



ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 3

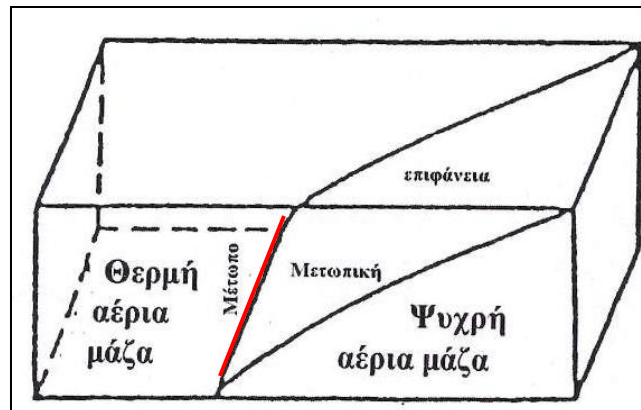
ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΝΤΑΝΤΟΥ
Ε.Δι.Π. Τμήματος Φυσικής
antant@uoa.gr

ΜΕΤΩΠΑ

ΜΕΤΩΠΙΚΕΣ ΥΦΕΣΕΙΣ

Μετωπικές επιφάνειες - Μέτωπα

- ❑ Δημιουργούνται όταν συναντηθούν δύο αέριες μάζες με διαφορετικά χαρακτηριστικά (θερμοκρασία / πυκνότητα / υγρασία).
- ❑ Οι αέριες μάζες **δεν αναμειγνύονται**, αλλά τείνουν να διατηρήσουν την αυτοτέλειά τους και διαχωρίζονται με κεκλιμένη 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 **τομή της μετωπικής επιφάνειας** με το έδαφος λέγεται **ΜΕΤΩΠΟ**.

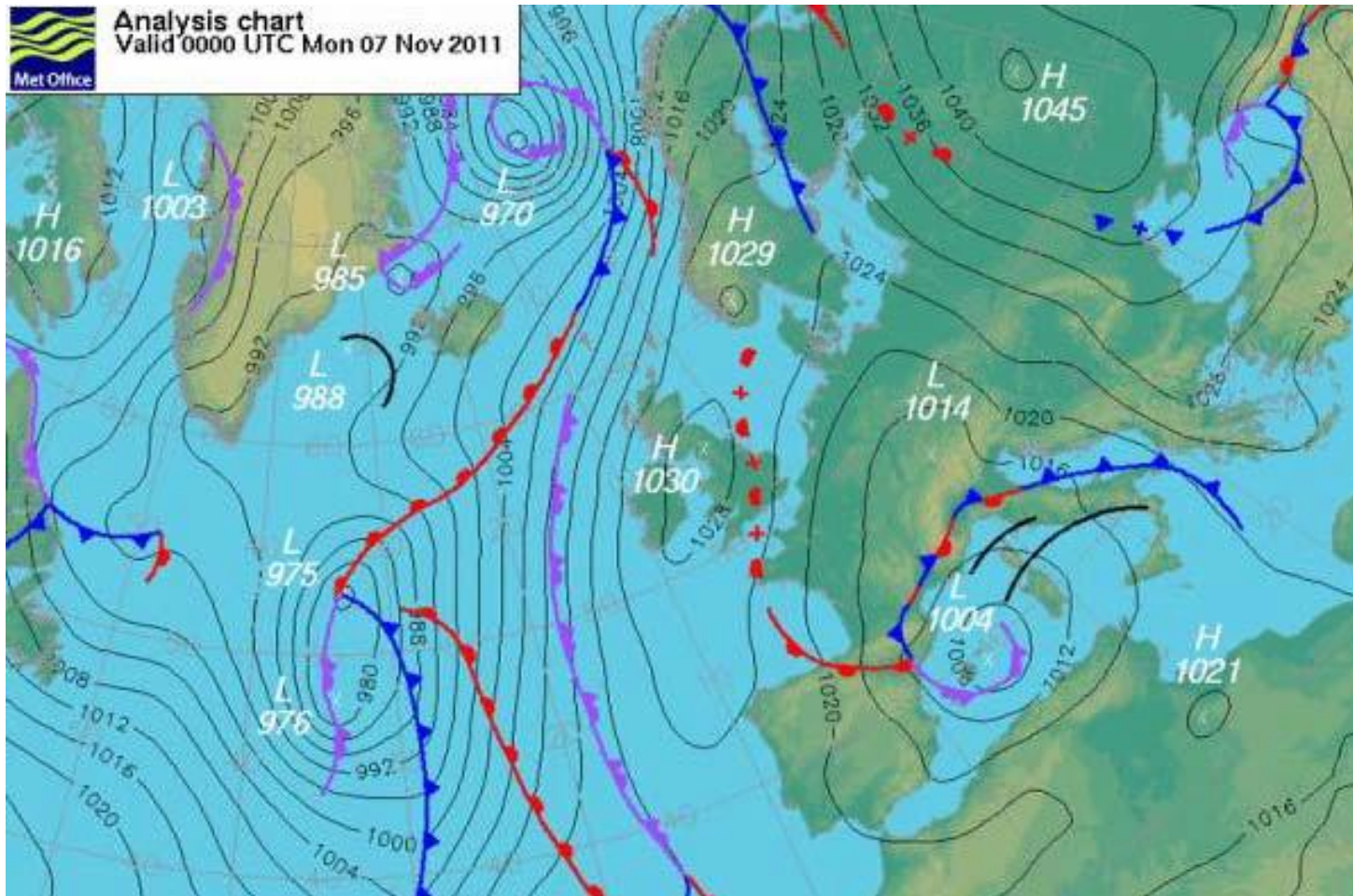


Είδη μετώπων

Τα μέτωπα διακρίνονται σε:

- ΨΥΧΡΟ
- ΘΕΡΜΟ
- ΣΤΑΣΙΜΟ
- ΣΥΝΕΣΦΙΓΜΕΝΟ

Τύποι μετώπων σε χάρτη επιφανείας

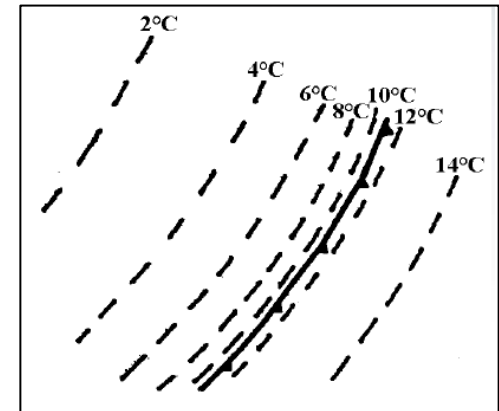
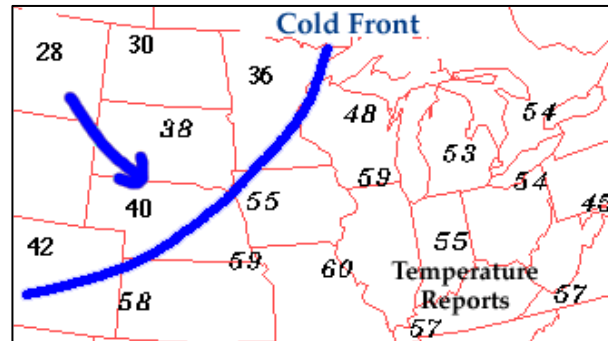
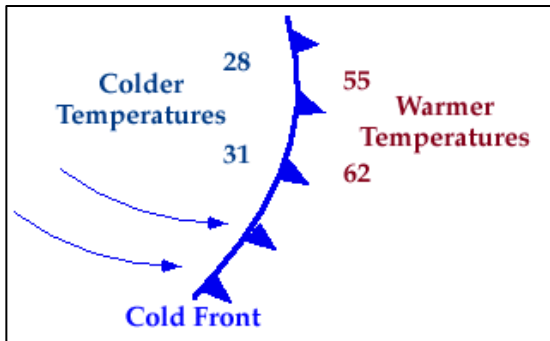


ΨΥΧΡΟ ΜΕΤΩΠΟ

cold front

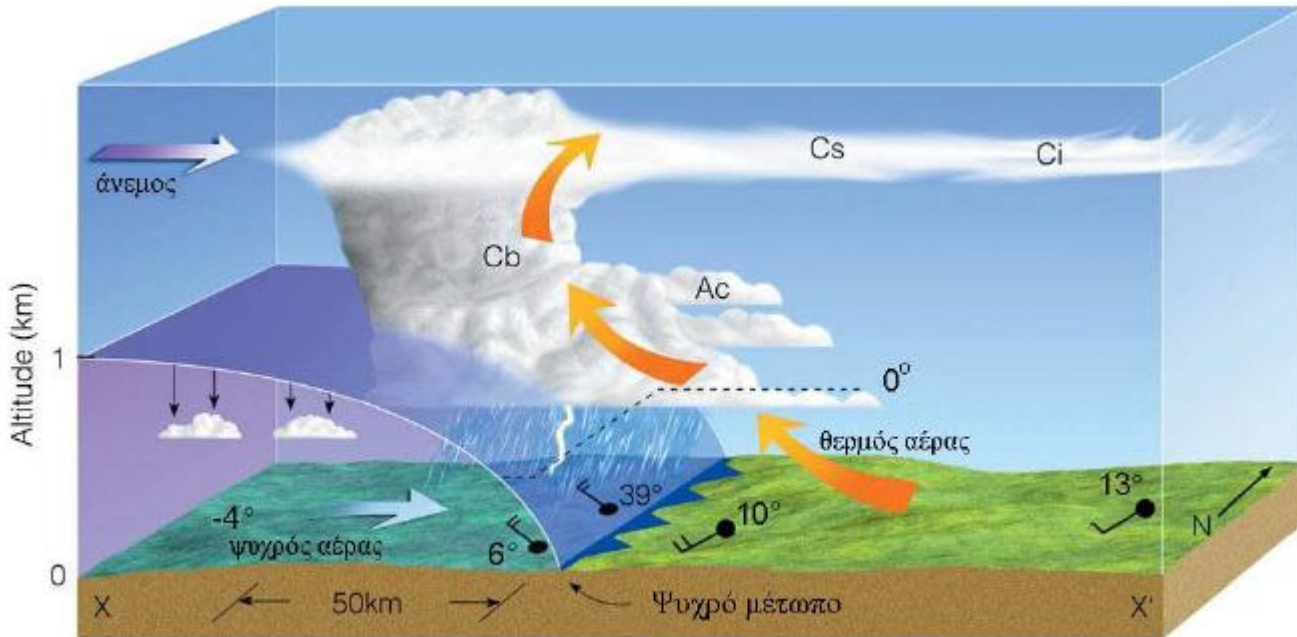
Ψυχρό μέτωπο

- ❑ Δημιουργείται όταν ψυχρή αέρια μάζα ακολουθεί μια θερμή αέρια μάζα 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



Ψυχρό Μέτωπο

Όταν δύο αέριες μάζες, μια θερμή και μια ψυχρή, που βρίσκονται σε επαφή, κινούνται έτσι ώστε η ψυχρή να ακολουθεί τη θερμή, τότε η επιφάνεια που τις χωρίζει λέγεται **ψυχρή μετωπική επιφάνεια** και η τομή της με την επιφάνεια της γης **ψυχρό μέτωπο**.

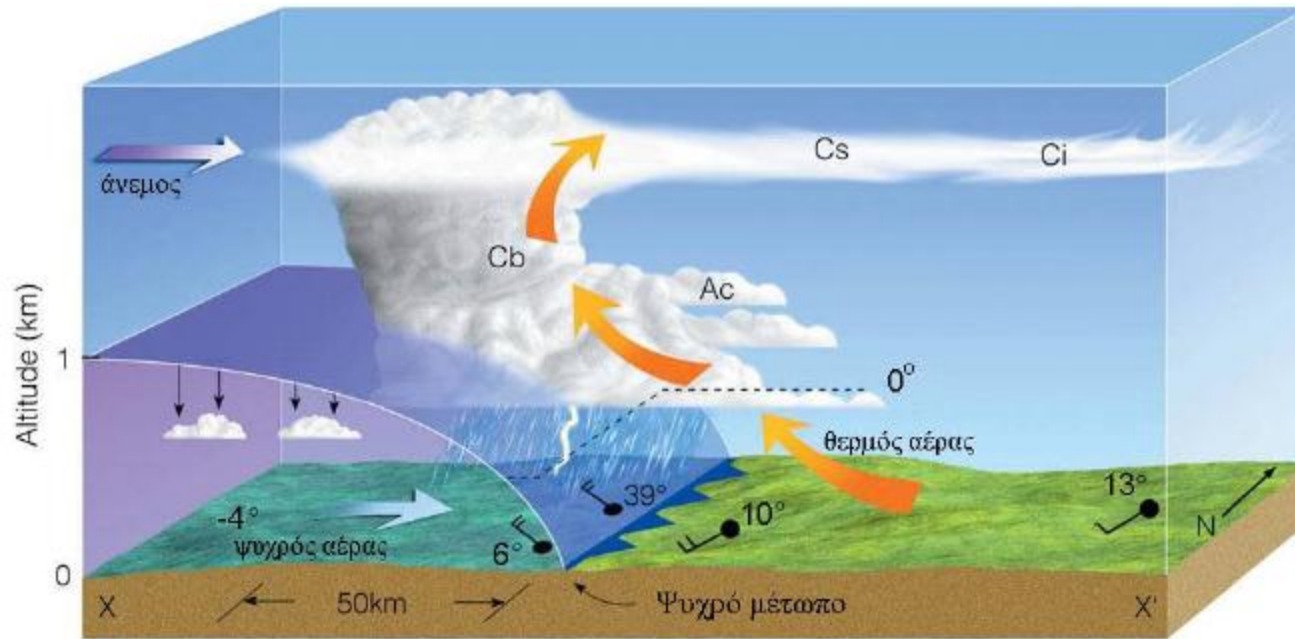


<http://apollo.lsc.vsc.edu>

- **Κλίση μετωπικής** επιφάνειας με το έδαφος μεταξύ 1/50 και 1/100 αντίθετη της φοράς κίνησης
- **Νέφωση:** Αν ο θερμός αέρας είναι ασταθής, η ανοδική κίνηση δημιουργεί νέφωση Ac και As αλλά κυρίως Cu και Cb
- **Βροχή:** ραγδαίες διαλείπουσες βροχές, συνοδευόμενες πολλές φορές από καταιγίδες και χαλάζι

Η έκταση της νέφωσης και της ζώνης βροχόπτωσης είναι μικρότερη απ' ό,τι του θερμού μετώπου και εκτείνεται περισσότερο πίσω από το μέτωπο.

