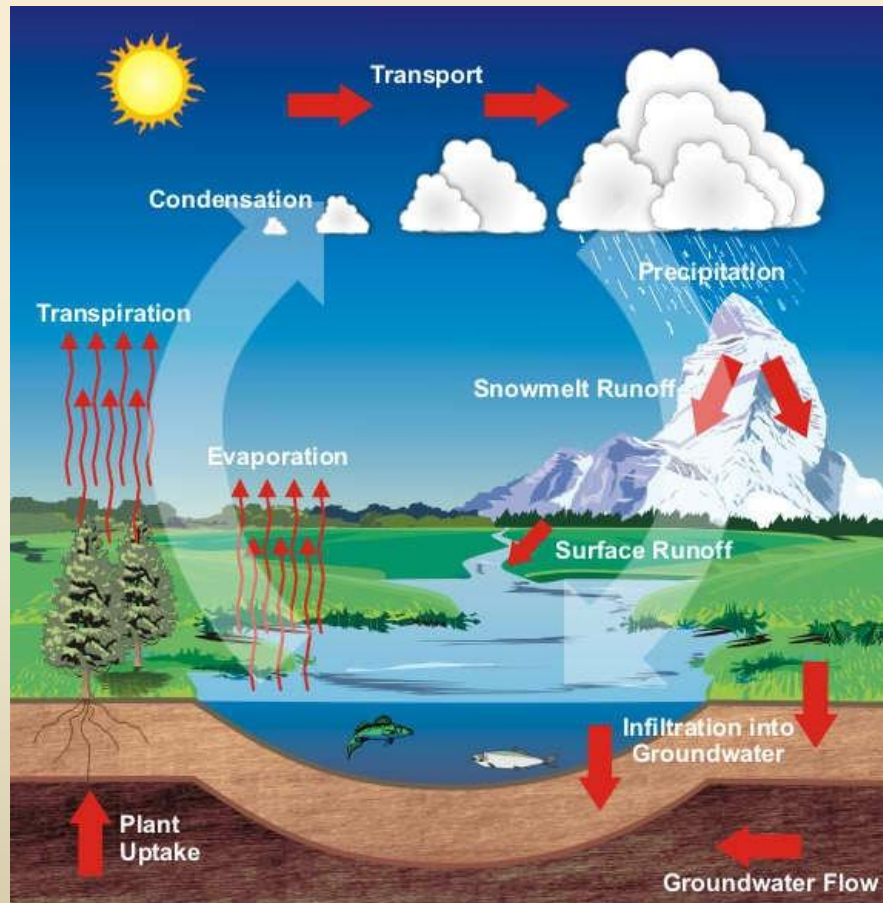


ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Τα κατώτερα στρώματα της τροπόσφαιρας περιλαμβάνουν **νερό** σε στερεά, υγρή ή αέρια φάση. Η ποσότητά του εξαρτάται από: 1) την **εξάτμιση** από τις διάφορες υγρές επιφάνειες της γης, 2) τη **διαπνοή** από τα φυτά και 3) τα **υδατώδη ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα** (βροχή, χιόνι κλπ.).



ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Ο ατμοσφαιρικός αέρας υπό συγκεκριμένη θερμοκρασία T μπορεί να «συγκρατήσει» ορισμένη ποσότητα υδρατμών, η οποία εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία T . Εάν η ποσότητα αυτή ξεπεραστεί, οι επιπλέοντες υδρατμοί συμπυκνώνονται σχηματίζοντας υδροσταγονίδια ή παγοκρυστάλλους.

Ο αέρας ονομάζεται **κορεσμένος** όταν περιλαμβάνει τη μέγιστη ποσότητα υδρατμών τους οποίους μπορεί να «συγκρατήσει». Σε διαφορετική περίπτωση ονομάζεται **ακόρεστος**.

ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

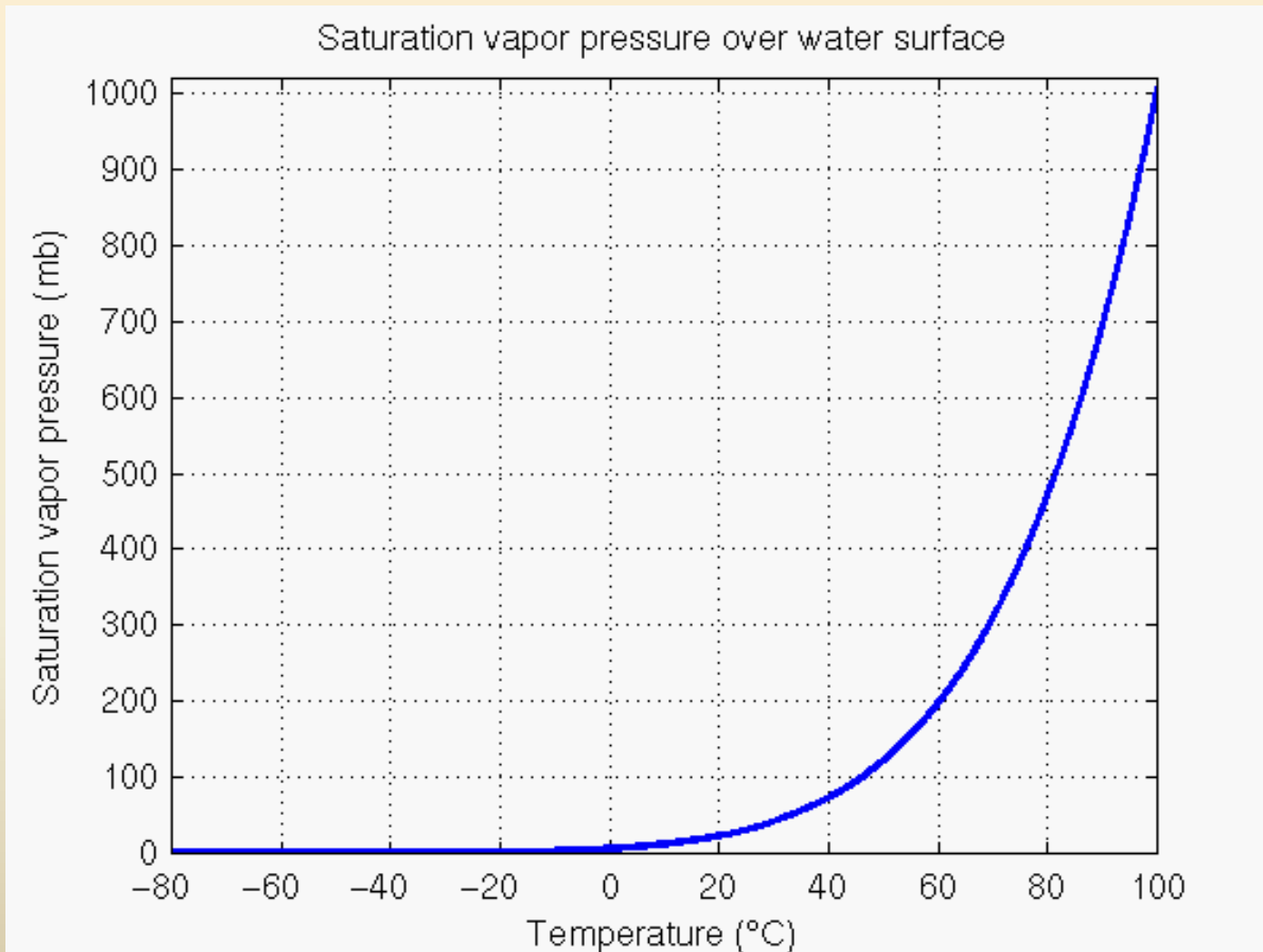
1. **Τάση υδρατμών (e):** η μερική πίεση των υδρατμών του ατμοσφαιρικού αέρα, η οποία αποτελεί μέρος της ατμοσφαιρικής πίεσης. Στην περίπτωση κορεσμένου αέρα ονομάζεται **μέγιστη τάση υδρατμών (e_s)**. Η e_s εξαρτάται από τη θερμοκρασία σύμφωνα με την εξίσωση Clausius – Clapeyron:

$$\frac{de_s}{e_s} = \frac{L_v}{R_v} \frac{dT}{T^2}$$

(όπου T η θερμοκρασία του αέρα σε K, L_v η λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης και $R_v=R/MB_v$)

ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Διάγραμμα μέγιστης τάσης υδρατμών (e_s) – θερμοκρασίας (T)



ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

2. **Απόλυτη υγρασία (absolute humidity, ρ_v):** ο λόγος της μάζας των υδρατμών (m_v) προς τον όγκο του αέρα (V_a) στον οποίο περιέχονται. Λέγεται και συγκέντρωση ή πυκνότητα υδρατμών.

$$\rho_v = \frac{m_v}{V_a}$$

3. **Αναλογία μίγματος (mixing ratio, r):** ο λόγος της μάζας των υδρατμών (m_v) προς τη μάζα του ξηρού αέρα (m_d) στον οποίο περιέχονται.

$$r = \frac{m_v}{m_d}, \quad r = 0.622 \frac{e}{P - e}$$

4. **Ειδική υγρασία (specific humidity, q):** ο λόγος της μάζας των υδρατμών (m_v) προς τη μάζα του υγρού αέρα (m_a) στον οποίο περιέχονται.

$$q = \frac{m_v}{m_a}, \quad q = 0.622 \frac{e}{P - 0.378e}$$

ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

5. **Σχετική υγρασία (relative humidity, RH):** ο λόγος της τάσης των υδρατμών (e) προς τη μέγιστη τάση των υδρατμών (e_s) στην ίδια θερμοκρασία. Εκφράζεται επί τοις εκατό.

$$RH = \frac{e}{e_s} \cdot 100\%$$

6. **Έλλειμμα κόρου ή κοροπλήρωμα (saturation deficit, SD):** η διαφορά μέγιστης τάσης υδρατμών (e_s) – τάσης υδρατμών (e).

