

3^ο ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ

Άννα Πρωτονοταρίου
Ε.ΔΙ.Π ΕΚΠΑ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Βασικές έννοιες 3^{ου} εργαστηρίου

☐ Μέτωπα **FRONTS**

☐ Μετωπικές Υφέσεις **FRONTAL DEPRESSION**

Μέτωπα FRONTS

- ❑ Δημιουργούνται όταν συναντηθούν δύο αέριες μάζες με διαφορετικά χαρακτηριστικά (θερμοκρασία/πυκνότητα/υγρασία)
- ❑ Οι αέριες μάζες δεν αναμειγνύονται, αλλά διαχωρίζονται με κεκλιμένη (λόγω της F_c) επιφάνεια (μεταβατική ζώνη) που ονομάζεται μετωπική επιφάνεια
- ❑ Το πάχος της μετωπικής επιφάνειας (εκατοντάδες m ως δεκάδες km) είναι πολύ μικρότερο σε σχέση με την έκταση των αερίων μαζών και εξαρτάται από τη διαφορά θερμοκρασίας και υγρασίας των διαχωριζόμενων αερίων μαζών. Όσο μεγαλύτερη διαφορά, τόσο λιγότερη ανάμιξη και λεπτότερη ζώνη.
- ❑ Η προβολή της μετωπικής επιφάνειας σε χάρτη επιφανείας λέγεται

ΜΕΤΩΠΟ

Τύποι μετώπων

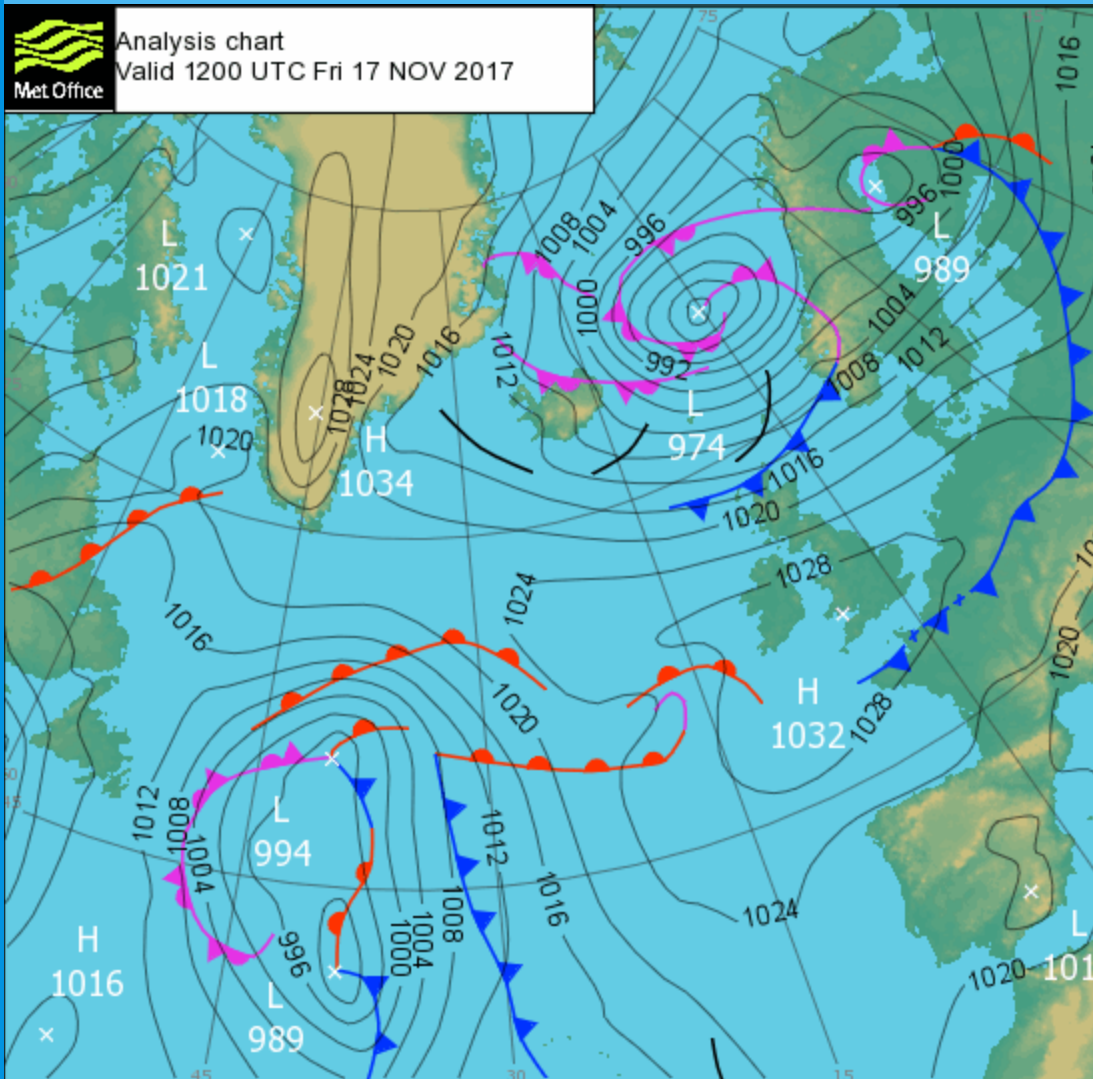
FRONT TYPES

Τα μέτωπα διακρίνονται στα:

- ☐ Ψυχρά μέτωπα **COLD**
- ☐ Θερμά μέτωπα **WARM**
- ☐ Στάσιμα μέτωπα **STATIONARY**
- ☐ Συνεσφιγμένα μέτωπα **OCCLUDED**

Σύνοψη: Τύποι μετώπων σε χάρτη επιφανείας

FRONT TYPES ON A SURFACE MAP



Front Types

Warm	
Warm, aloft	
Cold	
Cold, aloft	
Stationary	
Stationary, aloft	
Occluded	
Convergence line	
Instability line	
Intertropical	
Developing cold/warm front (frontogenesis)	
Weakening cold/warm front (frontolysis)	

Ψυχρό Μέτωπο*

*cold front

ΨΥΧΡΟ ΜΕΤΩΠΟ

Δημιουργείται όταν **ψυχρή αέρια μάζα** **COLD AIR MASS**

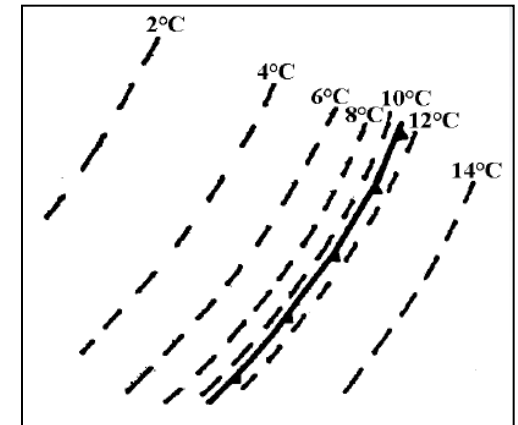
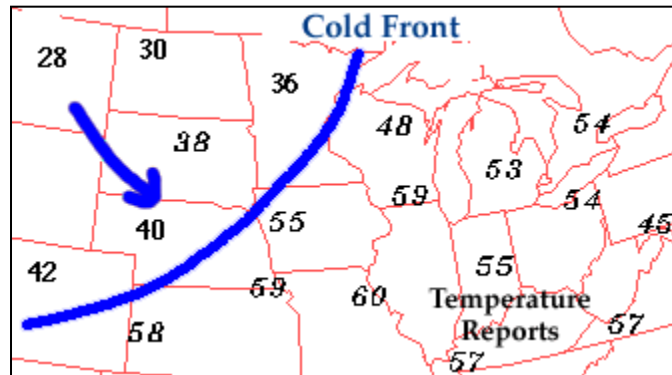
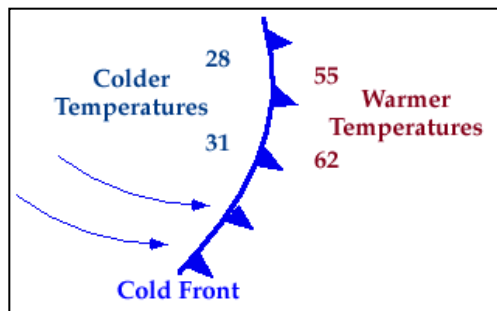
ακολουθεί μια **θερμή αέρια μάζα** **WARM AIR MASS**

που προηγείται (σε επαφή, δεν αναμειγνύονται)

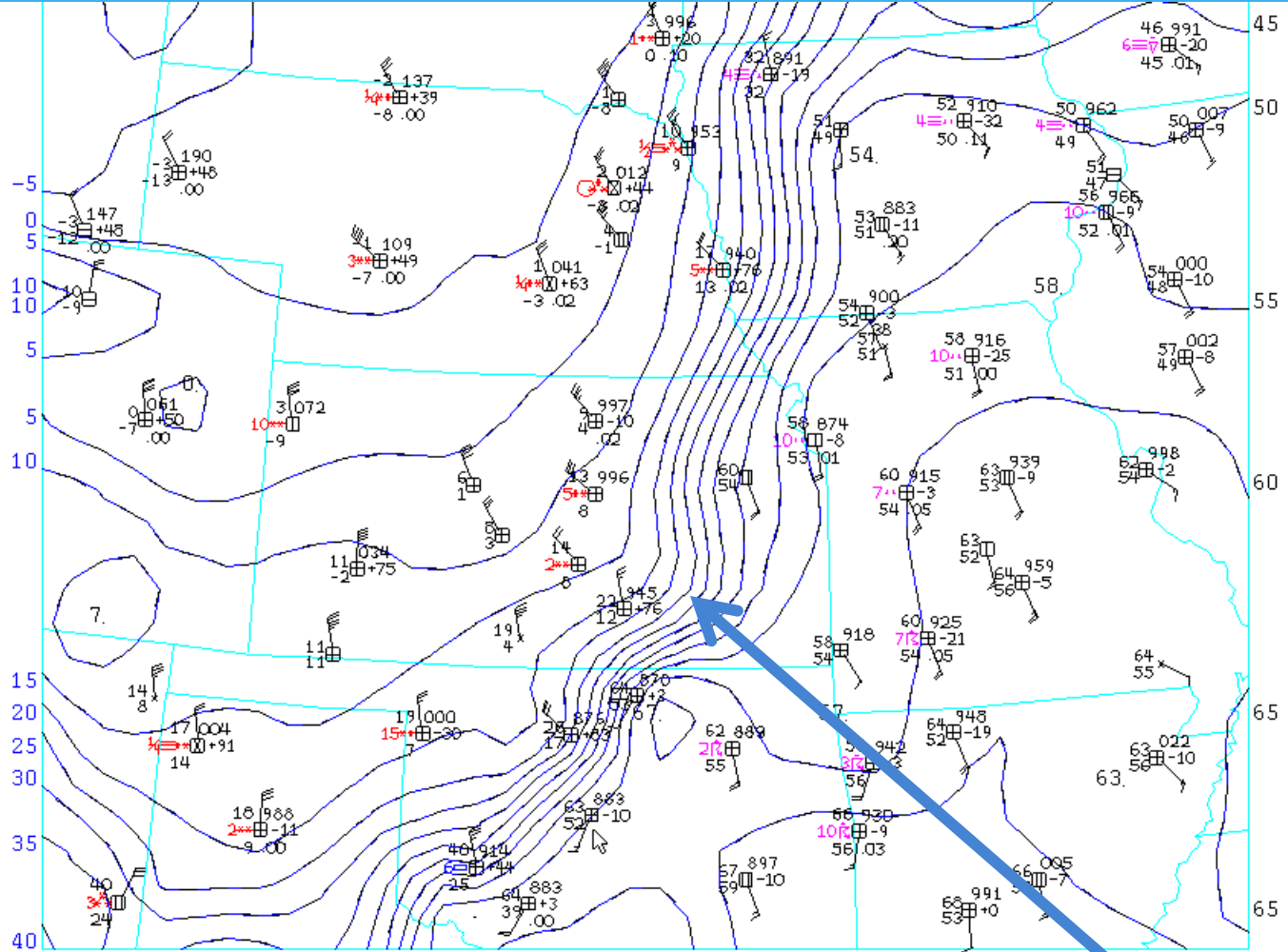
Η επιφάνεια ανάμεσα στις 2 αέριες μάζες ονομάζεται **ψυχρή μετωπική επιφάνεια**

Η τομή της **ψυχρής μετωπικής επιφάνειας** με την επιφάνεια της γης αποτελεί το:

Ψυχρό μέτωπο



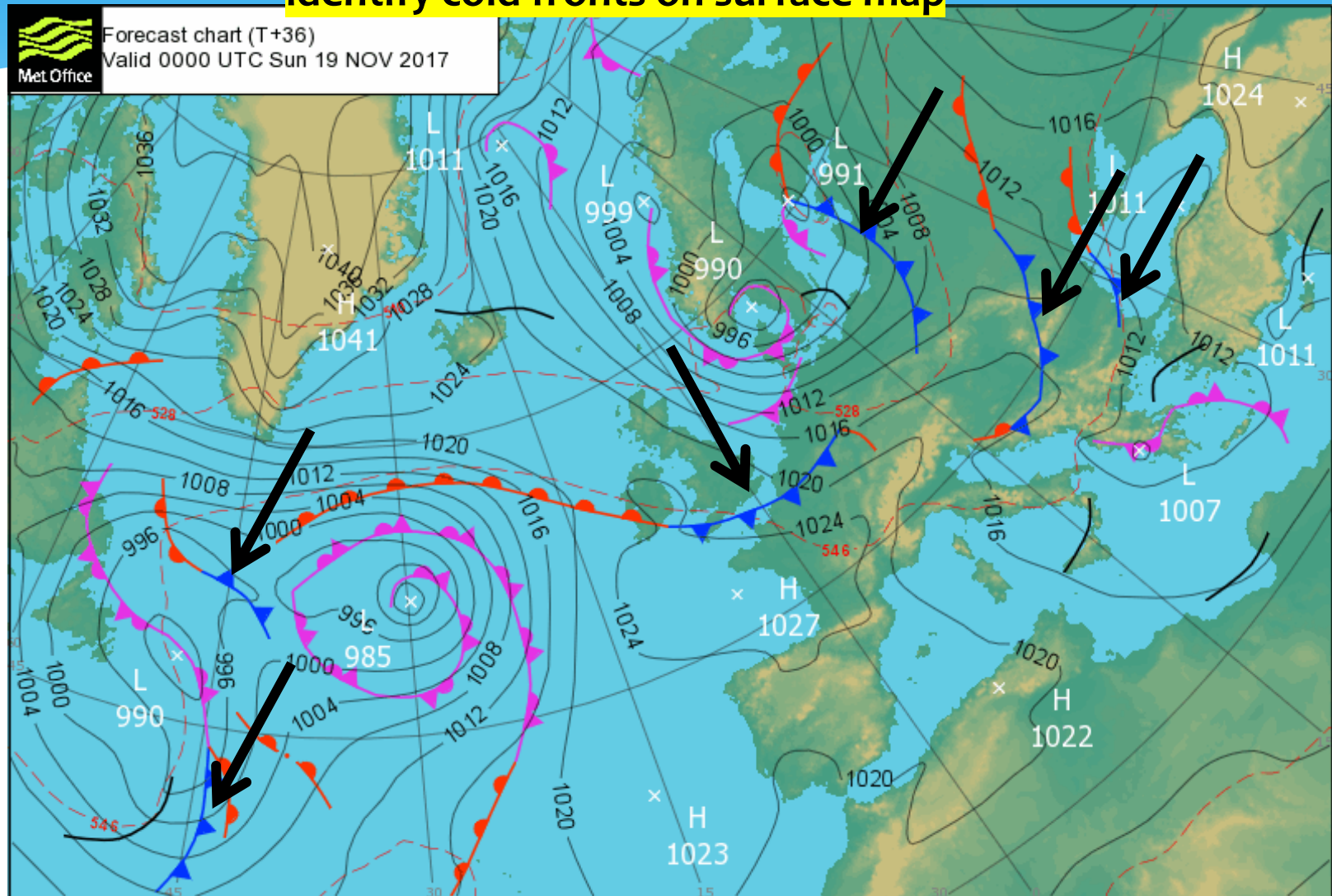
ISOTHERMAL LINES



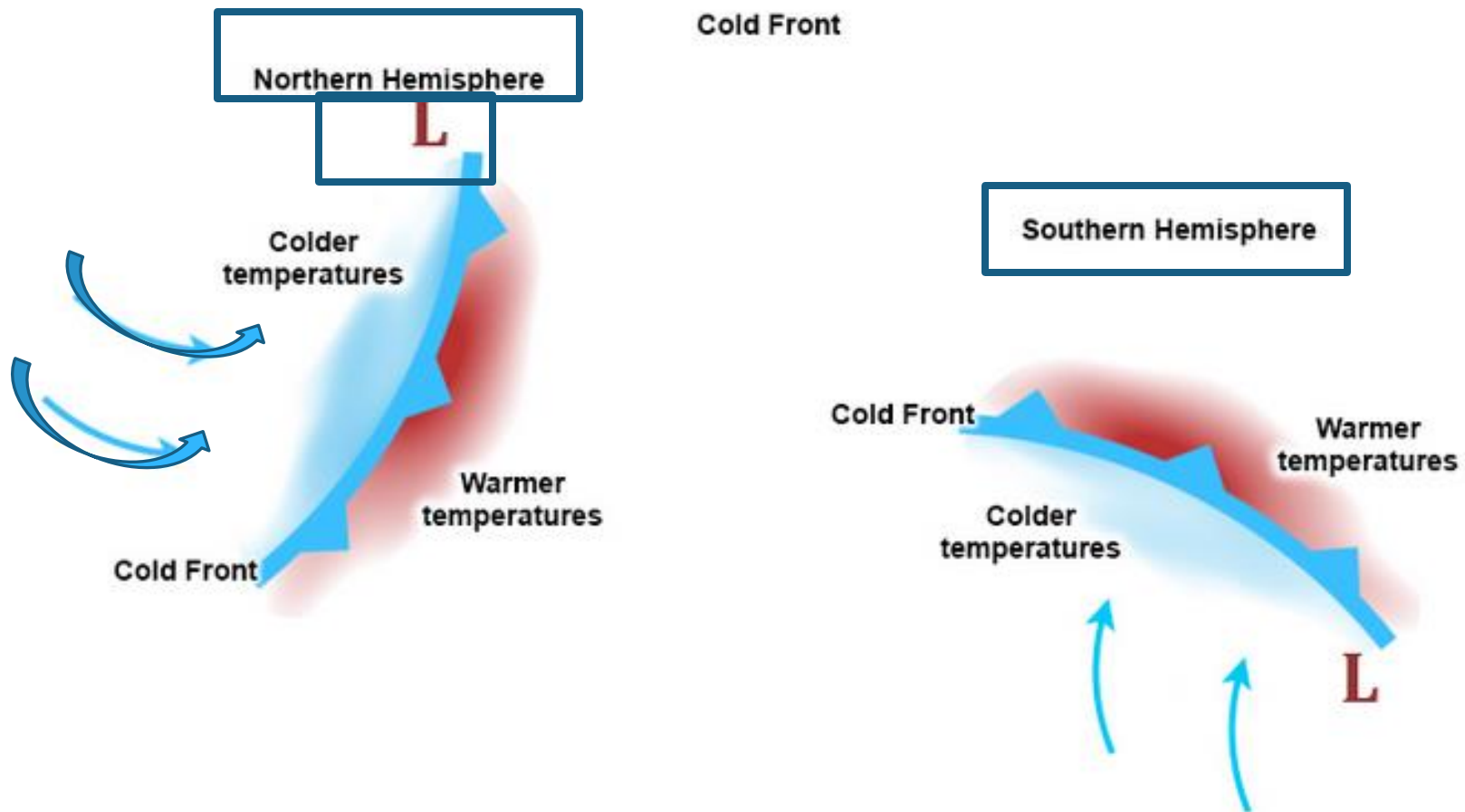
ΠΥΚΝΩΣΗ ΙΣΟΘΕΡΜΩΝ

Αναγνώριση ψυχρών μετώπων σε χάρτη επιφανείας

identify cold fronts on surface map

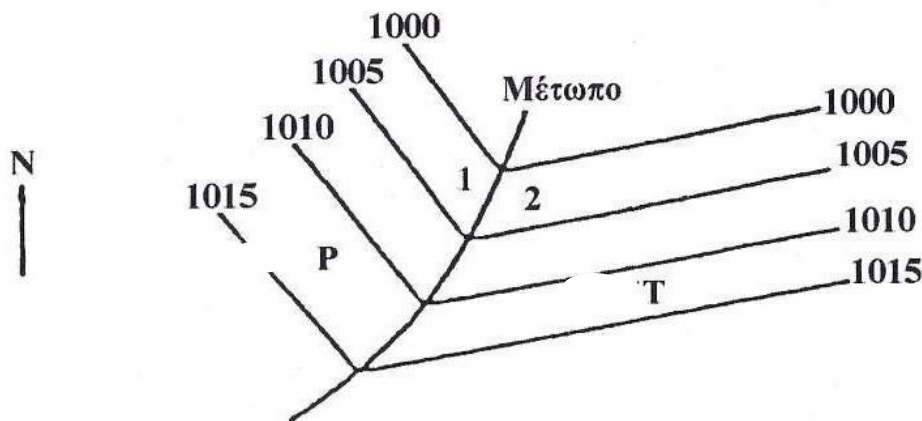


Ψυχρό μέτωπο σε βόρειο (northern) και νότιο (southern) ημισφαίριο (hemisphere)

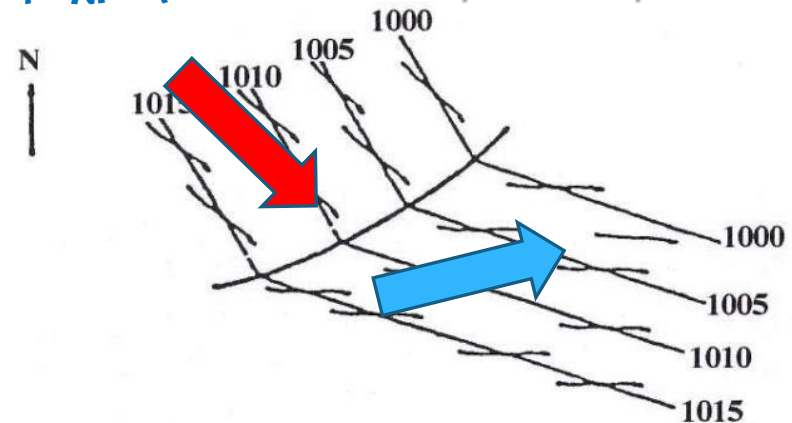


Κάμψη ισοβαρών ➡ Αλλαγή διεύθυνσης ανέμου **change of wind direction**

Η διαφορά πυκνότητας των αερίων μαζών εκατέρωθεν του ψυχρού μετώπου προκαλεί σημαντική μεταβολή της βαροβαθμίδας ➔ Κάμψη των ισοβαρών

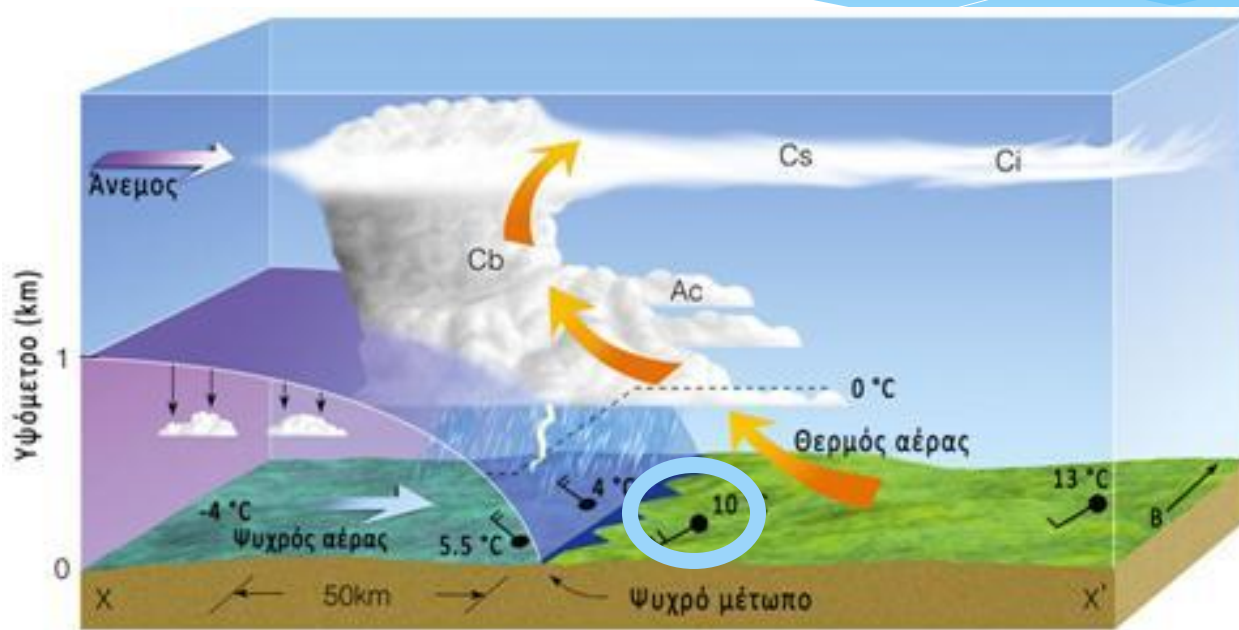


Λόγω της κάμψης των ισοβαρών ➔ μεταβάλλεται απότομα η διεύθυνση του ανέμου μπροστά και πίσω από το ψυχρό μέτωπο από N/ΝΔ σε Δ/ΒΔ



Μετεωρολογικές συνθήκες που συνδέονται με τη διέλευση ενός ψυχρού μετώπου σε ένα σταθμό

