



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

—ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837—

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ



**ΠΜΣ Φυσικών Εφαρμογών
με ειδίκευση
στη Φυσική Περιβάλλοντος**

ANNA ΠΡΩΤΟΝΟΤΑΡΙΟΥ
aprot@phys.uoa.gr

Εισαγωγή στη μελέτη της ανώτερης ατμόσφαιρας



- ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΟ ΥΨΟΣ / **GEOPOTENTIAL HEIGHT**
- ΙΣΟΒΑΡΙΚΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ / **ISOBARIC SURFACE**
- ΙΣΟΨΕΙΣ/ **ISOHEIGHT LINES/ISOHYPSES**
- ΧΑΡΤΕΣ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ/ **UPPER LEVEL MAPS**
- ΡΑΔΙΟΒΟΛΙΣΗ/ **RADIOSONDE**
- ΧΑΡΤΗΣ 850HPA/ **850HPA UPPER LEVEL MAP**
- ΧΑΡΤΗΣ 700HPA/ **700HPA UPPER LEVEL MAP**

Το γεωδυναμικό ύψος Z

*geopotential height

$$Z = \frac{1}{g_0} \int_0^z g dz$$

g_0 =η μέση επιτάχυνση της βαρύτητας (9.8 ms^{-2})

Μονάδα μέτρησης:

- gpm (γεωδυναμικό μέτρο)
- gpdam (γεωδυναμικό δεκάμετρο)
- [1 gpdam = 10 gpm]

Το Z διαφοροποιείται μέσα στην τροπόσφαιρα και για διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη διότι:

- Η επιτάχυνση της βαρύτητας g αλλάζει με το γεωγραφικό πλάτος!
 ↗ Στους πόλους $g_p=9.83 \text{ m/s}^2$
 ➔ Στον ισημερινό $g_{io}=9.78 \text{ m/s}^2$
- Το g αλλάζει και με το ύψος!

Μεταβολή του γεωδυναμικού ύψους μέσα στην ατμόσφαιρα *geopotential height

Τυπικές τιμές γεωμετρικού ύψους (z) και αντίστοιχου γεωδυναμικού ύψους (Z) και επιτάχυνσης της βαρύτητας (g) στις 40° γεωγραφικό πλάτος

z (km)	Z (km)	g (m s ⁻²)
0	0	9.81
1	1.00	9.80
10	9.99	9.77
100	98.47	9.50
500	463.6	8.43

$$Z \text{ (km)} \approx z \text{ (km)}$$

- Πρακτικά, στην τροπόσφαιρα το **γεωδυναμικό μέτρο** αντιστοιχεί στο **γεωμετρικό μέτρο**, διορθωμένο ως προς τις μεταβολές της βαρύτητας λόγω ύψους και γεωγραφικού πλάτους
- Επομένως το **Z** χρησιμοποιείται σαν κατακόρυφη συντεταγμένη

Ισοβαρικές επιφάνειες isobaric surfaces

- Επιφάνειες με σταθερή ατμοσφαιρική πίεση, στις οποίες πλοτάρεται το γεωδυναμικό ύψος Z geopotential height

Ισοβαρικές
επιφάνειες(mb)

☐ Μέσο ύψος (m) Mean altitude

1000	120
<u>850</u>	1,460
<u>700</u>	3,000
<u>500</u>	5,600
<u>300</u>	9,180
200	11,800
100	16,200

Μαθηματική έκφραση του ύψους μιας ισοβαρικής επιφάνειας

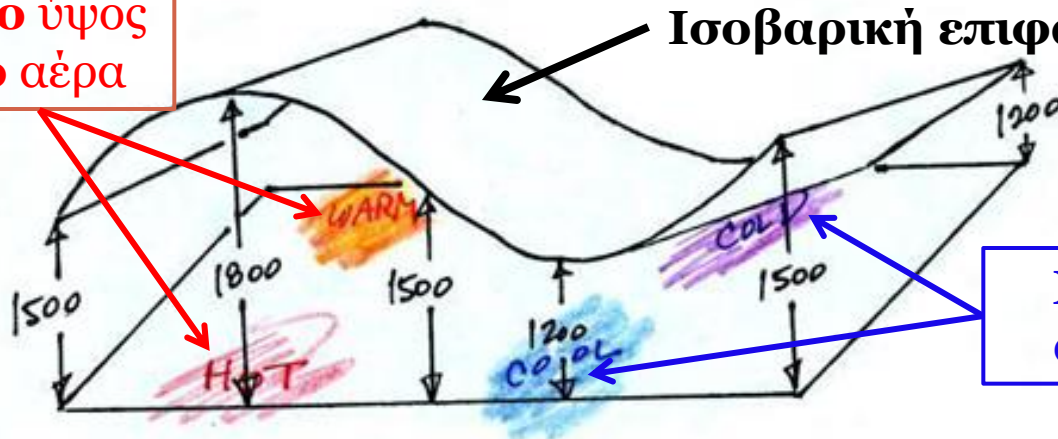
$$Z = \frac{R\bar{T}}{g} \ln \frac{P_1}{P_2}$$

- Το ύψος της ισοβαρούς επιφάνειας εξαρτάται από τη μέση θερμοκρασία του στρώματος ανάμεσα στην επιφάνεια και την ισοβαρική επιφάνεια

Ισοβαρείς και κατανομή θερμοκρασίας

isobaric surfaces and temperature distribution

Μεγαλύτερο ύψος
στον θερμό αέρα



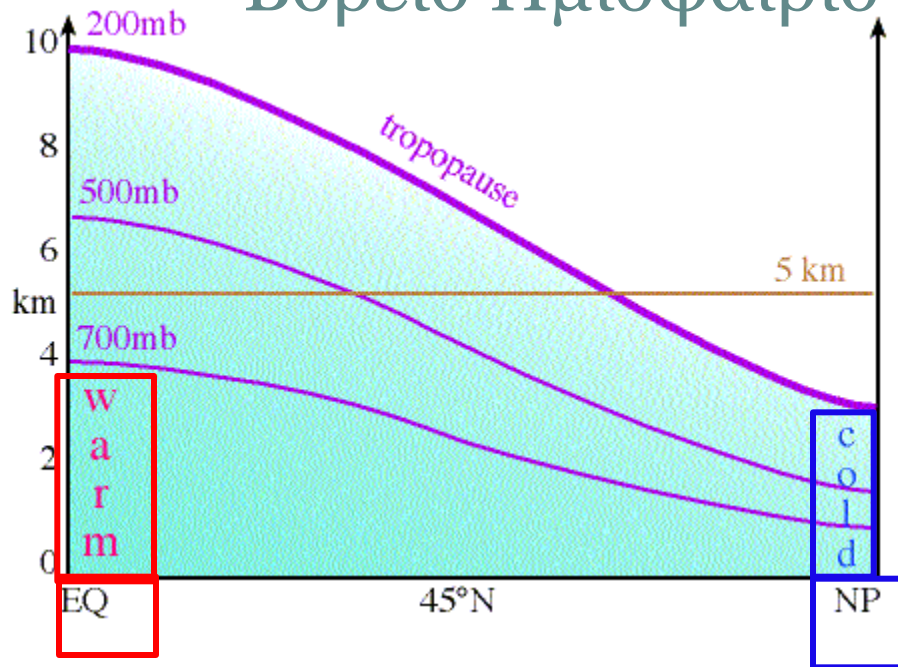
Ισοβαρική επιφάνεια (850 hPa)

Μικρότερο ύψος
στον ψυχρό αέρα

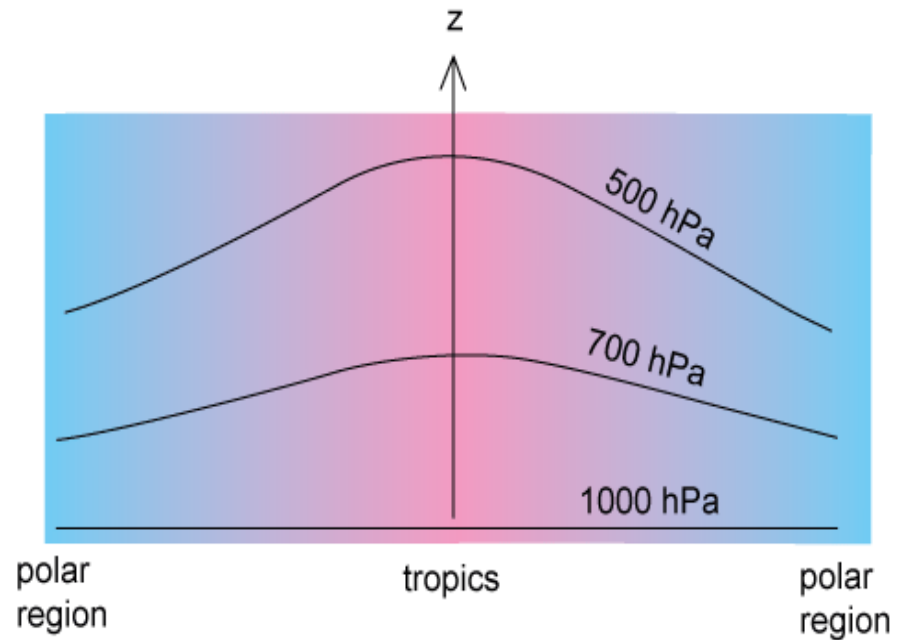
Μεταβολή ύψους ισοβαρικών επιφανειών με τη θερμοκρασία

Northern Hemisphere

Βόρειο Ημισφαίριο



Όλη η Ατμόσφαιρα

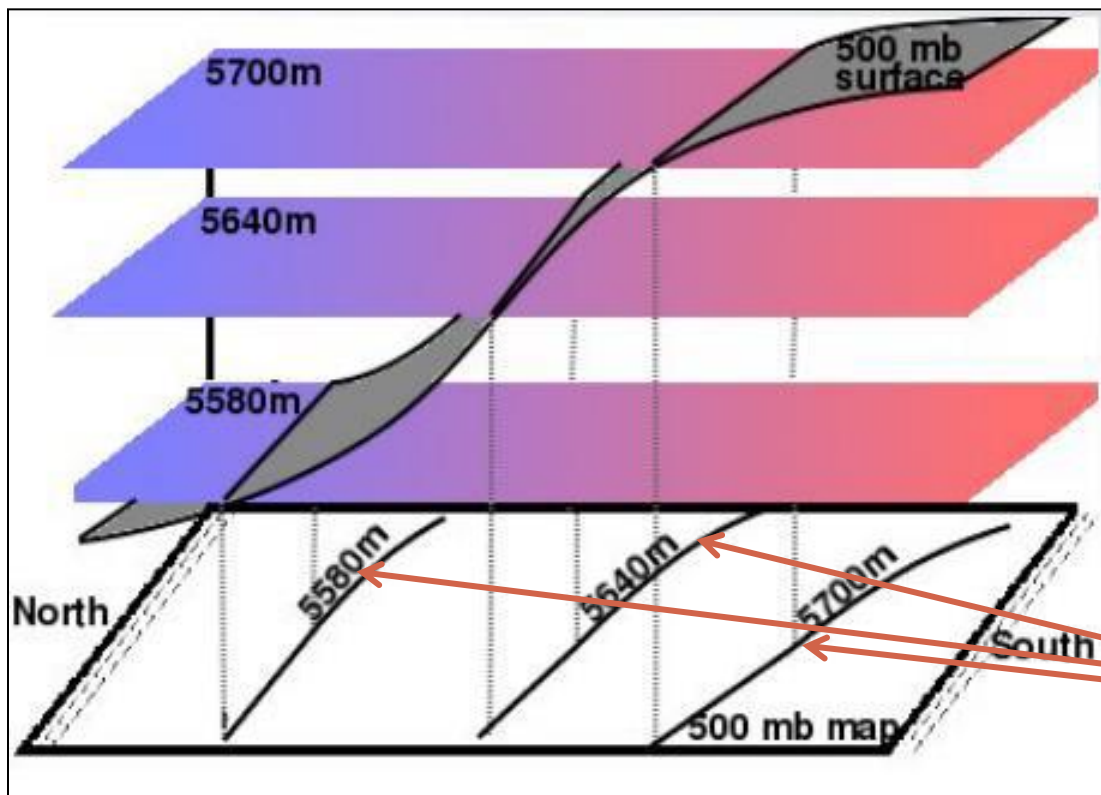


Μεγαλύτερο ύψος των ισοβαρών στον ισημερινό σε σχέση με τους πόλους

Ισοβαρικές επιφάνειες και Ισοϋψείς

Εάν τμήσουμε μια ισοβαρική επιφάνεια με οριζόντια επίπεδα →

προκύπτουν καμπύλες και ονομάζονται **ΙΣΟΨΕΙΣ** **isoheight lines/isohypses**

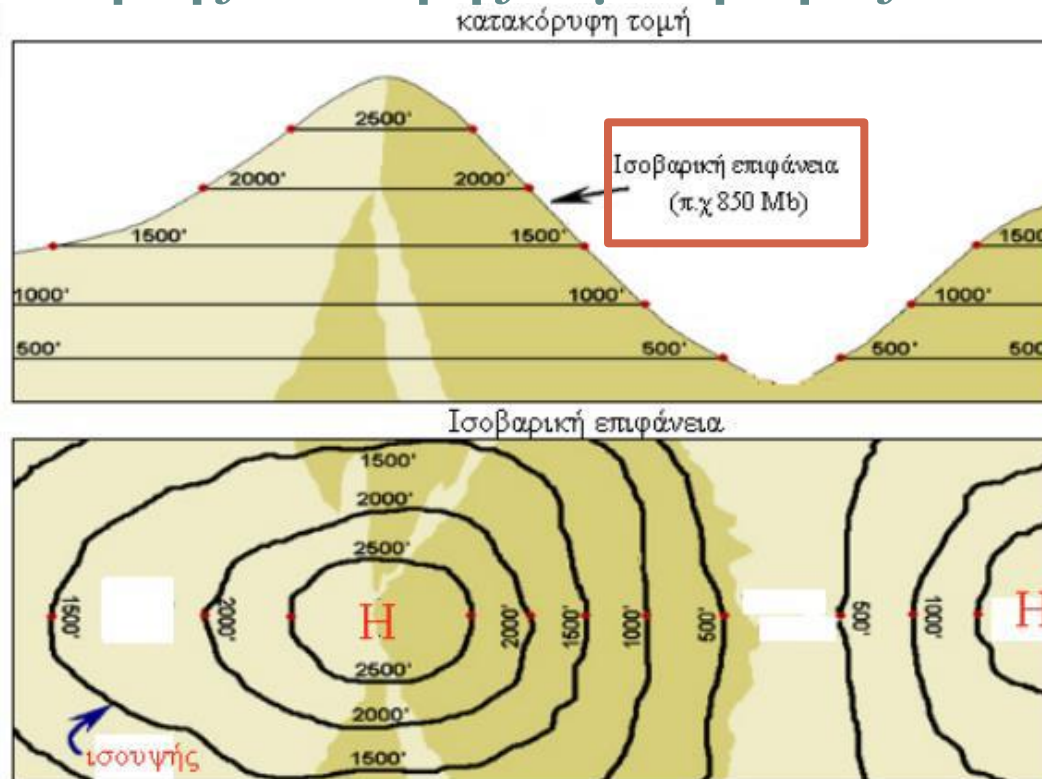


Ισοϋψείς στην ισοβαρική
επιφάνεια των 500 hPa

Ισοϋψείς καμπύλες

isoheight lines/isohypsers

- Ενώνουν τους τόπους στους οποίους μία ισοβαρική επιφάνεια βρίσκεται στο ίδιο ύψος
- Προβάλλονται σε μια ισοβαρική επιφάνεια και ο χάρτης που προκύπτει ονομάζεται **Χάρτης Ανώτερης Ατμόσφαιρας**



**Χάρτης
Ανώτερης
Ατμόσφαιρας
των 850 hPa**

Βασικοί χάρτες ανώτερης ατμόσφαιρας

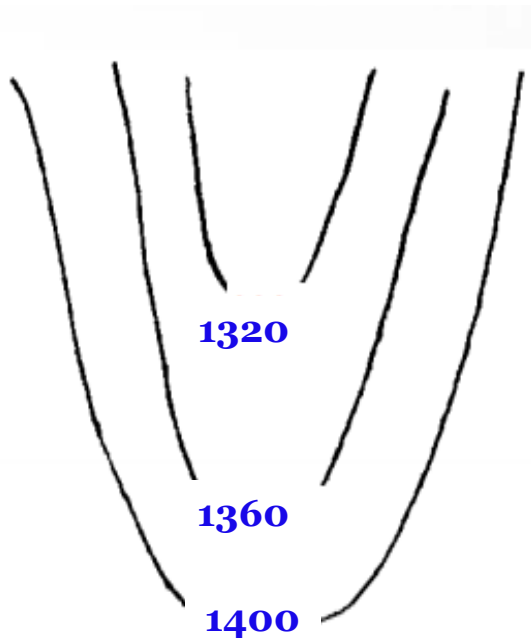
Upper level maps

850 hPa - 700 hPa - 500 hPa - 300 hPa

Δίνουν την ίδια πληροφορία με τους χάρτες ίσου ύψους:

- **Χαμηλό γεωδυναμικό ύψος** σε ισοβαρικές επιφάνειες αντιστοιχούν σε **χαμηλές πιέσεις** σε χάρτες ίσου ύψους
- Μορφή ισοϋψών καμπύλων ίδια με τη μορφή των ισοβαρών
- **Κλειστές** και **ανοιχτές** καμπύλες

Trough = Αυλώνας/σκάφη



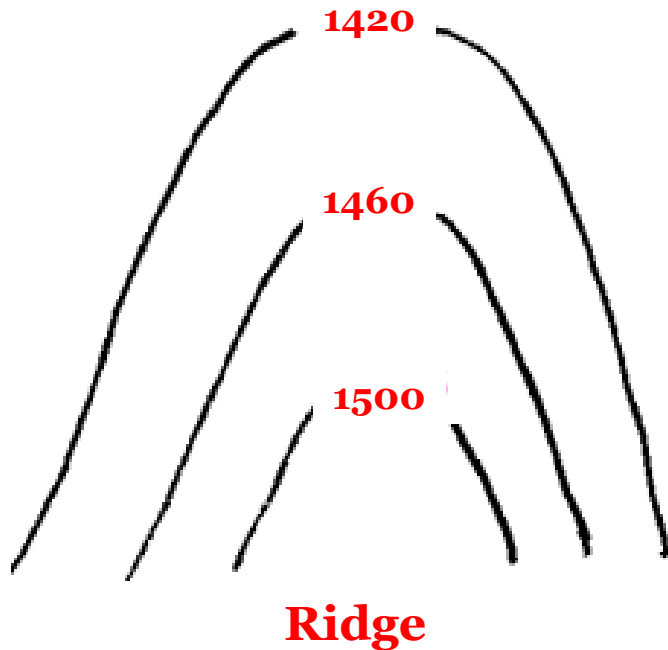
Trough

- Στους χάρτες φαίνεται σαν γλώσσα ισοϋψών με γεωδυναμικό ύψος που ελαττώνεται προς το κέντρο
- Κατά αντιστοιχία με τις ισοβαρείς στην επιφάνεια, πυκνές ισοϋψείς δείχνουν ισχυρότερο άνεμο σε σχέση με γειτονικές περιοχές με αραιότερες ισοϋψείς
- Πολλές φορές μία μεγάλη γλώσσα (long wave trough) περικλείει στις περιφερειακές καμπύλες και άλλες μικρότερες δευτερεύουσες και αβαθέστερες υφέσεις (short wave trough)

**Ψυχρή εισβολή στην ανώτερη ατμόσφαιρα →
Συνδέεται με μία trough**

**Cold intrusion in Upper atmosphere
→ Trough**

Ridge = Σφήνα έξαρσης

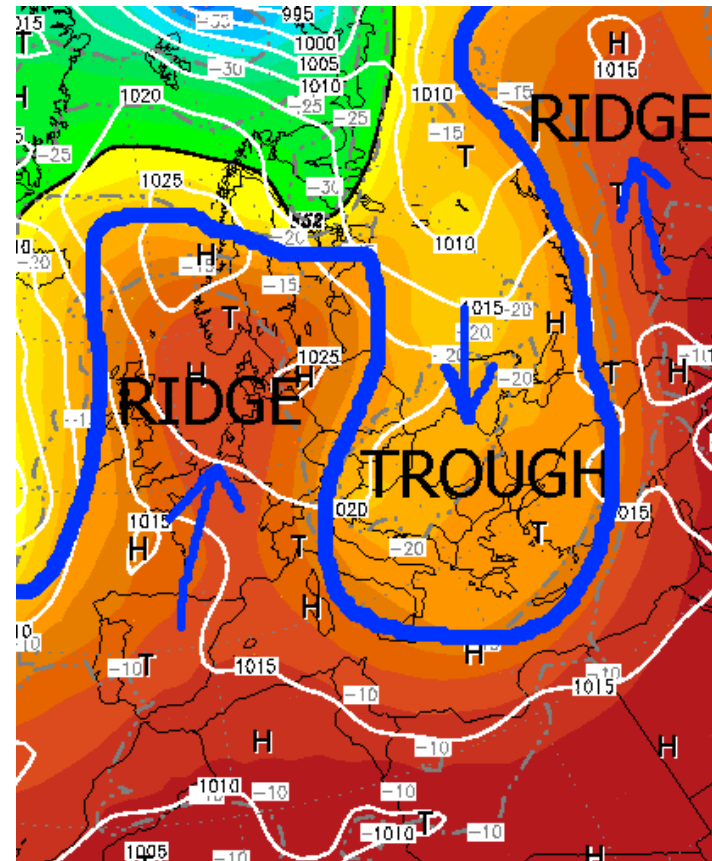
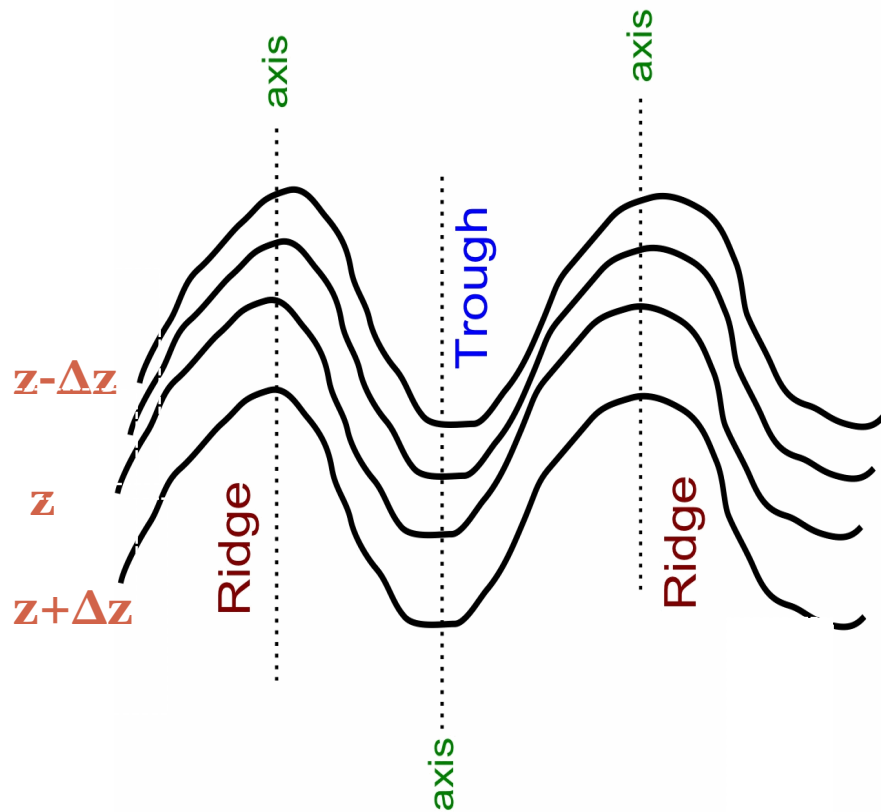


