



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα **ΠΠ**

ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ - ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

ΕΝΟΤΗΤΑ: **6γ. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ – ΝΕΦΗ –
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΑΚΡΗΜΝΙΣΜΑΤΑ**

ΟΝΟΜΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ: ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΦΩΤΙΑΔΗ

ΤΜΗΜΑ: Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών
Πόρων

ΑΓΡΙΝΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΦΩΤΙΑΔΗ

Επίκουρος Καθηγήτρια

του Τμήματος Διαχείρισης

Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων

 2641074156

 afotiadi@upatras.gr

Ομίχλη

■ **Ομίχλη:** ένα νέφος stratus (στρωματόμορφο) υδροσταγόνων που αναπτύσσεται και επικάθεται πάνω στην επιφάνεια της Γης όταν ο αέρας κοντά στην επιφάνεια ψύχεται αρκετά ώστε να φτάσει σε κατάσταση κορεσμού (**RH ~ 100%**) με αποτέλεσμα τη συμπύκνωση των υδρατμών σε υδροσταγόνες

■ **Ορισμός ομίχλης στη Μετεωρολογία:** σχετίζεται με την ορατότητα και σύμφωνα με αυτόν η ομίχλη εμφανίζεται όταν η **ορατότητα** της ατμόσφαιρας κοντά στην επιφάνεια της Γης είναι **μικρότερη από 1 km**

Ύψος στρώματος ομίχλης:

- ✓ 300 – 500 m πάνω από την ξηρά
- ✓ 15 – 20 m πάνω από τη θάλασσα

■ **Ομίχλη:** δημιουργείται μέσω διαφόρων διεργασιών. Ανάλογα με την διεργασία με την οποία σχηματίζονται διακρίνονται σε 2 κατηγορίες

- ✓ **ομίχλες εξατμίσεως**
- ✓ **ομίχλες ψύξεως**

■ Σχηματισμός **ομίχλης** σε περιοχές με υψηλά επίπεδα **ρύπανσης** είναι επικίνδυνος για την υγεία αφού καθίσταται **όξινη**

Ομίχλες εξάτμισης

■ **Ομίχλες εξάτμισης:** σχηματίζονται όταν ο αέρας εμπλουτίζεται με μεγάλες ποσότητες υδρατμών, οι οποίες προέρχονται από την εξάτμιση υδάτινων επιφανειών

Σ' αυτή την κατηγορία ανήκουν οι ακόλουθοι τύποι ομίχλης:

✓ **Ομίχλες καπνού (steamfogs)**

✓ **Μετωπικές ομίχλες (frontal fogs)**

Ομίχλες εξάτμισης - Μετωπικές ομίχλες

■ **Μετωπικές Ομίχλες:** σχηματίζονται όταν σταγόνες βροχής, σχετικά θερμές, πέφτοντας περνούν μέσα από ψυχρό αέρα εξατμίζονται με αποτέλεσμα να δημιουργείται υπερκορεσμός λόγω της εξάτμισης τους

• Παρατηρούνται συνήθως κοντά στις μετωπικές επιφάνειες όπου οι βροχοσταγόνες προέρχονται από τη θερμή αέρια μάζα και εξατμίζονται κατά τη διέλευση τους από τη ξηρότερη ψυχρή αέρια μάζα

Ομίχλες εξάτμισης – Ομίχλες καπνού

- **Ομίχλες καπνού:** σχηματίζονται από έντονη εξάτμιση μιας υδάτινης και θερμής επιφάνειας μέσα σε ψυχρό αέρα, με αποτέλεσμα να συμβαίνει γρήγορη συμπύκνωση των υδρατμών και σχηματισμός υδροσταγονιδίων
- Σχηματίζονται στα μέσα γεωγραφικά πλάτη κοντά σε μεγάλες λίμνες και ποταμούς, κυρίως το Φθινόπωρο
- Το πάχος της ομίχλης είναι μικρό
- Στις ωκεάνιες εκτάσεις κοντά στις αρκτικές περιοχές, ειδικά τον χειμώνα, η ομίχλη καπνού παίρνει μεγάλη έκταση και ειδική μορφή. Φαινόμενο γνωστό ως **αρκτικός θαλάσσιος καπνός (arctic sea smoke)**

Ομίχλες εξάτμισης - Ομίχλες καπνού

- Για τον σχηματισμό της χρειάζεται παρουσία ψυχρού αέρα πάνω από μια θερμή επιφάνεια
- Θερμότητα και υδρατμοί μεταφέρονται από το θερμό νερό στον ψυχρό και ξηρότερο αέρα
- Η μεταφορά θερμότητας & υδρατμών συμβαίνει μέσα σ' ένα σχετικά ρηχό στρώμα αέρα κοντά στην υδάτινη επιφάνεια
- Ασταθείς συνθήκες πάνω από τη λίμνη με θερμό κορεσμένο αέρα στην επιφάνεια της λίμνης και ψυχρότερο αέρα ακριβώς πάνω της
⇒ Ο αέρας ανέρχεται σχηματίζοντας ομίχλη
- Αντίστοιχα όταν εκπνέουμε το χειμώνα βλέπουμε την αναπνοή μας σαν καπνό

Ομίχλες εξάτμισης - Ομίχλες καπνού

- **Αρκτικός θαλάσσιος καπνός (arctic sea smoke):** σχηματίζεται όταν η εξάτμιση του θαλασσινού νερού είναι γρήγορη με αποτέλεσμα να εισάγονται στην ατμόσφαιρα μεγάλες ποσότητες υδρατμών οι οποίοι συμπυκνώνονται γρήγορα στον ψυχρό αέρα
- Σχηματίζεται πάνω από αρκτικές ωκεάνιες εκτάσεις.
- Το πάχος της ομίχλης είναι μεγαλύτερο σε σχέση με τις ομίχλες εξάτμισης πάνω από λίμνες και ποταμούς και μπορεί να φτάνει και τα 1500 m

Ομίχλες ψύξεως

■ **Ομίχλες ψύξεως:** σχηματίζονται από την ψύξη του αέρα μέχρις ότου να αποκτήσει τη θερμοκρασία δρόσου

Σ' αυτή την κατηγορία ανήκουν οι ακόλουθοι τύποι ομίχλης:

✓ **Ομίχλες Ακτινοβολίας (radiation fogs)**

✓ **Ομίχλες Μεταφοράς (advection fogs)**

✓ **Ομίχλες αναμίξεως (mixing fogs)**

✓ **Ομίχλες ανολίσθησης ή ορογραφικές (upslope fogs)**

Ομίχλες ψύξεως - ομίχλες ακτινοβολίας

- **Ομίχλες Ακτινοβολίας (radiation fogs):** οφείλονται στην ψύξη του εδάφους & του υπερκείμενου αέρα λόγω έντονης εκπομπής γήινης ακτινοβολίας
 - Σχηματίζονται **μόνο** την **νύχτα** πάνω από την **ξηρά** και κυρίως τη **ψυχρή εποχή** του έτους. Μπορούν όμως να μετακινηθούν και πάνω από τη θάλασσα σε μια απόσταση μέχρι και 15 Km από την ξηρά (English Channel)
 - Συνοδεύονται πάντα από εκδήλωση **επιφανειακής αναστροφής θερμοκρασίας**
 - Το στρώμα της ομίχλης ακτινοβολίας έχει **μικρό πάχος**. Όμως αν πνέει ελαφρύς άνεμος μπορεί να φτάσει τα 300 m
 - Δεν έχουν μεγάλη διάρκεια ειδικά την θερμή περίοδο, ενώ Φθινόπωρο-Χειμώνα έχουν μεγαλύτερη διάρκεια. Διαλύονται με την ανατολή του ηλίου
 - Δημιουργούνται συχνά στις κεντρικές περιοχές στάσιμων αντικυκλώνων
- Συνθήκες που οδηγούν στο σχηματισμό ομίχλης ακτινοβολίας:
 - ✓ ρηχό στρώμα υγρού αέρα κοντά στην επιφάνεια του εδάφους
 - ✓ νήνεμες & ξάστερες νύχτες

Ομίχλη Ακτινοβολίας:

- Η ψύξη του εδάφους λόγω ακτινοβολίας \Rightarrow ψύξη του αέρα που είναι σ' επαφή με το έδαφος λόγω αγωγιμότητας με αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας του στο σημείο δρόσου

- Μόλις η θερμοκρασία φτάσει τη θερμοκρασία δρόσου αρχίζει ο σχηματισμός της ομίχλης

Το στρώμα της ομίχλης έχει το μεγαλύτερο πάχος λίγο πριν την ανατολή του ηλίου

Ομίχλες ψύξεως - ομίχλες ακτινοβολίας

Ομίχλη Ακτινοβολίας:

