

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

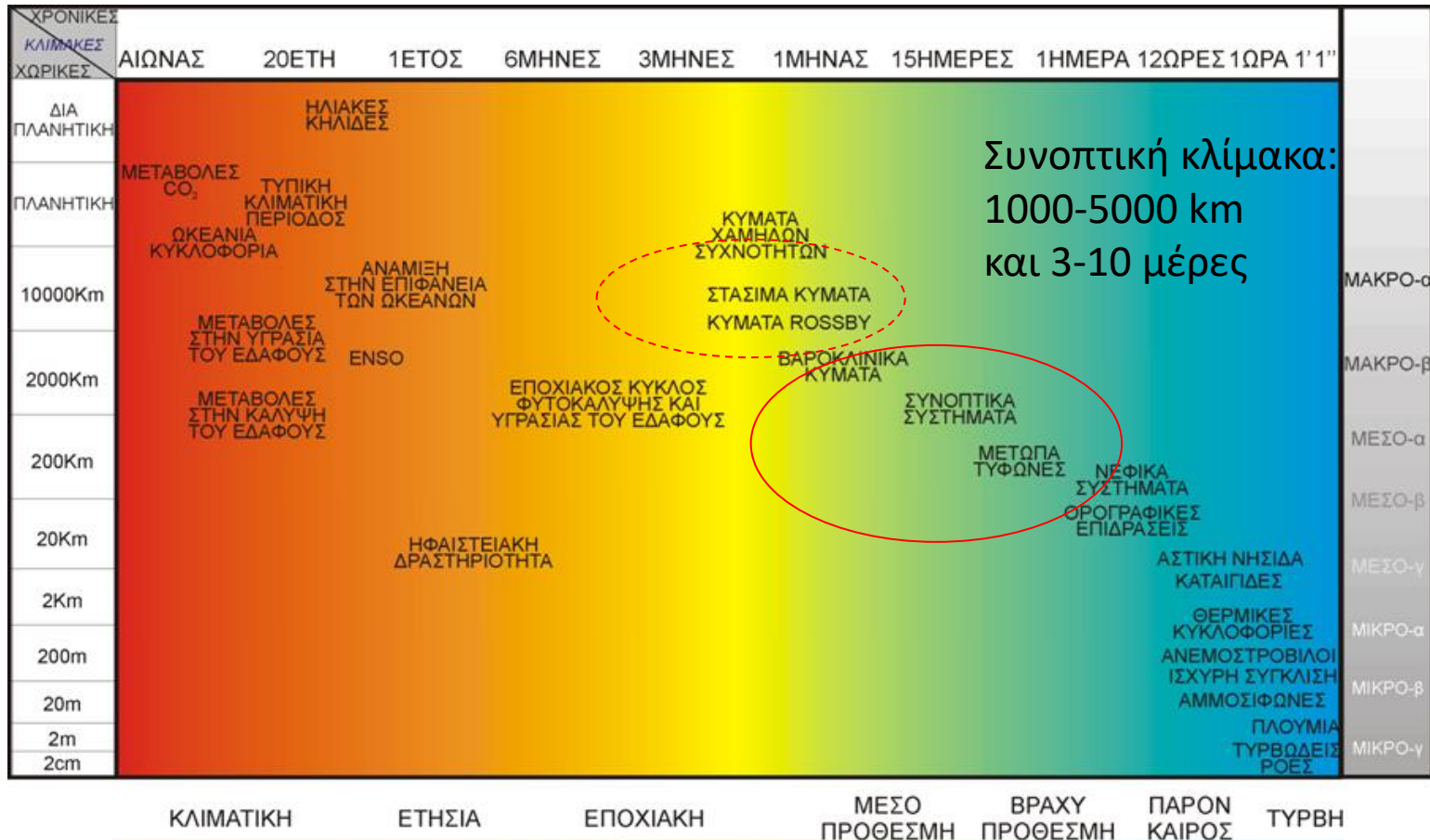
Σκοπός:

Μελέτη και πρόγνωση καιρικών συστημάτων
συνοπτικής κλίμακας (πάνω από 1000 km) με τη
βοήθεια μετεωρολογικών χαρτών

Ετυμολογία: συν-οπτικός..... βλέπω από κοινού----
βλέπω τα μετεωρολογικά δεδομένα σε μια κοινή
ώρα (χάρτης)

Άμεση σχέση με τη Δυναμική της ατμόσφαιρας
Συνδυάζεται με φαινόμενα μέσης κλίμακας

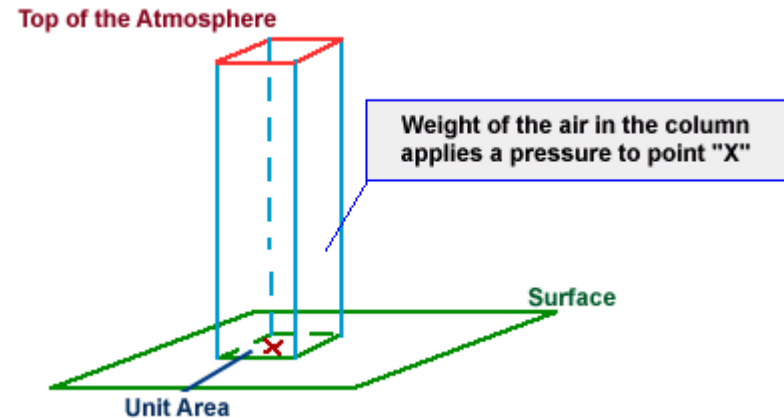
ΧΩΡΟ-ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ



Η ατμόσφαιρα αποτελεί ένα συνεχές φάσμα διεργασιών σε διάφορες χωρικές και χρονικές κλίμακες

Τι είναι Ατμοσφαιρική πίεση?

Το βάρος της ατμοσφαιρικής στήλης πάνω από μια επιφάνεια



Οριζόντιες μεταβολές: στην επιφάνεια της θάλασσας κυμαίνεται περίπου από 925 μέχρι 1070 mb στα μέσα γεωγραφικά πλάτη

Κατακόρυφες μεταβολές: πιο μεγάλες από τις οριζόντιες

- Τυχαίες (λόγω της γενικής κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας)
- Περιοδικές : ημερήσιες και ετήσιες

Μονάδες μέτρησης της πίεσης

Στο SI $1\text{Pa}=1\text{N/m}^2$

$1\text{bar}=1000\text{mb}=100000\text{Pa}=1000\text{hPa}$

$1\text{hPa}=10^2\text{ Pa}$

Η μονάδα hectopascal (hPa) είναι ίδια σε μέγεθος με το mb

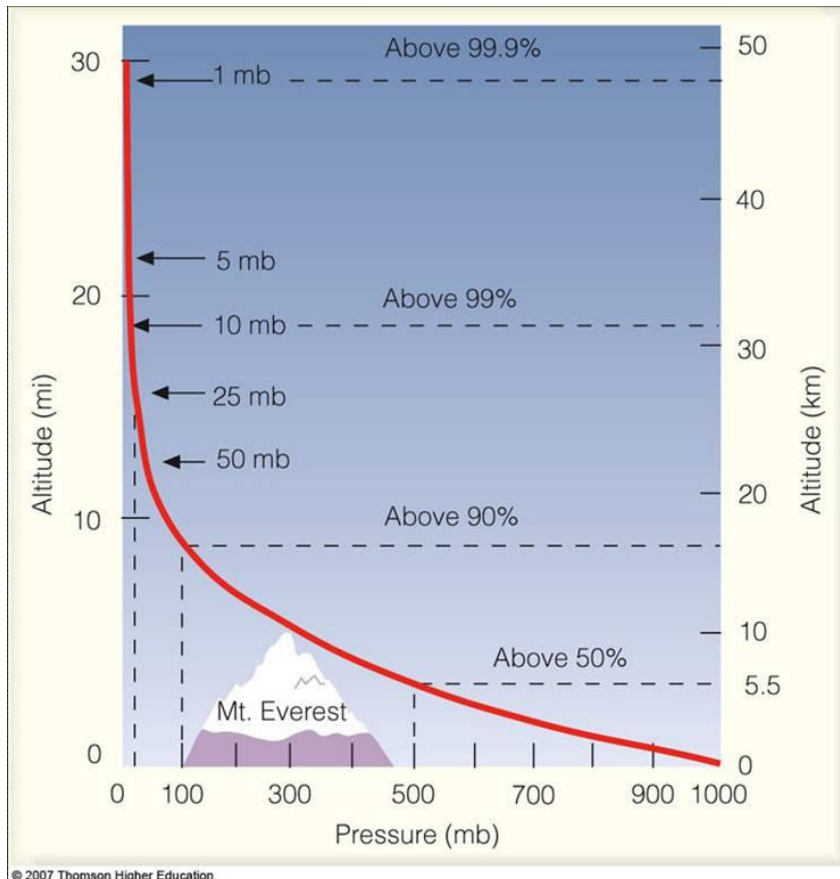
.