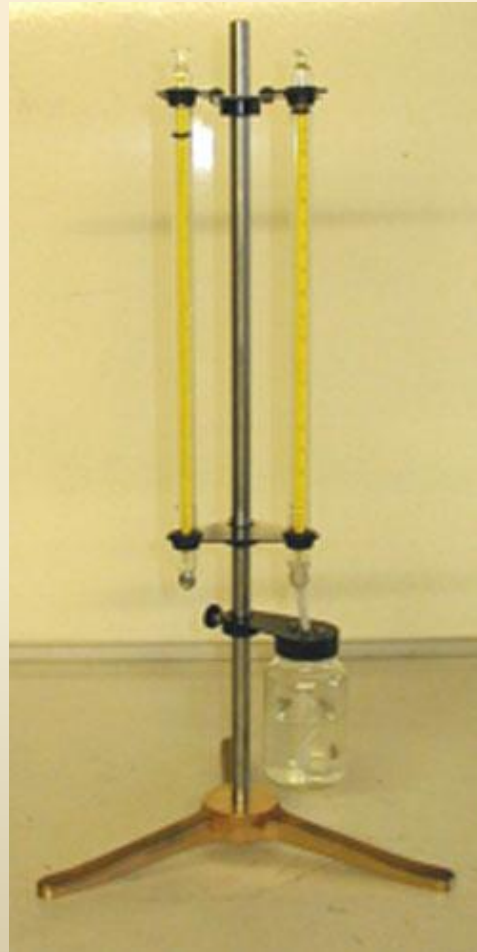
$$SD = e_s - e$$

7. **Θερμοκρασία δρόσου ή σημείο δρόσου (dew point, T_d):** η θερμοκρασία στην οποία πρέπει να ψυχθεί ο αέρας, υπό σταθερή πίεση, για να καταστεί κορεσμένος με υδρατμούς.
8. **Θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου (wet-bulb temperature, T_w):** η θερμοκρασία που αποκτά ο αέρας, υπό σταθερή πίεση, όταν μέσα σε αυτόν γίνεται συνεχής εξάτμιση νερού μέχρι να καταστεί κορεσμένος, χωρίς ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον.
9. **Υετίσιμο νερό (precipitable water, P_w):** Το σύνολο των υδρατμών που περιέχονται σε μια κατακόρυφη ατμοσφαιρική στήλη μοναδιαίας διατομής, η οποία εκτείνεται μεταξύ δύο καθορισμένων επιπέδων.

ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Ψυχρόμετρο August



ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΨΥΧΡΟΜΕΤΡΟΥ

- Μέτρηση θερμοκρασιών ξηρού και υγρού θερμομέτρου σε ψυχρόμετρο.
- Υπολογισμός της σχετικής υγρασίας από κατάλληλους πίνακες.

RELATIVE HUMIDITY CONVERSION TABLE

Dry-bulb temperature	Dry-bulb temperature minus wet-bulb temperature, °C									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10°C	88	77	66	55	44	34	24	15	6	
11°C	89	78	67	56	46	36	27	18	9	
12°C	89	78	68	58	48	39	29	21	12	
13°C	89	79	69	59	50	41	32	22	15	7
14°C	90	79	70	60	51	42	34	26	18	10
15°C	90	80	71	61	53	44	36	27	20	13
16°C	90	81	71	63	54	46	38	30	23	15
17°C	90	81	72	64	55	47	40	32	25	18
18°C	91	82	73	65	57	49	41	34	27	20
19°C	91	82	74	65	58	40	43	36	29	22
20°C	91	83	74	66	59	51	44	37	31	24
21°C	91	83	75	67	60	53	46	39	32	26
22°C	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
23°C	92	84	76	69	62	55	48	42	36	30
24°C	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25°C	92	84	77	70	63	57	50	44	39	33
26°C	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
27°C	92	85	78	71	65	58	52	47	41	36
28°C	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
29°C	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38
30°C	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

- Υπολογισμός της μέγιστης τάσης υδρατμών από την εξίσωση Clausius – Clapeyron (κατάλληλοι πίνακες).

Temp. (°C)	Pressure (kPa)	Temp. (°C)	Pressure (kPa)
-20	0.10	30	4.24
-10	0.26	40	7.38
-8	0.31	50	12.33
-6	0.37	60	19.92
-4	0.44	70	31.16
-2	0.52	80	47.36
0	0.61	90	70.11
1	0.66	95	84.53
2	0.71	96	87.67
3	0.76	97	90.94
4	0.81	98	94.3
5	0.87	98.5	96.00
6	0.93	99.0	97.75
7	1.00	99.2	98.45
8	1.07	99.4	99.16
9	1.15	99.6	99.88
10	1.23	99.8	100.60
11	1.31	100.0	101.32
12	1.40	100.2	102.04
13	1.50	100.4	102.78
14	1.60	100.6	103.52
15	1.71	100.8	104.26
16	1.82	101	105.00
17	1.94	102	108.78
18	2.06	103	112.67
19	2.20	104	116.67
20	2.34	105	120.8
21	2.49	110	143.2
22	2.64	120	198.5
23	2.81	130	270.1
24	2.98	140	361.4
25	3.17	150	476.0
26	3.36	170	792.0
27	3.56	200	1555
28	3.78	250	3978
29	4.00	300	8592

ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

- Υπολογισμός της τάσης των υδρατμών e μέσω του ορισμού της σχετικής υγρασίας.

$$RH = \frac{e}{e_s} \cdot 100\%$$

- Υπολογισμός της θερμοκρασίας δρόσου, θεωρώντας ότι η τάση των υδρατμών που υπολογίστηκε ταυτίζεται με τη μέγιστη τάση υδρατμών για θερμοκρασία ίση με τη θερμοκρασία δρόσου.
- Εκτίμηση των υπολοίπων παραμέτρων από τις αντίστοιχες σχέσεις υπολογισμού.

ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

ΕΞΑΤΜΙΣΗ

Εξάτμιση (εξάχνωση) ονομάζεται η βραδεία μετατροπή του νερού από την υγρή (στερεή) στην αέρια φάση.

Για υδάτινες επιφάνειες ισχύει ο **Νόμος του Dalton**

$$E = \frac{AS(e_s - e)}{P}$$

όπου E η ταχύτητα εξάτμισης (μάζα/χρόνος), A συντελεστής που εξαρτάται από τη φύση της επιφάνειας, την ταχύτητα του ανέμου κ.α., $e_s - e$ το κοροπλήρωμα, P η ατμοσφαιρική πίεση και S το εμβαδό της επιφάνειας.

Για **εδαφικές επιφάνειες** η εξάτμιση επηρεάζεται γενικά από τους ίδιους παράγοντες όπως και στην περίπτωση των υδάτινων επιφανειών. Επιπρόσθετα εξαρτάται από την **περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό**, τα **τριχοειδή** του χαρακτηριστικά, το **βάθος του υδροφόρου ορίζοντα**, το **χρώμα** του εδάφους και την **παρουσία βλάστησης**.

ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ

Εξατμισοδιαπνοή ονομάζεται ο συνδυασμός εξάτμισης – διαπνοής.

Δυνητική εξατμισοδιαπνοή: η απώλεια νερού για τις ανάγκες της βλάστησης στην περίπτωση που δεν παρατηρείται έλλειψη νερού στο έδαφος.

ΝΕΦΩΣΗ

Νέφος ορίζεται κάθε ορατό σύνολο υδροσταγονιδίων ή παγοκρυσταλλίων που αιωρείται στην ατμόσφαιρα.

Οι παγοκρύσταλλοι σχηματίζονται όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι μικρότερη από τους 0C.

Είναι δυνατό η θερμοκρασία να είναι μικρότερη από τους 0C και ταυτόχρονα να διατηρούνται υδροσταγονίδια (νερό στην υγρή φάση). Το φαινόμενο αυτό λέγεται **υπέρτηξη** και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό της βροχής.