- Στους χάρτες φαίνεται σαν γλώσσα **ισοϋψών** με γεωδυναμικό ύψος που αυξάνει προς το κέντρο
- Πυκνές ισοϋψείς δείχνουν ισχυρότερο άνεμο σε σχέση με γειτονικές αραιότερες ισοϋψείς
- Οι **ισοϋψείς** επιμηκύνονται προς μία ορισμένη κατεύθυνση

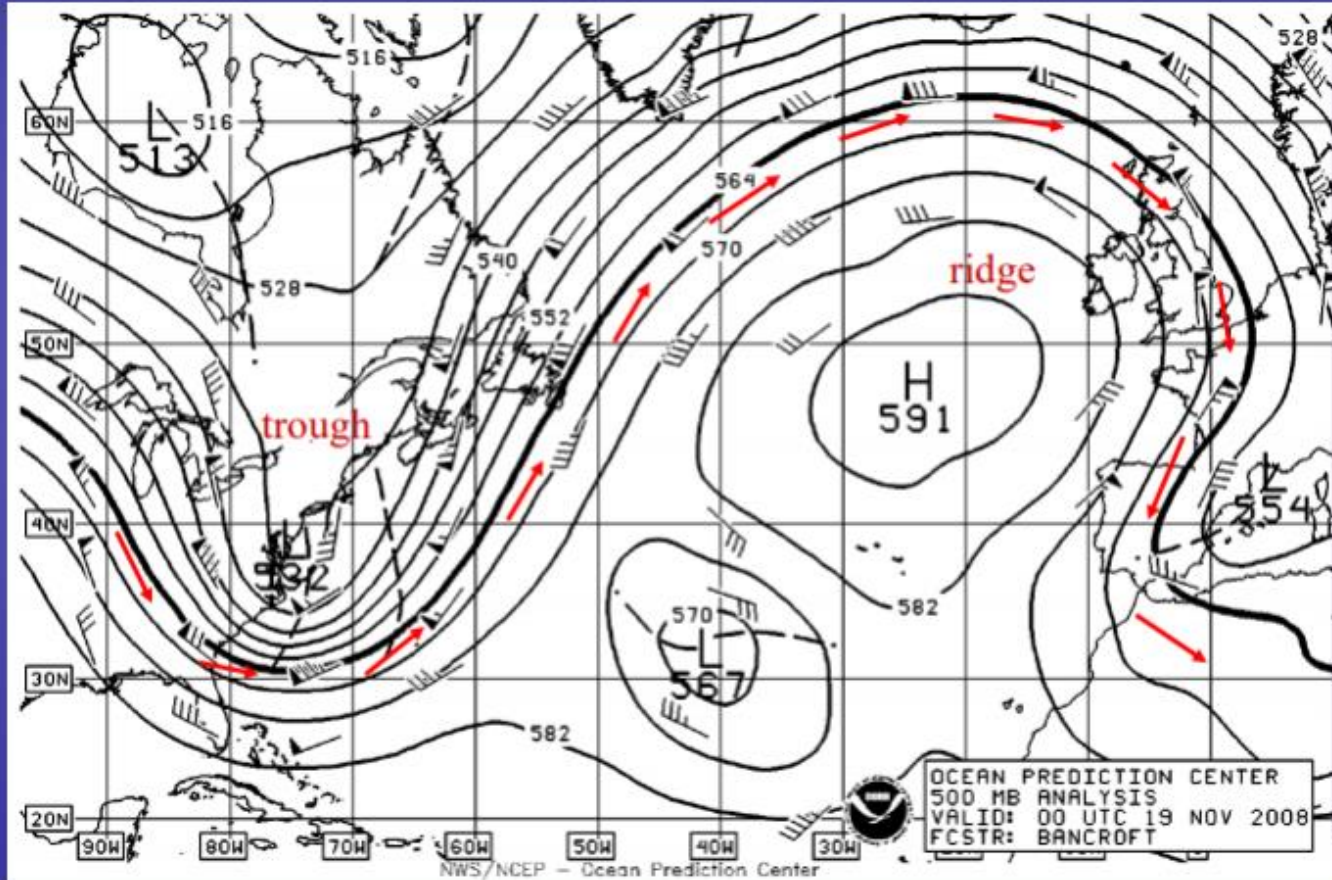
Σφήνα θερμού αέρα ή θερμή
εισβολή στην ανώτερη ατμόσφαιρα
→ Συνδέεται με μία ridge

Warm intrusion in Upper atmosphere
→ Ridge

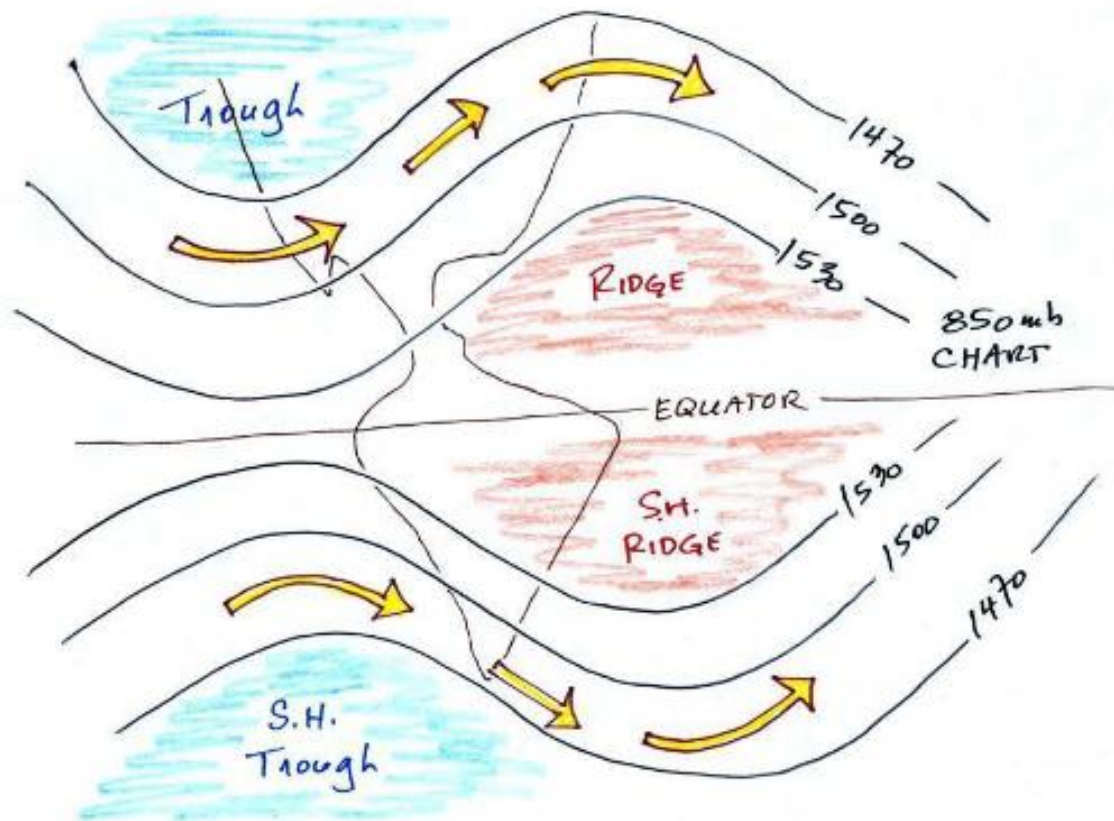
Μορφές ισοϋψών σε χάρτες ανώτερης ατμοσφαιρας



Μορφές ισοϋψών σε χάρτες ανώτερης ατμοσφαιρας



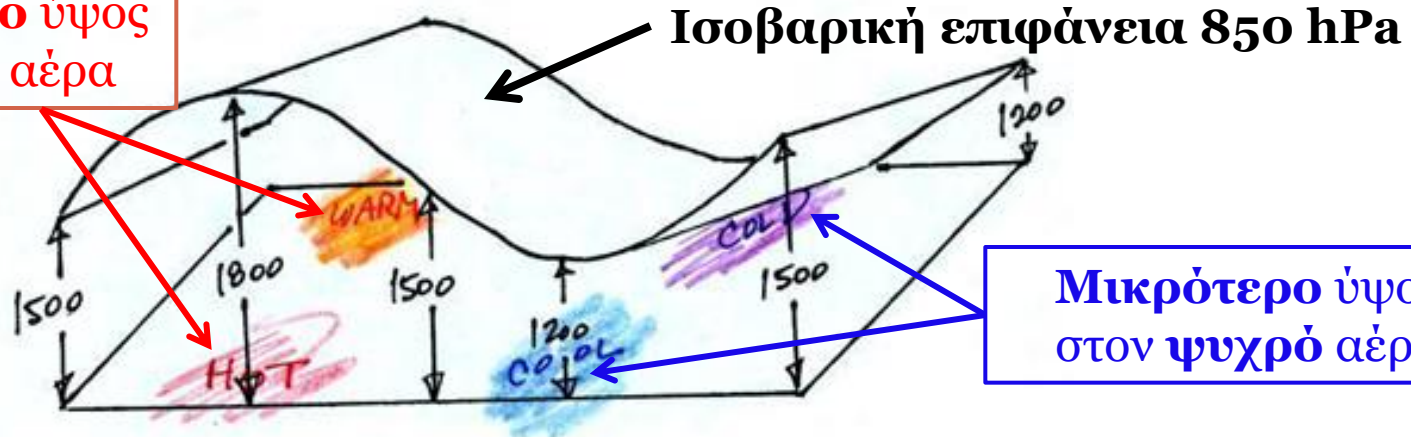
Σύγκριση συστημάτων στο Βόρειο και Νότιο Ημισφαίριο



Ισοϋψείς και κατανομή θερμοκρασίας

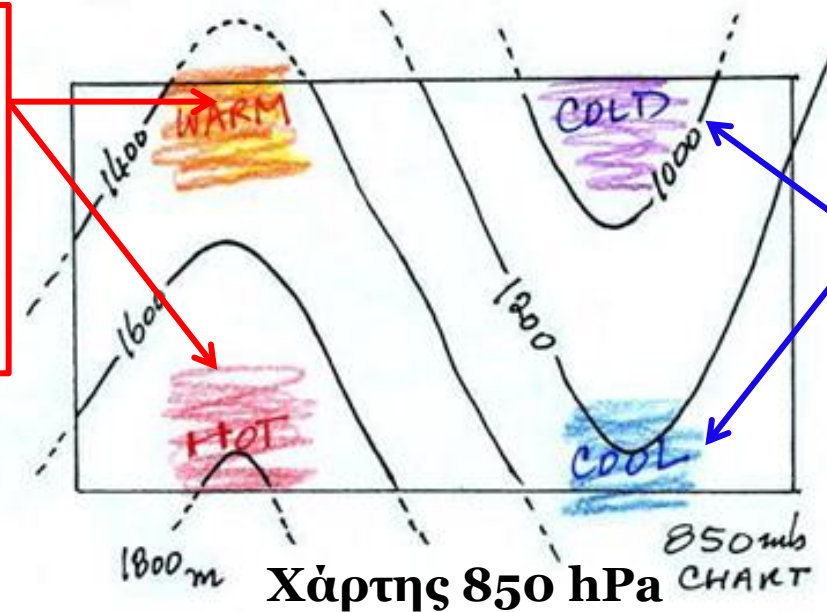
isoheight lines/isohypsers and temperature distribution

Μεγαλύτερο ύψος
στο θερμό αέρα



Μικρότερο ύψος
στον ψυχρό αέρα

Μεγάλες
τιμές
ισοϋψών →
Θερμή αέρια
μάζα →
Ridge



!!! Μικρές τιμές
ισοϋψών → Ψυχρή
αέρια μάζα → Trough

!!! High isoheight
values → warm
air mass → Ridge

!!! Low isoheight values →
cold air mass → Trough

Χάρτης 850 hPa

850mb
CHART

Ραδιοβόλιση

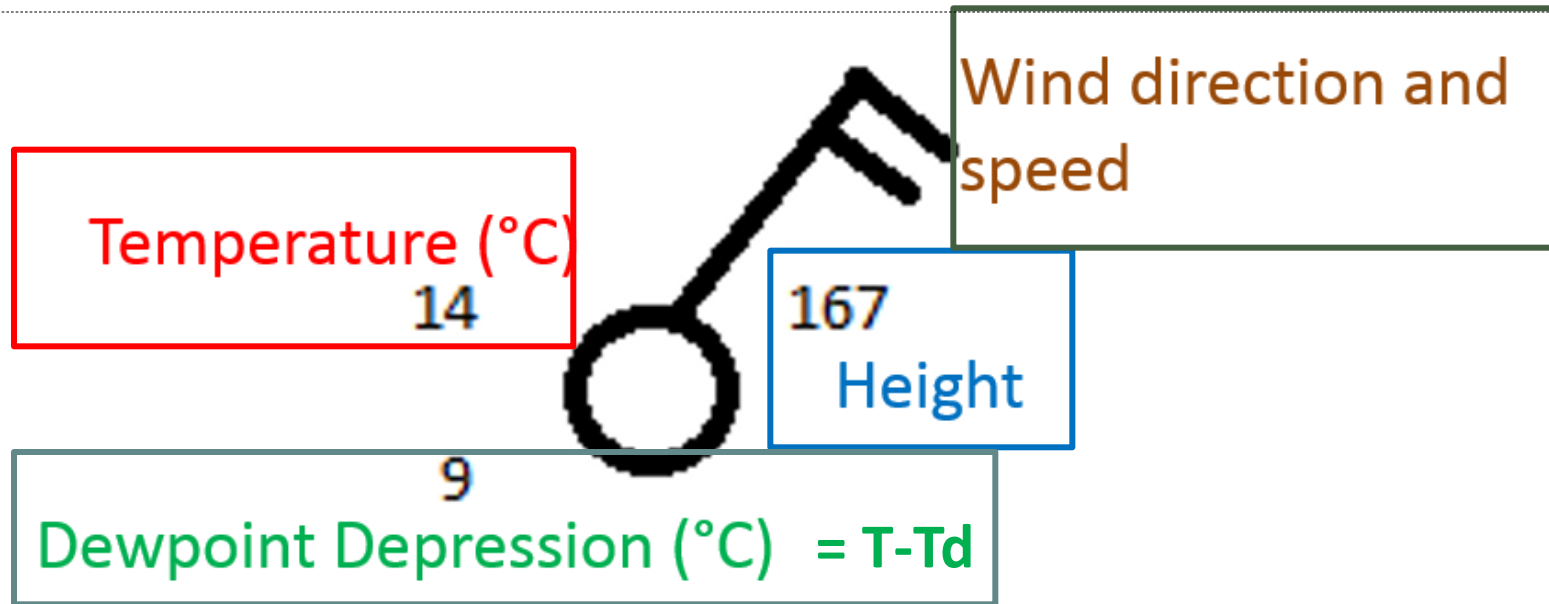
Radiosonde



E.M.Y

Μέτρηση και κωδικοποίηση μετεωρολογικών παραμέτρων κατά τη ραδιοβόλιση

Measurements and coding for radiosonde



- Ο όρος **dew point depression** ισούται με τη διαφορά της θερμοκρασίας αέρα στο συγκεκριμένο ατμοσφαιρικό στρώμα μείον τη θερμοκρασίας δρόσου : **T-Td**
- Όσο πιο μικρή είναι η διαφορά **T-Td** τόσο πιο υγρός είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας και μεγαλύτερη η σχετική υγρασία RH
- Η τιμή του **T-Td** μπορεί να είναι **θετικός αριθμός** ή **0** (αν ο αέρας είναι κορεσμένος). Δεν μπορεί να είναι αρνητική τιμή.
Αν είναι αρνητική τιμή, αναφέρεται στο Td.

Σημείο δρόσου ή Σημείο υγροποίησης ή σημείο κόρου ατμόσφαιρας Td **Dew point**

χαρακτηρίζεται το σημείο εκείνο της θερμοκρασίας που όταν οι υδρατμοί ψυχθούν δημιουργούν το φαινόμενο της δρόσου, δηλαδή τις σταγόνες δρόσου. Στη θερμοκρασία αυτή εξυπακούεται πως ο αέρας είναι κορεσμένος και δεν μπορεί να συγκρατήσει άλλους υδρατμούς με αποτέλεσμα η [σχετική υγρασία](#) να είναι 100%.

Σημειώνεται όμως ότι η θερμοκρασία κορεσμού της ατμόσφαιρας ή του "σημείου δρόσου" μπορεί να είναι οποιαδήποτε θερμοκρασία, πάνω από το 0°C.

Η θερμοκρασία αυτή εξαρτάται και μόνο από την ποσότητα των υδρατμών που περιέχει 1 κυβικό μέτρο αέρος, συνεπώς εξαρτάται από την [απόλυτη υγρασία](#).

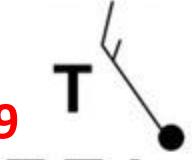
Η θερμοκρασία του σημείου δρόσου αποτελεί σπουδαίο μετεωρολογικό στοιχείο για ένα τόπο και γι' αυτό πάντοτε αναφέρεται στους [μετεωρολογικούς χάρτες](#) με τα σύμβολα **D.P.** από τα αρχικά του αγγλικού όρου Dew Point (=Δρόσου Σημείο).

Ύψος ραδιοβόλησης σε επιφάνεια 850hPa

Radiosonde height at 850hPa surface

Ύψος που
έφτασε η
ραδιοβόληση

850 hPa



T
T-Td

Height

→ 79

Examples of height codes:

79	means	1790	metres
50	means	1500	metres
24	means	1240	metres

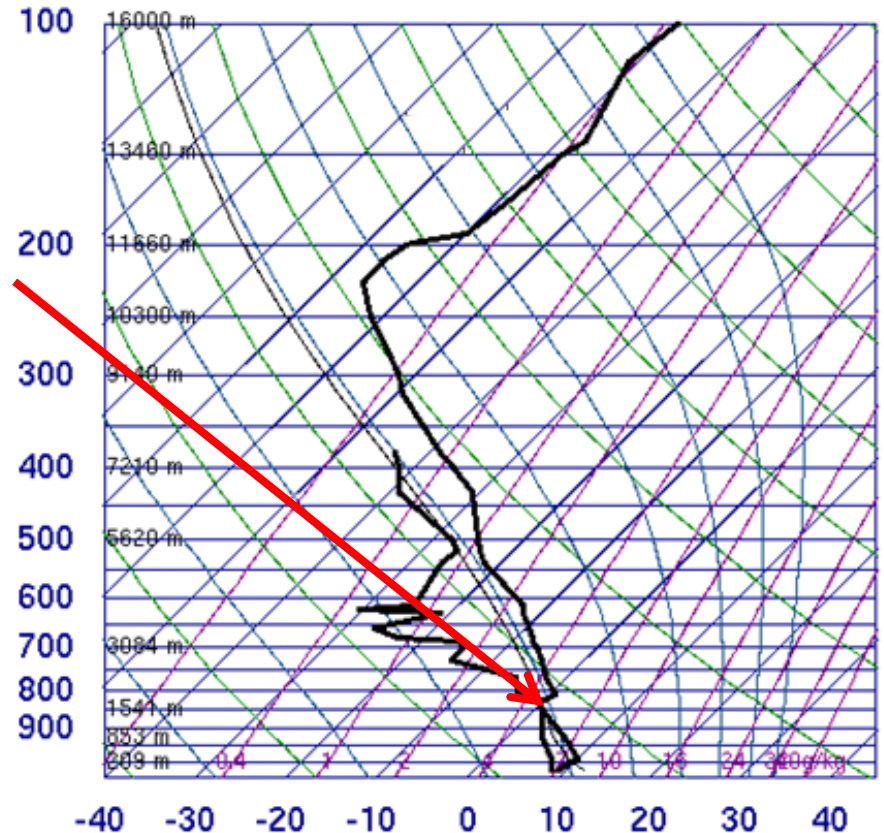
Ραδιοβόλιση - Τεφίγραμμα

Radiosonde + tephigram

16622 LGTS Thessaloniki (Airport) Observations at 12Z 18 Jan 2008

PRES hPa	HGHT m	TEMP C	DWPT C	RELH %	MIXR g/kg	DRCT deg	SKNT knot	THTA K
1025.0	4	9.2	8.4	95	6.79	0	0	280.4
1000.0	209	9.6	7.5	87	6.54	265	3	282.8
991.0	284	10.2	7.3	82	6.51	274	3	284.1
925.0	853	6.2	3.7	84	5.42	340	6	285.6
859.0	1455	1.5	1.2	98	4.87	240	8	286.8
850.0	1541	0.8	0.8	100	4.79	255	10	287.0
827.0	1761	-0.7	-0.7	100	4.42	285	7	287.6
824.0	1790	0.0	-0.8	94	4.40	289	7	288.7
810.0	1928	0.6	-3.7	73	3.61	308	5	290.7
783.0	2199	-1.3	-5.0	76	3.38	345	2	291.5
767.0	2364	-2.5	-5.8	78	3.25	320	3	292.0
727.0	2787	-4.7	-14.7	46	1.69	256	4	294.1
700.0	3084	-6.7	-14.7	53	1.76	210	5	295.0
686.0	3241	-7.9	-15.9	53	1.62	212	5	295.4
680.0	3310	-8.1	-23.1	29	0.88	213	5	295.9
657.0	3576	-9.7	-26.7	24	0.66	216	5	297.1
627.0	3935	-12.1	-21.1	47	1.14	220	6	298.3
620.0	4020	-12.5	-30.5	21	0.49	221	6	298.8
613.0	4107	-12.9	-24.9	36	0.83	222	6	299.3
537.0	5098	-21.9	-26.4	67	0.83	234	7	300.1
517.0	5376	-23.7	-26.1	81	0.88	237	7	301.2
500.0	5620	-24.9	-27.9	76	0.78	240	7	302.6
443.0	6489	-29.8	-36.9	50	0.37	205	11	307.1
431.0	6686	-30.9	-38.9	45	0.31	210	11	308.1
406.0	7105	-34.6	-41.0	52	0.26	220	10	308.6
400.0	7210	-35.5	-41.5	54	0.25	215	10	308.8
382.0	7528	-38.7	-43.7	59	0.21	212	9	308.6