Στην επιφάνεια της θάλασσας η μέση τυπική τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης είναι

:

$1013.25\text{mb}=1013.25\text{hPa}=101325\text{Pa}$

Μεταβολή της πίεσης με το ύψος



$$p = p_0 \exp\left(-\frac{g}{R_a T} z\right)$$

P σε ύψος z από το έδαφος

P_0 =πίεση στην επιφάνεια

της θάλασσας

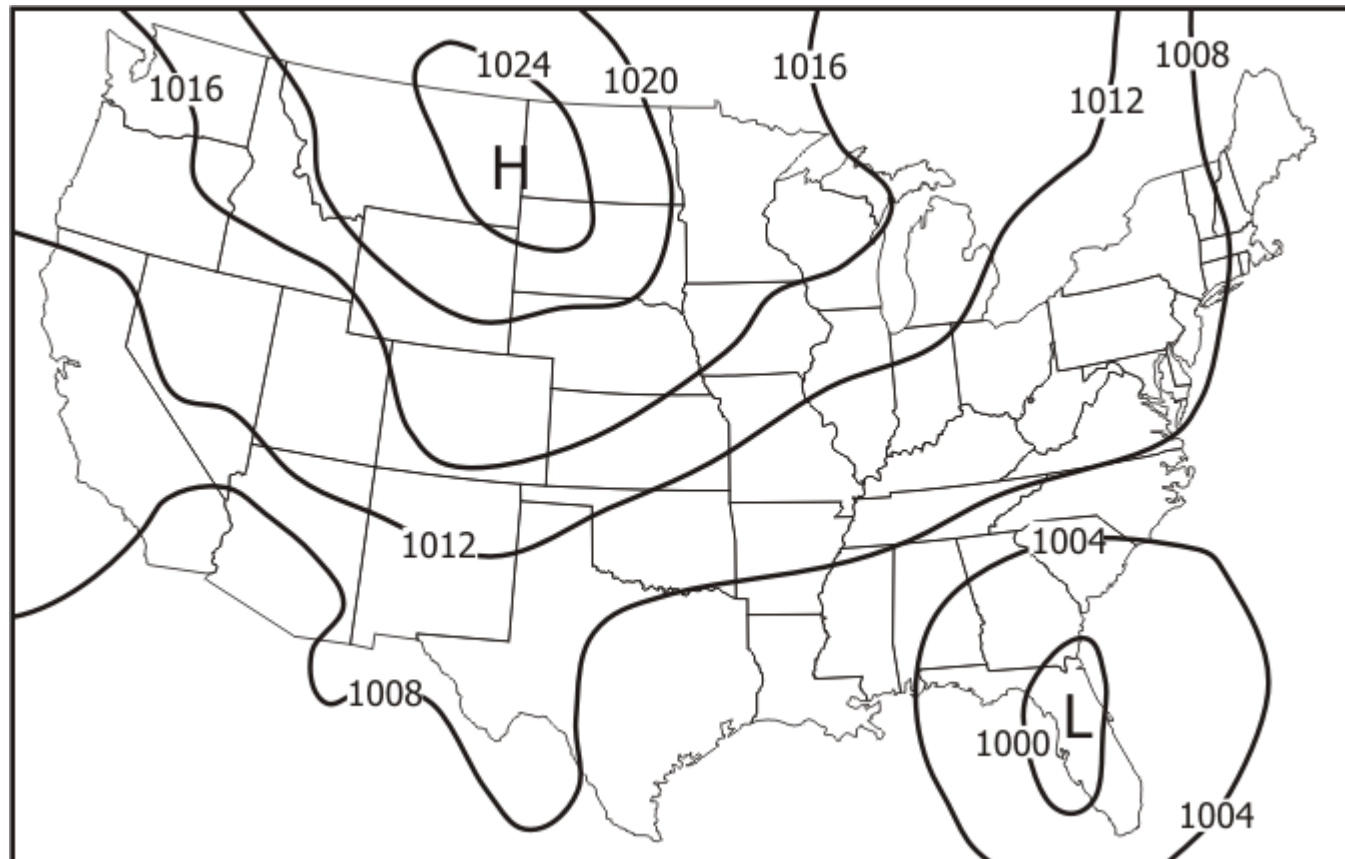
R_a =σταθερά του ξηρού

αέρα

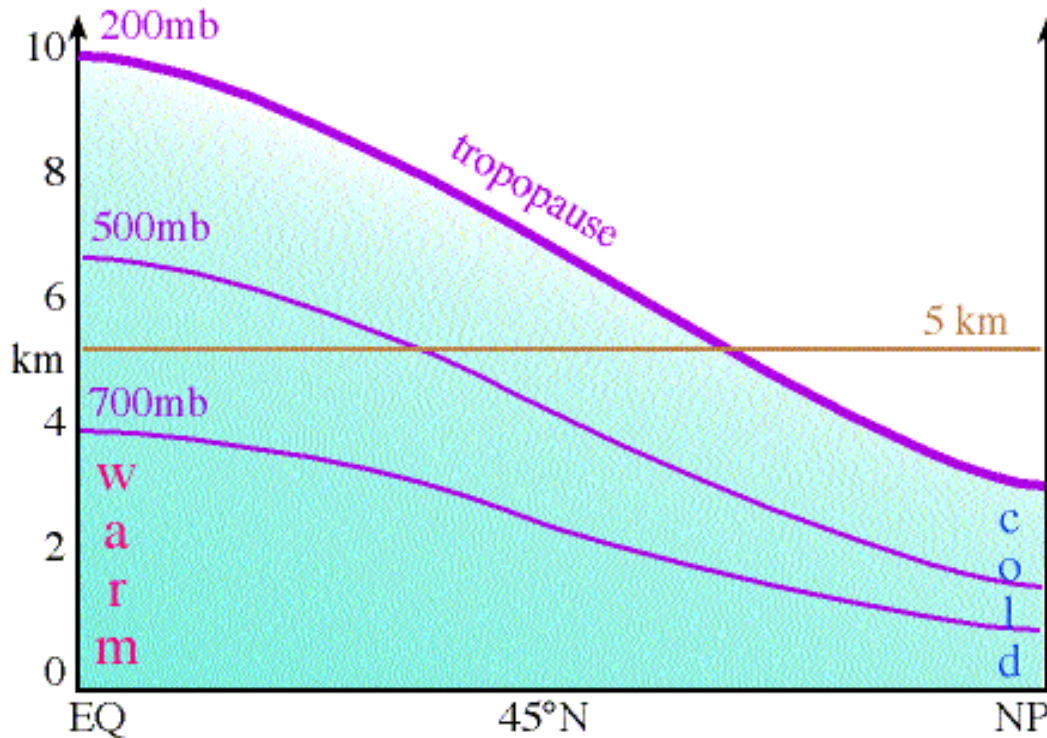
T= μέση θερμοκρασία από

p_0 μέχρι p

Ισοβαρείς γραμμές που προκύπτουν από τη γραμμική ένωση των τόπων εκείνων οι οποίοι έχουν την ίδια ατμοσφαιρική πίεση κατά την ίδια στιγμή.

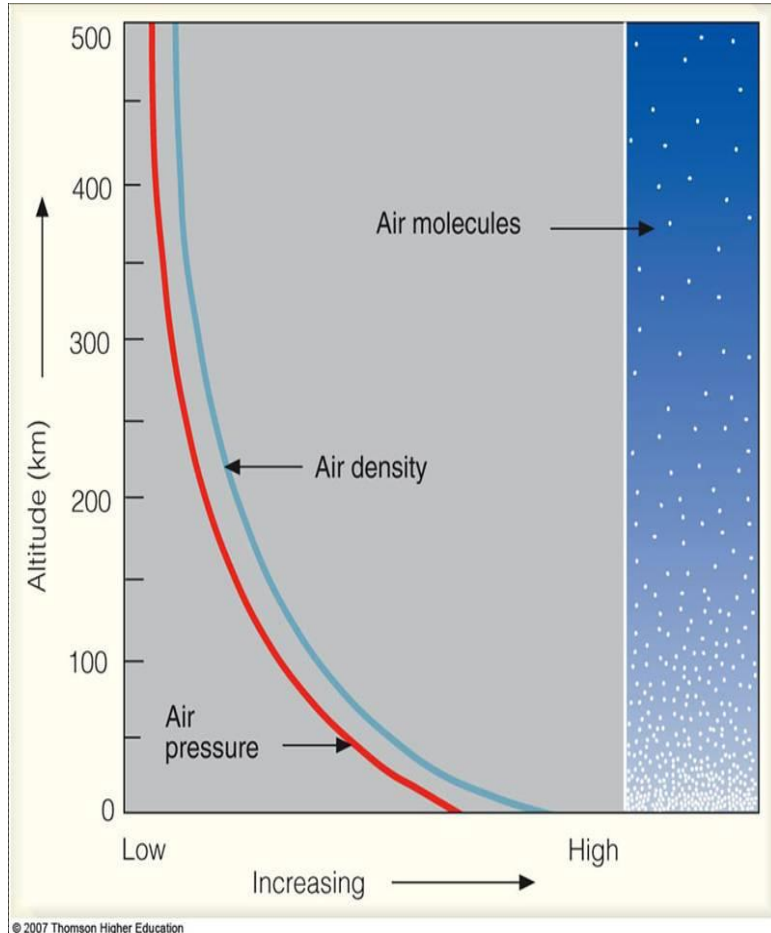


Μεταβολή της πίεσης με το γεωγραφικό πλάτος



Μεγαλύτερο
ύψος των
ισοβαρών στον
ισημερινό σε
σχέση με τους
πόλους λόγω
της διαφοράς
θερμοκρασίας