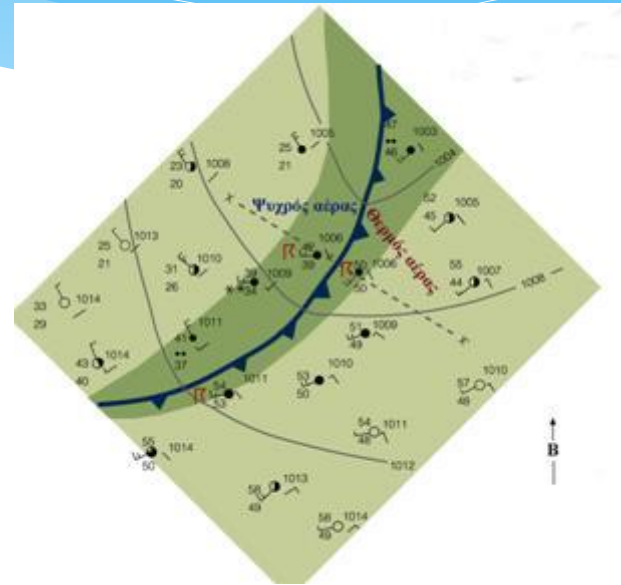
Κλίση μετωπικής επιφάνειας αντίθετα προς τη διεύθυνση κίνησης



Μετεωρολογικές παράμετροι	Πριν το πέρασμα	Κατά το πέρασμα	Μετά το πέρασμα
Άνεμοι	Νότιοι ή νοτιοδυτικοί.	Σε ριπές, μεταβλητοί.	Δυτικοί ή βορειοδυτικοί.
Θερμοκρασία	Υψηλή.	Απότομη πτώση.	Σταθερά πτωτική.
Πίεση	Σταθερά πτωτική.	Φθάνει στην ελάχιστη τιμή και αυξάνεται απότομα.	Σταθερά ανοδική.
Νέφη	Ci, Cs και στη συνέχεια Cb.	Cb.	Συχνά Cu και όταν το έδαφος είναι θερμό Sc.
Κατακρημνίσματα	Όμβροι κατά περιόδους.	Ισχυροί όμβροι ή χιόνι σε συνδυασμό πολλές φορές με χαλάζι, καταιγίδες και κεραυνούς.	Μείωση της έντασης των όμβρων, στη συνέχεια τερματισμός των φαινομένων.
Σημείο δρόσου	Σταθερά υψηλό	Απότομη πτώση	Πτωτικές τάσεις

Έκταση νέφωσης (cloud coverage) και ζώνης βροχόπτωσης (rain zone) κατά τη διέλευση ενός ψυχρού μετώπου during a cold front passage

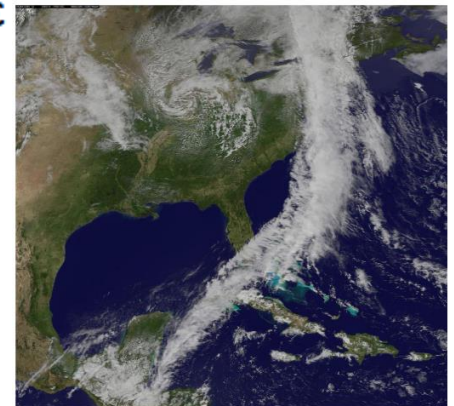
- ❑ Νέφωση μπροστά και πίσω σε στενή ζώνη
- ❑ Βροχές:
 - Εκτείνονται κυρίως πίσω από το μέτωπο
 - Ραγδαίες, διαλείπουσες, συνοδευόμενες πολλές φορές από καταιγίδες και χαλάζι



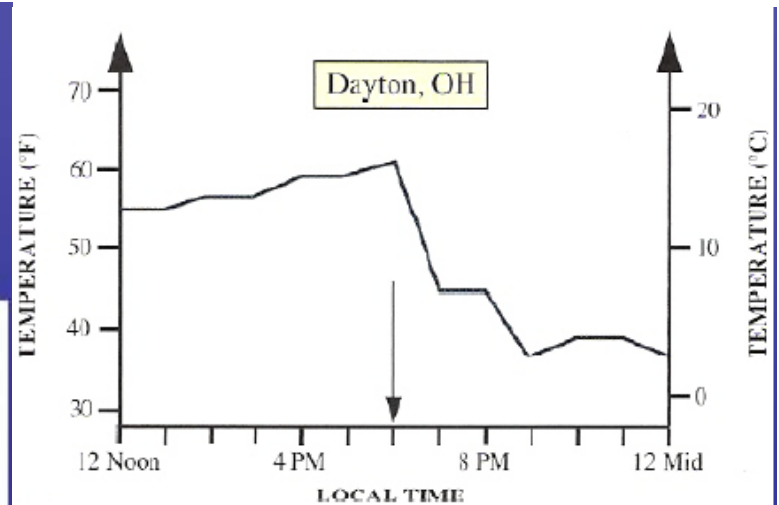
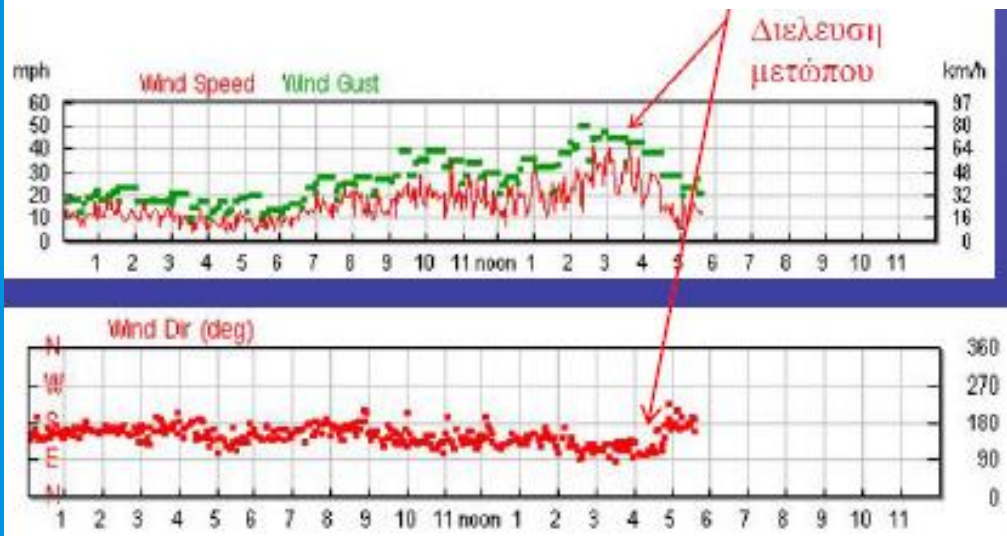
Τα ψυχρά μέτωπα τείνουν να **κινούνται γρηγορότερα** σε σχέση με τους άλλους τύπους μετώπων

Τείνουν να συνοδεύονται από πιο **έντονα καιρικά φαινόμενα** σε σχέση με τα θερμά μέτωπα

Τείνουν να **κινούνται** σε μεγαλύτερες αποστάσεις ενώ διατηρούν την έντασή τους



Μεταβολές σε σταθμούς για ΨΥΧΡΟ ΜΕΤΩΠΟ



Διέλευση
μετώπου



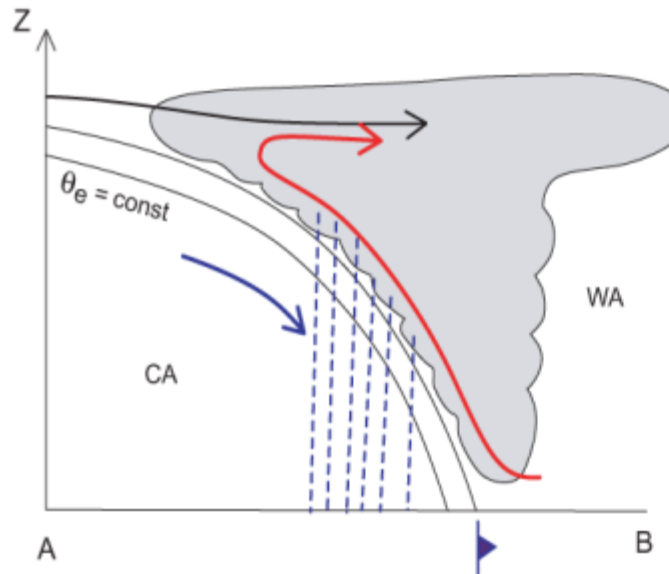
Ανα ψυχρό μέτωπο

Κλασικό μοντέλο του
ψυχρού μετώπου: ο
ψυχρός αέρας
εξαναγκάζει το θερμό σε
άνοδο

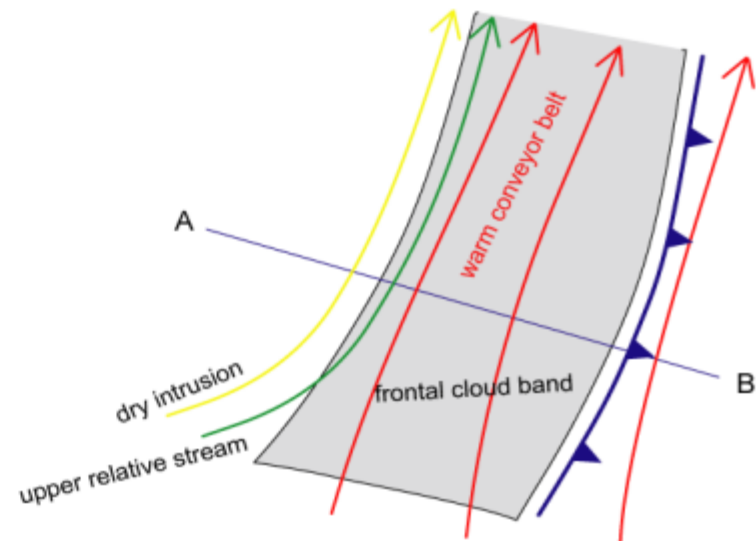
Ana: ascend

Βροχόπτωση πίσω
από το μέτωπο

ANA COLD FRONT



ANA COLD FRONT



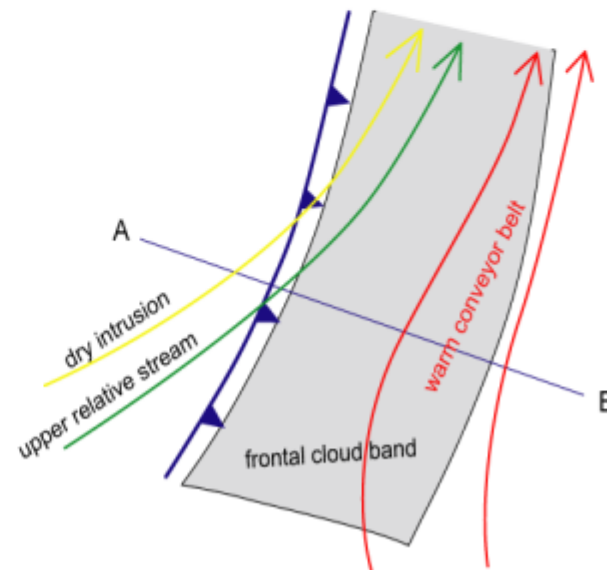
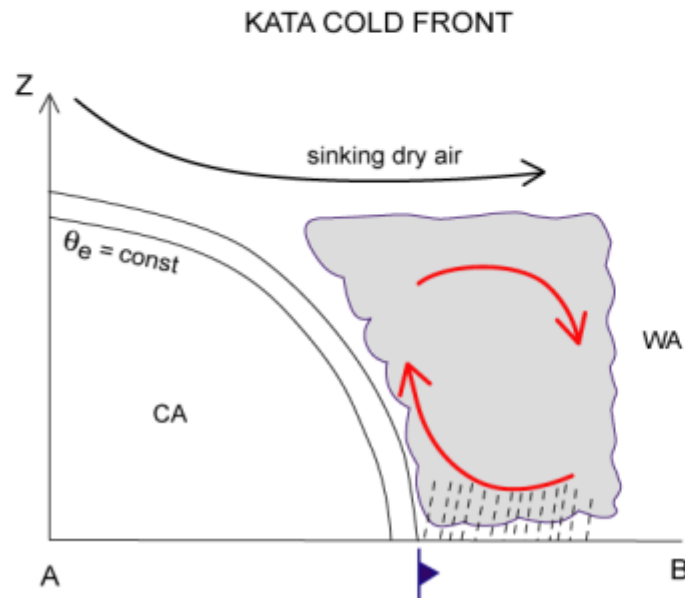
Κατα ψυχρό μέτωπο

Ο θερμός αέρας παρεμποδίζεται στην άνοδό του από ξηρό αέρα που κατεβαίνει από τα ανώτερα στρώματα και στη συνέχεια κατεβαίνει

Kata:descend

Η βροχόπτωση είναι μέτρια, τα σύννεφα δεν είναι κατακόρυφης ανάπτυξης και συμβαίνει μπροστά από το μέτωπο

KATA COLD FRONT



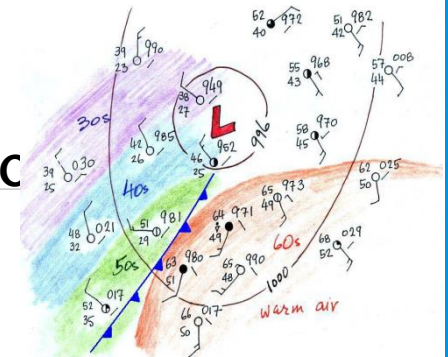
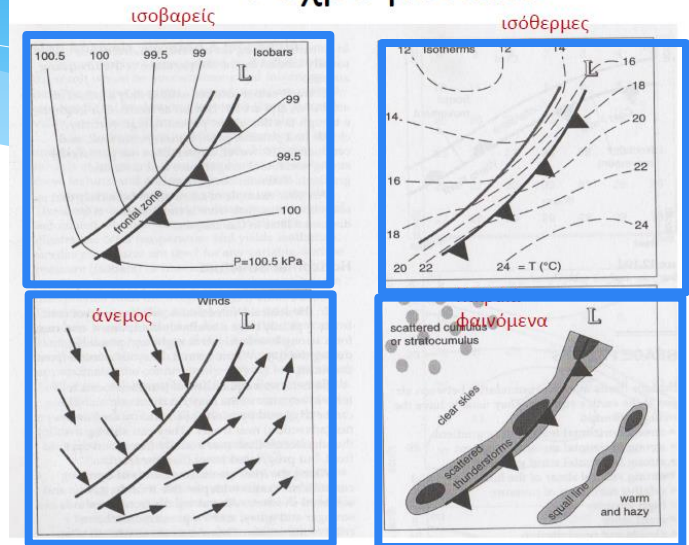
Εντοπισμός των ψυχρών μετώπων

how to identify a cold front

ΤΙ ΕΛΕΓΧΩ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ:

- ❑ ΜΕΓΑΛΕΣ **ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ** ΑΕΡΑ
- ❑ ΑΛΛΑΓΗ **ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΑΝΕΜΟΥ** (**N/ΝΔ ΣΕ Δ/ΒΔ**)
- ❑ ΑΛΛΑΓΗ **ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΔΡΟΣΟΥ**
- ❑ ΥΠΑΡΞΗ **ΝΕΦΩΣΗΣ -ΥΕΤΟΥ**
- ❑ ΑΠΟΤΟΜΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜ. ΠΙΕΣΗ – ΚΛΙΣΗ/ΚΑΜΨΗ ΙΣ
- ❑ ΥΠΑΡΞΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΧΑΜΗΛΟΥ ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΟΥ **L**

Ψυχρό μέτωπο

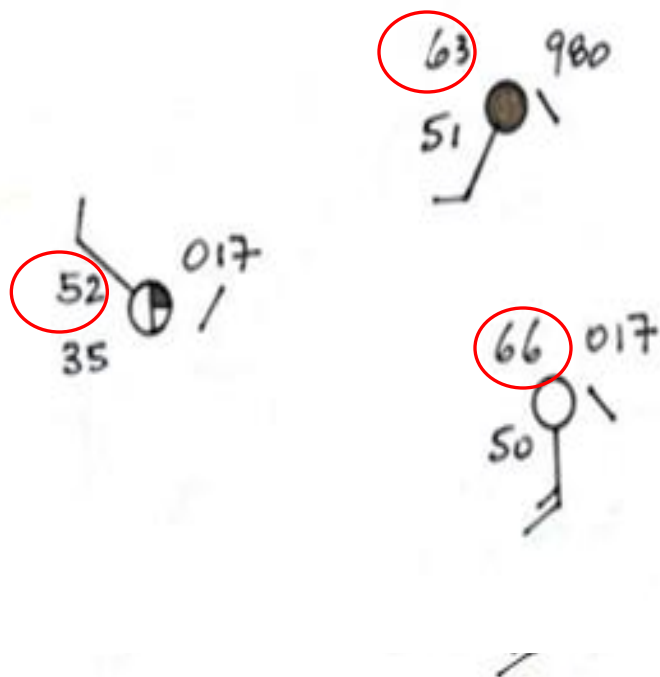


1α. Εξάσκηση στη χάραξη ψυχρού μετώπου

Σχεδιάστε το ψυχρό μέτωπο

Θερμοκρασίες σε F

(Η ατμ.πίεση δίνεται με δεκαδικό ψηφίο)



ΤΙ ΕΛΕΓΧΩ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ:

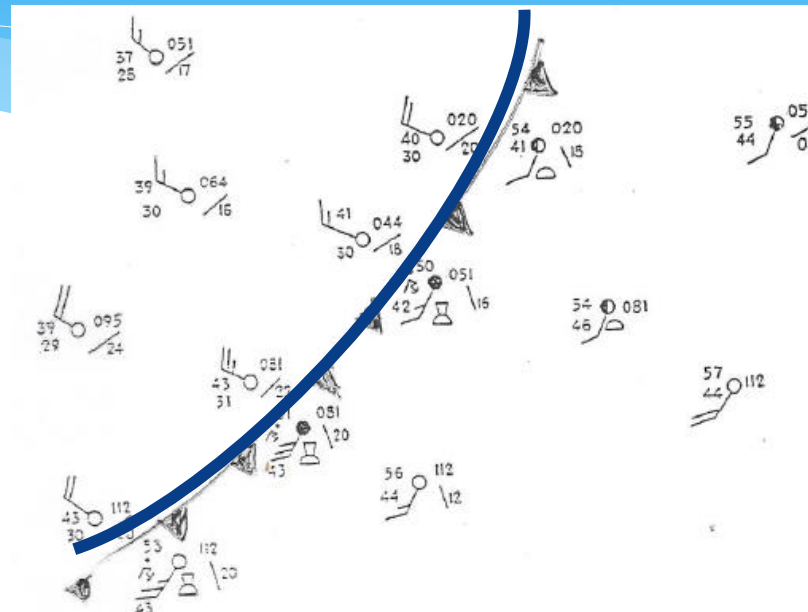
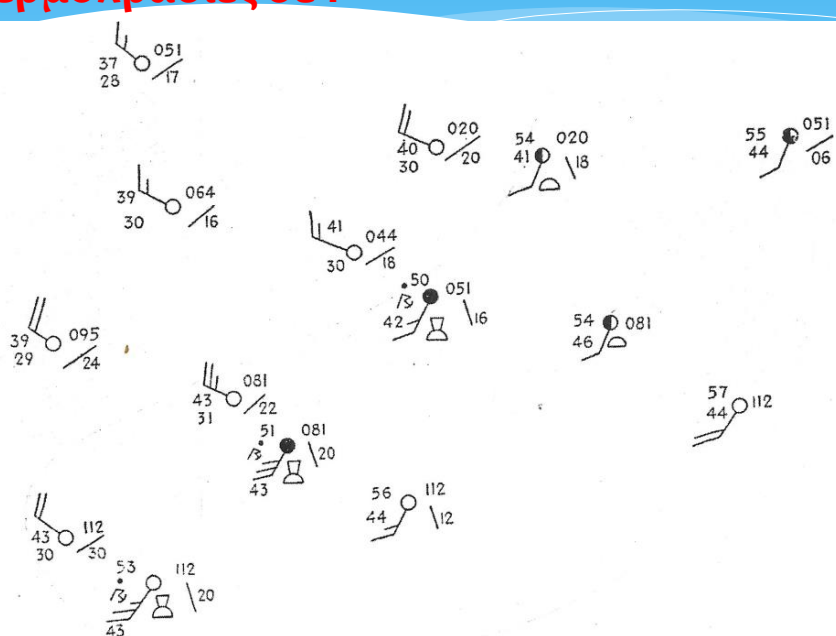
- ☐ ΜΕΓΑΛΕΣ **ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ** ΑΕΡΑ
- ☐ ΑΛΛΑΓΗ **ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΑΝΕΜΟΥ** (N/NA ΣΕ Δ/ΒΔ)
- ☐ ΑΛΛΑΓΗ **ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΔΡΟΣΟΥ**
- ☐ ΥΠΑΡΞΗ **ΝΕΦΩΣΗΣ -ΥΕΤΟΥ**
- ☐ ΑΠΟΤΟΜΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜ. ΠΙΕΣΗ – ΚΛΙΣΗ ΙΣΟΒΑΡΩΝ
- ☐ ΥΠΑΡΞΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΧΑΜΗΛΟΥ ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΟΥ **L**

1β. Εξάσκηση στη χάραξη ψυχρού μετώπου

Σχεδιάστε το ψυχρό μέτωπο

Θερμοκρασίες σε F

(Η ατμ.πίεση δίνεται με δεκαδικό ψηφίο)



ΤΙ ΕΛΕΓΧΩ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ:

- ☐ ΜΕΓΑΛΕΣ **ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ** ΑΕΡΑ
- ☐ ΑΛΛΑΓΗ **ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΑΝΕΜΟΥ** (N/NA ΣΕ Δ/ΒΔ)
- ☐ ΑΛΛΑΓΗ **ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΔΡΟΣΟΥ**
- ☐ ΥΠΑΡΞΗ **ΝΕΦΩΣΗΣ -ΥΕΤΟΥ**
- ☐ ΑΠΟΤΟΜΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜ. ΠΙΕΣΗ – ΚΛΙΣΗ ΙΣΟΒΑΡΩΝ
- ☐ ΥΠΑΡΞΗ ΚΕΝΤΡΟΥ **ΧΑΜΗΛΟΥ ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΟΥ L**

1γ. Εξάσκηση στη χάραξη ψυχρού μετώπου

Σχεδιάστε τις ισοβαρείς ανα 4hPa και το ψυχρό μέτωπο

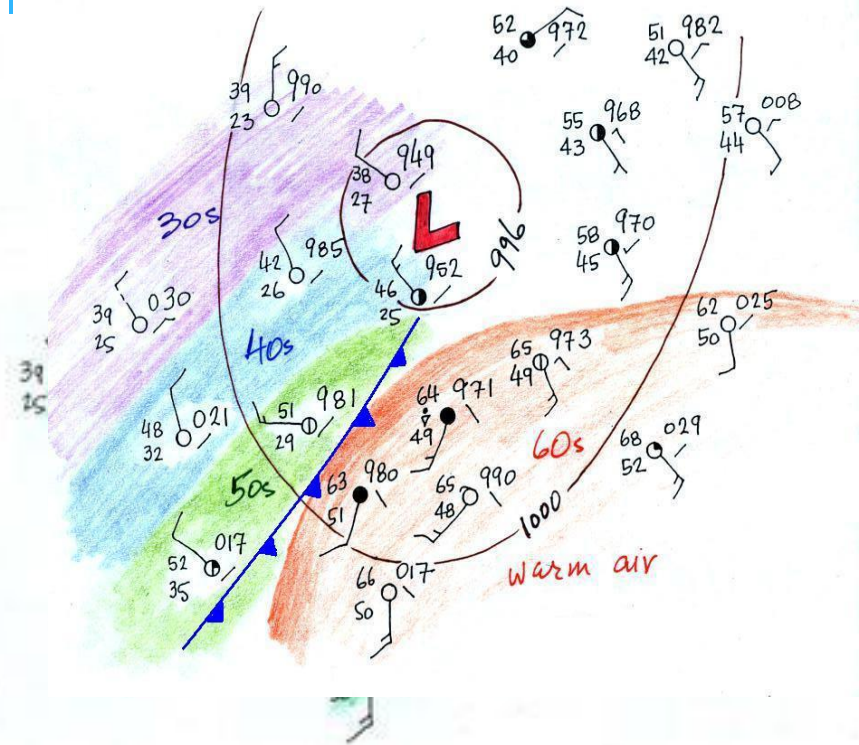
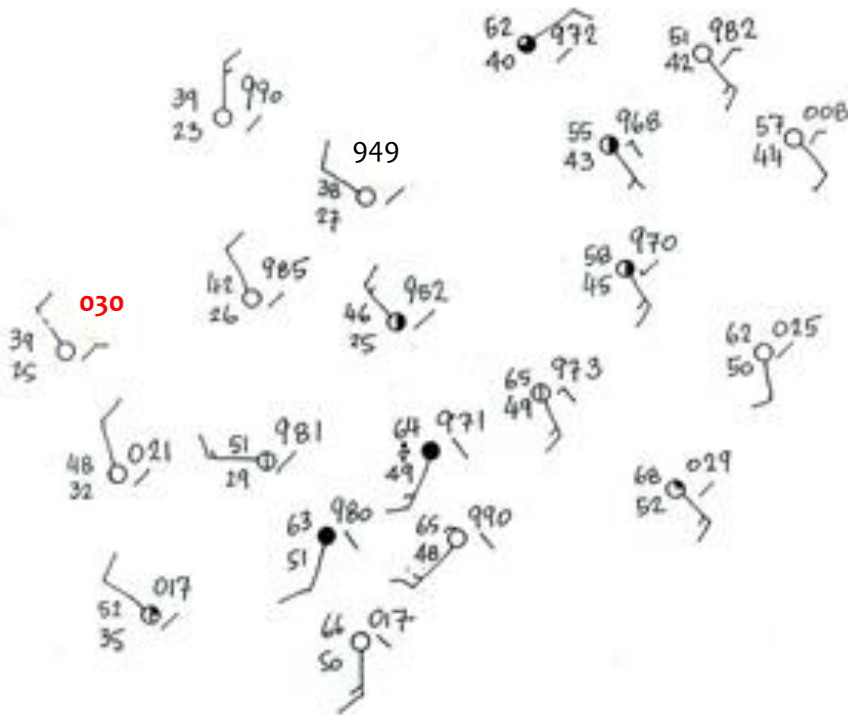
(Η ατμ.πίεση δίνεται με δεκαδικό ψηφίο)