16622 LGTS Thessaloniki (Airport)

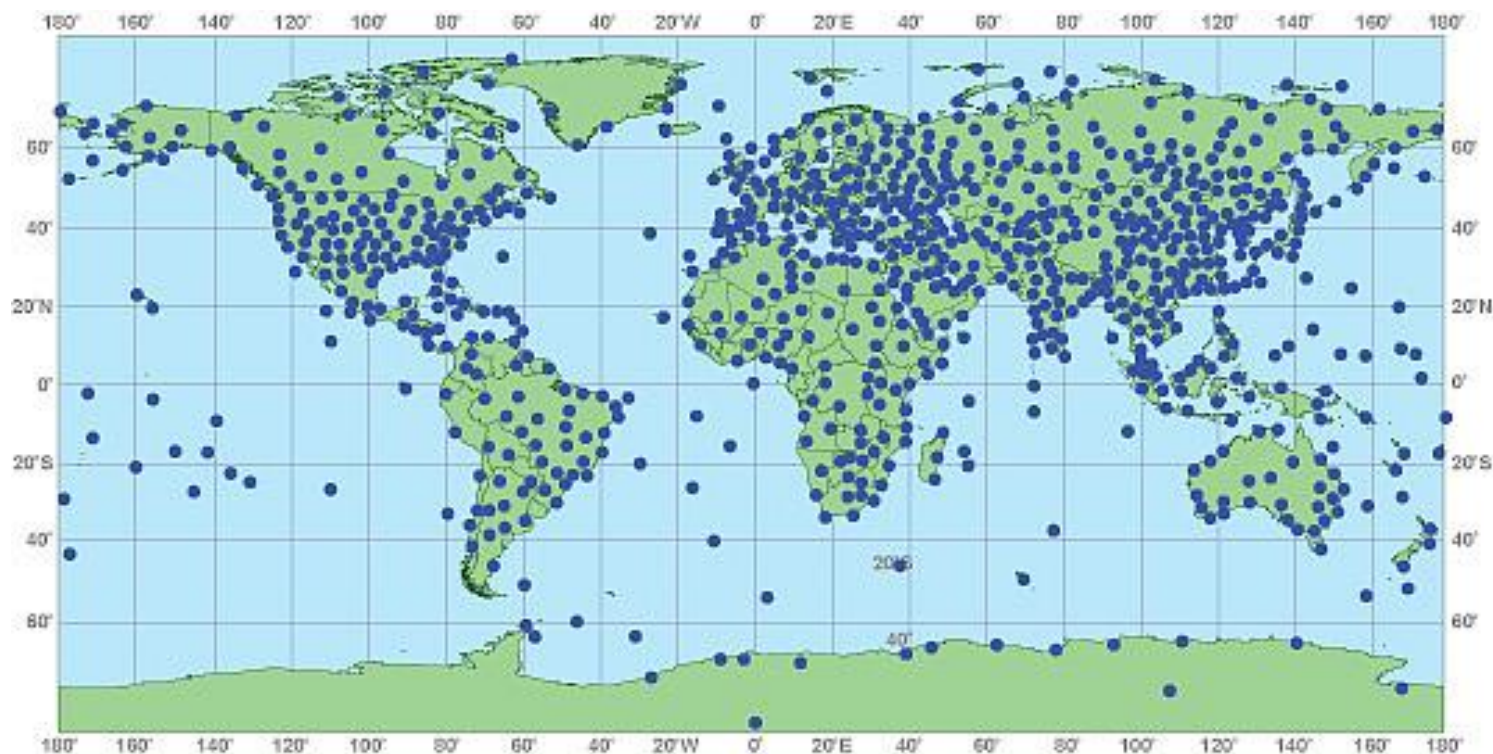


12Z 18 Jan 2008

University of Wyoming

Σταθμοί ανώτερης ατμόσφαιρας (τόποι διεξαγωγής ραδιοβόλισης)

Radiosonde around the world



<https://www.weather.gov/jetstream/radiosondes>

Στην Ελλάδα γίνεται ραδιοβόλιση καθημερινά στις 00:00 και 12:00 UTC σε:

- Αθήνα
- Θεσσαλονίκη
- Ηράκλειο

Χάρτης 850 hPa



- 850hPa Upper level Map

Ισοβαρική επιφάνεια 850 hPa

850Hpa isobar surface

Είναι η 1η βασική ισοβαρική επιφάνεια κοντά στο χάρτη επιφάνειας και παραμένει συνήθως ανεπηρέαστη από την τοπογραφία

- Εντοπίζονται οι trough/ridge
- Υπολογίζεται **η οριζόντια μεταφορά θερμοκρασίας**
- Εκτιμάται η θερμοκρασία στην επιφάνεια
- Δίνεται πληροφορία για χιονοπτώσεις ($T < -2^{\circ}\text{C}$)
- Εντοπίζονται περιοχές με νεφοκάλυψη $\text{Av } T - T_d < 5^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{νεφοσκεπής}, \text{ Av } T - T_d > 5^{\circ}\text{C} \rightarrow \text{ανέφελη}$
- Προσδιορίζονται **μέτωπα στην επιφάνεια** (βαροκλιτικές ζώνες)

Χάρτης 850 hPa

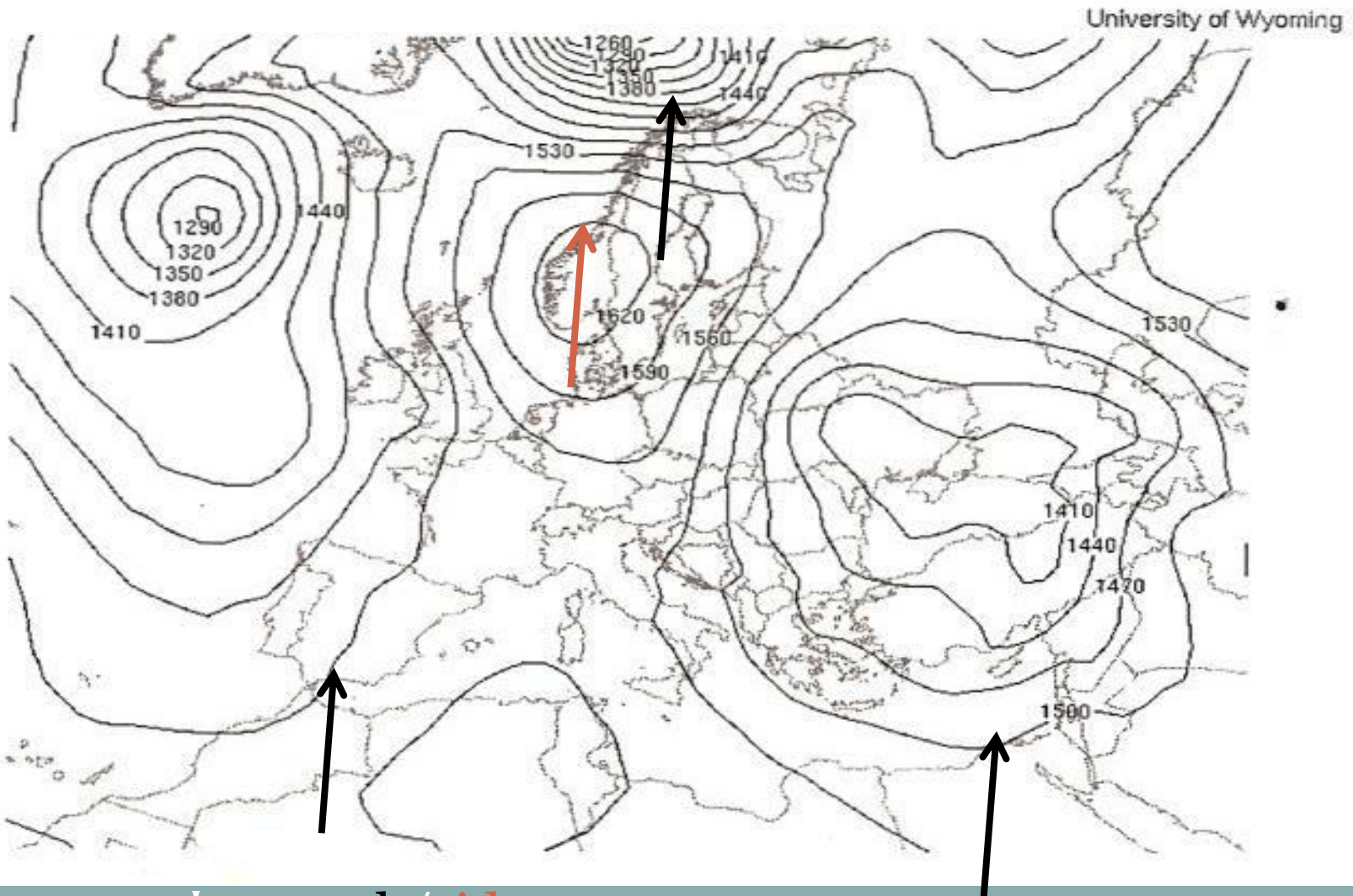
850Hpa Upper level Map

Ο χάρτης των 850hPa είναι πολύ χρήσιμο εργαλείο για όλα τα προηγούμενα

- Βρίσκεται περίπου στα 1400-1600 gpm και **η βασική ισοϋψής είναι τα 1500 gpm**
- Γίνεται χάραξη ισοϋψών ανά 30 gpm ή 40 gpm →
Isoheight plot with step 30 gpm or 40 gpm
Σχηματίζονται οι trough/ridge
- Γίνεται χάραξη ισοθέρμων ανά 2°C ή 5 °C
Isothermal plot with step 2 or 5 Celsius degree

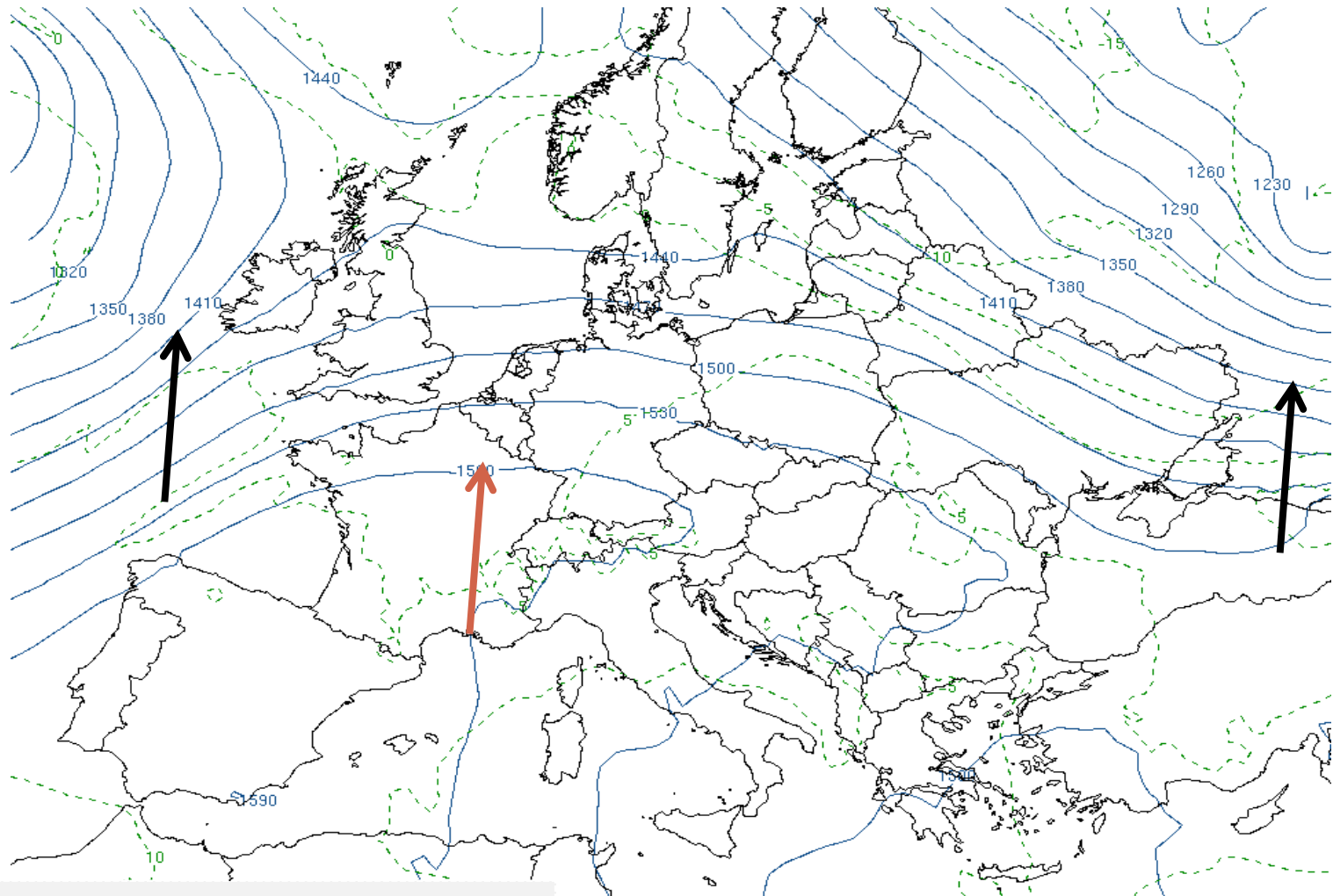
Παράδειγμα 1.

Χάρτης 850 hPa με ισοϋψείς ανά 30 gpm



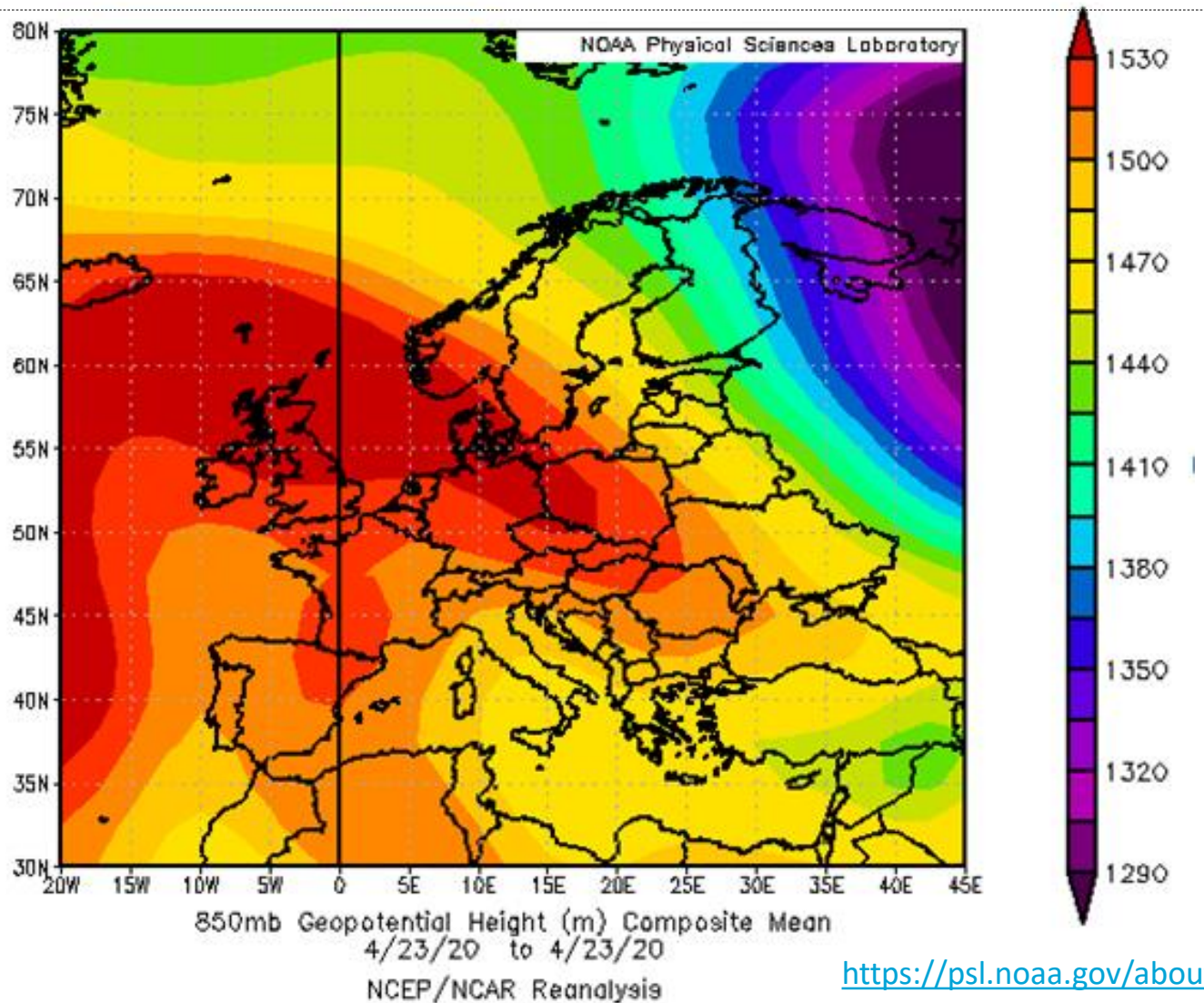
Παράδειγμα 2.

Χάρτης 850 hPa με ισοϋψείς ανά 30 gpm και ισόθερμες ανά 5°C



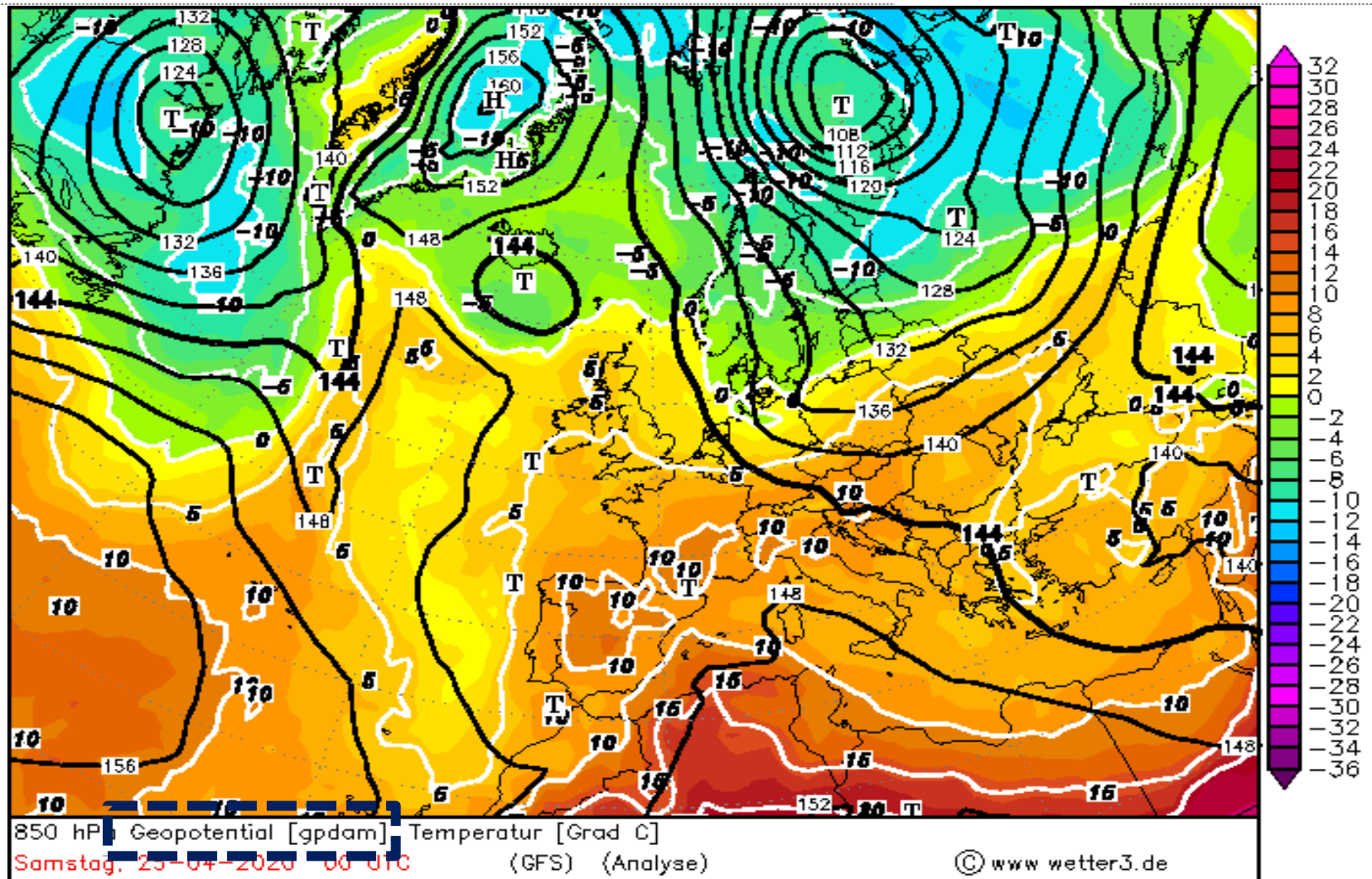
Παράδειγμα 3.

Χάρτης 850 hPa - NOAA Physical Sciences Laboratory



Παράδειγμα 4.