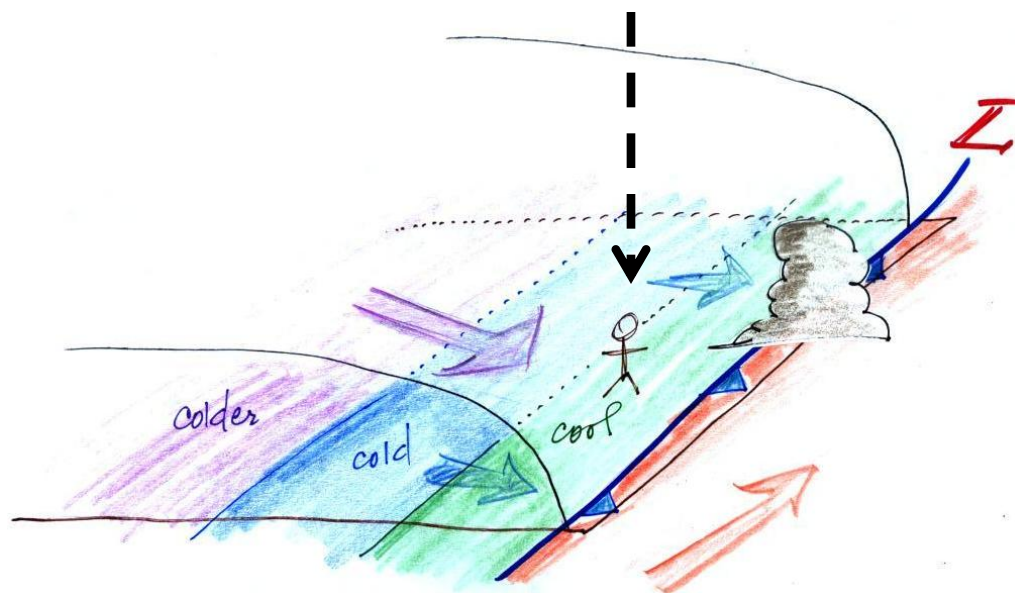
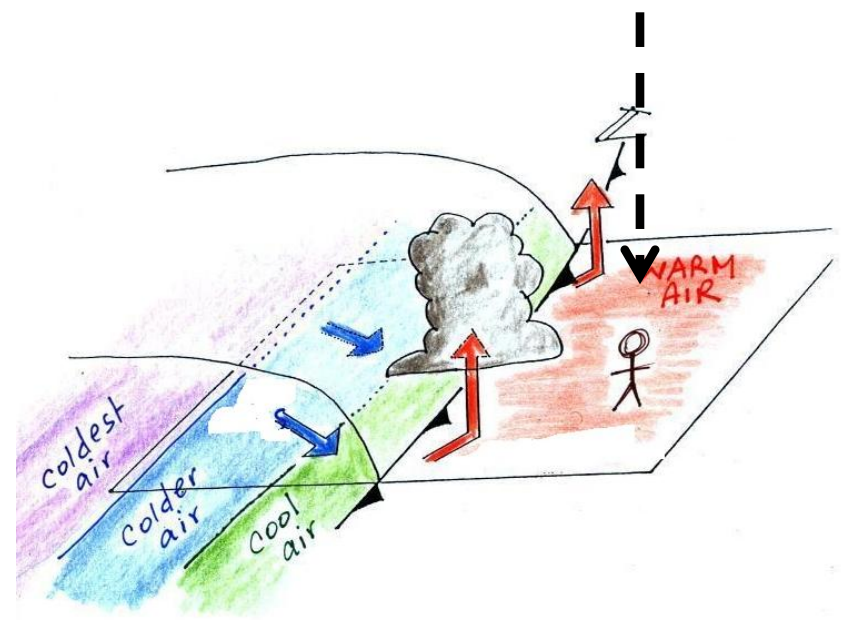
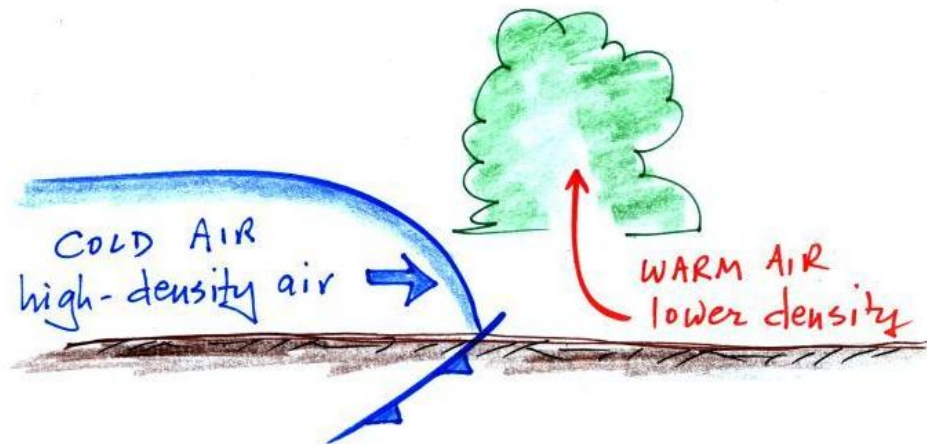
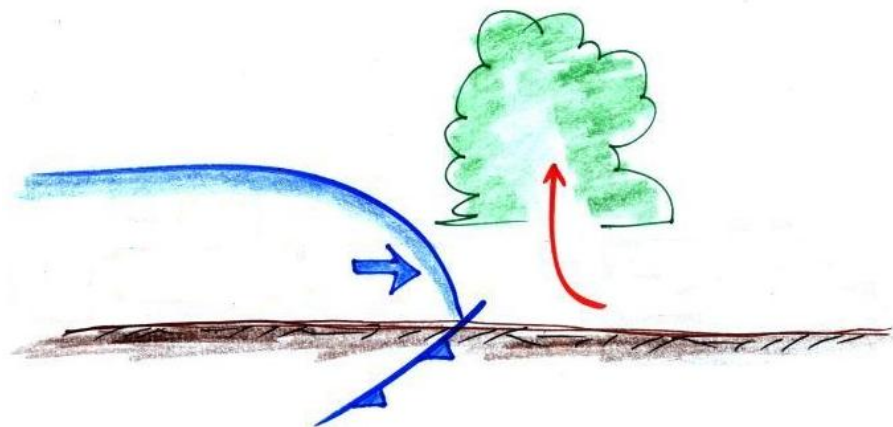
Ψυχρό Μέτωπο



Τα ψυχρά μέτωπα τείνουν να :

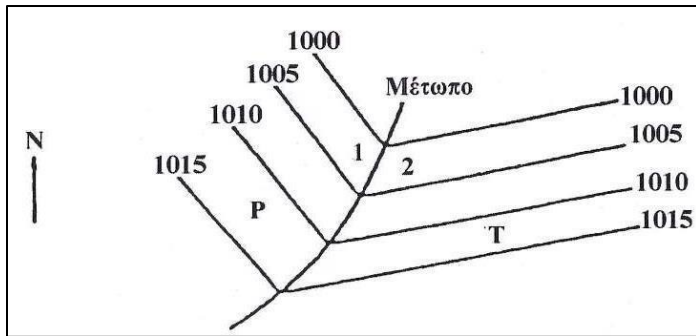
- Κινούνται **πιο γρήγορα** σε σχέση με τα άλλα μέτωπα. Όσο πιο μεγάλη η κλίση (κατακόρυφη προς οριζόντια απόσταση) τόσο πιο γρήγορα κινούνται λόγω τριβής.
- Κινούνται σε **μεγαλύτερες αποστάσεις** διατηρώντας την έντασή τους
- Συνοδεύονται από **έντονα καιρικά φαινόμενα** σε σχέση με τα θερμά μέτωπα

Ψυχρό Μέτωπο

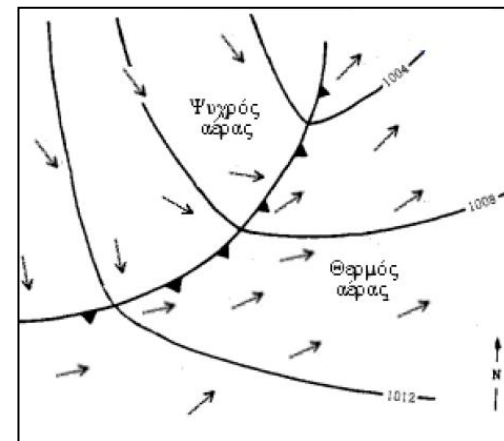
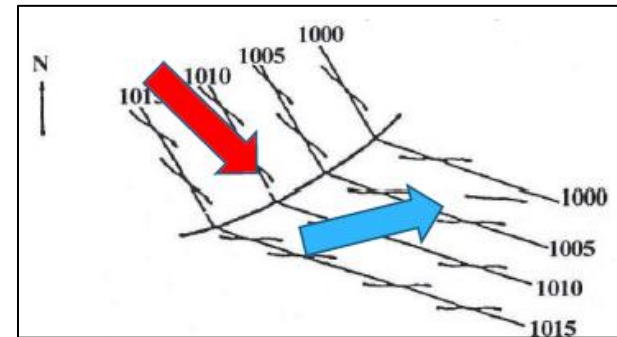


Κάμψη ισοβαρών – αλλαγή διεύθυνσης ανέμου

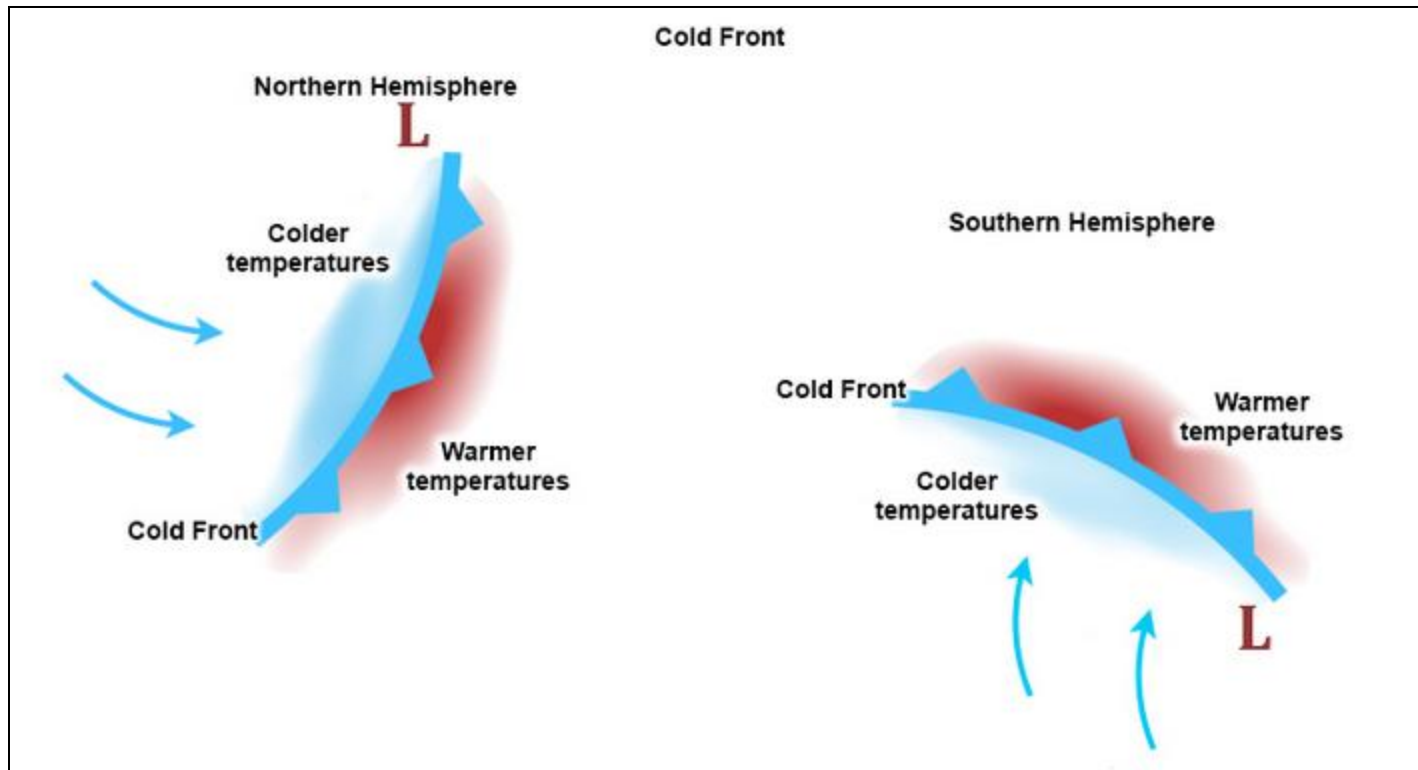
Όταν το μέτωπο τέμνει τις ισοβαρείς η **διαφορά πυκνότητας** των αερίων μαζών εκατέρωθεν του μετώπου προκαλεί **κάμψη των ισοβαρών** και σημαντική μεταβολή της βαροβαθμίδας.



