right)^m \Rightarrow \ln \left( \frac{u_{6m}}{u_{3m}} \right) = m \cdot \ln \left( \frac{z_{6m}}{z_{3m}} \right) \Rightarrow m = \frac{\ln(u_{6m}/u_{3m})}{\ln(z_{6m}/z_{3m})} \Rightarrow m = 0,1398$$

Έπειτα κάνουμε χρήση του εκθετικού νόμου για τον υπολογισμό του  $u_{10m}$

$$\frac{u_{10m}}{u_{3m}} = \left( \frac{z_{10m}}{z_{3m}} \right)^m \Rightarrow u_{10m} = u_{3m} \left( \frac{z_{10m}}{z_{3m}} \right)^m \Rightarrow u_{10m} = 1,67 \cdot \left( \frac{10}{3} \right)^{0,1398} \Rightarrow \boxed{u_{10m} = 1,97 \text{ m/s}}$$

## Στοιχεία Μετεωρολογίας

### Ορισμοί


**Αέρια μάζα:** Είναι μία μάζα αέρα πελωρίων διαστάσεων με ομοιόμορφες φυσικές ιδιότητες (θερμοκρασία, υγρασία).

**Θερμή ή ψυχρή αέρια μάζα,** ανάλογα με το αν είναι θερμότερη ή ψυχρότερη από την επιφάνεια πάνω από την οποία κινείται.

**Μέτωπο:** Η τομή της επιφάνειας του εδάφους με τη μεταβατική επιφάνεια που σχηματίζεται ανάμεσα σε θερμές και ψυχρές αέριες μάζες.

**Ψυχρό μέτωπο:** Ψυχρές αέριες μάζες εκτοπίζουν θερμές μάζες. 

**Θερμό μέτωπο:** Θερμές αέριες μάζες εκτοπίζουν ψυχρές μάζες. 

**Ανώτερο μέτωπο:** Ο ψυχρός αέρας κινείται ταχύτερα και αντικαθιστά πλήρως το θερμό αέρα κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και έτσι το μέτωπο μεταφέρεται ψηλότερα στην ατμόσφαιρα. 

## Στοιχεία Μετεωρολογίας

### Ορισμοί

**Δύναμη Coriolis:** Δύναμη λόγω της περιστροφικής κίνησης της γης.

**Κυκλώνες:** Είναι αέριες μάζες με περίπου κυκλική διατομή. Η πίεση στο κέντρο είναι χαμηλή και η κίνηση του αέρα γίνεται προς το εσωτερικό. Λόγω της Coriolis η κίνηση γίνεται ελικοειδής και οι αέριες μάζες κινούνται προς τα πάνω. Είναι στοιχεία κακού καιρού, συνδέονται με κατακρημνίσεις.

**Αντικυκλώνες:** Είναι αέριες μάζες με περίπου κυκλική διατομή. Η πίεση στην περιφέρεια είναι χαμηλή και η κίνηση του αέρα γίνεται προς το εξωτερικό. Είναι στοιχεία καλού καιρού, δεν συνδέονται με σημαντικές κατακρημνίσεις.

**Σημείωση:** Η δημιουργία μετώπων και κυκλώνων συνήθως οφείλεται σε συνθήκες μεγάλης κλίμακας.



## Στοιχεία Μετεωρολογίας

### Θερμοκρασία

Μέτρηση με **θερμόμετρα** ή **θερμογράφους**. Τα όργανα αυτά τοποθετούνται μέσα σε μετεωρολογικούς κλωβούς για προστασία σε ύψος 2m από το έδαφος.

$$\text{Μέση ημερήσια θερμοκρασία} = \frac{T_{08:00} + T_{14:00} + 2 \cdot T_{20:00}}{4}$$

**Κανονική θερμοκρασία (ημερήσια, μηνιαία ή ετήσια):** Είναι ο μέσος όρος μιας ορισμένης 30ετίας και χρησιμεύει ως βάση σύγκρισης.

### Παρατηρήσεις

Στην τροπόσφαιρα η σχέση της θερμοκρασίας με το ύψος είναι σχεδόν γραμμική, με σταδιακή μείωση - 0,65 °C /100 m.

Η παραπάνω σχέση παρουσιάζει μη ομαλή συμπεριφορά κοντά στην επιφάνεια του εδάφους λόγω μεγάλων θερμοκρασιακών μεταβολών.