- Συχνά σχηματίζεται σε κοιλάδες αφού εκεί συγκεντρώνεται και λιμνάζει ψυχρός αέρας. Τότε καλείται **ομίχλη κοιλάδος**
- Οι πλαγιές των βουνών τη νύχτα ψύχονται έντονα λόγω εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας => ο αέρας που γειντιάζει με το έδαφος να ψύχεται και αυτός & να γίνεται πυκνότερος & 'βαρύτερος' => να ολισθαίνει από τις πλαγιές προς τα κάτω στην κοιλάδα όπου και συσσωρεύεται. Αν έχει την κατάλληλη υγρασία και έχει ψυχθεί μέχρι τη θερμοκρασία δρόσου σχηματίζεται **ομίχλη ακτινοβολίας**

Ομίχλες ψύξεως - ομίχλες μεταφοράς

- **Ομίχλες Μεταφοράς (advection fogs):** Σχηματίζονται όταν θερμές και υγρές αέριες μάζες κινούνται πάνω από ψυχρές επιφάνειες ξηράς ή θάλασσας. Οι μάζες ψύχονται από κάτω γιατί χάνουν θερμότητα η οποία λόγω αγωγιμότητας μεταφέρεται προς την ψυχρή επιφάνεια. Κατά την ψύξη τους όταν η θερμοκρασία τους φτάσει τη θερμοκρασία δρόσου οι υδρατμοί που περιέχουν συμπυκνώνονται σχηματίζοντας υδροσταγονίδια (ομίχλη)
- Γενικά είναι οι ομίχλες με τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης

Ομίχλες ψύξεως - ομίχλες μεταφοράς

- **Ψυχρή εποχή εμφανίζονται** κυρίως πάνω από την **ξηρά** όταν θερμές και υγρές θαλάσσιες αέριες μάζες μεταφέρονται πάνω από ψυχρές ηπειρωτικές περιοχές



Πηγή: <http://virtualskies.arc.nasa.gov/weather/4.html>

Ομίχλες Μεταφοράς είναι πολύ δημοφιλείς στις παράκτιες περιοχές ειδικά των **δυτικών ακτών** των ηπείρων

- **Ελλάδα:** εμφανίζονται **συχνά** κατά την **ψυχρή εποχή** όταν πνέουν άνεμοι νοτίων διευθύνσεων οποίοι είναι θερμοί και πλούσιοι σε υδρατμούς

Ομίχλες ψύξεως - ομίχλες μεταφοράς

- Στην **ξηρά** σχηματίζονται επίσης πάνω από χιονοσκεπείς επιφάνειες π.χ. κατά τη διέλευση ενός θερμού μετώπου πάνω από μια περιοχή καλυμμένη με χιόνι

Ομίχλες ψύξεως - ομίχλες μεταφοράς

- Εμφανίζονται και πάνω από **θαλάσσιες/ωκεάνιες επιφάνειες** όταν θερμές και υγρές αέριες μάζες προερχόμενες από ηπειρωτικές περιοχές εισβάλουν πάνω από ψυχρές θαλάσσιες επιφάνειες ή όταν μετακινούνται από θερμές θαλάσσιες επιφάνειες πάνω σε ψυχρότερες

Συχνά εμφανίζονται αυτού του είδους οι ομίχλες στους ωκεανούς των μεγάλων γεωγραφικών πλατών π.χ. Αρκτική ειδικά το θέρος

- Οι ομίχλες που σχηματίζονται πάνω από ωκεανούς & θάλασσες είναι γενικά ομίχλες μεταφοράς

Ομίχλες ψύξεως - ομίχλες μεταφοράς

- Εμφανίζονται και πάνω από **θαλάσσιες/ωκεάνιες & παράκτιες περιοχές** όταν θερμές και υγρές αέριες μάζες προερχόμενες από θαλάσσιες περιοχές μετακινούνται από ψυχρότερες θαλάσσιες & παράκτιες περιοχές. Χαρακτηριστική περίπτωση οι **ακτές της Καλιφόρνιας** τις οποίες περιπλέει **ψυχρό ρεύμα**

Ομίχλες ψύξεως - ομίχλες ανολίσθησης ή ορογραφικές

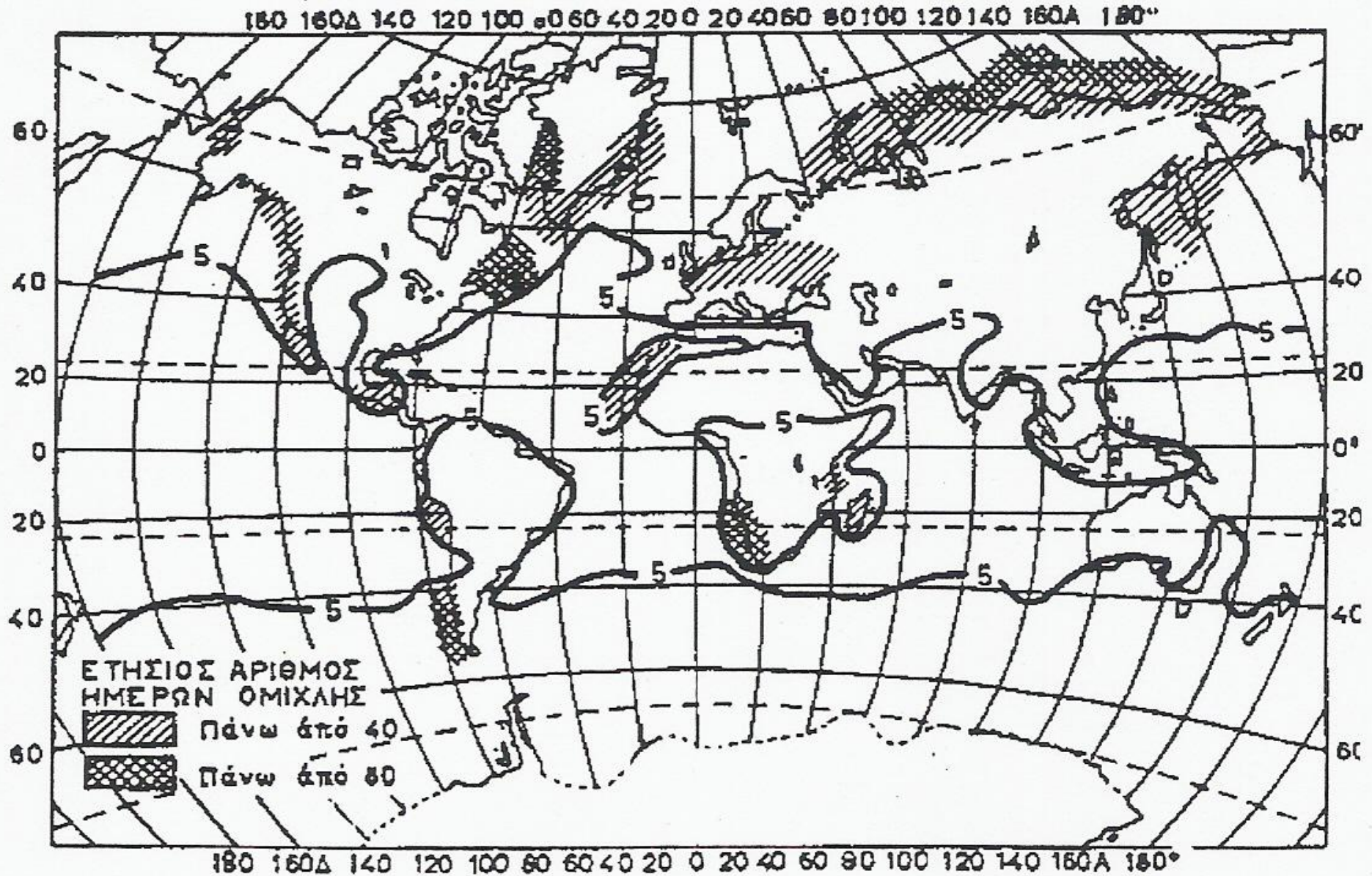
- **Ομίχλες ανολίσθησης ή ορογραφικές ή κλιτύος (upslope or orographic fogs):**

Σχηματίζονται όταν μια θερμή & σχετικά υγρή αέρια μάζα καθώς κινείται συναντά έναν ορεινό όγκο που δρα σαν εμπόδιο στη μετακίνηση της. Η παρουσία του 'εμποδίου' την αναγκάζει να ανέλθει με αποτέλεσμα αυτή να εκτονώνεται αδιαβατικά και να ψύχεται. Αν η ανοδική κίνηση της συνεχιστεί τότε αυτή συνεχίζει να ψύχεται και όταν η θερμοκρασία της φτάσει τη θερμοκρασία δρόσου καθίσταται κορεσμένη με αποτέλεσμα το σχηματισμό ομίχλης ανολίσθησης