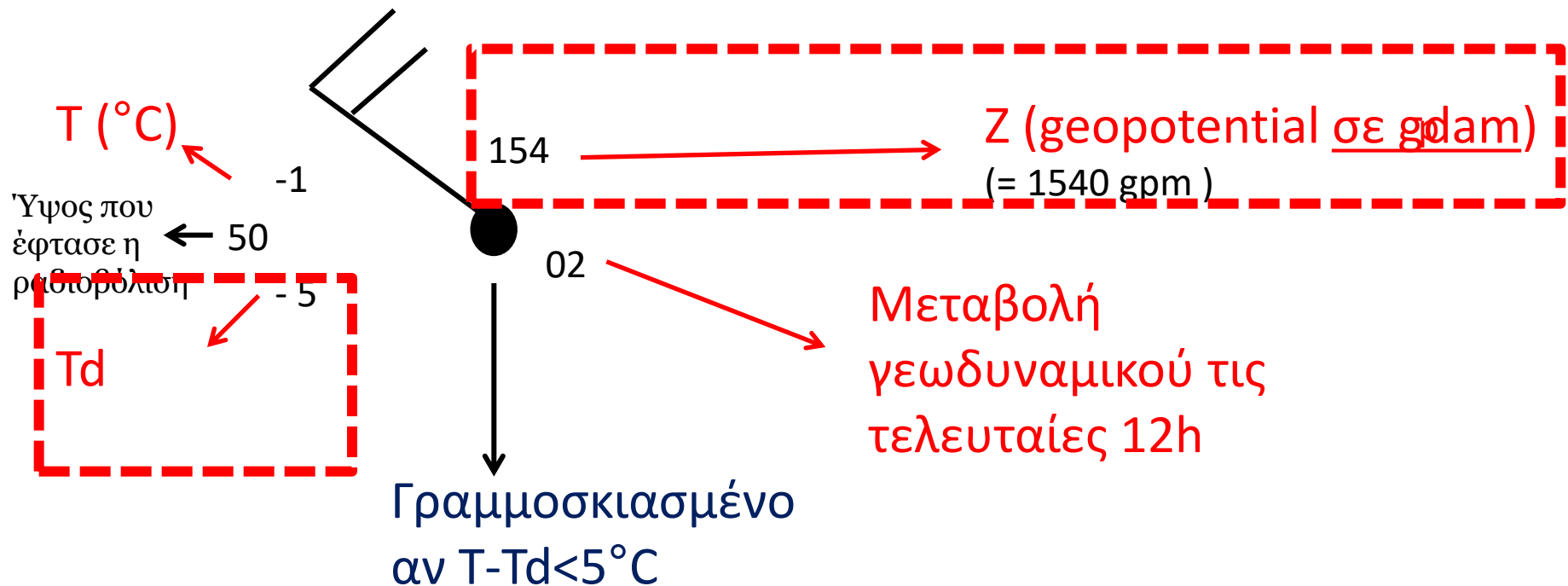
Χάρτης 850 hPa - weather3.com



<http://www2.wetter3.de/Archiv/>

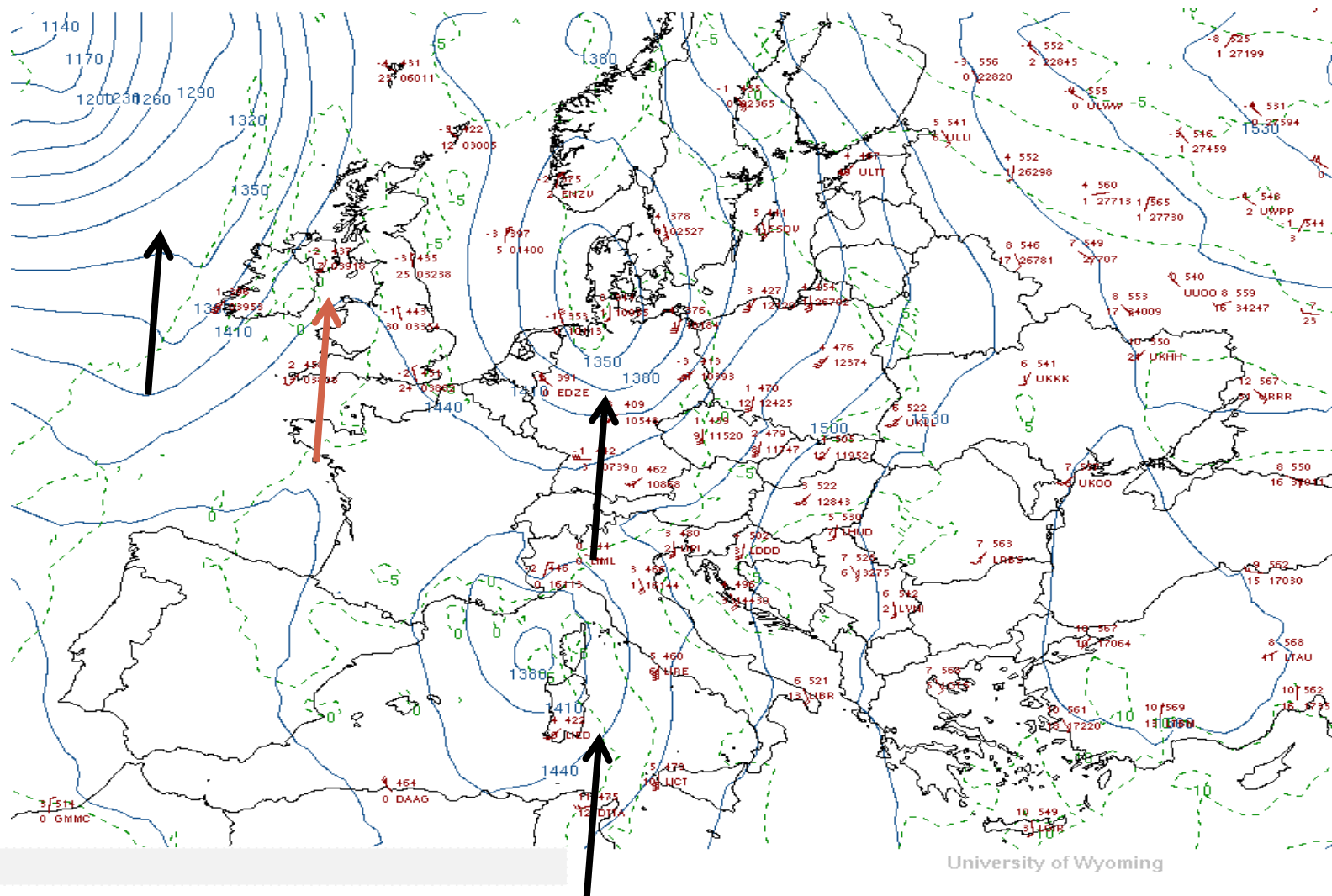
Κωδικοποίηση στα 850 hPa

Coding at 850 hPa



Παράδειγμα 5.

Χάρτης 850 hPa με ισοϋψείς, ισόθερμες, σταθμούς



Εφαρμογές σε χάρτες 850hPa



1. Προσδιορισμός
μεταφοράς θερμοκρασίας
βάσει γεωστροφικού
ανέμου

Thermal advection calculation based on
geostrophic wind

2. Υπολογισμός
θερμοκρασίας στην
επιφάνεια βάσει της T850

- Πρόγνωση χιονόπτωσης

Προσδιορισμός μεταφοράς θερμοκρασίας σε χάρτη 850hPa

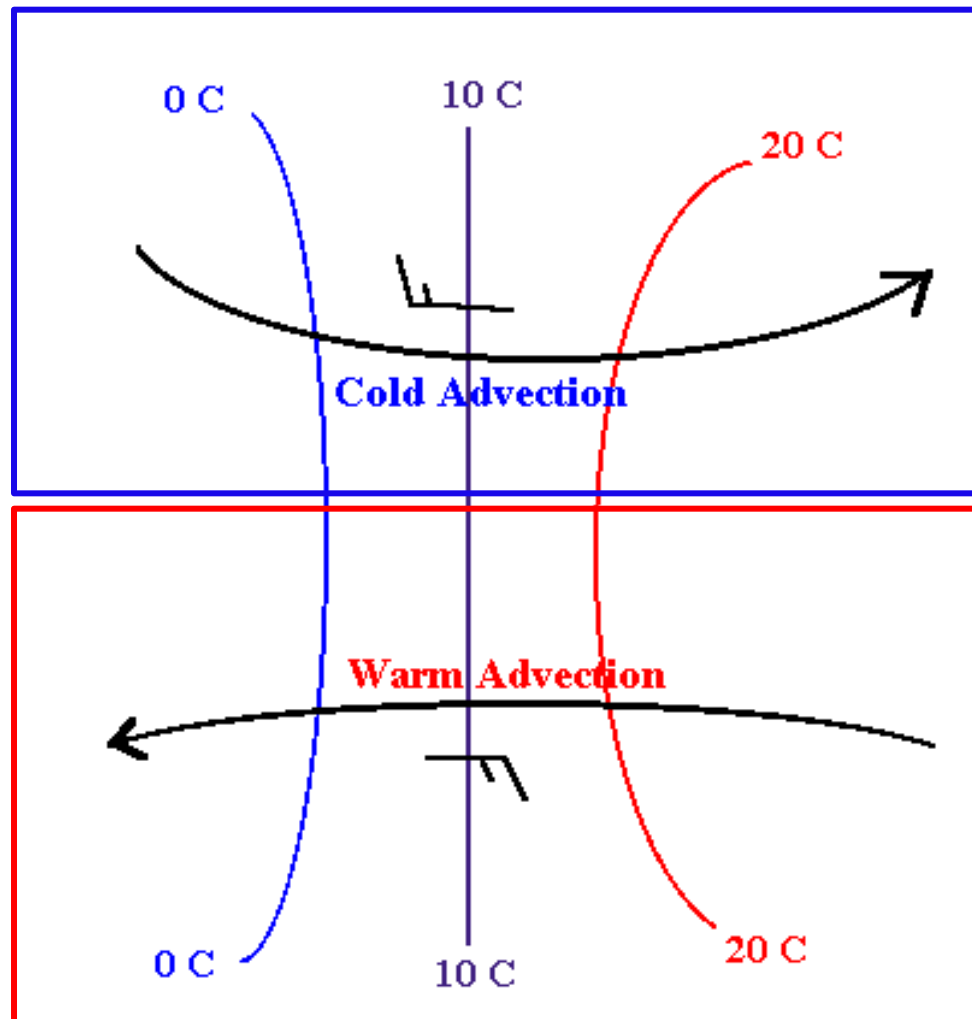
Calculation of thermal advection based on geostrophic wind at 850hPa upper level map

**Εξετάζουμε τη μεταφορά θερμοκρασίας στα 850 hPa
διότι:**

- Είναι αρκετά κοντά στην επιφάνεια του εδάφους (~1.5 km) έτσι ώστε η θερμοκρασία σε συνοπτική κλίμακα να σχετίζεται με τη θερμοκρασία κοντά στην επιφάνεια χωρίς παράλληλα να επηρεάζεται από τις θερμοκρασιακές μεταβολές κοντά στο έδαφος
- Οι άνεμοι στα μέσα γεωγραφικά πλάτη στα 850 hPa είναι με πολύ καλή προσέγγιση γεωστροφικοί.

Εκτίμηση μεταφοράς θερμοκρασίας βάσει γεωστροφικού ανέμου Α' μέθοδος

First method



Β' μέθοδος 2nd method

Εκτίμηση μεταφοράς θερμοκρασίας βάσει της γωνίας των ανυσμάτων γεωστροφικού ανέμου-θερμοβαθμίδας

TA: Thermal Advection

Εξετάζω τη γωνία του διανύσματος του γεωστροφικού ανέμου με το διάνυσμα μεταβολής θερμοκρασίας ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΨΗΛΕΣ θερμοκρασίες

$$TA = -\vec{V} \cdot \vec{\nabla T} = -|\vec{V}| |\vec{\nabla T}| \cos \varphi$$

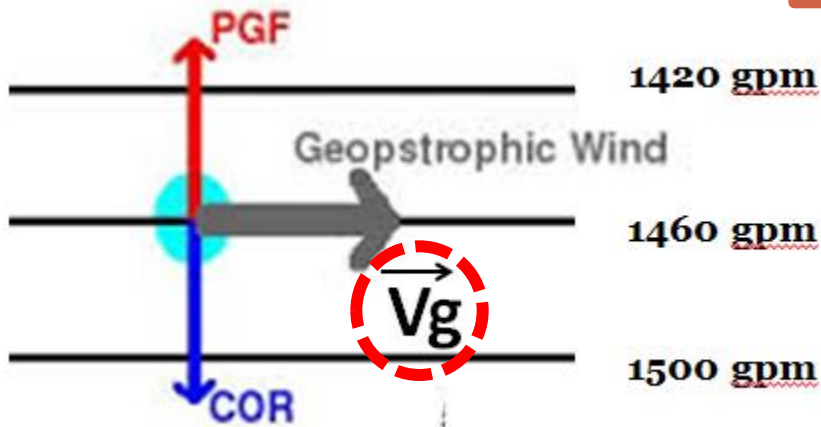
φ : η γωνία που σχηματίζουν τα ανύσματα του ανέμου και της βαθμίδας της θερμοκρασίας (η οποία κατευθύνεται από χαμηλές T προς υψηλές T)

- Αν $0^\circ < \varphi < 90^\circ \rightarrow TA < 0 \rightarrow$ **ψυχρή μεταφορά**
Cold advection
- Αν $90^\circ < \varphi < 180^\circ \rightarrow TA > 0 \rightarrow$ **θερμή μεταφορά**
Warm advection
- Αν $\varphi = 90^\circ \rightarrow TA = 0 \rightarrow$ **μηδενική μεταφορά**
No advection

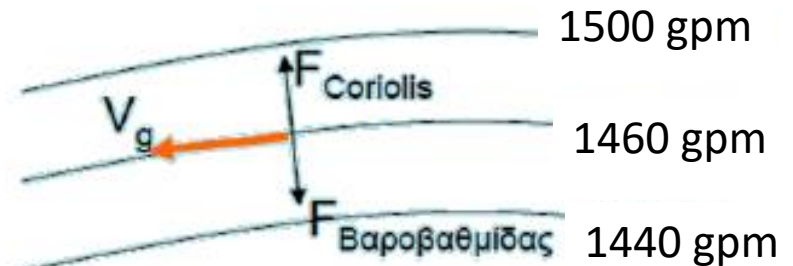
Χάραξη ανυσμάτων

Plot geostrophic wind

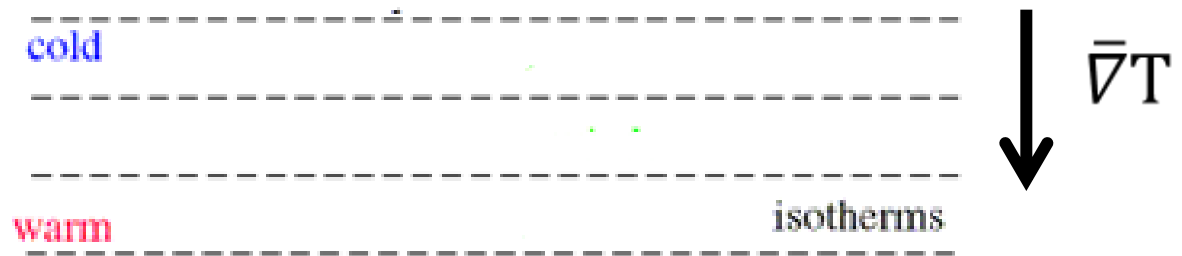
Άνυσμα γεωστροφικού ανέμου



Πυκνότερη κατανομή ισοϋψών → σημαίνει ανάπτυξη ισχυρότερης δύναμης Coriolis για την εξισορρόπηση της δύναμης βαροβαθμίδας → Μεγαλύτερη ένταση της ταχύτητας του γεωστροφικού ανέμου

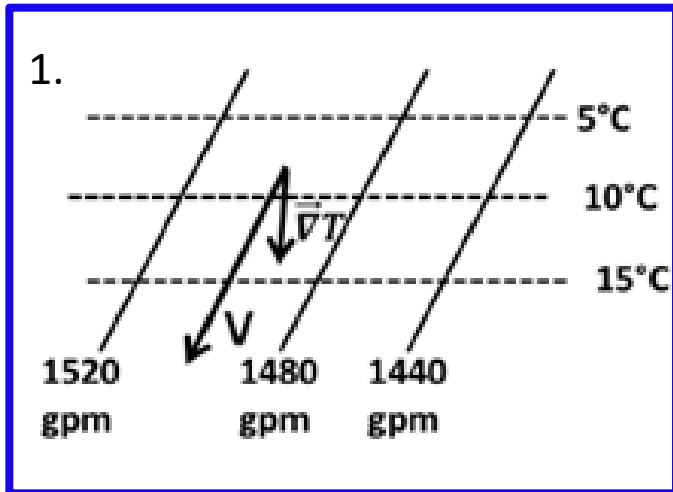


Άνυσμα θερμοβαθμίδας



Παραδείγματα μεταφορά θερμότητας

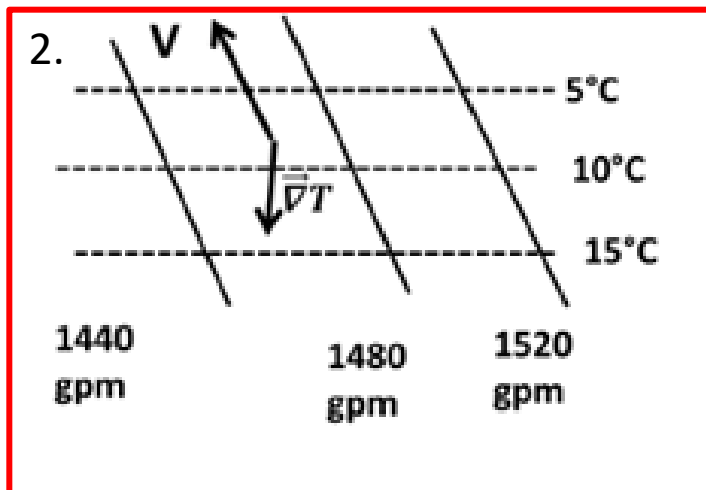
Thermal advection based on the angle between geostrophic wind and temperature gradient



1. ΨΥΧΡΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ Cold advection

$$\phi < 90$$

Ο γεωστροφικός άνεμος πνέει από χαμηλότερες θερμοκρασίες προς τις υψηλότερες



Εξετάζω τη γωνία του διανύσματος του γεωστροφικού ανέμου με το διάνυσμα μεταβολής θερμοκρασίας
ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΨΗΛΕΣ θερμοκρασίες

2. ΘΕΡΜΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ

Warm advection

$$\phi > 90$$

Ο γεωστροφικός άνεμος πνέει από μεγαλύτερες θερμοκρασίες προς τις χαμηλότερες

Για να υπάρχει **μεταφορά θερμότητας** →
πρέπει **οι ισοϋψείς καμπύλες με τις ισόθερμες καμπύλες να τέμνονται !**

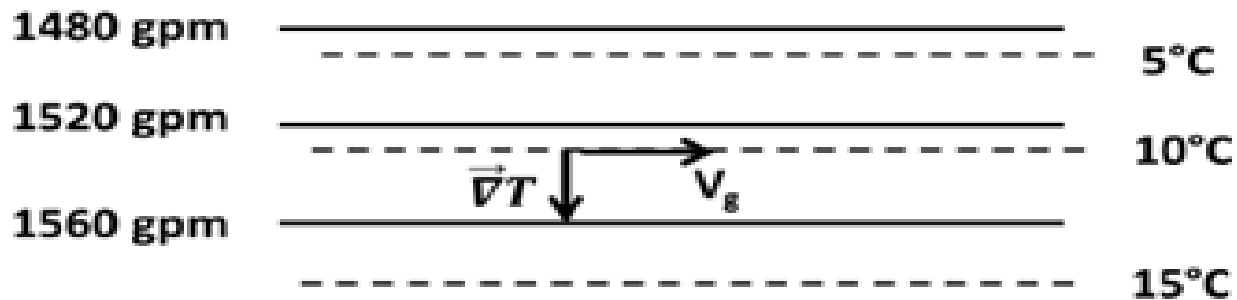
Μηδενική μεταφορά θερμοκρασίας

- No advection

Εξετάζω τη γωνία του
διανύσματος του γεωστροφικού
ανέμου με το διάνυσμα
μεταβολής θερμοκρασίας
ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΨΗΛΕΣ θερμοκρασίες

Ισουψείς παράλληλες με τις ισόθερμες

ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ



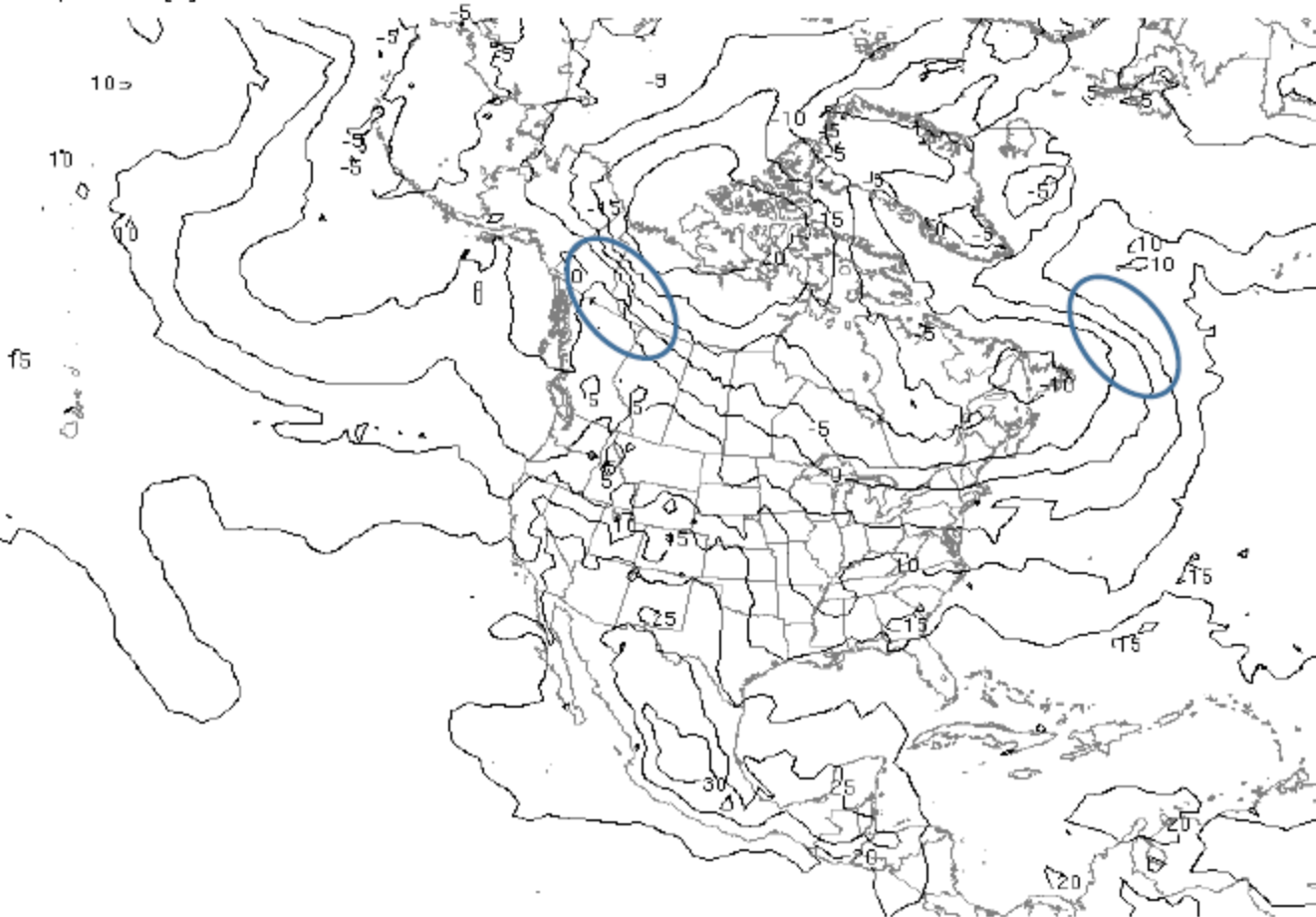
ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥ ΧΑΡΤΗ 850hPa ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΓΙΑ ΕΛΕΓΧΟΣ ΓΙΑ ΥΠΑΡΞΗ ΜΕΤΩΠΩΝ