## Ατμοσφαιρικές Κατακρημνίσεις

Είναι οι διάφορες μορφές υπό τις οποίες το νερό αποβάλλεται από την ατμόσφαιρα και επανέρχεται στην επιφάνεια της γης.

Οι μορφές που ενδιαφέρουν την Τεχνική Υδρολογία είναι:

- **Η βροχή:** Σταγονίδια με διάμετρο 0,5 - 6 mm.
- **Το χιόνι:** Νιφάδες με διάμετρο έως και μερικά cm.

Προϋποθέσεις για εμφάνιση ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων:

1. Η ύπαρξη νερού στην ατμόσφαιρα με τη μορφή υδρατμών.
2. Συμπύκνωση των υδρατμών, μετατροπή σε υγρή ή στερεά κατάσταση, δημιουργία σταγονιδίων (σχηματισμός νεφών).
3. Συνένωση των σταγονιδίων και αύξηση του μεγέθους τους ώστε να μπορούν να φτάσουν μέχρι την επιφάνεια της γης.

### Παρατήρηση

Ο σχηματισμός νεφών δεν συνοδεύεται πάντα από βροχόπτωση.



## Ατμοσφαιρικές Κατακρημνίσεις

**Ύψος βροχής:** Είναι το πάχος του στρώματος νερού που δημιουργείται πάνω από μία επίπεδη και στεγανή επιφάνεια (mm).

$$\text{Ένταση βροχής} = \frac{\text{ύψος βροχής}}{\text{διάρκεια βροχής}} \left[ \frac{\text{mm}}{\text{hr}} \right]$$

Η ένταση της βροχής είναι πολύ σημαντική για την Τεχνική Υδρολογία, ιδιαίτερα όταν αναφερόμαστε σε πλημμύρες.

Η **μέτρηση** της βροχής γίνεται με:

- **Το βροχόμετρο:** Μέτρηση του ύψους βροχόπτωσης με συλλογή σε μετρητικό δοχείο, όχι όμως έντασης.
- **Το βροχογράφο:** Μέτρηση της έντασης των βροχών, συνεχής καταγραφή σε συνάρτηση με το χρόνο.

**Σφάλματα Μετρήσεων :** Λόγω του οργάνου (2-10%), λόγω εξάτμισης (4%), λόγω χιονόπτωσης (έως 50%) και λόγω του παρατηρητή (**σημαντικότερα**).

## Ατμοσφαιρικές Κατακρημνίσεις

### Στερεές κατακρημνίσεις

**Χιόνι:** Χαρακτηρίζεται από το ισοδύναμο ύψος νερού το οποίο περιέχει.

**Ισοδύναμο ύψος νερού:** Η ποσότητα νερού που θα πάρουμε αν λιώσουμε ένα δείγμα χιονιού.

### Λόγος χιονιού / νερού:

$$\text{Φρέσκο χιόνι} \longrightarrow \frac{h_{\text{χιονιού}}}{h_{\text{νερού}}} = \frac{15}{1} \sim \frac{10}{1}$$

$$\text{Παλαιό χιόνι} \longrightarrow \frac{h_{\text{χιονιού}}}{h_{\text{νερού}}} = \frac{5}{1} \sim \frac{2}{1}$$

Η ανάλυση για το χιόνι είναι ιδιαίτερα σημαντική για την πρόβλεψη ανοιξιάτικων απορροών (πλημμύρων).

**Βροχόμετρα:** Μέτρηση από την ΕΜΥ δύο φορές ημερησίως (08:00 και 20:00).

**Ετήσιο ύψος βροχής:** Αναφέρεται στο Υδρολογικό έτος (όχι στο ημερολογιακό).

# Τεχνική Υδρολογία

---

## Βιβλιογραφία

- Τεχνική Υδρολογία, Λευθεριώτης Γεώργιος, Σημειώσεις Μαθήματος, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Πατρών, 2021.
- Τεχνική Υδρολογία, Σακκάς Ι.Γ., Τόμος 1, Υδρολογία Επιφανειακών Υδάτων, Εκδόσεις Αϊβάζης, 2007.
- Τεχνική Υδρολογία, Μιμίκου Μ.Α., Μπαλτάς Ε.Α. 6<sup>η</sup> έκδοση, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2018.
- Υδατικοί Πόροι II: Εφαρμογές Τεχνικής Υδρολογίας, Τσακίρης Γ., Βαγγέλης Χ. Εκδόσεις Συμμετρία, 2009.