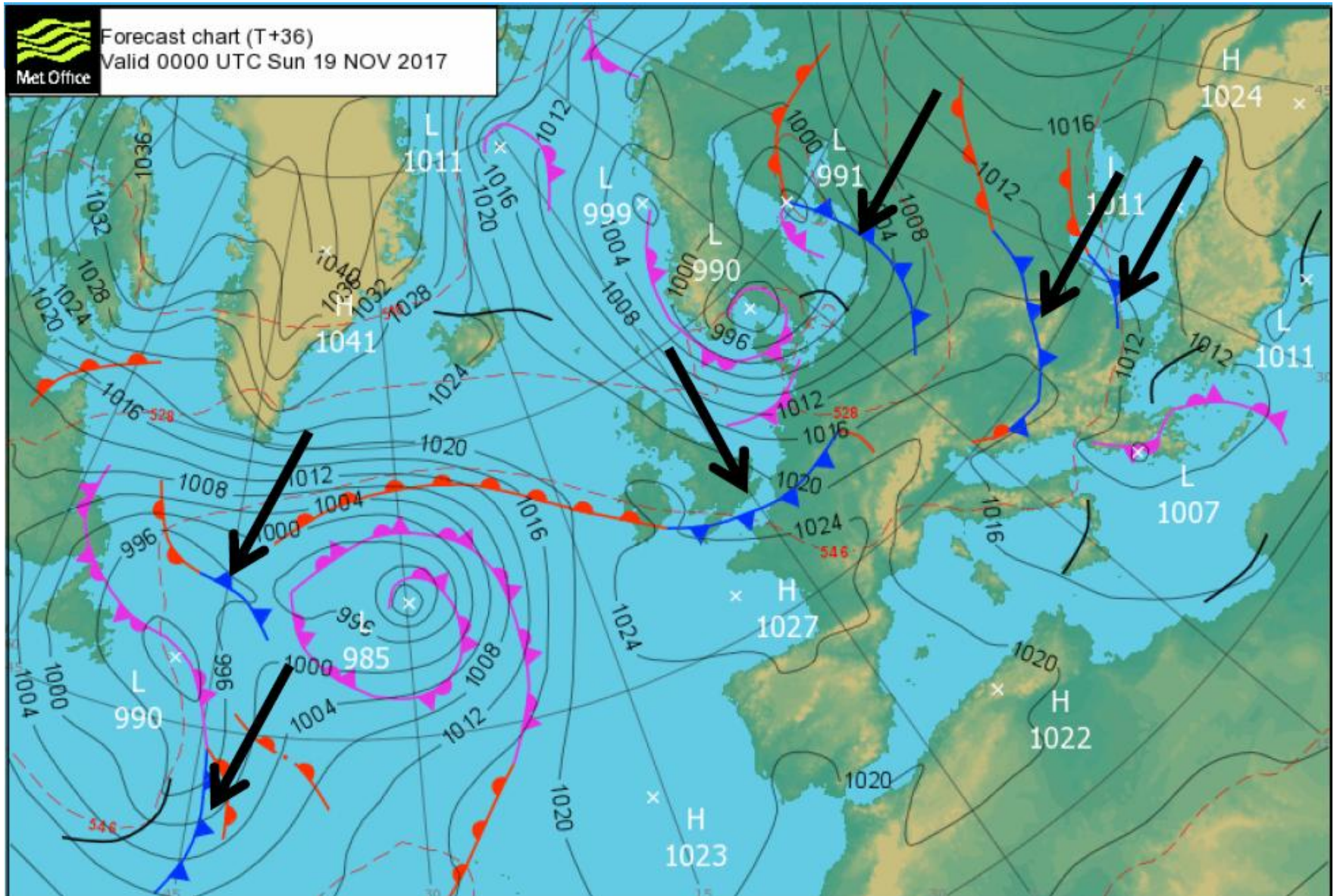
Λόγω της **κλίσης των ισοβαρών** μεταβάλλεται απότομα η **διεύθυνση του ανέμου** μπροστά και πίσω από το μέτωπο.



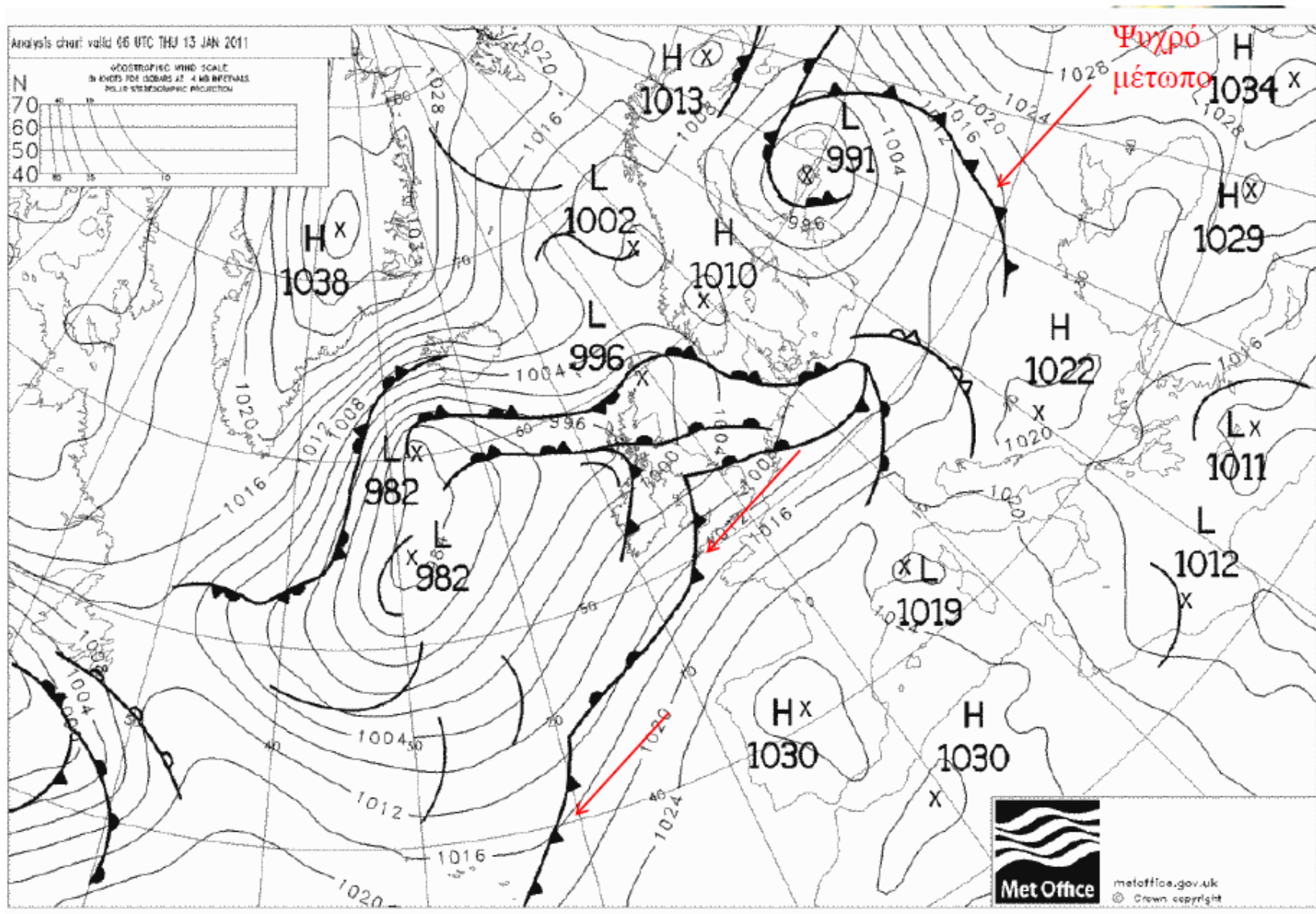
Ψυχρό μέτωπο σε ΒΗ και ΝΗ



Αναγνώριση ψυχρών μετώπων σε χάρτη επιφανείας

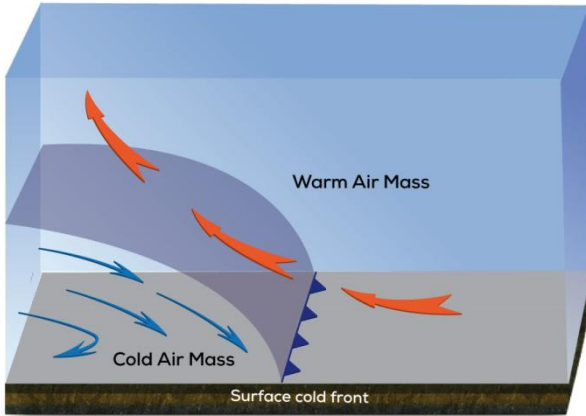


Αναγνώριση ψυχρών μετώπων σε χάρτη επιφανείας

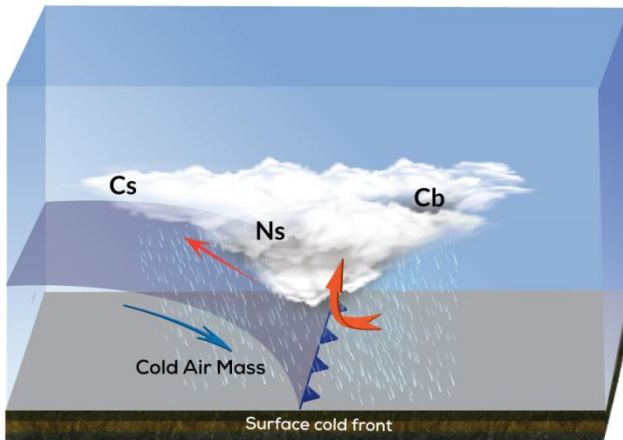


Ana - Ψυχρό Μέτωπο (Ana-ascend)

- Κλασικό μοντέλο του ψυχρού μετώπου: ο ψυχρός αέρας εξαναγκάζει τον θερμό σε άνοδο.

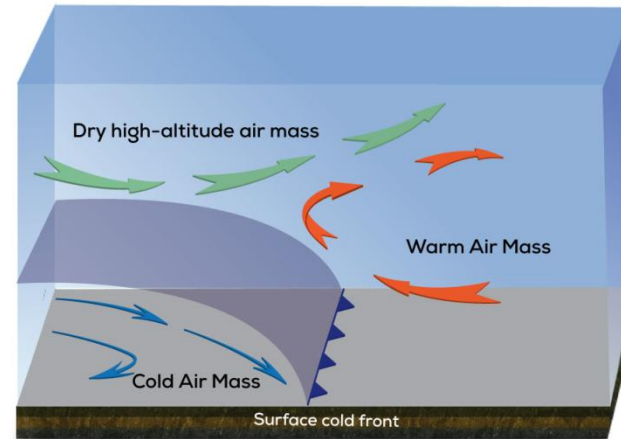


- Βροχόπτωση πίσω από το μέτωπο.

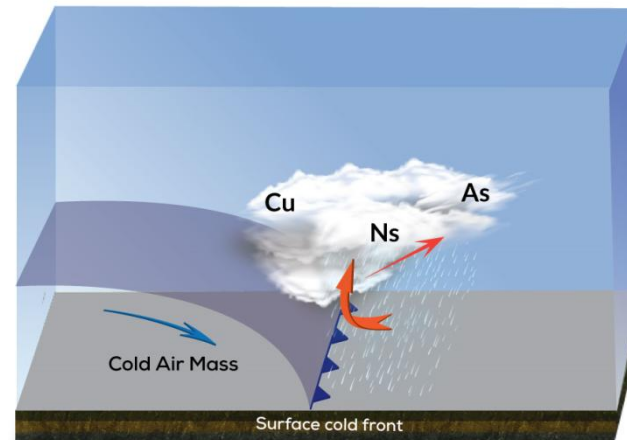


Kata - Ψυχρό Μέτωπο (Kata-descend)

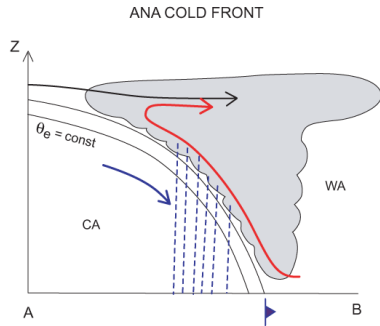
- Ο θερμός αέρας παρεμποδίζεται στην άνοδό του από ξηρό αέρα που κατεβαίνει από τα ανώτερα στρώματα και στη συνέχεια κατεβαίνει.



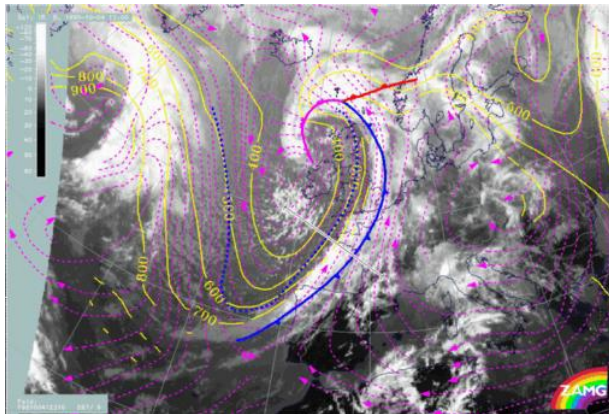
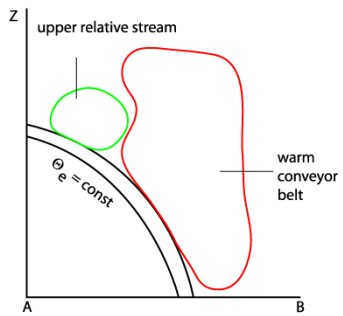
- Η βροχόπτωση είναι μέτρια, τα σύννεφα δεν είναι κατακόρυφης ανάπτυξης και συμβαίνει μπροστά από το μέτωπο.



