

Προγραμματισμός

- * Τετάρτη 6/5 → Εργ. 7 τεφίγραμμα και τεστ στο Εργ.6
- * Τετάρτη 13/5 → Εργ. 8 (Δορυφορικά), τεστ στο Εργ.7
- * Τετάρτη 20/5 → (Εργ. 9) , τεστ στο Εργ.8
- * Παρασκευή 29/5 → ΕΜΥ (ώρα 9:45 με τις ταυτότητές σας)
- * Ημερομηνία για τις εξετάσεις → Τρίτη 26/5/2026... (2ωρη)

6^ο ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Βασικές έννοιες 6^{ου} εργαστηρίου

Upper level map at 300hPa

Χάρτης 300 hPa - Αεροχείμαρρος Jetstream

Χάρτης ισοπαχών Thickness lines weather map

Θερμικός άνεμος Thermal wind

Χάρτης 300hPa

- ❑ Μέσο ύψος 9,000 m mean altitude
- ❑ Εύρος τιμών ~8600-9600 gpm Isoheights' values
- ❑ Ισοϋψείς ανά 60 ή 80 gpm Isoheights' step
- ❑ Ισοταχείς με γραμμοσκίαση για τιμές > 30m/s ή 60Kts
Isovelocity/isotach for velocity greater than 30m/s=60kts

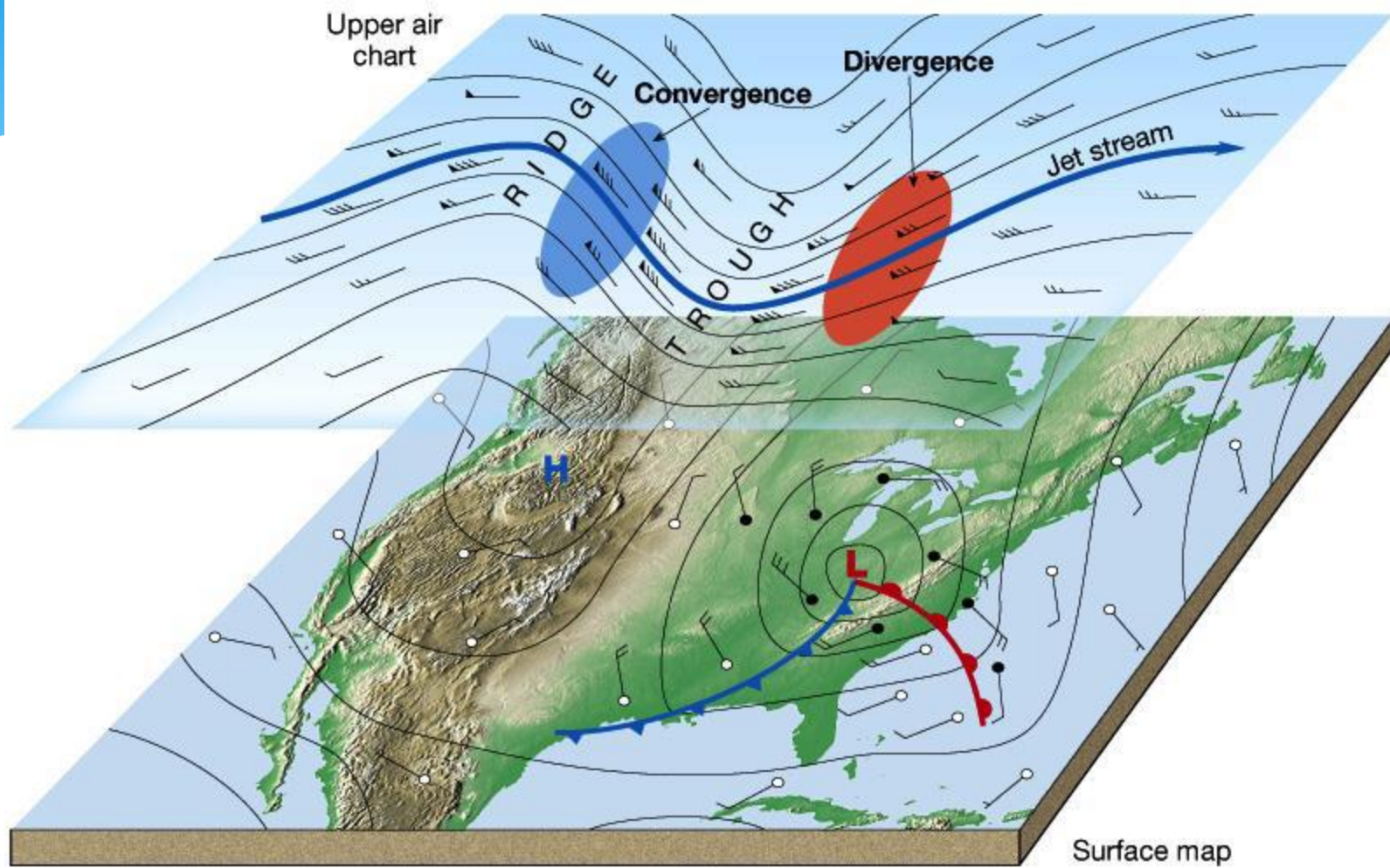
□ Χάρτης 300 hPa

Upper level map at 300hPa

Χάρτης 300hPa Που χρησιμοποιείται:

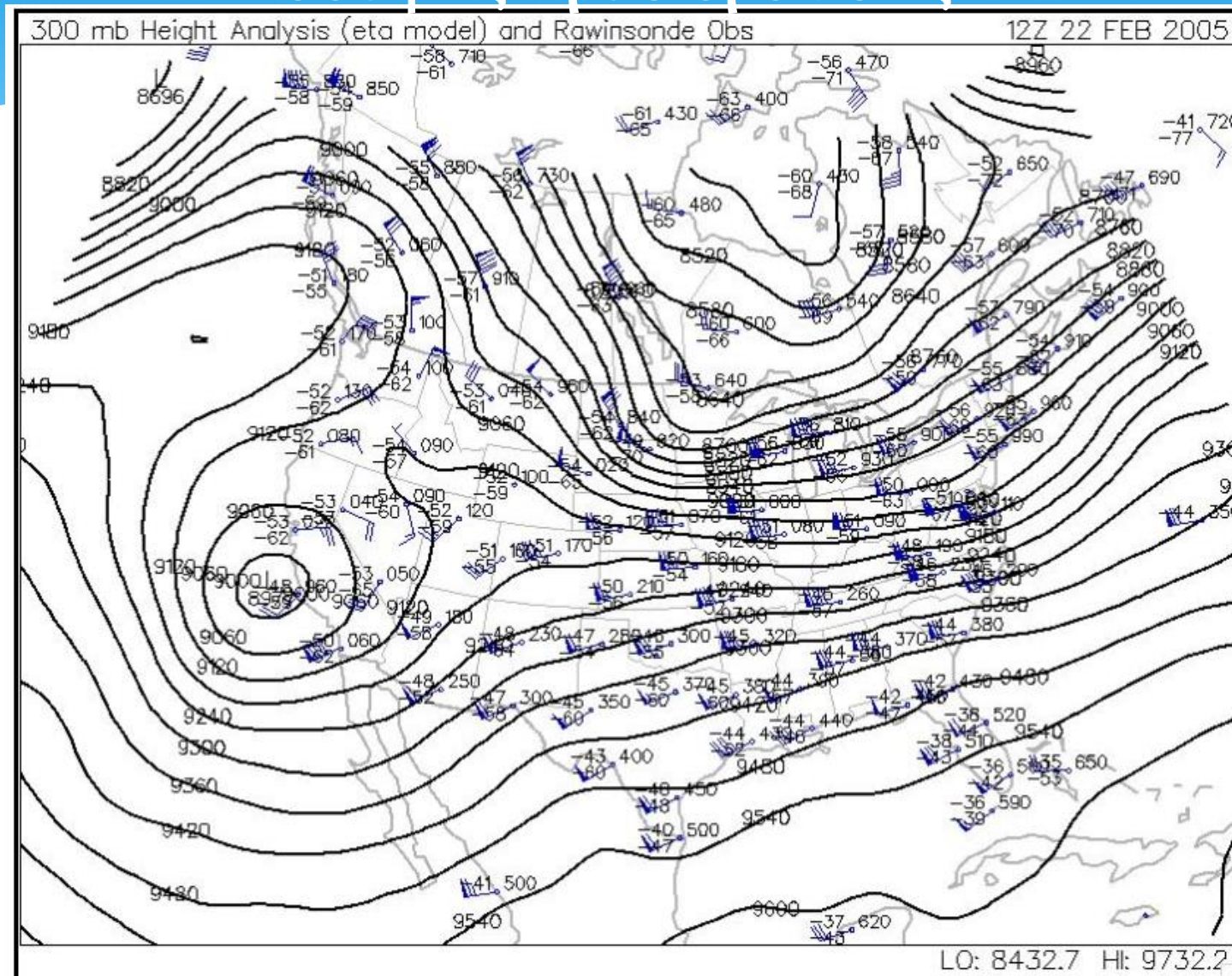
Upper level map at 300hPa applications

- ❑ Εξετάζεται η ατμοσφαιρική κυκλοφορία στην ανώτερη τροπόσφαιρα με εντοπισμό των troughs/ridges και των κλειστών χαμηλών
- ❑ Εξέταση θέσης και καμπυλότητας του αεροχειμάρρου Jetstream
- ❑ Εντοπισμός του επιφανειακού χαμηλού ή αντικυκλώνα σε σχέση με τον αεροχείμαρρο Position of low or high based on jetstream
- ❑ Εξέταση της απόκλισης και της σύγκλισης στο επίπεδο της τροπόπαυσης (σε σχέση με την επιφάνεια) Divergence and convergence



Χάρτης 300 hPa Ισοϋψείς – ραδιοβολίσσεις

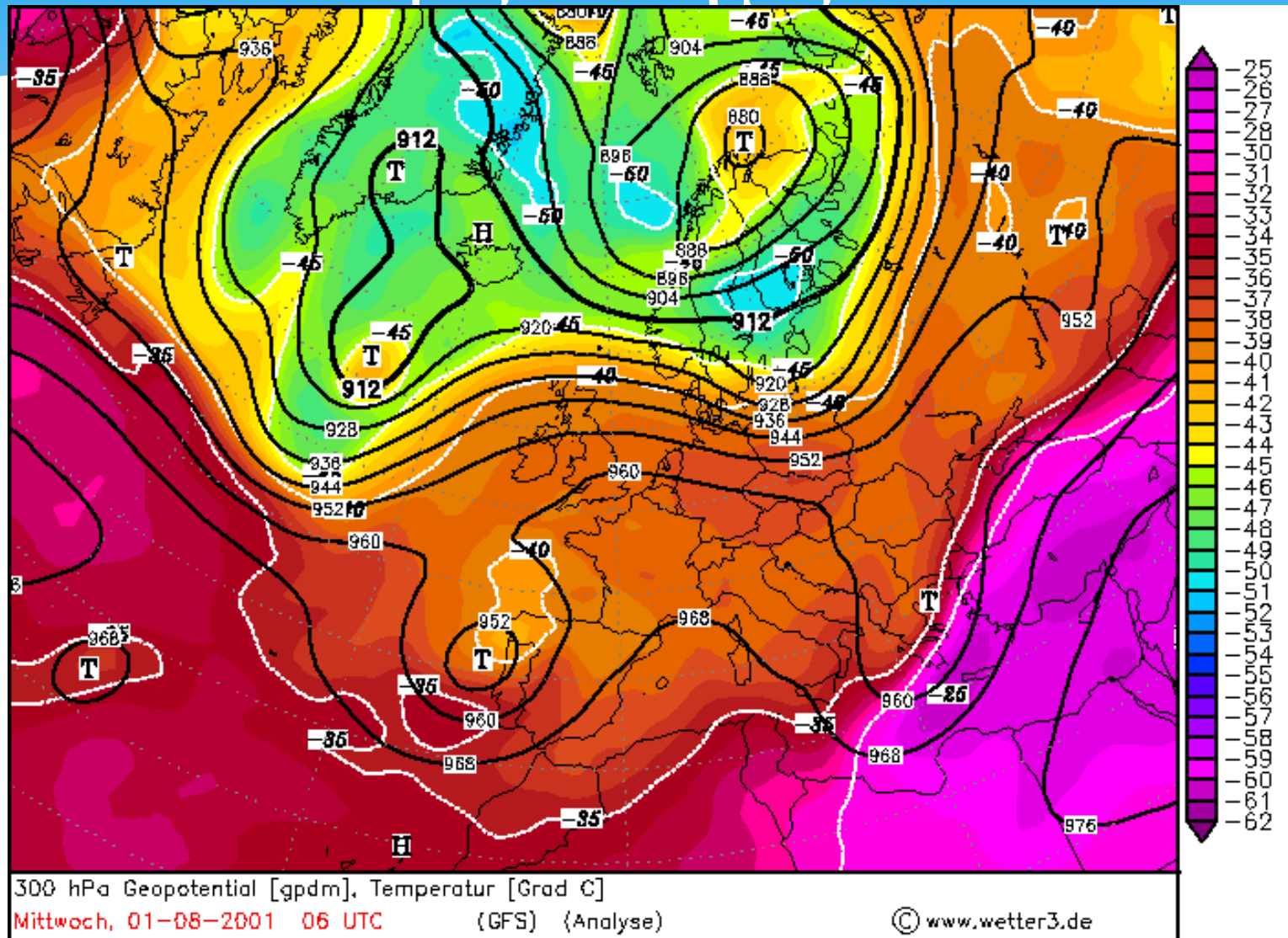
Isoheights+radiosonde



Χάρτης 300 hPa

Ισοϋψείς - Ισόθερμες

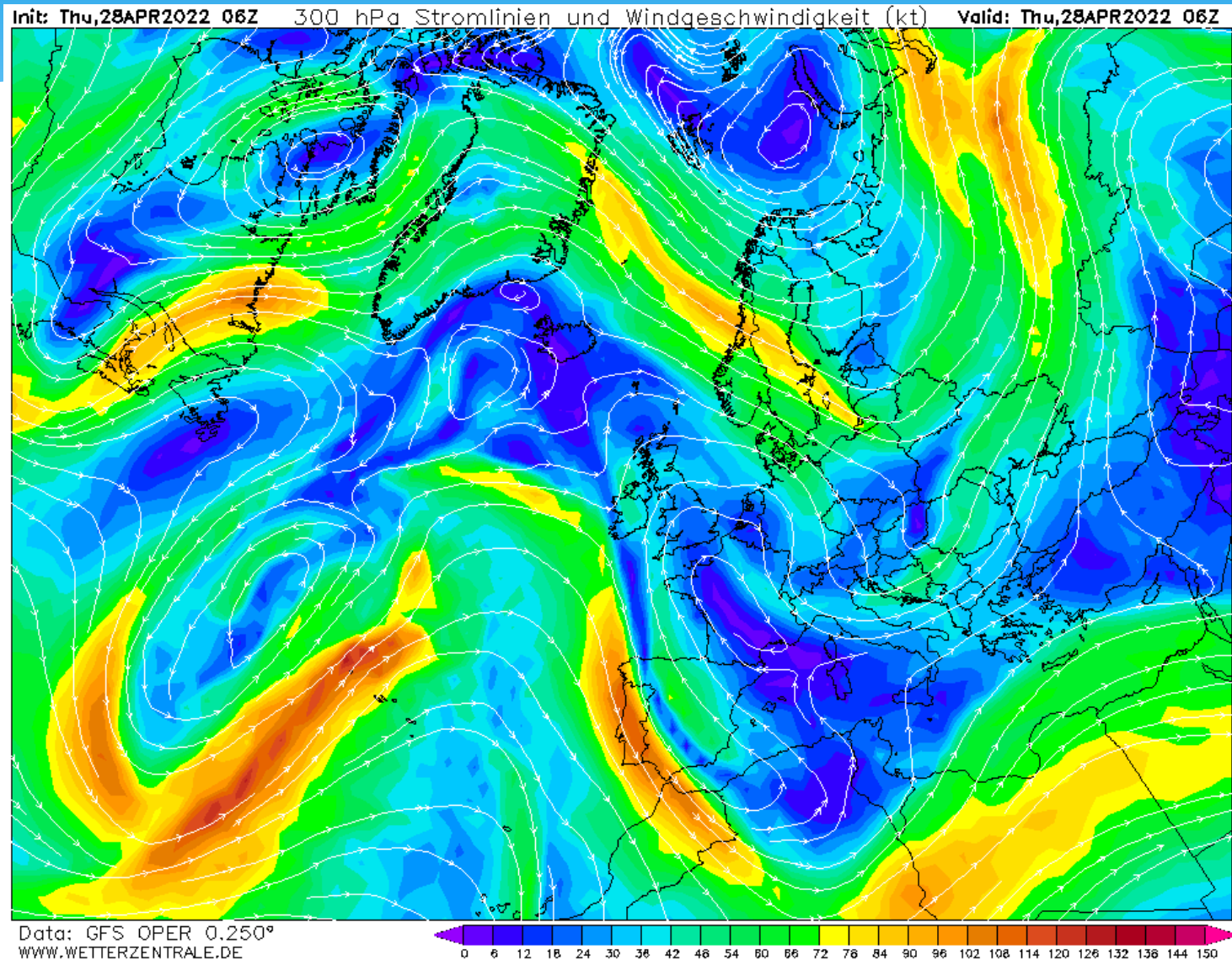
Isoheights-isothermals



Χάρτης 300 hPa

Ισοταχείς

Isotachs/isovelocity



Αεροχείμαρρος*

*Jet stream

Αεροχείμαρρος

Jet stream

west-to-east air current at the height of tropopause

- Λεπτό και ισχυρό **δυτικό** ρεύμα αέρα γύρω από τη Γη, στο **ύψος περίπου της τροπόπαυσης**

→ χάρτες 200hPa ή 300hPa

- Προκύπτει από την **οριζόντια θερμοβαθμίδα** μεταξύ των **θερμών τροπικών** και των **ψυχρών πολικών περιοχών** και επιταχύνεται ή επιβραδύνεται ανάλογα με τις μεταβολές της θερμοβαθμίδας

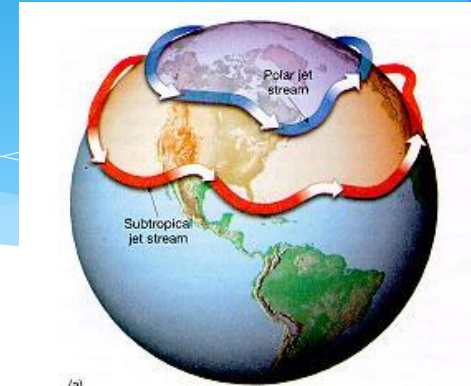
It is formed due to horizontal thermal advection between cold polar regions and tropical warm regions

- **Διαχωρίζει τις ψυχρές αέριες μάζες του βορρά από τις θερμές του νότου**

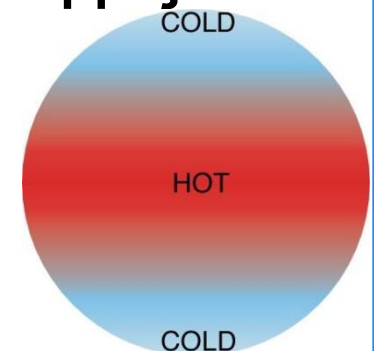
They act as a boundary between cold and warm air

- Χαρακτηρίζεται από **μεγάλες μεταβολές του ανέμου**, οριζόντιες και κατακόρυφες

Rapid change in wind speed or direction over a short distance, either vertically or horizontally in the atmosphere=Wind shear



(α)



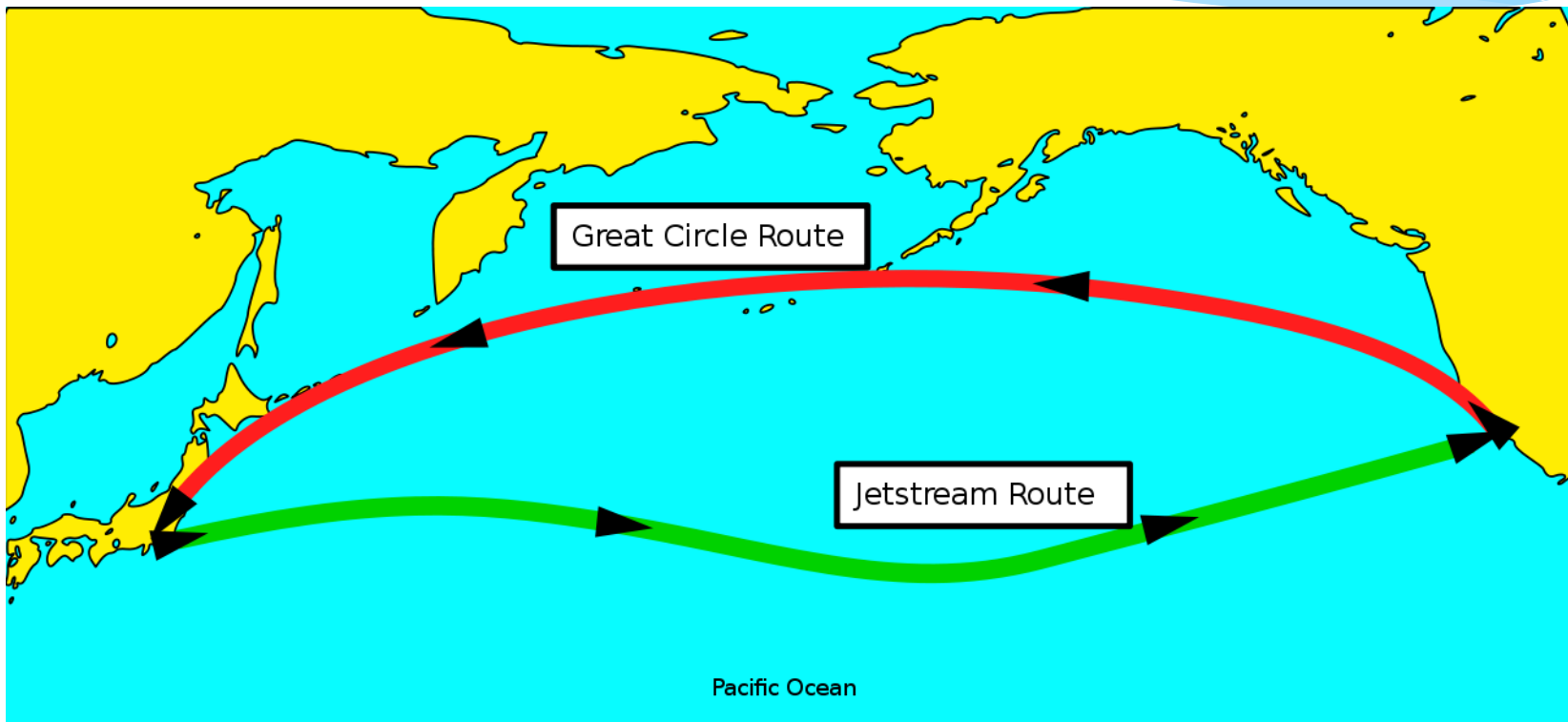
Χαρακτηριστικά αεροχείμαρρου

- Μορφή σωλήνα ελλειψοειδούς διατομής και στα 2 ημισφαίρια κινούμενα από δυτικά προς ανατολικά, ρυθμιστές
Narrow, fast-flowing "rivers" observed in both hemispheres
- Μήκος: μερικές χιλιάδες χιλιόμετρα
- Πλάτος: ~150 χιλιόμετρα
- Ύψος: ~2-3 χιλιομέτρων
- Ύψος: 7-14 km από το έδαφος → χάρτες 200hPa -300hPa
- Κατώτερο όριο ταχύτητας: 30 m/s ή ~60 knots
- Παρουσιάζει ένα ή περισσότερα μέγιστα ταχύτητας που ονομάζονται **πυρήνες (jet streaks)** με ταχύτητες 50 -100 m/s



Αεροπλοΐα

Airlines use jet streams to reduce travel time. Flying in a jet stream from west to east increases speed, while traveling east to west against it causes significant delays.