Τα νέφη σχηματίζονται όταν μια αέρια μάζα ψύχεται: α) **με ακτινοβολία**, β) λόγω της **μεταφοράς της σε ψυχρότερη περιοχή**, γ) **αδιαβατικά** λόγω της ανόδου της μέσα στην ατμόσφαιρα.

Στην περίπτωση της **αδιαβατικής ψύξης** η ανοδική κίνηση μπορεί να οφείλεται:

1. Στις ισχυρές αναταρακτικές κινήσεις λόγω της αλληλεπίδρασης του αέρα με το έδαφος (**νέφη διαταράξεων**)
2. Στην έντονη επιφανειακή θέρμανση (**νέφη ανοδικών ρευμάτων**)
3. Στην παρουσία μεγάλων εξάρσεων του εδάφους κάθετα στη ροή του αέρα (**ορογραφικά νέφη**)
4. Στις μετωπικές επιφάνειες (**μετωπικά νέφη**).

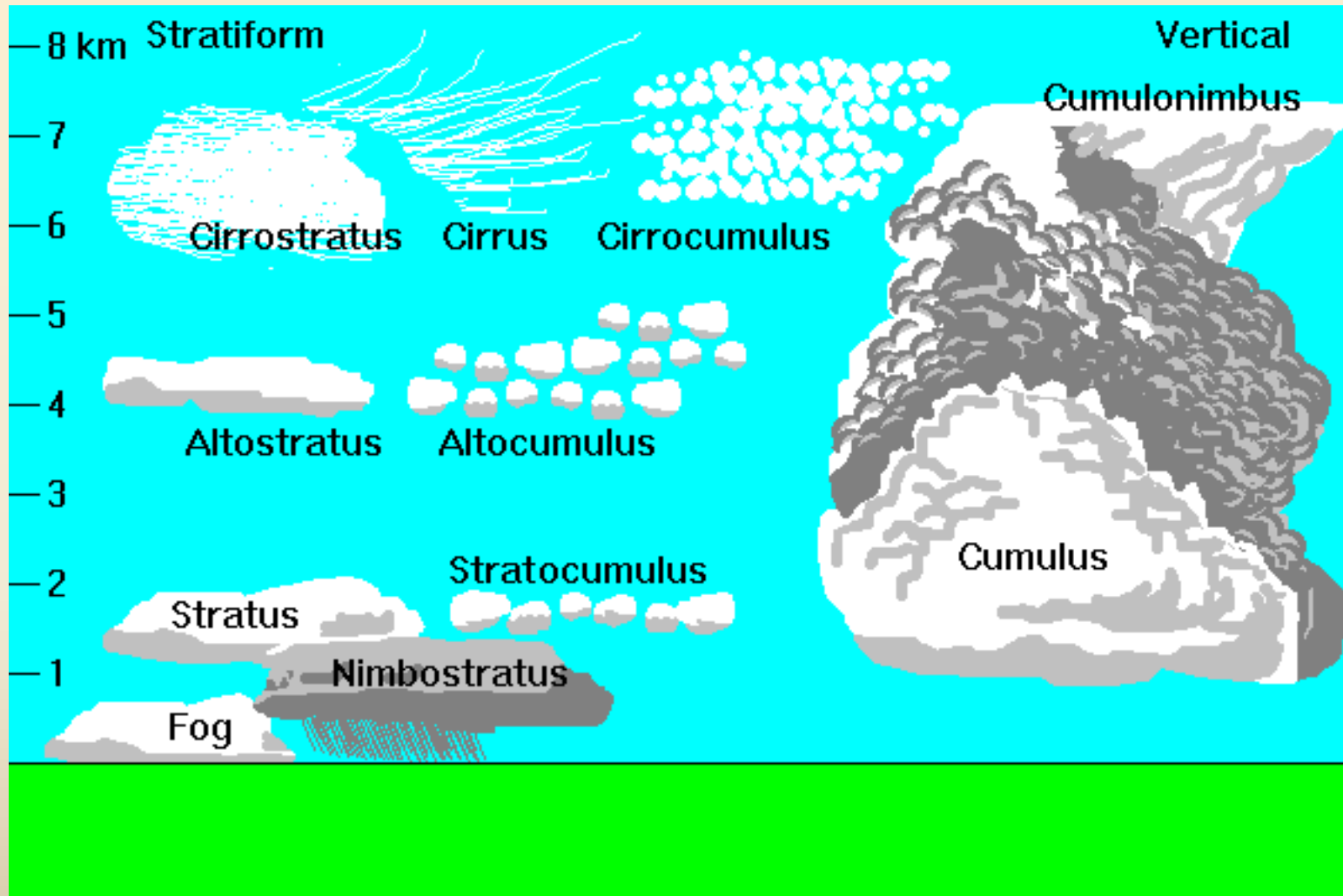
ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΝΕΦΩΝ

Τα νέφη, ανάλογα με το ύψος της ατμόσφαιρας στο οποίο σχηματίζονται, κατατάσσονται σε 4 ομάδες:

- 1. Ανώτερα νέφη ($h > 7\text{km}$)**
 - α) Θύσσανοι (Cirrus, Ci)
 - β) Θυσσανοσωρείτες (Cirrocumulus, Cc)
 - γ) Θυσσανοστρώματα (Cirrostratus, Cs)
- 2. Μέσα νέφη ($2\text{km} < h < 7\text{km}$)**
 - α) Υψισωρείτες (Alto cumulus, Ac)
 - β) Υψιστρώματα (Altostratus, As)
- 3. Κατώτερα νέφη ($h < 2\text{km}$)**
 - α) Στρώματα (Stratus, St)
 - β) Στρωματοσωρείτες (Stratocumulus, Sc)
 - γ) Μελανοστρώματα (Nimbostratus, Ns)
- 4. Νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης**
 - α) Σωρείτες (Cumulus, Cu)
 - β) Σωρειτομελανίες (Cumulonimbus, Cb)

ΝΕΦΩΣΗ

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΝΕΦΩΝ



ΝΕΦΩΣΗ

Θύσσανοι (Cirrus, Ci): Νέφη λεπτά, ινώδη με μεγάλη ποικιλία μορφών. Αποτελούνται από παγοκρυστάλλους ($h > 7\text{km}$).



ΝΕΦΩΣΗ

Θυσσανοσωρείτες (Cirrocumulus, Cc): Νέφη παγοκρυστάλλων ή υδροσταγονιδίων σε υπέρτηξη, τα οποία σχηματίζουν πολυάριθμες λευκές σφαίρες ($h > 7\text{km}$).



ΝΕΦΩΣΗ

Θυσανοστρώματα (Cirrostratus, Cs): Λεπτό ινώδες πέπλο από παγοκρυστάλλους, το οποίο σκεπάζει ολόκληρο τον ουρανό ή μέρος του. Συμβάλλει στο σχηματισμό του φαινομένου της άλω ($h > 7\text{km}$).



ΝΕΦΩΣΗ

Υψισωρείτες (Altostratus, As): Εκτεταμένο λεπτό στρώμα που αποτελείται από νεφικά στοιχεία υδροσταγονιδίων ή παγοκρυσταλλίων (μεγαλύτερα από αυτά των θυσσανοσωρειτών) κανονικά διατεταγμένα ($2\text{km} < h < 7\text{km}$).



ΝΕΦΩΣΗ

Υψιστρώματα (Altostratus, As): Αποτελούν φαιό πέπλο, το οποίο καλύπτει πολλές φορές ολόκληρο τον ουρανό. Από την πυκνότητά τους εξαρτάται το αν φαίνεται ο ήλιος ή όχι. Αποτελούνται από υδροσταγονίδια ή παγοκρυστάλλια και περιέχουν νεφοσταγόνες και νιφάδες χιονιού. Είναι γενικά βροχοφόρα και μπορούν να προκαλέσουν παρατεταμένη βροχόπτωση ή χιονόπτωση ($2\text{km} < h < 7\text{km}$).



ΝΕΦΩΣΗ

Στρώματα (Stratus, St): Νέφη γκρίζου χρώματος με βάση αρκετά ομοιόμορφη και χαμηλή. Συχνά αποκρύπτουν τις κορυφές λόφων ή κτηρίων. Αποτελούνται από υδροσταγονίδια και μπορούν να προκαλέσουν ασθενή βροχή ($h < 2\text{km}$).



ΝΕΦΩΣΗ

Στρωματοσωρείτες (Stratocumulus, Sc): Αποτελούν στρώματα που εμφανίζονται με τη μορφή σφαιρικών ή κυλινδρικών νεφικών μαζών γκρίζου ή υπόλευκου χρώματος. Αποτελούνται από υδροσταγονίδια και παγοκρυστάλλια και μπορούν να προκαλέσουν ασθενή βροχόπτωση ή χιονόπτωση ($h < 2\text{km}$).