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

- ☒ ΧΑΡΑΞΗ ΙΣΟΒΑΡΩΝ ANA 4 hPa
- ☐ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ MIN/Max ATM ΠΙΕΣΗΣ
- ☐ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΠΙΘΑΝΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡ. ΧΑΜΗΛΟΥ L

ΤΙ ΕΛΕΓΧΩ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ:

- ☒ ΜΕΓΑΛΕΣ **ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ** ΑΕΡΑ
- ☐ ΑΛΛΑΓΗ **ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΑΝΕΜΟΥ** (Ν/ΝΔ ΣΕ Δ/ΒΔ)
- ☐ ΑΛΛΑΓΗ **ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΔΡΟΣΟΥ**
- ☐ ΥΠΑΡΞΗ **ΝΕΦΩΣΗΣ -ΥΕΤΟΥ**
- ☐ ΑΠΟΤΟΜΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ **ΣΤΗΝ ΑΤΜ. ΠΙΕΣΗ – ΚΛΙΣΗ ΙΣΟΒΑΡΩΝ**
- ☐ ΥΠΑΡΞΗ ΚΕΝΤΡΟΥ **ΧΑΜΗΛΟΥ ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΟΥ** **L**

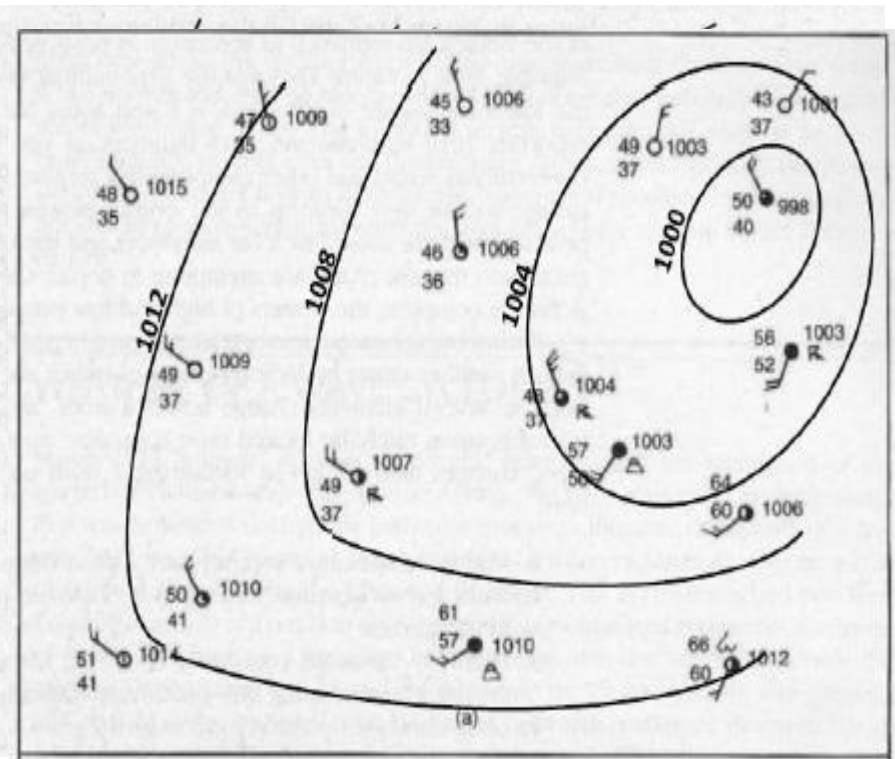
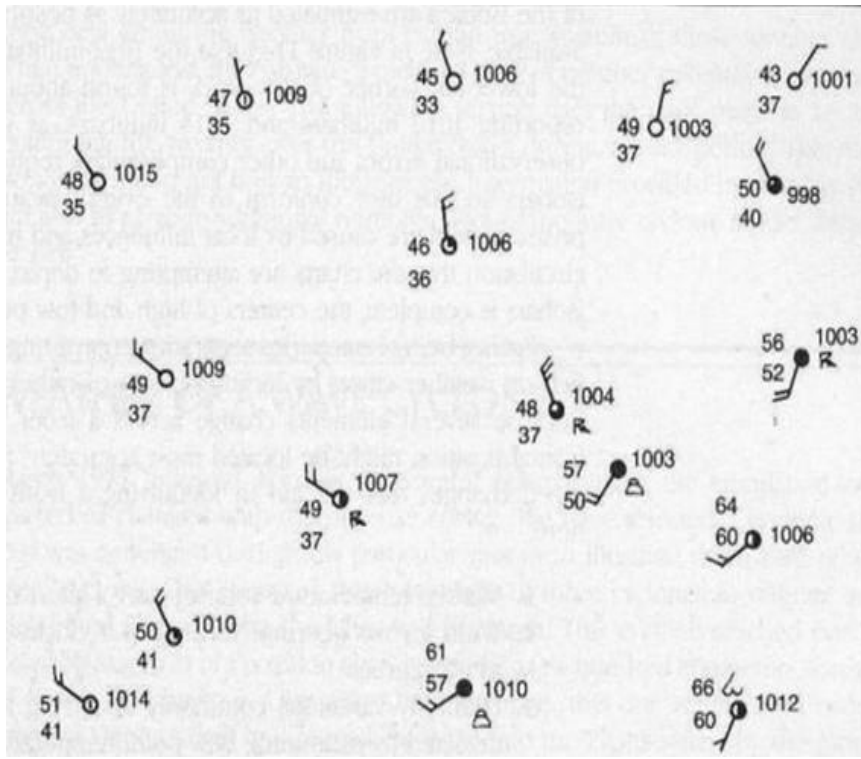


1δ.Εξάσκηση στη χάραξη μετώπων

Σχεδιάστε τις ισοβαρείς ανά 4hPa και το ψυχρό μέτωπο

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

- ΧΑΡΑΞΗ ΙΣΟΒΑΡΩΝ ΑΝΑ 4 hPa
 - ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΜΙΝ/Μαx ΑΤΜ ΠΙΕΣΗΣ
 - ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΠΙΘΑΝΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡ. ΧΑΜΗΛΟΥ L
- ΤΙ ΕΛΕΓΧΩ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ:
- ΜΕΓΑΛΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΕΡΑ
 - ΑΛΛΑΓΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΑΝΕΜΟΥ (Ν/ΝΔ ΣΕ Δ/ΒΔ)
 - ΑΛΛΑΓΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΔΡΟΣΟΥ
 - ΥΠΑΡΞΗ ΝΕΦΩΣΗΣ -ΥΕΤΟΥ
 - ΑΠΟΤΟΜΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜ. ΠΙΕΣΗ – ΚΛΙΣΗ ΙΣΟΒΑΡΩΝ
 - ΥΠΑΡΞΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΧΑΜΗΛΟΥ ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΟΥ L



Θερμό Μέτωπο*

* Warm front

ΘΕΡΜΟ ΜΕΤΩΠΟ

Warm front

warm air mass

Δημιουργείται όταν **θερμή αέρια μάζα** ακολουθεί

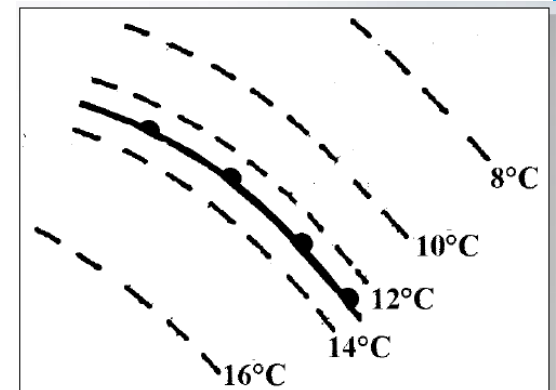
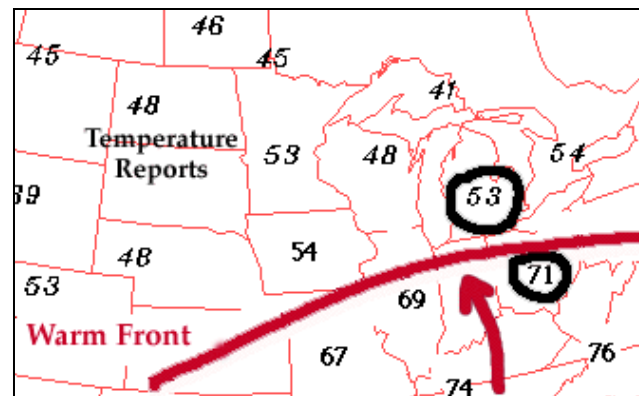
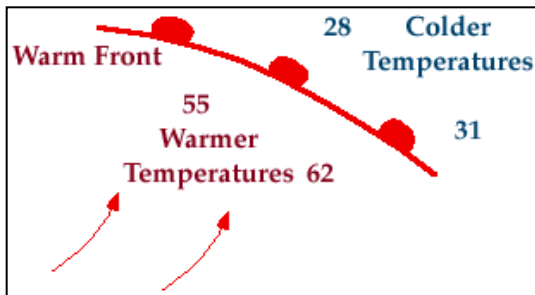
ψυχρή αέρια μάζα που προηγείται (σε επαφή)

cold air mass

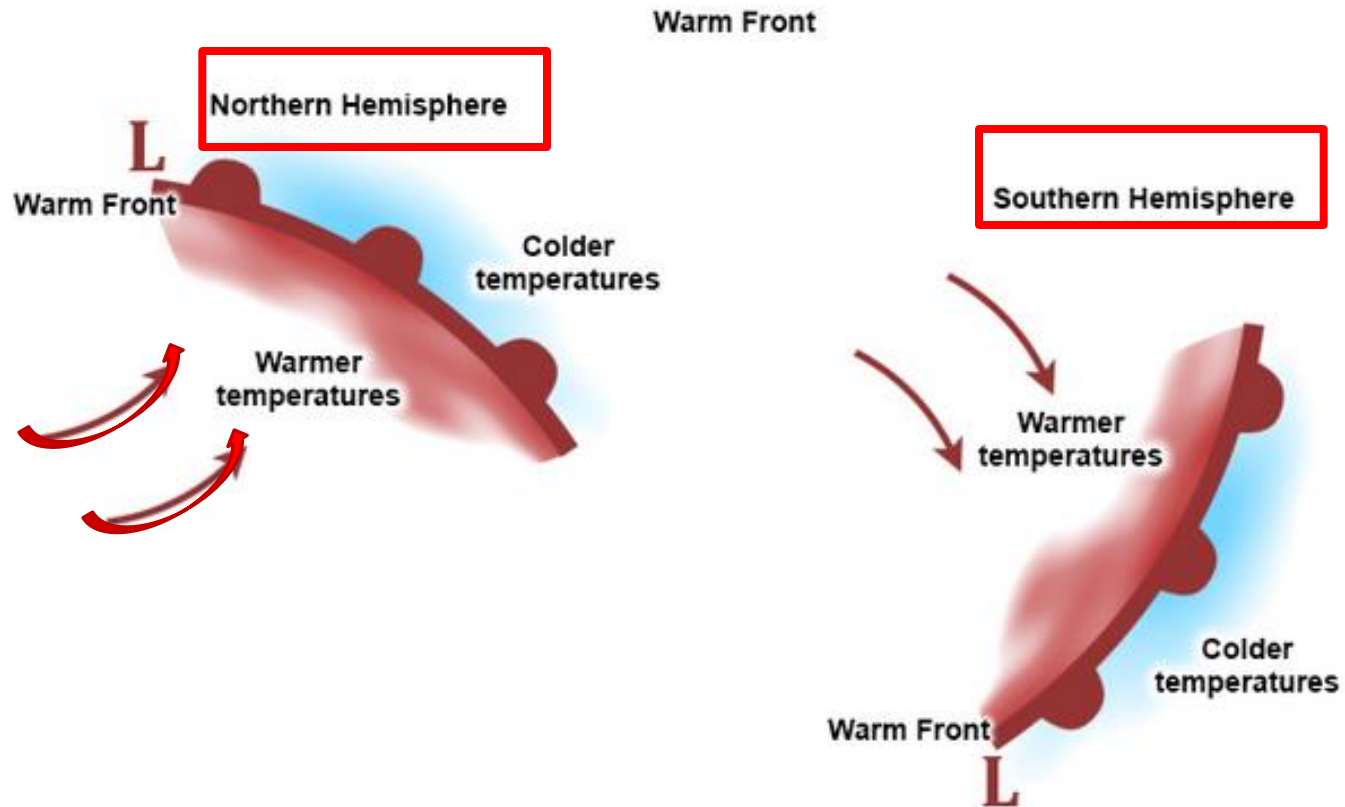
Η επιφάνεια ανάμεσα στις 2 αέριες μάζες ονομάζεται **θερμή μετωπική επιφάνεια**

Η τομή της με την επιφάνεια της γης αποτελεί το:

Θερμό μέτωπο

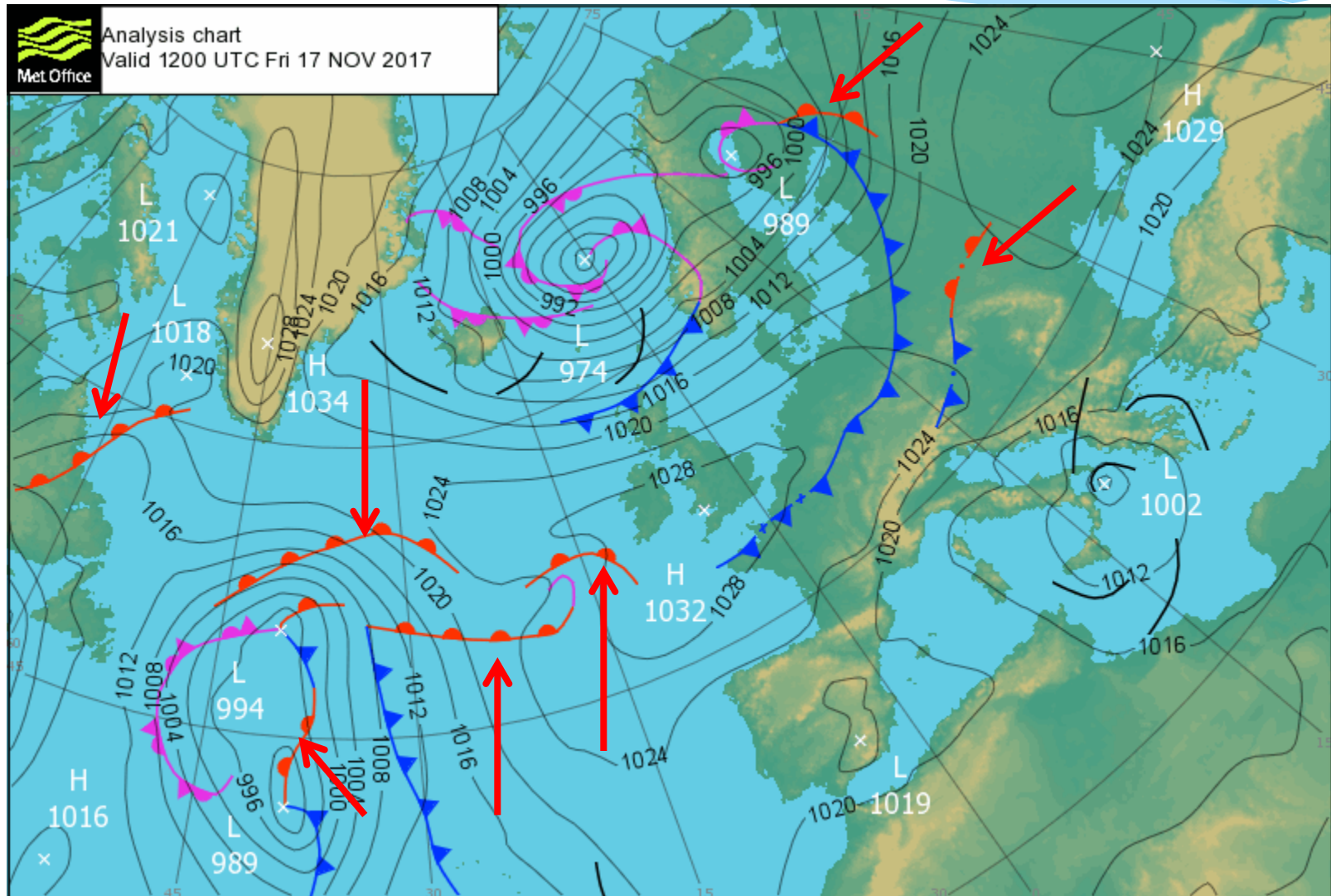


Θερμό μέτωπο σε ΒΗ και ΝΗ



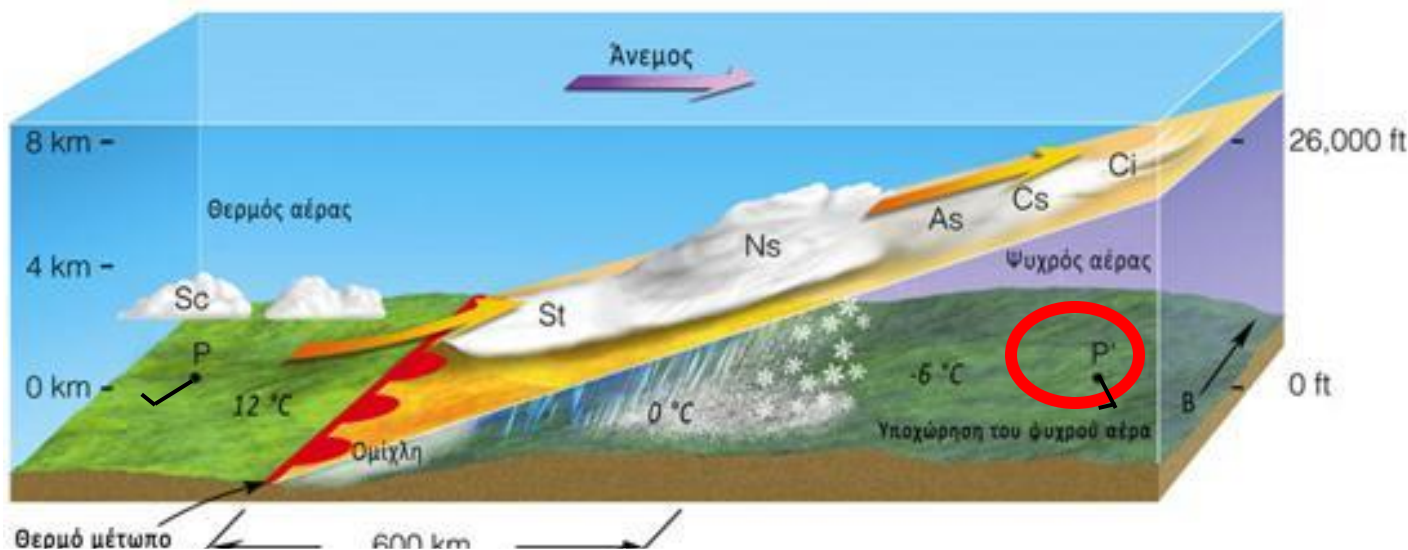
Αναγνώριση θερμών μετώπων σε χάρτη επιφανείας

Identify warm fronts on surface map



Μετεωρολογικές συνθήκες που συνδέονται με τη διέλευση ενός θερμού μετώπου σε ένα σταθμό

Κλίση μετωπικής επιφάνειας κατά τη διεύθυνση κίνησης

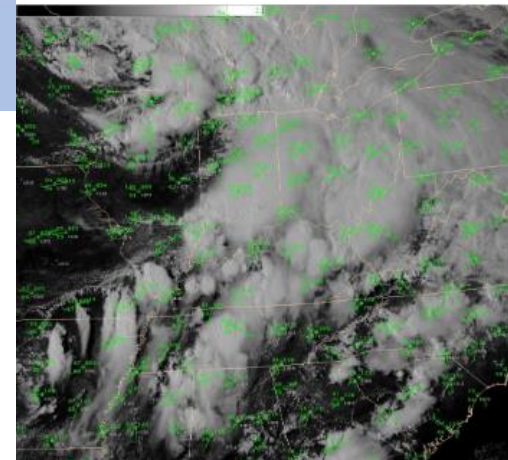
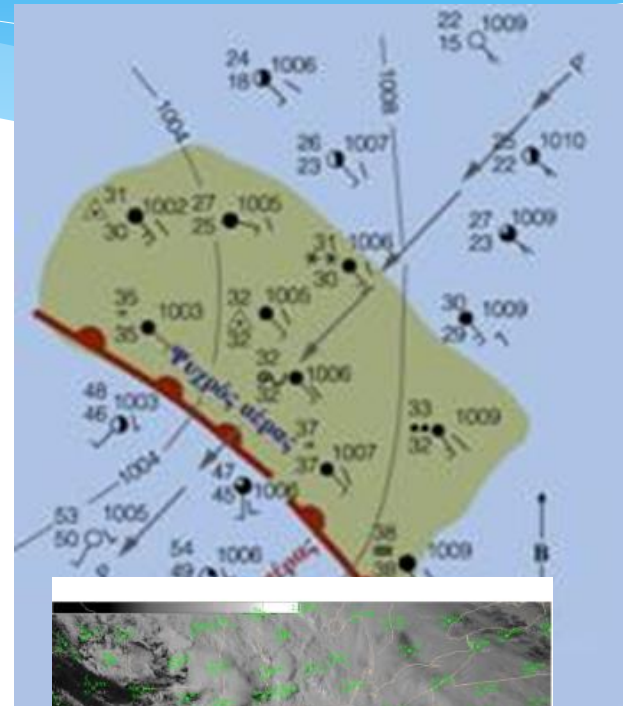


Μετεωρολογικές παράμετροι	Πριν το πέρασμα	Κατά το πέρασμα	Μετά το πέρασμα
Άνεμοι	Νότιοι ή νοτιοανατολικοί.	Μεταβλητές διευθύνσεις	Νότιοι ή νοτιοδυτικοί
Θερμοκρασία	Χαμηλή, σταδιακά αργή άνοδος.	Σταθερή άνοδος.	Θέρμανση και μετά διατήρηση σε υψηλότερα από πριν επίπεδα.
Ατμοσφαιρική Πίεση	Συνήθως με πτωτική πορεία.	Σταθεροποίηση.	Ελαφρά άνοδος ακολουθούμενη από πτώση.
Νέφη	Εμφανίζονται κατά σειρά: Ci, Cs, As, Ns, St και ομίχλη κατά περίπτωση. Το καλοκαίρι εμφανίζονται και Cb.	Στρωματόμορφα.	Καθαρός ουρανός με διάσπαρτα Sc κυρίως το καλοκαίρι. Κατά τους θερινούς μήνες μπορεί να εμφανισθούν κατά περίπτωση και Cb.
Κατακρημνίσματα	Ελαφριά έως μέτρια βροχόπτωση, χιόνι, χιονόνερο ή ψιχάλες, όμβροι το καλοκαίρι.	Ψιχάλα ή και καθόλου.	Συνήθως δεν υπάρχουν κατακρημνίσματα. Μερικές φορές ελαφρά βροχόπτωση ή ελαφρός όμβρος.
Σημείο δρόσου	Σταθερά υψηλό.	Σταθερό.	Με ανοδικές τάσεις και στη συνέχεια σταθερό.