- 850 hPa upper level map and weather fronts' formation

Εντοπισμός βαροκλινικών ζωνών

- Baroclinic zones: high temperature gradient/isothermal thickness at 850hPa

Temperature [C]



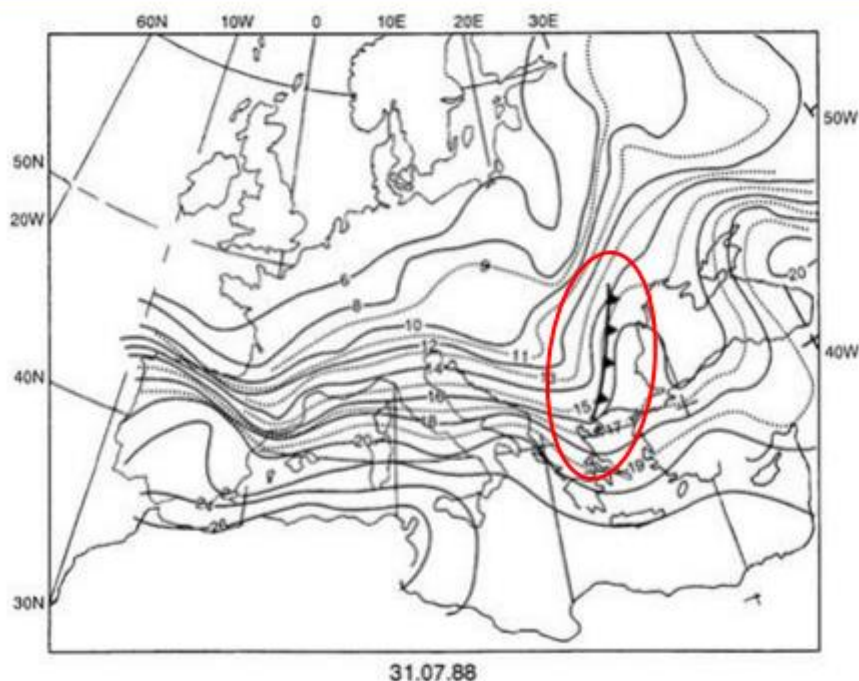
Θερμοκρασία στα 850 hPa

Με βάση την κατανομή της θερμοκρασίας ελέγχουμε περιοχές που υπάρχει πύκνωση ισοθέρμων (ένδειξη για ύπαρξη μετώπου στην επιφάνεια)

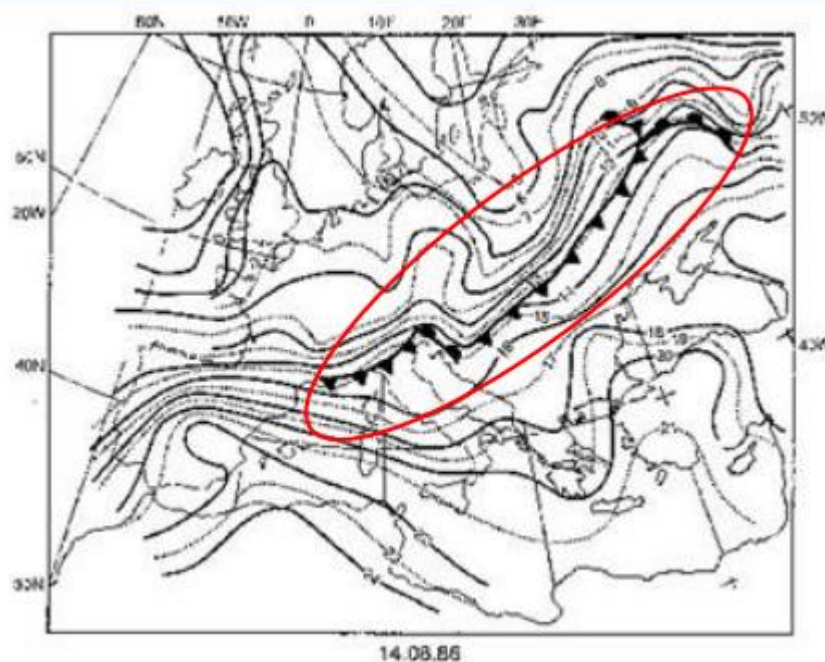
Εντοπισμός βαροκλινικών ζωνών→ μέτωπα στην επιφάνεια

- Baroclinic zones at 850hPa → weather front formation at surface

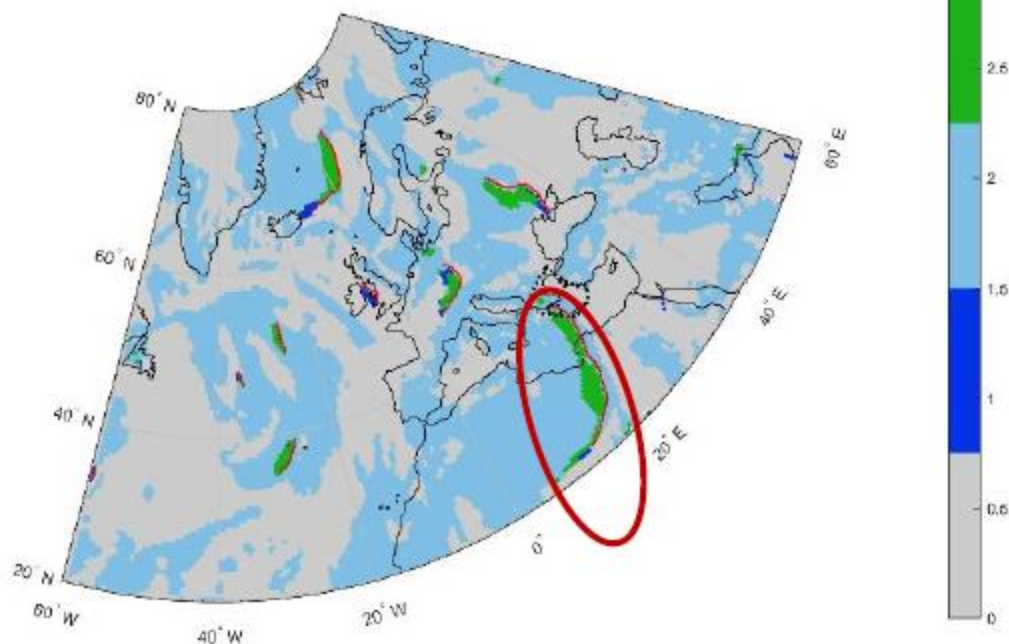
Θερμοκρασία στα 850hPa
και θέση μετώπου στην επιφάνεια
Περίπτωση 1



Θερμοκρασία στα 850hPa
και θέση μετώπου στην επιφάνεια
Περίπτωση 2



Crit Areas+Fronts Rec: 64/1464 15-Jan-2016 18:00:00



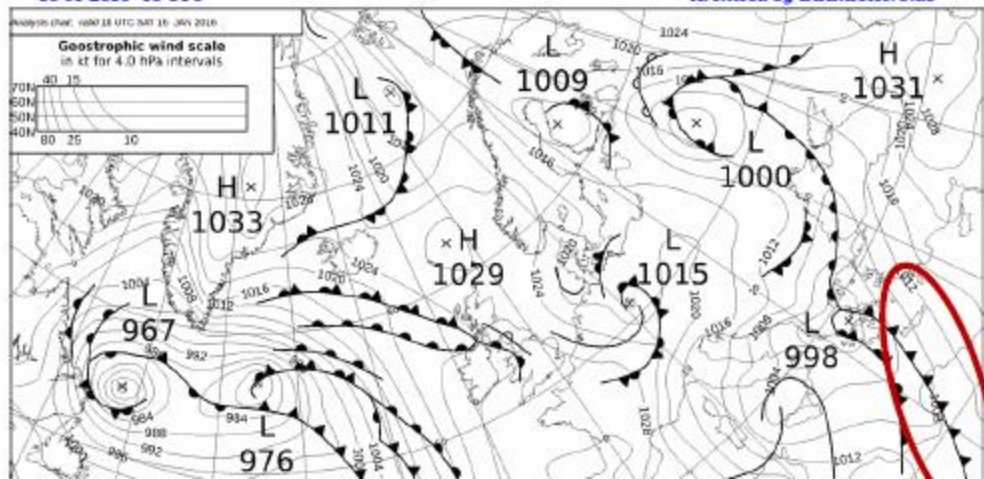
Εντοπισμός ψυχρών
μετώπων με τη βοήθεια
της ψυχρής μεταφοράς
στα 850 hPa

Cold advection at 850hPa →
cold front's formation

Ψυχρή
μεταφορά στα
850 hPa πίσω
από το ψυχρό
μέτωπο

16-01-2016 18 UTC

Archived by www.wetter3.de





Εξάσκηση 1

Χάρτης 850 hPa

- **Μεταφορά Θερμοκρασίας**
με σχεδιασμό ανύσματος γεωστροφικού ανέμου
και ανύσματος θερμοβαθμίδας

Thermal advection calculation
based on geostrophic wind and
temperature gradient

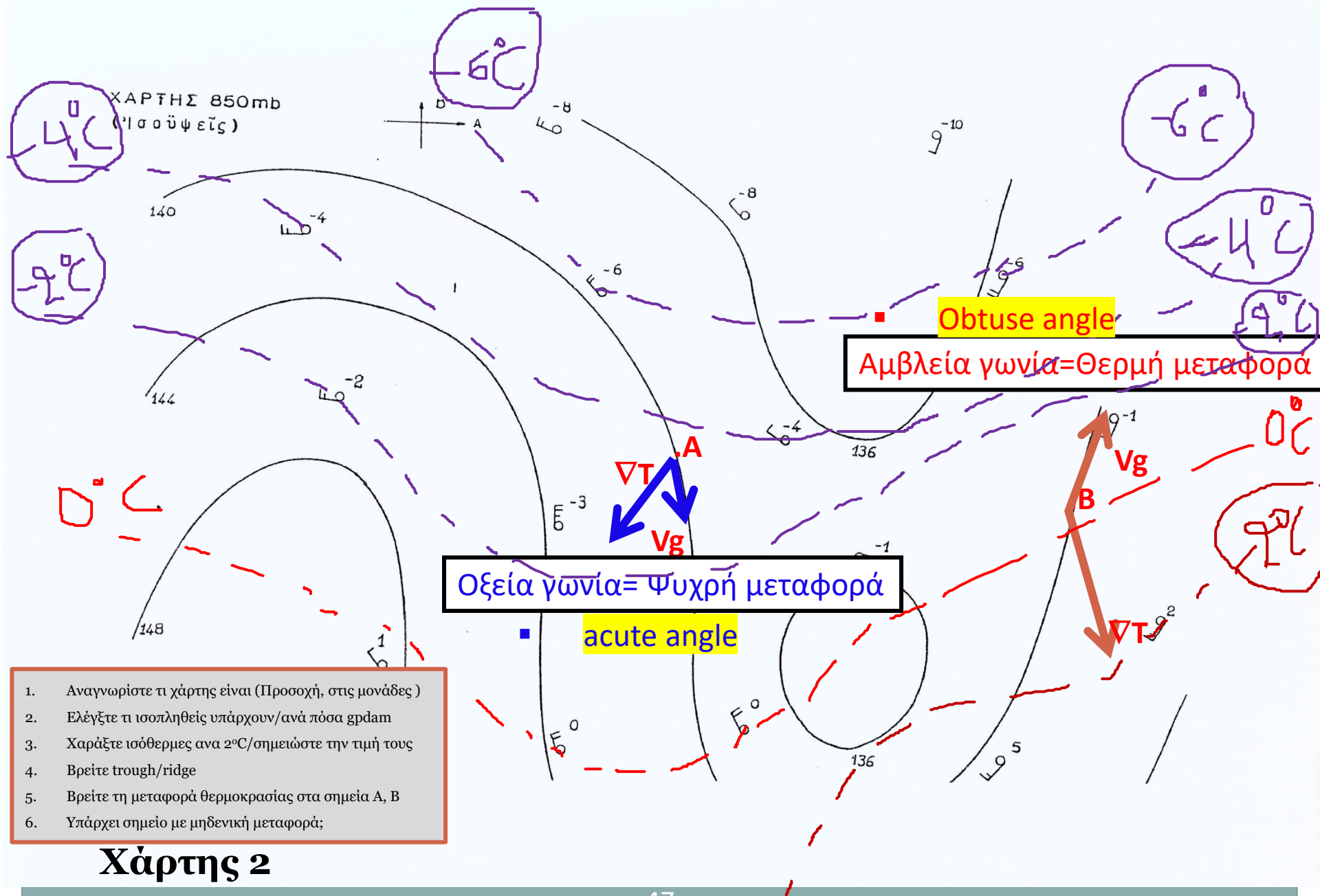




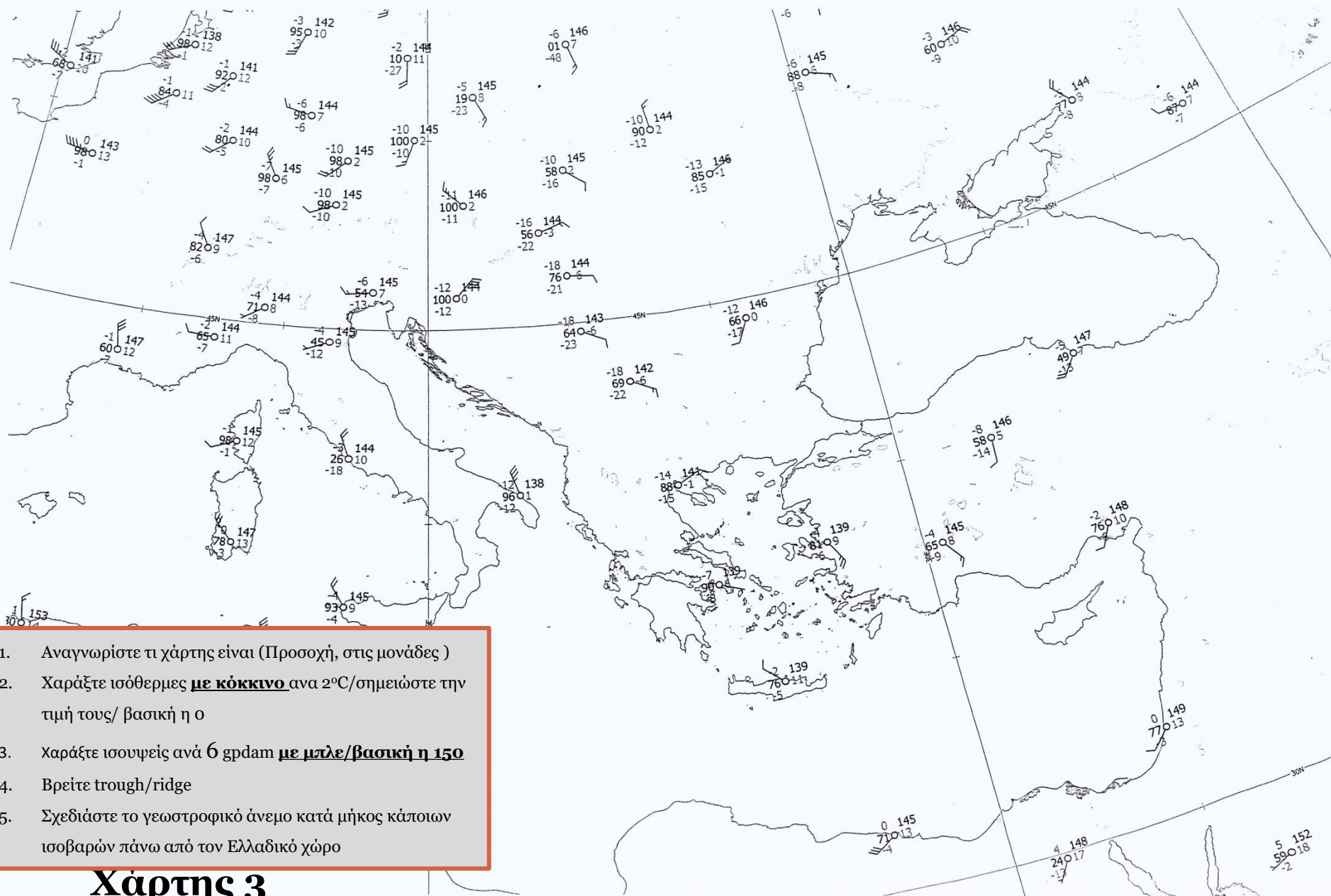
Εξάσκηση 2

Χάρτης 850 hPa

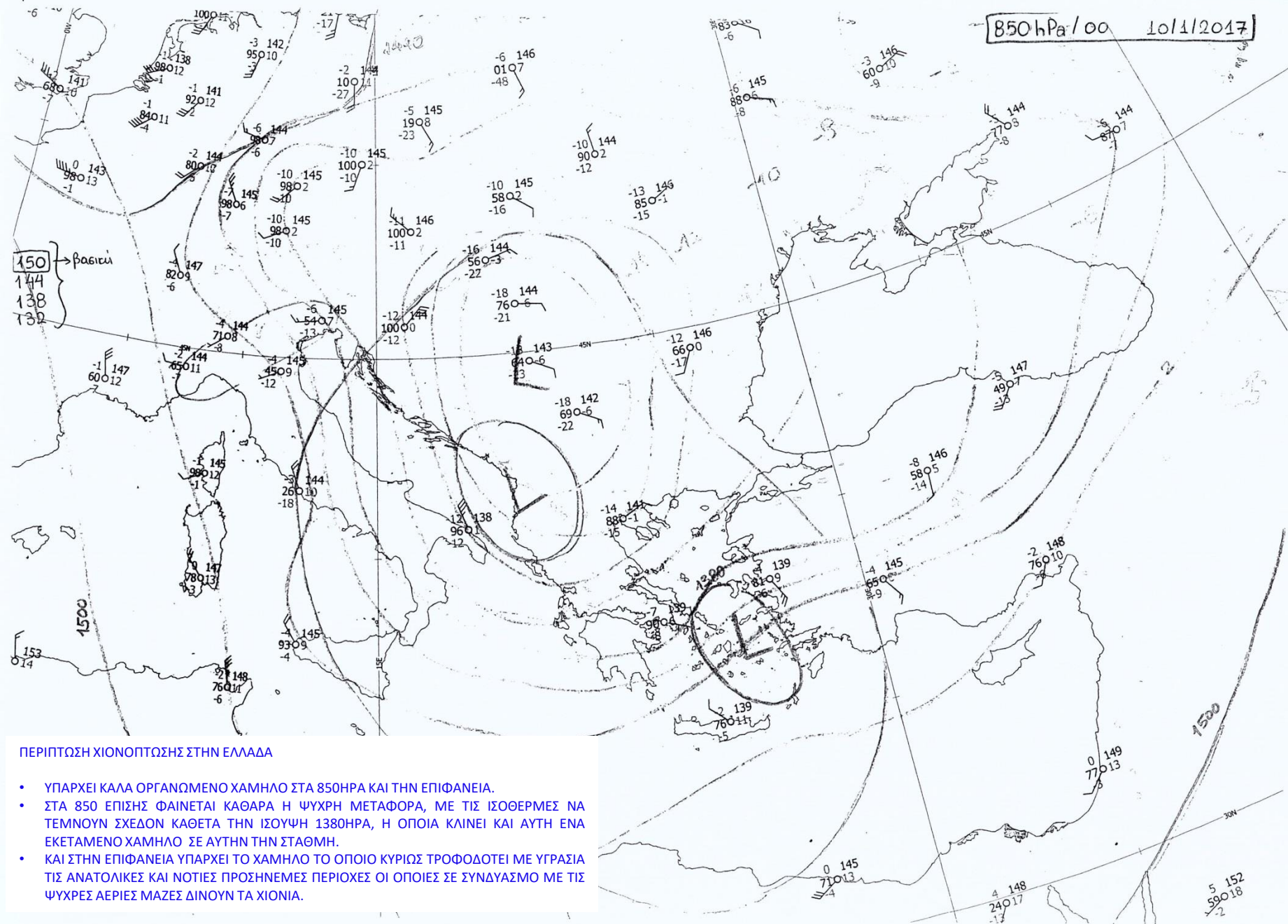
- Χάραξη ισοθέρμων ανά 2°C
- Μεταφορά Θερμοκρασίας
με σχεδιασμό ανύσματος γεωστροφικού
ανέμου και ανύσματος θερμοβαθμίδας
- Plot isothermal with step 2 Celsius degrees
- Thermal advection calculation
based on geostrophic wind and temperature gradient