Ομίχλες ψύξεως - ομίχλες ανάμιξης

- **Ομίχλες Αναμίξεως (mixing fogs):** Σχηματίζονται όταν θερμές και υγρές αέριες μάζες έρχονται σε επαφή με ψυχρές αέριες μάζες
 - Η ανάμιξη του θερμού με τον ψυχρό αέρα έχει σαν αποτέλεσμα την ψύξη του θερμού αέρα. Όταν η θερμοκρασία του φτάσει το σημείο δρόσου επέρχεται συμπύκνωση των υδρατμών και δημιουργία ομίχλης
 - Οι ομίχλες ανάμιξης είναι **συνηθισμένο φαινόμενο στα μέσα & ανώτερα γεωγραφικά πλάτη**
 - Παρατηρούνται πάνω από τις **θάλασσες** κοντά στα **θερμά μέτωπα** & τις **συνεσφιγμένες υφέσεις**
 - Παρατηρούνται επίσης σε **περιοχές** όπου **συναντώνται θερμά & ψυχρά θαλάσσια ρεύματα** (π.χ. Νέα Γη όπου συναντώνται το θερμό ρεύμα του Κόλπτου & το ψυχρό του Labrador)

Γεωγραφική διανομή της Ομίχλης



Πηγή: Α.Α. Φλόκας, Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, 1997

- **Δρόσος:** δεν πέφτει από τον ουρανό αλλά εμφανίζεται πάνω σε επιφάνειες όταν η θερμοκρασία τους είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία δρόσου του αέρα
- Συνίσταται από υδροσταγόνες, οι οποίες σχηματίζονται πάνω στη βλάστηση και στην επιφάνεια διαφόρων στερεών σωμάτων κατά τη διάρκεια της νύχτας, λόγω της συμπύκνωσης των υδρατμών πάνω σ' αυτά
- Η συμπύκνωση συμβαίνει όταν η θερμοκρασία T των σωμάτων κατέβει κάτω από τη θερμοκρασία δρόσου T_d του αέρα που βρίσκεται σ' επαφή μ' αυτά, αλλά παραμένει πάνω από 0°C
- Όσον αφορά την ψύξη της επιφάνειας των διαφόρων σωμάτων, αυτή οφείλεται κυρίως σε έντονη νυχτερινή ακτινοβολία

$$0 < T < T_d$$

- Αν μετά το σχηματισμό της δρόσου η θερμοκρασία του αέρα πέσει κάτω από τους 0°C , τότε οι υδροσταγόνες παγώνουν και σχηματίζουν την **παγωμένη ή λευκή δρόσο**

■ Συνθήκες που ευνοούν το σχηματισμό της δρόσου:

- ✓ Κατά τη διάρκεια της νύχτας ο ουρανός να είναι αίθριος και η ατμόσφαιρα νήνεμη ή να πνέει ελαφρά μόνο άνεμος
- ✓ Η ειδική υγρασία του αέρα να είναι μικρή
- ✓ Η σχετική υγρασία των επιφανειακών στρωμάτων του αέρα να είναι μεγάλη
- ✓ Η παρουσία πηγής, με την οποία ο αέρας των επιφανειακών στρωμάτων να τροφοδοτείται συνεχώς με υδρατμούς (λίμνη, θάλασσα, ποταμός ή υγρό έδαφος)



Πηγή: <http://www.metoffice.gov.uk/learning/learn-about-the-weather/dew>

Η δρόσος έχει μεγάλη σημασία για τις περιοχές στις οποίες παρατηρούνται μεγάλες περίοδοι ξηρασίας γιατί είναι σχεδόν μόνη πηγή από την οποία 'αντλεί' νερό βλάστηση των εν λόγω περιοχών όταν δεν αρδεύονται. Εντούτοις, είναι και πρόξενος διαφόρων ασθενειών των φυτών, λόγω της διάδοσης ορισμένων παθογόνων μικροοργανισμών.

Πάχνη

■ **Πάχνη:** Λεπτοί παγοκρύσταλλοι οι οποίοι σχηματίζονται πάνω στη βλάστηση & την επιφάνεια διαφόρων σωμάτων λόγω της άμεσης μετάβασης των υδρατμών από την αέρια στη στερεή κατάσταση όταν η **θερμοκρασία** των σωμάτων ή της επιφάνειας, λόγω έντονης ακτινοβολίας, είναι **μικρότερη** από τους **0 °C**

■ Οι συνθήκες κάτω από τις οποίες σχηματίζεται η πάχνη είναι οι ίδιες μ' εκείνες που σχηματίζεται η δρόσος, με την εξής διαφορά. Ο σχηματισμός της πάχνης, απαιτεί η θερμοκρασία της επιφάνειας των σωμάτων πάνω στα οποία σχηματίζεται, να είναι κατώτερη από 0°C. Δηλαδή η πάχνη σχηματίζεται, όταν ο αέρας με θερμοκρασία δρόσου κατώτερη από 0°C είναι κορεσμένος από υδρατμούς και ψύχεται.

$$T < T_d < 0$$

■ Πάχνη είναι δυνατόν να σχηματιστεί σε κοιλάδες, πεδιάδες, μέσα σε κτήρια στα οποία επικρατεί θερμοκρασία κατώτερη από 0°C, μέσα σε οχήματα, σπήλαια, ρωγμές, βράχους ή παγετώνες κλπ.



Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Portal:Weather/Selected_picture/17



Πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Frost_01.JPG

- **Υετός:** το σύνολο των υδατωδών **ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων** που φτάνουν στη Γη σε υγρή ή στερεά μορφή αποφέροντας μετρήσιμη ποσότητα νερού
- Ο όρος υετός αναφέρεται στα εξής φαινόμενα:
 - ✓ **βροχή**
 - ✓ **ψεκάδες βροχής**
 - ✓ **χιόνι**
 - ✓ **χαλάζι**

Βροχή

- **Βροχή:** η υγρή απόθεση υετού η οποία λαμβάνει χώρα μέσα σε μια κορεσμένη ατμόσφαιρα (Σχετική υγρασία, **RH ~ 100%**) με την πτώση συμβαίνει από τα νέφη στην επιφάνεια της Γης
- Όταν τα υδροσταγονίδια ή/και οι παγοκρύσταλλοι που αποτελούν ένα νέφος μεγαλώσουν αρκετά σε μέγεθος λόγω των μεταξύ τους συγκρούσεων και συνενώσεων, σχηματίζουν υδροσταγόνες
- Αν αυτές οι υδροσταγόνες είναι αρκετά μεγάλες ώστε να υπερνικήσουν τα ανοδικά ρεύματα (άνωση) που εμφανίζονται στο εσωτερικό των νεφών τότε εγκαταλείπουν το νέφος και πέφτουν στην επιφάνεια
- Κατά την πτώση τους παρασύρουν και άλλα υδροσταγονίδια και γίνονται ακόμη μεγαλύτερες σε μέγεθος
- Αν οι υδροσταγόνες κατορθώσουν να φτάσουν στην επιφάνεια σε υγρή μορφή, η υγρή αυτή απόθεση συνιστά το φαινόμενο της **βροχής**

Προσοχή ! Δεν δίνουν όλα τα νέφη βροχή

Σε αρκετά νέφη οι υδροσταγόνες και οι κρύσταλλοι είναι τόσο μικροί σε μέγεθος ώστε δεν μπορούν να υπερνικήσουν τα ανοδικά ρεύματα στο εσωτερικό των νεφών αλλά και στην κατώτερη ατμόσφαιρα για να φτάσουν στο έδαφος. Παραμένουν έτσι αιωρούμενα μέσα στην ατμόσφαιρα μέχρι να εξατμιστούν πάλι σε υδρατμούς

Βροχή

- Απαραίτητη διαδικασία για τη δημιουργία βροχής είναι η εμφάνιση ανοδικών κινήσεων των αερίων μαζών
- **Τύποι βροχής:** Ανάλογα με τον μηχανισμό δημιουργίας βροχής (αίτιο ανοδικών κινήσεων των αερίων μαζών & σχηματισμού βροχοφόρων νεφών) διακρίνονται σε τέσσερις (4) κατηγορίες οι οποίες εμφανίζονται είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό μεταξύ τους
 - ✓ **Βροχές κατακόρυφης μεταφοράς (convective precipitation)**
 - ✓ **Μετωπικές βροχές (frontal precipitation)**
 - ✓ **Ορογραφικές βροχές ή βροχές αναγλύφου (orographic precipitation)**
 - ✓ **Βροχές σύγκλισης (convergence precipitation)**