Flights between [Tokyo](#) and [Los Angeles](#) using the jet stream eastbound and a [great circle](#) route westbound.

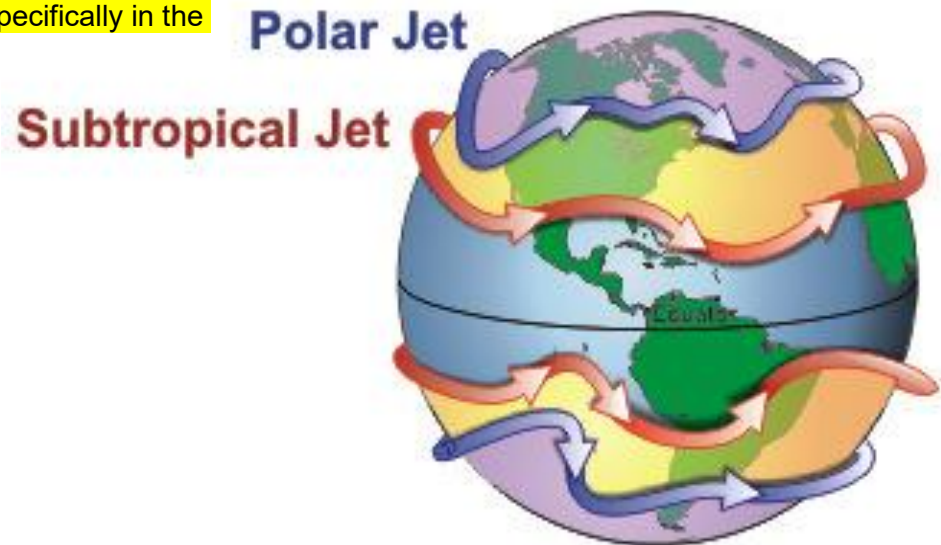
Είδη αεροχειμάρρων

Δύο σε κάθε ημισφαίριο

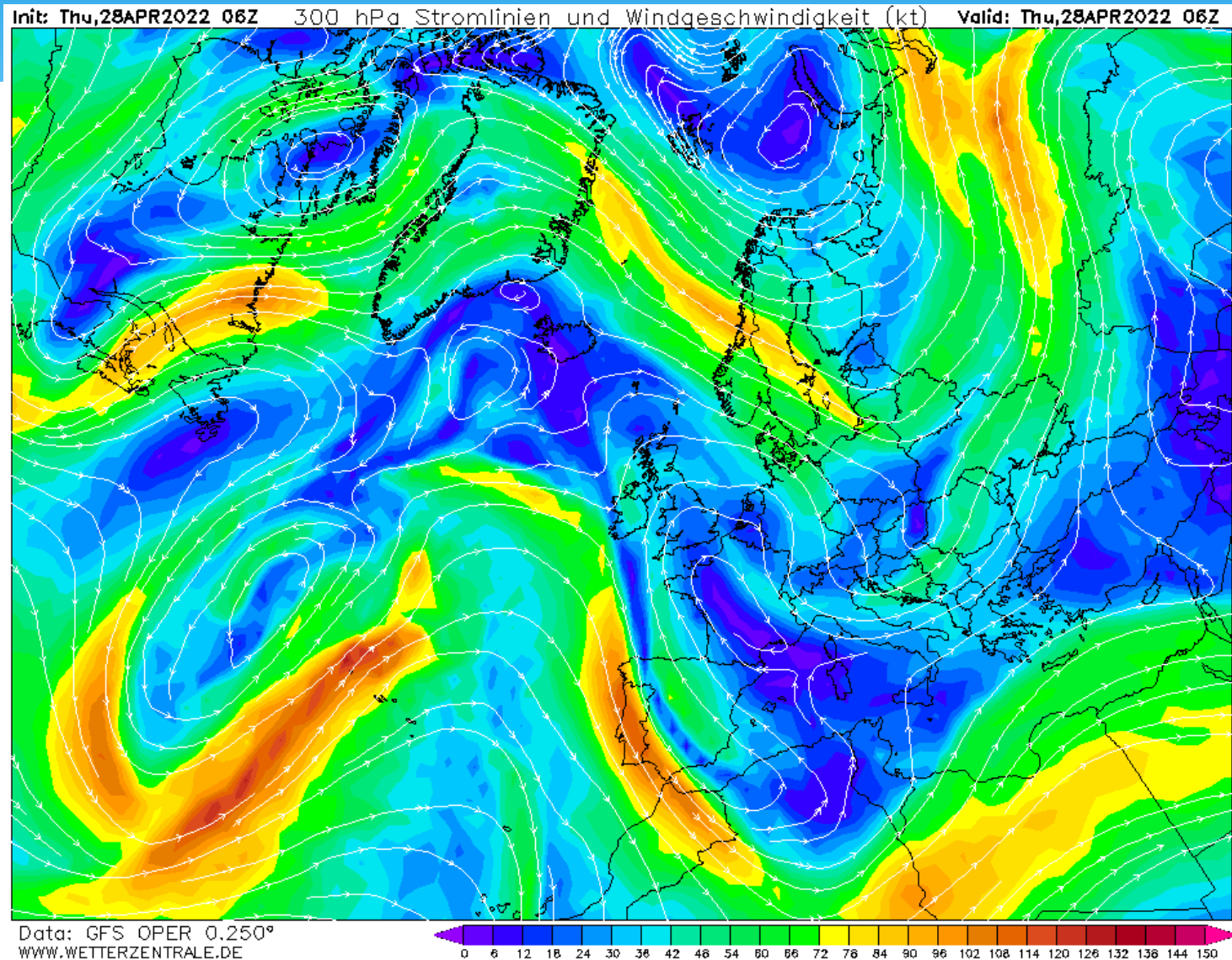
The polar front jet stream is a high-speed, upper-level westerly wind belt located at the boundary between cold polar air and warm subtropical air in both hemispheres.

- **Αεροχείμαρρος πολικού μετώπου (PFJ)** **Polar front jet**
- **Υποτροπικός αεροχείμαρρος (STJ)** **Subtropical jet**

The subtropical jet stream is a high-altitude, fast-moving band of westerly wind located near 30° latitude in both hemispheres, specifically in the upper troposphere (approx. 200 mb level).



Χάρτης 300 hPa Jet streams



Αεροχείμαρρος πολικού μετώπου (PFJ)

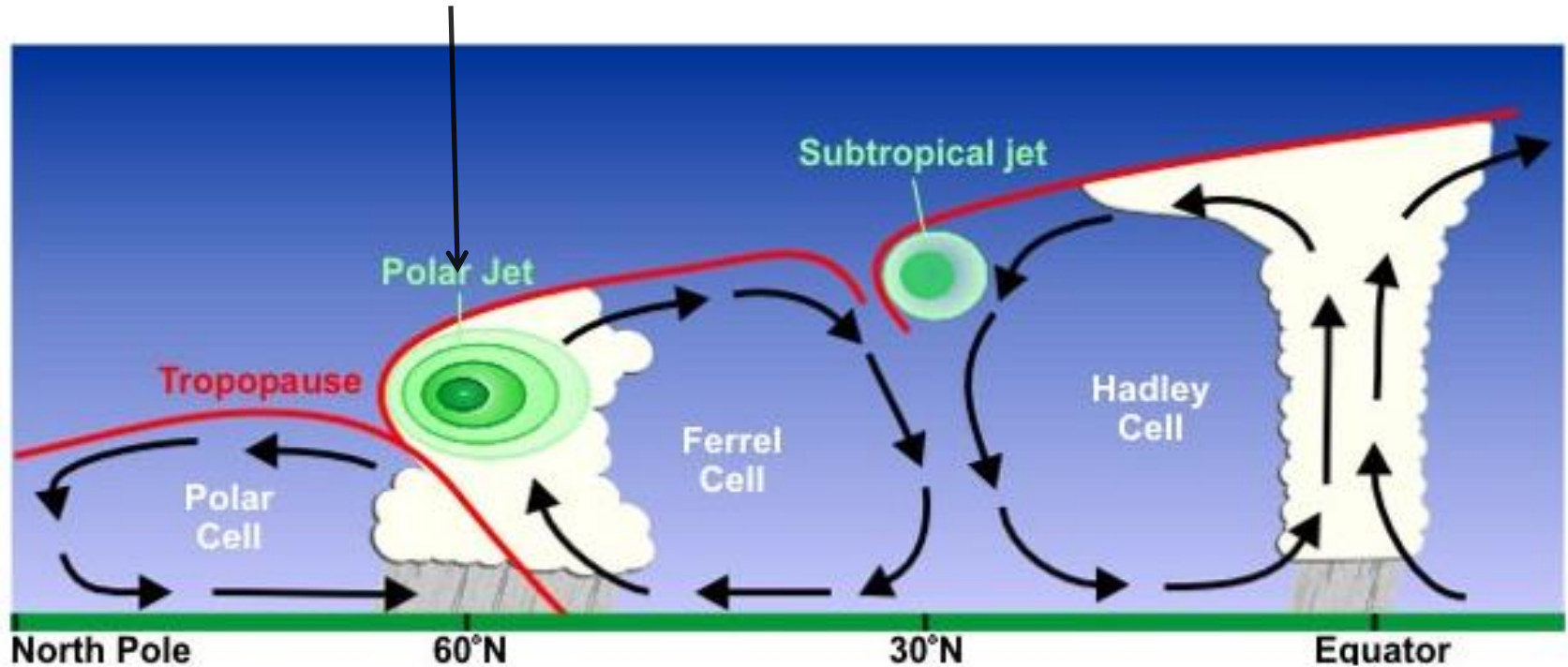
- Πολύ δυνατό ρεύμα αέρα με ημερήσια μεταβολή της θέσης του → μας επηρεάζει στην καθημερινή πρόγνωση
Daily variation of its position → daily weather effect
- Βρίσκεται μεταξύ $\sim 40^\circ$ και 70°
- Συνδέεται άμεσα με την κίνηση των βαρομετρικών χαμηλών και βαρομετρικών υψηλών → Καθοδηγεί την κίνηση των βαρομετρικών συστημάτων → είναι βασικός ρυθμιστής του καιρού

Dictates the movement of high and low-pressure systems.

Example : a wavy, slow-moving jet stream can cause severe weather, such as intense storms or heatwaves.

Αεροχείμαρρος PFJ

PFJ Αεροχείμαρρος πολικού μετώπου → πιο χαμηλά σε σχέση με STJ, άρα για να φανεί επιλέγω χάρτη ανώτερης ατμόσφαιρας λίγο πιο χαμηλά σε σχέση με STJ πχ 300hpa



Υποτροπικός αεροχείμαρρος (STJ)

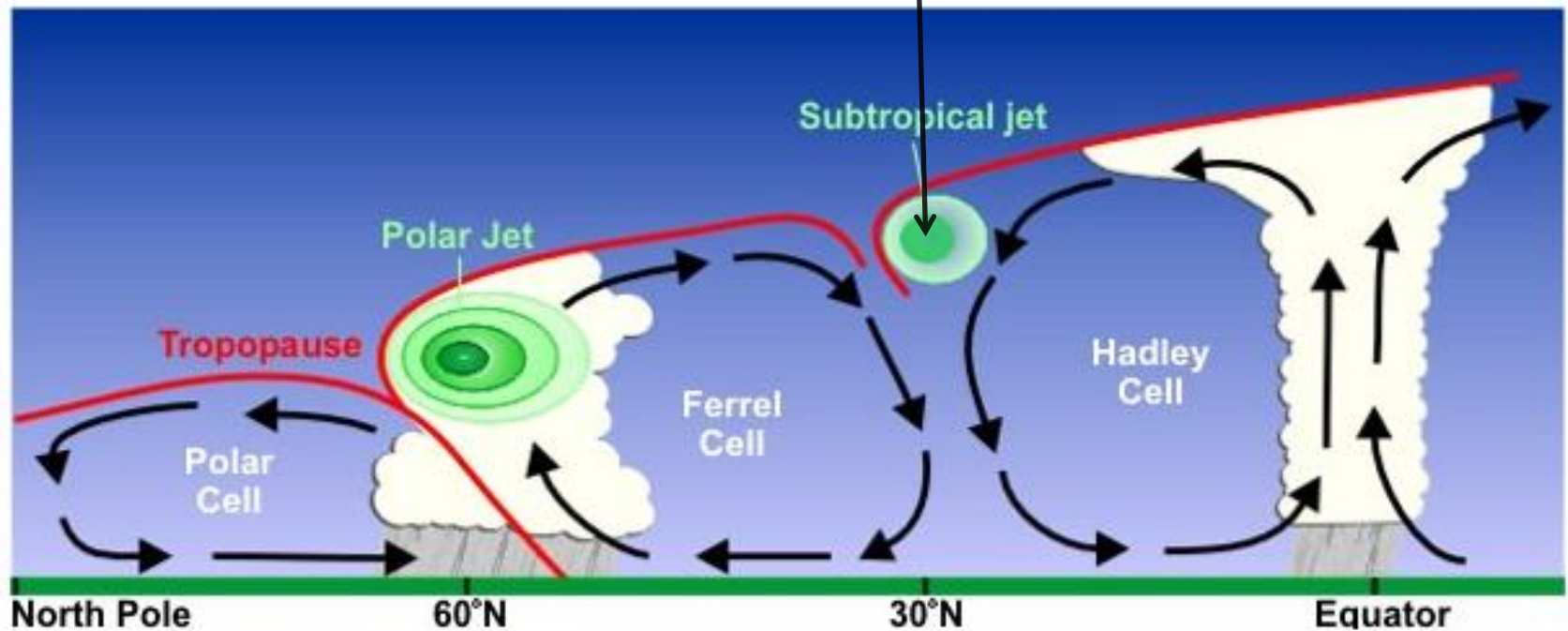
Relatively stable position

- Σχετικά σταθερός ως προς τη θέση του και το χρόνο
- Μεταξύ $\sim 20^\circ$ και 40°
- Το **χειμώνα** διατηρείται αρκετά ενεργός σαν ένα πλανητικό δυνατό ρεύμα αέρα **Strong in winter**
- Το **καλοκαίρι** εξασθενεί και παρουσιάζει περιοχές ασυνέχειας **Weak in summer**

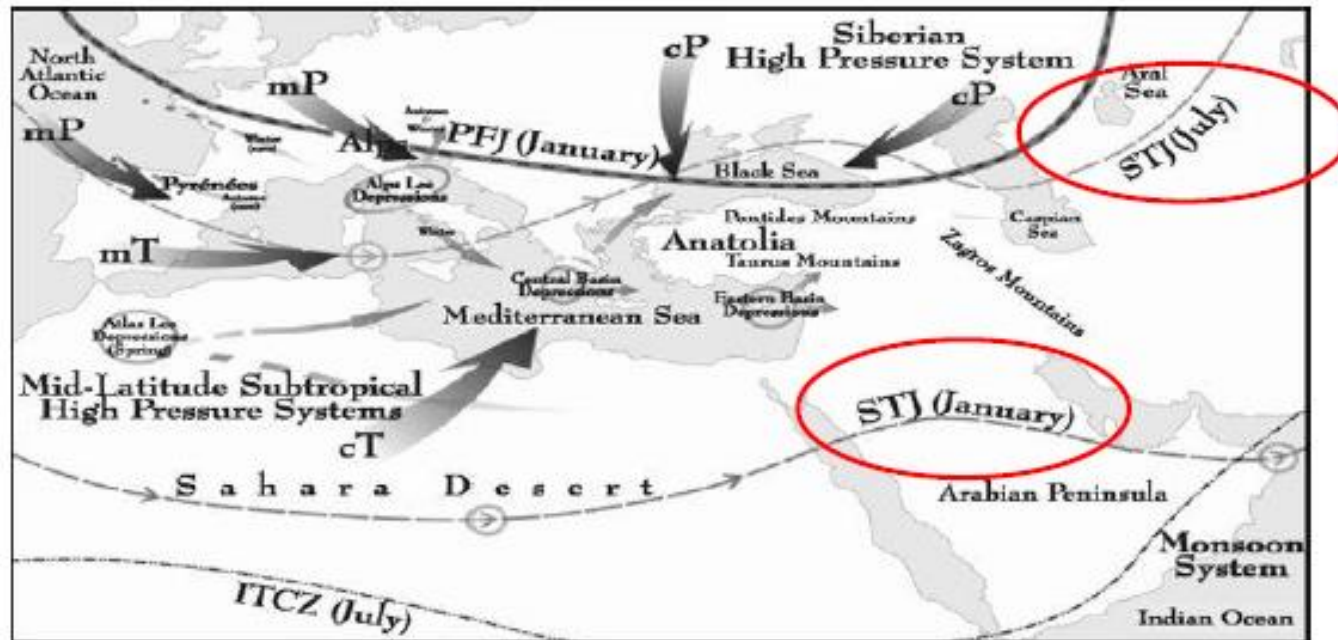
Αεροχείμαρρος STJ

Υποτροπικός αεροχείμαρρος

→ πιο ψηλά, άρα για να φανεί επιλέγω χάρτη ανώτερης ατμόσφαιρας πιο ψηλά, πχ 200hpa



Εποχιακή μετατόπιση της θέσης του STJ στη Μεσόγειο



Μέγιστο αεροχείμαρρου*

***jet streak**

Jet streak (js) = areas with max velocity

Περιοχές στις οποίες η ταχύτητα του γεωστροφικού ανέμου είναι μέγιστη (max)



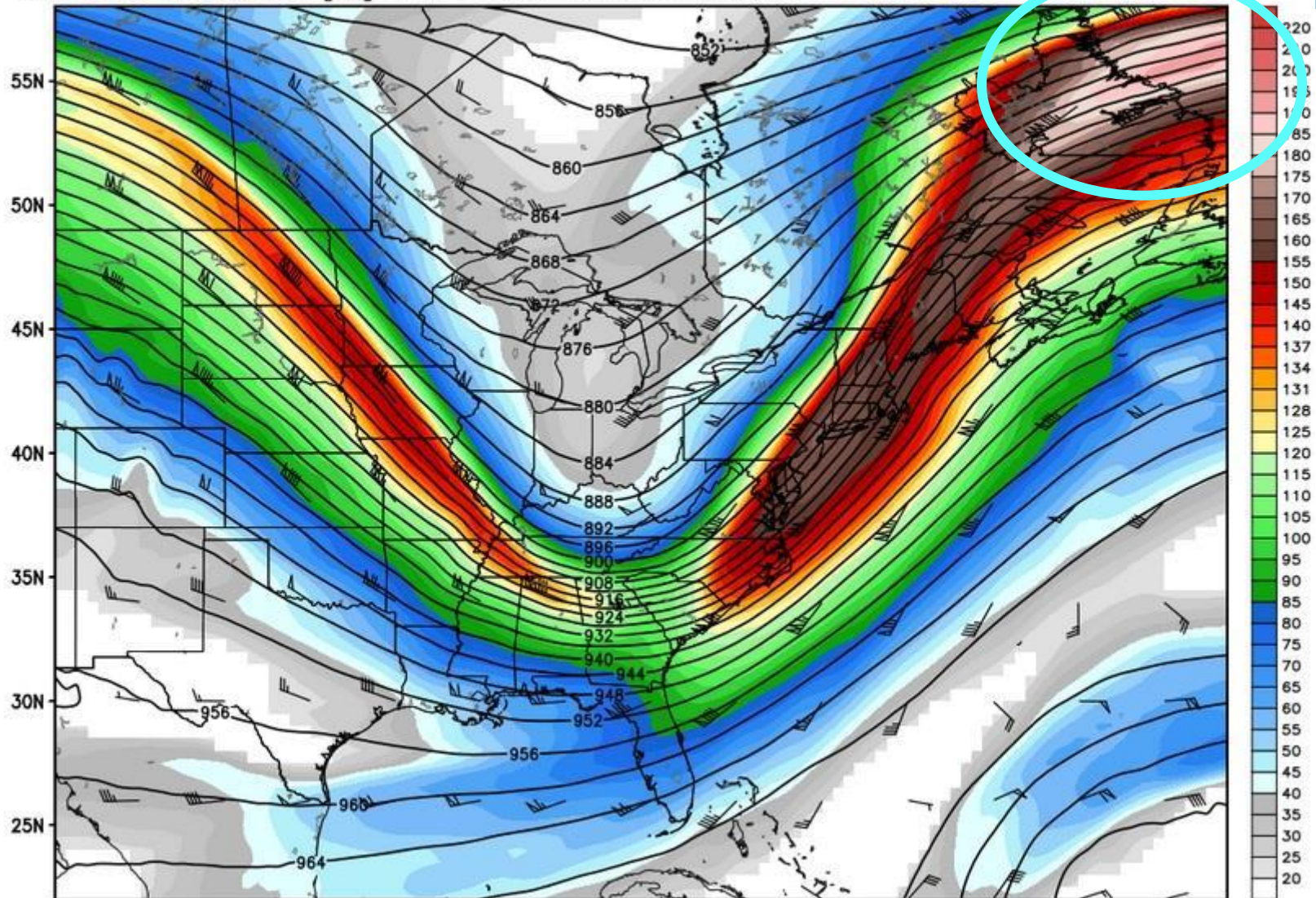
- Ο άνεμος κατά την είσοδο σε js επιταχύνεται
- Ο άνεμος μετά την έξοδο σε js επιβραδύνεται
- Μέσα στο jet streak η ταχύτητα ανέμου είναι μέγιστη!