Έκταση νέφωσης και ζώνης βροχόπτωσης κατά τη διέλευση θερμού μετώπου (cloud coverage and rain)

- ❑ Προηγείται εκτεταμένη νέφωση σαν αποτέλεσμα της αδιαβατικής ψύξης του θερμού αέρα που καθώς είναι ελαφρύτερος ανέρχεται πάνω από τον ψυχρό
- ❑ Η βροχή έχει μέτρια ένταση αλλά μεγάλη διάρκεια, είναι συνεχής, συνοδεύεται από ομίχλη και εκτείνεται μπροστά από το μέτωπο σε μεγάλη έκταση (300-600 km)

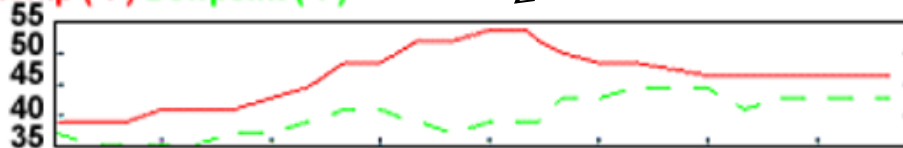
Δηλαδή η έκταση της νέφωσης και της ζώνης βροχόπτωσης είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι του ψυχρού μετώπου και εκτείνεται περισσότερο μπροστά από το μέτωπο



Μεταβολές σε σταθμούς για ΘΕΡΜΟ ΜΕΤΩΠΟ

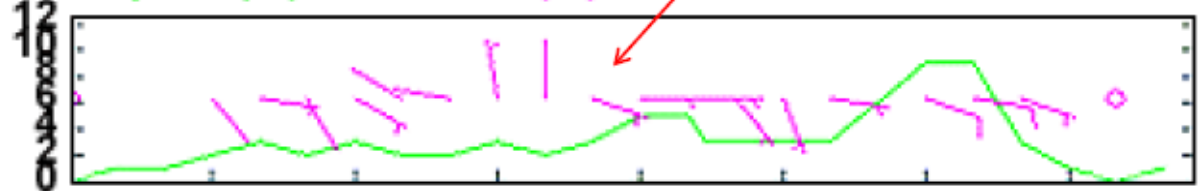
Διέλευση
μετώπου

Temp (°F) Dewpoint (°F)

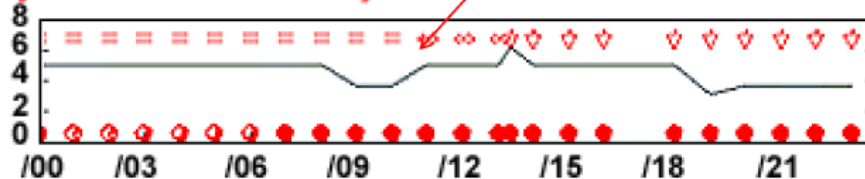


Διέλευση
μετώπου

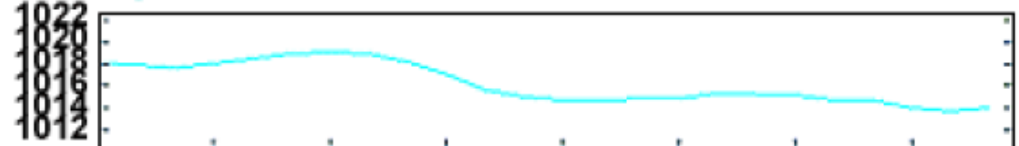
Wind Speed (kt) Windbarbs (kt)



Sky Conditions Weather Symbol



Mean Sea Level Pressure



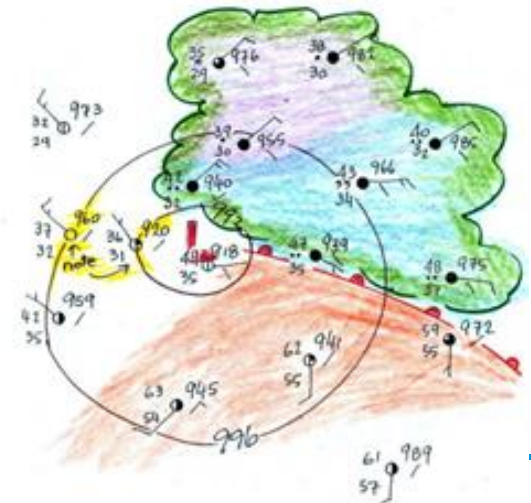
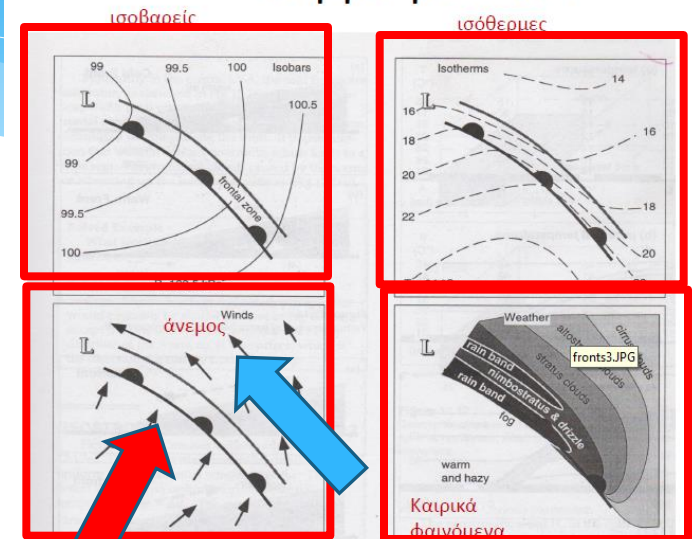
Εντοπισμός των θερμών μετώπων

identify warm fronts

ΤΙ ΕΛΕΓΧΩ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ:

- ❑ ΜΕΓΑΛΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΕΡΑ
- ❑ ΑΛΛΑΓΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΑΝΕΜΟΥ (Α/Ν/ΝΑ ΣΕ Ν/ΝΔ)
- ❑ ΑΛΛΑΓΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΔΡΟΣΟΥ
- ❑ ΥΠΑΡΞΗ ΝΕΦΩΣΗΣ -ΥΕΤΟΥ
- ❑ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜ. ΠΙΕΣΗ – ΚΛΙΣΗ ΙΣΟΒΑΡΩΝ
- ❑ ΥΠΑΡΞΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΧΑΜΗΛΟΥ ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΟΥ L

Θερμό μέτωπο

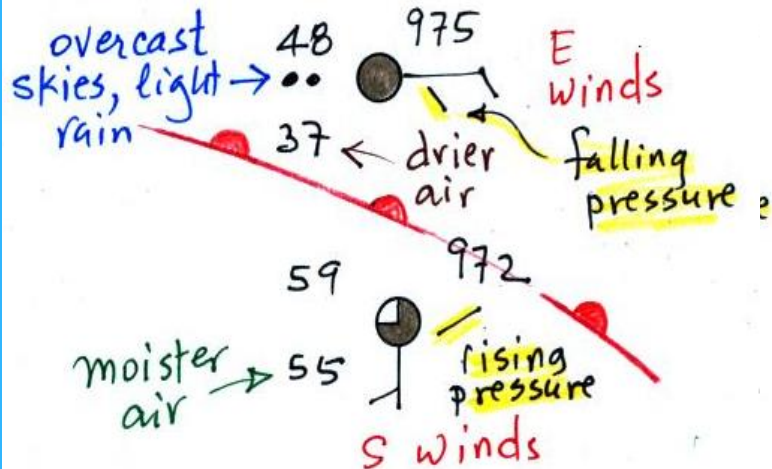
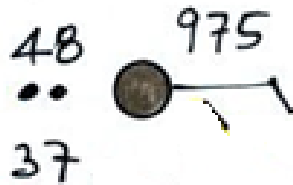


2α. Εξάσκηση στη χάραξη θερμού μετώπου

(Η ατμ.πίεση δίνεται με δεκαδικό ψηφίο)

ΤΙ ΕΛΕΓΧΩ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ:

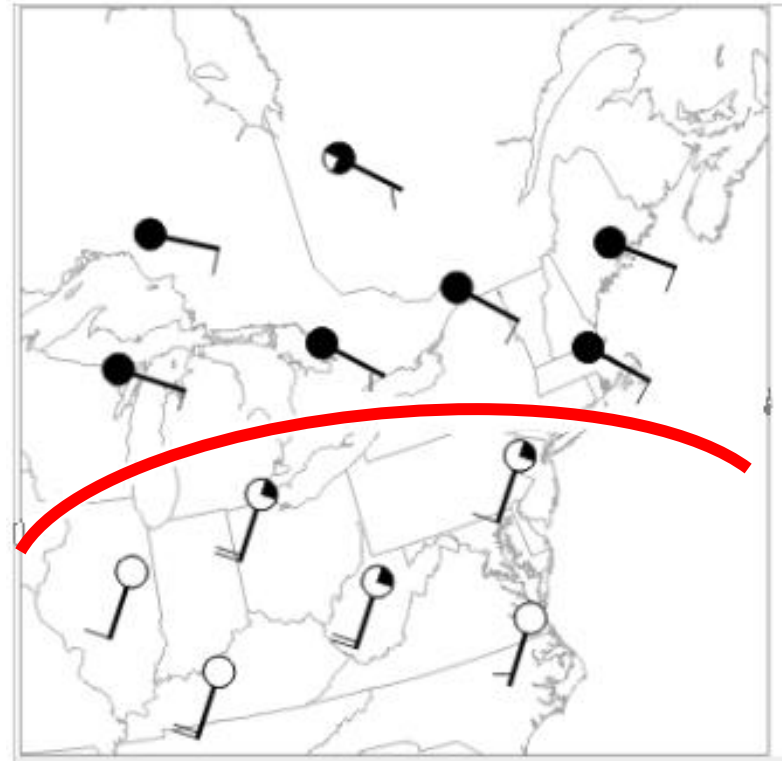
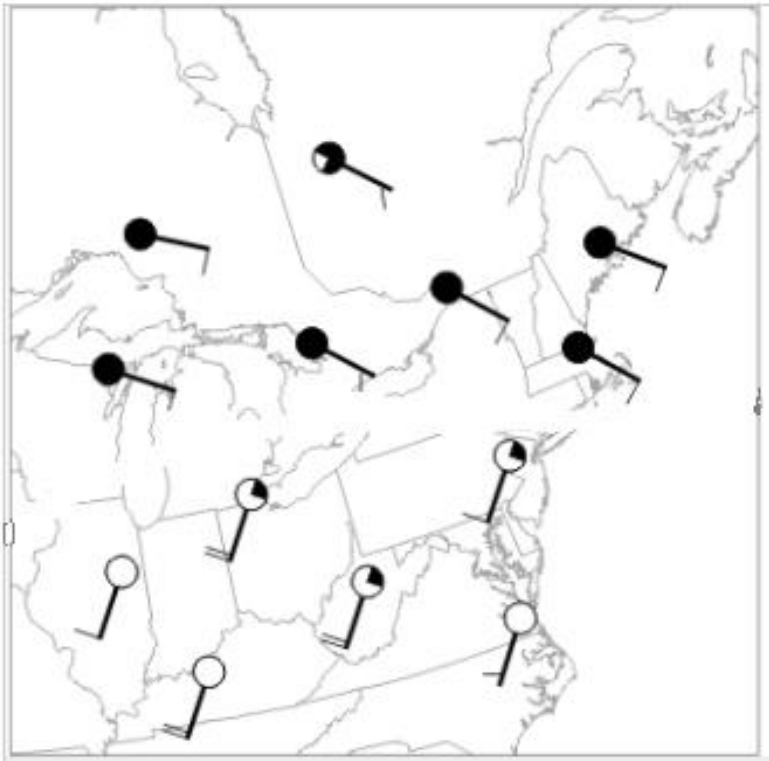
- ❑ ΜΕΓΑΛΕΣ **ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ** ΑΕΡΑ
- ❑ ΑΛΛΑΓΗ **ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΑΝΕΜΟΥ** (Α/Ν/ΝΑ ΣΕ Ν/ΝΔ)
- ❑ ΑΛΛΑΓΗ **ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΔΡΟΣΟΥ**
- ❑ ΥΠΑΡΞΗ **ΝΕΦΩΣΗΣ -ΥΕΤΟΥ**
- ❑ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜ. ΠΙΕΣΗ – ΚΛΙΣΗ ΙΣΟΒΑΡΩΝ
- ❑ ΥΠΑΡΞΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΧΑΜΗΛΟΥ ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΟΥ **L**



2β.Εξάσκηση στη χάραξη θερμού μετώπου

ΤΙ ΕΛΕΓΧΩ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ:

- ❑ ΜΕΓΑΛΕΣ **ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ** ΑΕΡΑ
- ❑ ΑΛΛΑΓΗ **ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΑΝΕΜΟΥ** (**Α/Ν/ΝΑ ΣΕ Ν/ΝΔ**)
- ❑ ΑΛΛΑΓΗ **ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΔΡΟΣΟΥ**
- ❑ ΥΠΑΡΞΗ **ΝΕΦΩΣΗΣ -ΥΕΤΟΥ**
- ❑ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜ. ΠΙΕΣΗ – ΚΛΙΣΗ ΙΣΟΒΑΡΩΝ
- ❑ ΥΠΑΡΞΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΧΑΜΗΛΟΥ ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΟΥ **L**

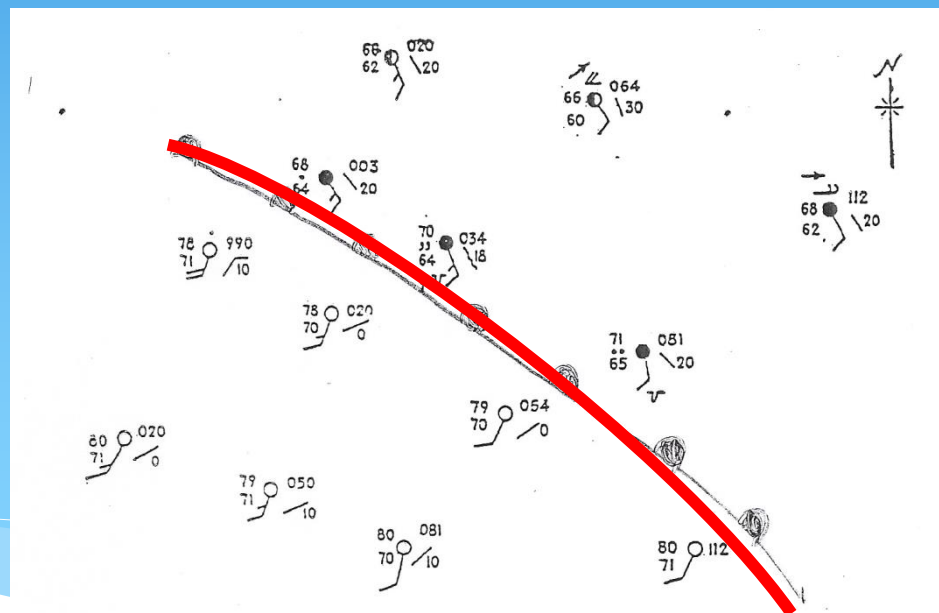


2γ.Εξάσκηση στη χάραξη θερμού μετώπου

ΤΙ ΕΛΕΓΧΩ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ:

- ❑ ΜΕΓΑΛΕΣ **ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ** ΑΕΡΑ
- ❑ ΑΛΛΑΓΗ **ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΑΝΕΜΟΥ** (**Α/Ν/ΝΑ ΣΕ Ν/ΝΔ**)
- ❑ ΑΛΛΑΓΗ **ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΔΡΟΣΟΥ**
- ❑ ΥΠΑΡΞΗ **ΝΕΦΩΣΗΣ -ΥΕΤΟΥ**
- ❑ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜ. ΠΙΕΣΗ – ΚΛΙΣΗ ΙΣΟΒΑΡΩΝ
- ❑ ΥΠΑΡΞΗ ΚΕΝΤΡΟΥ **ΧΑΜΗΛΟΥ ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΟΥ L**

(Η ατμ.πίεση δίνεται με δεκαδικό ψηφίο)



2δ.Εξάσκηση στη χάραξη θερμού μετώπου

(Η ατμ.πίεση δίνεται με δεκαδικό ψηφίο)

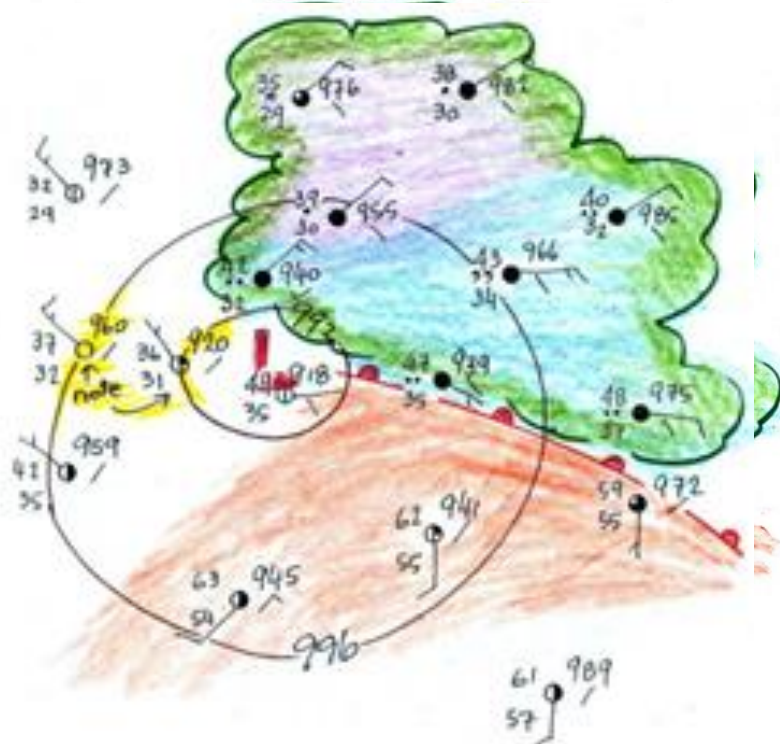
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

- ❑ ΧΑΡΑΞΗ ΙΣΟΒΑΡΩΝ (ανά 4hPa)
- ❑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΤΗΣ MIN/Max ΑΤΜ ΠΙΕΣΗΣ
- ❑ ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ



ΤΙ ΕΛΕΓΧΩ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ:

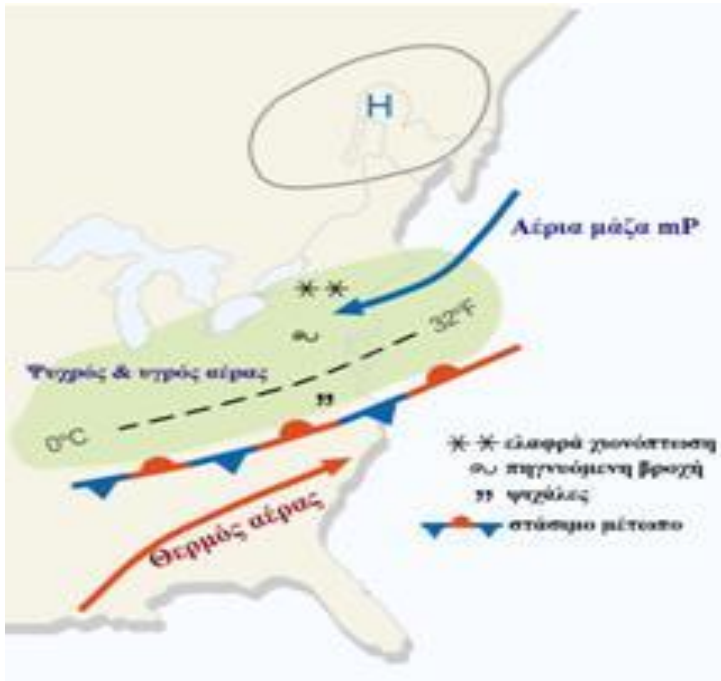
- ❑ ΜΕΓΑΛΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΕΡΑ
- ❑ ΑΛΛΑΓΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΑΝΕΜΟΥ (Α/Ν/ΝΑ ΣΕ Ν/ΝΔ)
- ❑ ΑΛΛΑΓΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΔΡΟΣΟΥ
- ❑ ΥΠΑΡΞΗ ΝΕΦΩΣΗΣ -ΥΕΤΟΥ
- ❑ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜ. ΠΙΕΣΗ – ΚΛΙΣΗ ΙΣΟΒΑΡΩΝ
- ❑ ΥΠΑΡΞΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΧΑΜΗΛΟΥ ΒΑΡΟΜΕΤΡΙΚΟΥ L



Στάσιμο Μέτωπο*

* Stationary front

Στάσιμο Μέτωπο

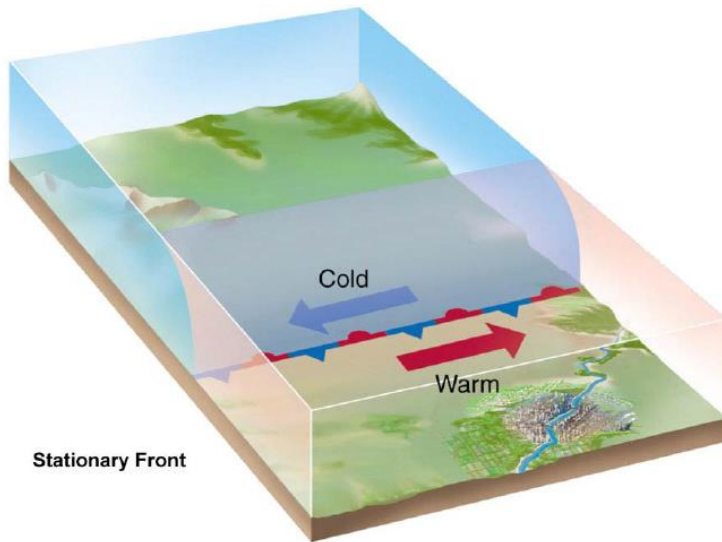


Θερμή και ψυχρή αέρια μάζα βρίσκονται σε επαφή, χωρίς όμως να κινούνται, δηλαδή χωρίς η μία να εκτοπίζει την άλλη

Κόκκινα ημικύκλια σχεδιάζονται πάνω στις κόκκινες γραμμές με κατεύθυνση προς τον ψυχρό αέρα, υπονοώντας την κατεύθυνση της κίνησης του μετώπου στην υποθετική περίπτωση που η θερμή αέρια μάζα αρχίσει να εκτοπίζει την ψυχρή.

Αντίστοιχα, μπλε τρίγωνα σχεδιάζονται πάνω στις μπλε γραμμές με κατεύθυνση προς τον θερμό αέρα, υπονοώντας την κατεύθυνση της κίνησης του μετώπου στην υποθετική περίπτωση που η ψυχρή αέρια μάζα αρχίσει να εκτοπίζει τη θερμή.

Στάσιμο Μέτωπο

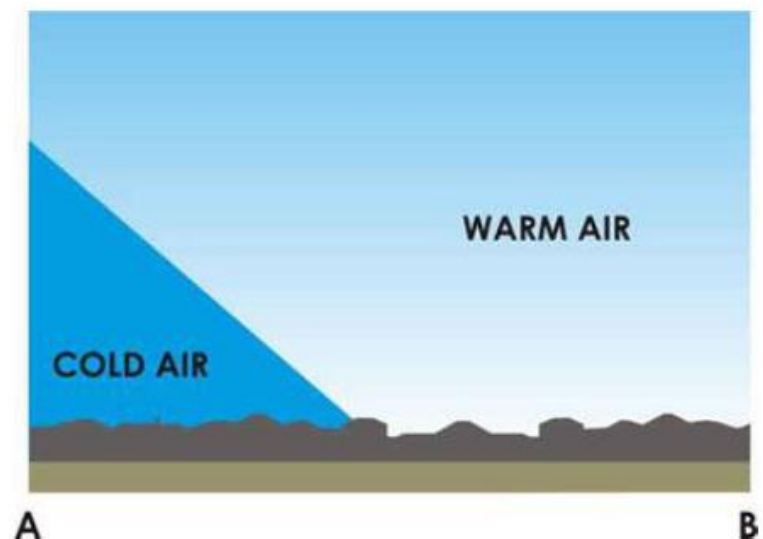
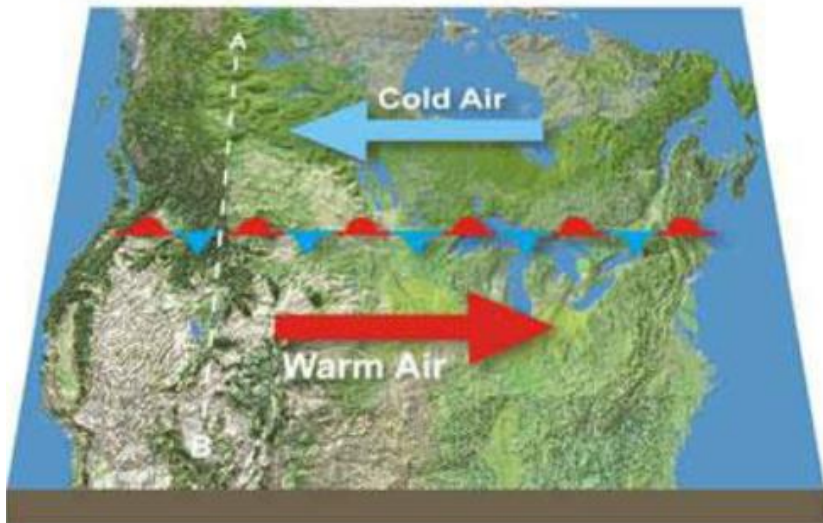


Κύρια χαρακτηριστικά:

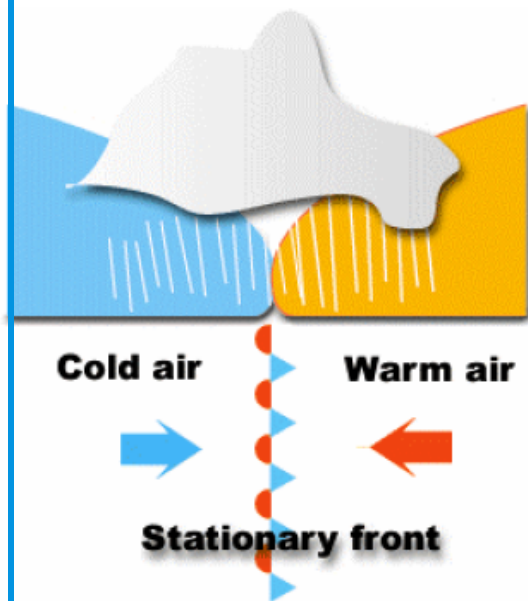
- ☐ Θερμοκρασία του αέρα: παραμένει σταθερή
- ☐ Νέφωση: αποτελείται μόνο από Ac
- ☐ Άνεμοι: ασθενείς ως νηνεμίες
- ☐ Στην περίπτωση που οι συνθήκες επιτρέψουν την εκτόπιση του ψυχρού αέρα από τον θερμό, τότε το στάσιμο μέτωπο μετατρέπεται σε θερμό (το αντίθετο → γένεση ψυχρού μετώπου)
- ☐ Μπορούν να διαρκέσουν αρκετές μέρες

Στάσιμο μέτωπο

- Δεν μετακινείται καθόλου ή πολύ λίγο. Αν μετακινείται λίγο, τότε ο θερμός αέρας μετακινείται λίγο πάνω από τον ψυχρό
- Οι αέριες μάζες παραμένουν η μία δίπλα στην άλλη
- Συμπεριφέρονται σαν τα θερμά μέτωπα, αλλά είναι **πιο αδρανή**.
- Σχηματίζονται όταν οι αέριες μάζες τροποποιούνται τόσο πολύ που χάνουν το χαρακτήρα τους
- Τυπικά **δεν υπάρχει βροχόπτωση** (γιατί δεν υπάρχει διαφοροποίηση στις ιδιότητες των αερίων μαζών, δεν υπάρχει ανοδική κίνηση και συμπύκνωση)



Στάσιμα μέτωπα-Καιρικά φαινόμενα



- Συννεφιά συνήθως
- Αν οι αέριες μάζες είναι ξηρές δεν υπάρχει βροχή
- Αν υπάρχει υγρασία στο θερμό αέρα τότε θα πέσει βροχή ή χιονόνερο, και μάλιστα για πολλές μέρες αφού το μέτωπο μένει στο ίδιο σημείο.