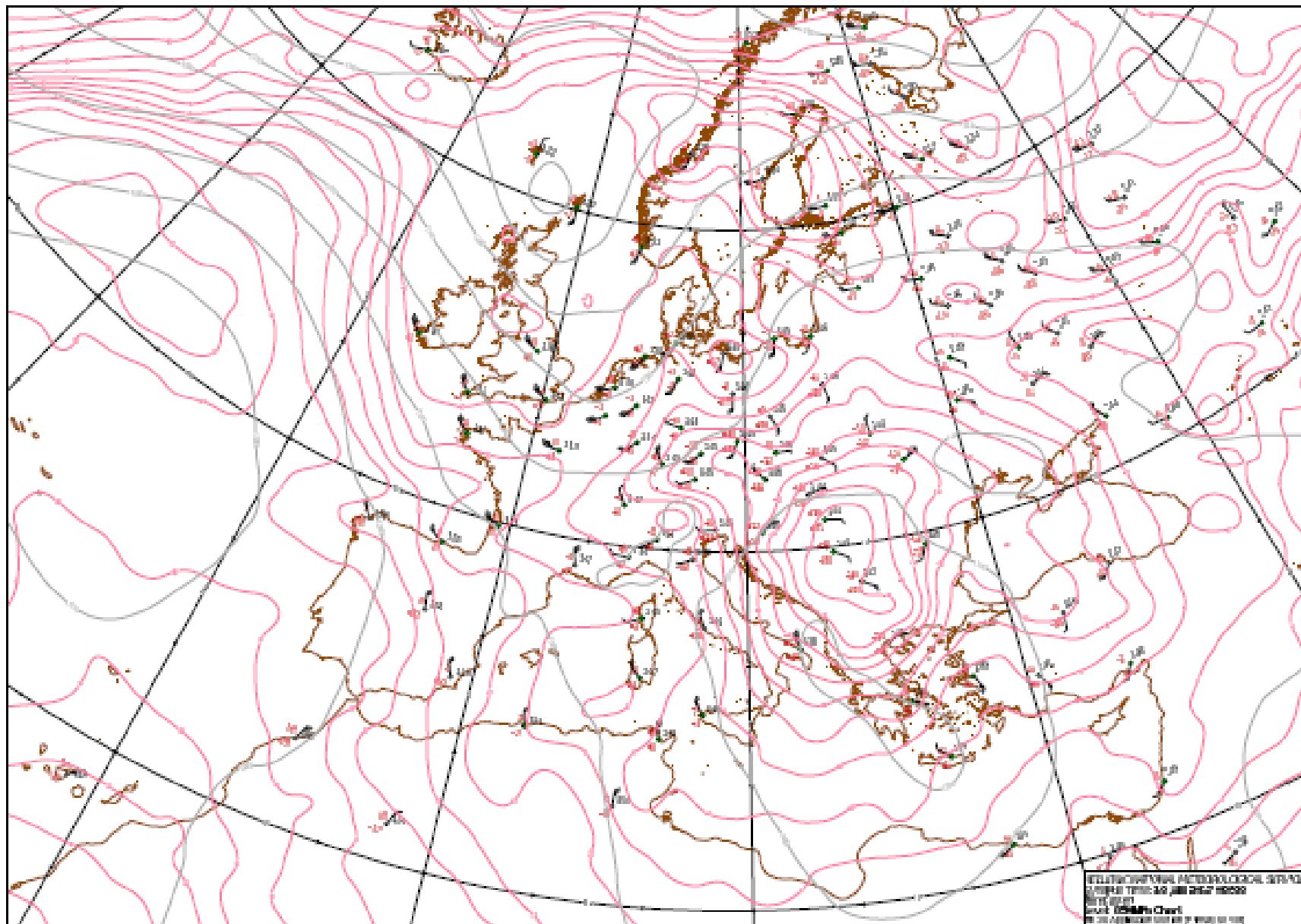


Χάρτης 2



Χάρτης 3





Εφαρμογές σε χάρτες 850hPa



1. Προσδιορισμός
μεταφοράς
θερμοκρασίας βάσει
γεωστροφικού ανέμου

2. Υπολογισμός
θερμοκρασίας στην
επιφάνεια βάσει της T850

- Surface temperature prediction based on T850 (temperature at 850hPa)

- Πρόγνωση χιονόπτωσης

Χάρτης 850 hPa και βραχυπρόθεσμη πρόγνωση

moist adiabatic lapse rate

- Με βάση την υγρή αδιαβατική θερμοβαθμίδα όταν το στρώμα είναι υγρό (ύπαρξη χαμηλών νεφών, υψηλή σχετική υγρασία)
 $\gamma_s = -6.5^\circ\text{C} / 1000\text{m}$

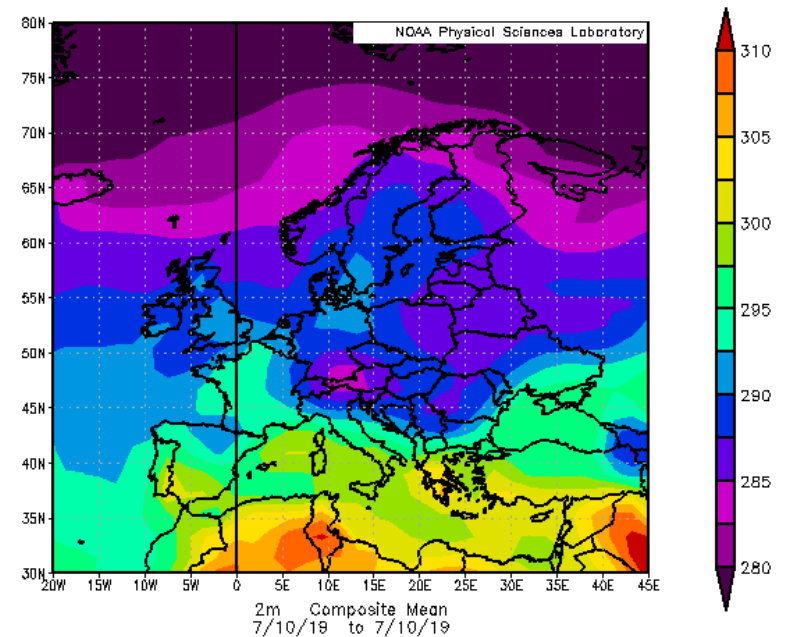
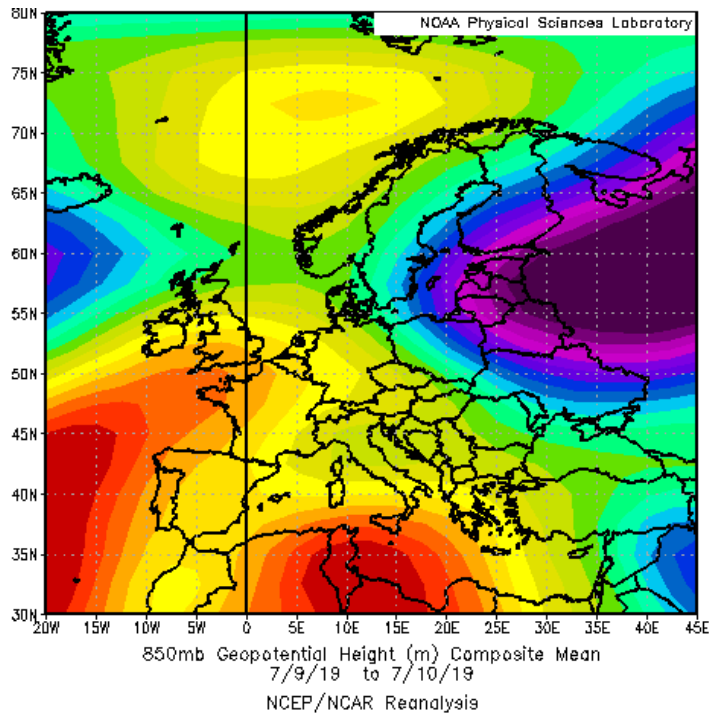
Θεωρώντας ως μέση απόσταση της ισοβαρικής επιφάνειας των 850 hPa από την επιφάνεια της θάλασσας ότι είναι τα 1500m τότε η μέση διαφορά θερμοκρασίας στα 850 hPa και επιφανειακής θερμοκρασίας είναι
 $6,5 + (6,5/2) = 9,75^\circ\text{C}$, δηλαδή περίπου 10°C .

- Με βάση την ξηρή αδιαβατική θερμοβαθμίδα όταν το στρώμα είναι ξηρό
 $\gamma_d = -10^\circ\text{C} / 1000\text{m}$ dry adiabatic lapse rate

η μέση διαφορά θερμοκρασίας στα 850 hPa και επιφανειακής θερμοκρασίας είναι: $10^\circ\text{C} + (10/2) = 15^\circ\text{C}$

ΣΥΝΗΘΩΣ ΘΕΤΟΥΜΕ ΩΣ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΤΟΥΣ 13°C ΜΕ 15°C

Παραδείγματα πρόγνωσης θερμοκρασίας στην επιφάνεια βάσει της T850



Βίντεο από δελτιο πρόγνωσης για θερμό επεισόδιο

https://www.youtube.com/watch?v=vu2UP_bymDg

Παραδείγμα πρόγνωσης θερμοκρασίας στην επιφάνεια βάσει της T850

16716 LGAT Athinai (Airport) Observations at 12Z 09 Jul 2019

PRES hPa	HGHT m	TEMP C	DWPT C	RELH %	MIXR g/kg	DRCT deg	SKNT knot	THTA K	THTE K	THTV K
1006.0	15	34.2	14.2	30	10.21	190	4	306.8	338.0	308.7
1005.0	29	31.6	17.6	43	12.76	192	4	304.3	342.6	306.6
1004.0	42	31.0	17.0	43	12.29	193	4	303.8	340.6	306.0
1000.0	97	30.4	17.4	46	12.66	200	3	303.6	341.4	305.9
971.0	359	27.6	15.6	48	11.61	160	4	303.3	338.0	305.4
962.0	442	28.6	13.6	40	10.27	148	4	305.1	336.2	307.0
925.0	789	27.0	14.0	45	10.98	95	6	306.9	340.3	308.9
884.0	1188	24.2	11.2	44	9.53	36	8	308.0	337.3	309.8
850.0	1529	21.4	10.4	49	9.40	345	9	308.6	337.5	310.3
813.0	1910	18.3	8.5	5	8.64	305	10	309.2	335.9	310.8
788.0	2178	16.1	7.2	5	8.13	280	15	309.6	334.8	311.1
777.0	2298	15.1	6.6	5	7.94	280	15	309.6	334.4	311.2
763.0	2454	14.4	6.0	5	7.75	280	15	309.6	334.0	311.4
747.0	2633	13.7	5.4	5	7.56	280	15	309.6	333.6	311.6
742.0	2689	13.0	4.8	5	7.37	280	15	309.6	333.2	311.6
723.0	2905	11.9	3.7	5	6.98	280	15	309.6	332.4	312.1
706.0	3104	10.8	2.6	5	6.59	280	15	309.6	331.6	312.7
700.0	3175	10.1	1.9	5	6.40	280	15	309.6	331.2	312.9
697.0	3210	9.4	1.2	5	6.21	280	15	309.6	330.8	313.2
678.0	3438	7.3	-0.9	5	5.42	280	15	309.6	329.6	314.0
654.0	3733	5.4	-13.6	24	2.06	322	20	314.5	321.4	314.9
646.0	3833	4.9	-10.4	32	2.70	325	20	315.0	324.0	315.5
633.0	3998	4.0	-5.0	52	4.19	311	23	315.8	329.5	316.6
627.0	4075	3.8	-5.8	50	3.98	305	24	316.4	329.5	317.2
599.0	4445	2.5	-9.5	41	3.12	310	23	319.2	329.7	319.8
578.0	4733	1.6	-12.4	35	2.57	302	23	321.3	330.1	321.8
524.0	5511	-4.3	-22.2	23	1.24	280	22	323.4	327.9	323.6
510.0	5725	-5.9	-24.9	21	1.00	283	25	323.9	327.6	324.1
500.0	5880	-6.7	-24.7	22	1.04	285	28	324.8	328.6	325.0

dry adiabatic lapse rate

Εδώ βλέπω σχετικά χαμηλή σχετική υγρασία=>

Άρα θα χρησιμοποιήσω την ξηρή αδιαβατική $-9.76^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$

Έλεγχος σχετικής υγρασίας του στρώματος από την επιφάνεια ως 850hPa για να αποφασίσω αν θα χρησιμοποιήσω την υγρή ή την ξηρή αδιαβατική

Παραδείγμα εκτίμησης θερμοκρασίας στην επιφάνεια βάσει της T850

16716 LGAT Athinai (Airport) Observations at 12Z 09 Jul 2019

PRES hPa	HGHT m	TEMP C	DWPT C	RELH %	MIXR g/kg	DRCT deg	SKNT knot	THTA K	THTE K	THTV K
1006.0	15	34.2	14.2	30	10.21	190	4	306.8	338.0	308.7
1005.0	29	31.6	17.6	43	12.76	192	4	304.3	342.6	306.6
1004.0	42	31.0	17.0	43	12.29	193	4	303.8	340.6	306.0
1000.0	97	30.4	17.4	46	12.66	200	3	303.6	341.4	305.4
971.0	359	27.6	15.6	48	11.61	160	4	303.3	338.0	305.0
962.0	442	28.6	13.6	40	10.27	148	4	305.1	336.2	307.0
925.0	789	27.0	14.0	45	10.98	95	6	306.9	340.3	308.9
884.0	1188	24.2	11.2	44	9.53	36	8	308.0	337.3	309.8
850.0	1529	21.4	10.4	49	9.40	345	9	308.6	337.5	310.3
813.0	1910	18.5	8.5	53	8.84	303	10	309.2	335.3	310.8
788.0	2178	16.1	7.2	56	8.13	280	15	309.6	334.8	311.1
777.0	2298	15.1	6.6	57	7.91	270	16	309.6	334.8	311.1
763.0	2454	13.8	5.8	58	7.63	260	17	309.6	334.8	311.1
747.0	2633	12.3	4.3	58	7.01	250	18	309.6	334.8	311.1
742.0	2689	11.8	3.8	58	6.82	240	19	309.6	334.8	311.1
723.0	2905	10.6	-1.9	42	4.63	310	24	316.4	329.5	317.2
706.0	3104	9.4	-7.1	30	3.19	305	24	316.4	329.5	317.2
700.0	3175	9.0	-9.0	27	2.78	310	23	319.2	329.7	319.8
697.0	3210	9.0	-14.0	18	1.87	300	23	321.3	330.1	321.8
678.0	3438	7.0	-2.0	53	4.90	310	22	323.4	327.9	323.6
654.0	3733	5.4	-13.6	24	2.06	310	25	323.9	327.6	324.1
646.0	3833	4.9	-10.4	32	2.70	310	28	324.8	328.6	325.0
633.0	3998	4.0	-5.0	52	4.19	310	28	324.8	328.6	325.0
627.0	4075	3.8	-5.8	50	3.98	310	28	324.8	328.6	325.0
599.0	4445	2.5	-9.5	41	3.12	310	28	324.8	328.6	325.0
578.0	4733	1.6	-12.4	35	2.57	302	28	324.8	328.6	325.0
524.0	5511	-4.3	-22.2	23	1.24	280	28	324.8	328.6	325.0
510.0	5725	-5.9	-24.9	21	1.00	283	28	324.8	328.6	325.0
500.0	5880	-6.7	-24.7	22	1.04	285	28	324.8	328.6	325.0

Έλεγχος θερμοκρασίας στα 850hPa
και ύψους ισοβαρικής επιφ

Στη θερμοκρασία T850hPa
προσθέτω 9,76oC/1000m για να έχω την Tεπιφ.

Άρα εφόσον είναι $9,76 * 1,529 = 14,92$

=> Tεπιφ = $21.4 + 14.9 = 36.32^{\circ}\text{C}$

Παραδείγμα εκτίμησης θερμοκρασίας στην επιφάνεια βάσει της T850

16716 LGAT Athinai (Airport) Observations at 12Z 09 Jul 2019

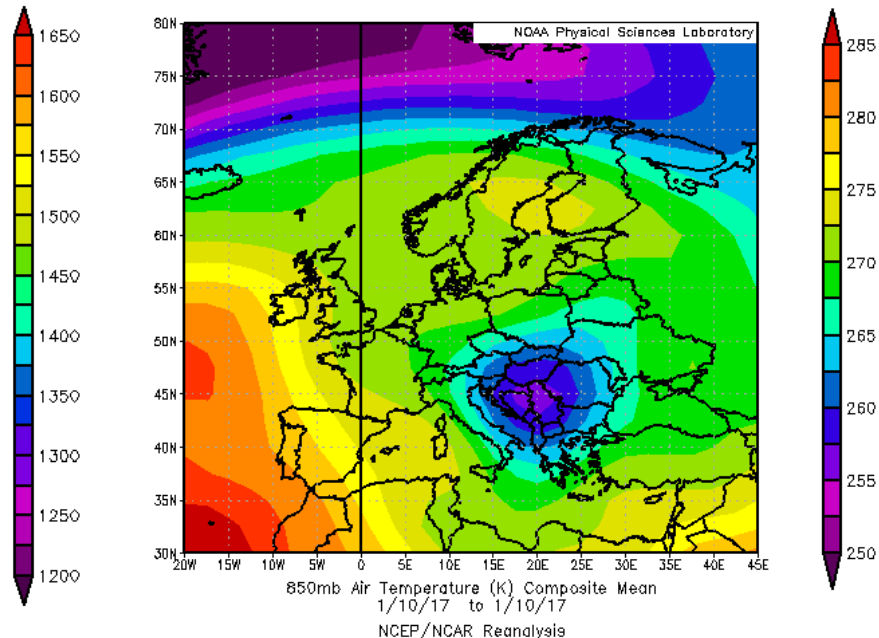
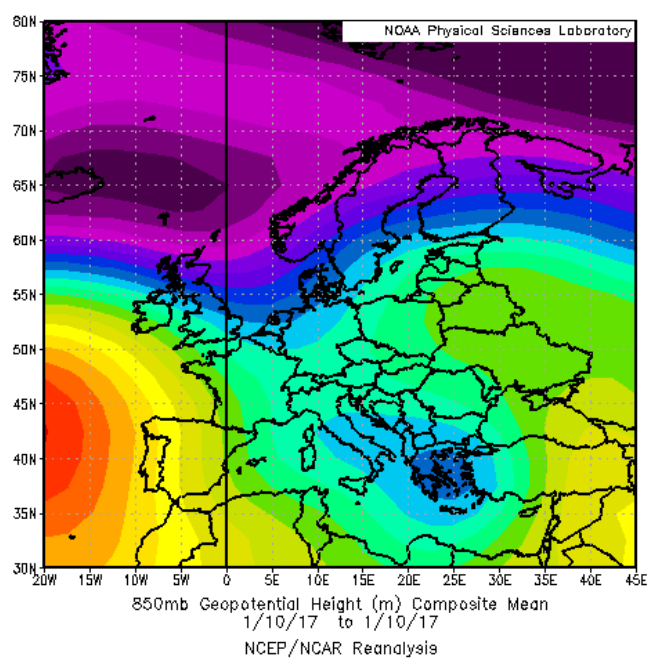
PRES hPa	HGHT m	TEMP C	DWPT C	RELH %	MIXR g/kg	DRCT deg	SKNT knot	THTA K	THTE K	THTV K
1006.0	15	34.2	14.2	30	10.21	190	4	306.8	338.0	308.7
1005.0	29	31.6	17.6	43	12.76	192	4	304.3	342.6	306.6
1004.0	42	31.0	17.0	43	12.29	193	4	303.8	340.6	306.0
1000.0	97	30.4	17.4	46	12.66	200	3	303.6	341.4	305.9
971.0	359	27.6	15.6	48	11.61	160	4	303.3	338.0	305.4
962.0	442	28.6	13.6	40	10.27	148	4	305.1	336.2	307.0
925.0	789	27.0	14.0	45	10.98	95	6	306.9	340.3	308.9
884.0	1188	24.2	11.2	44	9.53	36	8	308.0	337.3	309.8
850.0	1529	21.4	10.4	49	9.40	345	9	308.6	337.5	310.3
813.0	1918	18.5	8.5	53	8.64	303	10	309.2	335.9	310.8
788.0	2178	16.1	7.2	56	8.13	280	15	309.6	334.8	311.1

16716 LGAT Athinai (Airport) Observations at 12Z 10 Jul 2019

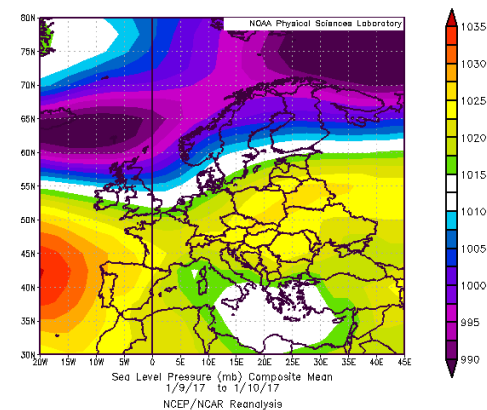
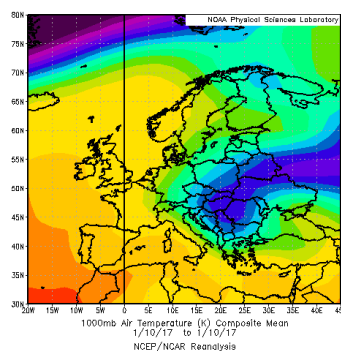
PRES hPa	HGHT m	TEMP C	DWPT C	RELH %	MIXR g/kg	DRCT deg	SKNT knot	THTA K	THTE K	THTV K
1003.0	15	36.0	15.0	29	10.80	200	4	308.9	342.1	310.9
1000.0	69	34.2	15.2	32	10.97	185	6	307.4	340.8	309.4
995.0	114	32.2	15.2	36	11.03	191	6	305.8	339.2	307.8
925.0	764	28.2	10.2	33	8.51	275	11	308.1	334.4	309.7
923.0	783	28.1	10.2	33	8.52	280	11	308.2	334.4	309.8
891.0	1094	25.5	9.8	37	8.58	285	10	308.7	335.2	310.3
878.0	1223	24.5	9.6	39	8.60	295	7	308.9	335.5	310.5
854.0	1467	22.5	9.3	43	8.65	320	13	309.3	336.1	310.9
850.0	1508	22.2	9.2	43	8.66	320	14	309.4	336.2	311.0
774.0	2313	15.4	5.4	51	7.32	322	30	310.5	333.3	311.8
722.0	2899	11.2	0.2	47	5.41	324	42	312.1	329.3	313.1
700.0	3157	9.8	-2.2	43	4.67	325	47	313.3	328.4	314.2
677.0	3430	7.9	-4.2	42	4.14	325	47	314.2	327.7	315.0
582.0	4663	-0.5	-13.5	37	2.33	312	38	318.2	326.2	318.7
566.0	4886	-2.3	-11.3	50	2.86	309	36	318.7	328.3	319.2
518.0	5584	-6.7	-17.7	41	1.85	301	31	321.5	328.0	321.9
510.0	5706	7.4	10.7	37	1.58	300	30	322.1	327.7	322.4

Πράγματι!
Βρίσκω T_{επιφ} = 36.0°C!