Μεταβολή της πυκνότητας με το ύψος



$$\rho_z = \rho_0 \exp (- gz/RT)$$

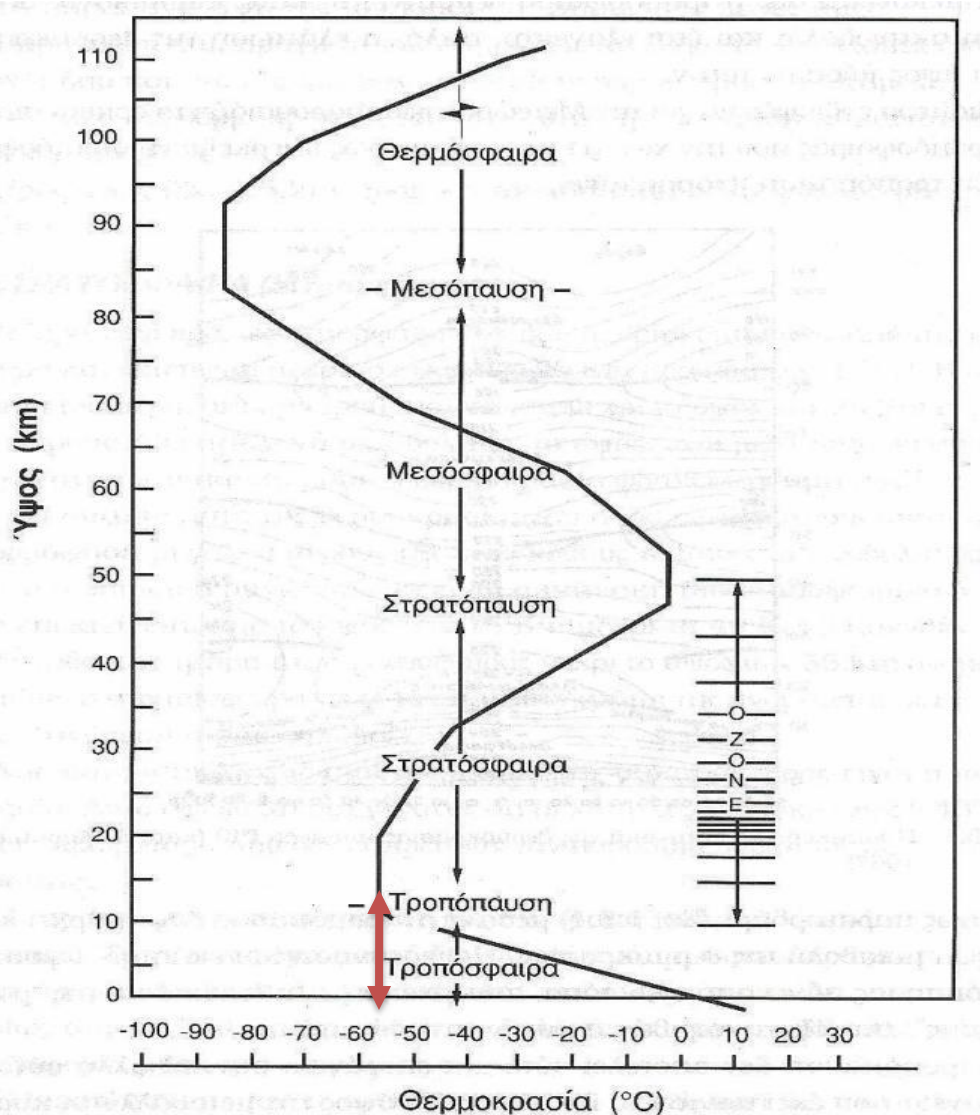
Το 99 % της συνολικής μάζας της ατμόσφαιρας αντιστοιχεί στα 40 κατώτερα km.

Το 75 % της συνολικής μάζας της ατμόσφαιρας αντιστοιχεί στα 10 κατώτερα km.

Οριζόντιες μεταβολές της πίεσης

- Είναι πολύ πιο μικρές από τις κατακόρυφες μεταβολές
- Είναι υπεύθυνες για τη δημιουργία ανέμων
- Στα μέσα και ανώτερα γεωγραφικά πλάτη η πίεση μεταβάλλεται μεταξύ 925 και 1070 mb

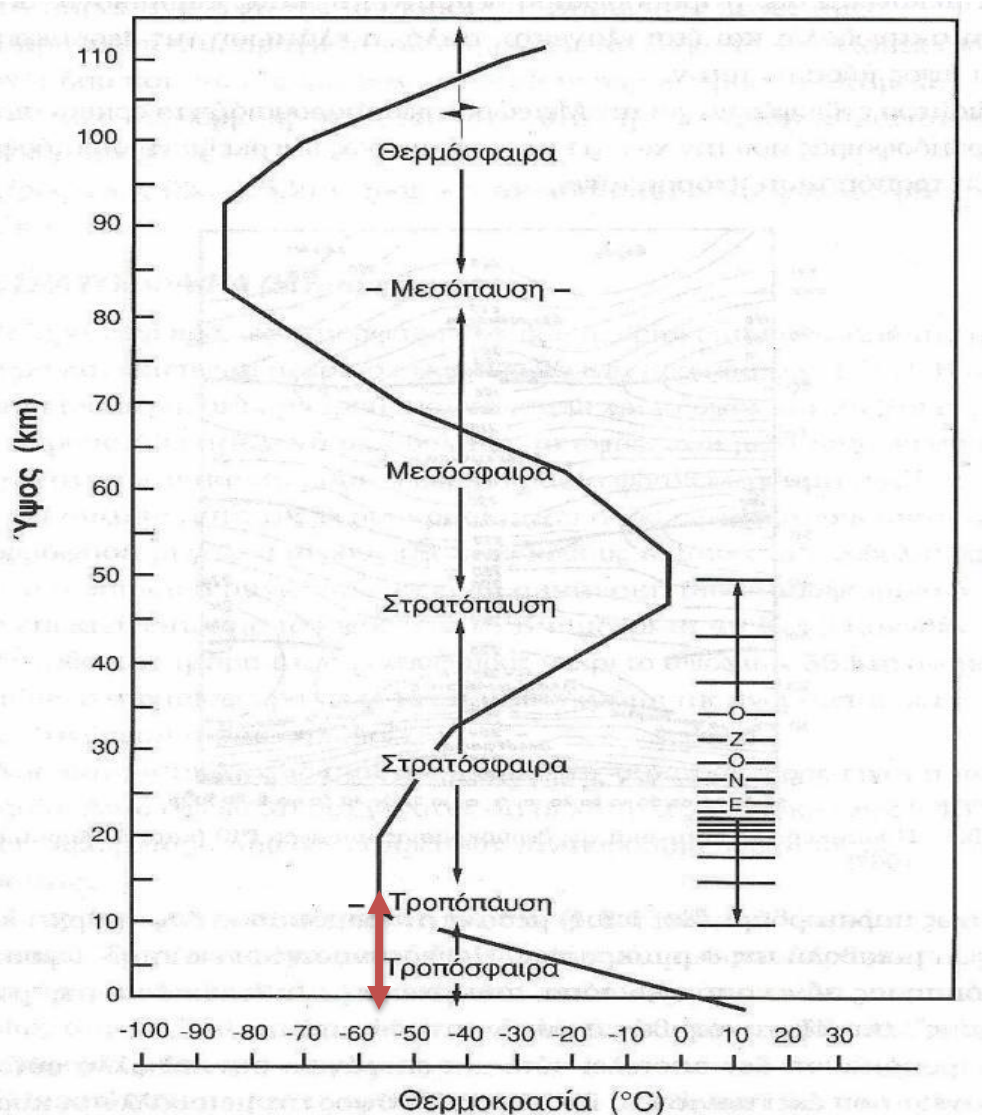
Μεταβολή της θερμοκρασίας με το ύψος



Μείωση με το ύψος στην τροπόσφαιρα, δηλαδή τα πρώτα 10-12 km από το έδαφος

Όλα τα μετεωρολογικά φαινόμενα συμβαίνουν στην τροπόσφαιρα

Μεταβολή της θερμοκρασίας με το ύψος



Ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα: το στρώμα ακριβώς πάνω από το έδαφος όπου είναι σημαντική η επίδραση του εδάφους και συντελούνται τυρβώδεις κινήσεις (μέχρι 1500 m από το έδαφος)

- Θερμοκρασία

$$\gamma \approx 6^{\circ}\text{C}/\text{km} \text{ ή } 0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$$

$$\gamma = \frac{\partial T}{\partial z}$$

τροπόσφαιρα :

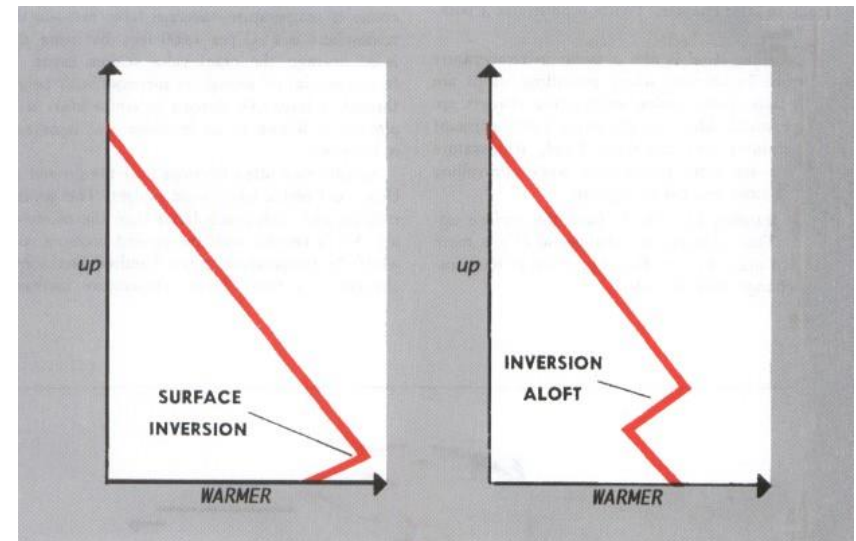
$$\frac{\partial T}{\partial z} < 0$$

**κατακόρυφη
θερμοβαθμίδα**

→ εκφράζει τον ρυθμό
μείωσης T του αέρα ανά
μονάδα ύψους

ΠΡΟΣΟΧΗ!!!