Βροχή

■ **Μέτρηση βροχής:** το μέτρο της βροχής καλείται **ύψος βροχής** και εκφράζει το ύψος της στάθμης του νερού της βροχής μέσα σ' ένα σωλήνα εμβαδού 1 m^2 (αποκλείοντας εξάτμιση, απορρόφηση, διαρροή)

Εκφράζεται σε **mm** ή **cm**

Μετράται με τα **βροχόμετρα**

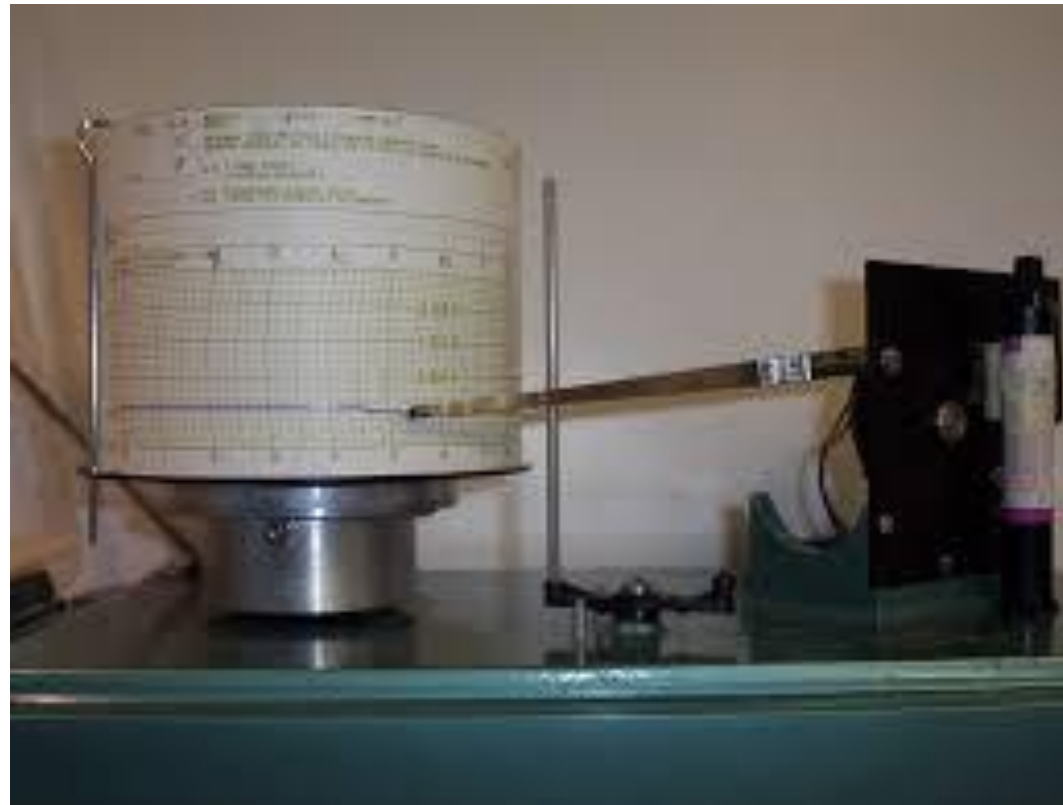
■ Πρακτικά: $1 \text{ mm} =$ η βροχόπτωση που αποδίδει 1 Kg νερού σε επιφάνεια 1 m^2

■ **Ένταση ή ραγδαιότητα βροχής:** ποσό βροχής ανά μονάδα χρόνου

Βροχογράφος



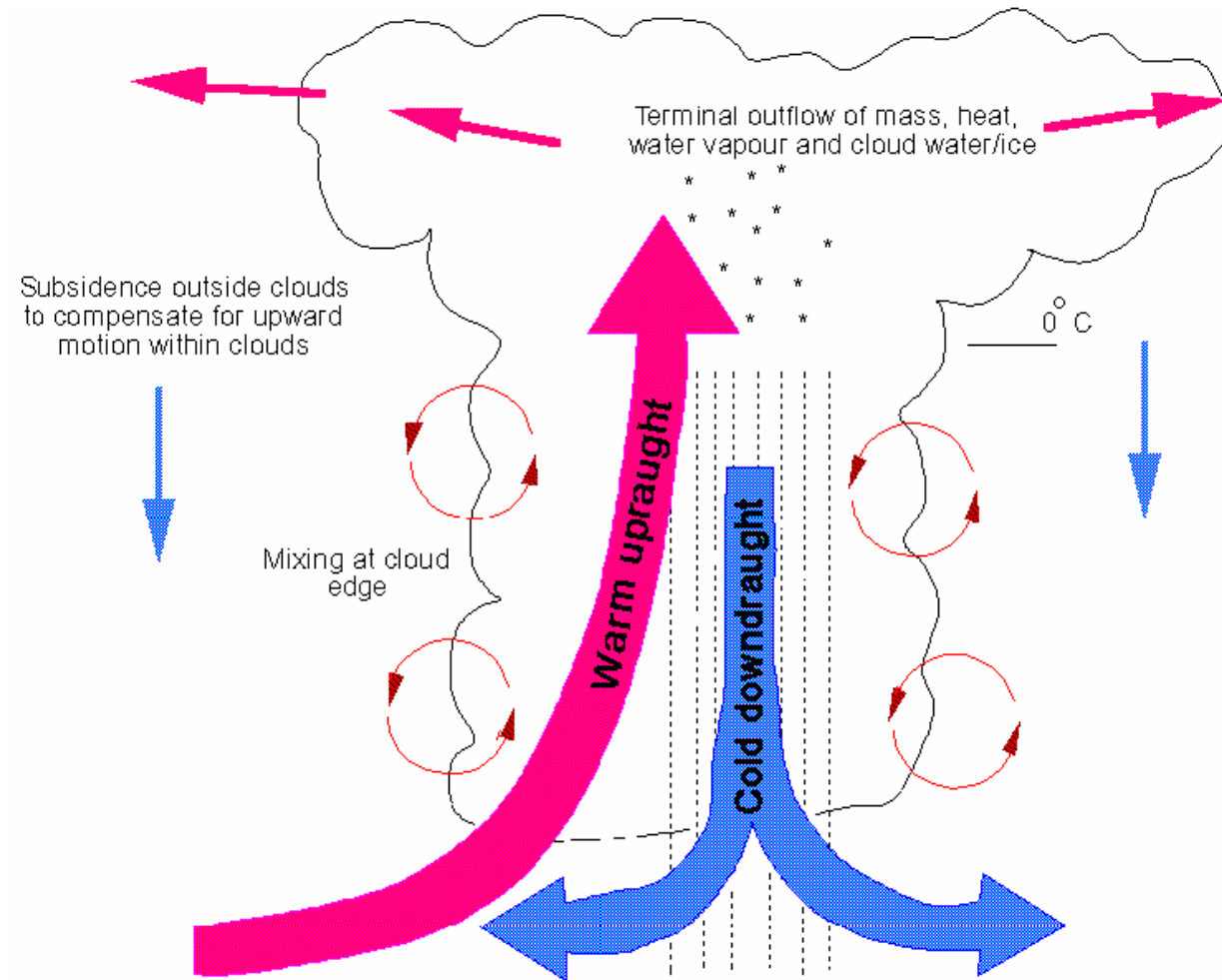
Πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2013-06-24_17_39_11_A_4-inch_plastic_rain_gauge_typical_of_those_used_by_the_CoCoRaHS_program.jpg



Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Rain_gauge

Τύποι Βροχής - Βροχές κατακόρυφης μεταφοράς

- **Βροχές κατακόρυφης μεταφοράς (convective precipitation):** σχηματίζονται όταν στην ατμόσφαιρα λαμβάνουν χώρα ισχυρές ανοδικές κινήσεις κυρίως λόγω ισχυρής θέρμανσης του εδάφους
- Κάτω από αυτές τις συνθήκες οι αέριες μάζες ανέρχονται αδιαβατικά και ψύχονται. Όταν φτάνουν στη στάθμη συμπύκνωσης (LCL) καθίστανται κορεσμένες και δημιουργείται εκεί η βάση ενός νέφους τύπου σωρείτη (cumulus, Cu)
- Αν η υγρασία της αέριας μάζας είναι υψηλή και η αστάθεια της ατμόσφαιρας μεγάλη τότε η ανάπτυξη του νέφους συνεχίζεται με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί ένας ογκώδης σωρειτομελανίας (cumulonimbus, Cb)
- Η βροχή που αυτό δίνει είναι **ραγδαία (μεγάλης έντασης & μικρής διάρκειας)** και πολλές φορές συνοδεύεται από χαλάζι