ΝΕΦΩΣΗ

Μελανοστρώματα (Nimbostratus, Ns): Αποτελούν χαμηλό εκτεταμένο νεφικό σύστημα με σκοτεινό γκρίζο χρώμα και ασαφή βάση. Αποτελούνται από βροχοσταγόνες, παγοκρυστάλλια και νιφάδες χιονιού. Είναι τα πιο βροχοφόρα νέφη και η βροχή ή το χιόνι που προέρχονται από αυτά έχουν μέτρια ένταση, αλλά μεγάλη διάρκεια ($h < 2\text{km}$).



ΝΕΦΩΣΗ

Σωρείτες (Cumulus, Cu): Νέφη πυκνά με κατακόρυφη ανάπτυξη. Η κορυφή τους σχηματίζει θόλο που πλαισιώνεται από στρογγυλές προεξοχές, ενώ η βάση τους είναι ομαλή. Αποτελούνται από υδροσταγονίδια. Στην περίπτωση που η κατακόρυφη ανάπτυξή τους είναι μεγάλη μπορούν να δώσουν όμβρους ($h < 2\text{km}$).



ΝΕΦΩΣΗ

Σωρειτομελανίες (Cumulonimbus, Cb): Νέφη με μεγάλο όγκο και κατακόρυφη ανάπτυξη. Η κορυφή τους μπορεί να ξεπεράσει και το ύψος των 12km. Το ανώτερο τμήμα τους είναι πεπλατυσμένο. Η βάση τους είναι οριζόντια και σε μικρό ύψος από το έδαφος. Αποτελούνται από υδροσταγονίδια και μόνο το ανώτερο τμήμα τους αποτελείται από παγοκρυστάλλια. Είναι καταιγιδοφόρα νέφη και δίνουν ραγδαίες βροχές συνοδευόμενες από ηλεκτρικές εκκενώσεις και μερικές φορές χαλάζι ($h < 2\text{km}$).



ΝΕΦΩΣΗ

Νέφωση καλείται το ποσοστό του ουράνιου θόλου το οποίο καλύπτεται από νέφη και εκφράζεται σε όγδοα (ή επί τοις εκατό). Η κλίμακα μέτρησης έχει 9 βαθμούς (0 έως 8). Το 0 αντιστοιχεί σε ανέφελο ουρανό, ενώ το 8 σε νεφοσκεπή.

Η νέφωση σε μια περιοχή παρουσιάζει **ημερήσια και ετήσια πορεία** η οποία εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος.

Στις εύκρατες περιοχές

Ημερήσια πορεία: απλή κύμανση. Κατά το θέρος το μέγιστο είναι τις πρώτες απογευματινές ώρες (νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης), ενώ κατά το χειμώνα τις πρώτες πρωινές ώρες (κυρίως στρωματόμορφα νέφη).

Ετήσια πορεία: απλή κύμανση με μέγιστο κατά το χειμώνα και ελάχιστο κατά το θέρος.

Η **γεωγραφική κατανομή** της νέφωσης είναι γενικά πολύπλοκη και εξαρτάται όχι μόνο από τη γεωγραφική κατανομή της ατμοσφαιρικής πίεσης, αλλά και την κατανομή ξηρών – θαλασσών, την παρουσία ορεινών όγκων κλπ.

Στην **Ελλάδα** η ετήσια κύμανση είναι απλή με μέγιστο το δίμηνο Δεκεμβρίου – Ιανουαρίου και ελάχιστο το δίμηνο Ιουλίου – Αυγούστου, ενώ η γεωγραφική κατανομή χαρακτηρίζεται από μέγιστα πάνω από τους ορεινούς όγκους και ελάχιστα πάνω από τις νότιες θαλάσσιες περιοχές.

ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΕΙΣ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

Η νυχτερινή ψύξη των διαφόρων στερεών επιφανειών και του επιφανειακού ατμοσφαιρικού αέρα λόγω ακτινοβολίας οδηγεί συχνά σε κορεσμό και στη δημιουργία συμπυκνώσεων σε τοπική κλίμακα.

Δρόσος (dew): Το φαινόμενο σχηματισμού υδροσταγόνων πάνω σε διάφορες επιφάνειες (χλόη, φύλλα δέντρων, κλπ.), λόγω της πτώσης της θερμοκρασίας τους T_E κάτω από το σημείο δρόσου T_d , το οποίο είναι μεγαλύτερο από $0C$ ($0C < T_E < T_d$). Στην περίπτωση που η θερμοκρασία T_E πέσει κάτω από τους $0C$ μετά το σχηματισμό της δρόσου, τότε η δρόσος λέγεται παγωμένη δρόσος (white dew).



ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΕΙΣ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

Πάχνη (hoar-frost): Το φαινόμενο σχηματισμού παγοκρυστάλλων πάνω σε διάφορες επιφάνειες (χλόη, φύλλα δέντρων, κλπ.), λόγω της πτώσης της θερμοκρασίας τους T_E κάτω από το σημείο δρόσου T_d , το οποίο είναι μικρότερο από $0C$ ($T_E < T_d < 0C$).

Ο σχηματισμός της πάχνης ευνοείται από τους εξής παράγοντες:

1. Ψυχρές επιφανειακές αέριες μάζες
2. Αnéφελος ουρανός
3. Άπνοια ή πολύ ασθενής άνεμος
4. Κατάλληλη τοποθεσία (ανάγλυφο)



ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΕΙΣ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

Ορατότητα: Η μέγιστη απόσταση στην οποία ένα αντικείμενο είναι καλά ορατό υπό κανονικές συνθήκες φωτισμού.

Ομίχλη: Νέφος το οποίο εφάπτεται της επιφάνειας του εδάφους και περιορίζει την οριζόντια ορατότητα κάτω από 1km.

Η ομίχλη σχηματίζεται όταν επικρατούν συνθήκες κορεσμού και οι υδρατμοί συμπυκνώνονται πάνω σε μικροσκοπικά σωματίδια, τους **πυρήνες συμπύκνωσης**.

Όταν η ορατότητα είναι μεταξύ 1km και 2km το φαινόμενο που επικρατεί λέγεται **αχλύς**. Η αχλύς διακρίνεται σε **ξηρή (haze)** όταν οφείλεται σε λεπτή σκόνη και σε **υγρή (mist)** όταν οφείλεται σε υδροσταγονίδια.



Chronicle / Frederic Larson

ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΕΙΣ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

Ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού της ομίχλης, διακρίνονται οι εξής κατηγορίες:

1. **Ομίχλη ακτινοβολίας (radiation fog):** σχηματίζεται λόγω ψύξης της επιφάνειας του εδάφους και των επιφανειακών αερίων μαζών με ακτινοβολία.
2. **Ομίχλη μεταφοράς (advection fog):** σχηματίζεται λόγω κίνησης θερμών και υγρών αερίων μαζών πάνω από ψυχρή επιφάνεια.
3. **Ομίχλη ανάμιξης (mixing fog):** σχηματίζεται όταν κατά την ανάμιξη ψυχρών και θερμών αερίων μαζών προκύπτει κορεσμένο μίγμα.
4. **Μετωπική ομίχλη (frontal fog):** σχηματίζεται στις μετωπικές διαταραχές όταν εξατμίζονται οι σταγόνες της βροχής που σχηματίζονται στη θερμή μάζα καθώς διέρχονται μέσα από την ψυχρή.
5. **Ομίχλη αναστροφής:** σχηματίζονται στην πάνω επιφάνεια επιφανειακού στρώματος υγρού αέρα λόγω θερμοκρασιακής αναστροφής.
6. **Ομίχλη κλιτύος:** σχηματίζεται κατά την άνοδο υγρού στρώματος αέρα στις πλαγιές ενός βουνού.
7. **Ομίχλη εξάτμισης ή θαλάσσιος καπνός (sea smoke ή steam fog):** σχηματίζεται κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας όταν υπάρχει μεγάλη θερμοκρασιακή διαφορά θάλασσας – αέρα.

ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΕΙΣ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

Αργυρόπαγος ή ομιχλοκρύσταλλος (rime): αποτελείται από λεπτούς λευκούς κόκκους παγοκρυστάλλων που σχηματίζονται με ταχεία πήξη πάνω σε επιφάνεια με $T_E < 0^\circ\text{C}$ μικρών σταγόνων ομίχλης ή νέφους σε μεγάλο βαθμό υπέρτηξης. Οι κόκκοι αυτοί είναι πυκνότεροι και σκληρότεροι από αυτούς της πάχνης. Μπορούν να σχηματίσουν στρώμα πάχους αρκετών εκατοστών. Σχηματίζεται το χειμώνα από παρεδάφια νέφη πάνω σε βουνά.