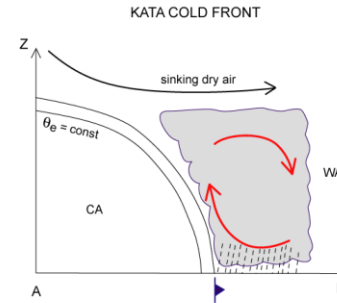
Ana - Ψυχρό Μέτωπο



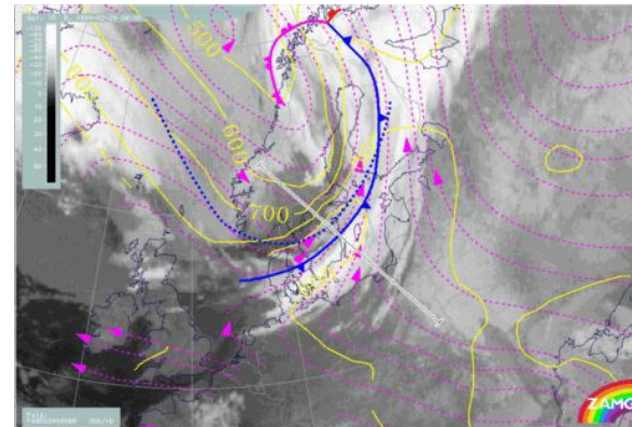
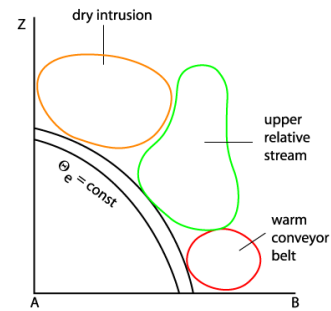
ANA COLD FRONT



Kata - Ψυχρό Μέτωπο

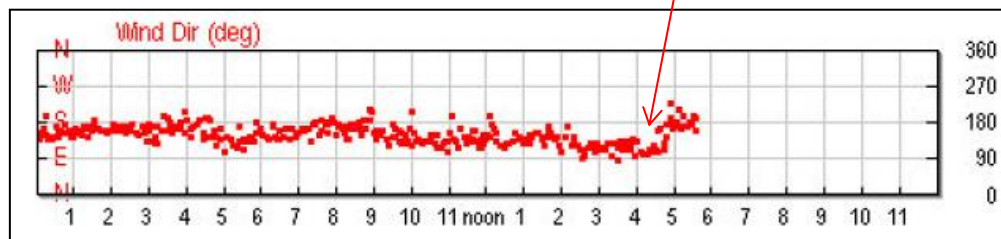
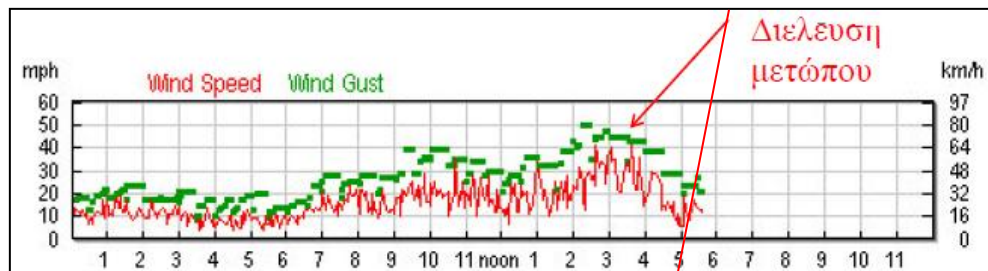


KATA COLD FRONT



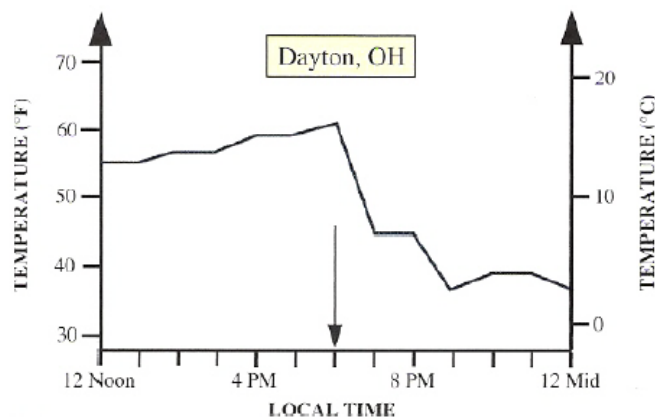
Μετεωρολογικές συνθήκες που συνδέονται με το πέρασμα ενός ψυχρού μετώπου

	Πριν περάσει	Ενώ περνά	Μετά το πέρασμα
Ανεμοί	N/ΝΔ	ισχυροί	Δ/ΒΔ
Θερμοκρασία	Θερμός αέρας	Ξαφνική πτώση	Συνεχίζει να ελαττώνεται
πίεση	ελαττώνεται	Ελάχιστη και αμέσως απότομη αύξηση	Σταθερή αύξηση
νέφωση	αυξάνεται: <u>Ci</u> , <u>Cs</u> and <u>Cb</u>	<u>Cb</u>	<u>Cu</u>
βροχόπτωση	Αίθριος καιρός	Ισχυρή βροχόπτωση, πολλές φορές καταιγίδες με χαλάζι και αστραπές	Συνεχίζεται η βροχόπτωση σε μια στενή ζώνη και μετά ο καιρός γίνεται αίθριος
Σημείο δρόσου	υψηλό	Ξαφνική ελάττωση	ελάττωση



Μετεωρολογικές συνθήκες που συνδέονται με το πέρασμα ενός ψυχρού μετώπου

	Πριν περάσει	Ενώ περνά	Μετά το πέρασμα
Ανεμοί	N/ΝΔ	ισχυροί	Δ/ΒΔ
Θερμοκρασία	Θερμός αέρας	Ξαφνική πτώση	Συνεχίζει να ελαττώνεται
πίεση	ελαττώνεται	Ελάχιστη και αμέσως απότομη αύξηση	Σταθερή αύξηση
νέφωση	αυξάνεται: <u>Ci</u> , <u>Cs</u> and <u>Cb</u>	<u>Cb</u>	<u>Cu</u>
βροχόπτωση	Αίθριος καιρός	Ισχυρή βροχόπτωση, πολλές φορές καταιγίδες με χαλάζι και αστραπές	Συνεχίζεται η βροχόπτωση σε μια στενή ζώνη και μετά ο καιρός γίνεται αίθριος
Σημείο δρόσου	υψηλό	Ξαφνική ελάττωση	ελάττωση



Διέλευση
μετώπου

Μετεωρολογικές συνθήκες που συνδέονται με το πέρασμα ενός ψυχρού μετώπου

	Πριν περάσει	Ενώ περνά	Μετά το πέρασμα
Ανεμοί	N/ΝΔ	ισχυροί	Δ/ΒΔ
Θερμοκρασία	Θερμός αέρας	Ξαφνική πτώση	Συνεχίζει να ελαττώνεται
πίεση	ελαττώνεται	Ελάχιστη και αμέσως απότομη αύξηση	Σταθερή αύξηση
νέφωση	αυξάνεται: <u>Ci</u> , <u>Cs</u> and <u>Cb</u>	<u>Cb</u>	<u>Cu</u>
βροχόπτωση	Αίθριος καιρός	Ισχυρή βροχόπτωση, πολλές φορές καταιγίδες με χαλάζι και αστραπές	Συνεχίζεται η βροχόπτωση σε μια στενή ζώνη και μετά ο καιρός γίνεται αίθριος
Σημείο δρόσου	υψηλό	Ξαφνική ελάττωση	ελάττωση



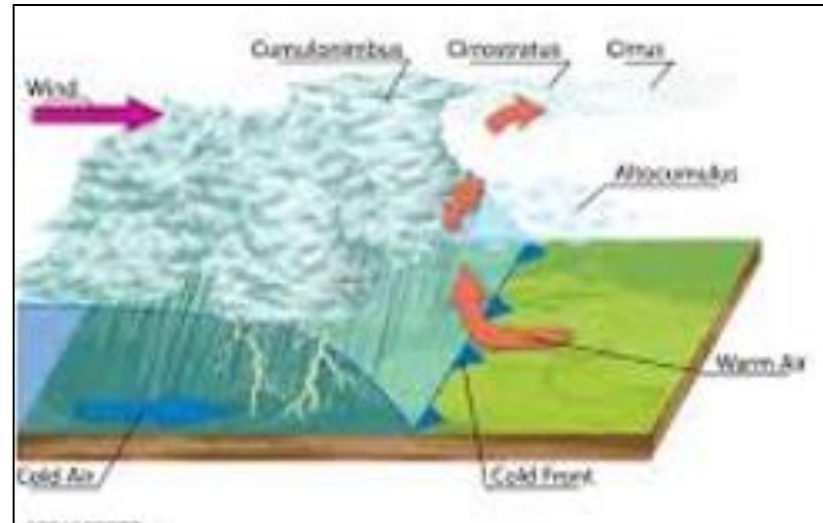
Μετεωρολογικές συνθήκες που συνδέονται με το πέρασμα ενός ψυχρού μετώπου

	Πριν περάσει	Ενώ περνά	Μετά το πέρασμα
Ανεμοί	N/NA	ισχυροί	Δ/ΒΔ
Θερμοκρασία	Θερμός αέρας	Ξαφνική πτώση	Συνεχίζει να ελαττώνεται
πίεση	ελαττώνεται	Ελάχιστη και αμέσως απότομη αύξηση	Σταθερή αύξηση
νέφωση	αυξάνεται: <u>Ci</u> , <u>Cs</u> and <u>Cb</u>	<u>Cb</u>	<u>Cu</u>
βροχόπτωση	Αίθριος καιρός	Ισχυρή βροχόπτωση, πολλές φορές καταιγίδες με χαλάζι και αστραπές	Συνεχίζεται η βροχόπτωση σε μια στενή ζώνη και μετά ο καιρός γίνεται αίθριος
Σημείο δρόσου	υψηλό	Ξαφνική ελάττωση	ελάττωση



Μετεωρολογικές συνθήκες που συνδέονται με το πέρασμα ενός ψυχρού μετώπου

	Πριν περάσει	Ενώ περνά	Μετά το πέρασμα
Ανεμοι	N/NA	ισχυροί	Δ/ΒΔ
Θερμοκρασία	Θερμός αέρας	Ξαφνική πτώση	Συνεχίζει να ελαττώνεται
πίεση	ελαττώνεται	Ελάχιστη και αμέσως απότομη αύξηση	Σταθερή αύξηση
νέφωση	αυξάνεται: <u>Ci</u> , <u>Cs</u> and <u>Cb</u>	<u>Cb</u>	<u>Cu</u>
βροχόπτωση	Αίθριος καιρός	Ισχυρή βροχόπτωση, πολλές φορές καταιγίδες με χαλάζι και αστραπές	Συνεχίζεται η βροχόπτωση σε μια στενή ζώνη και μετά ο καιρός γίνεται γίνεταί αίθριος
Σημείο δρόσου	υψηλό	Ξαφνική ελάττωση	ελάττωση



Μετεωρολογικές συνθήκες που συνδέονται με το πέρασμα ενός ψυχρού μετώπου

	Πριν περάσει	Ενώ περνά	Μετά το πέρασμα
Ανεμοί	N/ND	ισχυροί	Δ/ΒΔ
Θερμοκρασία	Θερμός αέρας	Ξαφνική πτώση	Συνεχίζει να ελαττώνεται
πίεση	ελαττώνεται	Ελάχιστη και αμέσως απότομη αύξηση	Σταθερή αύξηση
νέφωση	αυξάνεται: <u>Ci</u> , <u>Cs</u> and <u>Cb</u>	<u>Cb</u>	<u>Cu</u>
βροχόπτωση	Αίθριος καιρός	Ισχυρή βροχόπτωση, πολλές φορές καταιγίδες με χαλάζι και αστραπές	Συνεχίζεται η βροχόπτωση σε μια στενή ζώνη και μετά ο καιρός γίνεται αίθριος
Σημείο δρόσου	υψηλό	Ξαφνική ελάττωση	ελάττωση

Εντοπισμός μετώπων

Μεταβολές βασικών μετεωρολογικών παραμέτρων κατά μήκος ενός μετώπου:

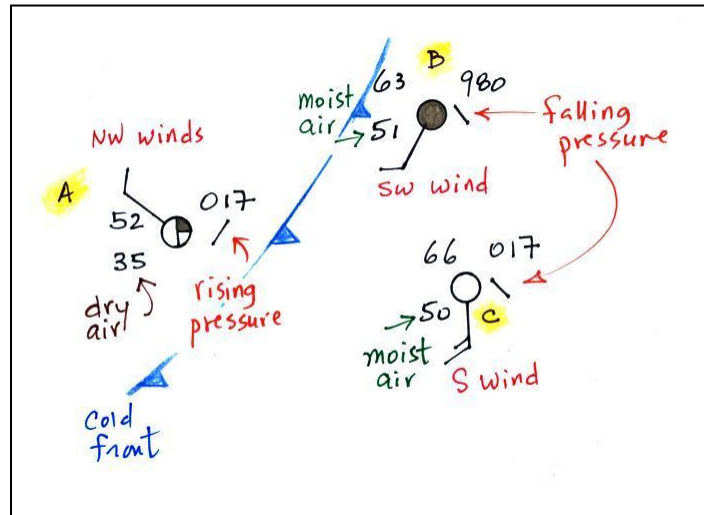
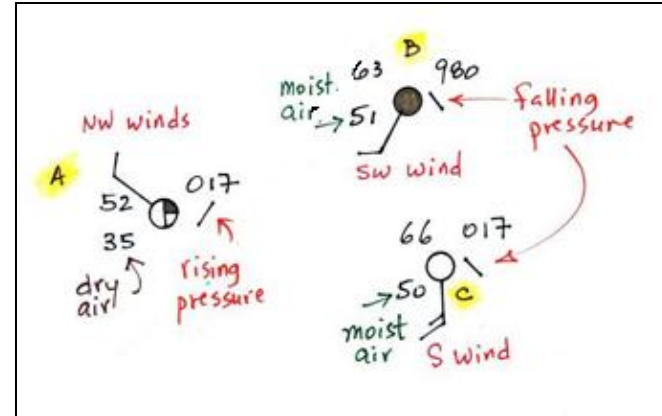
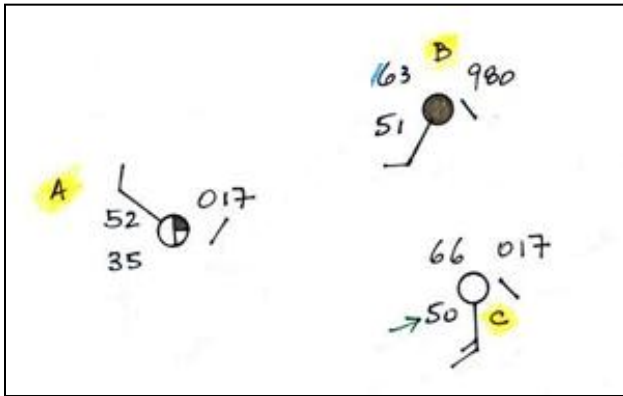
- Σημαντικές μεταβολές θερμοκρασίας, οι οποίες γίνονται μικρότερες σε μεγαλύτερα ύψη.
- Σημαντικές μεταβολές στην υγρασία (η θερμή αέρια μάζα είναι πιο υγρή και κοντά στο σημείο κόρου, ενώ η ψυχρή είναι ξηρή και ακόρεστη).
- Ο άνεμος μεταβάλλεται κατά τη διεύθυνση ή την ταχύτητα (ή και τα δύο).