Τύποι Βροχής - Βροχές κατακόρυφης μεταφοράς

- **Βροχές κατακόρυφης μεταφοράς (convective precipitation):**
Είναι συχνές στις τροπικές περιοχές κυρίως στη Ενδοτροπική Ζώνη Σύγκλισης

Περιοχές όπου παρατηρούνται βροχές κατακόρυφης μεταφοράς

Τύποι Βροχής - Μετωπικές Βροχές

- **Μετωπικές Βροχές (frontal precipitation):** σχηματίζονται από τις ανοδικές κινήσεις των αερίων μαζών στα θερμά και ψυχρά μέτωπα καθώς ο θερμός αέρας αναγκάζεται να ανέλθει την μετωπική επιφάνεια
- Είναι βροχοπτώσεις μεγάλης έκτασης & διάρκειας, ενώ συχνά δίνουν καταιγίδες (βροχές κατακόρυφης μεταφοράς) και γίνονται ραγδαίες
- Εμφανίζονται συχνά στα μέσα γεωγραφικά πλάτη εκεί όπου συναντώνται ψυχρές πολικές και θερμές τροπικές αέριες μάζες σχηματίζοντας μετωπικές επιφάνειες

Τύποι Βροχής - Ορογραφικές Βροχές

- **Ορογραφικές Βροχές ή Βροχές αναγλύφου (orographic precipitation):**
εμφανίζονται στην προσήνεμη πλευρά των βουνών όπου σχηματίζονται λόγω των ανοδικές κινήσεις τις οποίες αναγκάζονται να πραγματοποιήσουν οι αέριες μάζες όταν συναντούν βουνά ή ορεινούς όγκους
- Οι αέριες μάζες αποθέτουν τα ποσά υδρατμών που περιέχουν στις προσήνεμες πλευρές των βουνών και αν περάσουν την κορυφή κατέρχονται στην υπήνεμη πλευρά των βουνών και θερμαίνονται αδιαβατικά με αποτέλεσμα στην πλευρά αυτή τα ποσά της βροχής να είναι μειωμένα
- Σημειώνονται κάθε εποχή του έτους αρκεί να υπάρχει το αίτιο (ορεινή έξαρση)
- Για το λόγο αυτό η προσήνεμη πλευρά των βουνών καλείται **ομβροπλευρά** και η υπήνεμη **ομβροσκιά**
Ομβροπλευρά: πιο υγρό κλίμα
Ομβροσκιά: πιο ξηρό κλίμα

Τύποι Βροχής - Βροχές Σύγκλισης

- **Βροχές Σύγκλισης (convergent precipitation):** δημιουργούνται λόγω των ανοδικών κινήσεων οι οποίες είναι αποτέλεσμα της σύγκλισης αερίων μαζών με διαφορετικά χαρακτηριστικά
 - ✓ Εμφανίζονται κυρίως στα κέντρα των χαμηλών βαρομετρικών συστημάτων
 - ✓ Είναι χαρακτηριστικές των μικρών γεωγραφικών πλατών (Ενδοτροπική Ζώνη Σύγκλισης)

Ημερήσια πορεία της Βροχόπτωσης

■ Διακρίνονται **3** τύποι:

■ **Θαλάσσιος τύπος:** χαρακτηρίζει περιοχές που βρίσκονται υπό την επίδραση της θάλασσας. Το **μέγιστο** της βροχόπτωσης σημειώνεται τις **νυχτερινές ή πρώτες πρωινές ώρες**

■ Το συγκεκριμένο μέγιστο οφείλεται στην ιδιότητα του νερού να είναι θερμότερο από την ξηρά κατά τη διάρκεια της νύχτας, με αποτέλεσμα και τα κατώτερα στρώματα αέρα να θερμαίνονται σε σχέση με τα ανώτερα που είναι ψυχρά οπότε η δημιουργούμενη αστάθεια ενισχύει τις ανοδικές κινήσεις δημιουργώντας βροχοπτώσεις ή ενισχύει τις μετωπικές βροχές

■ **Ηπειρωτικός τύπος:** το **μέγιστο** της βροχόπτωσης αυτού του τύπου σημειώνεται τις **πρώτες απογευματινές ώρες** οπότε εκδηλώνεται και το μέγιστο της επιφανειακής θέρμανσης που δημιουργεί τις ανοδικές κινήσεις

■ **Πολύπλοκος τύπος:** παρουσιάζει αποκλίσεις ή αποτελεί συνδυασμό των δύο παραπάνω τύπων. Υπάρχουν περιοχές που εμφανίζουν και νυχτερινό και απογευματινό μέγιστο, ενώ άλλες περιοχές εμφανίζουν το χειμώνα νυχτερινό μέγιστο και θερινό απογευματινό

Ετήσια πορεία της Βροχόπτωσης

- Η ετήσια πορεία της βροχόπτωσης (κατανομή του ύψους βροχής μέσα στο έτος) αποτελεί σημαντική κλιματική παράμετρος:
- **Θαλάσσιος τύπος:** το **μέγιστο** της βροχόπτωσης σημειώνεται το **Φθινόπωρο** και το **χειμώνα** οπότε η θάλασσα και επομένως οι αέριες μάζες κοντά στην επιφάνεια είναι θερμότερες και πλουσιότερες σε υδρατμούς
- **Ηπειρωτικός τύπος:** συναντάται στο εσωτερικό των ηπείρων. Το **μέγιστο** της βροχόπτωσης σημειώνεται το **θέρος** λόγω ισχυρής θέρμανσης της επιφάνειας, ενώ το χειμώνα οι συνθήκες είναι ξηρότερες
- **Μεσογειακός τύπος:** Το **μέγιστο** της βροχόπτωσης σημειώνεται την **ψυχρή εποχή** του έτους και το **ελάχιστο** το **θέρος**
- **Μουσωνικός τύπος:** εντοπίζεται στις περιοχές με Μουσωνικό κλίμα με μέγιστο των βροχοπτώσεων τη θερινή περίοδο και ξηρασία το χειμώνα
- **Ισημερινός τύπος:** εντοπίζεται στη ζώνη 10° γεωγραφικό πλάτος βόρεια και νότια του Ισημερινού με διπλό μέγιστο κατά τις ισημερίες (περίπου 21 Μαρτίου και 21 Σεπτεμβρίου)

Γεωγραφική κατανομή βροχοπτώσεων

- Η κατανομή της βροχόπτωσης στην επιφάνεια του πλανήτη καθορίζεται από το συνδυασμό των εξής παραγόντων:
 - ✓ **θερμικών**
 - ✓ **δυναμικών**
 - ✓ **τοπογραφικών**
- Περιοχές της Γης που επικρατούν μόνιμα ή εποχιακά κέντρα πιέσεων π.χ.
 - χαμηλές πιέσεις => μεγάλα ύψη βροχής
 - υψηλές πιέσεις => χαμηλά ύψη βροχής
- Θαλάσσιες αέριες μάζες πλούσιες σε υδρατμούς κινούμενες προς το εσωτερικό των ηπείρων εναποθέτουν μεγάλα ποσά βροχής στις προσήνεμες πλευρές (ομβροπλευρές) των οροσειρών π.χ. Άνδεις, Βραχώδη όρη, Άλπεις, Δειναρικές Άλπεις στη Μεσόγειο
- Υψηλές πιέσεις στις δυτικές ακτές των ηπείρων + ψυχρά ρεύματα => ελάχιστες βροχοπτώσεις (π.χ. δυτικές ακτές της βορείου Αμερικής)

Γεωγραφική κατανομή βροχοπτώσεων

- Συστήματα εποχικών ανέμων ελέγχουν το ύψος βροχόπτωσης. Π.χ. οι μουσώνες κατά την περίοδο που πνέουν από τη θάλασσα προς την ξηρά (π.χ. ο Ινδικός Μουσώνας σε συνδυασμό με την παρουσία των Ιμαλαίων => θερινό μέγιστο βροχών
- Η περιοχές δράσης των τροπικών & εξωτροπικών κυκλώνων χαρακτηρίζονται από μεγάλα ύψη βροχής

Γεωγραφική κατανομή βροχοπτώσεων

Περίοδος: 1980 - 2004

- Το μέγιστο στην περιοχή του Ισημερινού οφείλεται στην Ενδοτροπική Ζώνη Σύγκλισης όπου λόγω ισχυρής θέρμανσης & σύγκλισης των Αληγών ανέμων δημιουργούνται ισχυρά ανοδικά ρεύματα, νέφη τύπου Cb και μέγιστα ύψη βροχής
- Το δευτερεύον μέγιστο στα μέσα γεωγραφικά πλάτη οφείλεται στις εξωτροπικές υφέσεις των μέσων γεωγραφικών πλατών, οι οποίες δημιουργούνται από τη συνάντηση θερμών τροπικών αερίων μαζών με ψυχρές πολικές