© 2007 Thomson Higher Education



Βροχοκρύσταλλος (glaze): αποτελεί λείο και διαφανές στρώμα πάγου με αραιούς εγκλωβισμένους θύλακες αέρα, το οποίο σχηματίζεται από σταγόνες βροχής ή ομίχλης σε υπέρτηξη πάνω σε επιφάνειες με $T_E < 0^\circ\text{C}$. Είναι ψυχρότερος και σκληρότερος από τον αργυρόπαγο. Σχηματίζεται κατά τους βαρείς χειμώνες σε ψυχρά κλίματα.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ

Κατακόρυφη θερμοβαθμίδα περιβάλλοντος (environmental lapse rate): Ο ρυθμός ψύξης της ατμόσφαιρας κατά την κατακόρυφο σε μια χρονική στιγμή.

$$\gamma = - (\partial T / \partial z)$$

Ξηρή κατακόρυφη αδιαβατική θερμοβαθμίδα (dry adiabatic lapse rate): Ο ρυθμός αδιαβατικής ψύξης μιας ακόρεστης αέριας μάζας που ανέρχεται στην ατμόσφαιρα.

$$\gamma_d = - (dT/dz) = g/c_p = 10 \text{ }^\circ\text{C/km}$$

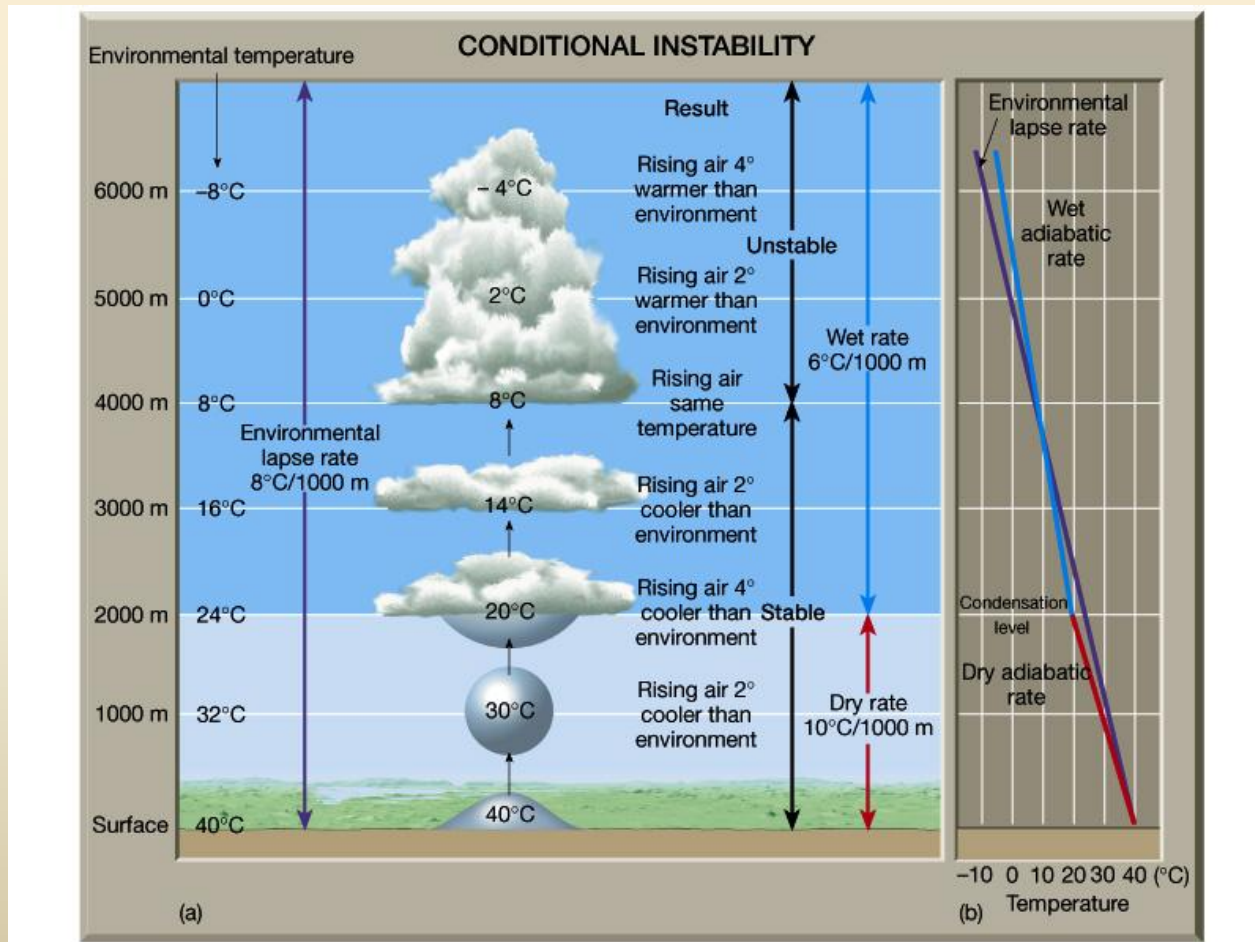
Υγρή κατακόρυφη αδιαβατική θερμοβαθμίδα (moist adiabatic lapse rate): Ο ρυθμός αδιαβατικής ψύξης μιας κορεσμένης αέριας μάζας που ανέρχεται στην ατμόσφαιρα.

$$\gamma_s = - (dT/dz) \cong 6 \text{ }^\circ\text{C/km}$$

- Όταν ισχύει $\gamma < \gamma_s < \gamma_d$ η ατμόσφαιρα χαρακτηρίζεται **απόλυτα ευσταθής (absolutely stable)**.
- Όταν ισχύει $\gamma > \gamma_d > \gamma_s$ χαρακτηρίζεται **απόλυτα ασταθής (absolutely unstable)**.
- Όταν ισχύει $\gamma_d > \gamma > \gamma_s$ χαρακτηρίζεται **υπό όρους ασταθής (conditionally unstable)**.

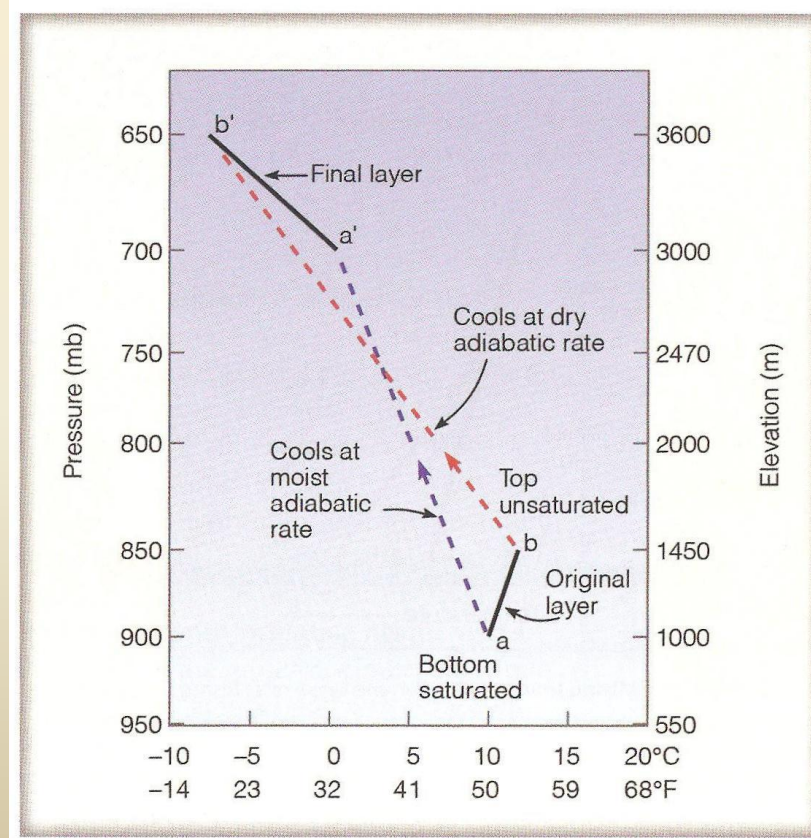
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ

Αστάθεια υπό όρους (λανθάνουσα): Όταν μια αέρια μάζα ανέρχεται στην ατμόσφαιρα, ψύχεται αδιαβατικά, αρχικά μέσω της γ_d και στη συνέχεια μέσω της γ_s . Η αρχική σχετική της υγρασία και η γ καθορίζουν το ύψος στο οποίο η μάζα θα γίνει κορεσμένη και το αν και σε ποιο ύψος θα καταστεί θερμότερη από το περιβάλλον της.



ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ

Ανωμεταφορική αστάθεια (convective instability): Όταν σε ένα ατμοσφαιρικό στρώμα υπάρχει κατακόρυφη βαθμίδα σχετικής υγρασίας, η ανύψωσή του οδηγεί σε αλλαγή της εσωτερικής κατακόρυφης θερμοβαθμίδας του. Αυτό συμβαίνει λόγω του διαφορετικού ρυθμού ψύξης των επιμέρους στοιχείων του στρώματος κατά την ανύψωση (γ_d ή γ_s). Έτσι, ένα ευσταθές στρώμα με υψηλότερη σχετική υγρασία κοντά στην επιφάνεια, μπορεί να μετατραπεί σε ασταθές κατά την ανύψωσή του.