Η θερμοκρασία συχνά αυξάνεται
με το ύψος σε συγκεκριμένα
στρώματα: θερμοκρασιακή
αναστροφή



Ανεμος

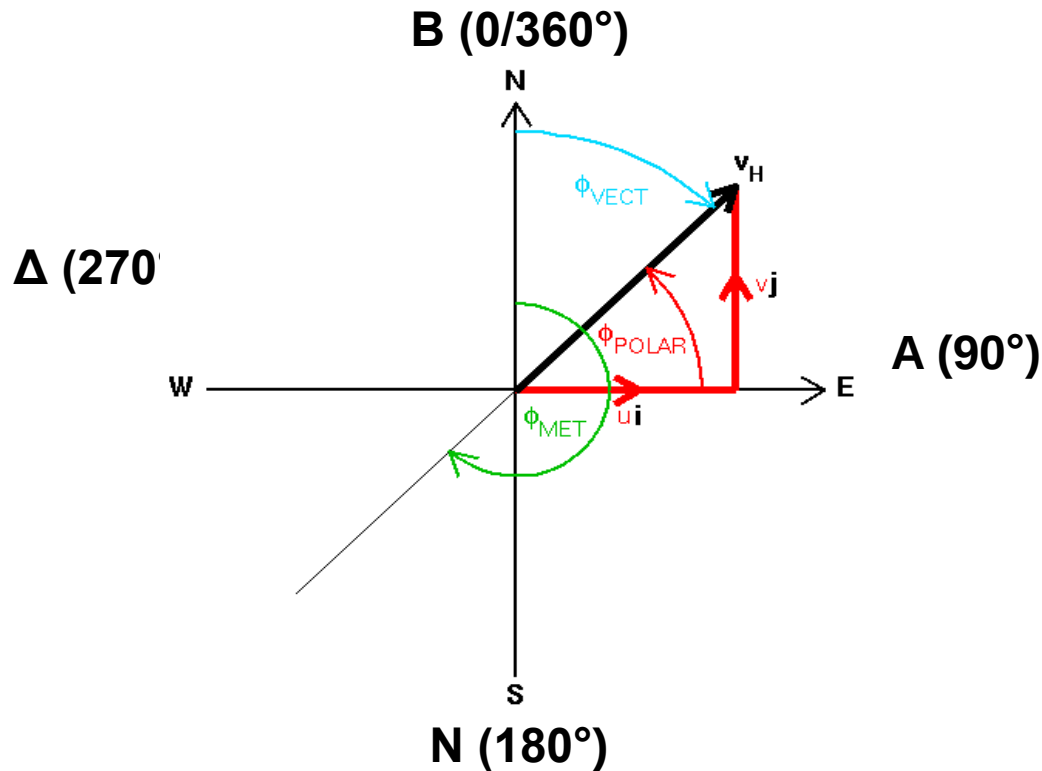
- Τι είναι ο άνεμος;
 - Η κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα.
- Πώς προκαλείται;
 - Διαφορές της πίεσης
 - Περιστροφή της Γης
 - Ανάγλυφη επιφάνεια

Χαρακτηριστικά ανέμου

- Προσδιορίζεται από δυο στοιχεία:
 - Τη κατεύθυνση και την ταχύτητα του (ένταση).
- Υπάρχουν και χρησιμοποιούνται πολλές εμπειρικές ονομασίες, ειδικά στη ναυτιλία (π.χ. πουνέντης, γαρμπής κ.ά.)
- Για την ταχύτητα του ανέμου χρησιμοποιούνται οι μονάδες:
 - m/sec
 - Km/h
 - Knots (κόμβοι ή ναυτικά μίλια)
 - Κλίμακα Beaufort (μποφώρ)

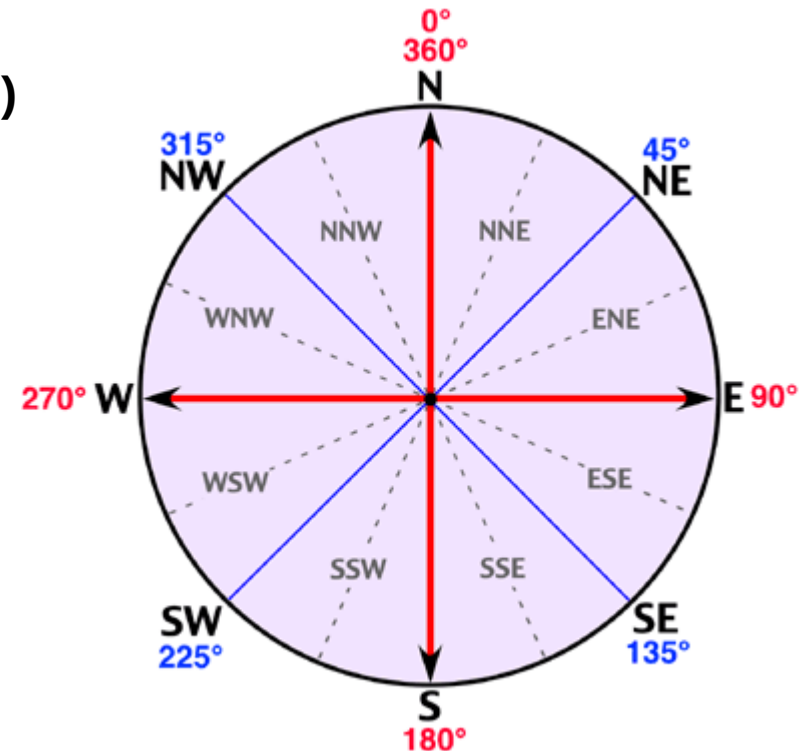
Απεικόνιση διανύσματος ανέμου

Φ_{MET} = Μετεωρολογική διεύθυνση (από που μας έρχεται)
π.χ. 45° = Βορειοανατολικός άνεμος (BA ή NE)
 135° = Νοτιοανατολικός άνεμος (NA ή SE)



Νοτιοδυ
τικός
άνεμος

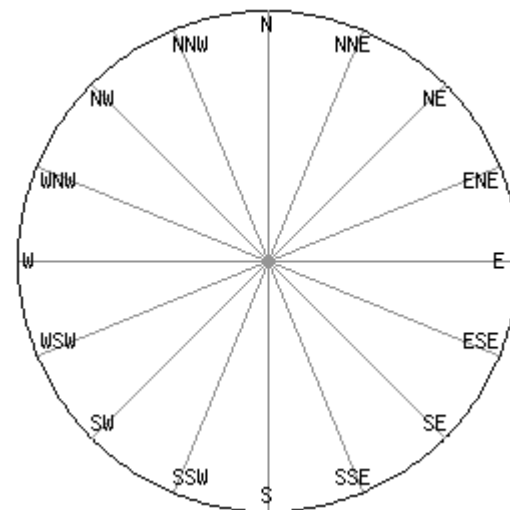
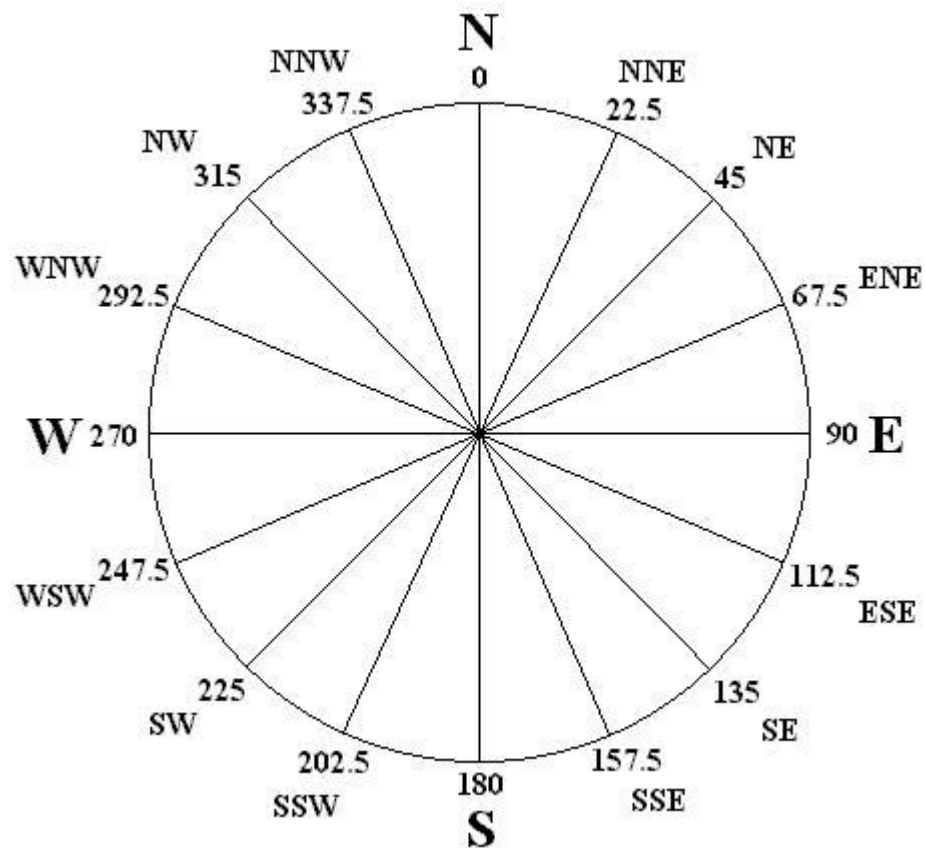
Ορισμός
μετεωρολογικής
διεύθυνσης