Jet streak

Χάρτης 300 hPa με ισοταχείς

Ταχύτητα >30 m/s ή >60 knots

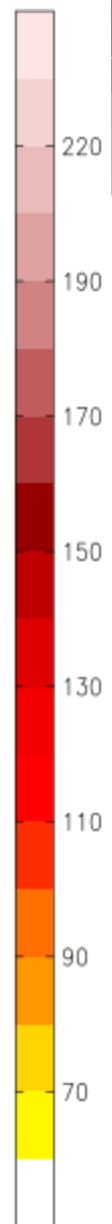
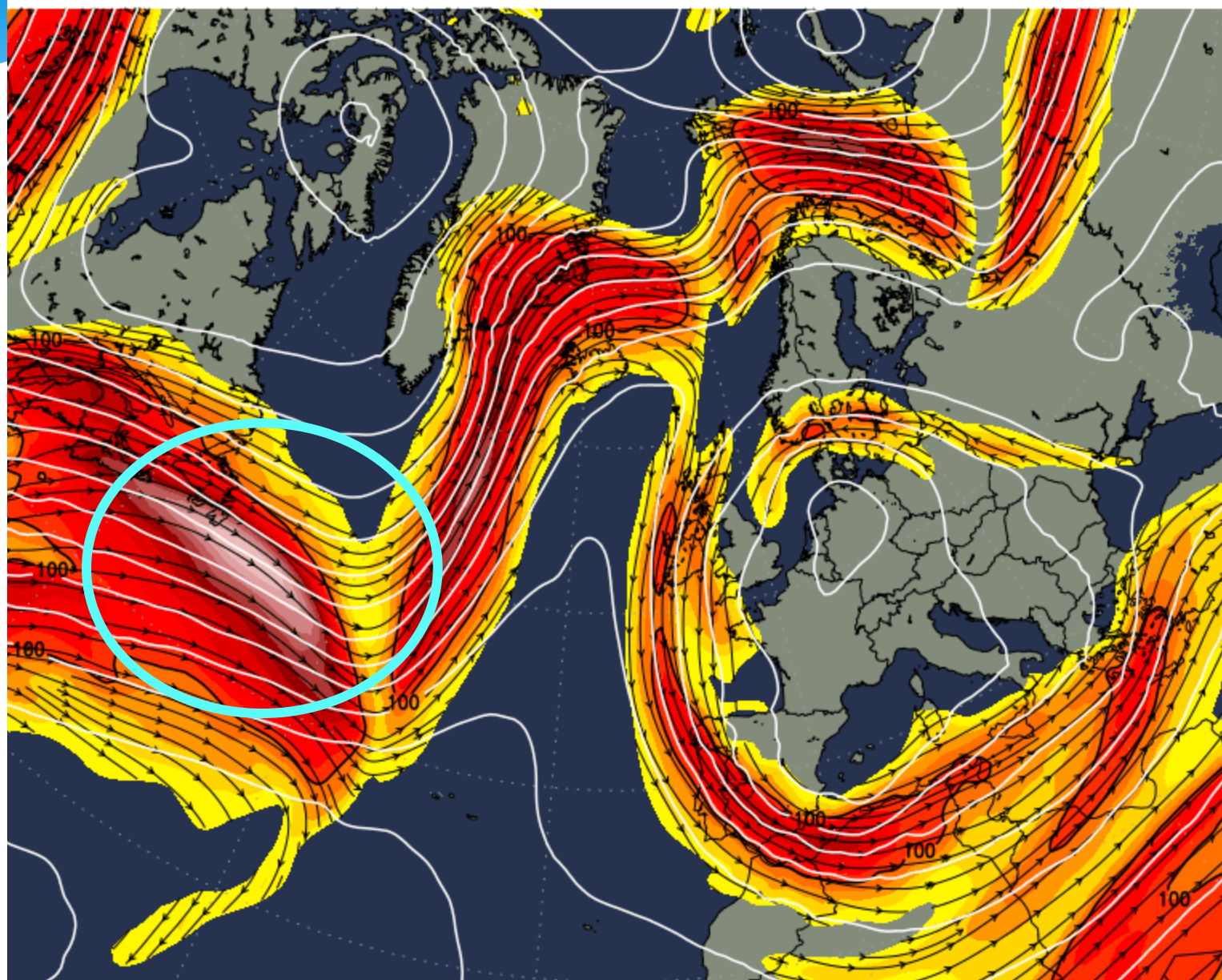
NCEP GFS 300 hPa Wind Speed [knots] & Geopotential Height [dam] Speed Min: 0.55 Max: 192.44 knots
Init: 18Z25NOV2014 -- [36] hr --> Valid Thu 06Z27NOV2014



Run: Wed 26/03 06Z

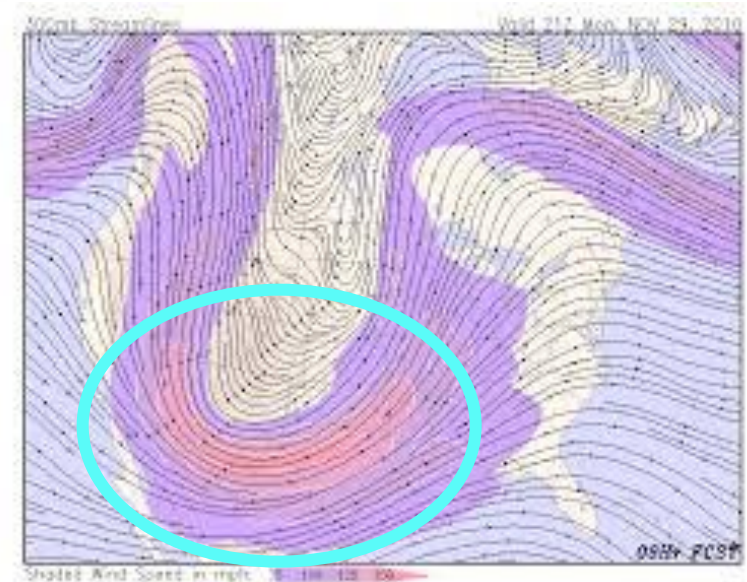
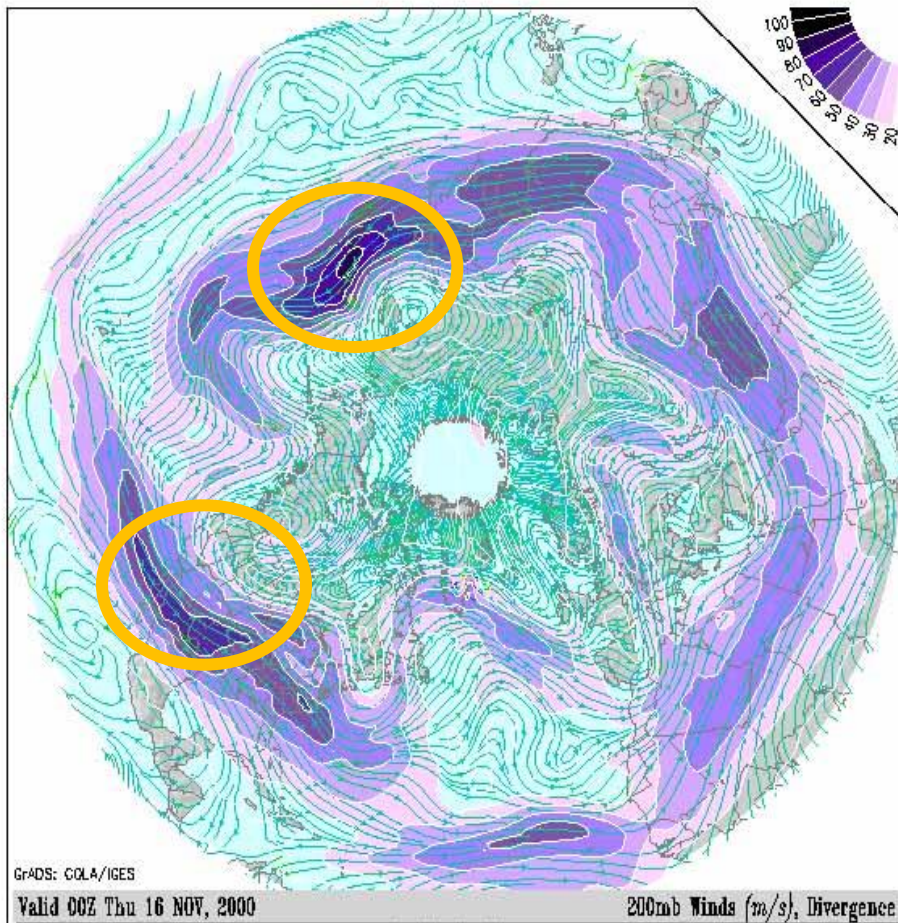
Jetstream (mph)

Valid: Wed 26/03 6:00



Χάρτης 200 ή 300 hPa με ισοταχείς

Ταχύτητα >30 m/s ή >60 knots



Μέγιστο αεροχειμάρρου (jet streak) και επίδραση στην επιφάνεια

Rose et al. (2003)

Jet streak and location of surface systems

Wind accelerates/speeds up and then slows down

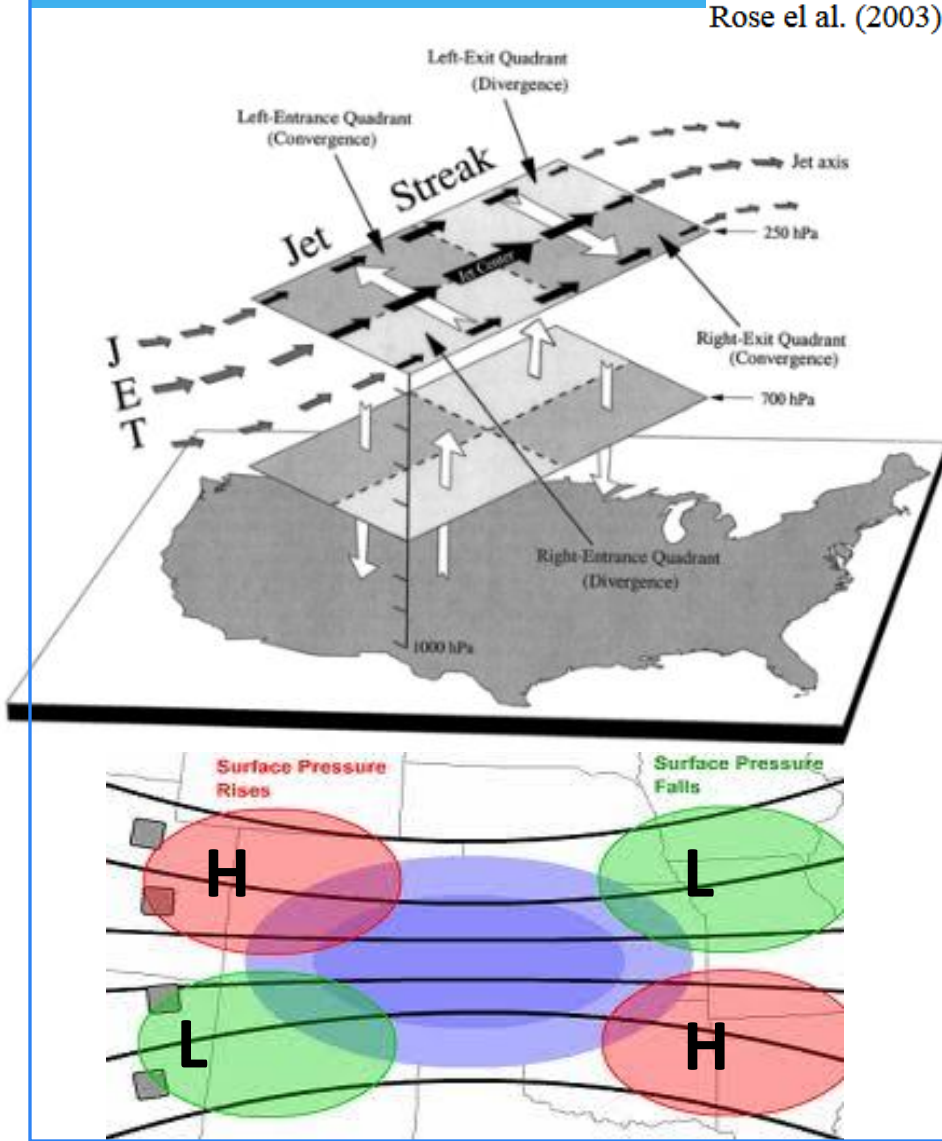
- Καθώς ο αέρας εισέρχεται σε μια περιοχή jet streak επιταχύνεται, ενώ όταν εξέρχεται επιβραδύνεται

- Αυτές οι επιταχύνσεις και οι επιβραδύνσεις, σε συνδυασμό με την καμπυλότητα του αεροχειμάρρου και των ισχυρών διατμητικών τάσεων του ανέμου, προκαλούν τη συγκλιση αέρα σε ορισμένες περιοχές και την απόκλιση σε άλλες

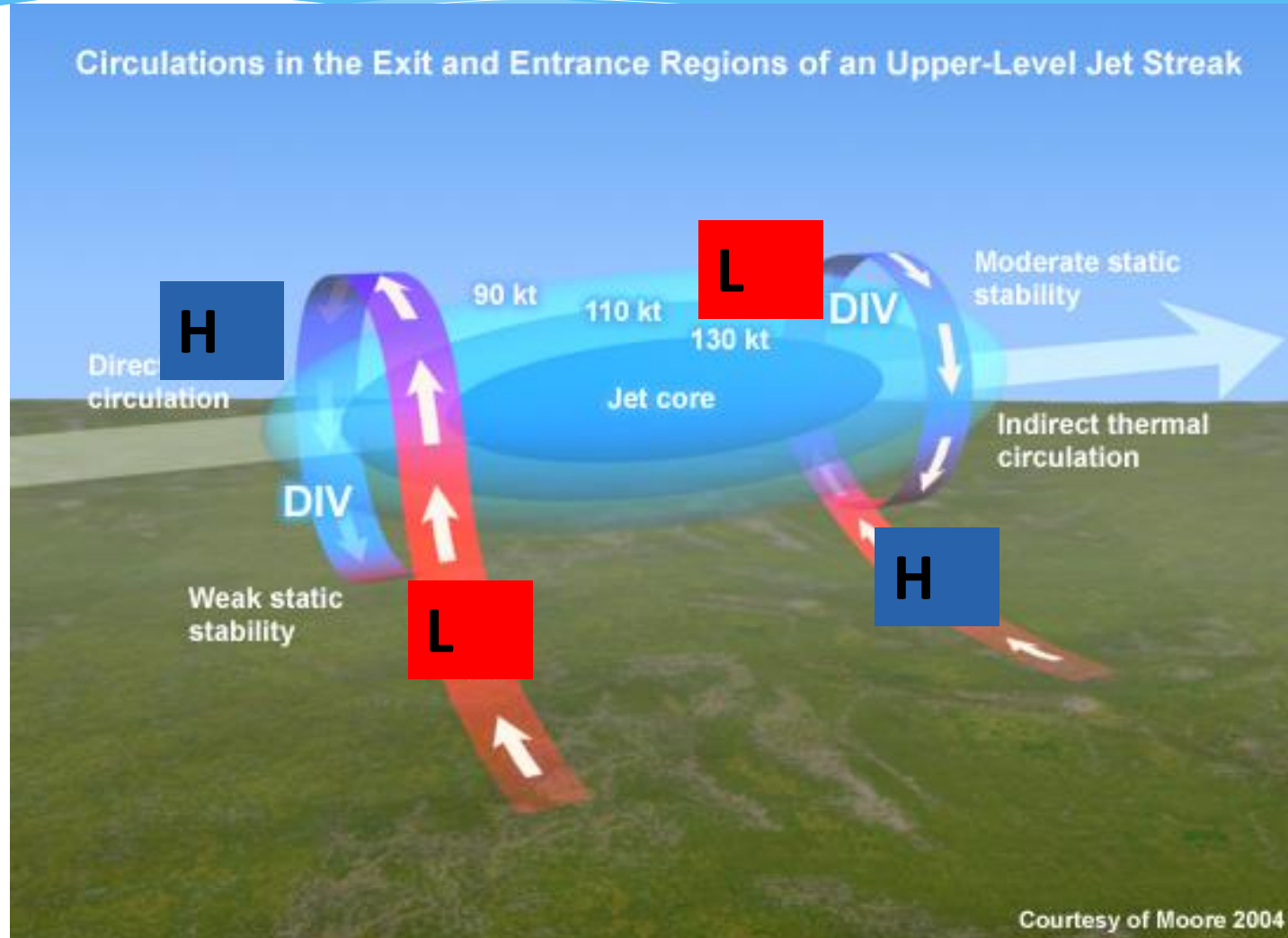
As result → convergence or divergence

- Οι περιοχές σύγκλισης και απόκλισης έχουν σημαντική επίδραση στα χαρακτηριστικά της επιφανειακής πίεσης