Εξάσκηση στην εκτίμηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια βάσει της T850

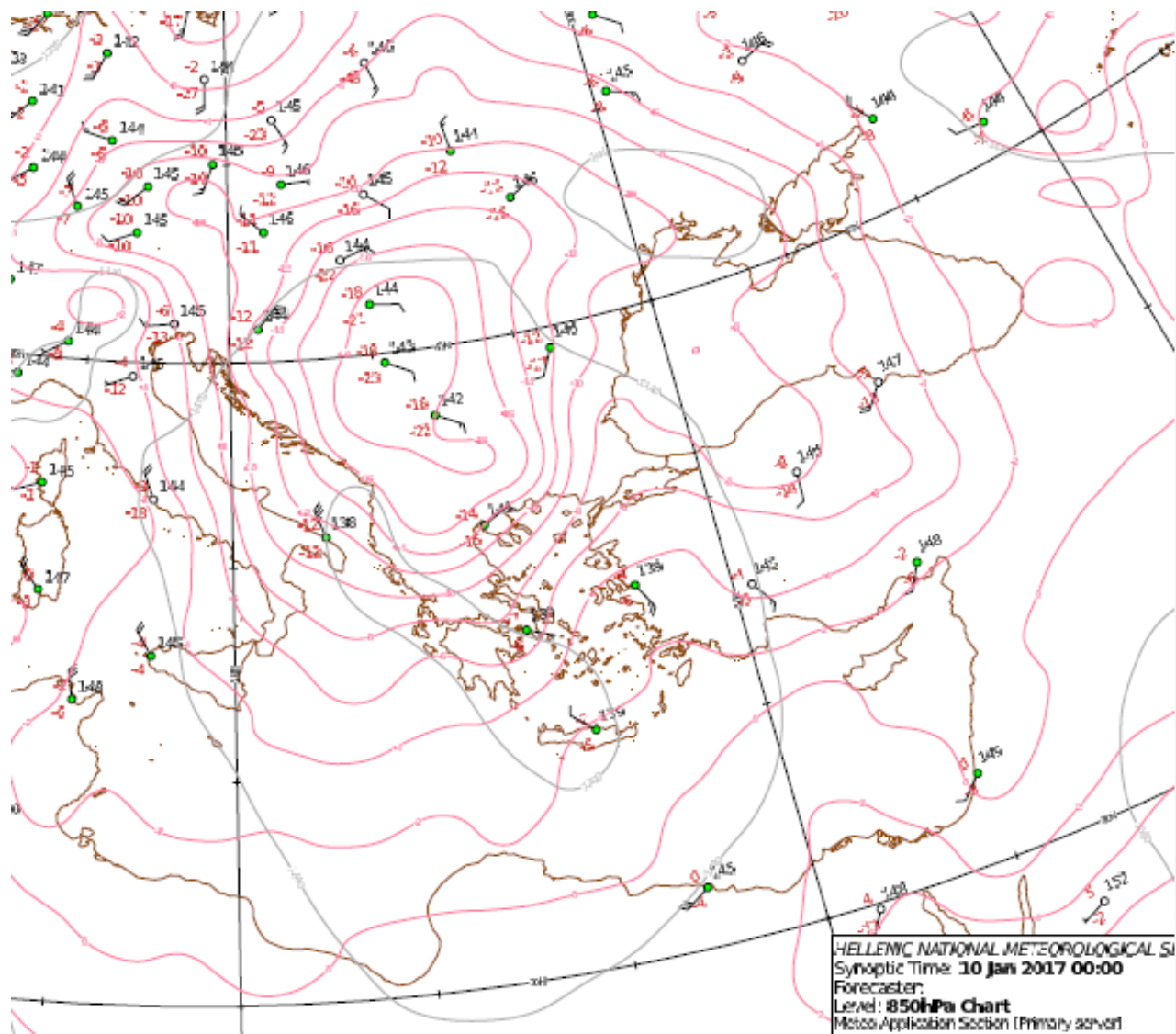


- ΥΠΑΡΧΕΙ ΚΑΛΑ ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΟ ΧΑΜΗΛΟ ΣΤΑ 500ΗΡΑ (ΔΕΝ ΠΑΡΟΥΣΙΖΕΤΑΙ ΕΔΩ), ΠΟΥ ΕΧΕΙ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΣΤΑΘΜΗ ΤΩΝ 850ΗΡΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ.
- ΣΤΑ 850 ΕΠΙΣΗΣ ΦΑΙΝΕΤΑΙ ΚΑΘΑΡΑ Η ΨΥΧΡΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ, ΜΕ ΤΙΣ ΙΣΟΘΕΡΜΕΣ ΝΑ ΤΕΜΝΟΥΝ ΣΧΕΔΟΝ ΚΑΘΕΤΑ ΤΗΝ ΙΣΟΥΨΗ 1380ΗΡΑ, Η ΟΠΟΙΑ ΚΛΙΝΕΙ ΚΑΙ ΑΥΤΗ ΕΝΑ ΕΚΕΤΑΜΕΝΟ ΧΑΜΗΛΟ ΣΕ ΑΥΤΗΝ ΤΗΝ ΣΤΑΘΜΗ.
- ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΥΠΑΡΧΕΙ ΤΟ ΧΑΜΗΛΟ ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΚΥΡΙΩΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΕΙ ΜΕ ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΕΣ ΚΑΙ ΝΟΤΙΕΣ ΠΡΟΣΗΓΝΕΜΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΟΙ ΟΠΟΙΕΣ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΙΣ ΨΥΧΡΕΣ ΑΕΡΙΕΣ ΜΑΖΕΣ ΔΙΝΟΥΝ ΤΑ ΧΙΟΝΙΑ.



Βίντεο από δελτίο πρόγνωσης

<https://www.youtube.com/watch?v=ut7T8izsbMI>



Ραδιοβόλιση στο Ελληνικό (EMY)

16716 LGAT Athinai (Airport) Observations at 12Z 09 Jan 2017

PRES hPa	HGHT m	TEMP C	DWPT C	FRPT C	RELH %	RELI %
1010.0	15	2.6	-9.4	-8.3	41	41
1000.0	120	1.2	-11.8	-10.5	37	37
994.0	168	0.7	-12.0	-10.7	38	38
964.0	413	-1.9	-12.9	-11.5	43	44

Υψηλή σχετική υγρασία=>
Άρα θα χρησιμοποιήσω την
υγρή αδιαβατική -6 ή 6.5°C/1000m

Έλεγχος θερμοκρασίας στα 850hPa

911.0	859	-4.5	-9.8	-8.7	66	69
875.0	1174	-7.0	-10.7	-9.5	75	81
850.0	1401	-8.9	-11.3	-10.1	83	90
848.0	1419	-9.1	-11.3	-10.1	84	92
840.0	1493	-8.5	-14.5	-12.9	62	67
797.0	1895	-12.0	-15.9	-14.2	73	82

Έλεγχος σχετικής
υγρασίας του
στρώματος
από την επιφάνεια ως
850hPa για να
αποφασίσω αν θα
χρησιμοποιήσω την
υγρή ή την ξηρή
αδιαβατική

Στη θερμοκρασία T850hPa
προσθέτω 6oC/1000m για να έχω την Tεπιφ.

Άρα εφόσον είναι $6 * 1.401 = 8.406$
=> Tεπιφ = $-8.9 + 8.406$ =>
Tεπιφ = -0.492°C

1.56	0	13	274.4	278.0	274.6
1.54	5	15			
1.48	344	9			
1.89	328	5			
2.02	315	2			
2.00	0	0			
1.94	280	6			
1.91	280	10			
1.91	280	10			
1.49	278	12			
1.39	270	19			
	260	24			
	251	21			
	245	19			
	270	14			
	280	17			
269	19	286.9	287.8	286.9	
266	20	289.3	291.7	289.4	
265	20	289.4	291.9	289.6	
269	21	290.0	292.8	290.1	
285	25	291.8	294.2	292.0	
283	26	293.2	295.2	293.3	

RELI: relative humidity with respect to ice. The ratio of the vapor pressure to the saturation vapor pressure with respect to ice.

16716 LGAT Athinai (Airport) Observations at 00Z 10 Jan 2017

Η πρόγνωση δίνει -1 ως 4°C στην Αττική!

Ελέγχος τεφιγράμματος. Αρα η πρόγνωση της T είναι επιτυχής!

1008.0	15	-0.5	-0.9	-0.8	97	98	3.57	0	8	272.0	281.8	272.6
1007.0	26	0.6	-3.0	-2.6	77	77	3.06	1	9	273.2	281.7	273.7
1003.0	72	0.6	-3.7	-3.3	73	73	2.91	3	14	273.5	281.6	274.0
1000.0	106	0.2	-4.1	-3.6	73	73	2.83	5	17	273.4	281.3	273.8
984.0	234	-0.5	-4.3	-3.8	75	76	2.83	10	26	273.9	281.8	274.4
925.0	727	-3.1	-5.3	-4.7	85	87	2.80	45	18	276.1	284.1	276.6
908.0	873	-4.2	-6.0	-5.3	88	92	2.71	50	12	276.4	284.1	276.9
889.0	1040	-5.5	-6.7	-5.9	91	96	2.61	31	7	276.8	284.2	277.2
873.0	1182	-6.0	-7.2	-6.4	91	97	2.56	15	3	277.7	285.1	278.2
850.0	1391	-6.7	-7.9	-7.0	91	97	2.49	110	4	279.1	286.3	279.5
838.0	1501	-7.2	-8.4	-7.5	91	98	2.43	105	7	279.8	286.8	280.2
826.0	1613	-7.6	-8.9	-7.9	91	98	2.37	105	12	280.4	287.3	280.8
795.0	1910	-8.9	-10.2	-9.1	90	98	2.22	150	19	282.2	288.7	282.6
757.0	2290	-10.4	-11.9	-10.6	89	99	2.04	165	27	284.5	290.5	284.8
751.0	2351	-10.7	-12.2	-10.9	89	99	2.01	169	26	284.8	290.8	285.2
743.0	2433	-11.2	-12.7	-11.3	89	99	1.95	175	25	285.1	291.0	285.5
722.0	2652	-12.6	-14.0	-12.5	89	101	1.80	175	25	286.0	291.4	286.3
700.0	2889	-14.1	-15.4	-13.8	90	103	1.66	190	25	286.8	291.9	287.1
656.0	3375	-17.8	-20.4	-18.3	80	96	1.16	220	29	288.0	291.6	288.2
622.0	3774	-20.9	-24.5	-22.1	73	90	0.85	229	30	288.9	291.6	289.1
603.0	4000	-22.8	-25.4	-22.9	79	100	0.81	235	31	289.2	291.8	289.4
565.0	4476	-26.9	-27.3	-24.6	96	126	0.73	229	31	289.9	292.2	290.0
559.0	4553	-26.1	-26.7	-24.1	95	123	0.77	228	31	291.7	294.2	291.9
548.0	4696	-26.9	-27.9	-25.2	91	119	0.71	226	32	292.4	294.8	292.6
547.0	4710	-27.1	-31.1	-28.2	69	90	0.52	226	32	292.3	294.1	292.4
510.0	5209	-31.1	-35.4	-32.2	66	90	0.37	220	32	293.3	294.6	293.4
500.0	5350	-32.3	-36.6	-33.3	65	90	0.33	230	34	293.6	294.8	293.7
493.0	5447	-33.1	-37.4	-34.0	66	91	0.31	240	37	293.8	294.9	293.8
435.0	6313	-40.4	-44.3	-40.6	66	98	0.17	220	41	295.3	295.9	295.3
428.0	6425	-41.3	-45.2	-41.5	66	98	0.16	222	42	295.5	296.0	295.5
416.0	6617	-42.9	-51.9	-47.9	37	55	0.08	226	43	295.8	296.1	295.8
402.0	6847	-44.5	-56.1	-52.0	26	40	0.05	230	45	296.7	296.9	296.7
400.0	6880	-44.7	-56.7	-52.5	25	38	0.04	225	45	296.8	297.0	296.8

**Ελέγξτε αν είχαμε
χιονόπτωση στην Αθήνα***

**CHECK IF THERE WAS
SNOWFALL IN ATHENS**

Έλεγχος αν ισχύει ότι

$$\mathbf{-11.5^{\circ}\text{C} < T_{850} < -5.5^{\circ}\text{C}}$$

και

$$\mathbf{1330\text{ gpm} < Z_{850} < 1485\text{ gpm}}$$

* Πρεζεράκος Ν. 1984 - Δομή της ατμόσφαιρας κατά τη διάρκεια των χιονοπτώσεων στην Αθήνα

Συνέχεια στη μελέτη της ανώτερης ατμόσφαιρας



ΧΑΡΤΗΣ 700ΗΡΑ ▪ 700hPa upper level map

-ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

- Thermal advection over mountainous areas

-ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΝΕΦΟΣΚΕΠΟΥΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

- Overcast areas' detection

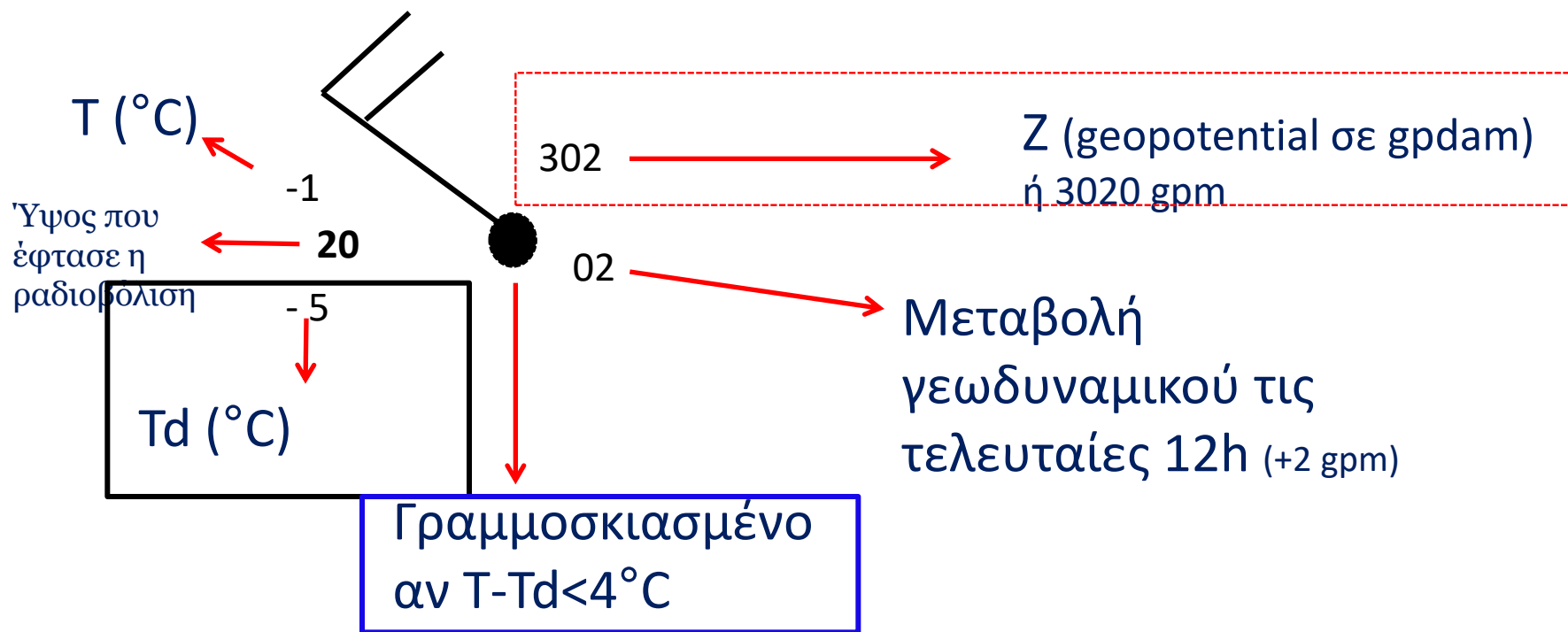
Χάρτης 700 hPa

700hPa upper level map

- Ισοϋψείς περίπου στα 3000-3200 gpm
- Χάραξη ισοϋψών ανά 30 ή 40 gpm
- Χάραξη ισοθέρμων ανά 5°C
- Προσδιορισμός μεταφοράς θερμοκρασίας για ορεινές περιοχές >1500m
- Εντοπισμός νεφοσκεπών περιοχών με ραδιοβόλιση
 - Αν $T - T_d < 4^\circ\text{C}$ → νεφοσκεπής περιοχή (υγρή αέρια μάζα)
 - Αν $T - T_d > 4^\circ\text{C}$ → περιοχή με ανέφελο ουρανό
- Απεικόνιση της σχετικής υγρασίας (>70% , πλήρης νεφοκαλυψη και βροχή)

Κωδικοποίηση στα 700 hPa

- Coding at 700hPa upper level map



- Η τιμή του **Dewpoint depression = $T - T_d$** μπορεί να είναι **θετικός αριθμός** ή **0** (αν ο αέρας είναι κορεσμένος). Δεν μπορεί να είναι αρνητική τιμή!
Αν είναι αρνητική τιμή, τότε αναφέρεται στο Td!

Ύψος ραδιοβόλισης

- Radiosonde height

Ύψος που
έφτασε η
ραδιοβόλιση →

700 hPa

30 T Height
T-Td

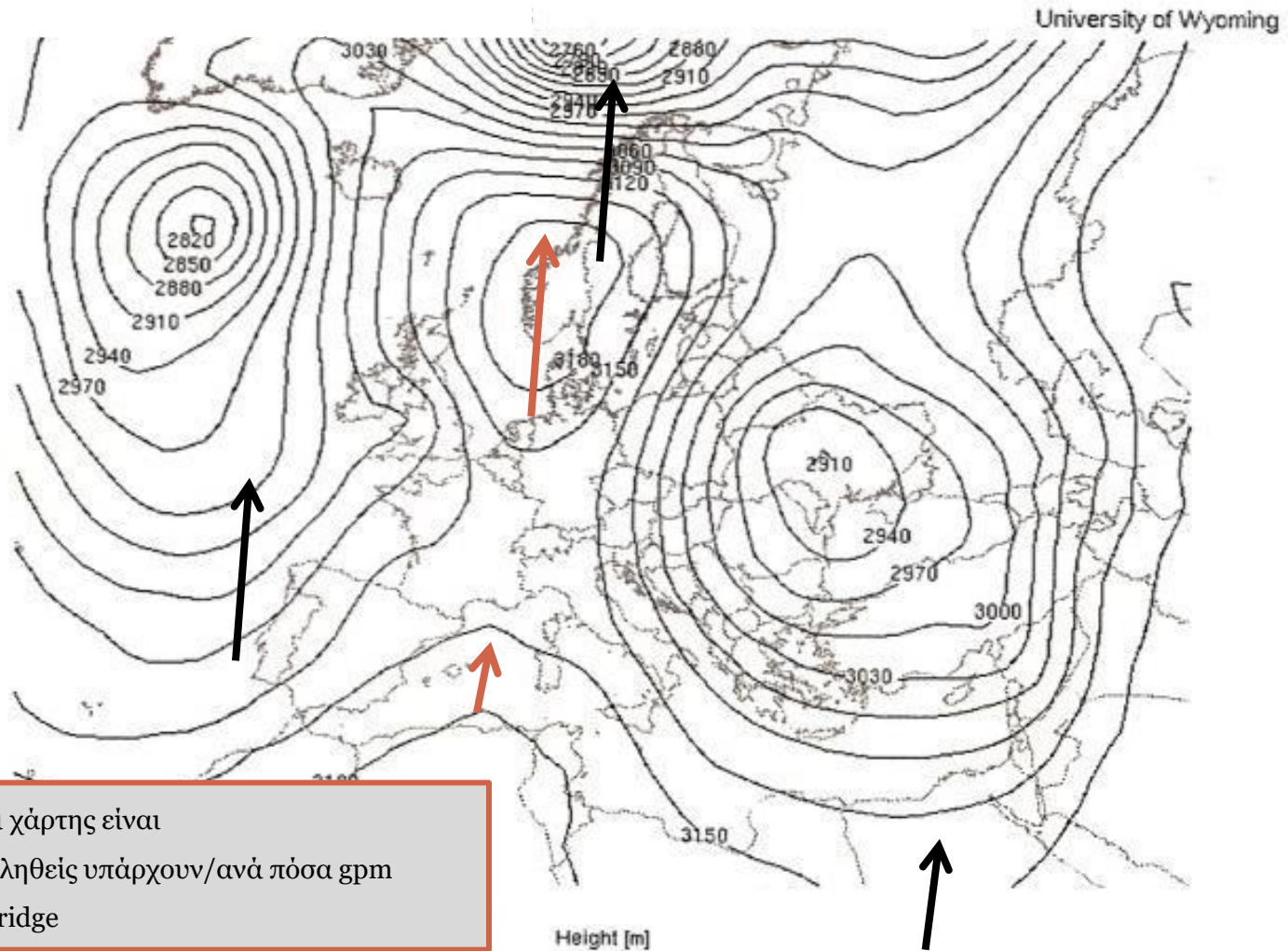
Examples of height codes:

30 means **3300** metres

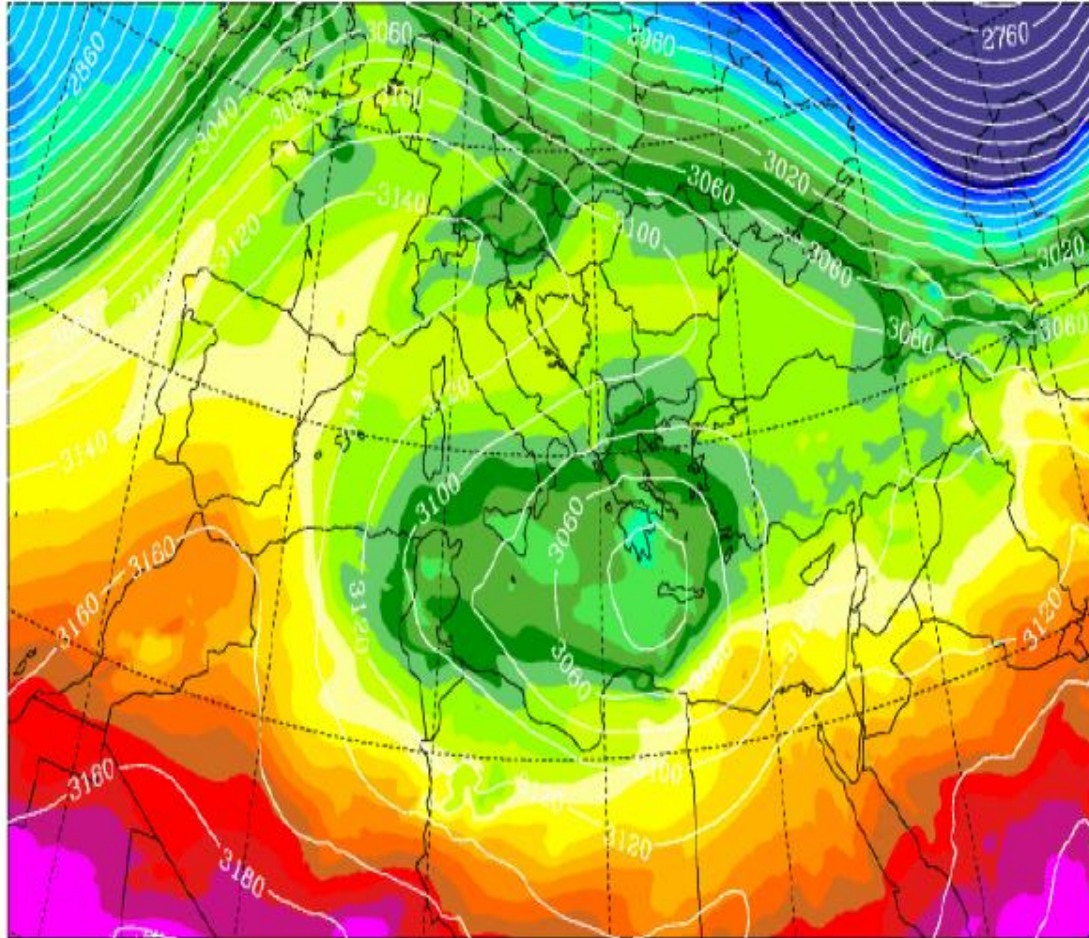
00 means **3000** metres

74 means **2740** metres

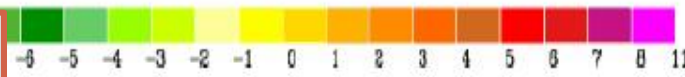
Χάρτης ανώτερης ατμόσφαιρας



Χάρτης ανώτερης ατμόσφαιρας

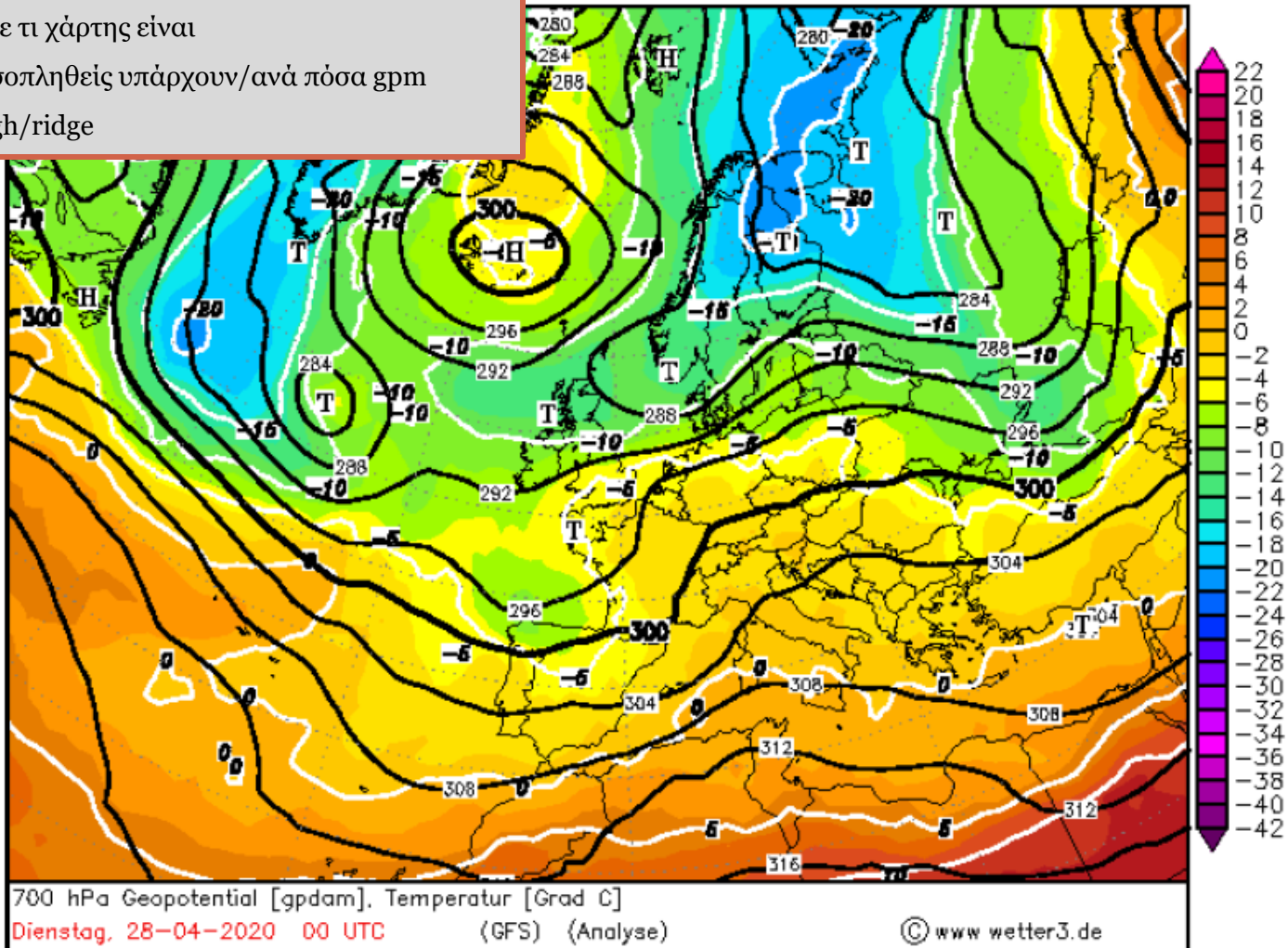


1. Αναγνωρίστε τι χάρτης είναι
2. Ελέγξτε τι ισοπληθείς υπάρχουν/ανά πόσα grm
3. Βρείτε trough/ridge



Χάρτης ανώτερης ατμόσφαιρας

1. Αναγνωρίστε τι χάρτης είναι
2. Ελέγξτε τι ισοπληθείς υπάρχουν/ανά πόσα gpm
3. Βρείτε trough/ridge



Εκτίμηση μεταφοράς θερμοκρασίας βάσει της γωνίας των ανυσμάτων ανέμου-θερμοβαθμίδας για ορεινές περιοχές

Εξετάζω τη γωνία του διανύσματος του γεωστροφικού ανέμου με το διάνυσμα μεταβολής θερμοκρασίας ΠΡΟΣ ΤΙΣ ΨΗΛΕΣ θερμοκρασίες

TA: Thermal Advection

$$TA = -\vec{V} \cdot \vec{\nabla T} = -|V| |\vec{\nabla T}| \cos \varphi$$

φ: η γωνία που σχηματίζουν τα ανύσματα του ανέμου και της βαθμίδας της θερμοκρασίας (η οποία κατευθύνεται από χαμηλές T προς υψηλές T)

- Αν $0^\circ < \varphi < 90^\circ \rightarrow TA < 0 \rightarrow$ **ψυχρή μεταφορά**
 - **Acute angle $\rightarrow$ COLD ADVECTION**
Οξεία γωνία = Ψυχρή μεταφορά
- Αν $90^\circ < \varphi < 180^\circ \rightarrow TA > 0 \rightarrow$ **θερμή μεταφορά**
 - **Obtuse angle $\rightarrow$ WARM ADVECTION**
Αμβλεία γωνία = Θερμή μεταφορά
- Αν $\varphi = 90^\circ \rightarrow TA = 0 \rightarrow$ **μηδενική μεταφορά**

φ=90
NO ADVECTION



Εξάσκηση 1

Χάρτης 700 hPa

Εκτίμηση
μεταφοράς θερμοκρασίας
σε ορεινή περιοχή
με σχεδιασμό ανύσματος γεωστροφικού ανέμου και
ανύσματος θερμοβαθμίδας

TA: Thermal Advection at mountainous locations

Εκτίμηση μεταφοράς θερμοκρασίας σε ορεινή περιοχή

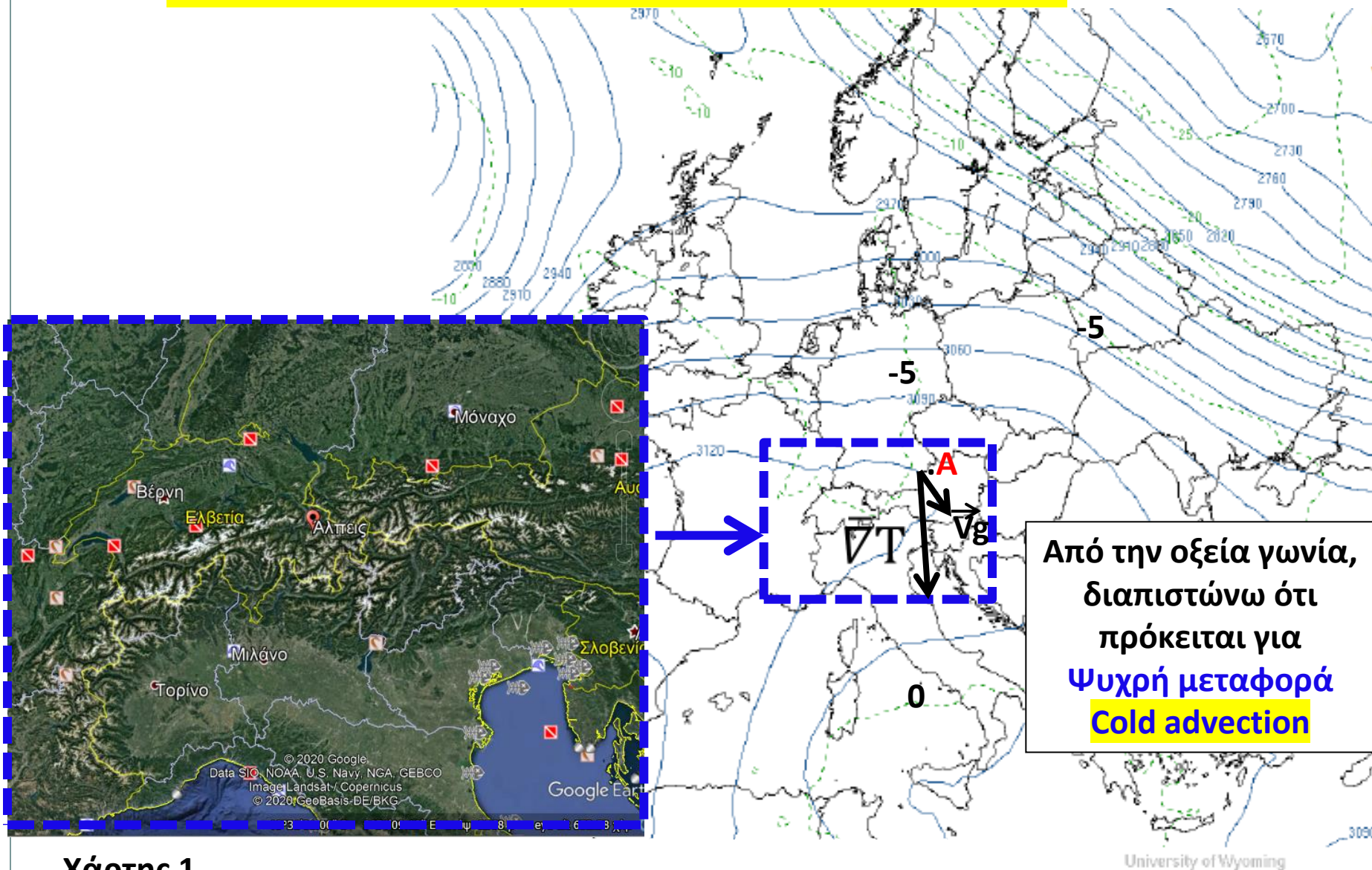
με σχεδιασμό ανυσμάτων γεωστροφικού ανέμου και θερμοβαθμίδας

TA: Thermal Advection at mountainous locations

1. Αναγνωρίστε τι χάρτης είναι ο χάρτης 1.
2. Ελέγξτε ποιες ισοπληθείς υπάρχουν.
3. Ελέγξτε ανά πόσα $\text{gpm}/^{\circ}\text{C}$ χαράσσονται οι ισοπληθείς.
4. Βρείτε trough/ridge.
5. Βρείτε το γεωστροφικό άνεμο και τη μεταφορά θερμοκρασίας *στο σημείο A*.
6. Βρείτε περιοχές με μηδενική μεταφορά θερμοκρασίας.

Δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας.

TA: Thermal Advection at mountainous locations



Χάρτης 1

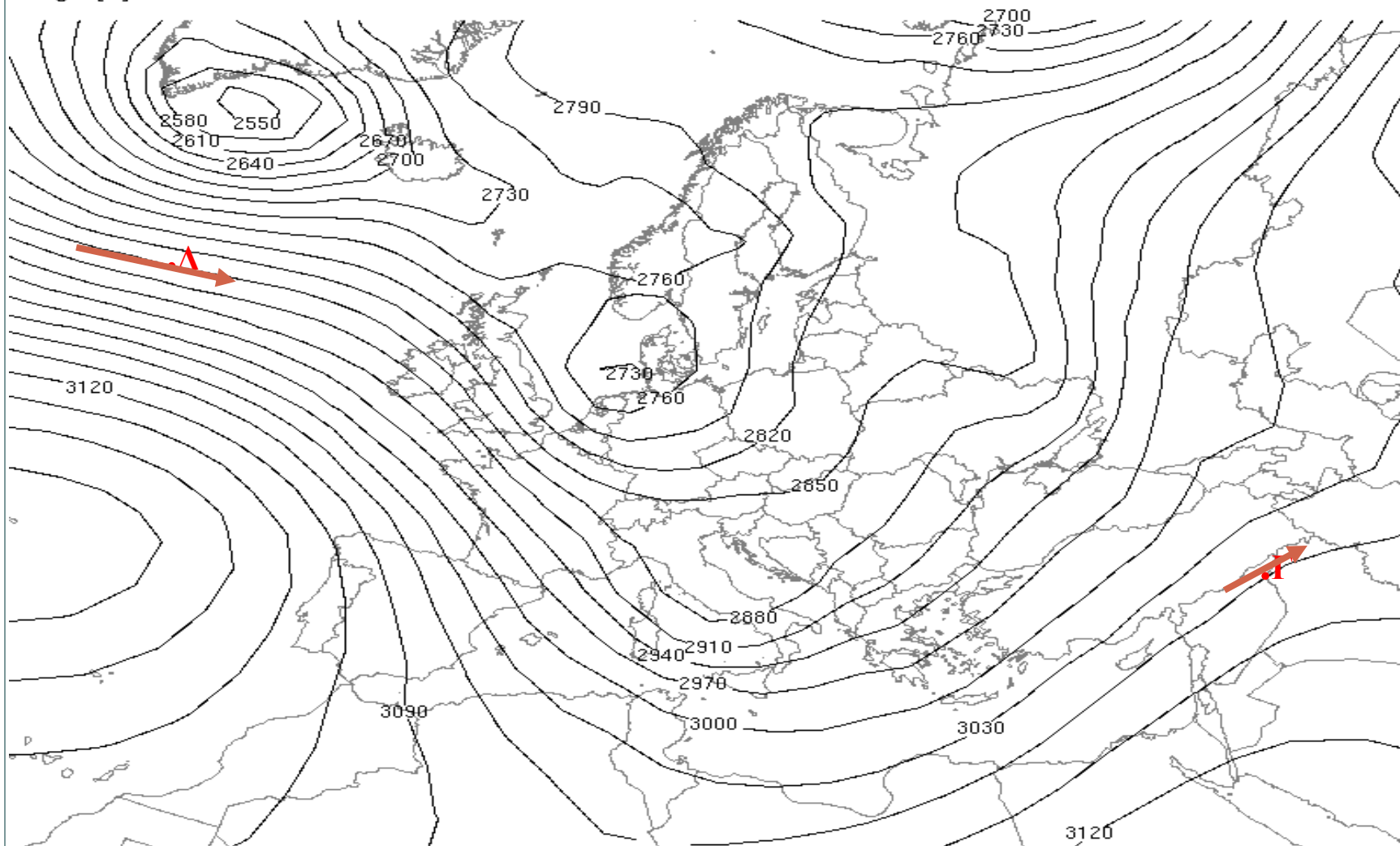


Εξάσκηση 2

Χάρτης 700 hPa

- Αναγνώριση χάρτη
- Εντοπισμός trough/ridge
- Εκτίμηση έντασης γεωστροφικού ανέμου

Height [m]



1. Αναγνωρίστε τι χάρτης είναι
2. Σε ποιο από τα σημεία Γ και Δ ο άνεμος είναι πιο ισχυρός. Σχεδιάστε το άνυσμα του γεωστροφικού ανέμου για να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Χάρτης 2



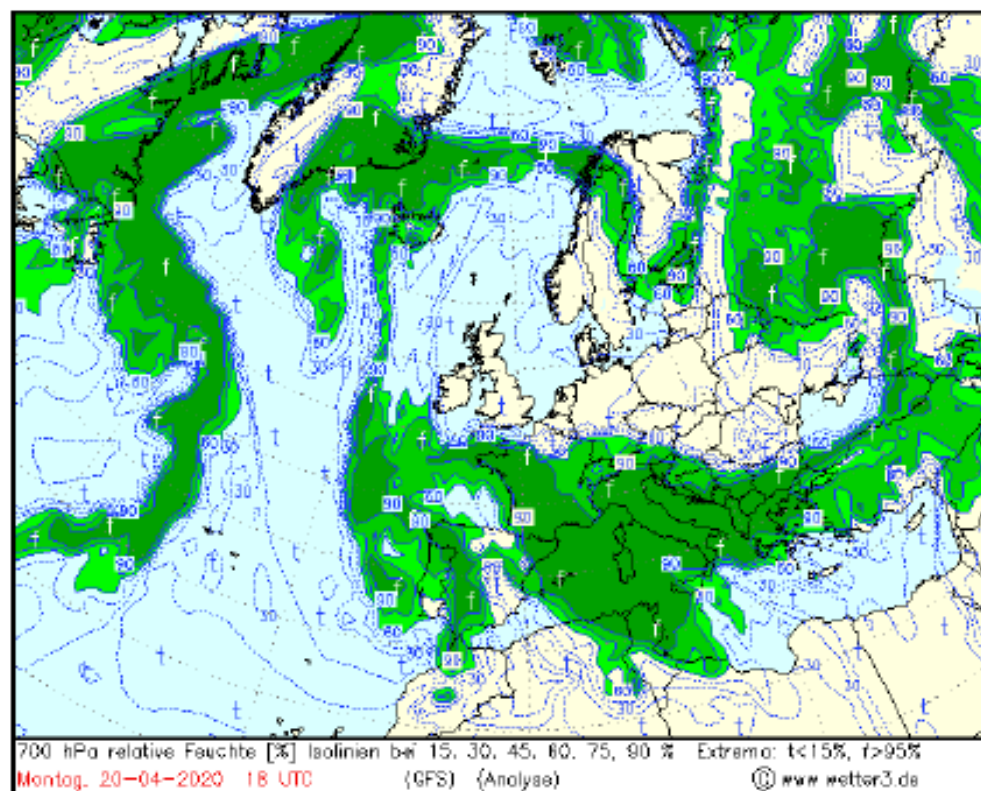
Εξάσκηση 3

Χάρτης 700 hPa

- Αναγνώριση χάρτη
- Εντοπισμός trough/ridge
- Εκτίμηση νέφωσης
 - Overcast detection

Απεικόνιση της σχετικής υγρασίας

- τα μετωπικά συστήματα έχουν το μεγαλύτερο μέρος της νεφικής τους μάζας συγκεντρωμένο στο στρώμα μεταξύ 1.5–4.5 km.
- Επιχειρησιακά επικρατεί ότι όταν η σχετική υγρασία στα 700 hPa ξεπερνά την τιμή 70%, τότε επικρατούν πλήρης νεφοκάλυψη και βροχή
 - Overcast detection



■ **Overcast detection**

Χάρτης των 700 hPa με την κατανομή της σχετικής υγρασίας (%) με διακεκομμένες γραμμές. Τιμές πάνω από 70% είναι χρωματισμένες.

1. Αναγνωρίστε τι χάρτης είναι (Προσοχή, στις μονάδες)
2. Ελέγξτε τι ισοπληθείς υπάρχουν/ανά πόσα gpm
3. Βρείτε trough/ridge
4. Εντοπίστε ποιες περιοχές είναι νεφοσκεπείς ($T-Td < 4^{\circ}\text{C}$)

Προσοχή! Δίνεται το Td !!!

**Ενδεικτικά
σταθμοί όπου
 $T-Td > 4^{\circ}\text{C}$**

**Ενδεικτικά
σταθμοί
όπου
 $T-Td < 4^{\circ}\text{C}$**

Χάρτης 3

Overacast detection

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
https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/research/library-and-archive/library/publications/factsheets/factsheet_11-interpreting-weather-charts.pdf
- ❑ ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ <http://www.hnms.gr/emy/el/>
- ❑ Μαθήματα Δυναμικής-Συνοπτικής Μετεωρολογίας, 1988, Γ. Κάλλος, Δ. Δεληγιώργη
- ❑ Α. Φλόκας: «Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας», Εκδόσεις ΖΗΤΗ, 1992
- ❑ Δ. Μεταξάς, Α. Μπαρτζώκας: «Εισαγωγή στη Δυναμική Μετεωρολογία», Εκδόσεις, Μαρία Παρίκου, 2012
- ❑ Εισαγωγή στη Φυσική της Ατμόσφαιρας και την Κλιματική Αλλαγή, Πέτρος Κατσαφάδος, Ηλίας Μαυροματίδης (2015)
http://meteoclima.hua.gr/images/stories/projects/kallipos/00_master_document_9926.r1.html#_Toc432157287
- ❑ 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
- ❑ University of Wyoming
- ❑ Πρεζεράκος Ν. 1984 Δομή της ατμόσφαιρας κατά τη διάρκεια των χιονοπτώσεων στην Αθήνα
- ❑ ΤΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΤΟΥ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΟΥ - ΠΡΟΓΝΩΣΤΗ. Δημήτρης Ζιακόπουλος και Παρασκευή - Βιβιάννα Φραγκούλη. ISBN 978-618-82094-0-4. http://www.emy.gr/emy/en/meteorology/components/HNMS_MeteorologistBook.pdf