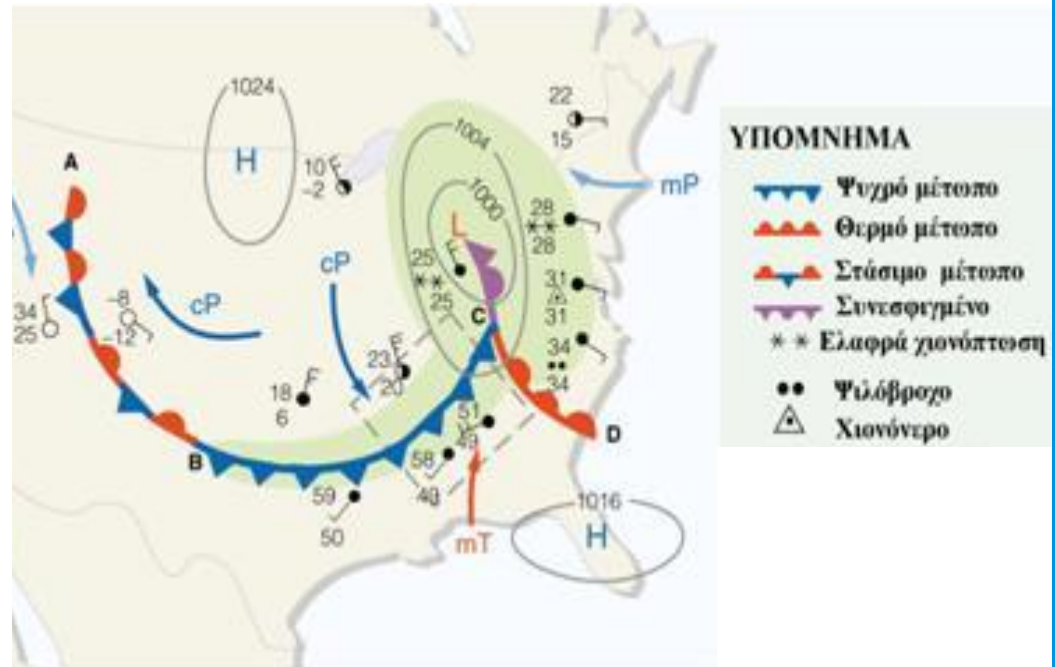
Συνεσφιγμένο Μέτωπο*

*occluded front

Συνεσφιγμένο Μέτωπο (που οδηγεί σε σύσφιξη*)

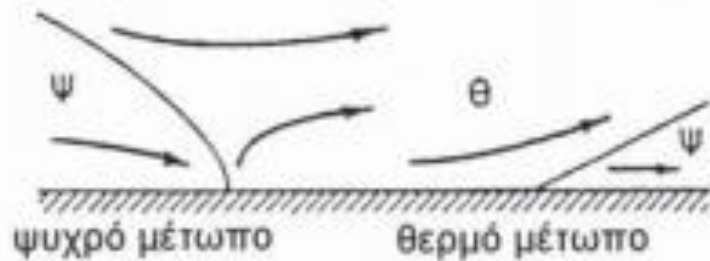
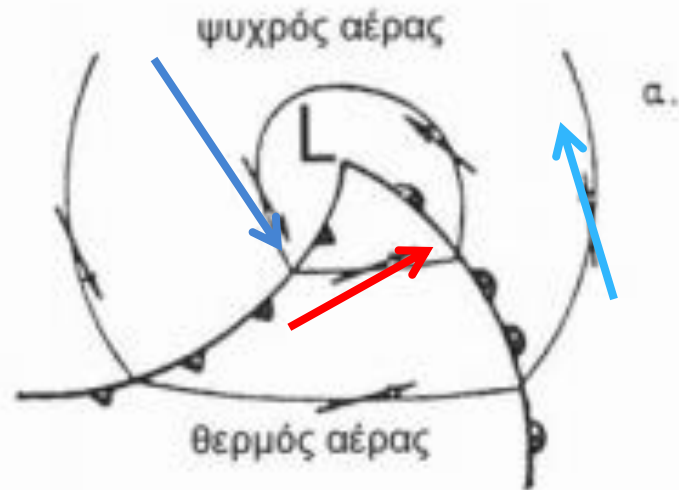
*Ψυχρή ή θερμή

- Ψυχρό μέτωπο που κινείται γρηγορότερα από προπορευόμενο θερμό, συναντάει το θερμό μέτωπο
- Ο θερμός αέρας ανάμεσα στα 2 μέτωπα εκτοπίζεται προς τα επάνω & ο ψυχρός μένει στην επιφάνεια
- Τα δύο μέτωπα αποτελούν ένα ενιαίο μέτωπο το οποίο λέγεται Συνεσφιγμένο Μέτωπο
- Η ζώνη νέφωσης και βροχόπτωσης έχει μεγάλο εύρος: Εκτεταμένη κακοκαιρία

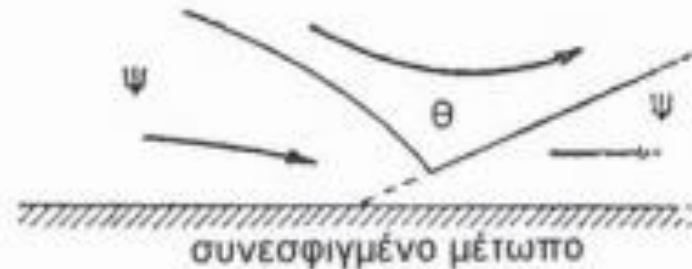
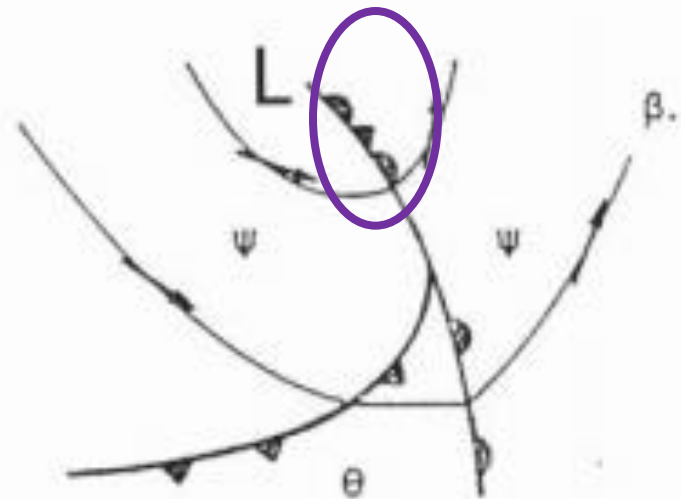


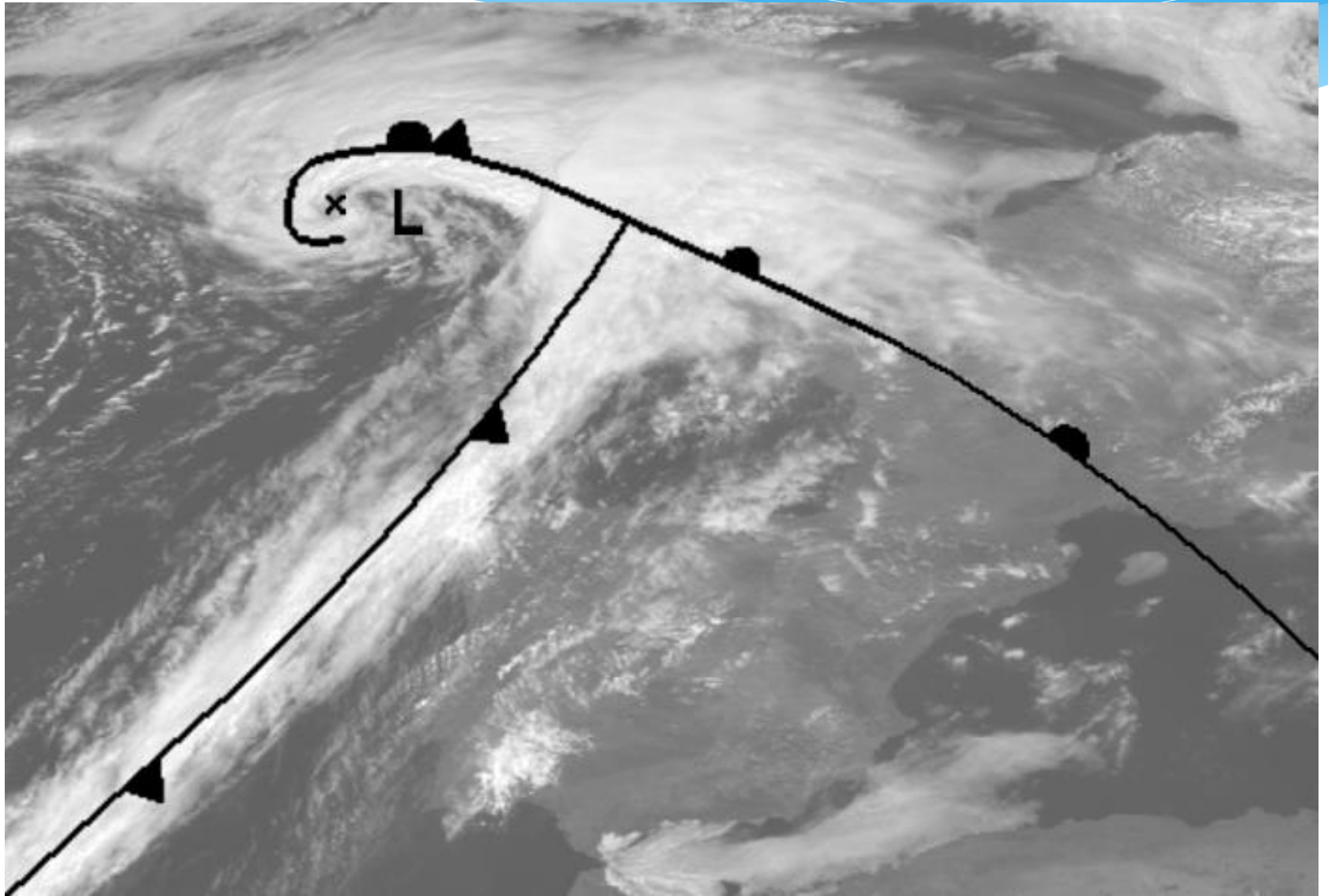
Συνεσφιγμένο Μέτωπο

Α' ΦΑΣΗ

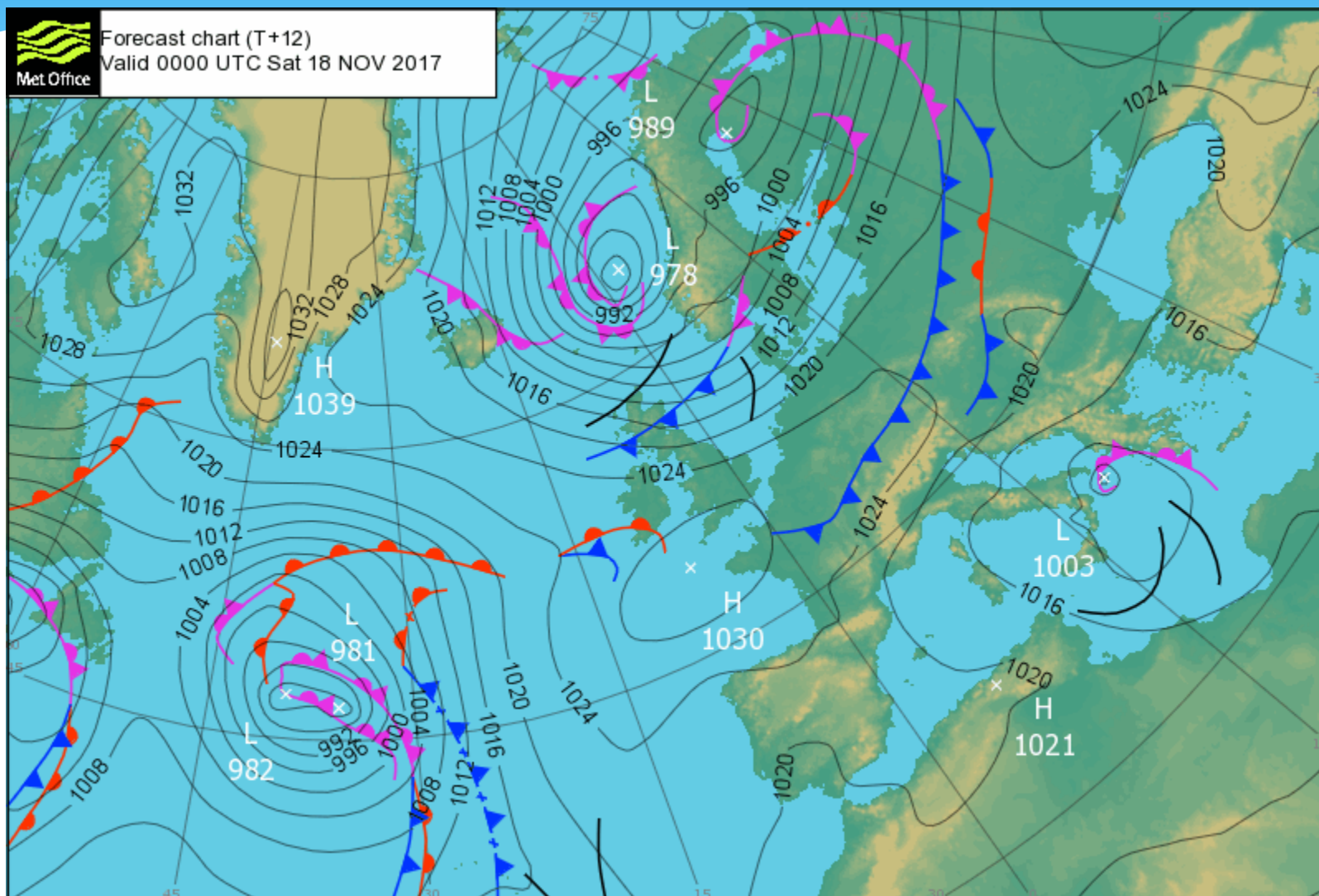


Β' ΦΑΣΗ



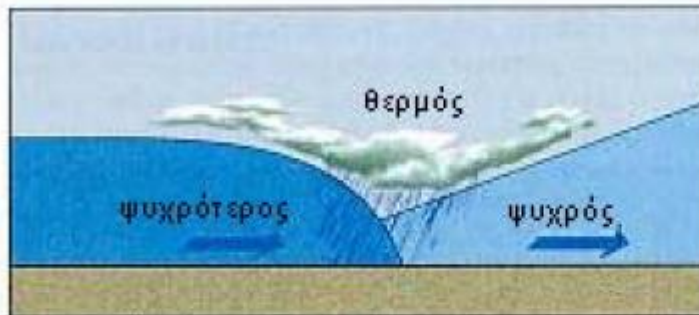


Συνεσφιγμένα μέτωπα



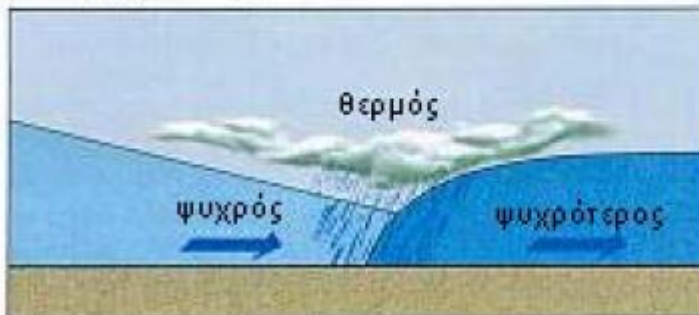
Συνεσφιγμένο μέτωπο και ψυχρή ή θερμή σύσφιξη

Ανάλογα με το ποιά από τις ψυχρές αέριες μάζες είναι ψυχρότερη, το Συνεσφιγμένο Μέτωπο παρουσιάζει χαρακτηριστικά ενός θερμού ή ψυχρού μετώπου (θερμή ή ψυχρή σύσφιξη)



α. Ψυχρή σύσφιξη

*χαρακτηριστικά
ψυχρού μετώπου*



β. Θερμή σύσφιξη

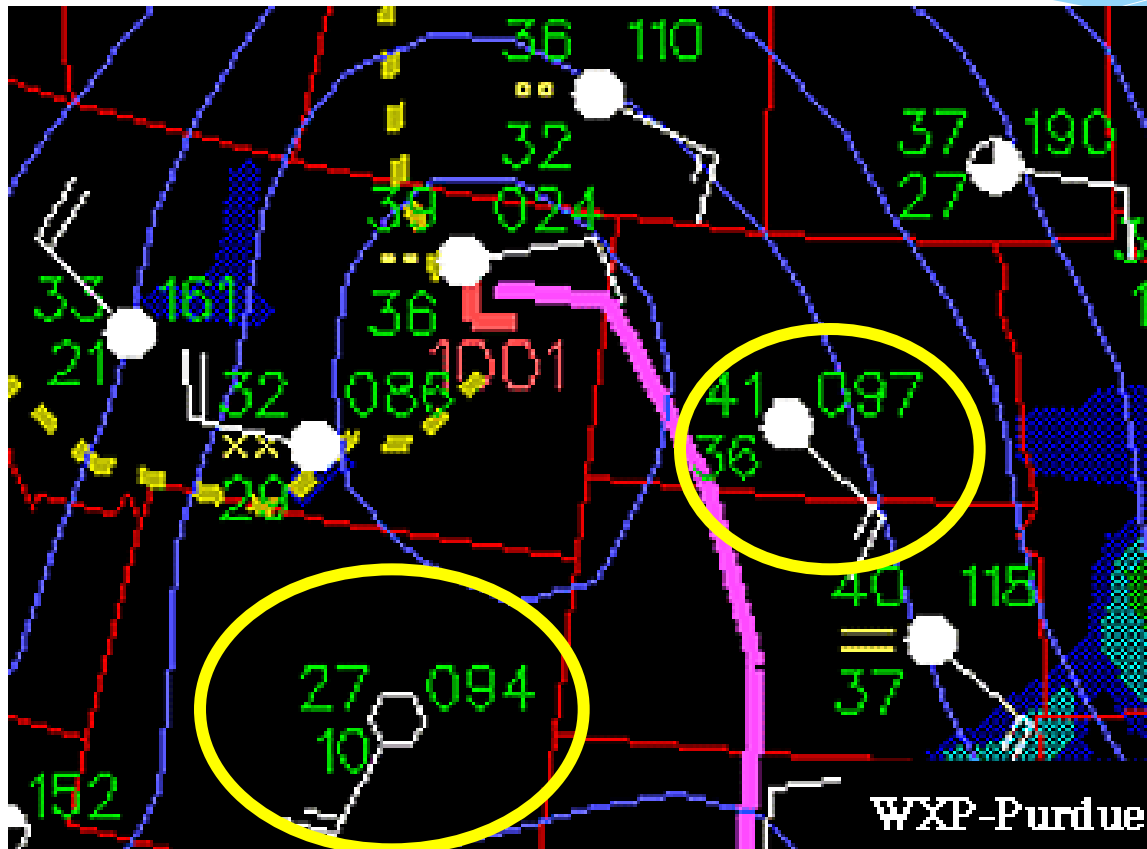
*χαρακτηριστικά
θερμού μετώπου*

Συνεσφιγμένο Μέτωπο

Μετεωρολογικές παράμετροι που συνδέονται με το πέρασμα ενός συνεσφιγμένου μετώπου

Μετεωρολογικές παράμετροι	Πριν το πέρασμα	Κατά το πέρασμα	Μετά το πέρασμα
Άνεμοι	Ανατολικοί, νότιοι ή νοτιοανατολικοί.	Μεταβλητές διευθύνσεις	Δυτικοί ή βορειοδυτικοί
Θερμοκρασία			
Ψυχρός τύπος	Χαμηλή ή εξαιρετικά χαμηλή.	Πτωτική τάση	Χαμηλότερη από πριν
Θερμός τύπος	Εξαιρετικά χαμηλή	Ανοδική τάση	Ηπιότερη από πριν
Ατμοσφαιρική Πίεση	Συνήθως με πτωτική πορεία.	Φθάνει στο χαμηλότερο επίπεδο.	Συνήθως αυξάνεται.
Νέφη	Εμφανίζονται κατά σειρά: Ci, Cs, As, Ns.	Ns, μερικές φορές towering cumulus (Tcu) και Cb	Ns, As ή διάσπαρτα Cu
Κατακρημνίσματα	Ελαφριά, μέτρια ή ισχυρή βροχόπτωση.	Ελαφριά, μέτρια ή ισχυρή συνεχής βροχόπτωση ή και όμβροι.	Ελαφριά προς μέτρια βροχόπτωση, που καταλήγει σε τερματισμό των φαινομένων.
Σημείο δρόσου	Σταθερό.	Συνήθως εμφανίζει ελαφρά πτώση, ειδικότερα στην ψυχρή σύσφιξη..	Ελαφρά πτώση, υπάρχει περίπτωση ελαφριάς ανόδου σε θερμή σύσφιξη.

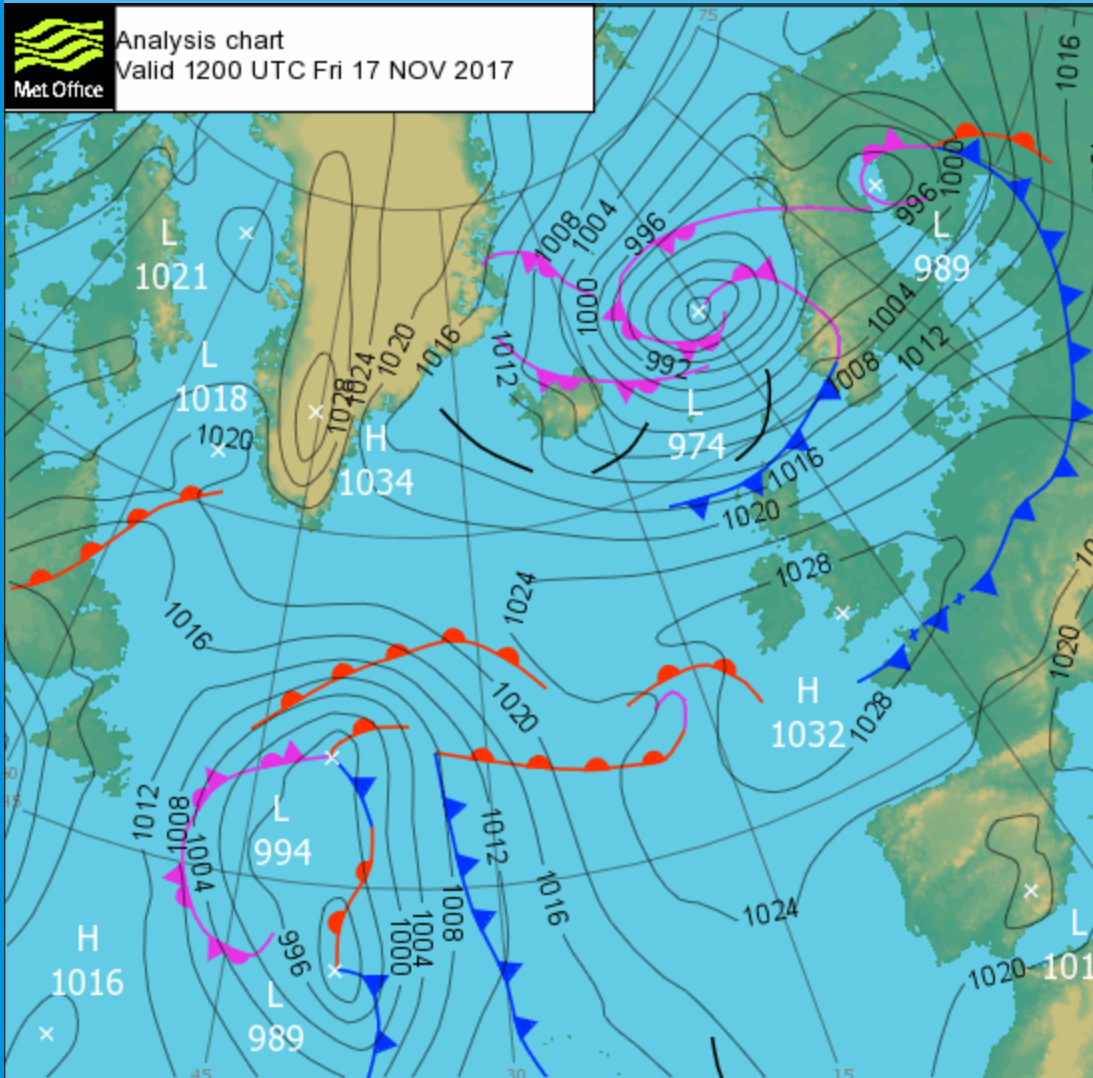
Βρείτε : θερμή ή ψύχρη σύσφιξη;



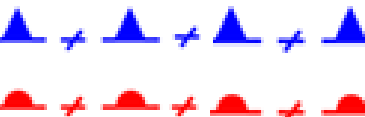
- 1.Μπροστά από το μέτωπο → Ψυχρός
- 2.Πίσω → Ψυχρότερος

Άρα πρόκειται για μία ψύχρη σύσφιξη

Σύνοψη: Τύποι μετώπων σε χάρτη επιφανείας



Front Types

Warm	
Warm, aloft	
Cold	
Cold, aloft	
Stationary	
Stationary, aloft	
Occluded	
Convergence line	
Instability line	
Intertropical	
Developing cold/warm front (frontogenesis)	
Weakening cold/warm front (frontolysis)	

Υφέσεις ή βαρομετρικά χαμηλά

- Μετωπικές
- Ορογραφικές
- Θερμικές



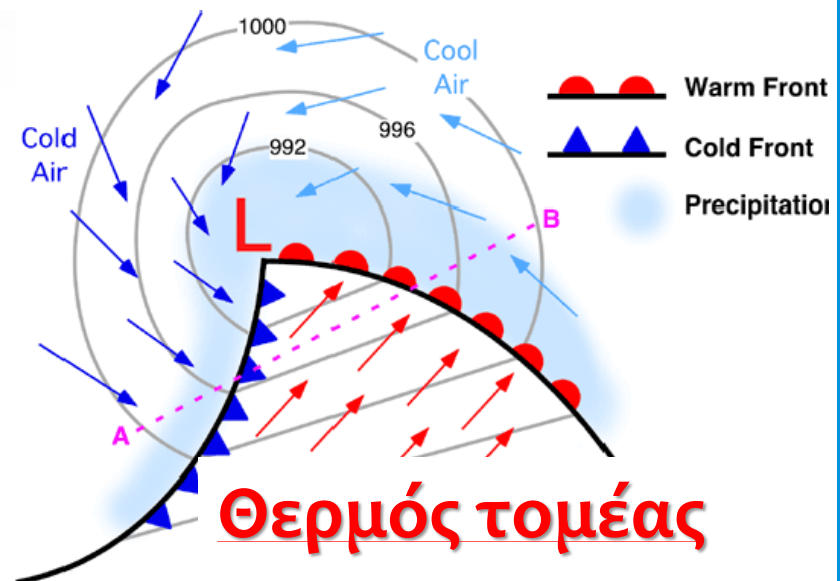
Δείτε τις διαφάνειες Θεωρίας

Μετωπικές υφέσεις

Frontal depressions

Μετωπικές Υφέσεις

- Δημιουργούνται εκεί όπου μια ψυχρή αέρια μάζα συναντά μια θερμή κατά μήκος ενός μετώπου (πάνω σε στάσιμα κύματα)
- Οι ισοβαρείς καμπύλες κάμπτονται όταν περνούν από το θερμό προς τον ψυχρό αέρα ή και αντίστροφα, ενώ **μέσα στον θερμό τομέα είναι σχεδόν παράλληλες**
- **Η κίνηση των μετωπικών υφέσεων είναι παράλληλη προς την κατεύθυνση των ισοβαρών του θερμού τομέα.** Στα μέσα γεωγ. Πλάτη (ΒΗ) είναι συνήθως προς τα **A/BA**
- Στο μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους οι υφέσεις είναι συνεσφιγμένες
- Τη μεγαλύτερη έντασή τους την εμφανίζουν 12-24 ώρες μετά τη σύσφιξή τους
- Πλήρης κύκλος: 5-7 ημέρες