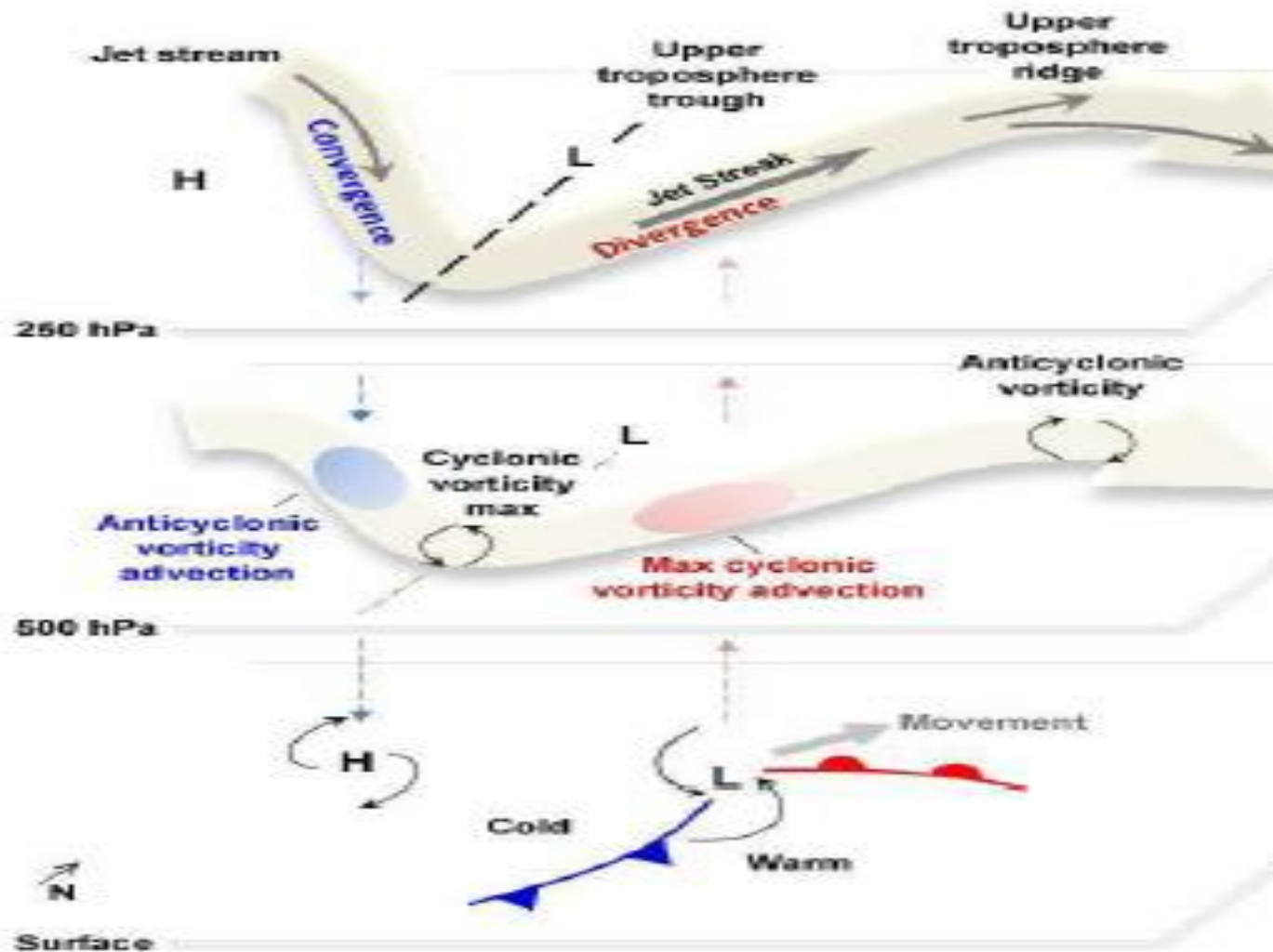
As result → affect surface pressure



Θέση βαρομετρικών συστημάτων ως προς το jet streak



Συνοψίζοντας σε όλη την ατμόσφαιρα

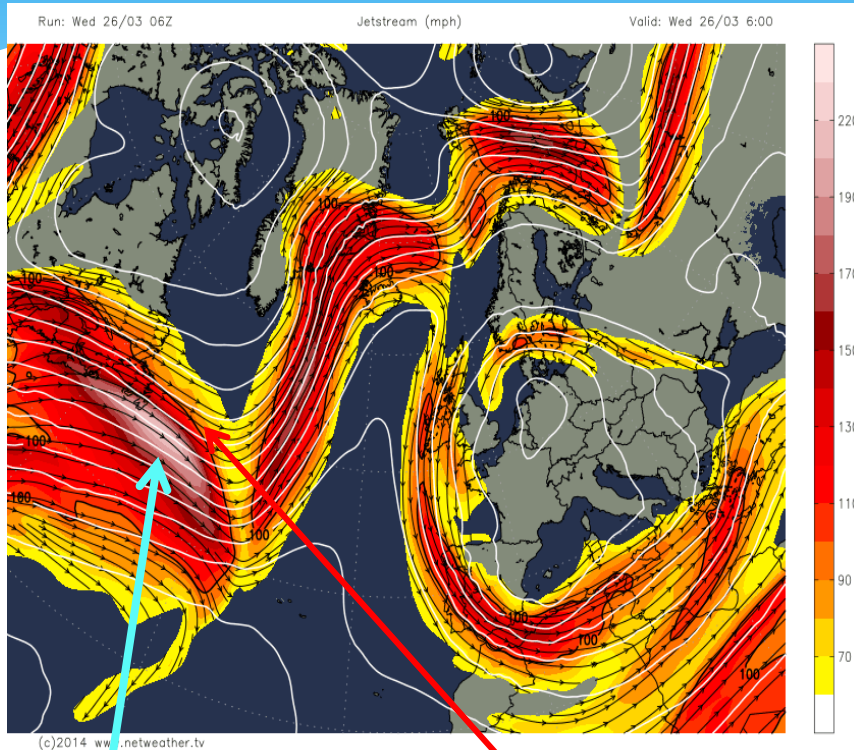


✓ ΠΟΛΥ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΓΝΩΣΗ →

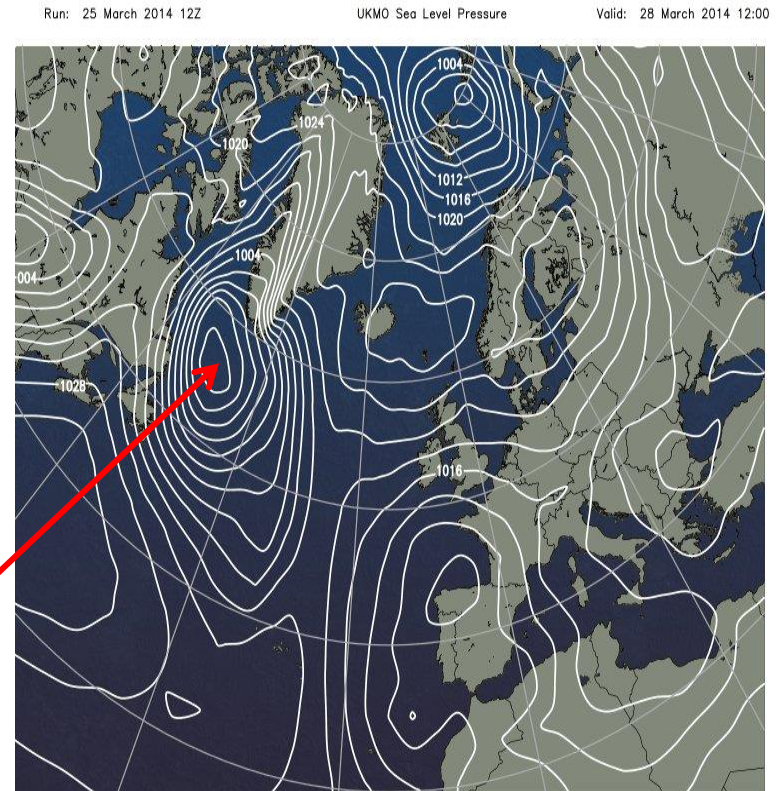
ΤΟ ΡΝΑ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΟ JET STREAK ΜΑΣ ΔΙΝΟΥΝ ΑΚΡΙΒΩΣ ΤΗ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΥ ΧΑΜΗΛΟΥ!

Σχέση jet streak και επιφανειακού χαμηλού

Jet streak and location of surface systems

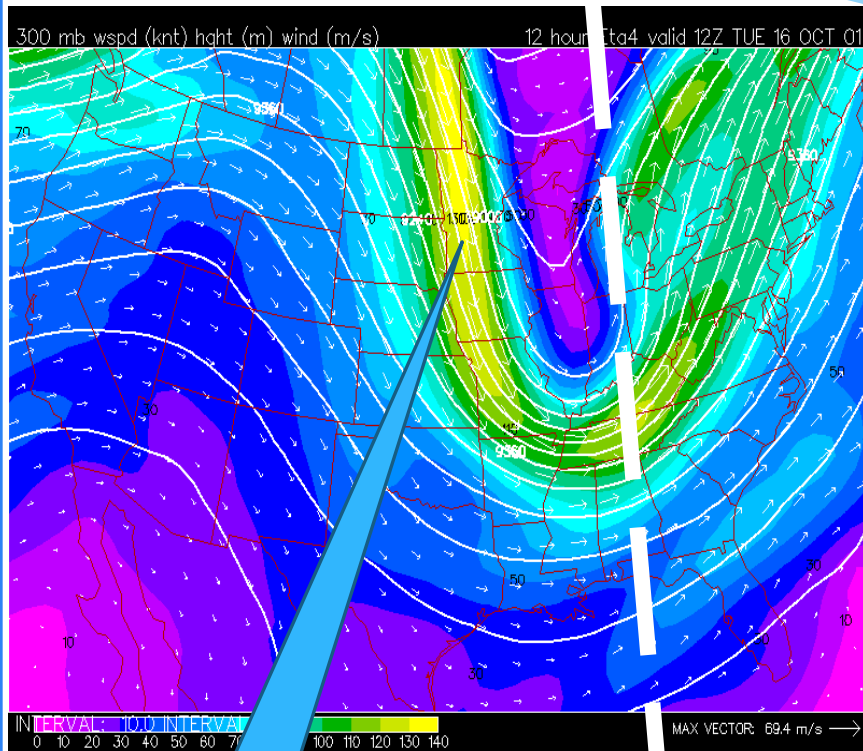


Jet streak στα 300hpa



Θέση χαμηλού στην επιφάνεια

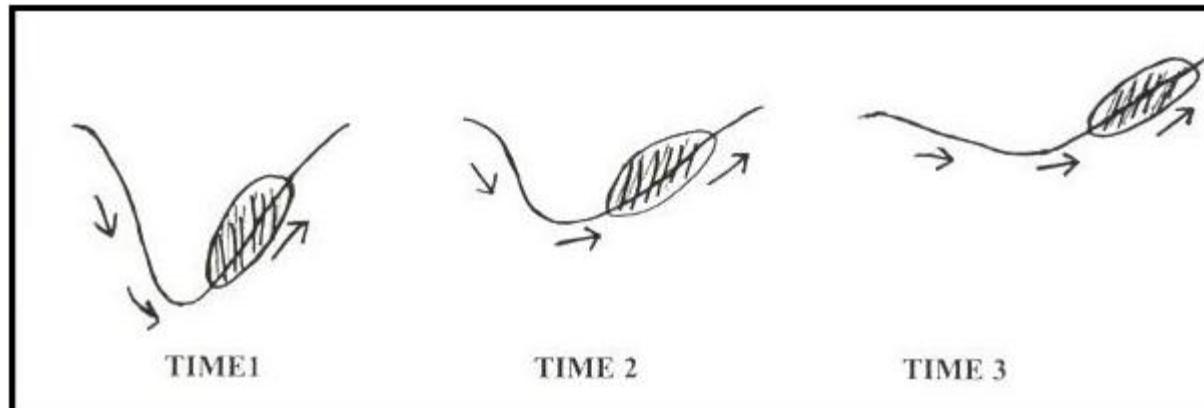
Jet streak σε trough



Jet streak

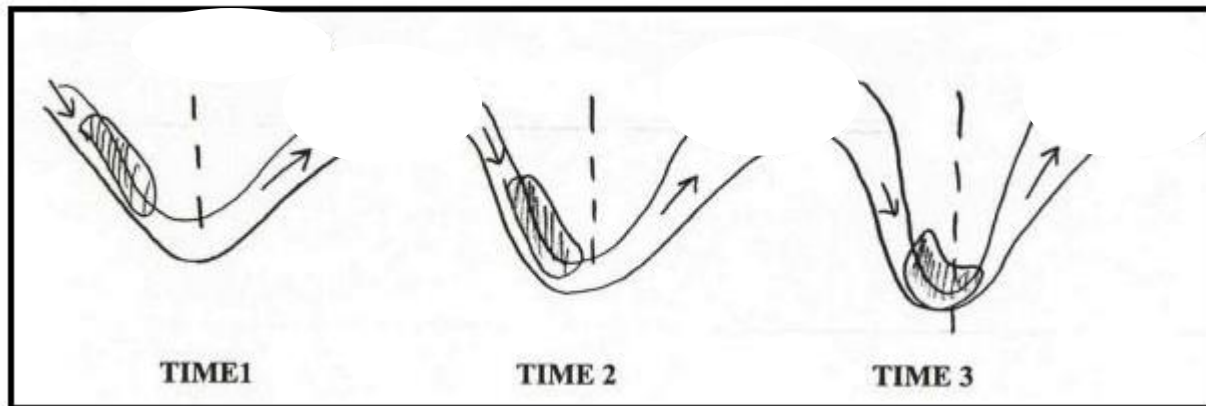
Σε συνδυασμό με καμπυλότητα
αεροχειμάρρου και διατμητικές τάσεις
αέρα→ δημιουργείται σύγκλιση ή
απόκλιση→ Άρα επηρεάζονται τα
συστήματα στην επιφάνεια

Θέση Jet streak και trough



Αν το μέγιστο του αεροχειμάρρου είναι δεξιά της trough, αυτή εξασθενεί

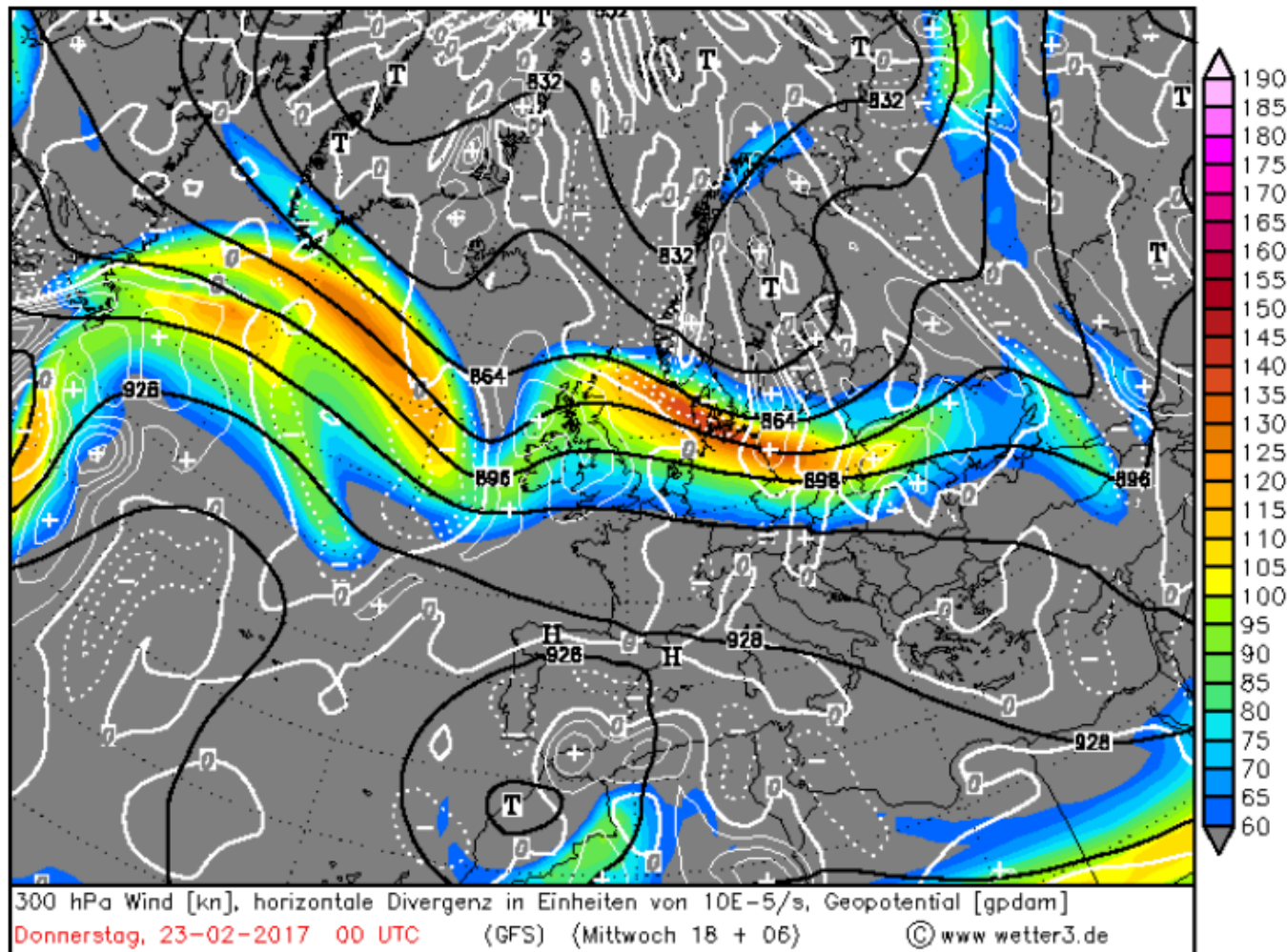
Jet streak right → Trough weakens



Αν το μέγιστο του αεροχειμάρρου είναι αριστερά της trough, αυτή ενισχύεται (βαθαίνει)

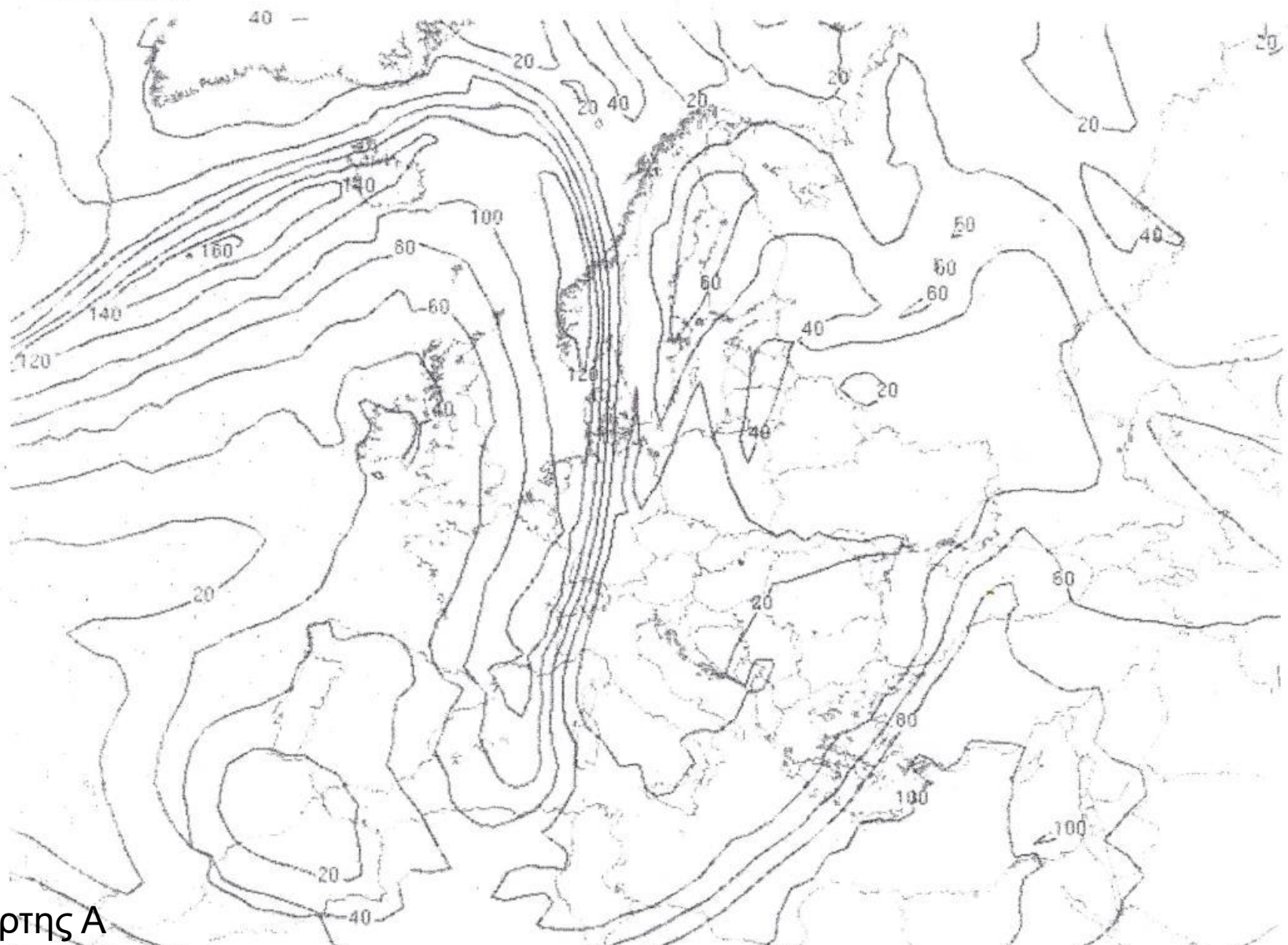
Jet streak left → Trough enhances

Occasionally, two jet streaks can align close-enough together such that their areas of vertical ascent (or descent) co-locate, potentially supercharging an area of ascent for a rapidly-deepening cyclone undergoing explosive cyclogenesis.