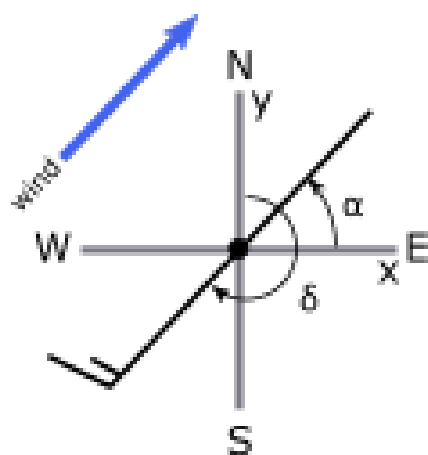
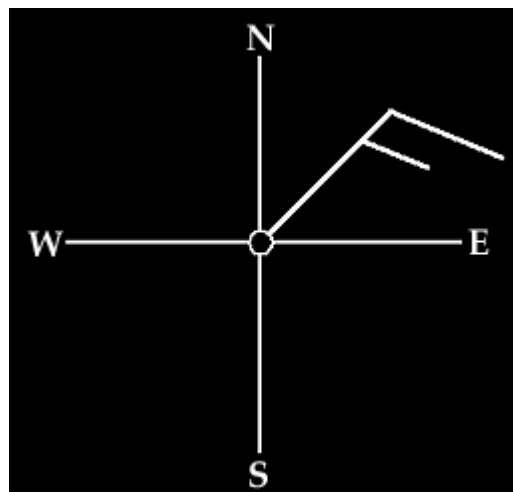
Άνεμος-Διεύθυνση

16 τομείς διεύθυνσης
ή σε 8 τομείς

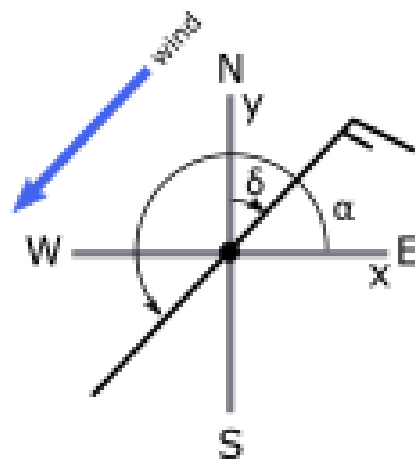
Compass Rose



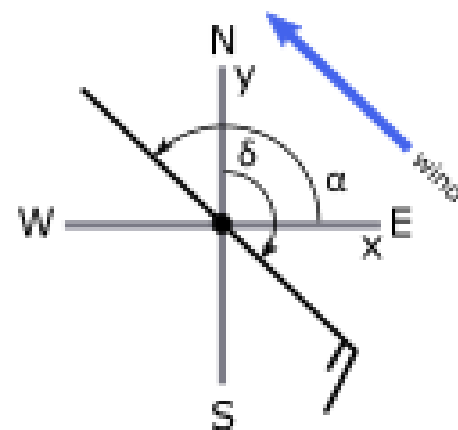
Απεικόνιση ανέμου σε μετρήσεις σταθμού



wind from SW
southwesterly
math: $\alpha = 45^\circ$
meteo: $\delta = 225^\circ$

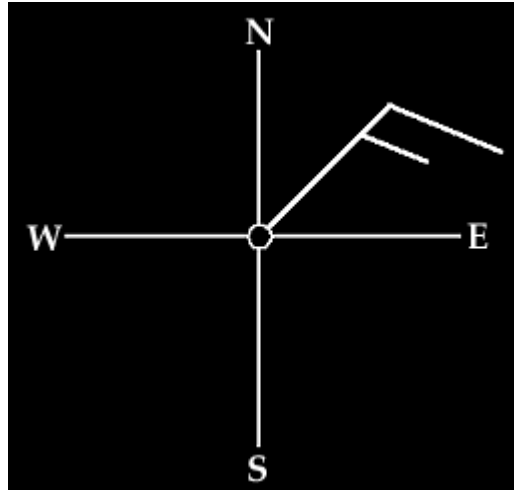


wind from NE
northeasterly
math: $\alpha = 225^\circ$
meteo: $\delta = 45^\circ$



wind from SE
southeasterly
math: $\alpha = 135^\circ$
meteo: $\delta = 135^\circ$

Ταχύτητα ανέμου



Μονάδα μέτρησης: m/sec ή κόμβος (knot)

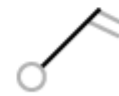
1knot=0.5 m/sec ή 1 m/sec=2 knot

1 km/h=0.3 m/s

Observed wind speed	0-2 kts (0-2 mph)	3-7 kts (3-8 mph)	8-12 kts (9-14 mph)	13-17 kts (15-20 mph)	18-22 kts (21-25 mph)	23-27 kts (26-31 mph)	28-32 kts (32-37 mph)	33-37 kts (38-43 mph)	48-52 kts (55-60 mph)	53-57 kts (61-66 mph)	58-62 kts (67-71 mph)	63-67 kts (73-77 mph)	98-102 kts (113-117 mph)	102-107 kts (119-123 mph)
Rounded to the nearest 5	0 kts	5 kts	10 kts	15 kts	20 kts	25 kts	30 kts	35 kts	50 kts	55 kts	60 kts	65 kts	100 kts	105 kts
Plotted as														

The **wind direction** is indicated by the long shaft. The shaft will point to the direction **FROM** which the wind is blowing. The direction is based upon a 36-point compass.

Wind FROM 340° (NNW)	Wind FROM 040° (NE)	Wind FROM 190° (S)
-------------------------	------------------------	-----------------------



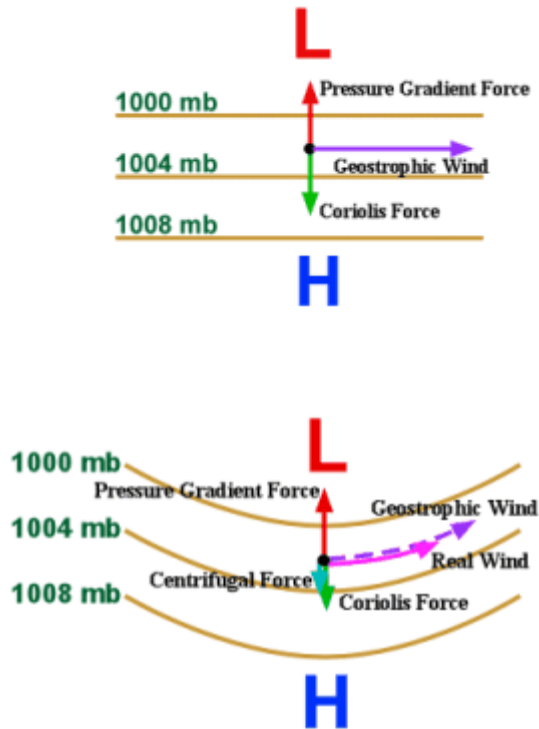
Κλίμακα Beaufort: εμπειρική κλίμακα (όχι μετρήσεις)

Beaufort	Χαρακτηρισμός	Μέση ταχύτητα σε κόμβους	Μέτρα ανά δευτερόλεπτο	Χιλιόμετρα ανά ώρα	Μίλια ανά ώρα	Αποτελέσματα ανέμου στη ξηρά
0	Άπνοια	<1	0-0,2	<1	<1	Ο καπνός υψώνεται κατακόρυφα.
1	Υποπνέων άνεμος	1-3	0,3-1,5	1-5	1-3	Η διεύθυνση του ανέμου φαίνεται από την φορά του καπνού. Ο ανεμοδείκτης ακίνητος.
2	Ασθενής άνεμος	4-6	1,6-3,3	6-11	4-7	Άνεμος αισθητός στο πρόσωπο. Τα φύλλα των δέντρων κινούνται. Κοινός ανεμοδείκτης τίθεται σε κίνηση.
3	Λεπτός άνεμος	7-10	3,4-5,4	12-19	8-12	Φύλλα και κλαδιά των δέντρων σε συνεχή κίνηση. Σημαία κυματίζει ελαφρά.
4	Μέτριος άνεμος	11-16	5,5-7,9	20-28	13-18	Ο άνεμος σηκώνει σκόνη και ελεύθερα τεμάχια χαρτιού. Κινούνται οι μικροί κλάδοι των δέντρων.
5	Λαμπρός άνεμος	17-21	8,0-10,7	29-38	19-24	Μικρά δένδρα κουνιούνται. Στην επιφάνια χερσαίων υδάτων σχηματίζονται μικρά κύματα με κορυφή.
6	Ισχυρός Άνεμος	22-27	10,8-13,8	39-49	25-31	Τα μεγάλα κλαδιά των δέντρων κινούνται. Οι ομπρέλες χρησιμοποιούνται μετά δυσκολίας.
7	Σφοδρός Άνεμος	28-33	13,9-17,1	50-61	32-38	Ο άνεμος κουνάει τα δέντρα εξ ολοκλήρου. Το βάδισμα αντίθετα προς τον άνεμο καθίσταται δύσκολο.
8	Θυελλώδης άνεμος	34-40	17,2-20,7	62-74	39-46	Ο άνεμος θραύει κλώνους και παρεμποδίζει το βάδισμα.
9	Θύελλα	41-47	20,8-24,4	75-88	47-54	Ελαφρές ζημιές στις οικοδομές.
10	Ισχυρά θύελλα	48-55	24,5-28,4	89-102	55-63	Εκριζώνονται δέντρα. Σημαντικές ζημιές στις οικοδομές.
11	Σφοδρά θύελλα	56-63	28,5-32,6	103-117	64-72	Απαντάται σπανιότατα. Συνοδεύεται από ζημιές σε μεγάλο βαθμό.
12	Τυφώνας	64-71	32,7-36,9	118-133	73-82	