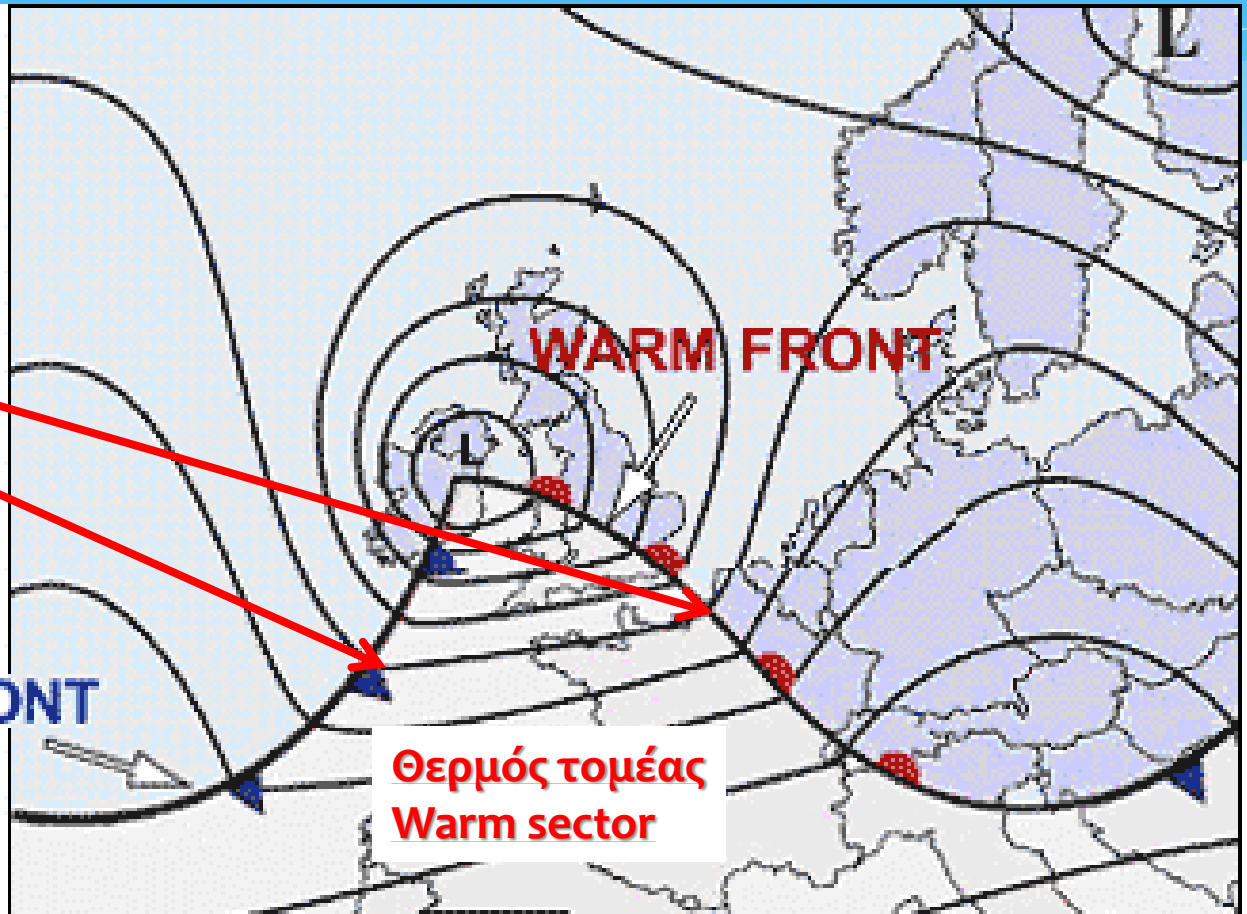
Μετωπική ύφεση

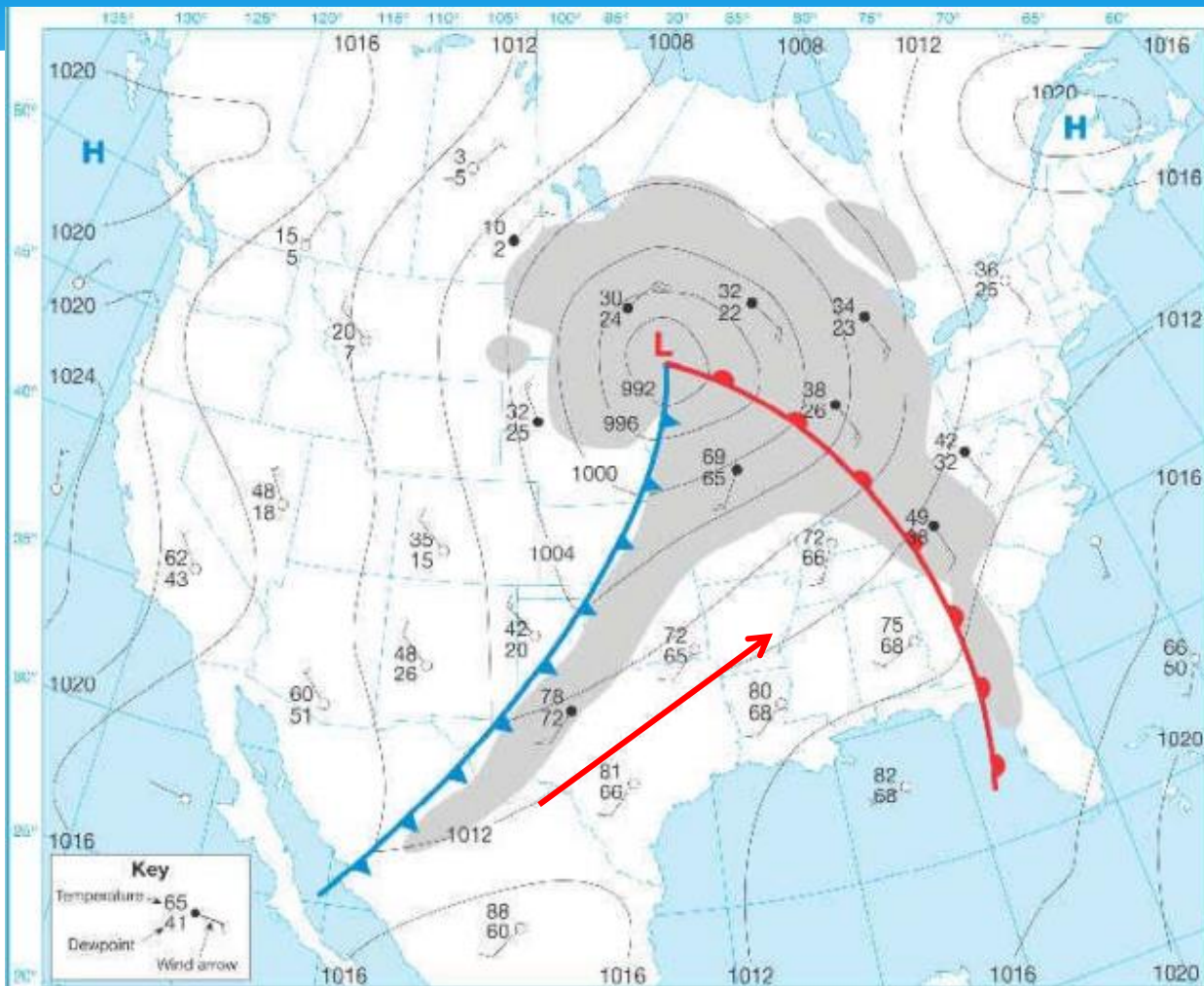
Προσοχή:
Κάμψη ισοβαρών
στα μέτωπα

COLD FRONT

WARM FRONT

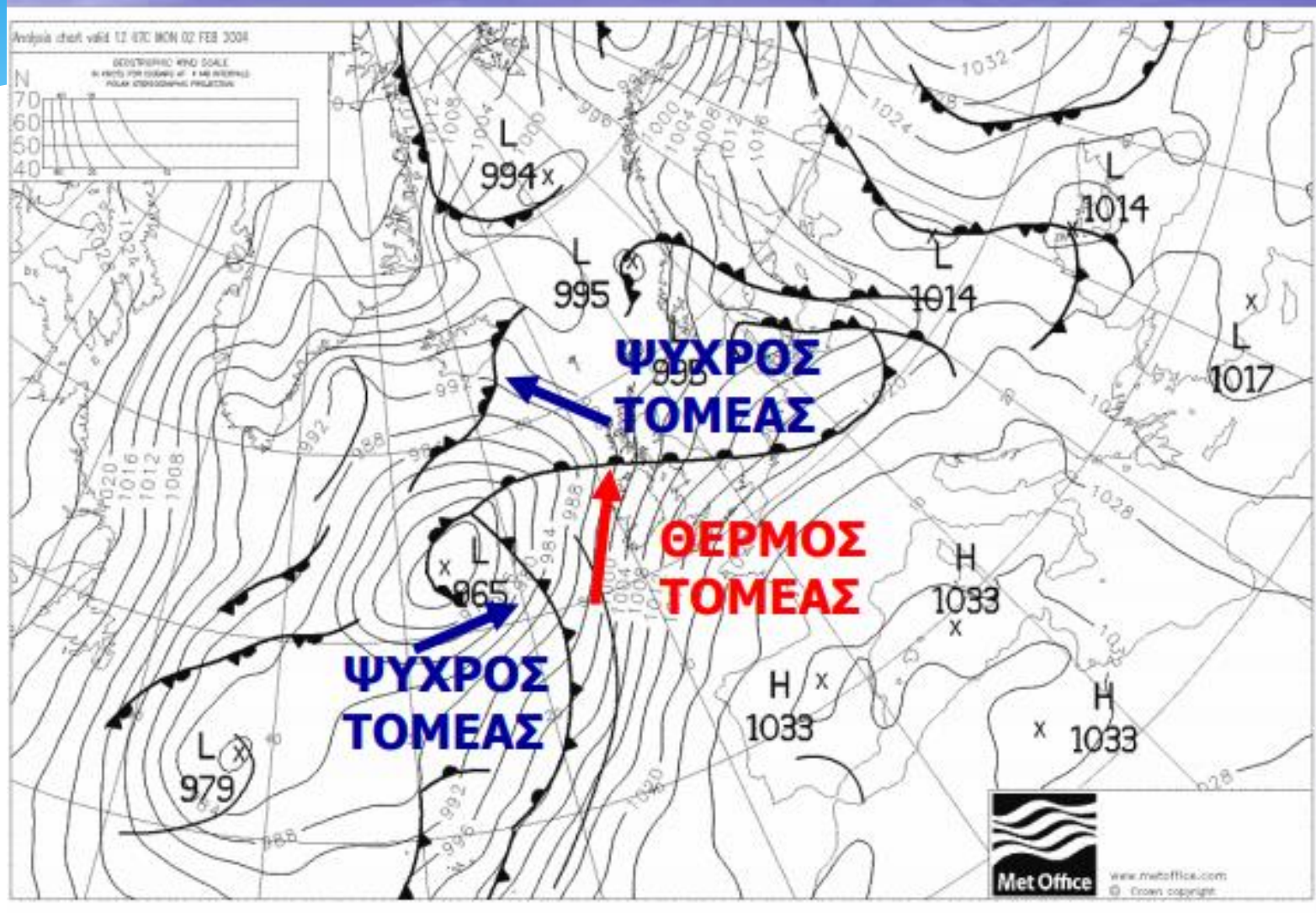
Θερμός τομέας
Warm sector





Προσοχή: όλο το σύστημα κινείται κατά τη διεύθυνση του ανέμου που επικρατεί στο θερμό τομέα

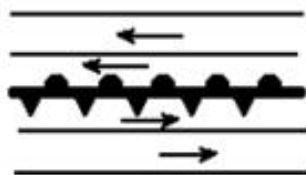
Μετωπική ύφεση



Ανάπτυξη και εξέλιξη μιας μετωπικής ύφεσης

(Νορβηγικό μοντέλο)

στάσιμο μέτωπο



(α)

μετωπικό κύμα



(β)

προχωρημένη σύσφιξη



(ε)

ώριμη ύφεση



(γ)

ψυχρός στρόβιλος



(στ)

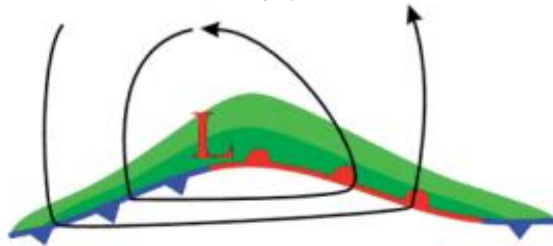
μερική σύσφιξη



(δ)

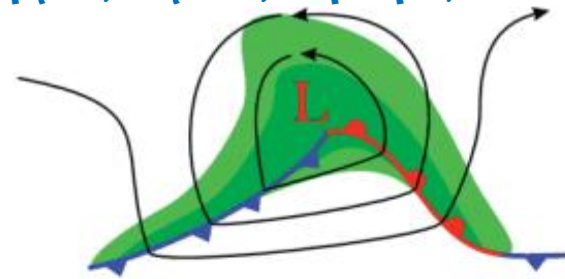
Ανάπτυξη και εξέλιξη μιας μετωπικής ύφεσης

- Το ψυχρό μέτωπο κινείται ταχύτερα από το θερμό



Θερμός τομέας

- Ο θερμός τομέας περιορίζεται συνέχεια



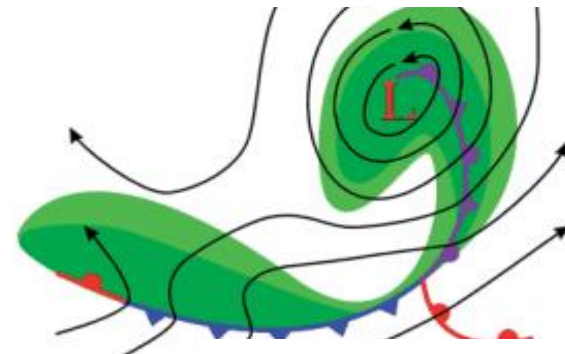
Θερμός τομέας

- Δημιουργία σύσφιξης μέχρι ο θερμός αέρας να αποκοπεί τελείως από το έδαφος



Θερμός τομέας

- Τελευταίο στάδιο πριν τη διάλυση

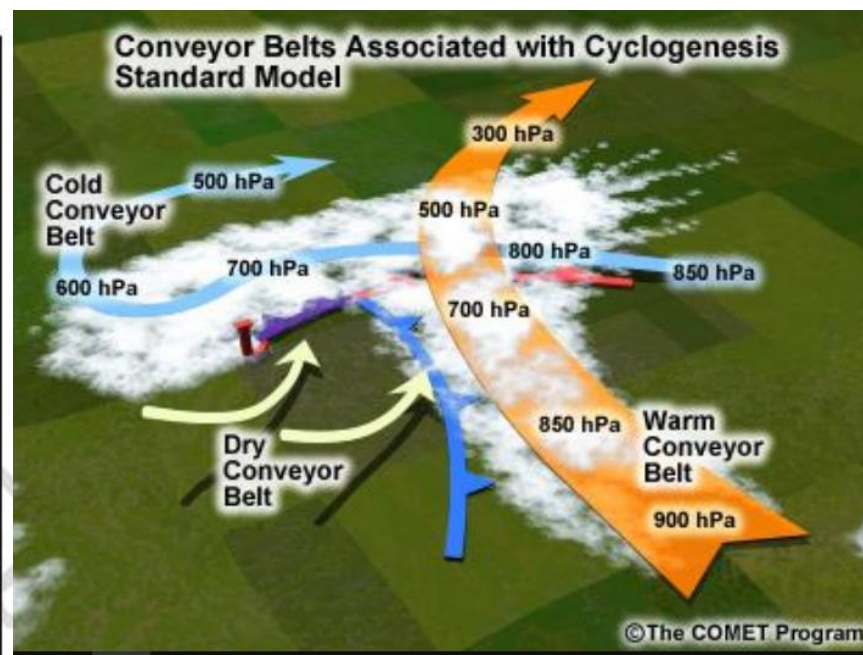
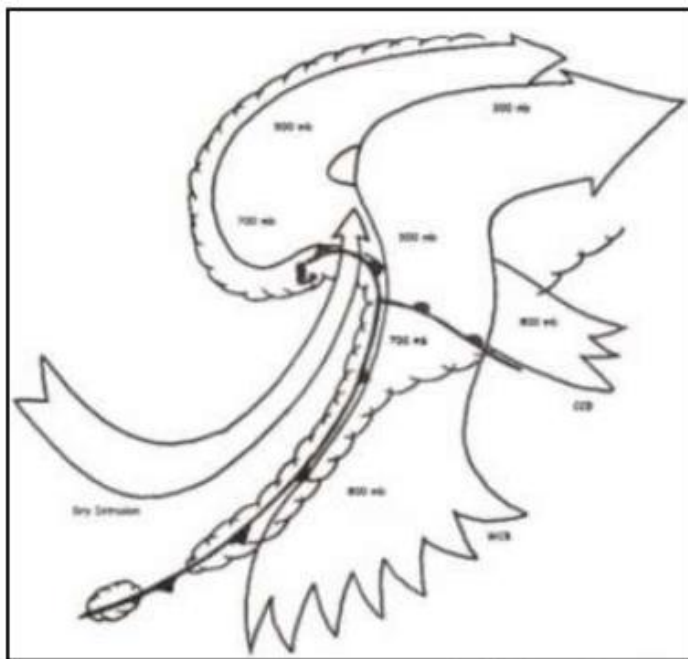


Θερμός τομέας

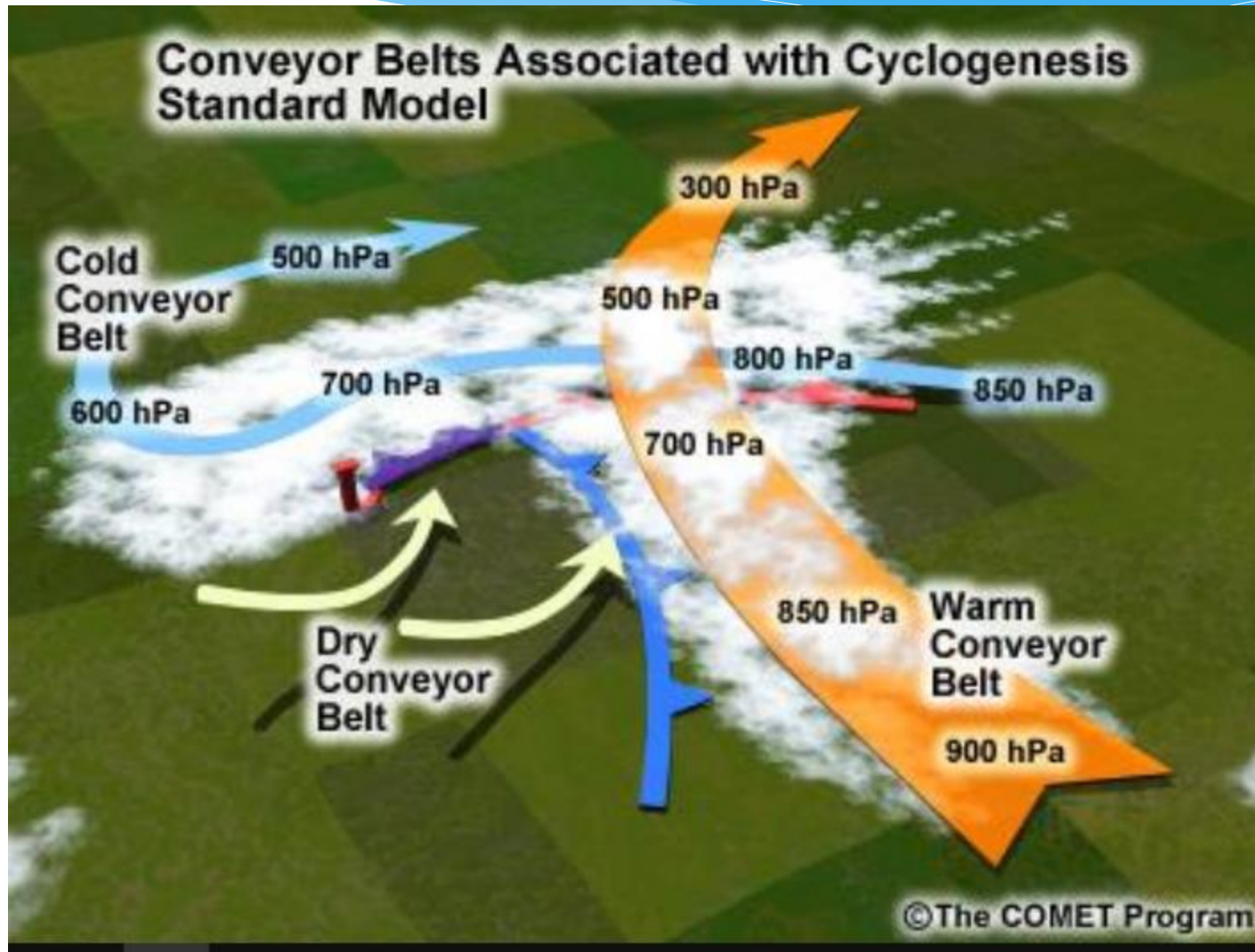
Οι νεφοσκεπείς περιοχές στα στάδια της ζωής μιας ύφεσης φαίνονται με το ανοικτό πράσινο χρώμα.
Με το έντονο πράσινο χρώμα έχουμε τις περιοχές με έντονα φαινόμενα υετού.

http://www.emy.gr/emv/el/meteorology/components/HNMS_MeteorologistBook.pdf

Η ροή του αέρα στις υφέσεις μέσων πλατών είναι σημαντική για να κατανοήσουμε την κατανομή των νεφών και του υετού σε αυτές και ίσως ο καλύτερος τρόπος να απεικονιστεί η τρισδιάστατη ροή γύρω από την μετωπική ύφεση είναι με την χρήση των εννοιών των **ζωνών μεταφοράς (conveyor belts)**. Στο Σχήμα 7.7 δείχνονται οι ζώνες κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής μιας μετωπικής ύφεσης.

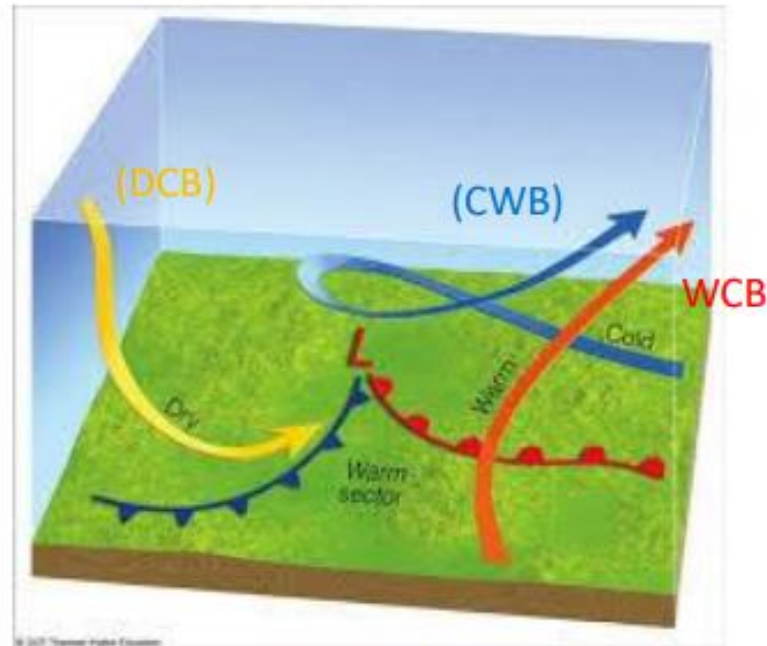


Σχήμα 7.7 Σχηματική αναπαράσταση χαρακτηριστικού προτύπου ζωνών μεταφοράς. (Πηγή: Carlson, 1980.)