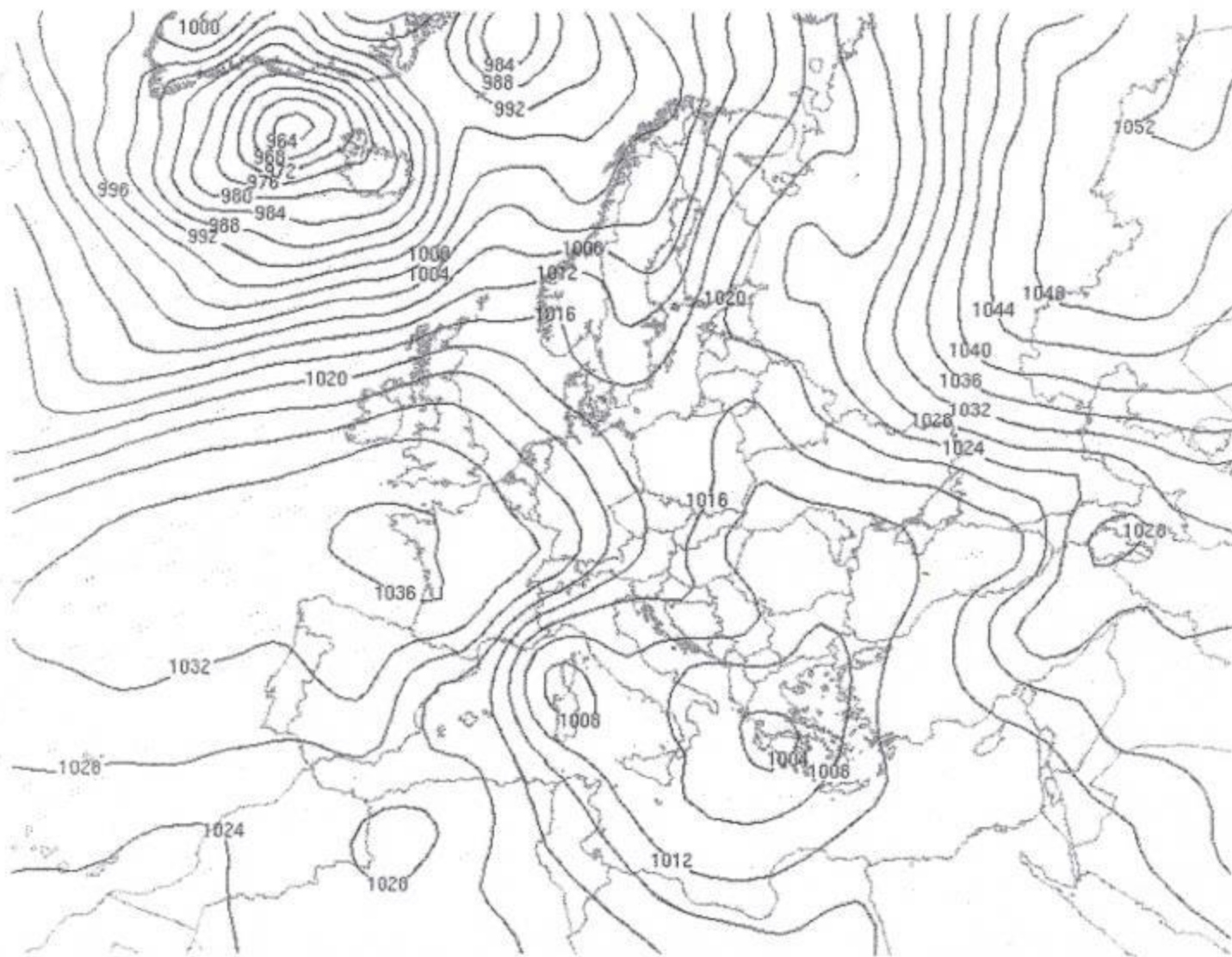
GFS-simulated 300hPa wind speed, in knots, and horizontal divergence from 23rd February 2017, illustrating two jet streaks **colocating** to provide an enhanced area of divergence over the UK. The combined ascent from the left-exit region of the North Atlantic jet, and the right-entrance region of the North Sea jet, initiated the explosive cyclogenesis of Storm Doris. Credit: Wetter3.

Εξάσκηση σε εντοπισμό αεροχείμαρρου και αντίστοιχου επιφανειακού χαμηλού

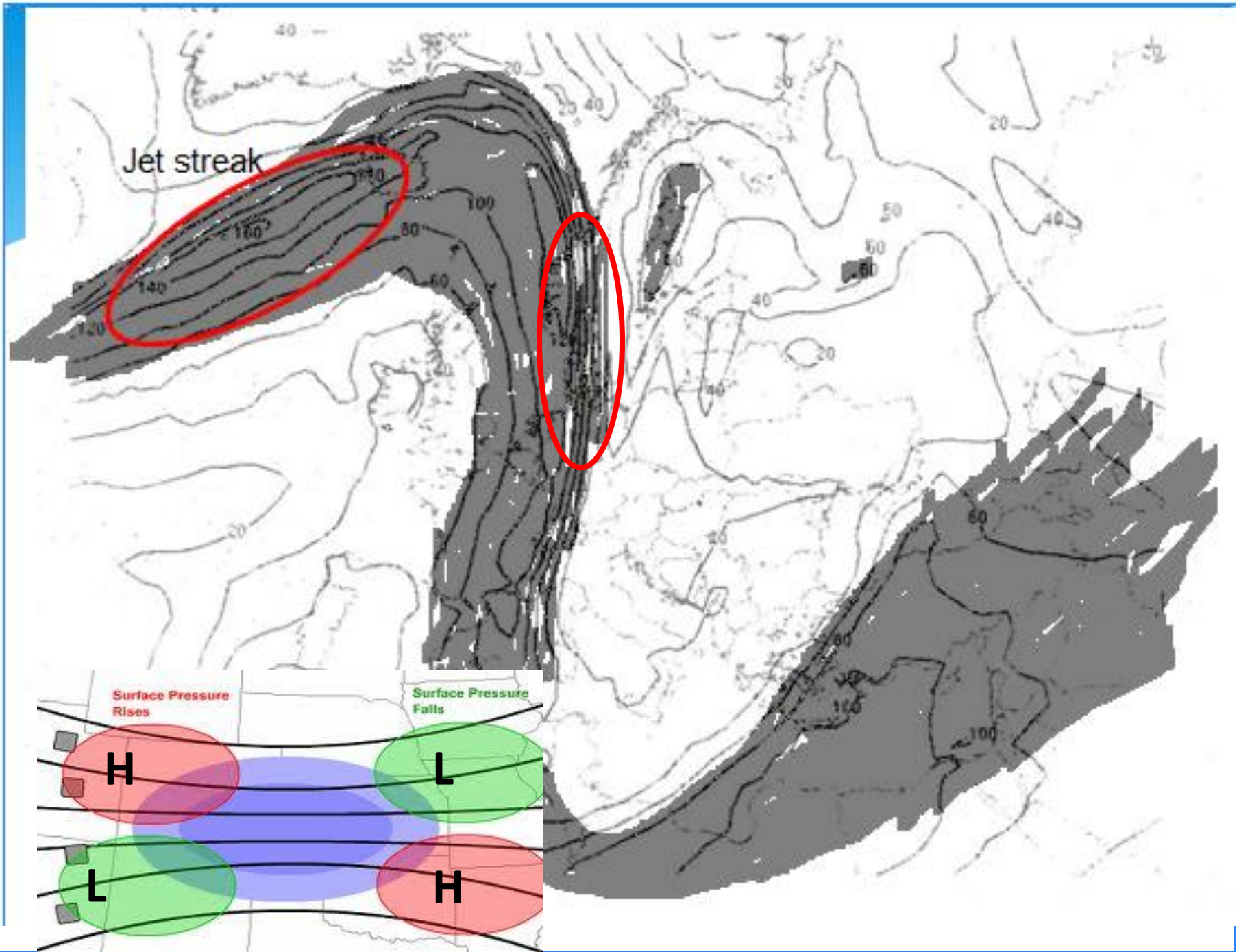


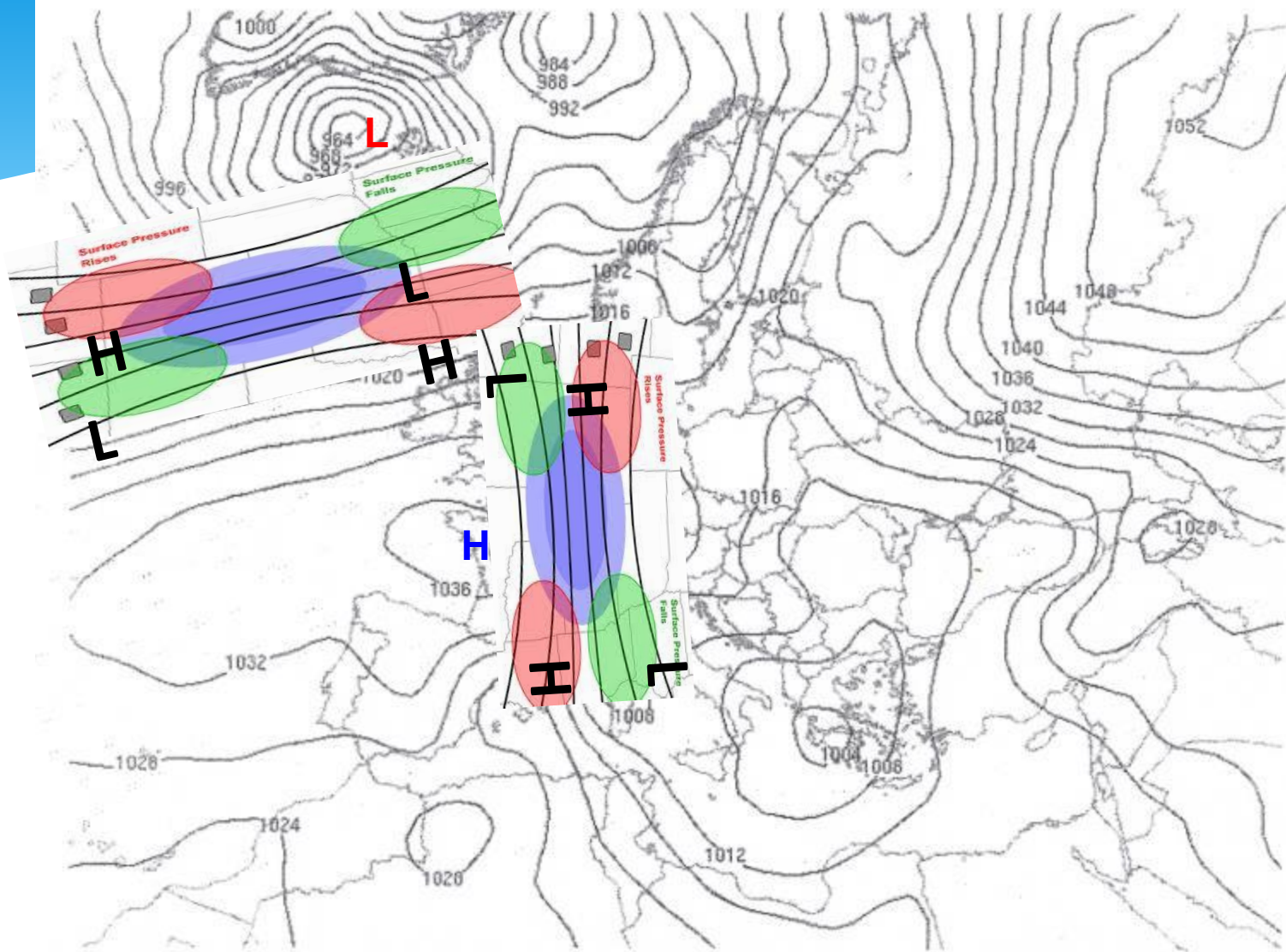
Χάρτης Α

- Σχεδιάστε τις περιοχές που διέρχεται ο αεροχείμαρρος ($V > 60$ knots)
- Εντοπίστε περιοχές jet streak

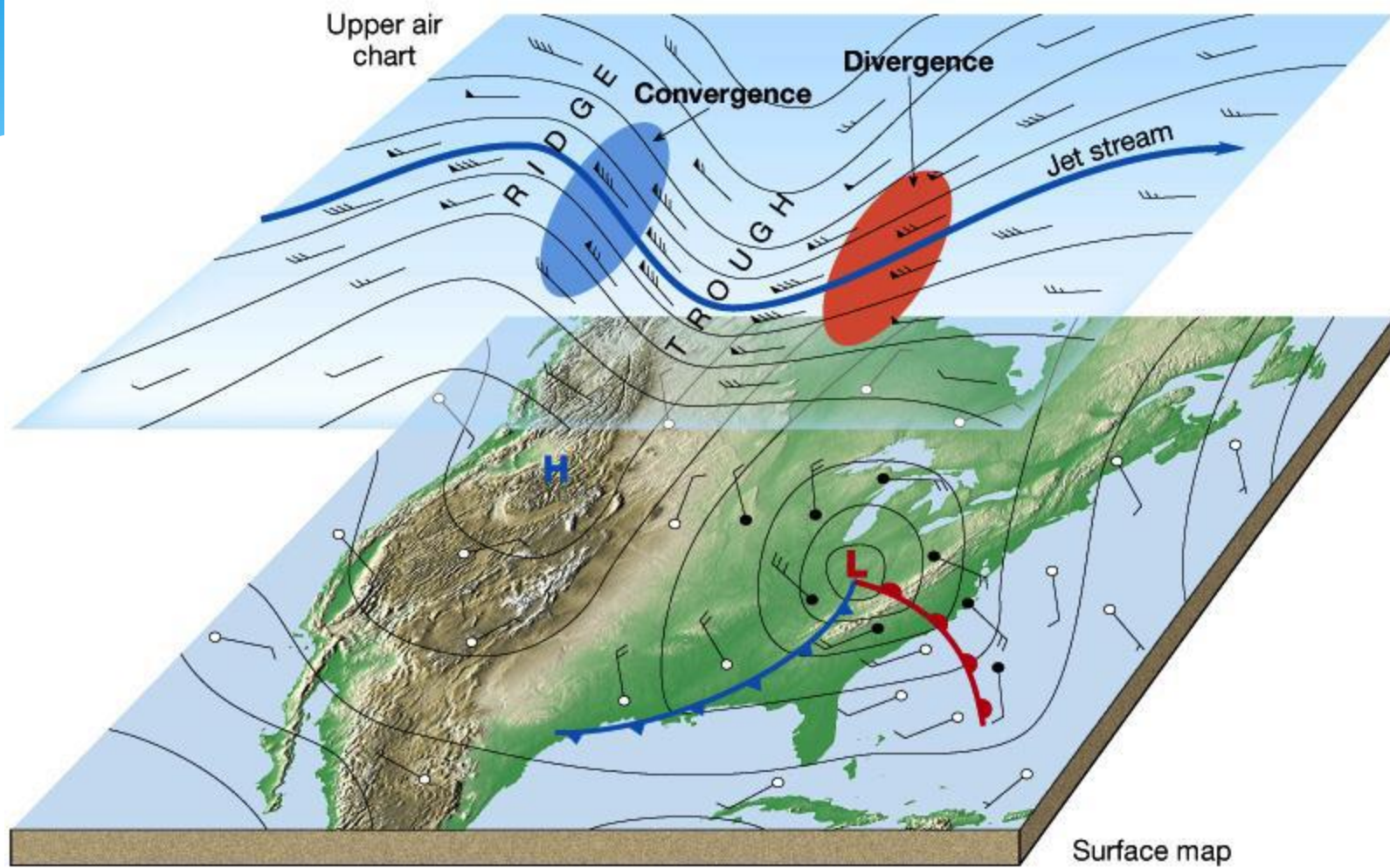


Χάρτης Α'
Εντοπίστε το επιφανειακά χαμηλά





Χάρτης Α'



☐ Χάρτης ισοπαχών

Thickness lines weather map

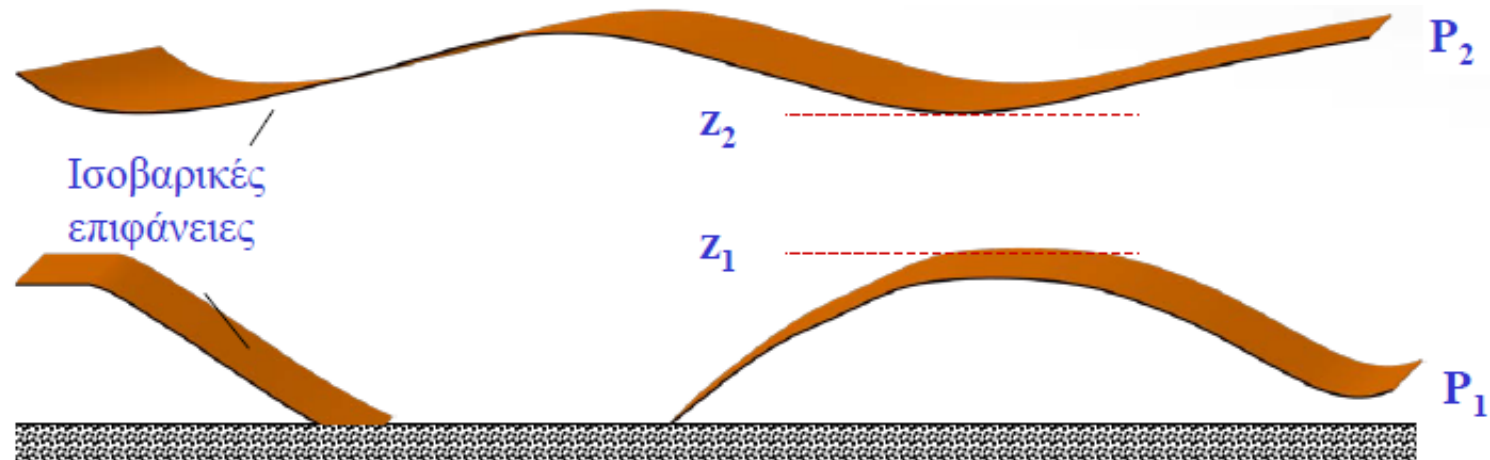
Ισοπαχείς (thickness lines)

- Αν ενώσουμε σε ένα χάρτη όλους τους τόπους πάνω από τους οποίους το πάχος του αερίου στρώματος μεταξύ των ισοβαρικών επιφανειών P_1 και P_2 είναι το ίδιο, θα πάρουμε ένα σύνολο από καμπύλες που ονομάζονται **ισοπαχείς καμπύλες (thickness contours)**.

A **thickness weather map** displays the vertical distance between two atmospheric pressure levels

- Απεικονίζουν τη διανομή της μέσης θερμοκρασίας

It represents the average temperature of that layer!



Ισοπαχείς (thickness lines)

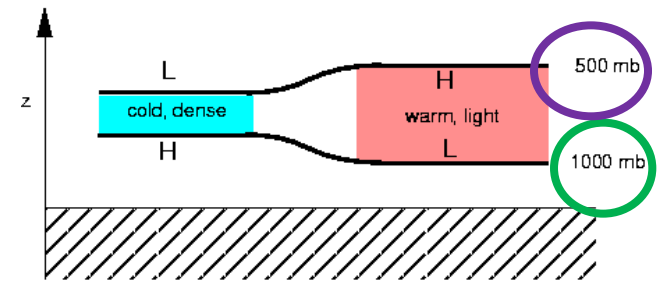
- Δίνουν την υψομετρική διαφορά δύο ισοβαρικών επιφανειών P1, P2

$$\Delta z = z_2 - z_1 = -\frac{R_d \bar{T}}{g} \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = \frac{R_d \bar{T}}{g} \ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$$

P1=κατώτερη ισοβαρική επιφάνεια=1000mb

P2=ανώτερη ισοβαρική επιφάνεια = 500mb(p1>p2)

Thickness and Temperature



$$z_{500} - z_{1000} = T_{avg} \frac{R}{g} \ln(p_{1000}/p_{500})$$

z – height of pressure level
T_{avg} – average temperature of layer
R – gas constant
g – gravitation constant (9.8 m/s²)
p – pressure

- Το **πάχος** ενός στρώματος μεταξύ δύο ισοβαρικών επιφανειών είναι ανάλογο της μέσης τιμής της **θερμοκρασίας** του. Άρα:

thickness of a layer depends on average layer temperature

Μικρό πάχος Δz → ψυχρό στρώμα

Μεγάλο πάχος Δz → θερμό στρώμα

Low thickness values indicate cold, while high values indicate warm air

ΙΣΟΠΑΧΕΙΣ=ΣΑΝ ΝΑ ΕΧΩ ΙΣΟΘΕΡΜΕΣ!!!

thickness = similar to isothermal

Τυπικές τιμές ισοπαχών

thickness lines values

1000 – 500 hPa → values around 5000-5500gpm

1000 – 850 hPa → values around 1200-1500gpm

1000 – 700 hPa

1000 – 500 hPa: χρησιμοποιείται κυρίως για να ορίσει την θερμική κατάσταση των αερίων μαζών στη μέση τροπόσφαιρα και για πιθανότητα χιονιού **Chance of snow**

Παράδειγμα: η τιμή 5400 gpm διαφοροποιεί το χιόνι από τη βροχή σε περιοχές με χαμηλό υψόμετρο

1000 – 850 hPa : χρησιμοποιείται για πιθανότητα χιονιού και για την πρόγνωση της μέγιστης τιμής της θερμοκρασίας **Chance of snow/max temp**

Παράδειγμα: η τιμή 1300 gpm διαφοροποιεί το χιόνι από τη βροχή

Χάρτης ισοπαχών 1000-500 hPa

Τιμές ~ 4800-5700 gpm

Προσοχή μην τον μπερδέψω με
χάρτη 500 hPa!!!