Κλίμακα Μποφόρ (Beaufort)

Κλίμακα Μποφόρ	Ταχύτητα ανέμου (Km/h)	Πιθανό ύψος κυμάτων (m)	Ορολογία μετεωρολογικού δελτίου	Περιγραφή θάλασσας
0	1	0	Γαλήνη	Θάλασσα σαν καθρέφτης
1	1-5	0-0,1	Γαλήνη	Απαλές ρυτίδες
2	6-11	0,1-0,5	Ήρεμη	Μικρά κυματάκια χωρίς να σπάνε οι κορυφές τους
3	12-19	0,5-1,25	Λίγο ταραγμένη	Μικρά κύματα που εξασθενούν με λευκούς αφρούς στις κορυφές τους (προβατάκια)
4	20-28	1,25-2	Ταραγμένη	Μικρά κύματα που επιμηκύνονται. Λευκοί αφροί με όψη πολλών λευκών προβάτων.
5	29-38	1,25-2,5	Πολύ ταραγμένη	Μέτρια κύματα και πολλές κορυφές με αφρούς. Πλήθος από σταγόνες πετάγονται από τις κορυφές (ψεκασμοί)
6	39-49	2,5-4	Κυματώδης	Μεγάλα κύματα αρχίζουν να σχηματίζονται. Ράχες με λευκό αφρό εξαπλώνονται παντού
7	50-61	4-6	Πολύ κυματώδης	Η θάλασσα φουσκώνει. Ο λευκός αφρός κυμάτων παρασύρεται προς την κατεύθυνση του ανέμου.
8	62-74	6-9	Τρικυμιώδης	Ψηλά κύματα σε σειρές. Από τις κορυφές πετάγονται στρόβιλοι από σταγονίδια. Οι αφροί παρασυρόμενοι από τον άνεμο σχηματίζουν ραβδώσεις.
9	75-88	6-9	Τρικυμιώδης	Ψηλά κύματα. Πυκνές ραβδώσεις αφρού κατά τη διεύθυνση του ανέμου. Οι ράχες των κυμάτων αρχίζουν να γέρνουν να πέφτουν και να κυλούν.
10	89-102	9-14	Πολύ τρικυμιώδης	Πολύ ψηλά κύματα. Η επιφάνεια της θάλασσας γίνεται στο σύνολό της λευκή και μειώνεται η ορατότητα.
11	103-117	9-14	Πολύ τρικυμιώδης	Εξαιρετικά ψηλά κύματα. Η θάλασσα καλύπτεται τελείως από λευκούς αφρούς. Η ορατότητα είναι πολύ μειωμένη.
12	118-	14-και άνω	Παράφορη	Η θάλασσα είναι εντελώς λευκή. Η ορατότητα έχει επηρεαστεί σημαντικά. Τα κύματα είναι τεράστια. Η περίπτωση αυτή συμβαίνει σπάνια.

Σχέση ανέμου και ισοβαρών



Όταν οι
ισοβαρείς είναι
ευθείες
(γεωστροφικός
άνεμος)

Όταν οι
ισοβαρείς είναι
καμπύλες
(άνεμος
βαθμίδας)

Άνεμος
παράλληλος
στις
ισοβαρείς

με τις
μικρότερες
πιέσεις στα
αριστερά μας
(ή τις
μεγαλύτερες
στα δεξιά
μας) έχοντας
τον άνεμο
στην πλάτη
μας

L



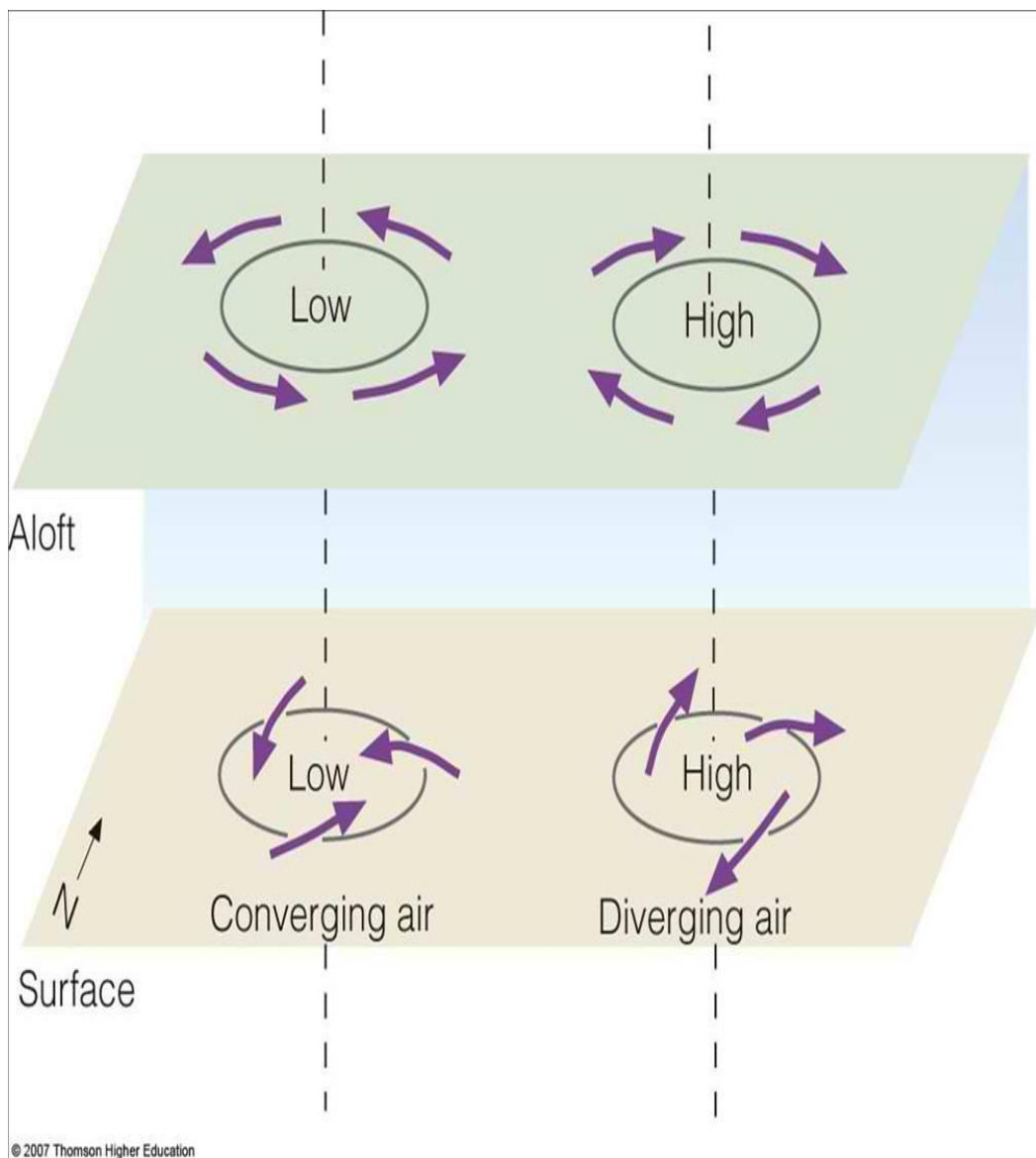
άνεμος

Βαροβαθμίδα $\nabla p = \frac{\partial p}{\partial n}$

H



Όσο πιο κοντά
είναι οι
ισοβαρείς
(ισχυρότερη
βαροβαθμίδα)
τόσο πιο
ισχυρός είναι
ο άνεμος