Γεωγραφική κατανομή ρυθμού βροχόπτωσης

- Τα ελάχιστα της βροχόπτωσης παρατηρούνται στις ζώνες υψηλών πιέσεων των υποτροπικών περιοχών όπου κυριαρχούν καθοδικές κινήσεις και στις πολικές περιοχές όπου εκτός από τις υψηλές πιέσεις στερούνται υδρατμών λόγω χαμηλών θερμοκρασιών
- Ελάχιστο παρατηρείται στο εσωτερικό των ηπείρων όπου λόγω μεγάλης απόστασης από τη θάλασσα δεν δέχονται την επίδραση υγρών θαλάσσιων αερίων μαζών (π.χ. κεντρική Ευρασία, κεντρική βόρεια Αμερική, κεντρική Αυστραλία)

Γεωγραφική κατανομή βροχοπτώσεων στον Ελλαδικό χώρο

- Τα μέγιστο της βροχόπτωσης σημειώνεται στη Δυτική Ελλάδα όπου σημαντικό ρόλο παίζει το ανάγλυφο και ιδιαίτερα η οροσειρά της Πίνδου (ομβροπλευρά) ενώ η Θεσσαλική πεδιάδα αποτελεί περίπτωση ομβροσκιάς
- Τα ελάχιστα της βροχόπτωσης σημειώνεται στην Ανατολική Πελοπόννησο, Αττική και Κυκλάδες
- Η Δυτική Κρήτη έχει μεγαλύτερο ύψος βροχής από την Ανατολική
- Αυξημένο ύψος βροχής πάνω από τους ορεινούς όγκους της Ροδόπης αλλά μικρότερο στις πεδιάδες Θεσσαλονίκης & Σερρών λόγω της επίδρασης των ξηρών καθοδικών ανέμων (Βαρδάρης)

Μηχανισμοί Δημιουργίας Βροχής

- Σε 1 cm^3 νεφικής μάζας περιέχονται **30 – 3000** νεφροσταγονίδια
- Ο αριθμός αυτός εξαρτάται:
 - ✓ αριθμό πυρήνων συμπύκνωσης
 - ✓ μέγεθος νεφροσταγονιδίων
 - ✓ θερμοκρασία νέφους
 - ✓ βαθμός υπέρτηξης

- Ένα τυπικό νεφροσταγονίδιο έχει ακτίνα = 0.01 mm
 - Μία υδροσταγόνα (βροχοσταγόνα) έχει ακτίνα 1 mm
- } 1 μέση υδροσταγόνα
ισοδυναμεί με 10^6
νεφροσταγονίδια

- Τα νεφροσταγονίδια, ακόμη και αν κάποιος κατόρθωνε να αρχίσει να πέφτει θα εξατμιζόταν πριν φτάσει στο έδαφος =>

⇒ Απαιτούνται φυσικές διεργασίες μέσα στο νέφος για τη μετατροπή ενός συνόλου νεφροσταγονιδίων ή/και παγοκρυστάλλων σε υδροσταγόνες οι οποίες θα υπερνικήσουν τη βαρύτητα και θα πέσουν σαν βροχή

⇒ απαιτείται επίσης η παρουσία **ηγετικών νεφροσταγονιδίων** ή **παγοκρυστάλλων** με διαφορετικές φυσικές ιδιότητες από τα υπόλοιπα

Μηχανισμοί Δημιουργίας Βροχής

■ Διαδικασία σχηματισμού βροχής με παγοποίηση (Bergeron - Findeisen)

- Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα μόνο σε **ψυχρά νέφη** δηλ. νέφη που περιέχουν **νερό** και στις **3 φάσεις** (υδρατμούς, υδροσταγονίδια & παγοκρυστάλλους)

- Όταν θερμοκρασία κυμαίνεται από 0°C έως -30°C τότε μπορούν να συνυπάρχουν στο νέφος παγοκρύσταλλοι και υδροσταγόνες σε κατάσταση υπέρτηξης

- Η μέγιστη τάση των υδρατμών που συνυπάρχουν με παγοκρυστάλλους είναι μικρότερη σε σχέση με την τάση των υδρατμών ως προς τις νεφοσταγόνες σε υπέρτηξη =>

=> αυτή η διαφορά τάσης συνεπάγεται συνεχή ροή υδρατμών από τα νεφοσταγονίδια σε υπέρτηξη προς τους παγοκρυστάλλους =>

Μηχανισμοί Δημιουργίας Βροχής

=> αυξάνει το μέγεθος και το βάρος των παγοκρυστάλλων και αρχίζουν να πέφτουν μέσα στο νέφος =>

=> πέφτοντας συναντούν και άλλα υδροσταγονίδια σε υπέρτηξη => να αυξάνει και άλλο το μέγεθος των παγοκρυστάλλων

=> αν κατά την πτώση τους συναντήσουν **θερμοκρασίες > 0°C** τήκονται (λιώνουν) και φτάνουν στο έδαφος με τη μορφή βροχής (διαφορετικά φτάνουν με τη μορφή χιονιού)

■ Συχνά από τους παγοκρυστάλλους αποσπώνται μικρά κομμάτια πάγου => αυξάνει ο αριθμός των παγοκρυστάλλων στο νέφος (γι' αυτή τη διαδικασία απαιτείται χρόνος μιας μέρας)

■ Η πλειονότητα των μετωπικών βροχών (υφέσεις μέσω γεωγραφικών πλατών) δημιουργούνται με αυτόν τον τρόπο

Μηχανισμοί Δημιουργίας Βροχής

- Διαδικασία σχηματισμού βροχής με σύγκρουση & συνένωση (Collision and coalescence)
 - Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα μόνο σε **θερμά νέφη** δηλ. νέφη με **θερμοκρασίες $> 0^{\circ}\text{C}$** τα οποία περιέχουν μόνο υδροσταγονίδια (St, Cu, Sc ιδιαίτερα σε τροπικές περιοχές)
 - Τα νεφοσταγονίδια είναι μικρά σε μέγεθος αλλά υπάρχουν ορισμένες μεγάλες που παίζουν το ρόλο των **ηγετικών νεφοσταγονιδίων** (συνήθως δημιουργούνται σε μεγάλους πυρήνες συμπύκνωσης)
 - Οι μεγάλες **νεφοσταγόνες** καθώς πέφτουν συγκρούονται και συνενώνονται με άλλες μικρότερες => **μεγαλώνουν σε μέγεθος**
 - Όσο μεγαλύτερες είναι οι **νεφοσταγόνες** => τόσο **πιο γρήγορα** πέφτουν => τόσο περισσότερες συγκρούσεις & συνενώσεις πραγματοποιούνται => τόσο **περισσότερο μεγαλώνουν σε μέγεθος** => **πιο γρήγορα** πέφτουν => και ο κύκλος συνεχίζεται

Μηχανισμοί Δημιουργίας Βροχής

■ Διαδικασία σχηματισμού βροχής με σύγκρουση & συνένωση (Collision and coalescence)

■ Η διαδικασία αυτή είναι τόσο **περισσότερο αποτελεσματική** όσο **περισσότερο χρόνο παραμένουν** οι **υδροσταγόνες** μέσα στο **νέφος**



- Κάτι που εξαρτάται από:
- το μέγεθος (**πάχος**) του νέφους
 - την **πυκνότητα** του νέφους σε **υδροσταγονίδια**
 - το **μέγεθος** των **ανοδικών κινήσεων** (ρευμάτων) μέσα στο **νέφος**

Υετός: μορφή υετού & κατακόρυφο προφίλ θερμοκρασίας

- Η κατακόρυφη μεταβολή της θερμοκρασία του στρώματος αέρα κοντά στην επιφάνεια επηρεάζει σημαντικά τη μορφή με την οποία ο υετός φτάνει στην επιφάνεια

Χιόνι

- **Χιόνι:** είναι στερεή μορφή του υετού που σχηματίζεται από υδρατμούς που ψύχονται γύρω από ένα πυρήνα συμπύκνωσης κάτω από το σημείο παγοποίησης & συμπυκνώνονται περνώντας κατ' ευθείαν στην στερεή φάση, χωρίς να περάσουν απ' την υγρή σχηματίζοντας κρυστάλλους. Οι παγοκρύσταλλοι αυτοί μεγαθύνονται μέσα στα νέφη
- Εγκαταλείποντας τα, αν φτάσουν στο έδαφος χωρίς να έχουν τηχθεί (λιώσει) & υγροποιηθούν τότε δημιουργούν το φαινόμενο του χιονιού
- Απαραίτητη προϋπόθεση είναι το στρώμα του αέρα κάτω από τη βάση του νέφους μέχρι το έδαφος να έχει θερμοκρασία κάτω από 0°C ($T < 0^{\circ}\text{C}$)
- **Μέτρηση χιονιού:**
 - ή ύψος χιονοστρώματος συνήθως σε cm
 - ή αφού προηγουμένως έχει τηχθεί και μετασχηματιστεί σε νερό, οπότε μετράται το ύψος τού ισοδύναμου νερού που έχει συλλεχθεί στο βροχόμετρο