1000hPa-500hPa thickness

Lower values $\Delta Z \rightarrow$ cold air $\rightarrow$ trough —
 $\rightarrow$ cold intrusion $\rightarrow$ chance of low
formation at surface

Μικρότερες τιμές $\Delta Z \rightarrow$ Ψυχρός αέρας/στρώμα
 $\rightarrow$ trough ισοπαχών $\rightarrow$
ψυχρή εισβολή $\rightarrow$ πιθανό χαμηλό στην επιφάνεια

Higher values $\Delta Z \rightarrow$ warm air

Μεγαλύτερες τιμές ΔZ
 $\rightarrow$ Θερμός αέρας/στρώμα

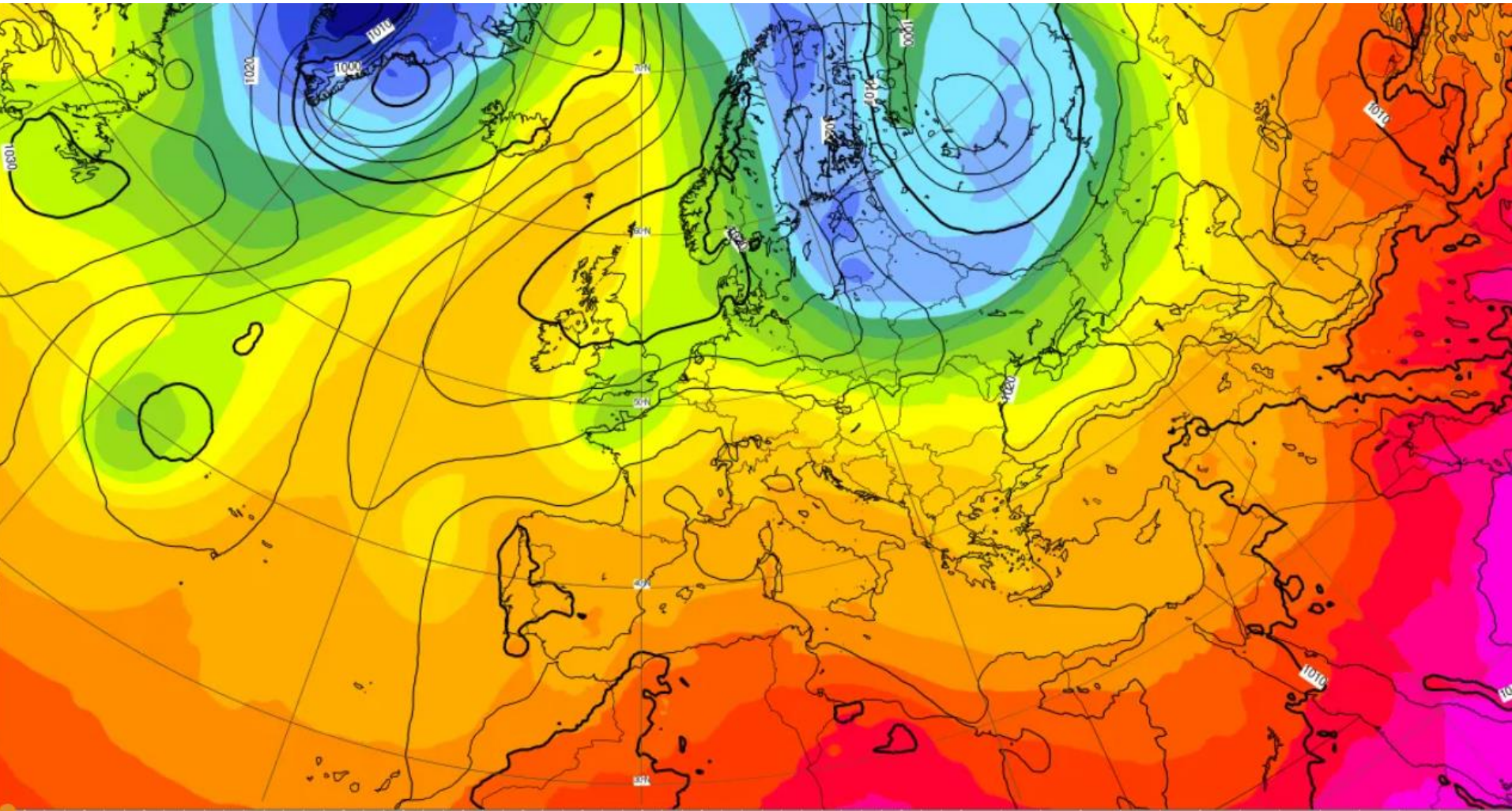
Πολύ σημαντικό:
Βαθμίδα ισοπαχών $\rightarrow$
βαροκλινική ζώνη στην
επιφάνεια $\rightarrow$
πιθανή θέση μετώπου!

Μεγαλύτερες τιμές ΔZ
 $\rightarrow$ Θερμός αέρας/στρώμα

00Z 24 Feb 2014 1000-500 hPa Thickness/Sea Level Pressure

University of Wyoming

500-1000 hPa thickness and mean sea
level pressure ECMWF



Εξάσκηση σε ισοπαχείς

- Αναγνωρίστε τον χάρτη
- Σημειώστε μια περιοχή που επικρατεί θερμός αέρας και μια περιοχή που επικρατεί ψυχρός αέρας
- Σημειώστε πιθανή θέση μετώπου
- Εντοπίστε trough και πιθανή θέση χαμηλού

Μεγαλύτερες τιμές ΔΖ
→ Θερμός αέρας

Μικρότερες τιμές ΔΖ
→ Ψυχρός αέρας

Βαθμίδα ισοπαχών →
Βαροκλινική ζώνη στην
επιφάνεια →
Πιθανή θέση μετώπου!

Τιμές ~ 5100-5400 gpm
Προσοχή μην τον μπερδεψω με
χάρτη 500 hPa

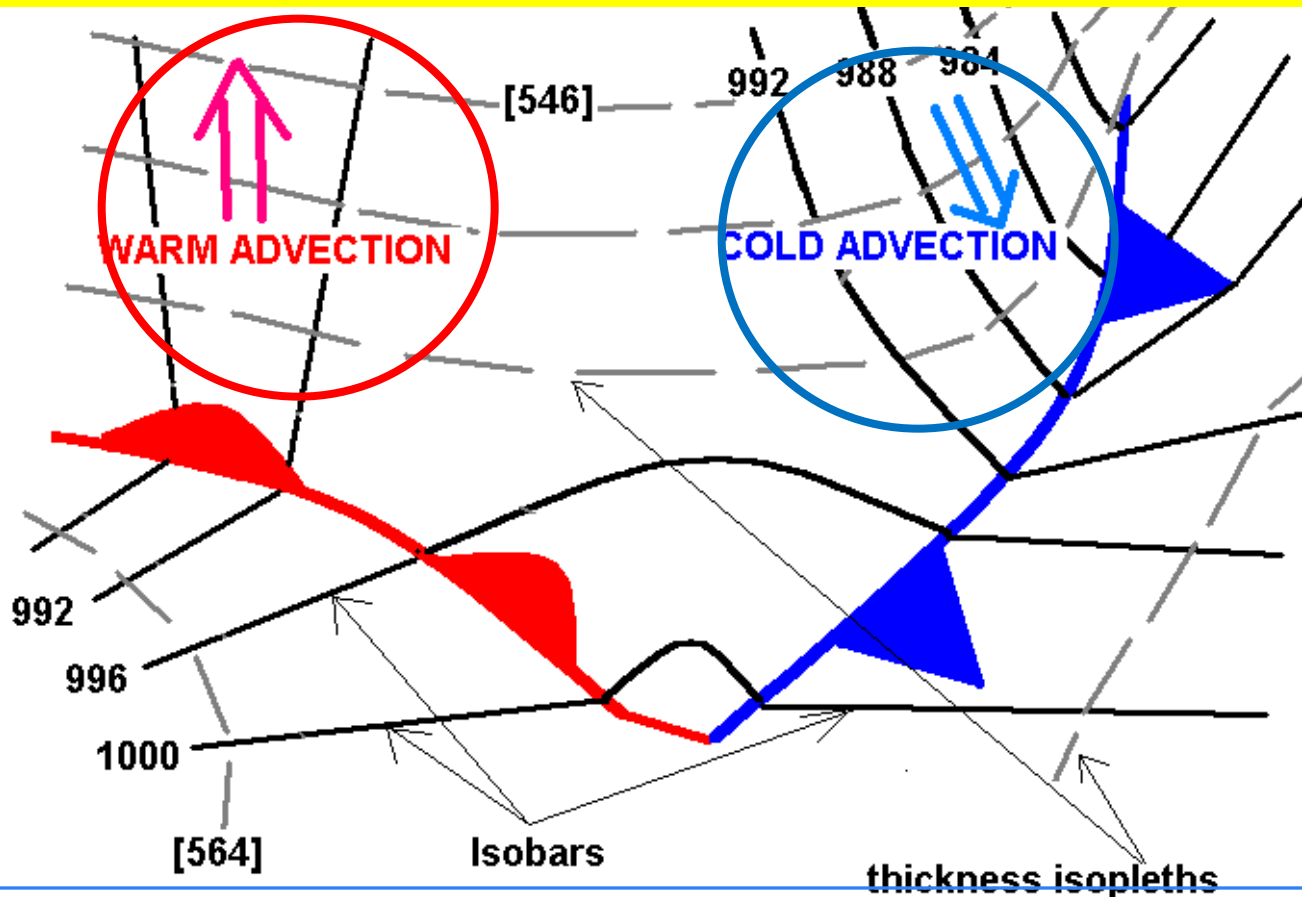
Trough ισοπαχών →
Ψυχρή εισβολή →
Πιθανό χαμηλό στην
επιφάνεια

Z 31 Dec 2014 1000-500 hPa Thickness/Sea Level Pressure

Παράδειγμα μεταφοράς θερμοκρασίας με τη βοήθεια ισοβαρών/ισοϋψών και ισοπαχών

ΙΣΟΠΑΧΕΙΣ=ΣΑΝ ΝΑ ΕΧΩ ΙΣΟΘΕΡΜΕΣ!!!

- Προσδιορίστε τη θερμική κατάσταση του στρώματος στα σημεία A και B
- Μπορεί να γίνει με τη βοήθεια του γεωστροφικού ανέμου στα 500hPa!!!

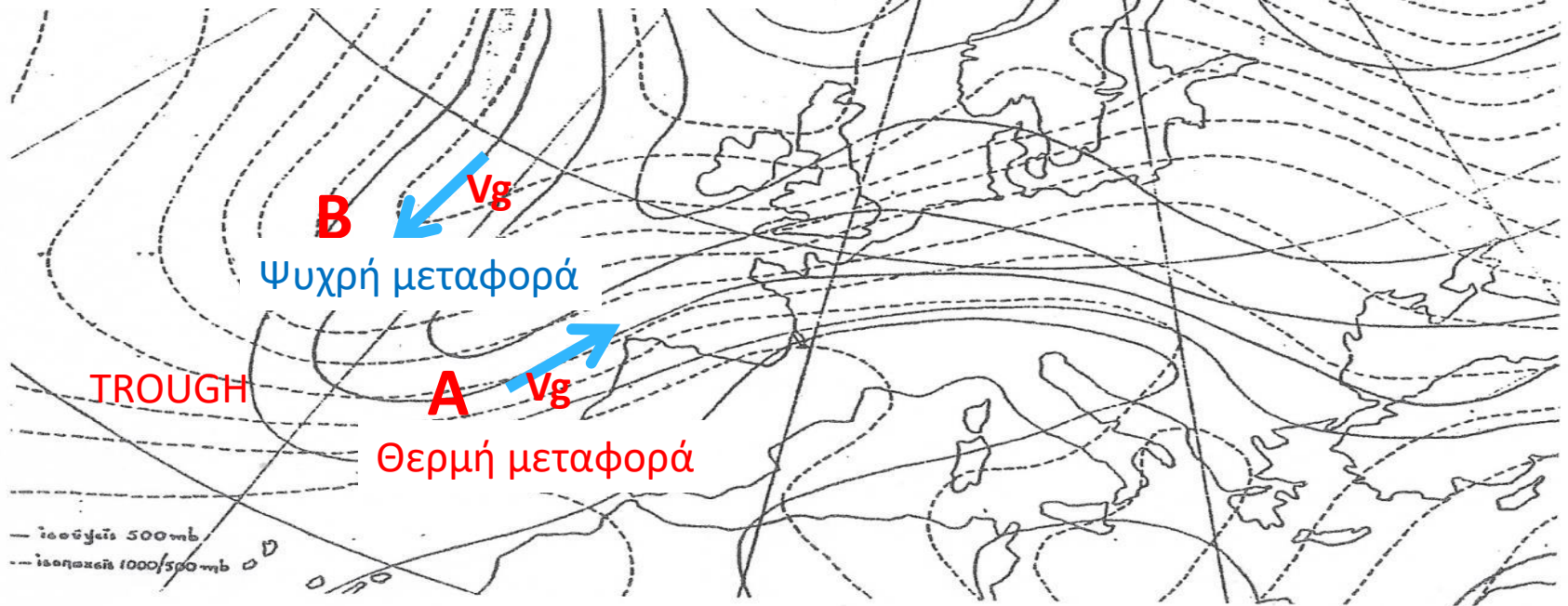


Εξάσκηση

ΠΡΟΣΟΧΗ!

Στο παράδειγμα οι τιμές ισοπαχών
μειώνονται προς τα βόρεια!!

Δηλαδή προς τα νότια πιο υψηλές τιμές/προς
τα βόρεια πιο χαμηλές τιμές ισοπαχών



Ισοϋψείς 500 hPa (σαν να είναι ισοβαρείς)

- - - - Ισοπαχείς 1000-500 hPa (σαν να είναι ισόθερμες)

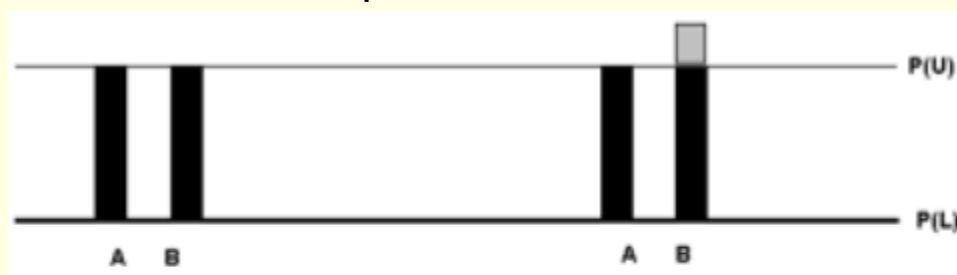
☐ Θερμικός άνεμος

Thermal wind

Θερμικός άνεμος V_T

- Δεν είναι άνεμος! Αντιπροσωπεύει την **κατακόρυφη διάτμηση του γεωστροφικού ανέμου** σε ένα στρώμα που ορίζεται από δύο ύψη μέσα στην τροπόσφαιρα και **οφείλεται στη οριζόντια θερμοβαθμίδα**

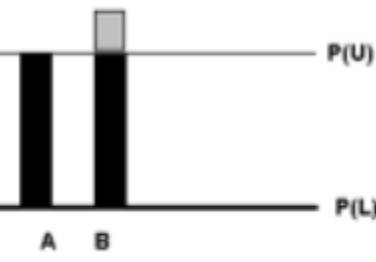
Δεν δημιουργείται V_T



$$T_A = T_B$$

$$P(L)_A = P(L)_B$$

Δημιουργείται V_T



$$T_A < T_B \text{ (ο αέρας στο B διαστέλλεται)}$$

$$P(U)_A < P(U)_B$$

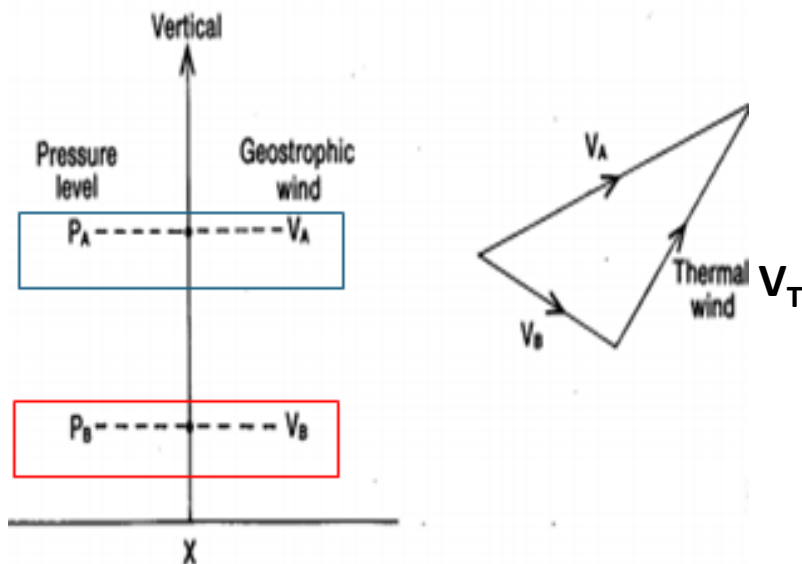
Θερμικός άνεμος V_T

Thermal wind

- Σύμφωνα με την αρχή της υδροστατικής ισορροπίας:
Για τη μεταβολή του γεωστροφικού καθ' ύψος πρέπει να υπάρχει οριζόντια θερμοβαθμίδα
- Επειδή σε ένα ισοβαρικό επίπεδο ο γεωστροφικός άνεμος είναι ανάλογος της βαθμίδας των ισουψών, ο θερμικός άνεμος μετράει την κατακόρυφη βαθμίδα των ισουψών μεταξύ δύο ισοβαρικών και σχετίζεται με τη μέση οριζόντια θερμοβαθμίδα του στρώματος

ΑΡΑ ο θερμικός άνεμος δείχνει αν σε έναν τόπο ο γεωστροφικός άνεμος μεταφέρει **θερμότερες ή **ψυχρότερες** αέριες μάζες**

Θερμικός άνεμος V_T



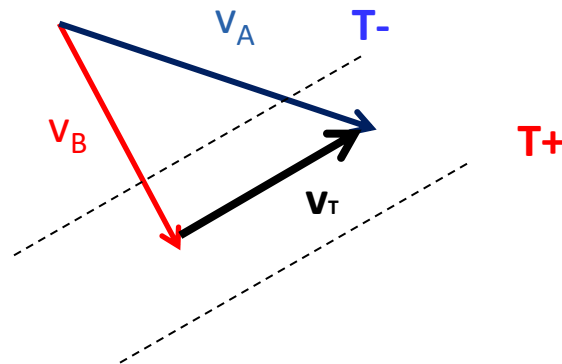
Θερμικός άνεμος:

Ορίζεται ως η διανυσματική διαφορά του γεωστροφικού ανέμου μεταξύ δύο ισοβαρικών επιπέδων P_A και P_B ($P_A < P_B$):

$$\vec{V}_T = \vec{V}_A - \vec{V}_B$$

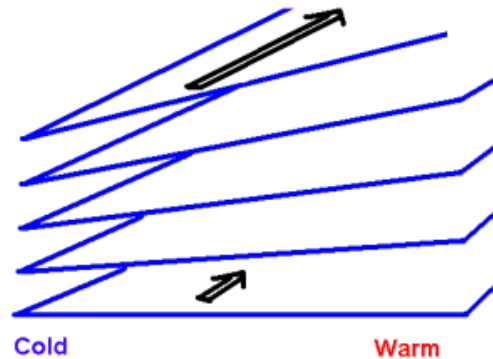
«Διεύθυνση» θερμικού ανέμου

Έχει «διεύθυνση» παράλληλη προς τις ισόθερμες (ή ισοπαχείς), έχοντας στα **δεξιά τις υψηλές τιμές**



Θερμικός άνεμος V_T

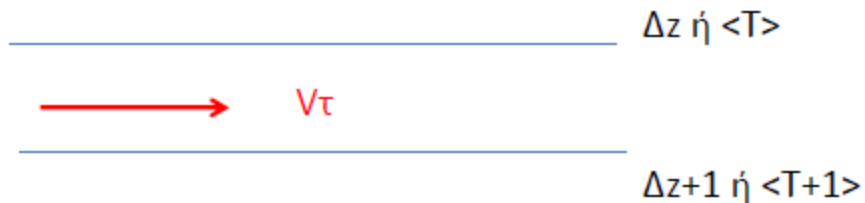
Αν υπάρχει μια οριζόντια κλίση της θερμοκρασίας, οι ισοβαρείς επιφάνειες είναι κεκλιμένες προς τα κάτω, από τις θερμές προς τις ψυχρές περιοχές. Η κλίση των ισοβαρών αυξάνει με το ύψος, και συνεπάγεται μια κατακόρυφη αύξηση στην οριζόντια μεταβολή της πίεσης και συνεπώς του γεωστροφικού ανέμου.



Ο θερμικός άνεμος είναι κάθετος στην οριζόντια θερμοβαθμίδα με την ψυχρή περιοχή προς τα αριστερά του διανύσματος του θερμικού ανέμου.