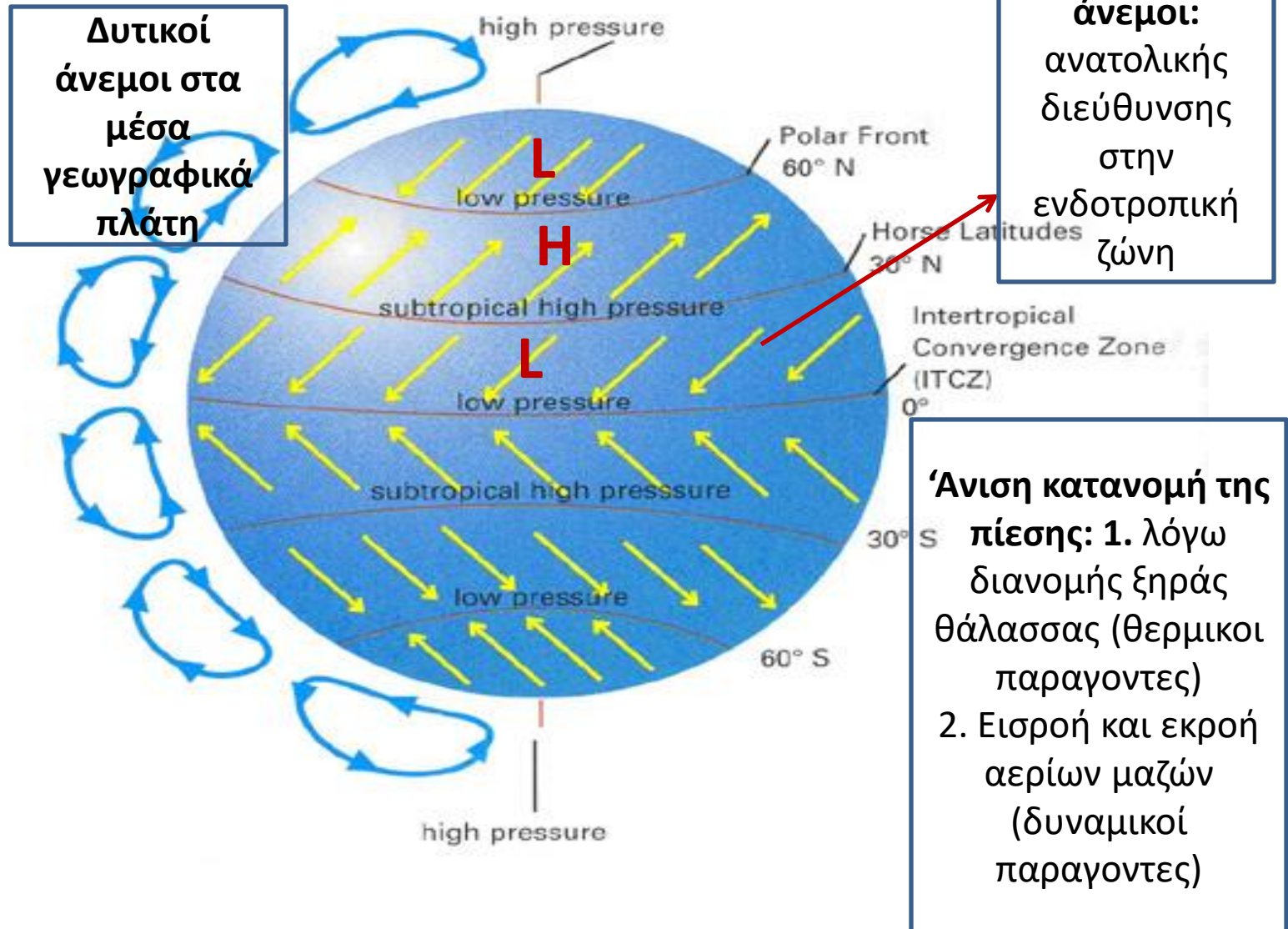
Χωρίς την
επίδραση
τριβής

Με επίδραση
τριβής

Γεωγραφικές ζώνες

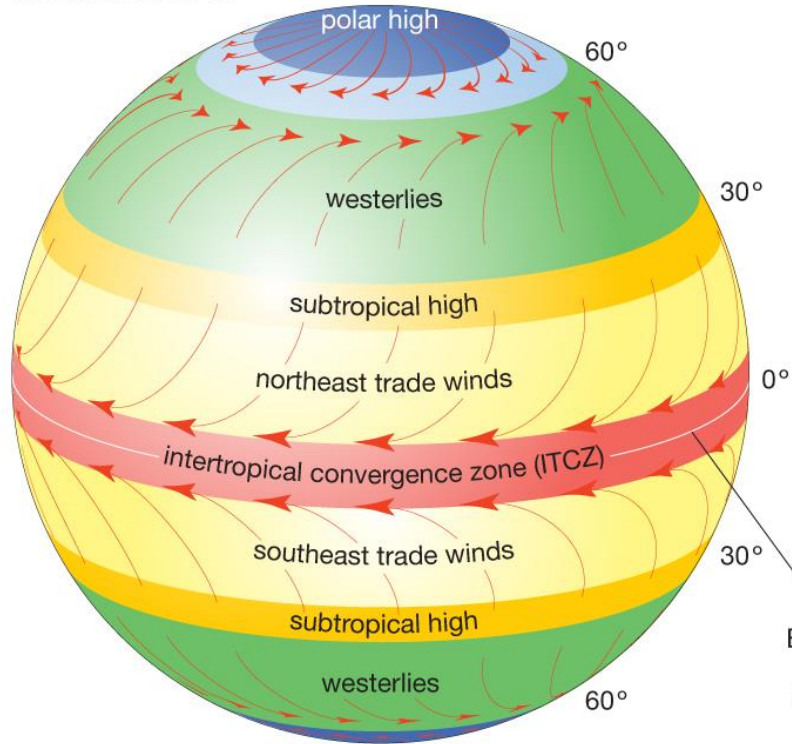


Παγκόσμια κατανομή της πίεσης

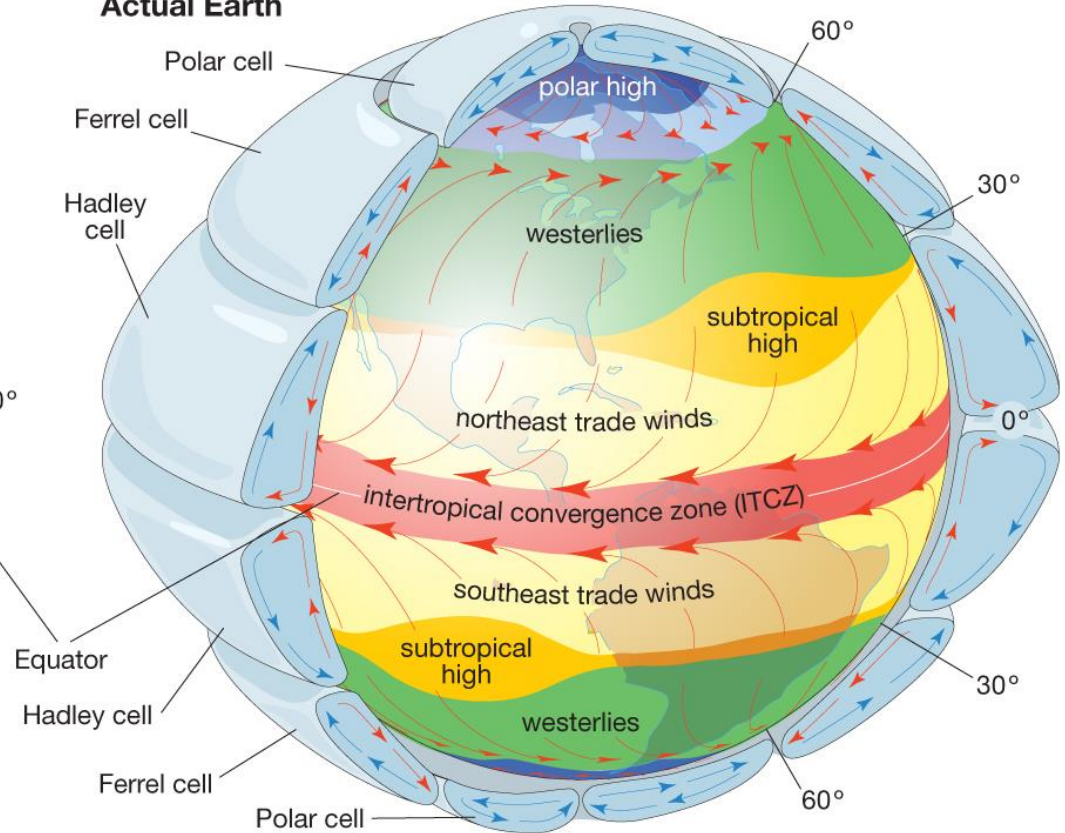


Γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας

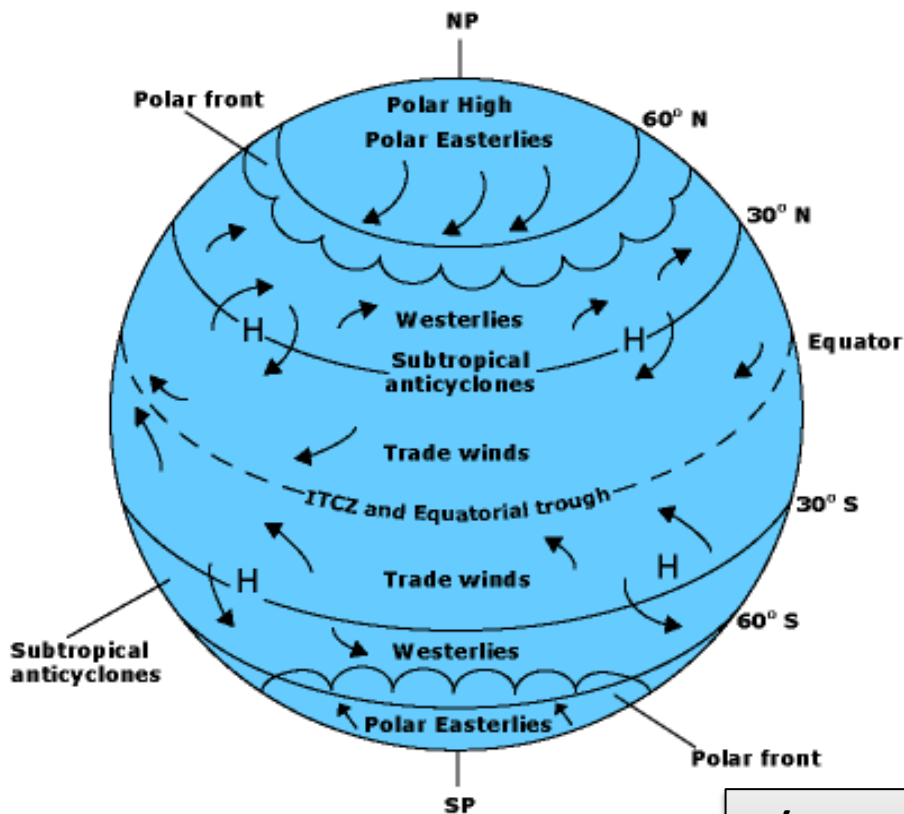
Idealized Earth



Actual Earth



Γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας



Πολικά υψηλά

Ο πολικός στρόβιλος εγκλωβίζει τις ψυχρές πολικές μάζες – Αδυνάτισμα ή σπάσιμο του στρόβιλου οδηγεί σε ψυχρές εισβολές στα μέσα γεωγραφικά πλάτη