Χιόνι

- Οι κρύσταλλοι του χιονιού παρουσιάζουν πολύπλοκους εξαγωνικούς σχηματισμούς με διάμετρο 1-3 mm κατά μέσον όρο. Όταν η θερμοκρασία του αέρα δεν είναι πολύ κάτω από τους 0°C, τότε οι κρύσταλλοι του έχουν υγρή επιφάνεια. Αλληλοσυγκρουόμενοι κατά την πτώση τους σχηματίζουν τις νιφάδες του χιονιού, οι οποίες έχουν ακανόνιστο σχήμα και μεγάλες διαστάσεις, αρκετών μερικές φορές εκατοστών και γι' αυτό πέφτουν αργά. Αν όμως οι θερμοκρασίες είναι πάρα πολύ χαμηλές, τότε οι κρύσταλλοι του χιονιού δεν παρουσιάζουν υγρή επιφάνεια.
- Η μορφή των κρυστάλλων εξαρτάται απ' την **θερμοκρασία** και την **σχετική υγρασία** που επικρατεί μέσα στα νέφη
- Οι διάφορες γεωμετρικές μορφές των κρυστάλλων είναι βελόνες, κίονες, πρίσματα, κύπελλα, πλάκες, αστέρες & διάφοροι παγοκρύσταλλοι.

Χιόνι

- Η μορφή των κρυστάλλων ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα
- Για θερμοκρασία μεταξύ **0** και **-10 °C** οι παγοκρύσταλλοι συνενώνονται και σχηματίζουν **νιφάδες**

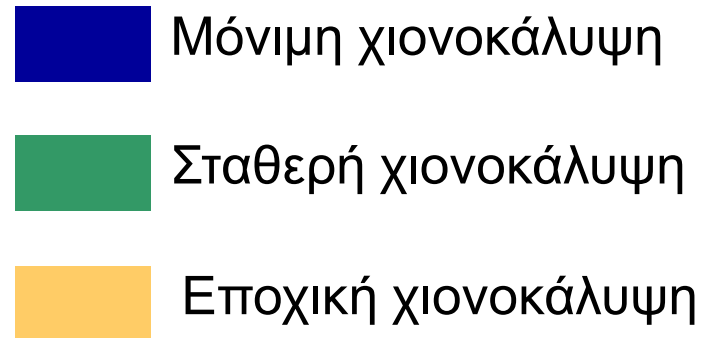
- Αν τη θερμοκρασία του αέρα κοντά στην επιφάνεια είναι κάτω από -10°C ($T < -10^{\circ}\text{C}$) τότε δεν σχηματίζονται νιφάδες χιονιού αλλά το φαινόμενο του **παρασυρόμενου χιονιού**
- Αν τη θερμοκρασία του αέρα κοντά στην επιφάνεια είναι κάτω από -10°C ($T < -10^{\circ}\text{C}$) τότε δεν σχηματίζονται νιφάδες χιονιού αλλά το φαινόμενο του **παρασυρόμενου χιονιού**
- Αν υπάρχει ένα ενδιάμεσο θερμό στρώμα αέρα ($T > 0^{\circ}\text{C}$) το χιόνι τήκεται κατά τη διέλευση του μέσα από αυτό και αν
 - το κατώτερο στρώμα αέρα είναι ψυχρό με μεγάλο πάχος τότε παγώνει εκ νέου και φτάνει στην επιφάνεια με τη μορφή παγωμένων κρυστάλλων (**Sleet**)
 - το κατώτερο στρώμα αέρα είναι ψυχρό με μικρό πάχος τότε παγώνει εκ νέου και φτάνει στην επιφάνεια ως ψυχρή λεπτή βροχή που λέγεται **χιονόλυτος**

Χιόνι

- Το χιόνι συνήθως δημιουργείται σε νέφη που δημιουργούνται σε μετωπικές επιφάνειες οι οποίες σχετίζονται με τις υφέσεις των μέσων γεωγραφικών πλατών
- Χιονόπτωση εμφανίζεται **Φθινόπωρο – Χειμώνα – Άνοιξη** όταν η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας καθ' ύψος πέφτει κάτω από τη θερμοκρασία πήξης (παγοποίησης) δηλ. κάτω από τους **0 °C (T < 0 °C)**
- Το έδαφος απορροφά από το στρώμα χιονιού περισσότερη ποσότητα νερού απ' ότι απορροφά από τη βροχή
- Η χιονοκάλυψη έχει μεγάλη κλιματολογική σημασία:
 - υψηλή ανακλαστικότητα
 - αναστροφές θερμοκρασίας
 - προστασία φυτών & σπόρων από παγετούς
 - χρονική διάρκεια χιονοκάλυψης αποτελεί κλιματικό δείκτη για ορισμένα κλίματα

Χιόνι - Γεωγραφική κατανομή χιονοκάλυψης

- Χιονόπτωση εμφανίζεται κυρίως στα **μέσα και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη**

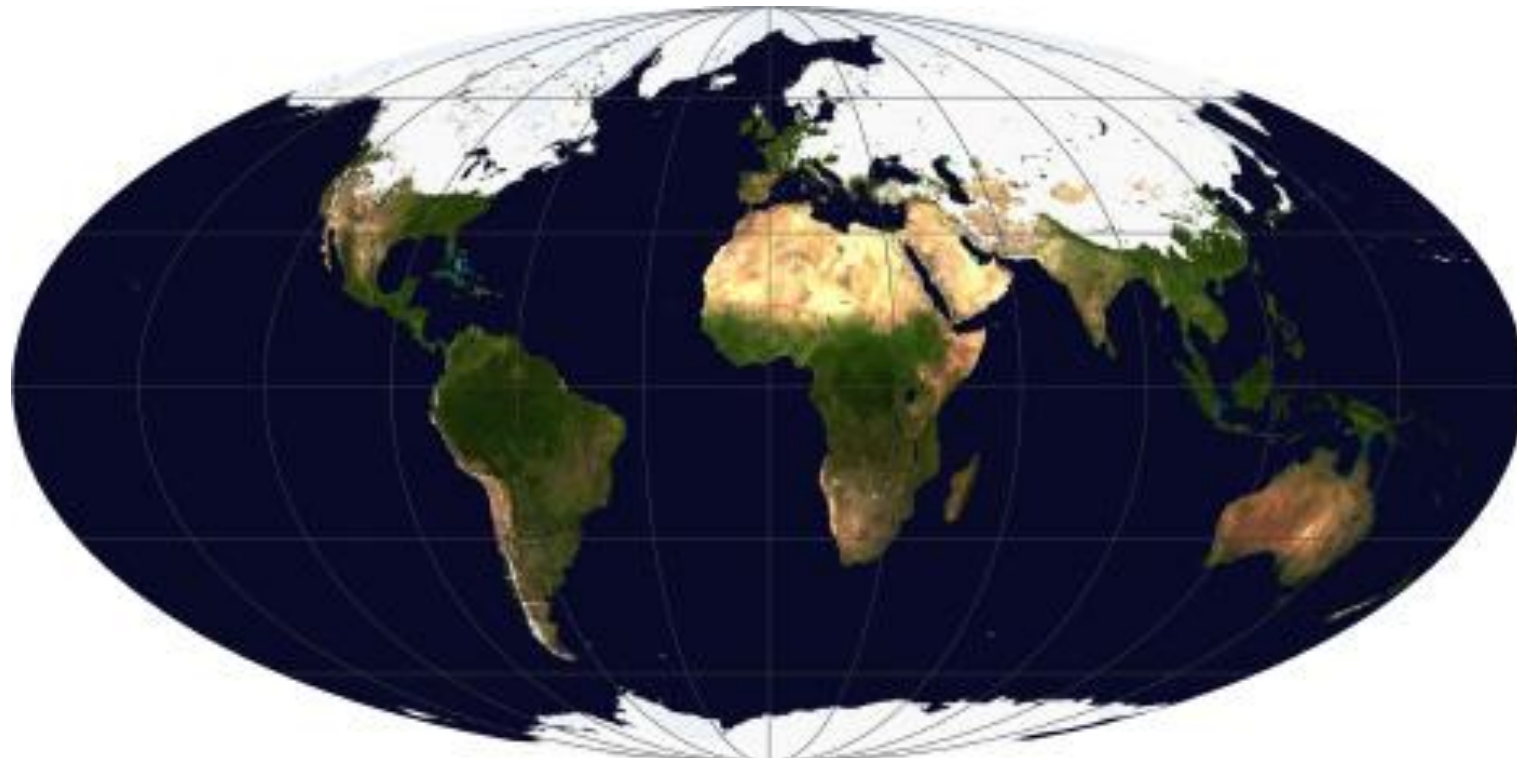


- Το χιόνι εμφανίζεται σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη ακόμη και στον ισημερινό αλλά σε μεγάλο υψόμετρο
- Στις εύκρατες ζώνες εμφανίζεται την ψυχρή εποχή του έτους και μπορεί να φτάσει μέχρι τη θάλασσα
- Σε γεωγραφικά πλάτη $> 40^\circ$ το χιόνι είναι πυκνό σε όλα τα υψόμετρα ιδιαίτερα το χειμώνα
- Το χιόνι εμφανίζεται όσο απομακρυνόμαστε από τον Ισημερινό και από τη θάλασσα προς τα ενδότερα & προς μεγαλύτερο υψόμετρο