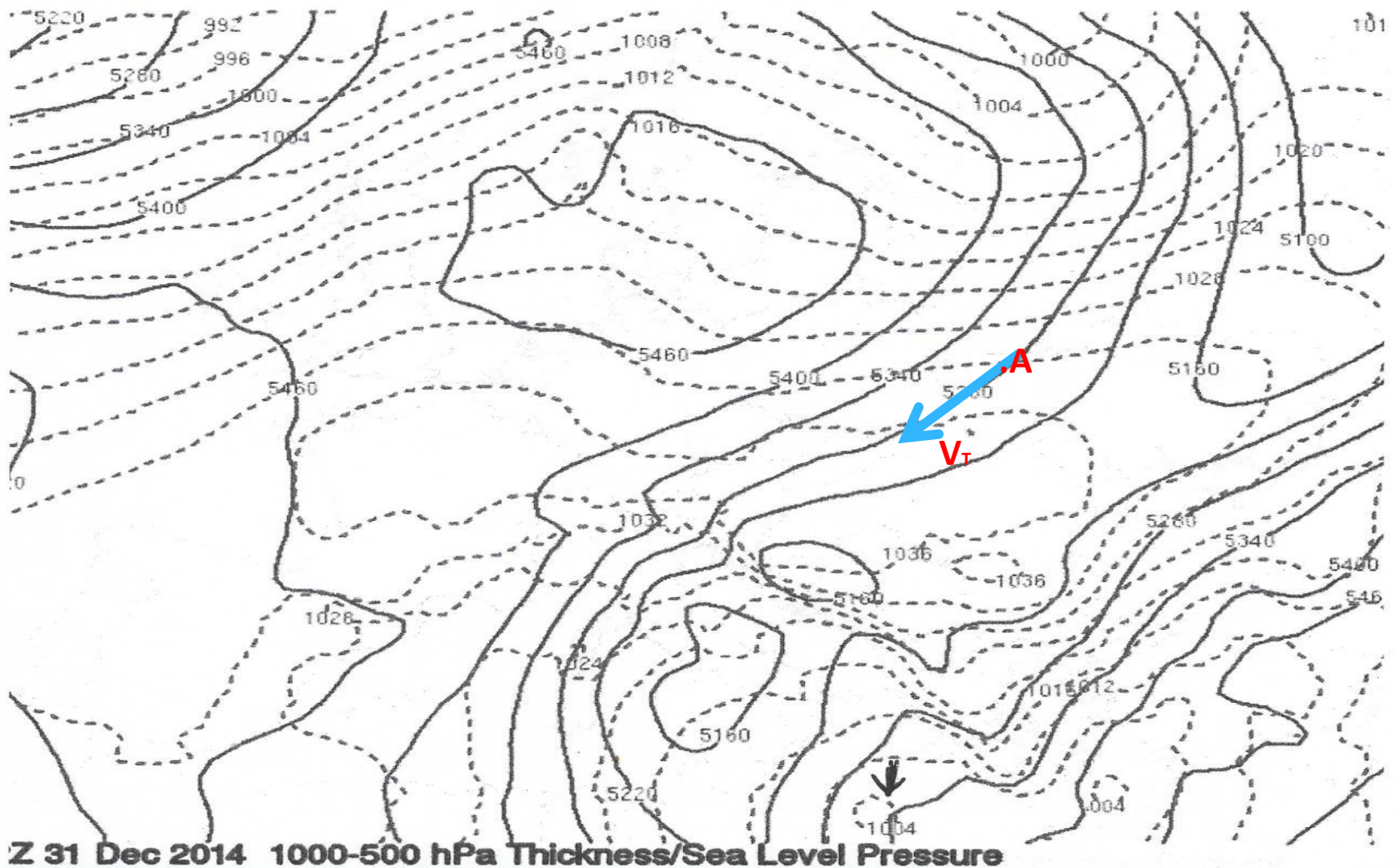
«Διεύθυνση» θερμικού ανέμου

Ο θερμικός άνεμος “πνέει” παράλληλα προς τις ισόθερμες (της μέσης θερμοκρασίας του στρώματος) ή τις ισοπαχείς έχοντας στα **δεξιά τις υψηλές τιμές**



Ο θερμικός άνεμος μας δείχνει αν σε έναν τόπο ο άνεμος μεταφέρει θερμότερες ή ψυχρότερες αέριες μάζες.

Εξάσκηση χάραξης θερμικού ανέμου σε χάρτη ισοπαχών (χάρτης Β)



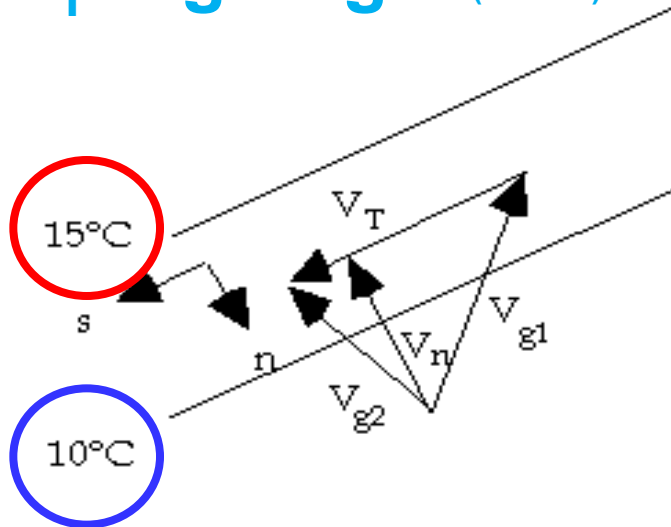
Θερμικός άνεμος V_T

Εκτίμηση θερμικής μεταφοράς

Είναι εφικτό να υπολογιστεί η **οριζόντια μεταφορά θερμοκρασίας** σε μία συγκεκριμένη περιοχή αποκλειστικά από τα δεδομένα της κατακόρυφης κατατομής του ανέμου προερχόμενα από μία ραδιοβόλιση.

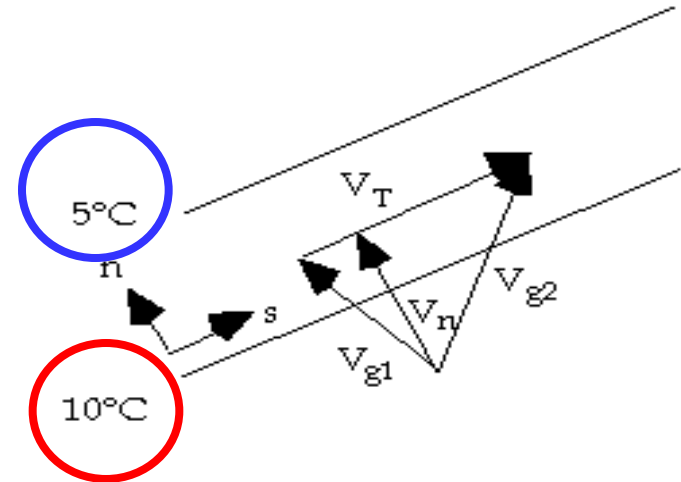
Παραδείγματα μεταφοράς θερμοκρασίας

$$\vec{V}_T = \vec{V}_{g2} - \vec{V}_{g1} \quad (H_2 > H_1)$$



- Οι άνεμοι στα 2 επίπεδα πνέουν από χαμηλές προς υψηλές θερμοκρασίες
- Στροφή με το ύψος του γεωστροφικού ανέμου αντίθετα στη φορά των δεικτών του ρολογιού (backing with height)

Ψυχρή μεταφορά



- Οι άνεμοι στα 2 επίπεδα πνέουν από υψηλές προς χαμηλές θερμοκρασίες
- Στροφή με το ύψος του γεωστροφικού ανέμου κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού (veering with height)

Θερμή μεταφορά

Μεθοδολογία σε οδογράφο κίνησης

Wind hodograph

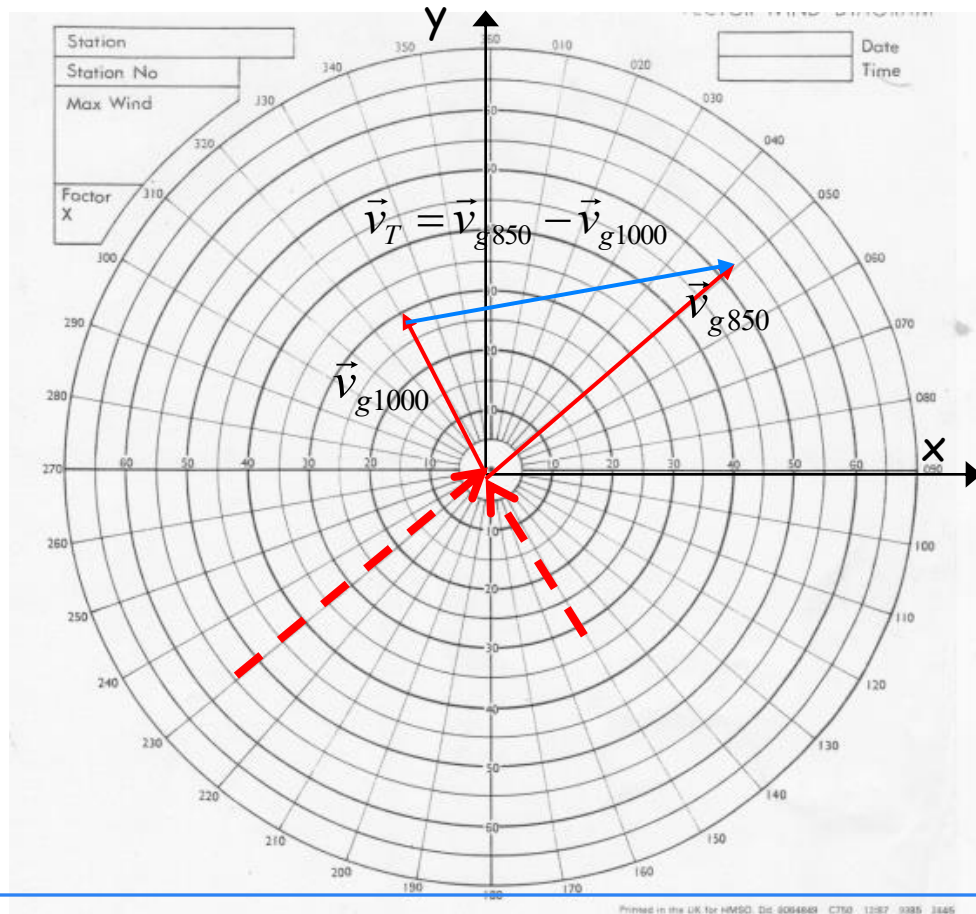
Odographs are used to plot winds from soundings of the Earth's atmosphere. It is a polar diagram where wind direction is indicated by the angle from the center axis and its strength by the distance from the center.

- Η **οδογράφος κίνησης** είναι ένα σύστημα πολικών συντεταγμένων, στο οποίο σημειώνονται οι άνεμοι στις διάφορες ισοβαρικές στάθμες.
- Γνωρίζοντας το **γεωστροφικό άνεμο** σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία σε **δύο διαφορετικά ύψη**, υπολογίζεται το **διάνυσμα του θερμικού ανέμου**
- Επομένως εντοπίζονται **που είναι οι ψυχρότερες και που οι θερμότερες αέριες μάζες**.
- Γνωρίζοντας τη φορά που πνέει ο άνεμος στα δύο ύψη, εκτιμάται η **θερμική μεταφορά** στο στρώμα που ορίζεται ο θερμικός άνεμος.

Παράδειγμα μεταφοράς θερμοκρασίας για 1000-850hPa

1. Στην οδογράφο

- Πλοτάρουμε το γεωστροφικό άνεμο στα 2 επίπεδα σύμφωνα με την ένταση και τη διεύθυνση που μας δίνεται ($V_{1000} = 150 \text{ deg}/30 \text{ kts}$, $V_{850} = 230 \text{ deg}/55 \text{ kts}$)

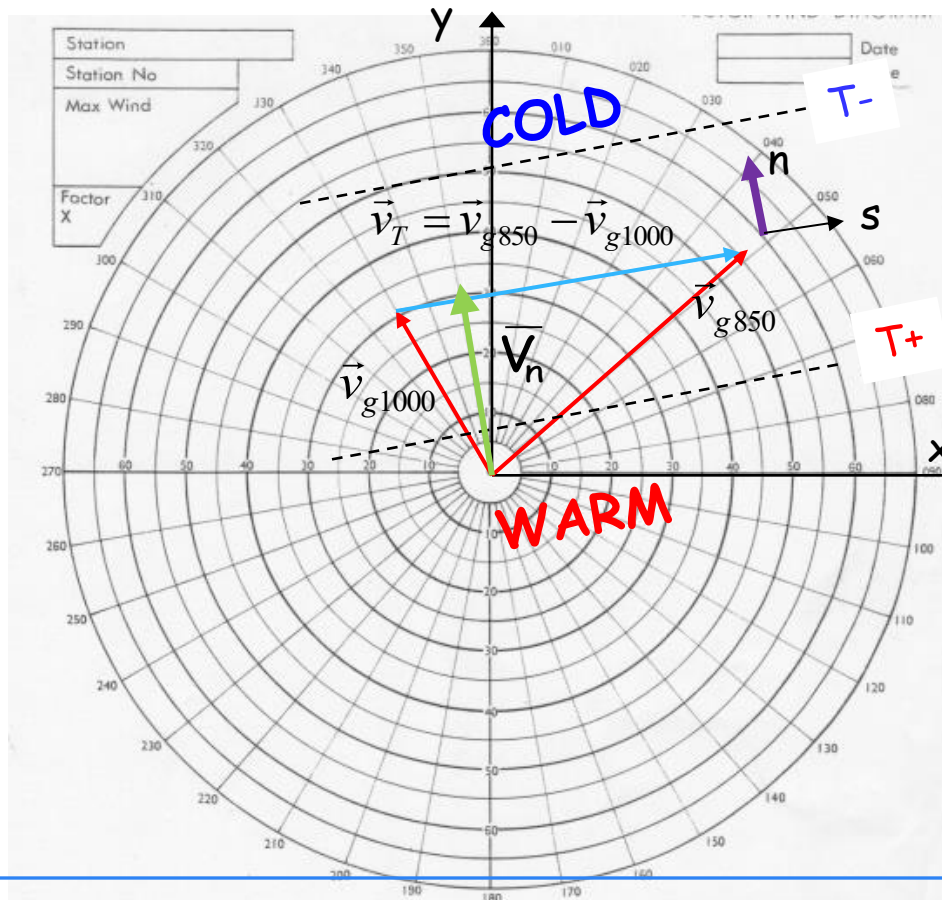


3. Συνεχίζοντας στην οδογράφο:

- Πλοτάρουμε το διάνυσμα $\bar{V}_n$, κάθετο στο θερμικό άνεμο

$$\bar{V}_n > 0$$

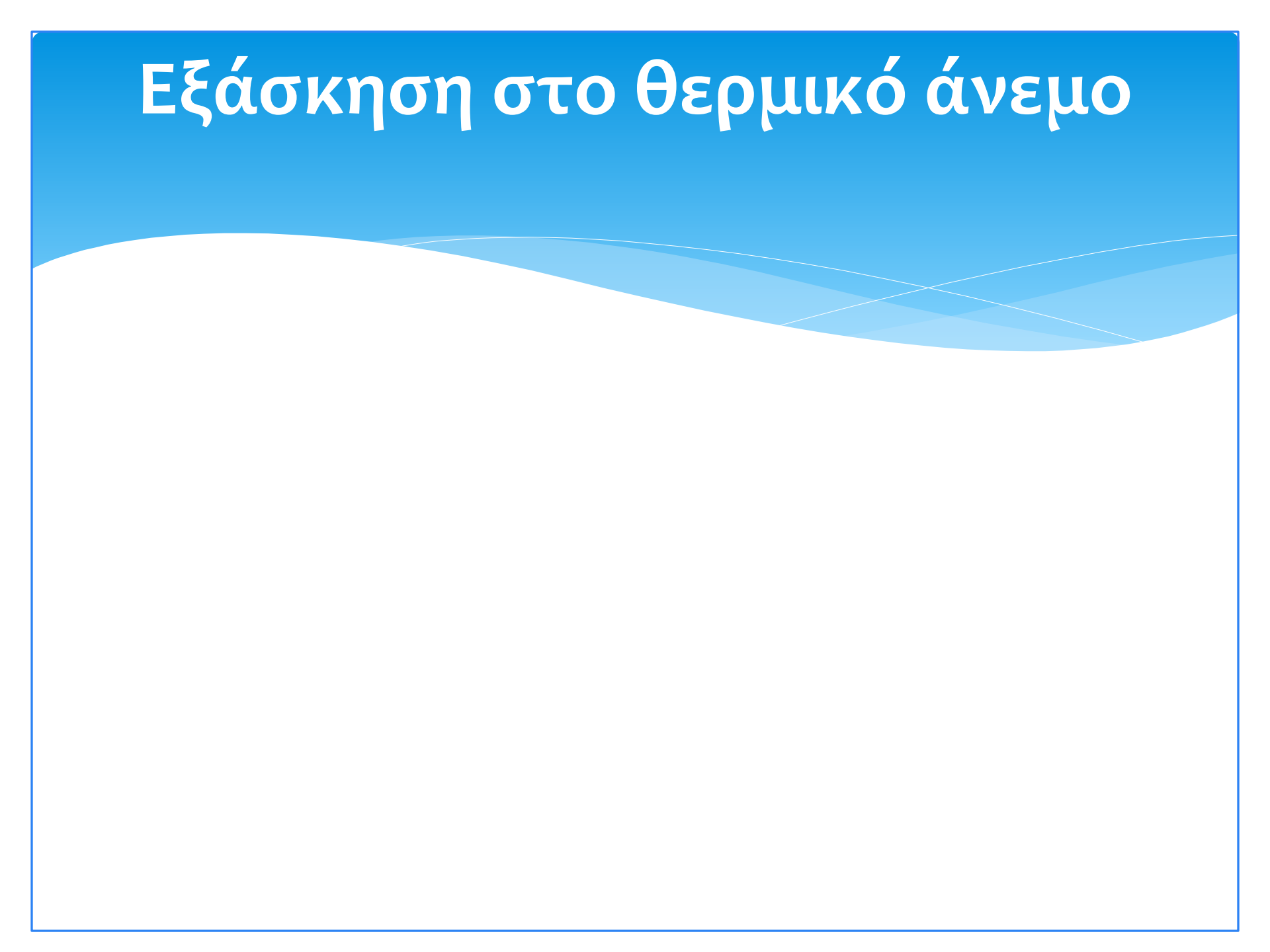
$$\frac{\partial \bar{T}}{\partial t} > 0$$



Θερμή μεταφορά!

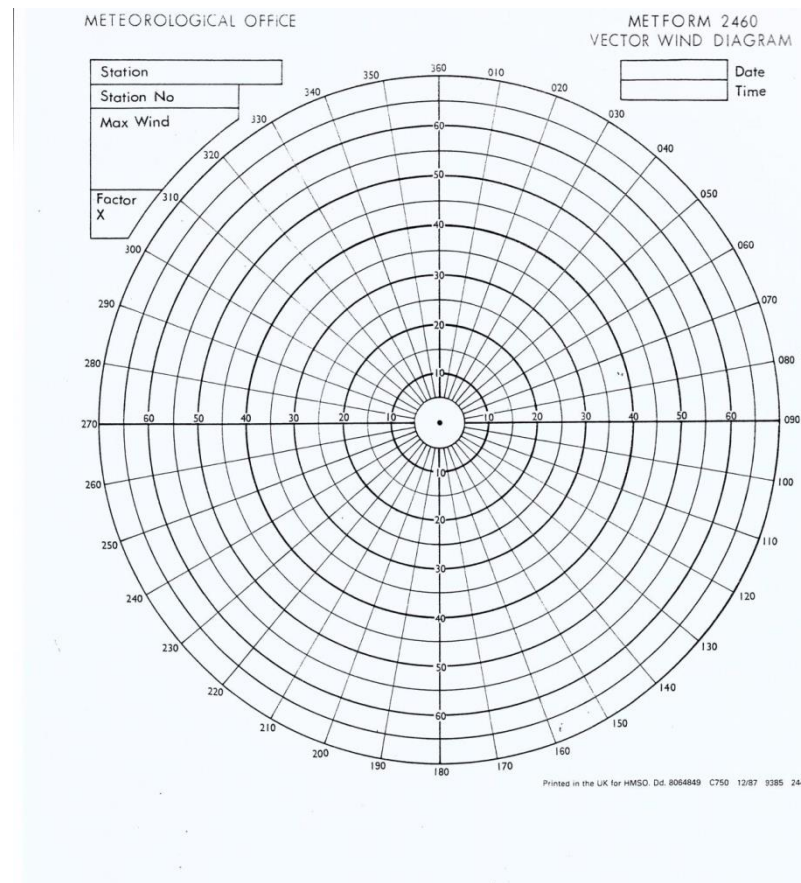
Στην αντίθετη
περίπτωση η
μεταφορά είναι
ψυχρή

Εξάσκηση στο θερμικό άνεμο

The background of the slide features a stylized landscape. The top portion is a solid blue sky. Below the sky, there are several overlapping, wavy white shapes that represent rolling hills or clouds. The bottom portion of the slide is a solid white area.