Ζώνη χαμηλών πιέσεων

Χαμηλά βαρομετρικά συστήματα – Δυτική κυκλοφορία

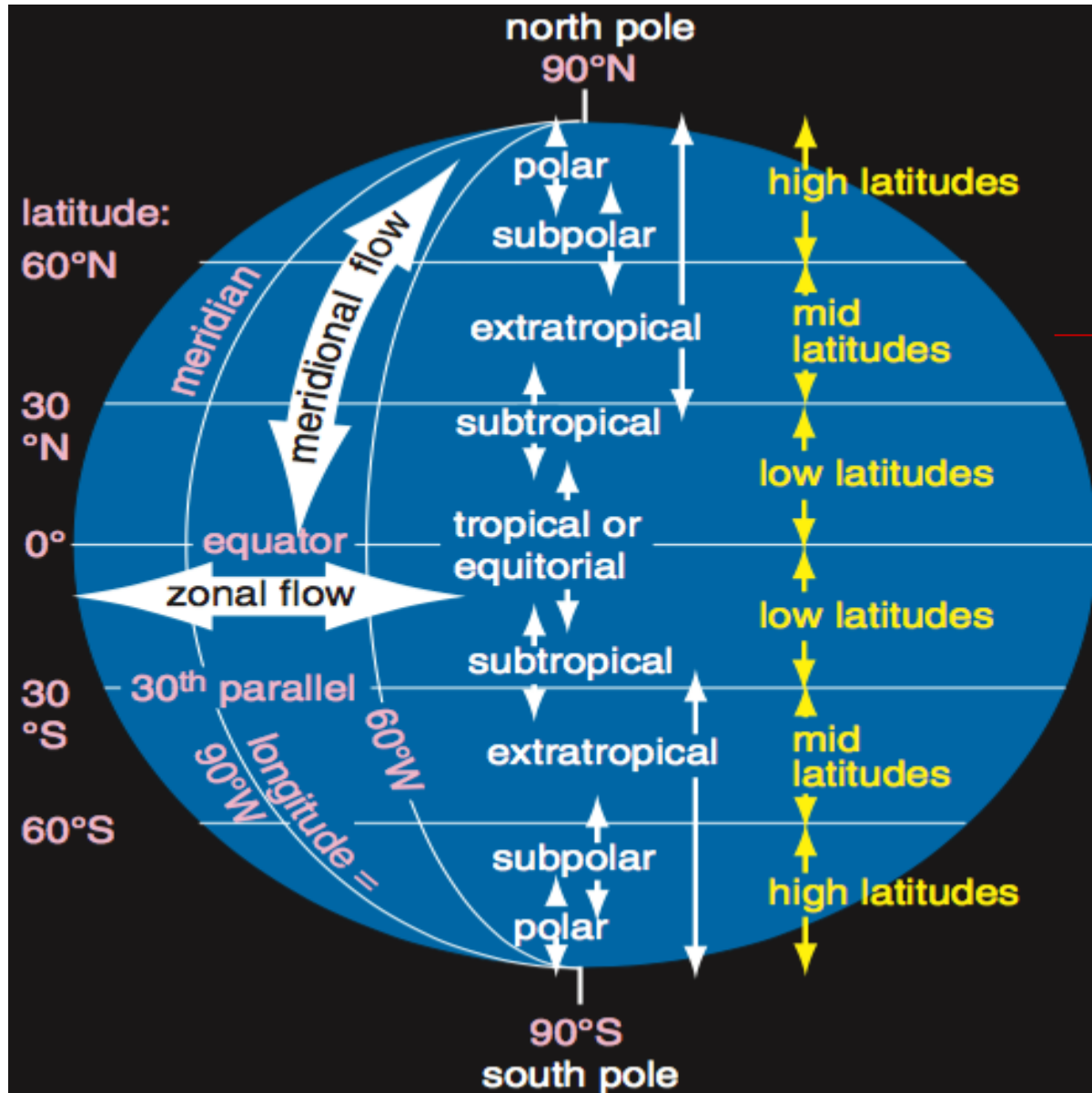
Ζώνη υψηλών πιέσεων των υποτροπικών

Καθοδικές κινήσεις – αδιαβατική θέρμανση – ερημικές περιοχές

Ζώνη ισημερινών νηνεμιών

Μικρή βαροβαθμίδα – ασθενείς άνεμοι
Θερμός αέρας - Ανοδικές κινήσεις – ανάπτυξη νεφών
Σύγκλιση + Coriolis -> Αληγείς άνεμοι (trade winds)

Βασικές έννοιες



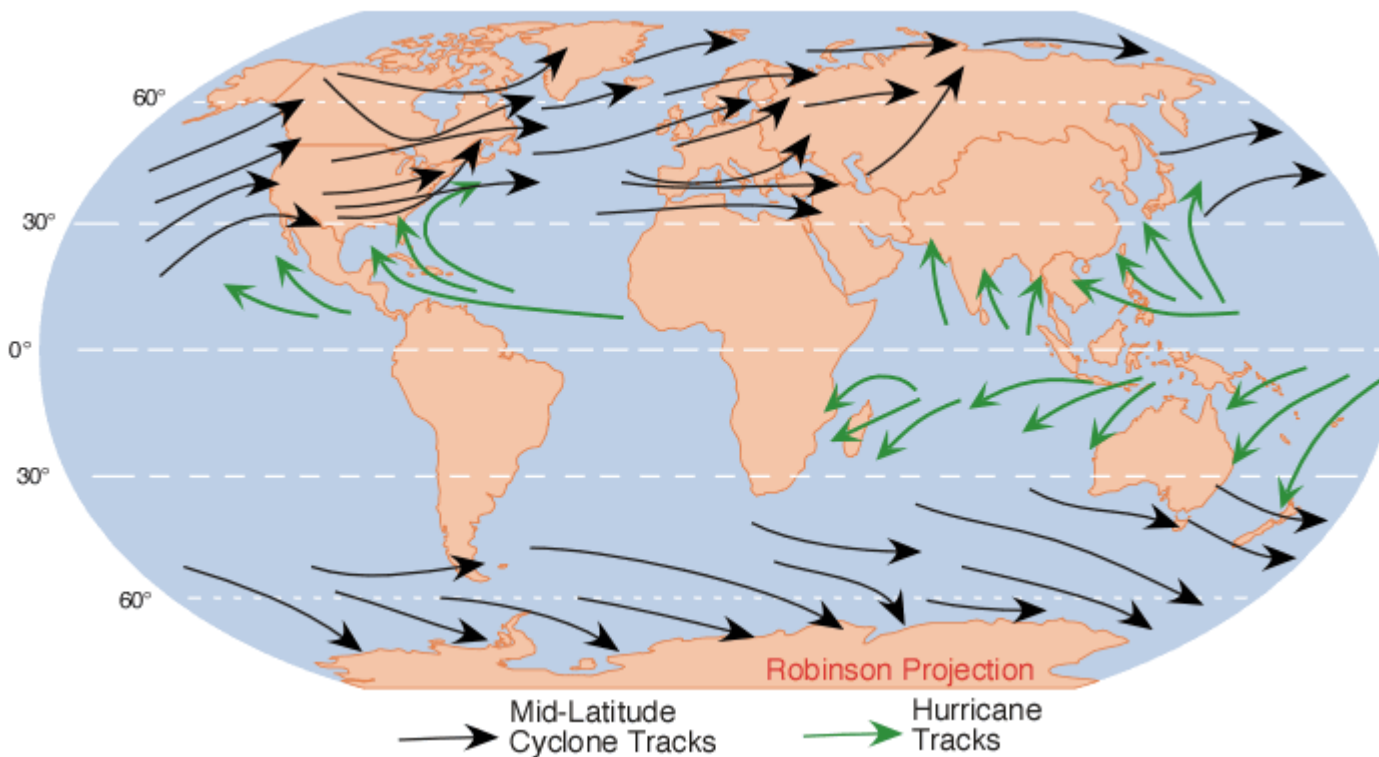
Μέσα
γεωγραφικά
πλάτη
 $\phi=30^{\circ}-60^{\circ}$

Ζωνική
κυκλοφορία:
κίνηση κατα
μήκος του
παραλλήλου

Μεσημβρινή
κυκλοφορία:
κίνηση κατα
μήκος του
μεσημβρινού

Πώς κινούνται τα συστήματα καιρού στα μέσα γεωγραφικά πλάτη?

Μετακίνηση με συνιστώσα από δυτικά προς
ανατολικά:
μπροστά θεωρείται το ανατολικά και πίσω το δυτικά.



Πώς κινούνται τα συστήματα καιρού στα μέσα γεωγραφικά πλάτη?

Επίδραση της Coriolis δύναμης:
εκτροπή προς τα δεξιά στο Βόρειο
Ημισφαίριο.