ΤΙ ΕΛΕΓΧΩ ΣΤΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ:

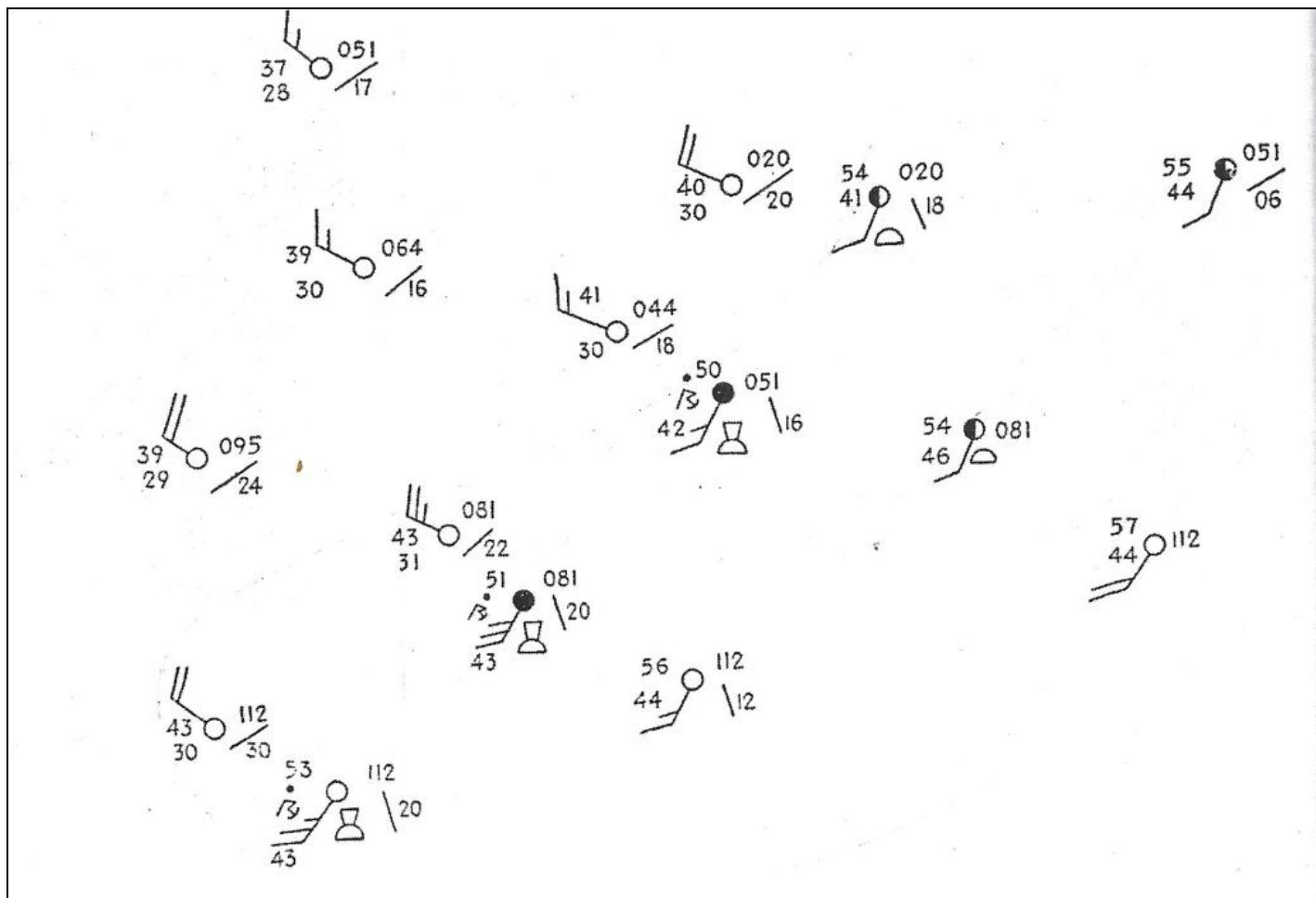
1. ΜΕΓΑΛΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΑΕΡΑ
2. ΑΛΛΑΓΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΚΑΙ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ
3. ΜΕΓΑΛΕΣ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΔΡΟΣΟΥ
4. ΑΝ ΕΧΟΥΜΕ ΒΡΟΧΗ, ΝΕΦΩΣΗ (ΕΜΥ→ΕΙΚΟΝΑ ΑΠΟ ΔΟΡΥΦΟΡΟ)
5. ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

Χάραξη ψυχρού μετώπου

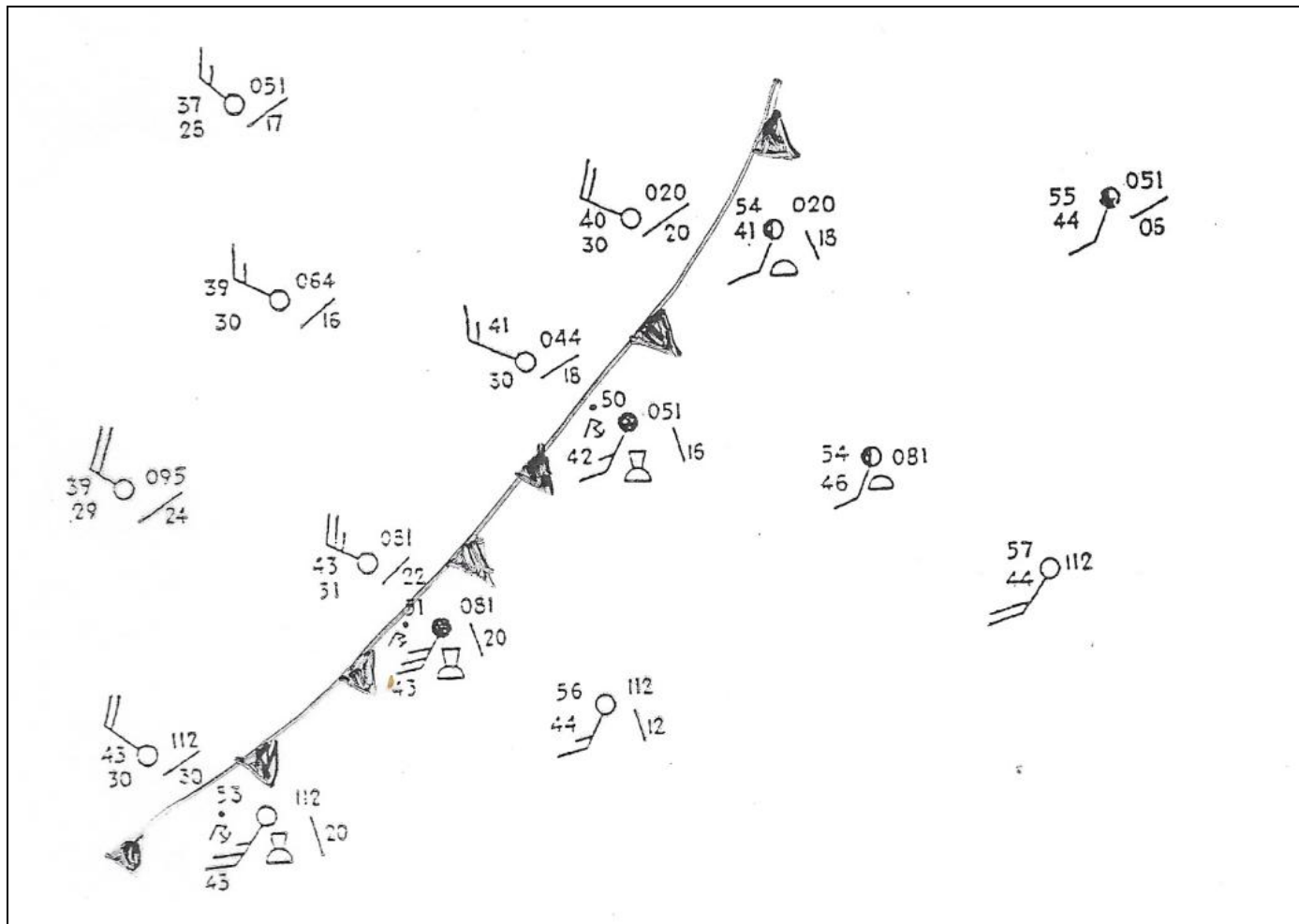
Ψυχρό μέτωπο: ψυχρός, ξηρός ευσταθής αέρας αντικαθιστά θερμό, υγρό ασταθή αέρα



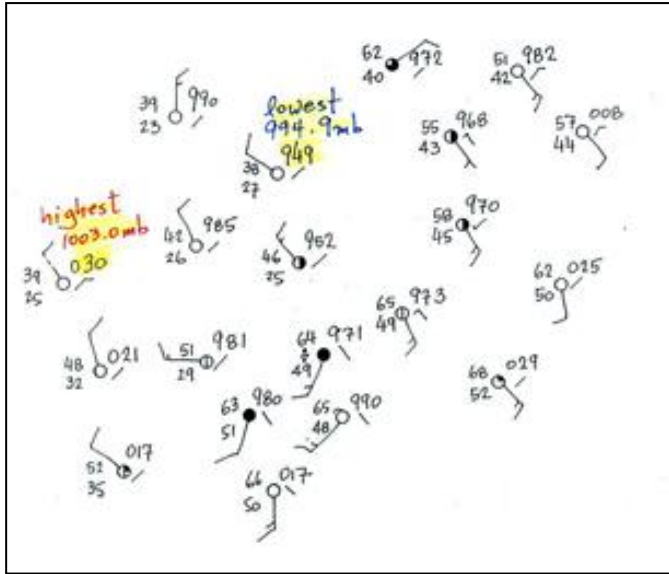
Χάραξη ψυχρού μετώπου



Χάραξη ψυχρού μετώπου

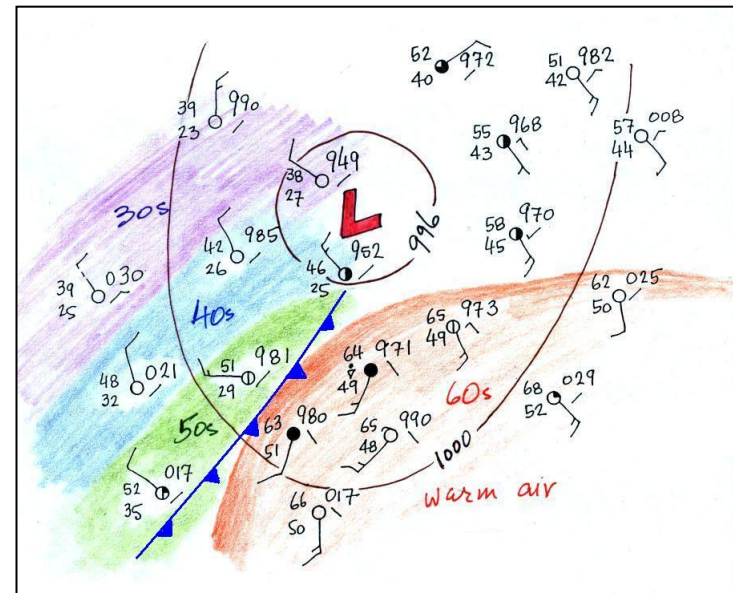
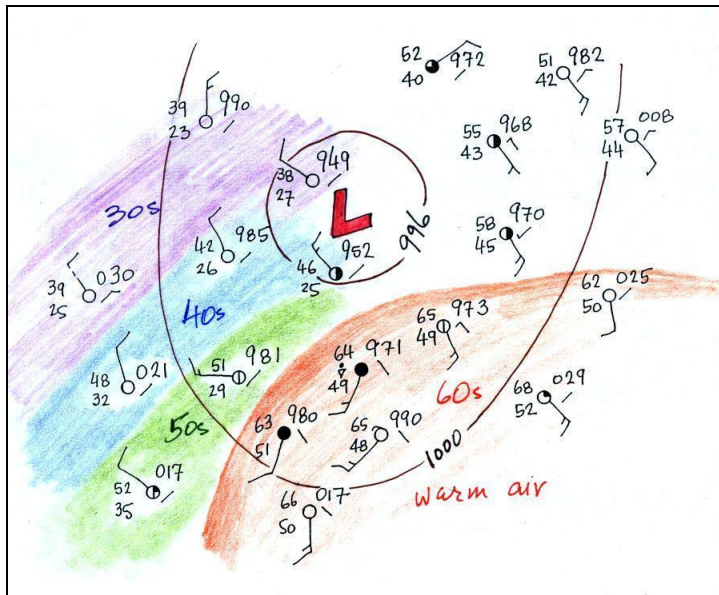
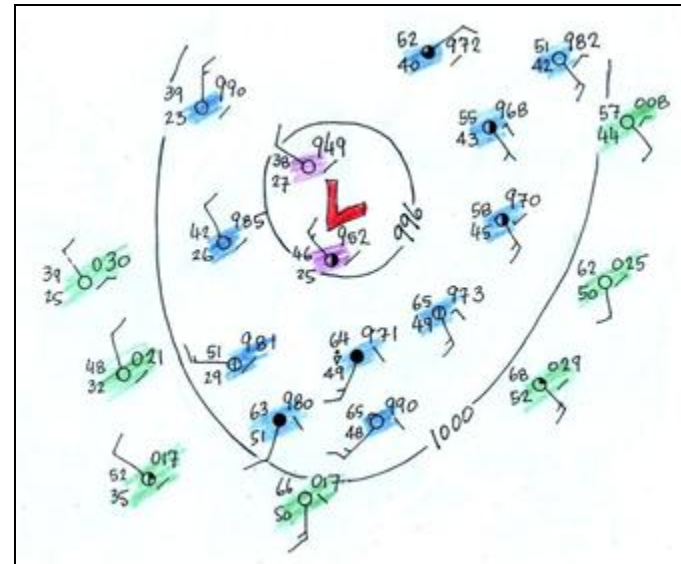