Dusan Djuric (1994) "Weather Analysis", Chap. 10

Conveyor belt conceptual model: εξηγεί τη δομή του συνεσφιγμένου μετώπου και του χαμηλού



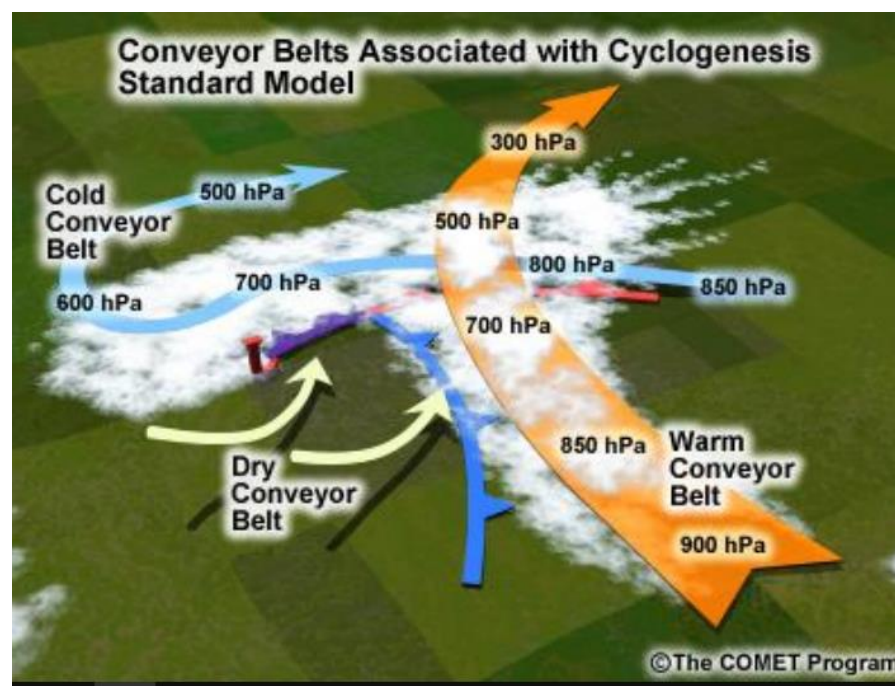
Θερμός υγρός αέρας (WCB)
ανεβαίνει προς τα ανώτερα
στρώματα στο θερμό τομέα

Ξηρός αέρας (DCB) κατεβαίνει
από τη στρατόσφαιρα προς το
έδαφος πίσω από το ψυχρό
μέτωπο

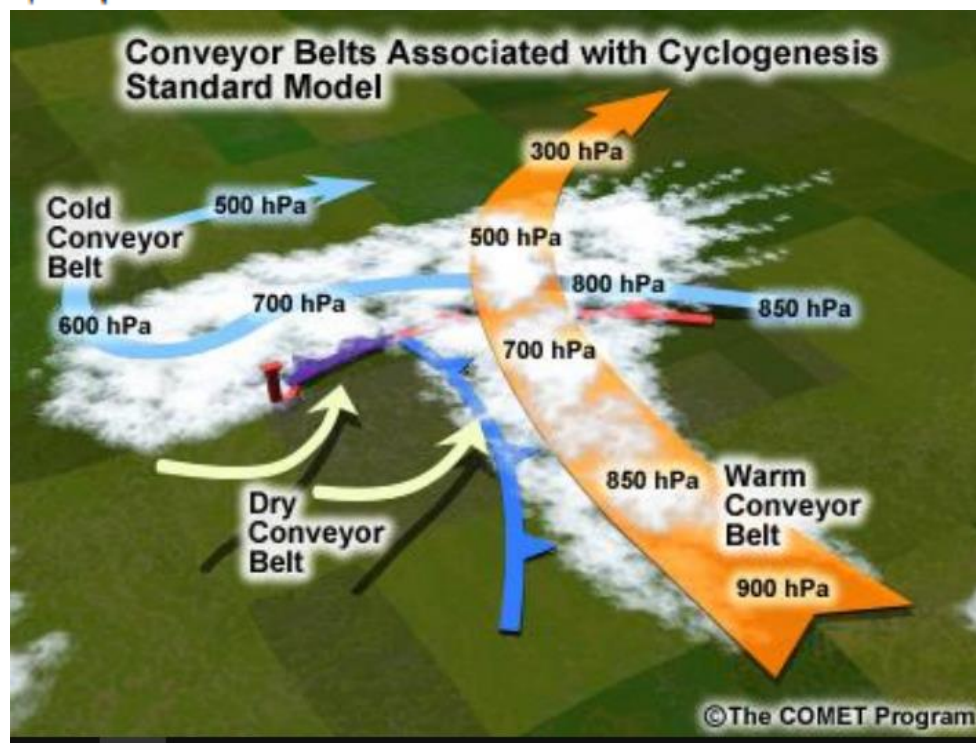
Ψυχρός υγρός αέρας (CWB)
στα κατώτερα στρώματα
μπροστά από το θερμό
μέτωπο ανεβαίνει
μεταβαίνοντας προς τη μεριά
του χαμηλού και συνεχίζει να
ανεβαίνει

(α) **Θερμή ζώνη μεταφοράς (Warm Conveyor Belt - WCB)**: αντιπροσωπεύει την κύρια πηγή θερμού και υγρού αέρα που τροφοδοτεί την ύφεση. Δημιουργείται στα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας στο θερμό τομέα της ύφεσης και κινείται προς τον πόλο παράλληλα στο ψυχρό μέτωπο. Αυτό το στρώμα μπορεί να έχει πάχος 200 έως 300 hPa και τυπικά δημιουργείται στο στρώμα κατακόρυφης ανάμιξης δηλαδή αρκετά μακριά από το κέντρο του επιφανειακού χαμηλού. Καθώς η ροή πλησιάζει το θερμό μέτωπο, αρχίζει να ανέρχεται με την ισχυρότερη άνοδο να παρατηρείται πάνω από το θερμό μέτωπο στην περιοχή της εντονότερης θερμής μεταφοράς. Τελικά, η ροή στην WCB αρχίζει να στρέφεται αντικυκλωνικά καθώς προσεγγίζει το επίπεδο του jet-stream στην ανώτερη τροπόσφαιρα.

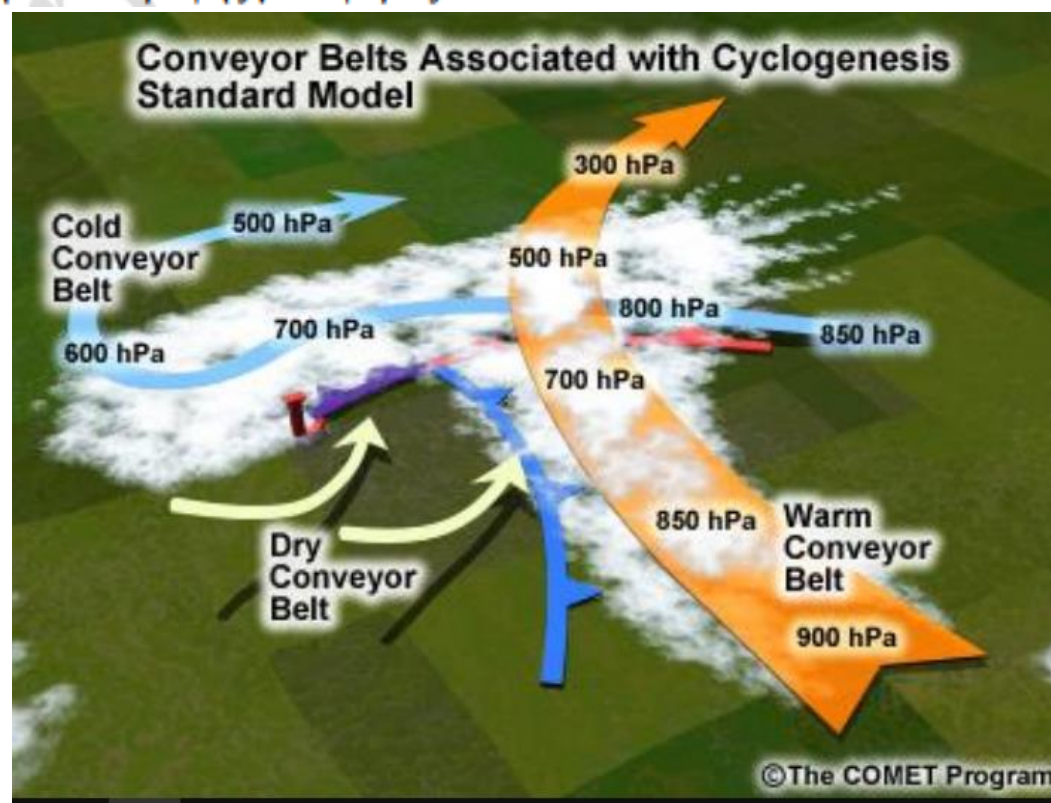
Το ποσό νετού σε μία ύφεση εξαρτάται από το ποσό υγρασίας κατά μήκος της ροής της WCB και πρέπει να δίνεται προσοχή στο χαρακτηριστικό αυτό. Με άλλα λόγια, η WCB είναι ο τροφοδότης του συστήματος με την αναγκαία υγρασία που δημιουργεί τις ευνοϊκές συνθήκες για έντονο και συνεχή νετό.



(β) **Ψυχρή ζώνη μεταφοράς (Cold Conveyor Belt - CCB)**: δημιουργείται στην μέση τροπόσφαιρα και στην προς τον πόλο πλευρά, ανατολικά του κέντρου της μετωπικής ύφεσης. Χαρακτηρίζεται από δυτική ροή στην ψυχρή πλευρά του θερμού μετώπου, κάτω από την WCB και προς το κέντρο της ύφεσης. Ο αέρας στην CCB γίνεται κορεσμένος αφ' ενός λόγω της πτώσης υετού από την WCB που βρίσκεται πάνω της και αφ' ετέρου λόγω της αργής ανόδου αέρα από το οριακό στρώμα στην μέση τροπόσφαιρα βορείως του κέντρου του χαμηλού. Η ροή τελικά γίνεται αντικυκλωνική στην περιοχή του ridge στην ανώτερη τροπόσφαιρα μπροστά από την αναπτυσσόμενη ύφεση.



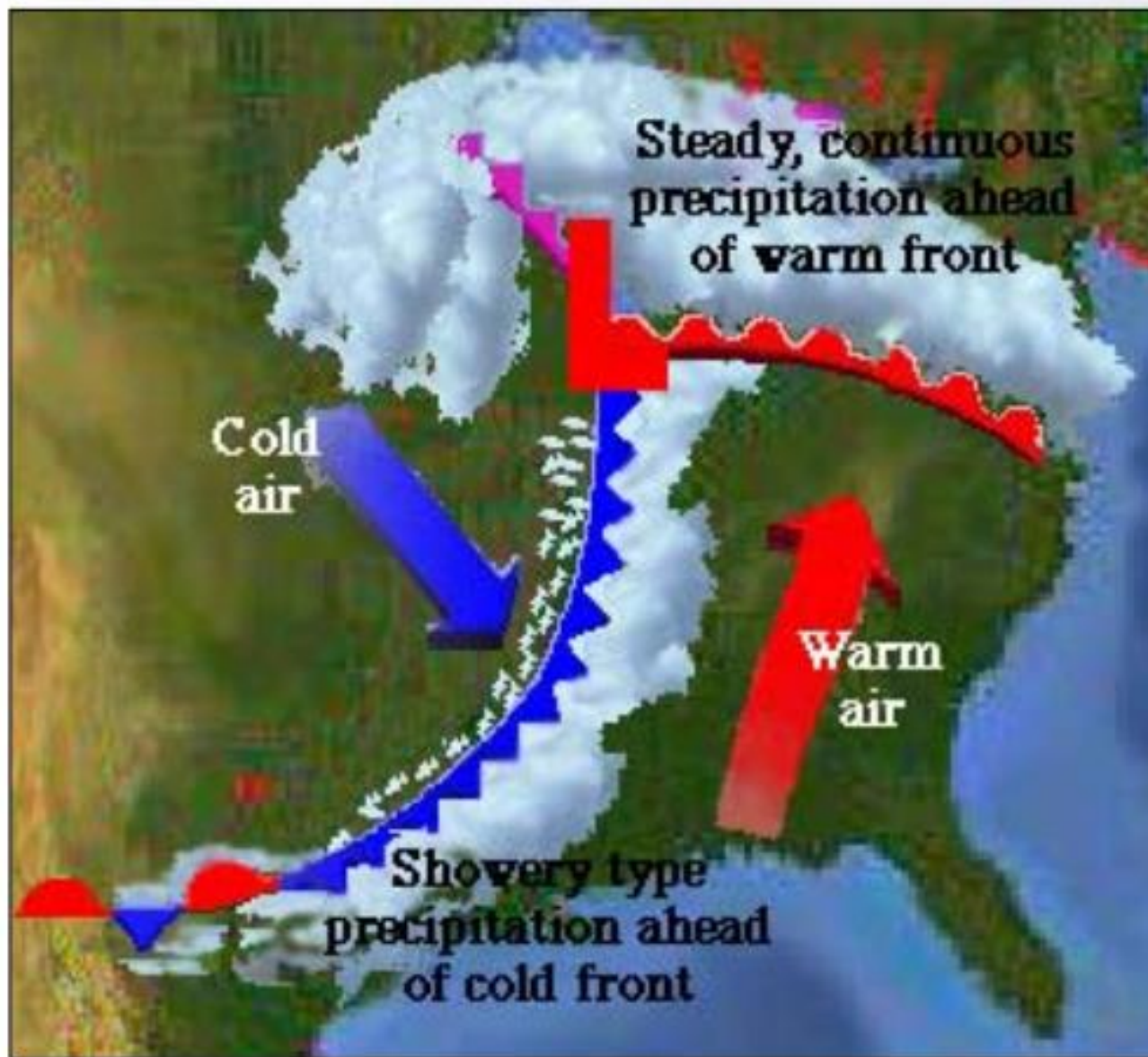
(γ) **Ξηρή εισβολή (Dry Intrusion):** καθώς η ύφεση αναπτύσσεται, παρατηρείται εισβολή ξηρού στρατοσφαιρικού αέρα στην προς την ισημερινή πλευρά της ύφεσης μεταξύ του ενισχυόμενου επιφανειακού χαμηλού και του ψυχρού μετώπου (στο Σχήμα 7.7). Η παρουσία της γίνεται εμφανής στις water-vapour δορυφορικές εικόνες. Ο στρατοσφαιρικός αέρας, μέσω της αναδίπλωσης της τροπόπαυσης, αρχικά κατολισθαίνει στην μέση τροπόσφαιρα στην πίσω πλευρά της αναπτυσσόμενης ύφεσης, και στην συνέχεια αρχίζει να ανέρχεται μόλις βρεθεί ανατολικά της ανώτερης trough που συνδέεται με την αναπτυσσόμενη ύφεση. Τελικά, αυτός ο ξηρός αέρας ανέρχεται πάνω από την CCB παράλληλα με την WCB. Η διείσδυση του ξηρού αέρα πάνω από περιοχές υγρασίας στα χαμηλά στρώματα δημιουργεί συνθήκες δυνητικής αστάθειας και νέφη κατακόρυφης μεταφοράς.



Νέφωση στις Μετωπικές Υφέςεις

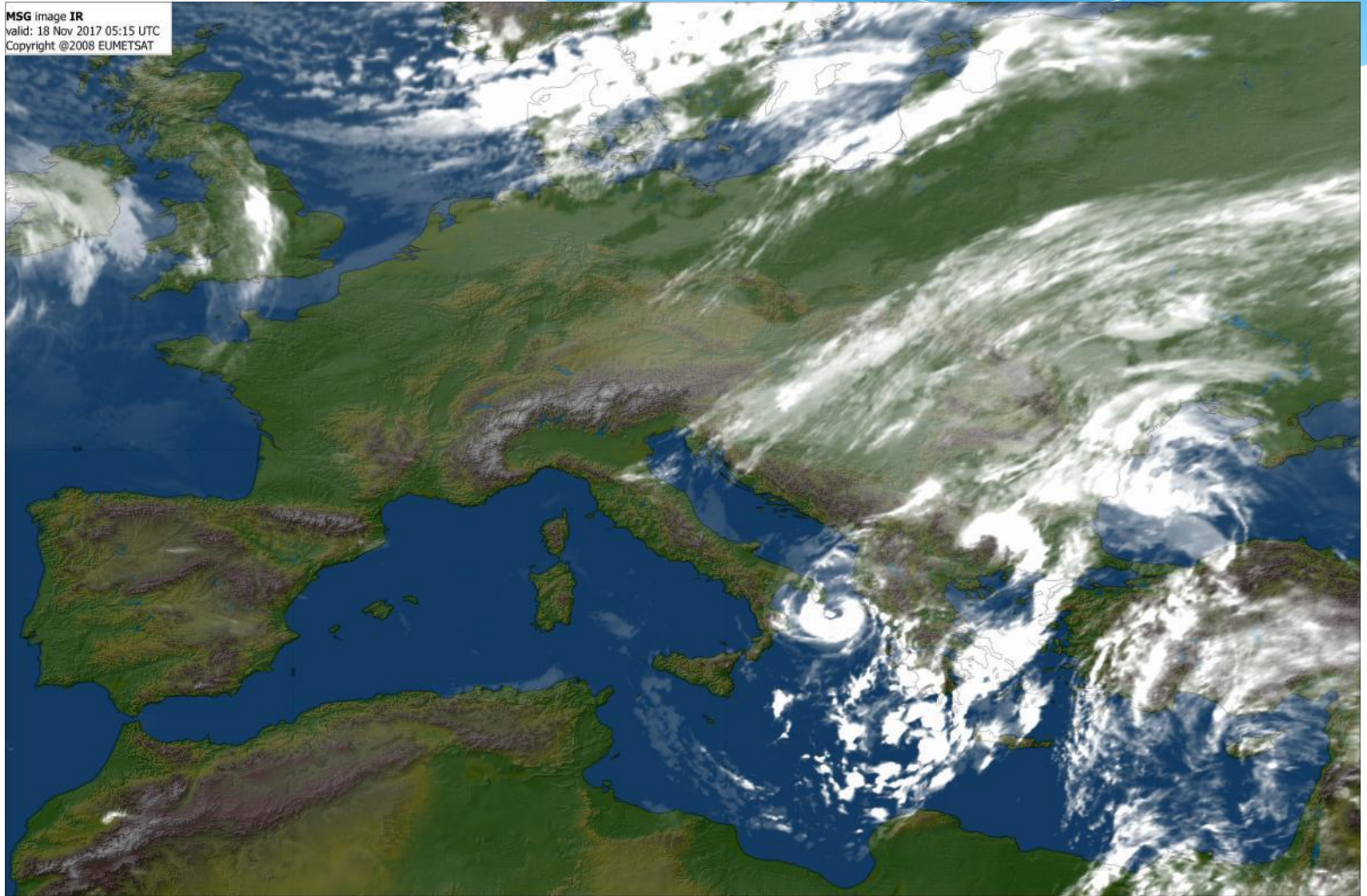
Cloud coverage during frontal depressions

- Ο θερμός αέρας ανέρχεται σε μεγαλύτερα ύψη και για αυτό έχουμε δημιουργία **εκτεταμένων νεφώσεων** που δημιουργούνται **στα μέτωπα**
- Σχηματίζονται με τη σειρά κατά την οποία διέρχονται πάνω από ένα τόπο (καθώς κινείται η ύφεση):
 1. Αρχικά υψηλά νέφη τύπου **Θυσάνων Ci**
 2. Στη συνέχεια μέσα νέφη τύπου **υψιστρωμάτων As**
 3. **Στρωματεμελανίες Ns**, που προκαλούν και τις βροχές



Κακοκαιρία Ευριδική 16- 18 11 2017

MSG image IR
valid: 18 Nov 2017 05:15 UTC
Copyright ©2008 EUMETSAT

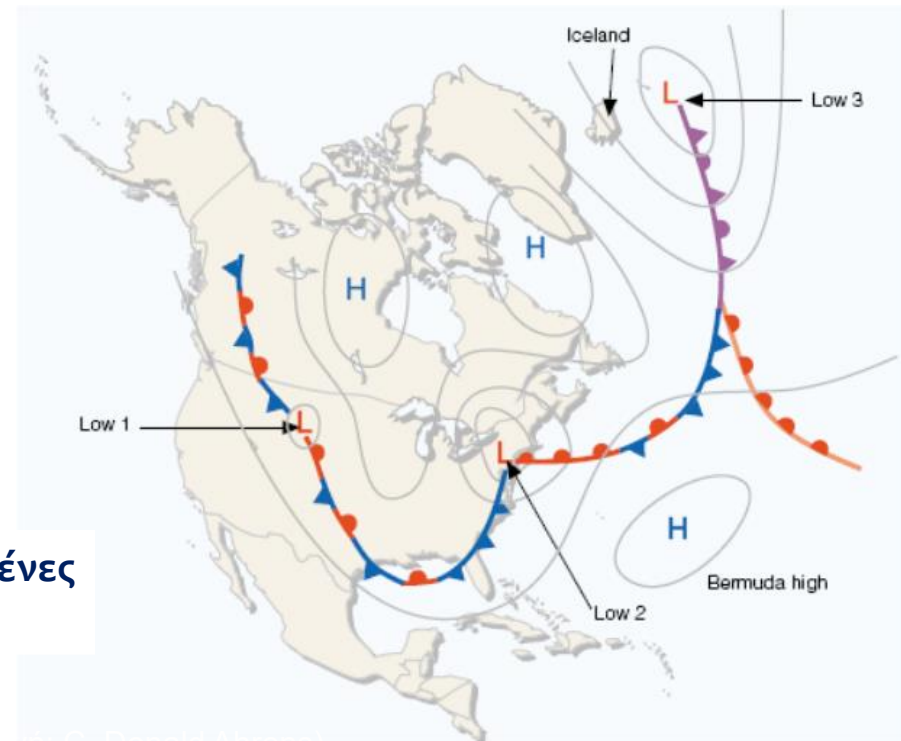


Οικογένειες υφέσεων (L)

Κατά την εξέλιξη μιας ύφεσης και κυρίως στα στάδια της προχωρημένης 'ωριμότητας' και της σύσφιξης, είναι δυνατόν να αναπτυχθούν από αυτή και δευτερεύουσες υφέσεις με τους εξής τρόπους:

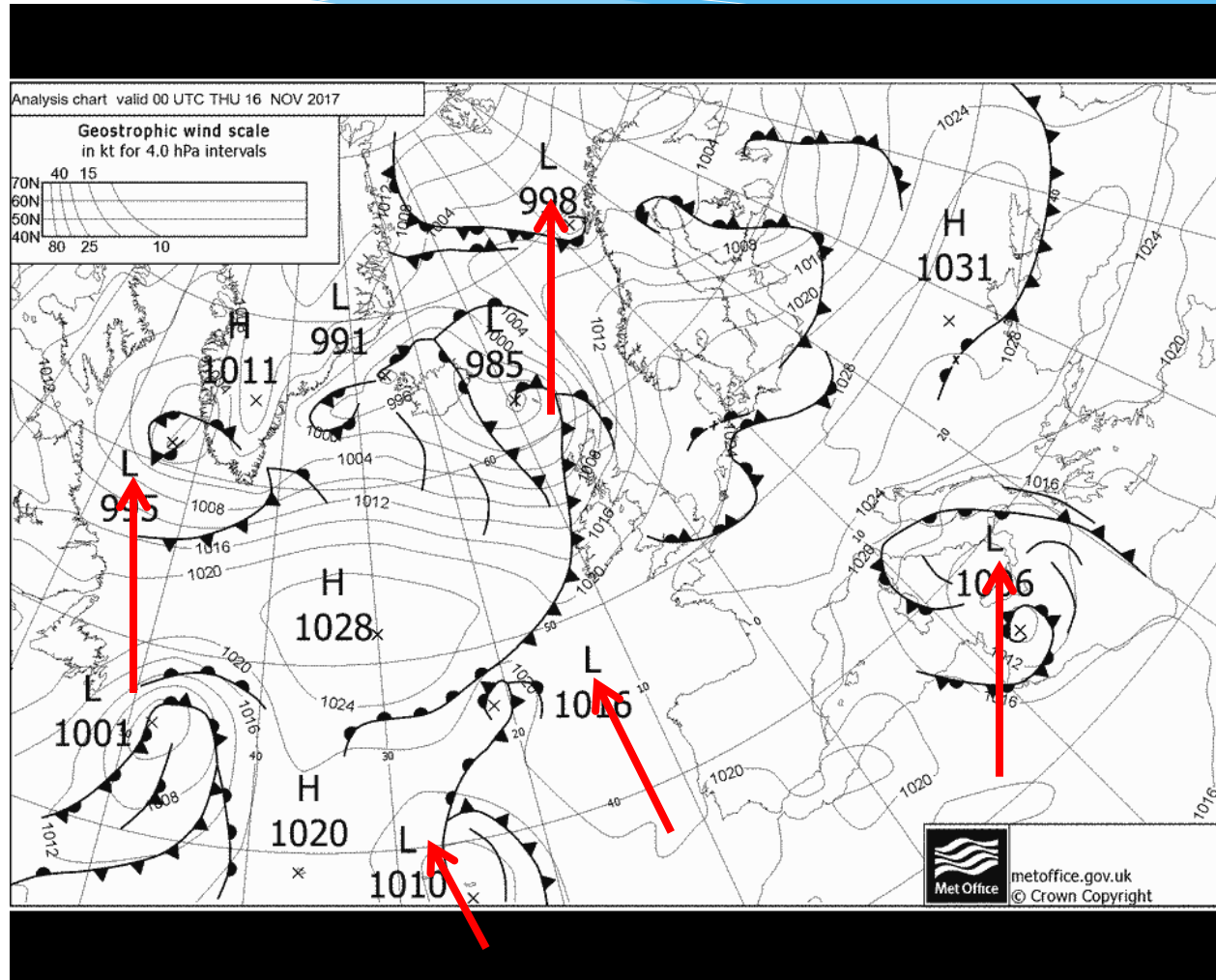
- Στο ψυχρό μέτωπο της ύφεσης μπορεί να δημιουργηθεί μια διαταραχή που, όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές, θα αναπτυχθεί και εξελιχθεί μια ύφεση
- Μέσα στο θερμό τομέα της ύφεσης, εφόσον εκεί προϋπάρχει ένα μέτωπο εκατέρωθεν του οποίου ο άνεμος παρουσιάζει μεγάλη διαφορά έντασης

Συνήθως δεν δημιουργούνται μεμονωμένες υφέσεις αλλά οικογένειες υφέσεων.