ΥΕΤΟΣ

Υδατώδη ατμοσφαιρικά αποβλήματα (κατακρημνίσματα): οι διάφορες μορφές μεριδίων νερού, σε στερεή ή υγρή φάση, τα οποία φθάνουν διαμέσου της ατμόσφαιρας στην επιφάνεια του εδάφους.

Υετός: το σύνολο των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, τα οποία αποτελούν μετρήσιμη ποσότητα νερού (βροχή, χιόνι, κλπ.).

Όμβρος: το σύνολο των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, τα οποία προέρχονται από νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης.

Σε 1 cm^3 νέφους περιέχονται 30-3000 νεφοσταγονίδια.

Ένα τυπικό νεφοσταγονίδιο έχει ακτίνα $\sim 0.01 \text{ mm}$ και μια βροχοσταγόνα έχει ακτίνα $\sim 1 \text{ mm}$. \Rightarrow

μια μέση βροχοσταγόνα ισοδυναμεί με $\sim 10^6$ νεφοσταγονίδια.

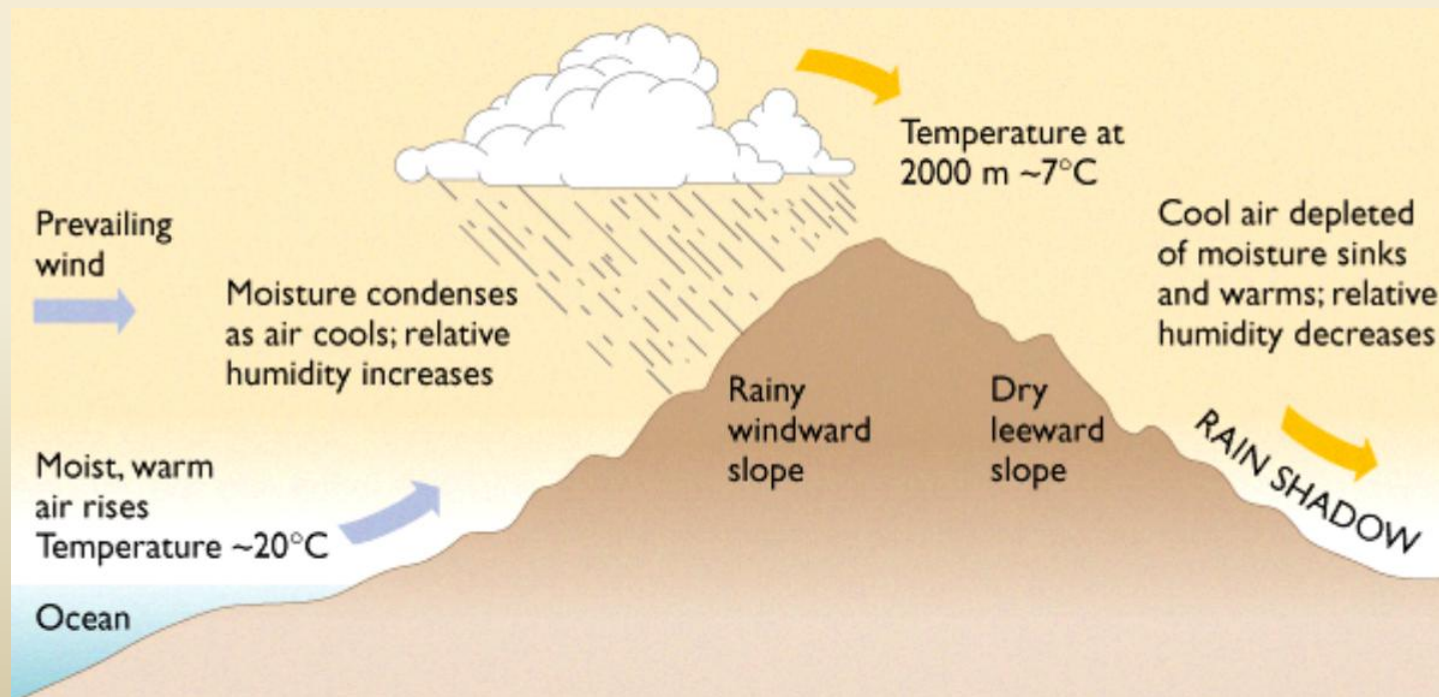
ΒΡΟΧΗ

Οι υδροσταγόνες, η οι παγοκρύσταλλοι, οι οποίοι προκύπτουν από τη συνεχή συμπύκνωση υδρατμών στους πυρήνες συμπύκνωσης εντός των νεφών και τη συνένωση πολλών υδροσταγονιδίων ή παγοκρυσταλλίων, πέφτουν λόγω βάρους και φθάνουν στο έδαφος σε υγρή μορφή (λιώνουν πριν φθάσουν στο έδαφος).

ΥΕΤΟΣ

Ανάλογα με τον τρόπο που ψύχονται οι αέριες μάζες για να σχηματιστούν τα νέφη, οι βροχές διακρίνονται σε:

1. **Βροχές μεταφοράς** (κατά την ισχυρή κατακόρυφη μεταφορά, ή την οριζόντια μεταφορά αερίων μαζών πάνω από ψυχρές επιφάνειες).
2. **Υφειακές βροχές** (κατά τις ανοδικές κινήσεις των αερίων μαζών στα μέτωπα).
3. **Ορογραφικές βροχές** (κατά την ανολίσθηση αερίων μαζών στις πλαγιές των βουνών). ⇒ **Ομβροπλευρά – Ομβροσκιά**

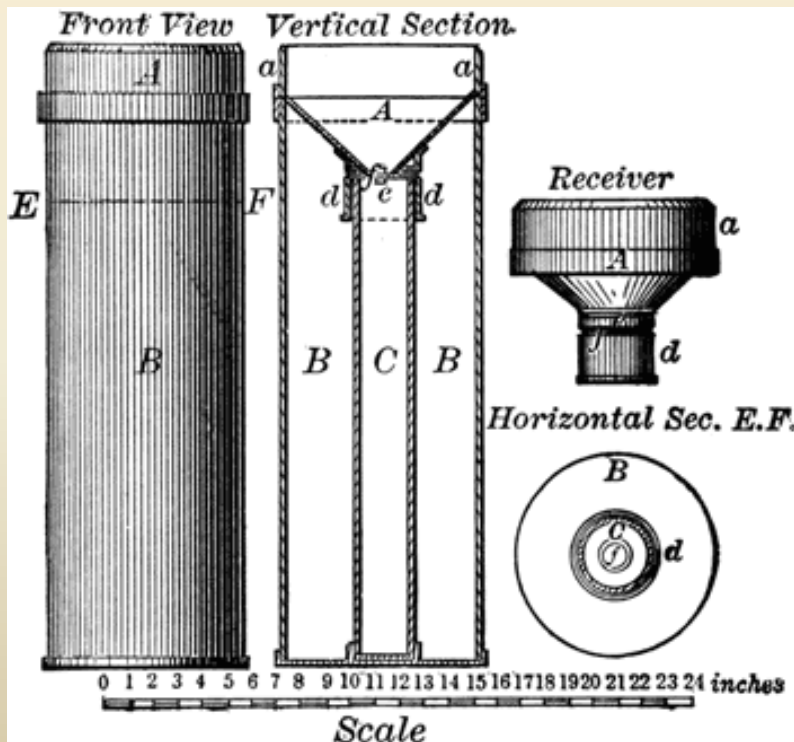


ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ

Ύψος βροχής καλείται το ύψος στο οποίο θα έφθανε η στάθμη του νερού της βροχής αν έπεφτε σε οριζόντια επιφάνεια (αποκλείοντας τους παράγοντες απορρόφησης και εξάτμισης). Εκφράζεται σε **mm**.

Βροχόμετρο: Όργανο μέτρησης ύψους βροχής.

Δεκαπλασιαστικό βροχόμετρο



Βροχόμετρο ανατρεπόμενου κάδου



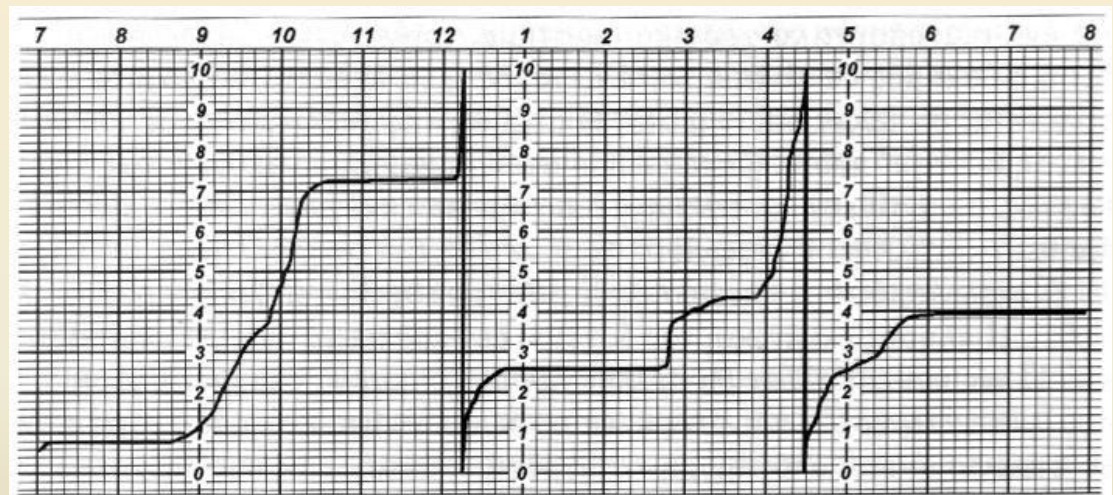
ΥΕΤΟΣ

Βροχογράφος: Συμβατικό όργανο καταγραφής ύψους βροχής σε ημερήσια ταινία.