Χάραξη ψυχρού μετώπου

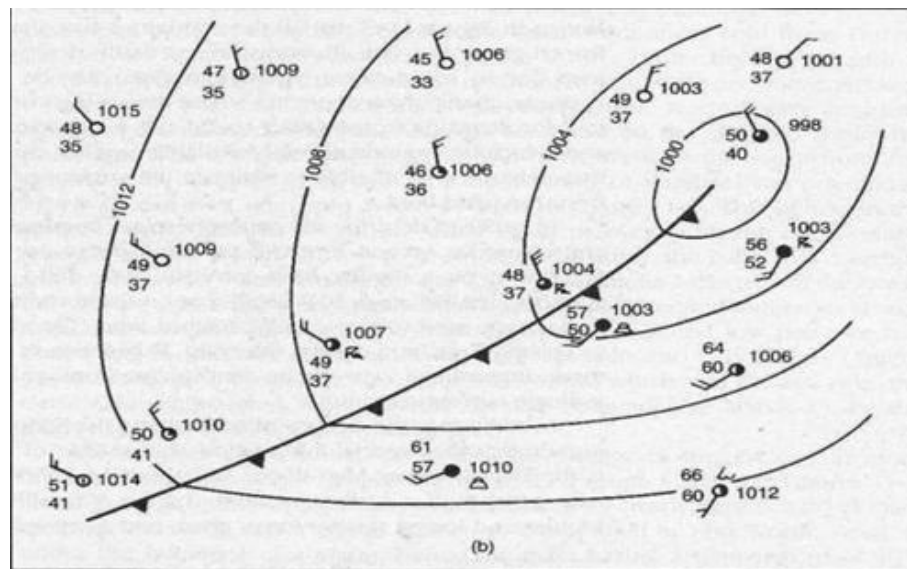
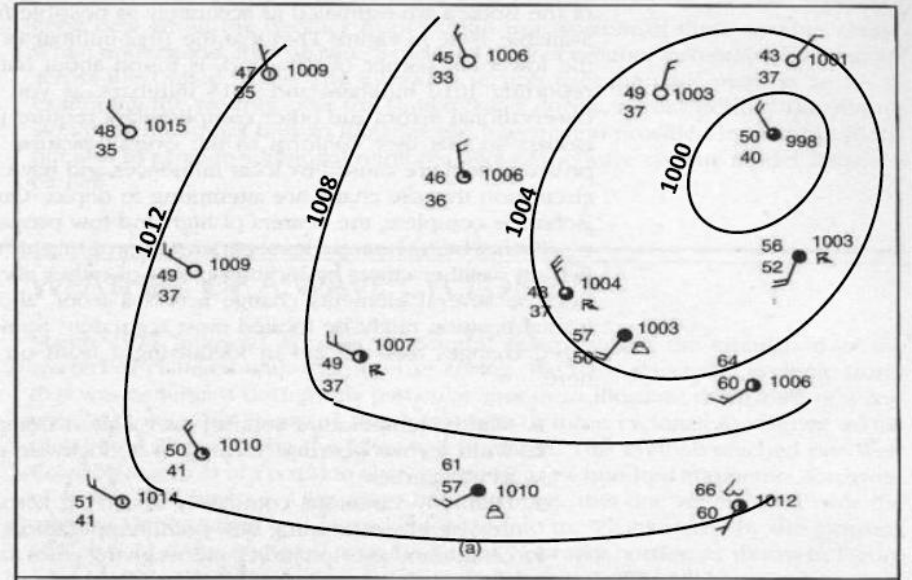
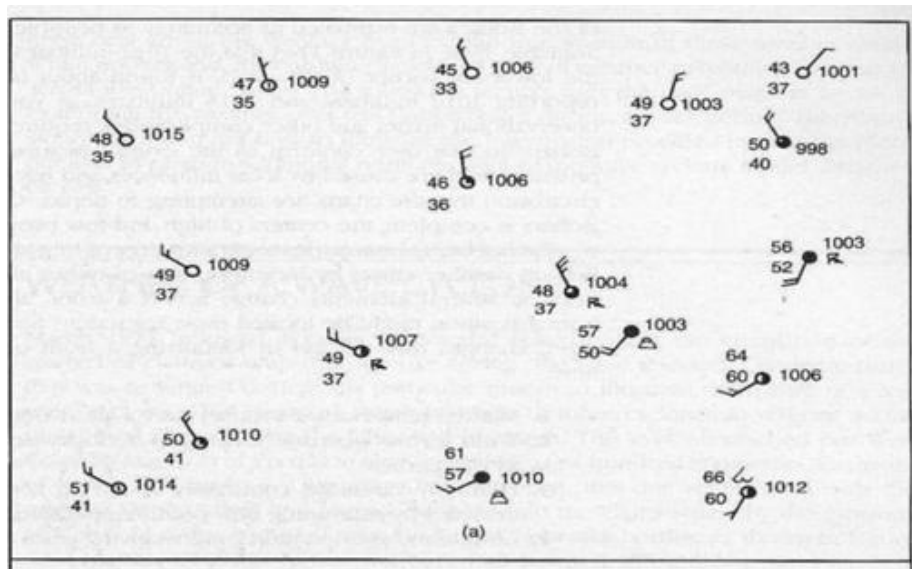


allowed isobar values

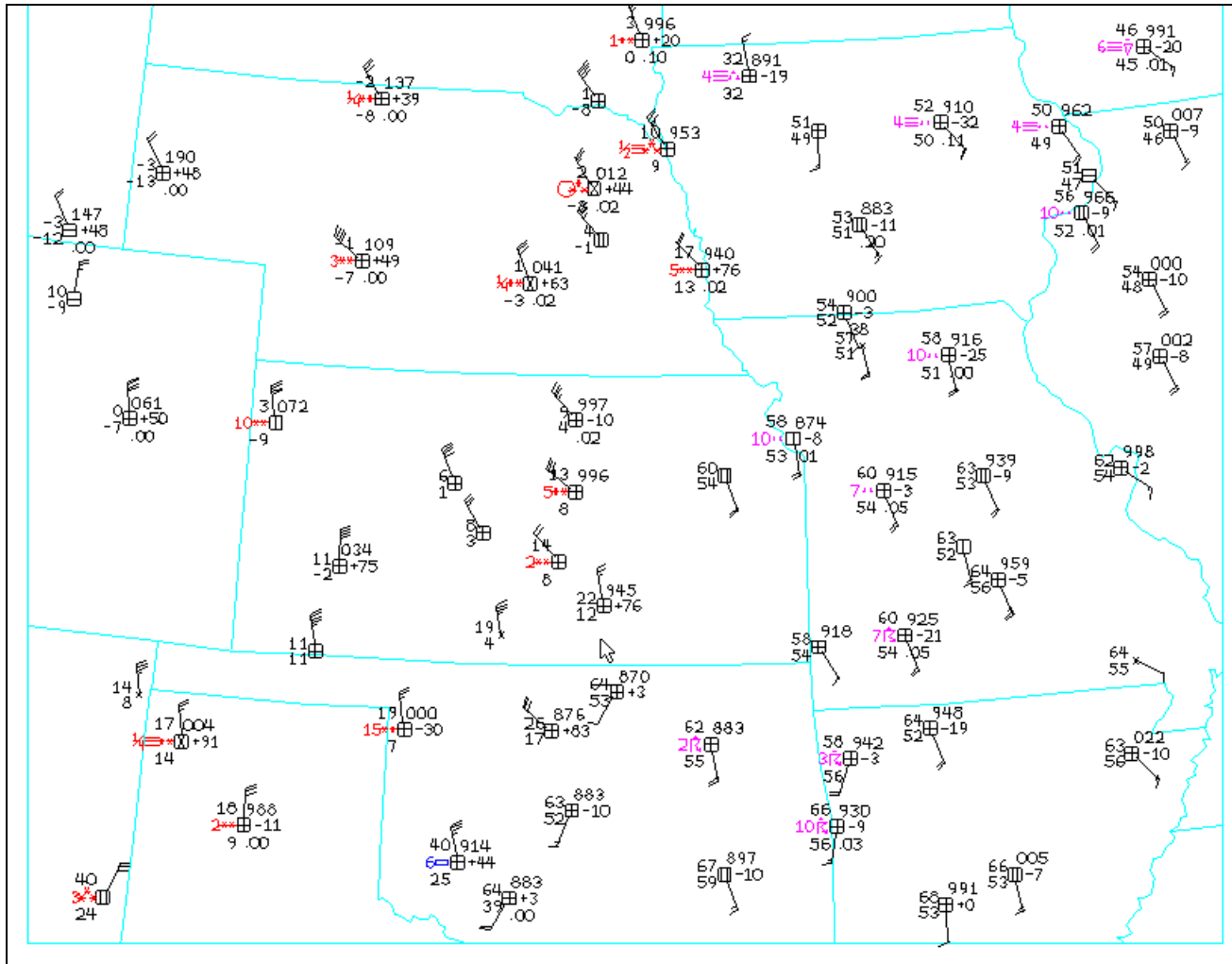
- 1008
- 1004 ← highest
- 1000
- 996 ← lowest
- 992



Χάραξη ψυχρού μετώπου

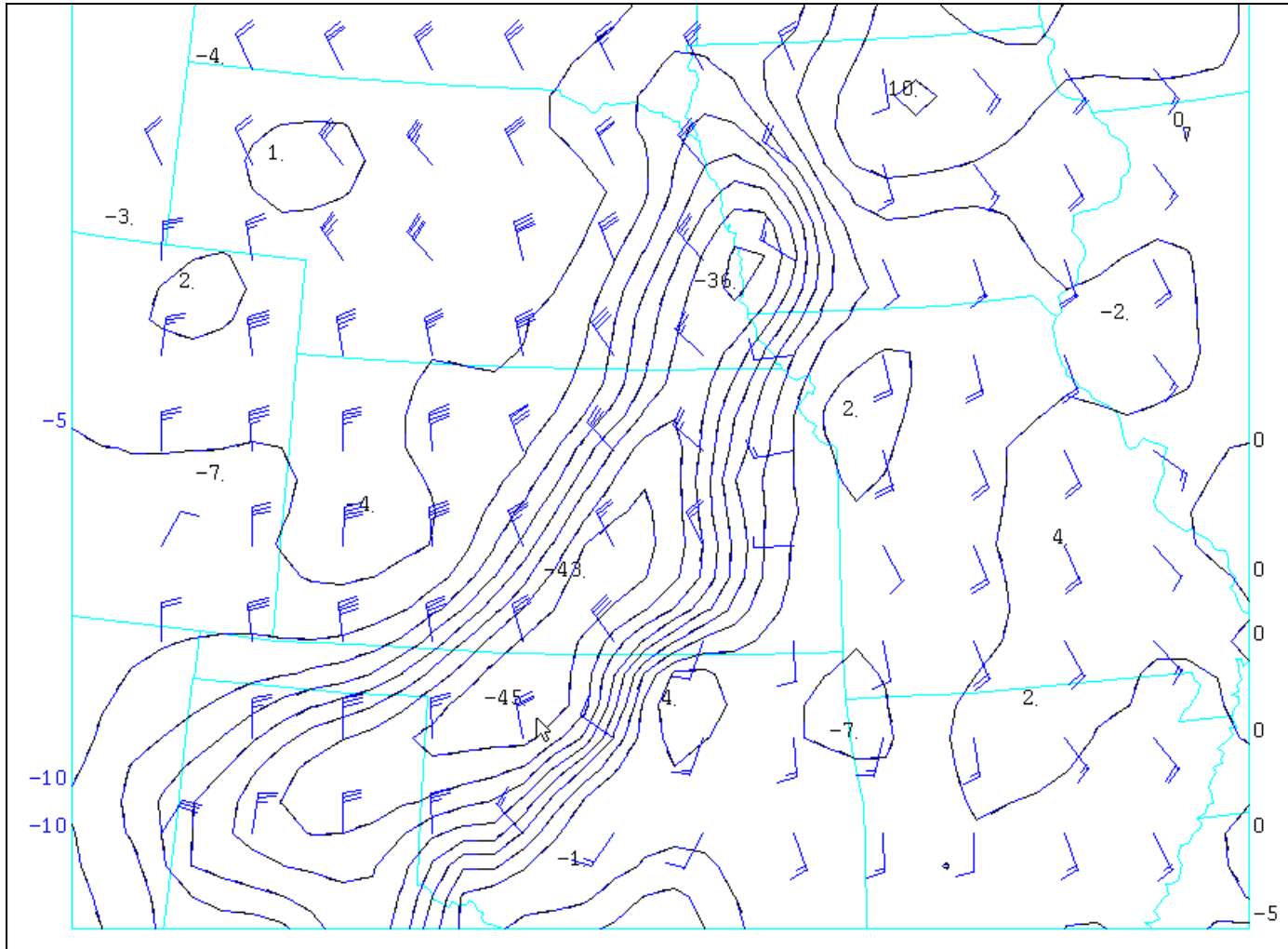


Χάραξη ψυχρού μετώπου



Χάραξη ψυχρού μετώπου

Μεταβολή θερμοκρασίας

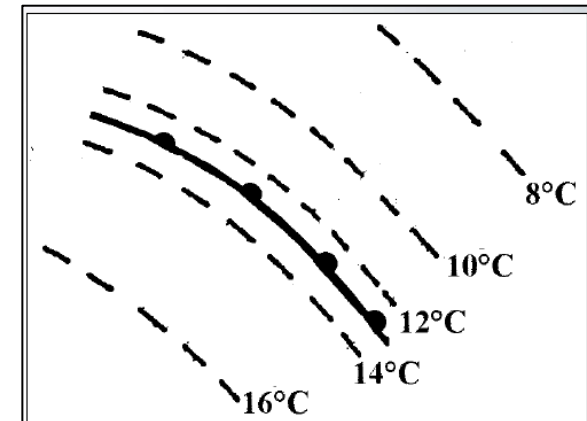
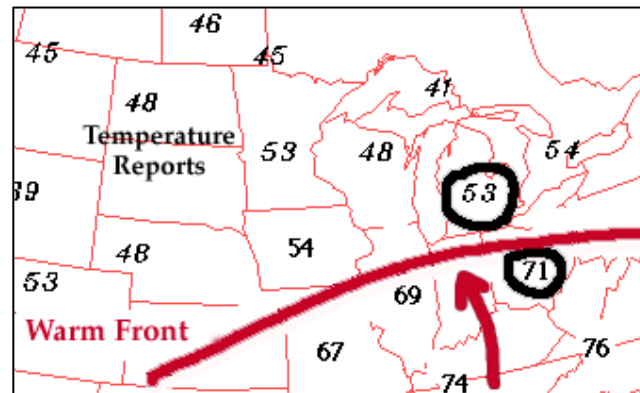
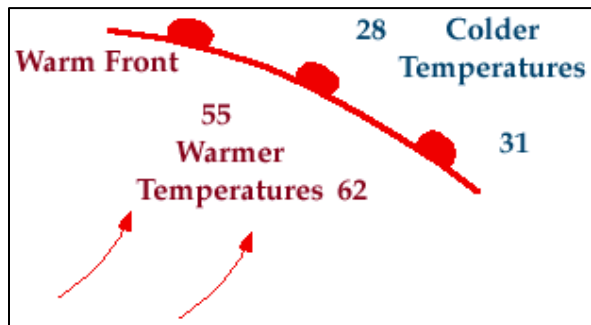