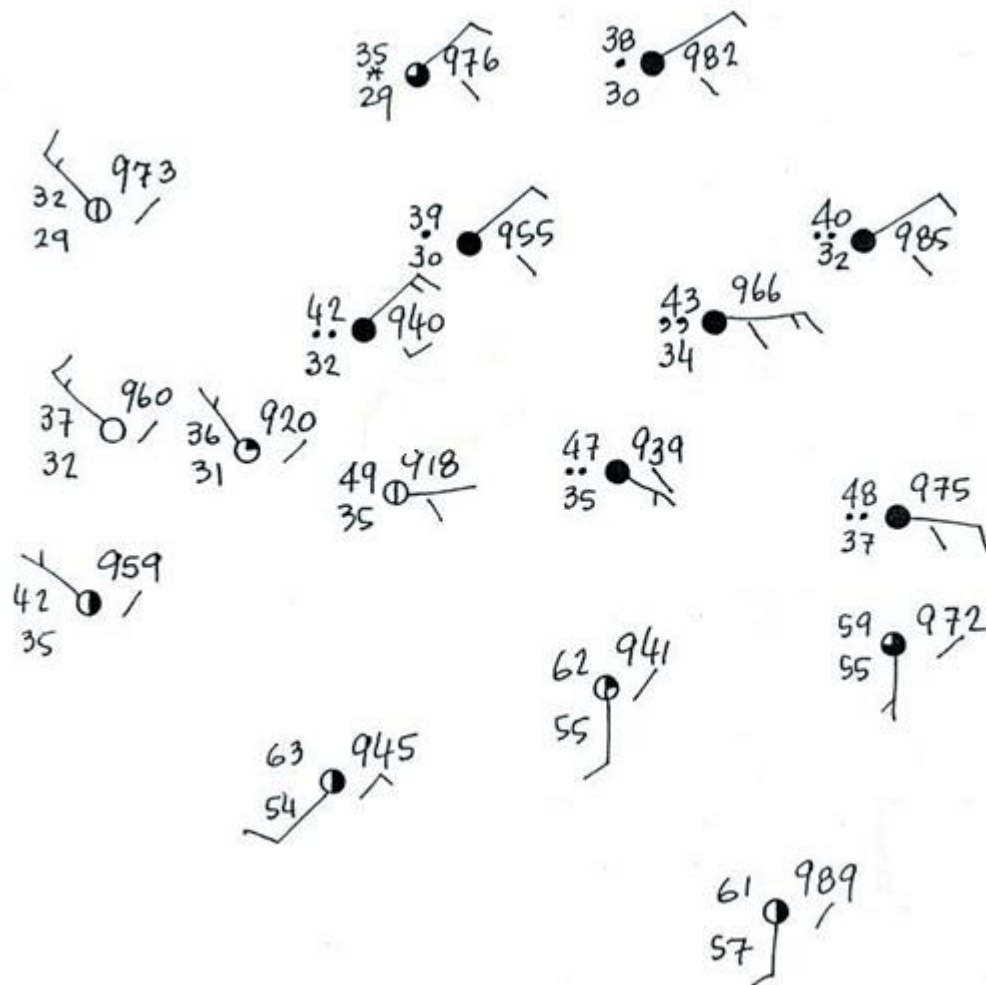
Οικογένειες υφέσεων σε χάρτη επιφανείας

Κακοκαιρία 16-18 11 2017

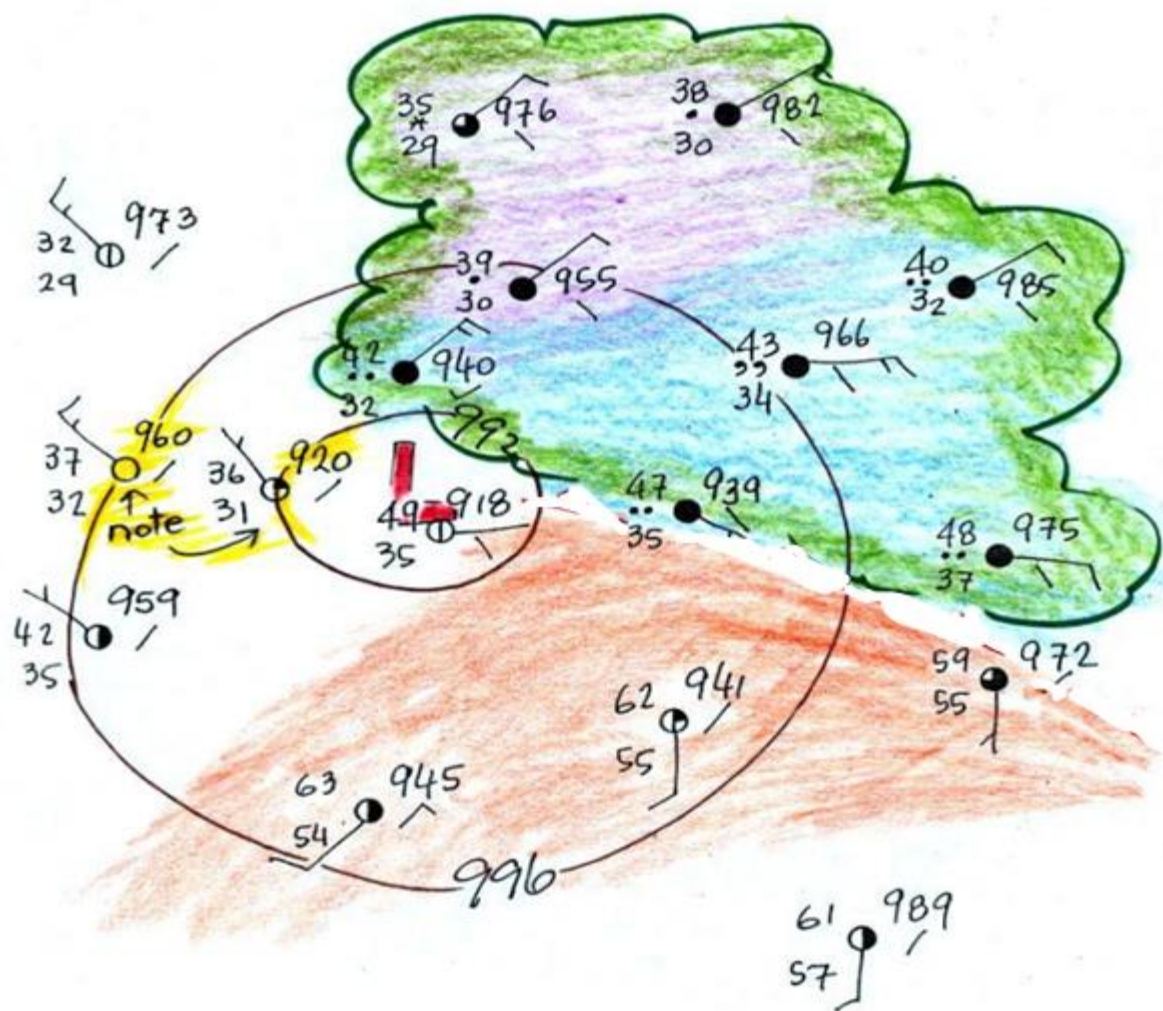


3_α. Εξάσκηση χάραξης μετωπικής ύφεσης

(Η ατμ.πίεση δίνεται με δεκαδικό ψηφίο)

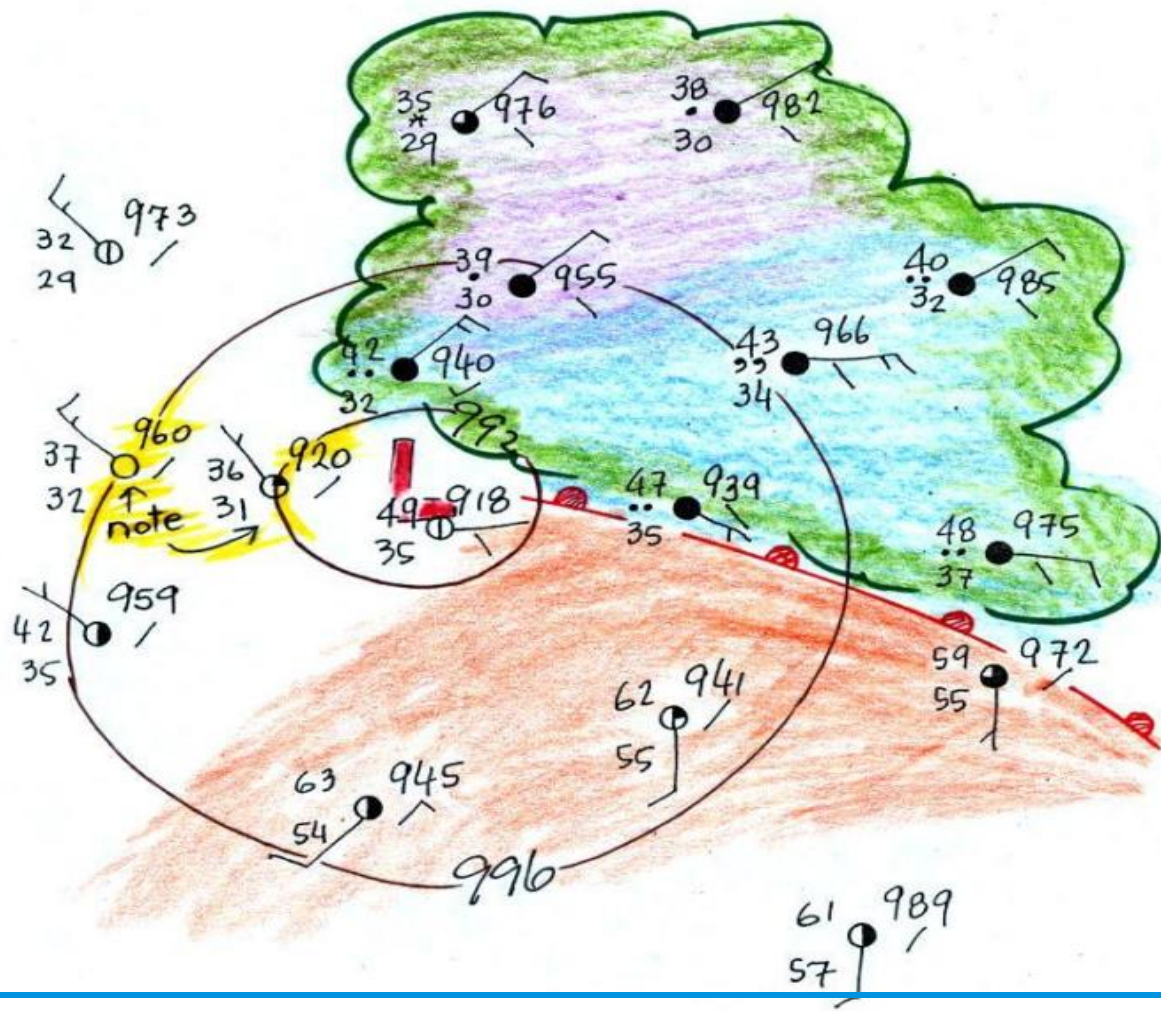


Χάραξη ισοβαρών (ανά 4hPa)- ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΚΕΝΤΡΟΥ

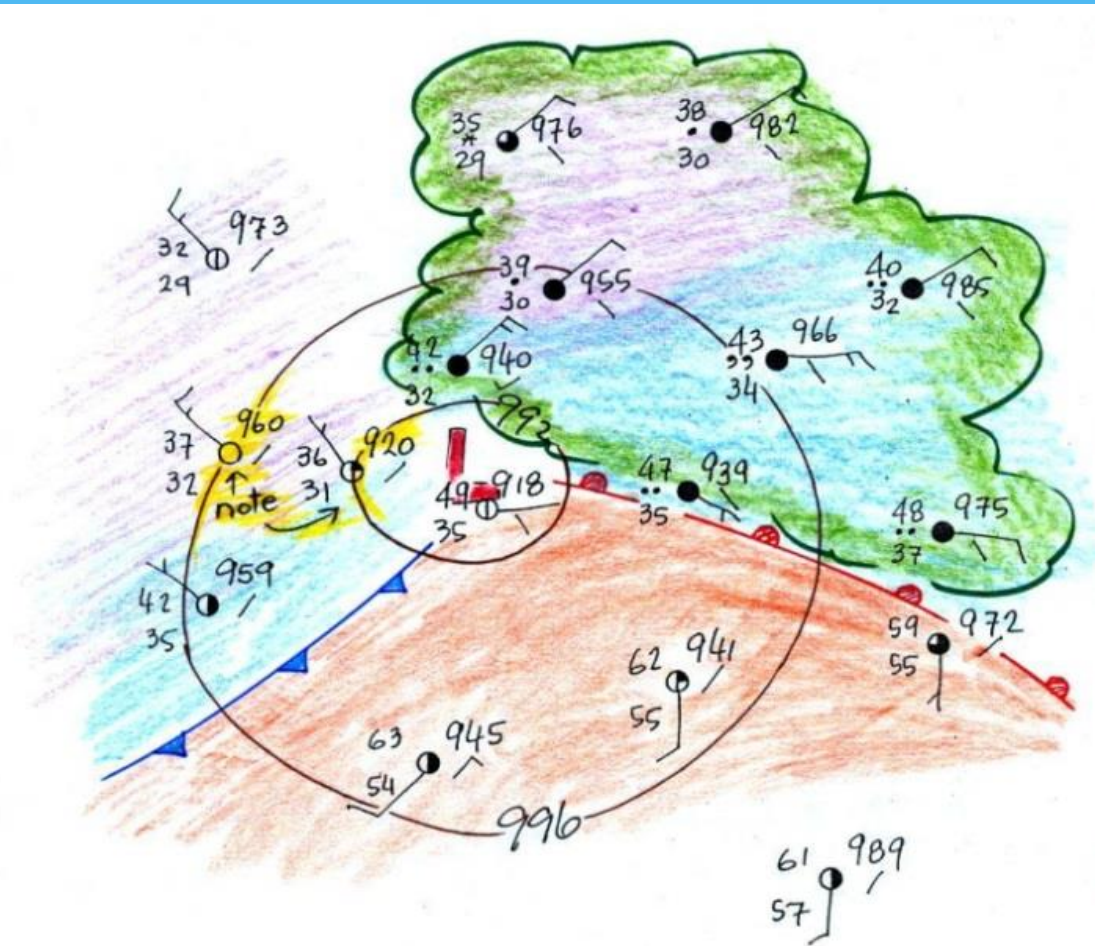


Χάραξη θερμού μετώπου

plot warm front



Ολοκλήρωση χάραξης
με χάραξη ψυχρού μετώπου
plot cold front



3_β.Εξάσκηση χάραξης μετωπικής ύφεσης



3β.Εξάσκηση χάραξης μετωπικής ύψεσης

ανά 4 hPa

hPa

~~1000~~

1004

1008

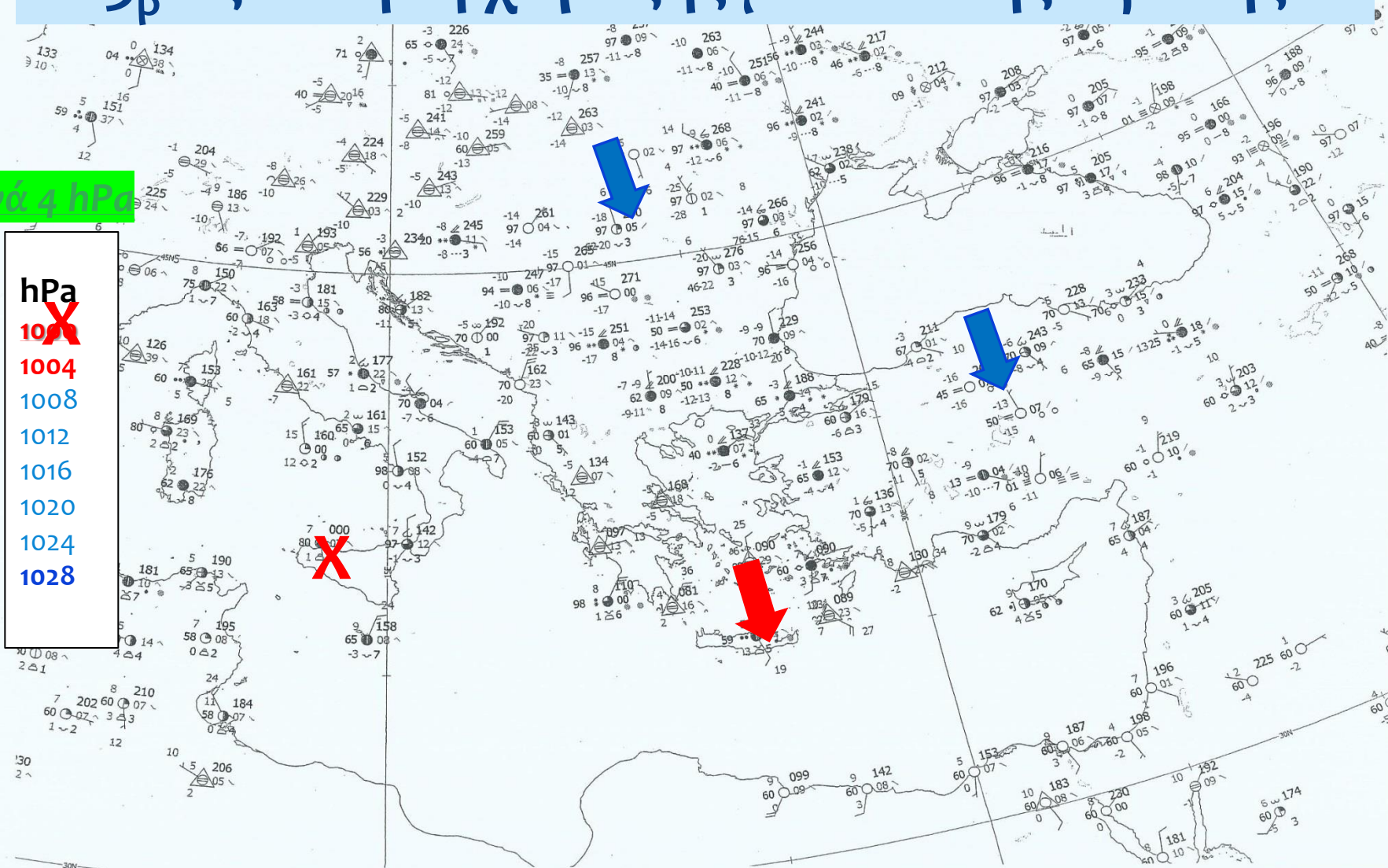
1012

1016

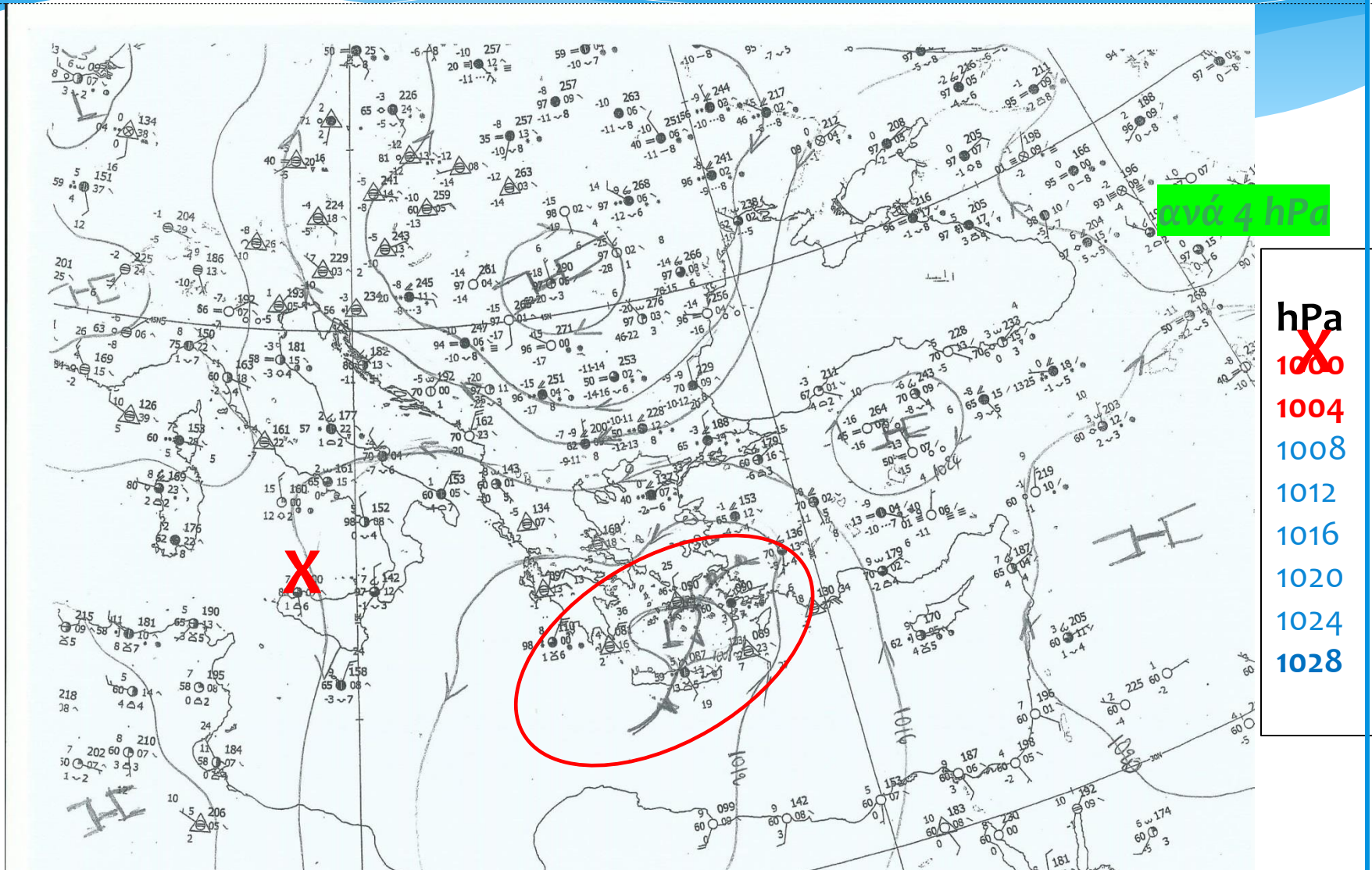
1020

1024

1028

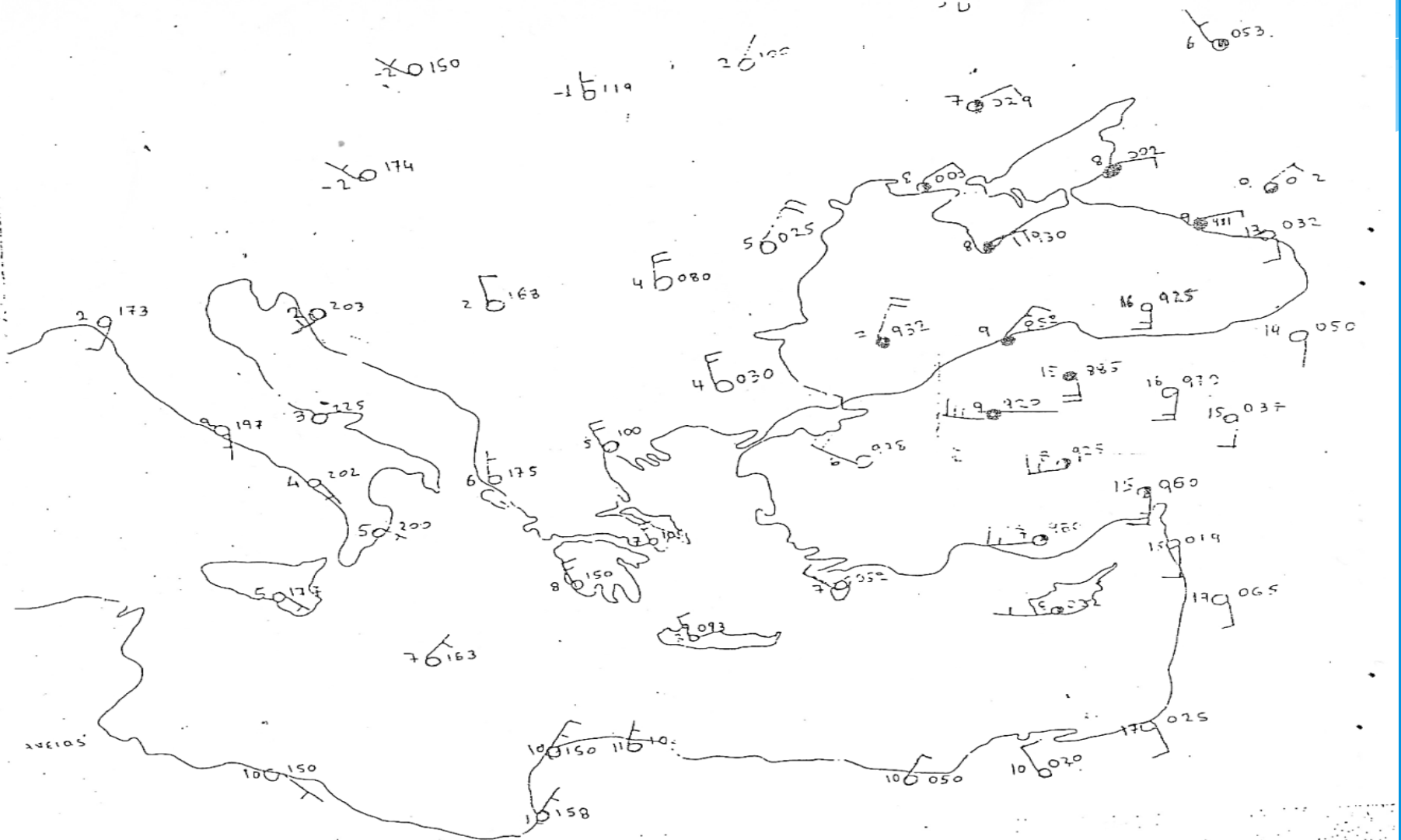


Χάραξη #1 στον προηγούμενο χάρτη



✓ Η χάραξη μπορεί να διαφοροποιείται μεταξύ των προγνωστών

Plot isobars, fronts and systems



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ❑ The Meteorologist's book, Hellenic National Meteorological Service, Το εγχειρίδιο του μετεωρολόγου-προγνώστη- Δ. Ζιακόπουλος, Π. Φραγκούλη
http://www.emy.gr/emv/el/meteorology/components/HNMS_MeteorologistBook.pdf
- ❑ 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
- ❑ Εισαγωγή στη Φυσική της Ατμόσφαιρας και την Κλιματική Αλλαγή, Πέτρος Κατσαφάδος, Ηλίας Μαυροματίδης (2015)
- ❑ Ατμοσφαιρικές διαταράξεις, Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ
(http://www.geo.auth.gr/courses/gmc/gmc318y/xf/pdf/Geo_Systems.pdf)
- ❑ http://www.geo.auth.gr/courses/gmc/gmc318y/xf/pdf/Geo_Systems.pdf
- ❑ Σημειώσεις από τη διδασκαλία της Συνοπτικής Μετεωρολογίας, καθ. Φλόκα Έλενα, ΠΜΣ Φυσικής Περιβάλλοντος