Βροχογράφος



Ημερήσια ταινία βροχογράφου



Ένταση ή ραγδαιότητα βροχής: ύψος βροχής / μονάδα χρόνου

Η βροχή μπορεί, ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού και το μέγεθος των σταγόνων, να φέρει διάφορες ονομασίες όπως:

- **όμβρος (shower):** προκαλείται από νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης και χαρακτηρίζεται από απότομη έναρξη και λήξη.
- **ψεκάδες (drizzle):** χαρακτηρίζεται από πολύ μικρές πολυάριθμες υδροσταγόνες που αιωρούνται και ακολουθούν τα αέρια ρεύματα.

Ημερήσια πορεία της βροχής

1. **Θαλάσσιος τύπος:** επικρατεί στις θαλάσσιες περιοχές και χαρακτηρίζεται από μέγιστο κατά τις νυχτερινές και πρώτες πρωινές ώρες.
2. **Ηπειρωτικός τύπος:** επικρατεί στις ηπειρωτικές περιοχές και χαρακτηρίζεται από μέγιστο τις απογευματινές ώρες.
3. **Πολύπλοκος τύπος:** αποτελεί συνδυασμό των παραπάνω τύπων.

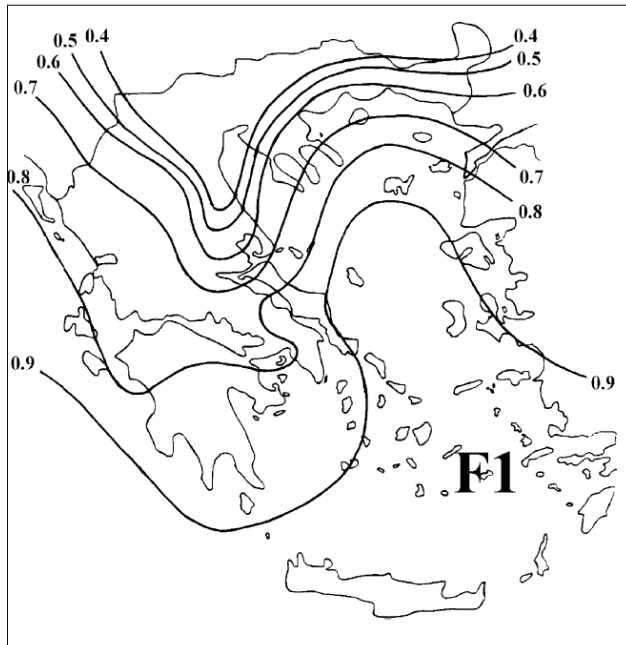
Ετήσια πορεία της βροχής

1. **Θαλάσσιος τύπος:** επικρατεί στους ωκεανούς και χαρακτηρίζεται από μέγιστο το φθινόπωρο - χειμώνα.
2. **Ηπειρωτικός τύπος:** επικρατεί στο εσωτερικό των ηπείρων και χαρακτηρίζεται από μέγιστο κατά το θέρος.
3. **Μεσογειακός τύπος:** επικρατεί στα προς τους πόλους όρια των υποτροπικών περιοχών και χαρακτηρίζεται από μέγιστο κατά το χειμώνα και ελάχιστο κατά το θέρος.
4. **Μουσσωνικός τύπος:** επικρατεί στις περιοχές με μουσσωνικό κλίμα και χαρακτηρίζεται από μέγιστο κατά το θέρος και ελάχιστο κατά το χειμώνα.
5. **Ισημερινός τύπος:** επικρατεί κοντά στον ισημερινό (10) και χαρακτηρίζεται από μέγιστα κατά τις ισημερίες.
6. **Τροπικός τύπος:** χαρακτηρίζεται από ένα μέγιστο κατά το θέρος όταν ο ήλιος βρίσκεται στο ζενίθ και από ένα ελάχιστο κατά το χειμώνα.

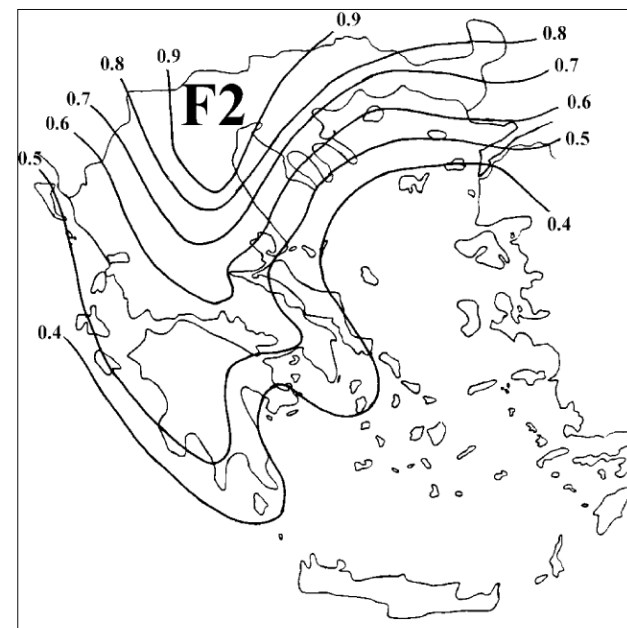
Ενδο-ετήσια διακύμανση του ύψους βροχής στην Ελλάδα

A. BARTZOKAS, C. J. LOLIS AND D. A. METAXAS

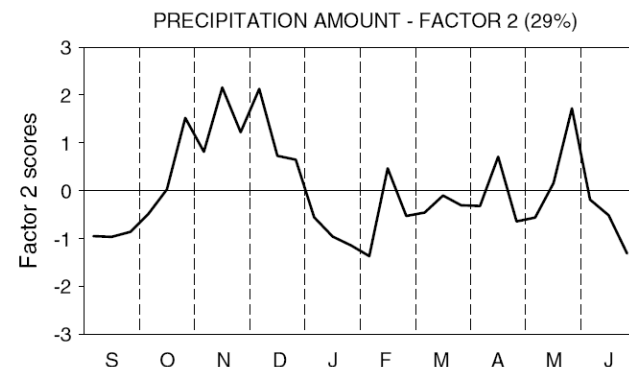
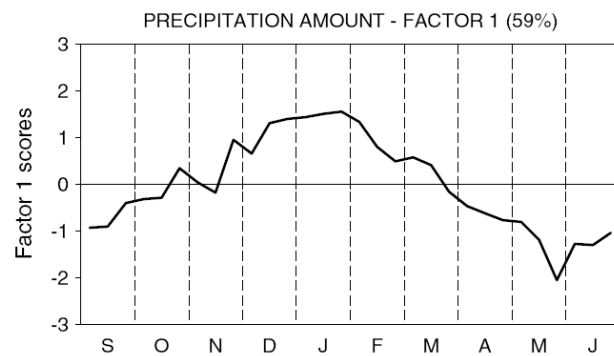
RAINFALL VARIATION OVER GREECE



(a)



(a)