ΘΕΡΜΟ ΜΕΤΩΠΟ

warm front

Θερμό μέτωπο

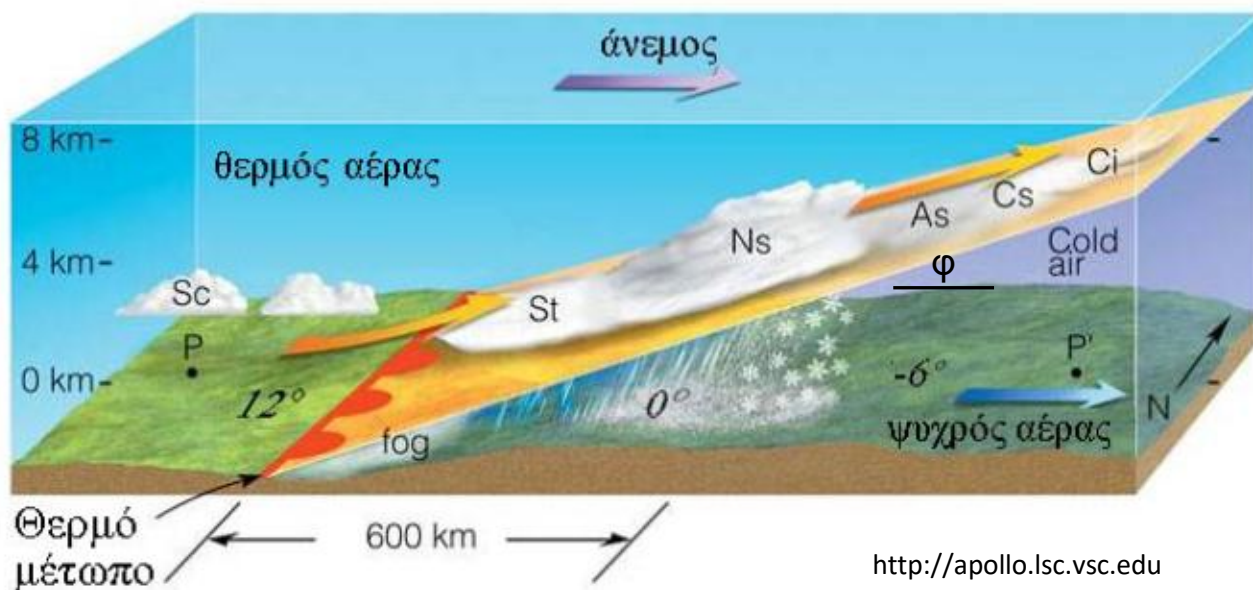
- ❑ Δημιουργείται όταν **θερμή** αέρια μάζα ακολουθεί μια **ψυχρή** αέρια μάζα που προηγείται (σε επαφή, δεν αναμειγνύονται)
- ❑ Η επιφάνεια ανάμεσα στις 2 αέριες μάζες ονομάζεται **θερμή μετωπική επιφάνεια**.
- ❑ Η τομή της θερμής μετωπικής επιφάνειας με την επιφάνεια της γης αποτελεί το: **Θερμό μέτωπο**.



Θερμό Μέτωπο

Όταν δύο αέριες μάζες, μια θερμή και μια ψυχρή, που βρίσκονται σε επαφή, κινούνται έτσι ώστε η θερμή να ακολουθεί την ψυχρή, τότε η επιφάνεια που τις χωρίζει λέγεται θερμή μετωπική επιφάνεια και η τομή της με την επιφάνεια της γης θερμό μέτωπο.

Η νέφωση συνοδεύει το θερμό μέτωπο σαν αποτέλεσμα της αδιαβατικής ψύξης του θερμού αέρα που καθώς είναι ελαφρύτερος ανέρχεται πάνω από τον ψυχρό.



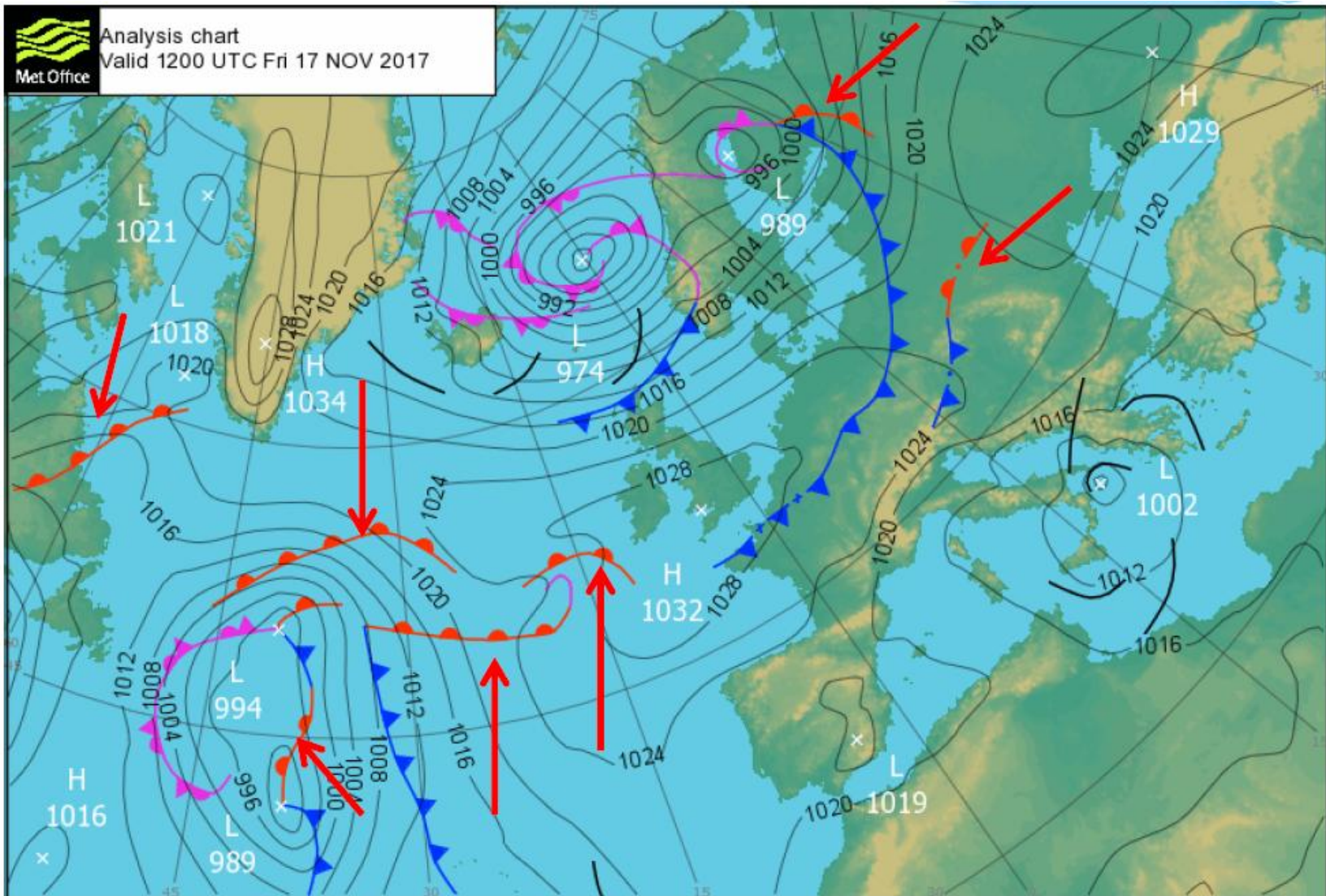
- **Κλίση** μετωπικής επιφάνειας μεταξύ 1/150 και 1/300

$$\tan \varphi = \frac{f \bar{T} \Delta v}{g \Delta T}$$

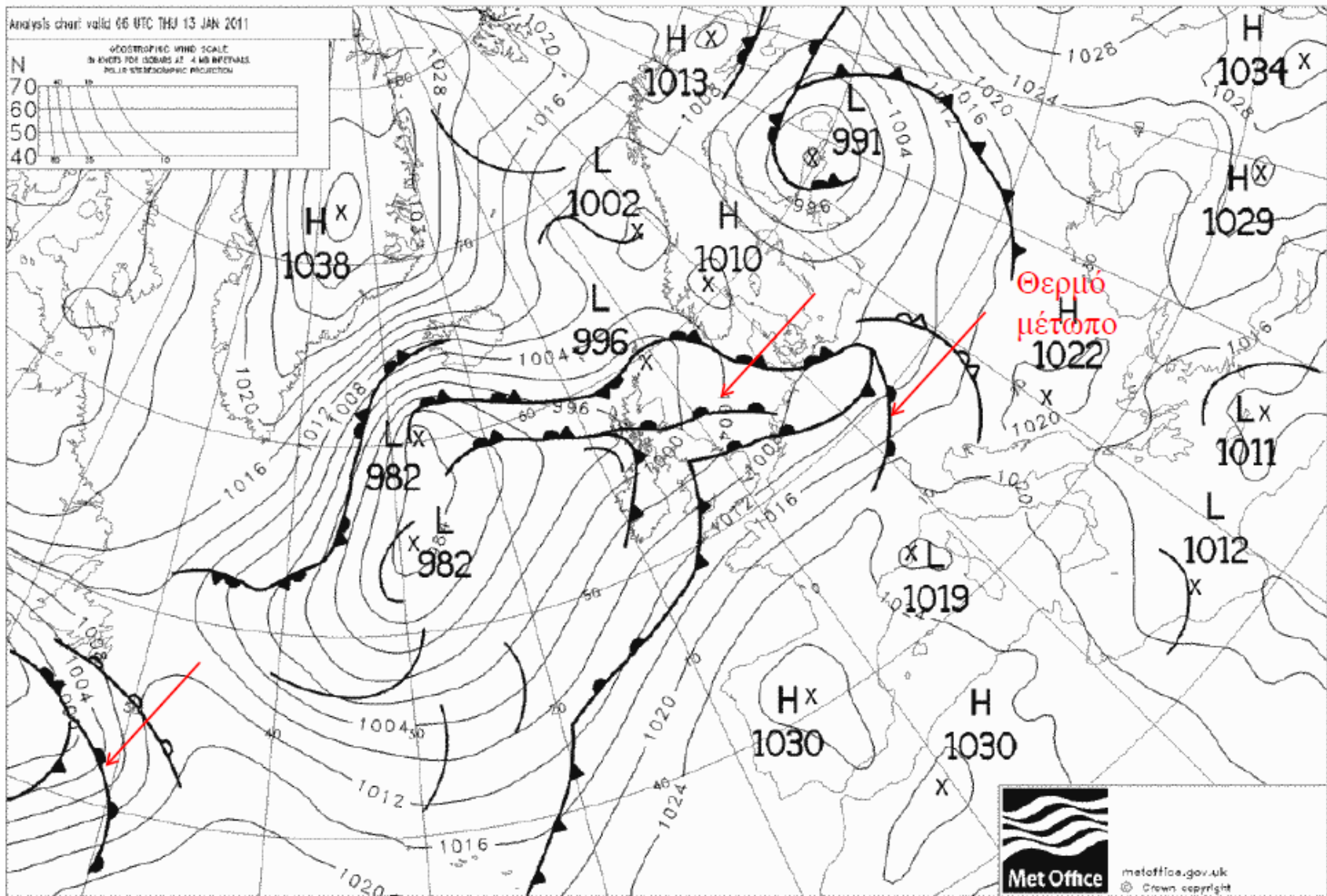
- **Νέφωση:** Ci, Cs, As, Ns πλάτος 200-600 km, μήκος άνω των 1500km. Εκτείνεται σε μεγάλη έκταση μπροστά στο μέτωπο
- **Βροχή:** κυρίως από τα Ns, έχει μέτρια ένταση μεγάλη διάρκεια και είναι συνεχής. Συνοδεύεται από ομίχλη. Εκτείνεται μπροστά από το μέτωπο 300-600km