A. Στην οδογράφο κίνησης, βρείτε τη μεταφορά θερμοκρασίας που θα συμβεί στο στρώμα 900 hPa με 800 hPa, όταν:

- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 900 hPa έχει διεύθυνση 240deg και ταχύτητα 40 kts (20ms^{-1})
- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 800 hPa έχει διεύθυνση 300deg και ταχύτητα 60 kts / 30ms^{-1}



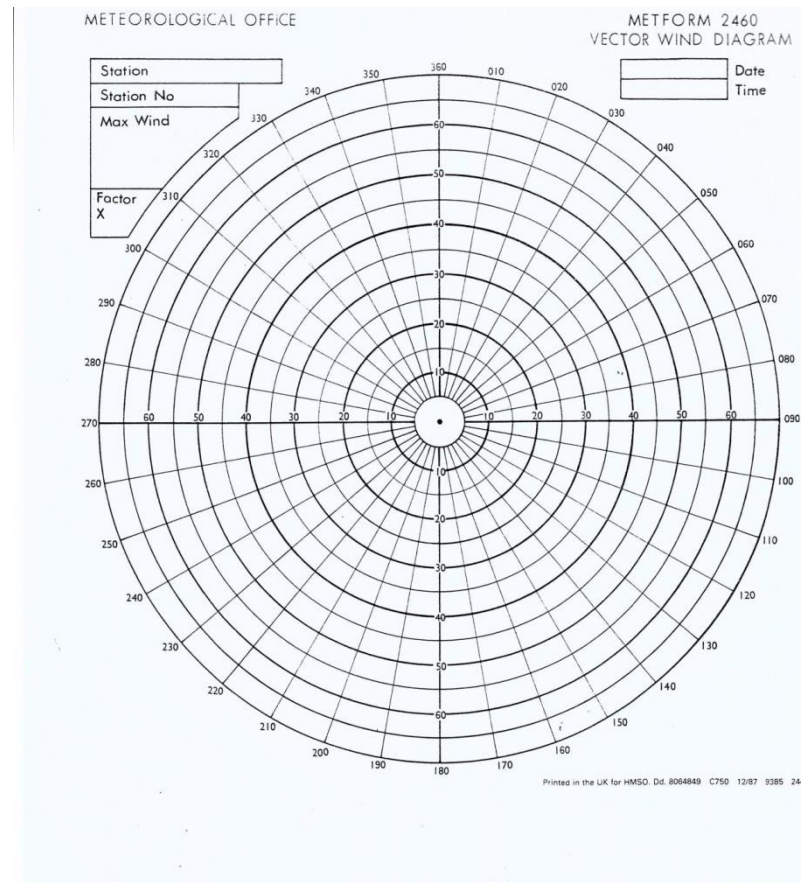
Α. Στην οδογράφο κίνησης, βρείτε τη μεταφορά θερμοκρασίας που θα συμβεί στο στρώμα 900 hPa με 800 hPa, όταν:

- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 900 hPa έχει διεύθυνση 240deg και ταχύτητα 40 kts (20ms^{-1})
- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 800 hPa έχει διεύθυνση 300deg και ταχύτητα 60 kts / 30ms^{-1}



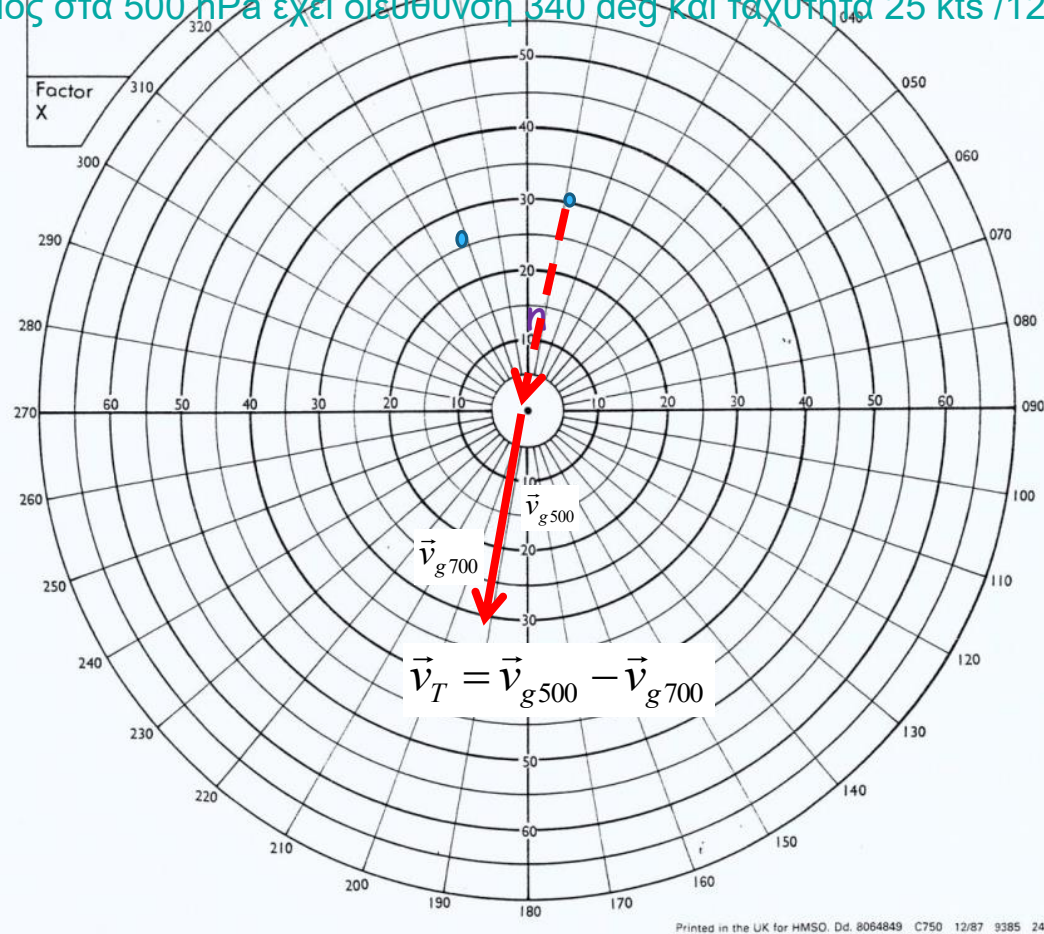
Β. Στην οδογράφο κίνησης, βρείτε τη μεταφορά θερμοκρασίας που θα συμβεί στο στρώμα 700 hPa με 500 hPa, όταν:

- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 700 hPa έχει διεύθυνση 10 deg και ταχύτητα 30 kts (15ms^{-1})
- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 500 hPa έχει διεύθυνση 340 deg και ταχύτητα 25 kts / 12.5ms^{-1}



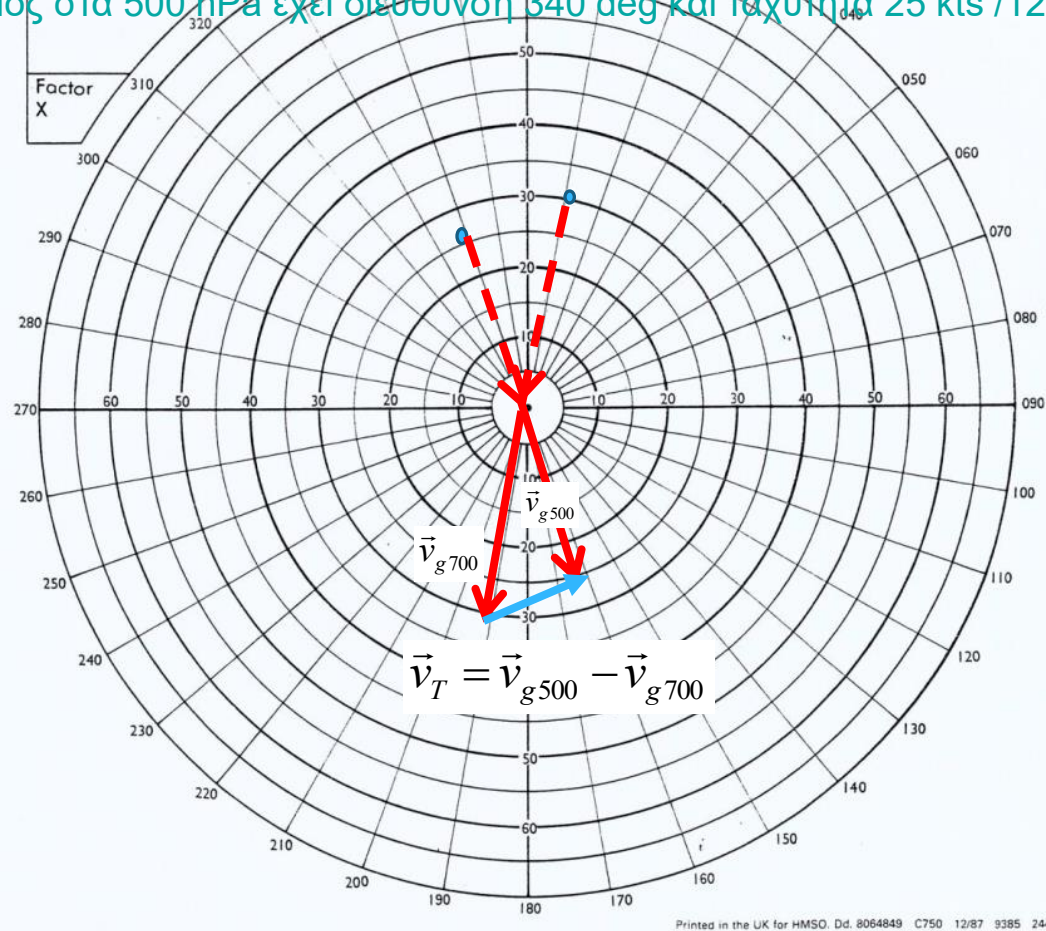
Β. Στην οδογράφο κίνησης, βρείτε τη μεταφορά θερμοκρασίας που θα συμβεί στο στρώμα 700 hPa με 500 hPa, όταν:

- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 700 hPa έχει διεύθυνση 10 deg και ταχύτητα 30 kts (15ms^{-1})
- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 500 hPa έχει διεύθυνση 340 deg και ταχύτητα 25 kts / 12.5ms^{-1}



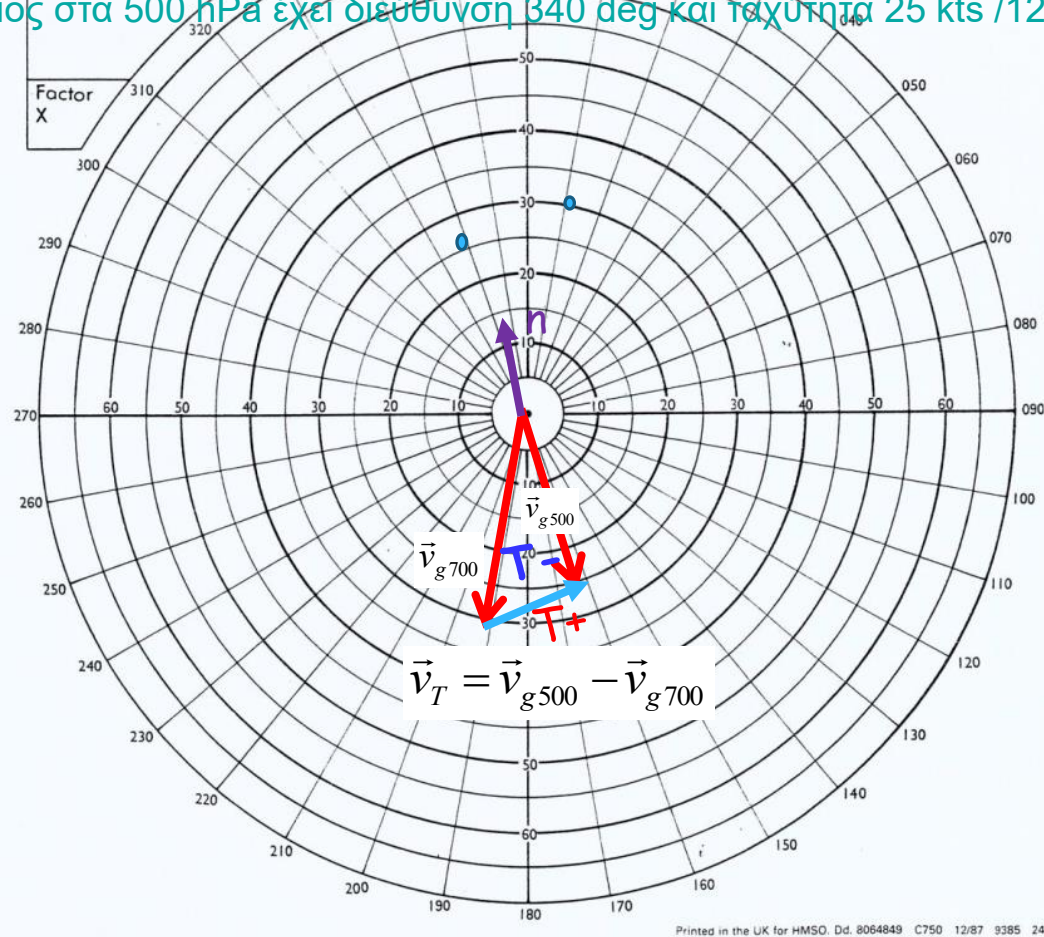
Β. Στην οδογράφο κίνησης, βρείτε τη μεταφορά θερμοκρασίας που θα συμβεί στο στρώμα 700 hPa με 500 hPa, όταν:

- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 700 hPa έχει διεύθυνση 10 deg και ταχύτητα 30 kts (15ms^{-1})
- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 500 hPa έχει διεύθυνση 340 deg και ταχύτητα 25 kts / 12.5ms^{-1}



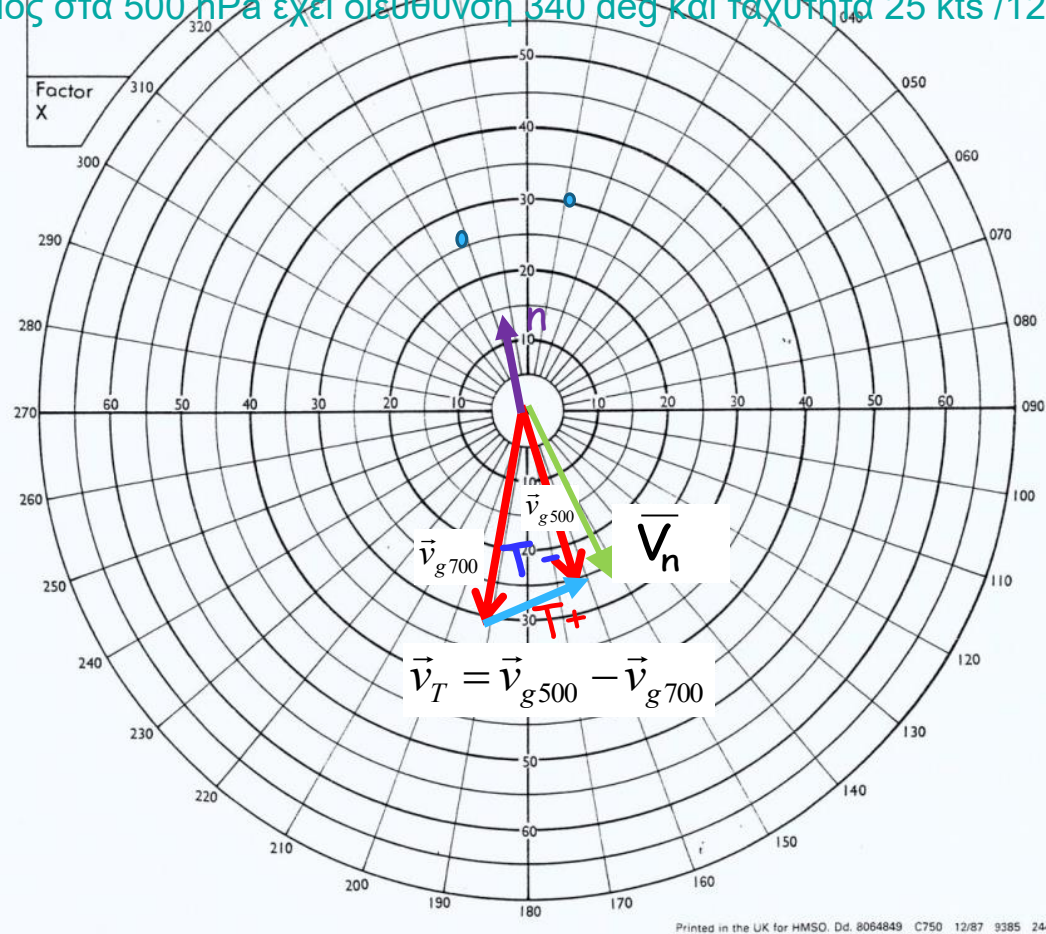
Β. Στην οδογράφο κίνησης, βρείτε τη μεταφορά θερμοκρασίας που θα συμβεί στο στρώμα 700 hPa με 500 hPa, όταν:

- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 700 hPa έχει διεύθυνση 10 deg και ταχύτητα 30 kts (15ms^{-1})
- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 500 hPa έχει διεύθυνση 340 deg και ταχύτητα 25 kts / 12.5ms^{-1}



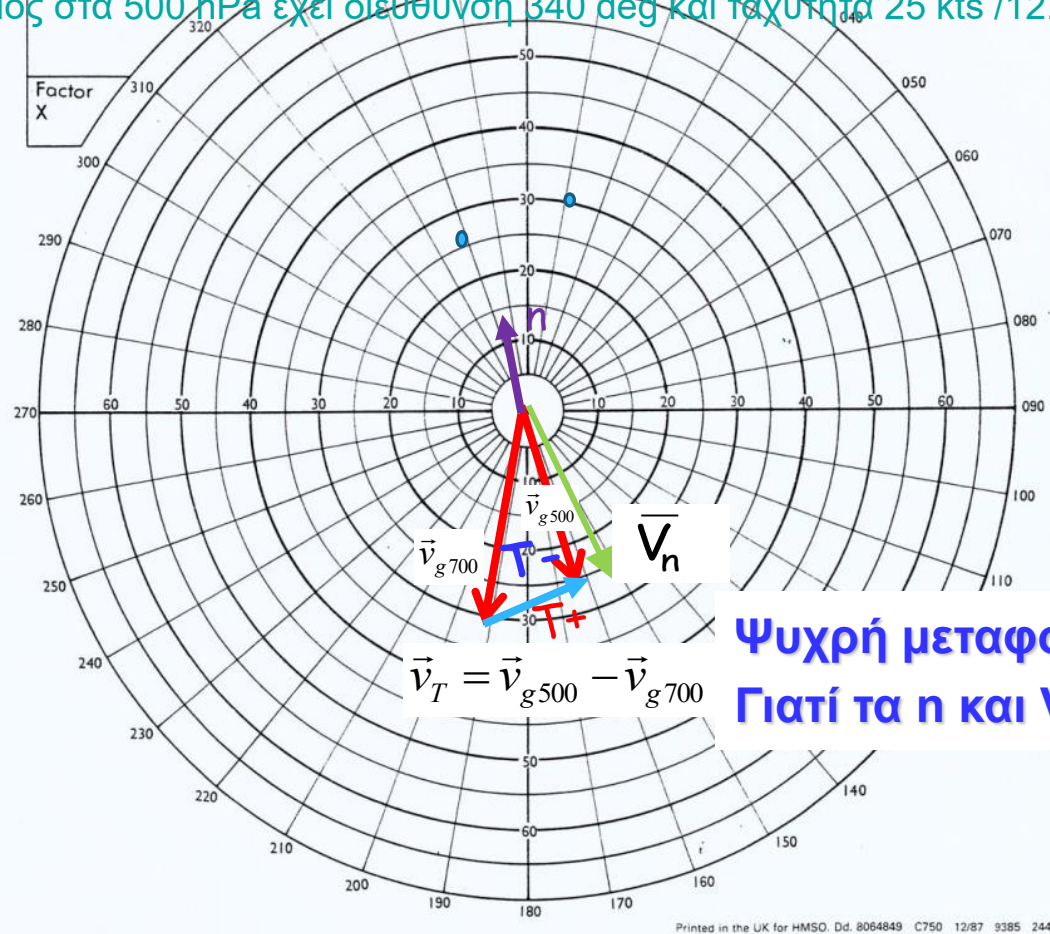
Β. Στην οδογράφο κίνησης, βρείτε τη μεταφορά θερμοκρασίας που θα συμβεί στο στρώμα 700 hPa με 500 hPa, όταν:

- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 700 hPa έχει διεύθυνση 10 deg και ταχύτητα 30 kts (15ms^{-1})
- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 500 hPa έχει διεύθυνση 340 deg και ταχύτητα 25 kts / 12.5ms^{-1}



Β. Στην οδογράφο κίνησης, βρείτε τη μεταφορά θερμοκρασίας που θα συμβεί στο στρώμα 700 hPa με 500 hPa, όταν:

- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 700 hPa έχει διεύθυνση 10 deg και ταχύτητα 30 kts (15ms^{-1})
- Ο γεωστροφικός άνεμος στα 500 hPa έχει διεύθυνση 340 deg και ταχύτητα 25 kts / 12.5ms^{-1}



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ❑ Εργαστηριακές Ασκήσεις Συνοπτικής Μετεωρολογίας, Χαρά Μιχαλοπούλου, Δέσποινα Δεληγιώργη (2016-2017)
- ❑ Met Link, Royal Meteorological Society – Weather for teachers in England, Scotland, Wales and N. Ireland
- ❑ ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ <http://www.hnms.gr/emy/el/>
- ❑ Το εγχειρίδιο του μετεωρολόγου προγνώστη, 2015. ΕΜΥ Δ. Ζιακόπουλος-Π. Φραγκούλη http://www.hnms.gr/emy/en/meteorology/components/HNMS_MeteorologistBook.pdf
- ❑ Μαθήματα Δυναμικής-Συνοπτικής Μετεωρολογίας, 1988, Γ. Κάλλος, Δ. Δεληγιώργη
- ❑ Εισαγωγή στη Φυσική της Ατμόσφαιρας και την Κλιματική Αλλαγή, Πέτρος Κατσαράδος, Ηλίας Μαυροματίδης (2015)
- ❑ Ατμοσφαιρικές διαταράξεις, Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ (http://www.geo.auth.gr/courses/gmc/gmc318y/xf/pdf/Geo_Systems.pdf)
- ❑ Συνοπτική και δυναμική μετεωρολογία, Ι. Πυθαρούλης
- ❑ Παραδόσεις Συνοπτικής Μετεωρολογίας, καθ. Έλενα Φλόκα