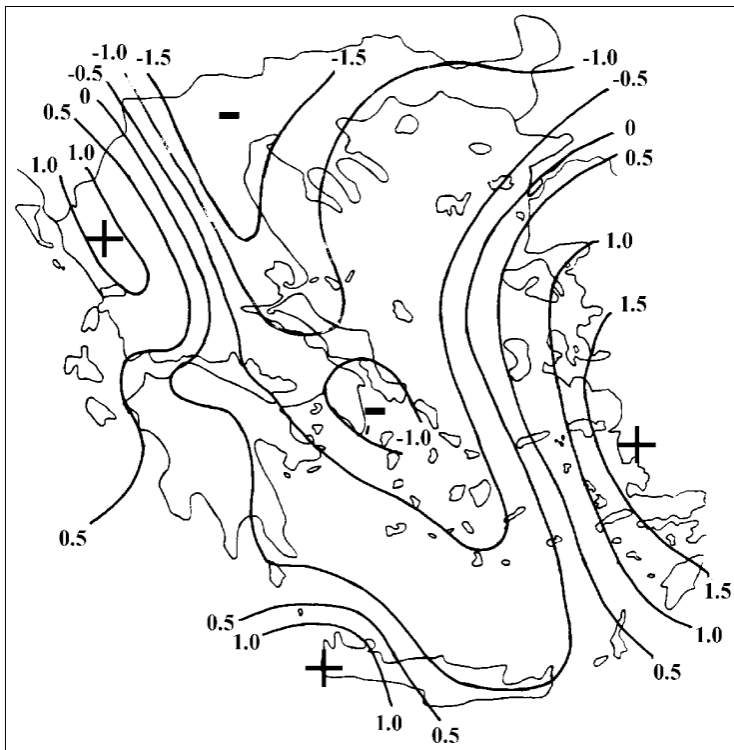


ΥΕΤΟΣ

Χωρική κατανομή του ύψους βροχής στην Ελλάδα

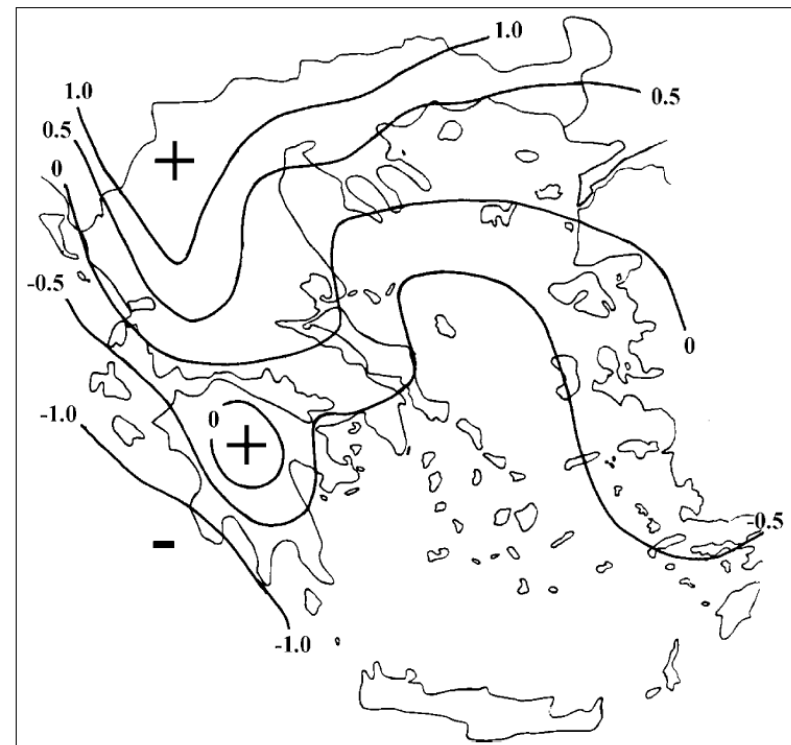
Χειμώνας (21/11 – 20/3)

A. BARTZOKAS, C. J. LOLIS AND D. A. METAXAS



Θέρος (21/4 – 31/8)

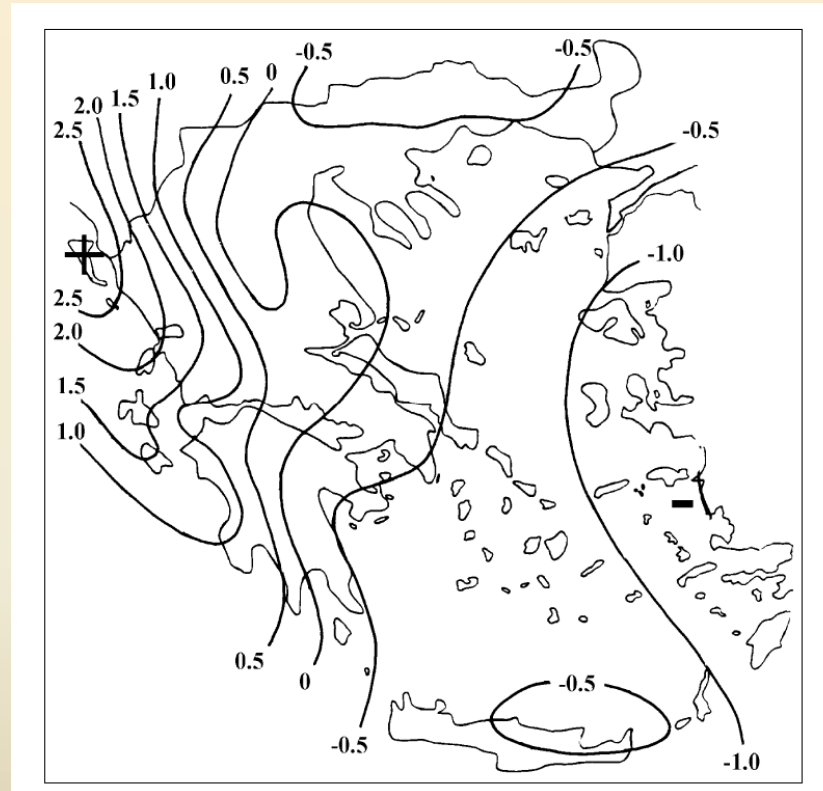
RAINFALL VARIATION OVER GREECE



ΥΕΤΟΣ

Χωρική κατανομή του ύψους βροχής στην Ελλάδα

Φθινόπωρο (21/9 - 20/11)



ΧΙΟΝΙ

Εάν συμβεί οι παγοκρύσταλλοι που δημιουργούνται σε ένα νέφος να μεγεθυνθούν, εγκαταλείπουν το νέφος λόγω του μεγάλου βάρους τους και πέφτουν προς το έδαφος. Στην περίπτωση που φθάσουν στο έδαφος χωρίς να έχουν λιώσει έχουμε **χιόνι**.

Η **μέση θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού στρώματος** μεταξύ της βάσης του νέφους και του εδάφους πρέπει να είναι $T < 0C$.

Όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι $T < -8C$, το χιόνι πέφτει με τη μορφή πολύ μικρών παγοκρυστάλλων διαμέτρου $\sim 3mm$.

Όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι $T > -8C$, οι παγοκρύσταλλοι έχουν υγρή επιφάνεια και μπορούν κατά την πτώση τους να συνενώνονται με άλλους και να δημιουργούν τις **νιφάδες χιονιού**, οι οποίες έχουν διάμετρο έως $\sim 5cm$.

Η ποσότητα του χιονιού μετράται είτε με το **ύψος του χιονοστρώματος**, είτε με το **ισοδύναμο ύψος βροχής** που προκύπτει εάν λιώσει το χιόνι.

Χιονόλυτος (χιονόνερο): το φαινόμενο κατά το οποίο, το χιόνι λιώνει κατά τη διέλευσή του σε στρώμα αέρα μέσης θερμοκρασίας $T > 0C$ και φθάνει στο έδαφος με τη μορφή ψιλής βροχής (στο χιονόνερο έχουμε συνήθως νιφάδες και σταγόνες μαζί).

Αιώνια χιόνια: το φαινόμενο κατά το οποίο σε μια περιοχή το χιονόστρωμα δε λιώνει ούτε κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών.

ΧΑΛΑΖΙ

Χαλάζι καλείται το φαινόμενο της πτώσης στο έδαφος μεγάλων παγοκρυστάλλων (χαλαζόκοκκοι), οι οποίοι προέρχονται από ταχεία πήξη υδροσταγονιδίων σε υπέρτηξη σε νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης (Cb).

Το μεγάλο μέγεθος των χαλαζόκοκκων οφείλεται στη μεγάλη διαδρομή που ακολουθούν εντός του νέφους, λόγω των έντονων κατακόρυφων κινήσεων και τη σύγκρουση και συνένωσή μεταξύ τους ή με άλλα υδροσταγονίδια.



ΧΙΟΝΟΧΑΛΑΖΑ

Χιονοχάλαζα καλείται το φαινόμενο της πτώσης στο έδαφος με τη μορφή όμβρου λευκών χιονωδών αδιαφανών κόκκων διαμέτρου ~2-5mm, οι οποίοι δημιουργούνται από συσσώρευση υδροσταγονιδίων σε υπέρτηξη γύρω από παγοκρυστάλλους σε νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης υπό χαμηλές θερμοκρασίες. Συνήθως πέφτουν μαζί με χιόνι.

ΠΗΓΝΥΟΜΕΝΗ ΒΡΟΧΗ

Βροχή η οποία παγώνει φθάνοντας στα κατώτερα ατμοσφαιρικά στρώματα κοντά στο έδαφος, λόγω της ύπαρξης επιφανειακών στρωμάτων με αρνητική θερμοκρασία. Συμβαίνει στην περίπτωση επιφανειακών αναστροφών κυρίως μετά από νύχτες με έντονη επιφανειακή ψύξη λόγω ακτινοβολίας, καθώς και στην περίπτωση θερμών εισβολών πάνω από πολύ ψυχρές εδαφικές επιφάνειες.