Χιόνι - Γεωγραφική κατανομή χιονοκάλυψης

- Το χιόνι, ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν, είναι δυνατό να καλύπτει το έδαφος μακρά χρονικά διαστήματα. Υπάρχουν όμως και τόποι στους οποίους το χιόνι δεν τήκεται εντελώς το θέρος, αλλά παραμένει συνεχώς πάνω στο έδαφος. Το φαινόμενο αυτό καλείται των **αιώνιων χιονιών**
- Η γραμμή των αιώνιων χιονιών, δηλαδή η γραμμή που διαχωρίζει τις περιοχές που είναι μόνιμα χιονισμένες από εκείνες στις οποίες δεν παρατηρείται το φαινόμενο αυτό, έχει πάρα πολύ μεγάλη σημασία για την κλιματολογία, γιατί τυχόν μετατόπισή της μαρτυρεί αξιόλογη κλιματική μεταβολή

Χιονοκάλυψη το Φεβρουάριο του 2011



Χαλάζι

- **Χαλάζι:** η δημιουργία του χαλαζιού συνδέεται πάντοτε με νέφη μεγάλης κατακόρυφης ανάπτυξης, κυρίως σωρειτωμελανίες (**Cb**) τα οποία αναπτύσσονται κατά την εκδήλωση θερμικών & μετωπικών καταιγίδων
- Στους σωρειτωμελανίες λόγω της μεγάλης κατακόρυφης ανάπτυξης τους δημιουργούνται ισχυρά ανοδικά και καθοδικά ρεύματα



Πηγή: <http://www.weather.gov/cae/July2012SignificantHailEvent.html>

- Οι χαλαζόκοκκοι αποτελούνται από φλοιούς, παρουσιάζουν σχήμα σφαιρικό, κωνικό ή ακανόνιστο από καθαρό αδιαφανή ή διάφανο πάγο με διαμέτρους: **0.4 – 10 cm**

Χαλάζι



Πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hail>

Μηχανισμός Δημιουργίας

- Στις ανώτερες περιοχές των νεφών τύπου Cb, η θερμοκρασία είναι πολύ κάτω από τους 0°C ($T < 0^{\circ}\text{C}$), με αποτέλεσμα να συμβαίνει αυτόματη πήξη των υδροσταγονιδίων του νέφους που βρίσκονται σε υπέρτηξη
- Για τη δημιουργία του χαλαζόκοκκου απαιτείται η ύπαρξη πυρήνων-σπόρων μέσα στο νέφος. Το ρόλο αυτό τον παίζουν
 - παγωμένες υδροσταγόνες που δημιουργούνται όταν παγώνουν οι υδροσταγόνες σε υπέρτηξη
 - πυκνά συσσωματώματα χιονονιφάδων (**graupel**) που προέρχονται επίσης από παγοποίηση υδροσταγόνων σε χιονονιφάδες
- Εξαιτίας των έντονων & αλληπάλληλων ανοδικών και καθοδικών κινήσεων, που επικρατούν μέσα σ' αυτά τα νέφη οι αρχικοί παγοκρύσταλλοι συγκρούονται με άλλα υδροσταγονίδια σε υπέρτηξη ή και μεταξύ τους και αυξάνουν το μέγεθος τους
- Στην περίπτωση που οι χαλαζόκοκκοι αποκτήσουν τέτοιο μέγεθος που τα ανοδικά ρεύματα να αδυνατούν να τους συγκρατήσουν τότε αυτοί εγκαταλείπουν το νέφος και πέφτουν στην επιφάνεια του εδάφους προτού λιώσουν δίνοντας έτσι το φαινόμενο του χαλαζιού

Γεωγραφική κατανομή

- Παρότι με βάση τον τρόπο δημιουργίας του χαλαζιού, θα περιμέναμε η χαλαζόπτωση να εμφανίζει μέγιστο κοντά στον Ισημερινό (ενδοπτροπική Ζώνη Σύγκλισης) όπου αναπτύσσονται μεγάλα νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης και ελάχιστο στους πόλους, δεν συμβαίνει αυτό. Η μέγιστη συχνότητα εμφάνισης σημειώνεται στα μέσα γεωγραφικά πλάτη. Στον Ισημερινό το χαλάζι λιώνει πριν φτάσει στο έδαφος
- Στην Ελλάδα, η συχνότητα εμφάνισης χαλαζόπτωσης είναι μέγιστη στη βόρεια Ελλάδα όπου σημειώνεται κυρίως κατά τη θερμή περίοδο (Μάιο – Σεπτέμβριο) λόγω θερμικών καταιγίδων
- Οι χαλαζοπτώσεις που σημειώνονται το χειμώνα οφείλονται σε μετωπικές καταιγίδες, είναι περισσότερες από αυτές τις άνοιξης και σημειώνονται κυρίως στα νότια της χώρας, σε παράκτιους και νησιωτικούς σταθμούς και στα ορεινά

Υετός

	χαρακτηριστικά	τύπος νέφωσης που τα προκαλεί
Ψιχάλα	σταγόνες νερού διαμέτρου 0.1-0.4 mm	St, Sc
Βροχή	σταγόνες νερού διαμέτρου 0.5-4.0 mm	Ns, As, Sc, Ac
Χιόνι	χαλαρά συνδεδεμένα σύνολα μικρών παγοκρυστάλλων (νιφάδες), μικρό μέγεθος σε χαμηλή θερμοκρασία, μεγαλύτερο μέγεθος κοντά στους 0°C	Ns, As, Sc, Cb
Χιονόνερο	εν μέρει λιωμένες νιφάδες χιονιού, ή βροχή και χιόνι μαζί	Ns, As, Sc, Cb
Χαλάζι	κελύφη πάγου δημιουργούν σωματίδια με διάμετρο μεγαλύτερα από 5mm σαν κρεμμύδι	Cb

Αναφορές

- Φλόκας Α.: Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, 1997, ISBN: 960-431-288-X

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την 1^η έκδοση.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Αγγελική Φωτιάδη, 2015.

Αγγελική Φωτιάδη. «**ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ - ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ**». Έκδοση: 1.0. Αγρίνιο 2015.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

https://eclass.upatras.gr/modules/document/document.php?course=ENV_109

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού, Απαγόρευση Εμπορικής Χρήσης και Όχι Παράγωγα Έργα. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

«Το υλικό της παρουσίασης προέρχεται από τις πανεπιστημιακές παραδόσεις της καθηγήτριας Α. Φωτιάδη».



Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Διαφάνεια 16: <http://virtualskies.arc.nasa.gov/weather/4.html>

Διαφάνεια 22: Α.Α. Φλόκας, Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, 1997

Διαφάνεια 25: <http://www.metoffice.gov.uk/learning/learn-about-the-weather/dew>

Διαφάνεια 26: https://en.wikipedia.org/wiki/Portal:Weather/Selected_picture/17

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Frost_01.JPG

Διαφάνεια 30: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2013-06-24_17_39_11_A_4-inch_plastic_rain_gauge_typical_of_those_used_by_the_CoCoRaHS_program.jpg

https://en.wikipedia.org/wiki/Rain_gauge

Διαφάνεια 31:

<http://research.metoffice.gov.uk/research/nwp/numerical/physics/convection.html>

Διαφάνεια 55: <http://earthobservatory.nasa.gov/blogs/elegantfigures/2011/02/>

Διαφάνεια 56: <http://www.weather.gov/cae/July2012SignificantHailEvent.html>

Διαφάνεια 57: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hail>