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

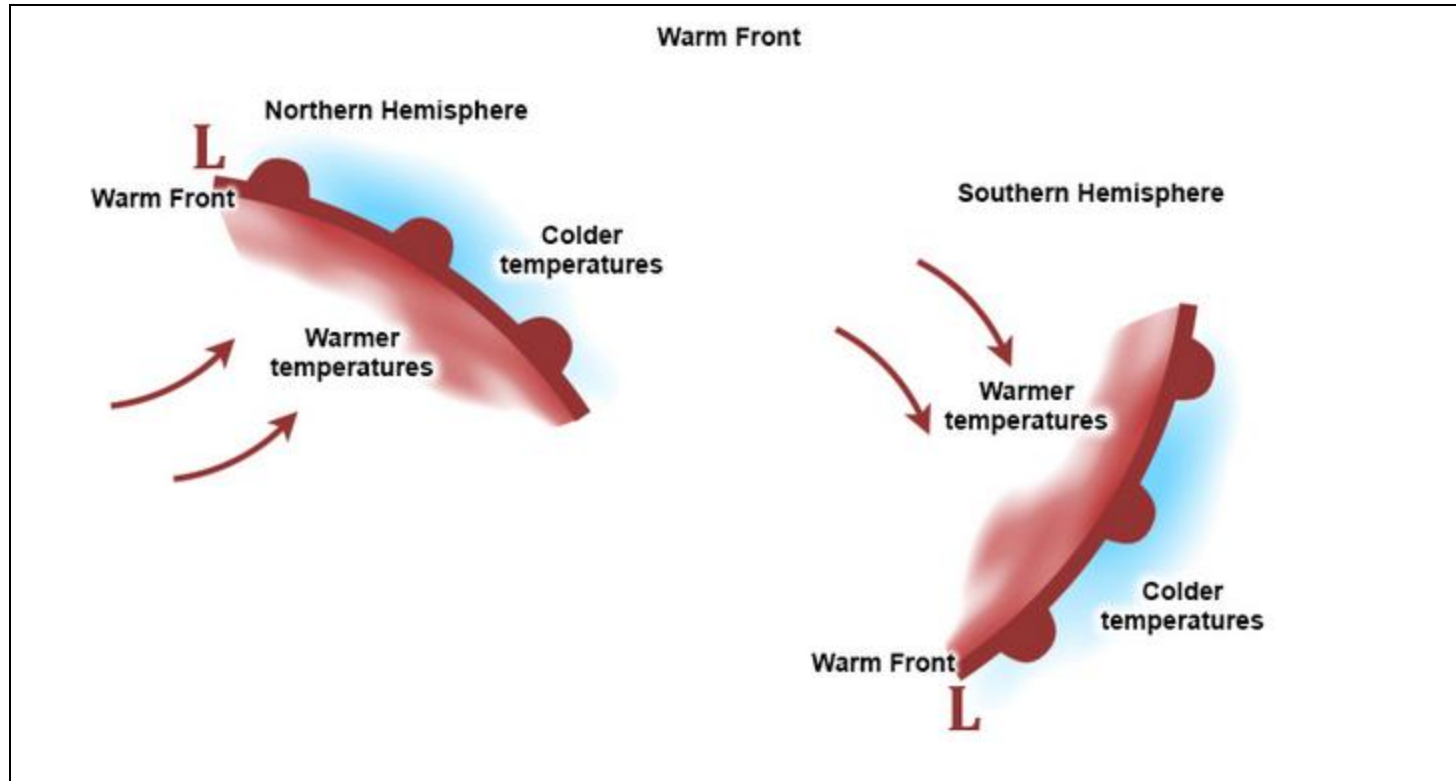
Αναγνώριση θερμών μετώπων σε χάρτη επιφανείας



Αναγνώριση θερμών μετώπων σε χάρτη επιφανείας

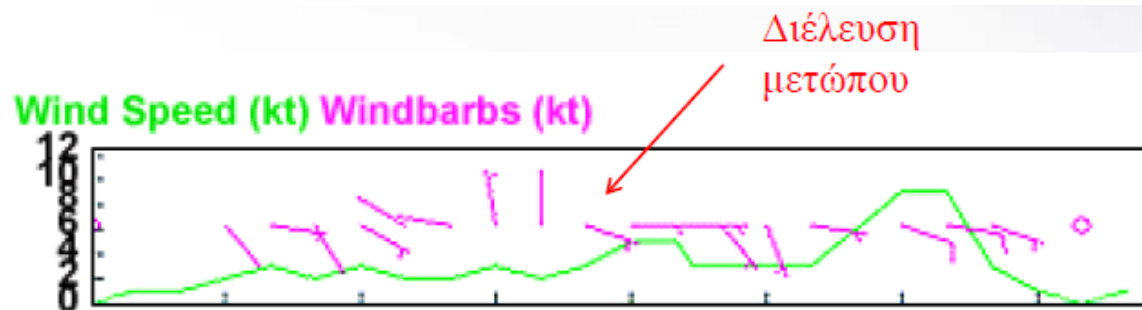


Θερμό μέτωπο σε ΒΗ και ΝΗ



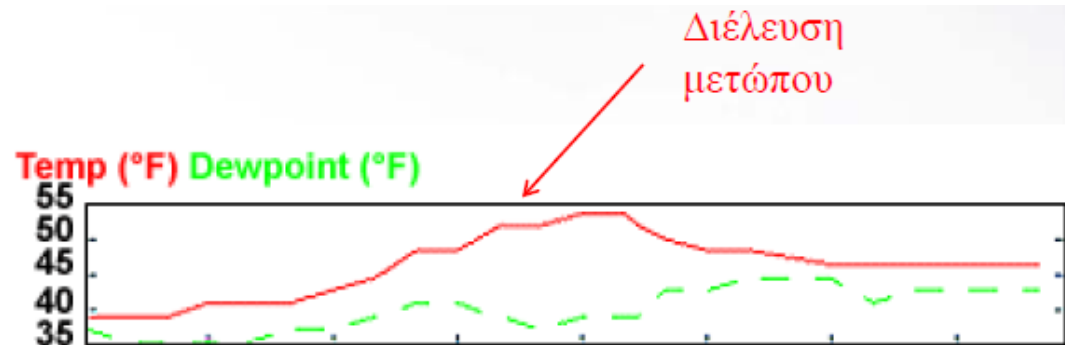
Μετεωρολογικές συνθήκες που συνδέονται με το πέρασμα ενός θερμού μετώπου

	Πριν περάσει	Ενώ περνά	Μετά το πέρασμα
Ανεμοί	N/NA	μεταβλητοί	N/NA
Θερμοκρασία	Ψυχρός αέρας	Συνεχής αύξηση	Συνεχίζει να αυξάνει
πίεση	Συνήθως ελαττώνεται	Μικρή αύξηση	Συνεχίζεται η αύξηση για λίγο και μετά ακολουθεί πτώση
νέφωση	<u>Ci</u> , <u>Cs</u> , <u>As</u> , <u>Ns</u> , <u>St</u> , και ομίχλη; <u>Cb</u> το καλοκαίρι	stratus-type	clearing with scattered <u>Sc</u> ; occasionally <u>Cb</u> in summer
βροχόπτωση	Ασθενής ή μέτρια βροχή, χιόνι	αιθριάζει	Αίθριος καιρός
Σημείο δρόσου	Αύξηση σταθερή	σταθερή	αύξηση



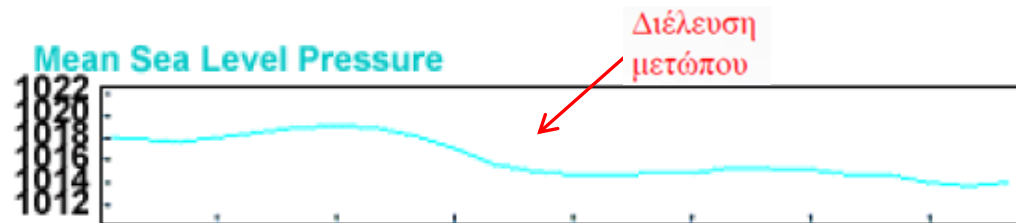
Μετεωρολογικές συνθήκες που συνδέονται με το πέρασμα ενός θερμού μετώπου

	Πριν περάσει	Ενώ περνά	Μετά το πέρασμα
Ανεμοί	N/NA	μεταβλητοί	N/NA
Θερμοκρασία	Ψυχρός αέρας	Συνεχής αύξηση	Συνεχίζει να αυξάνει
πίεση	Συνήθως ελαττώνεται	Μικρή αύξηση	Συνεχίζεται η αύξηση για λίγο και μετά ακολουθεί πτώση
νέφωση	<u>Ci</u> , <u>Cs</u> , <u>As</u> , <u>Ns</u> , <u>St</u> , και ομίχλη; <u>Cb</u> το καλοκαίρι	stratus-type	clearing with scattered <u>Sc</u> ; occasionally <u>Cb</u> in summer
βροχόπτωση	Ασθενής ή μέτρια βροχή, χιόνι	αιθριάζει	Αίθριος καιρός
Σημείο δρόσου	Αύξηση σταθερή	σταθερή	αύξηση



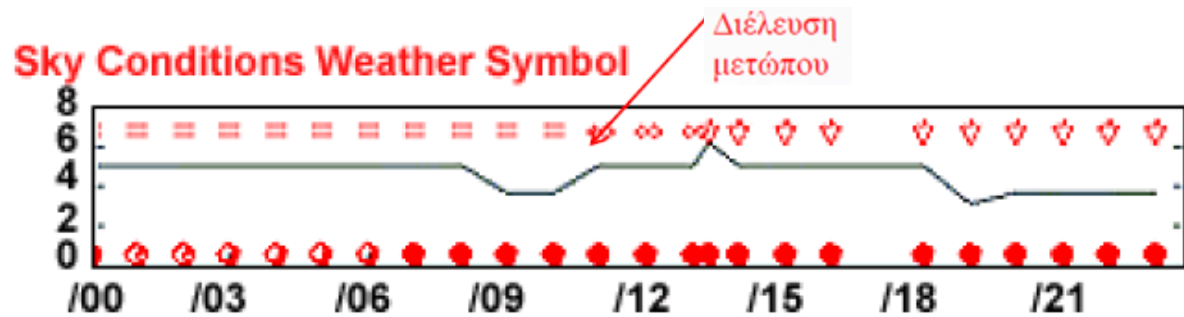
Μετεωρολογικές συνθήκες που συνδέονται με το πέρασμα ενός θερμού μετώπου

	Πριν περάσει	Ενώ περνά	Μετά το πέρασμα
Ανεμοί	N/NA	μεταβλητοί	N/NA
Θερμοκρασία	Ψυχρός αέρας	Συνεχής αύξηση	Συνεχίζει να αυξάνει
πίεση	Συνήθως ελαττώνεται	Μικρή αύξηση	Συνεχίζεται η αύξηση για λίγο και μετά ακολουθεί πτώση
νέφωση	<u>Ci</u> , <u>Cs</u> , <u>As</u> , <u>Ns</u> , <u>St</u> , και ομίχλη; <u>Cb</u> το καλοκαίρι	stratus-type	clearing with scattered <u>Sc</u> ; occasionally <u>Cb</u> in summer
βροχόπτωση	Ασθενής ή μέτρια βροχή, χιόνι	αιθριάζει	Αίθριος καιρός
Σημείο δρόσου	Αύξηση σταθερή	σταθερή	αύξηση



Μετεωρολογικές συνθήκες που συνδέονται με το πέρασμα ενός θερμού μετώπου

	Πριν περάσει	Ενώ περνά	Μετά το πέρασμα
Ανεμοί	N/NA	μεταβλητοί	N/NA
Θερμοκρασία	Ψυχρός αέρας	Συνεχής αύξηση	Συνεχίζει να αυξάνει
πίεση	Συνήθως ελαττώνεται	Μικρή αύξηση	Συνεχίζεται η αύξηση για λίγο και μετά ακολουθεί πτώση
νέφωση	<u>Ci</u> , <u>Cs</u> , <u>As</u> , <u>Ns</u> , <u>St</u> , και ομίχλη; <u>Cb</u> το καλοκαίρι	stratus-type	clearing with scattered <u>Sc</u> ; occasionally <u>Cb</u> in summer
βροχόπτωση	Ασθενής ή μέτρια βροχή, χιόνι	αιθριάζει	Αίθριος καιρός
Σημείο δρόσου	Αύξηση σταθερή	σταθερή	αύξηση

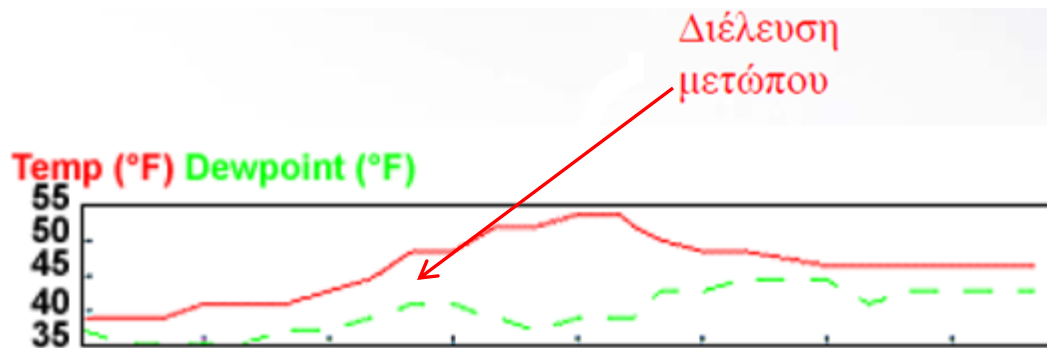


Μετεωρολογικές συνθήκες που συνδέονται με το πέρασμα ενός θερμού μετώπου

	Πριν περάσει	Ενώ περνά	Μετά το πέρασμα
Ανεμοι	N/NA	μεταβλητοί	N/NA
Θερμοκρασία	Ψυχρός αέρας	Συνεχής αύξηση	Συνεχίζει να αυξάνει
πίεση	Συνήθως ελαττώνεται	Μικρή αύξηση	Συνεχίζεται η αύξηση για λίγο και μετά ακολουθεί πτώση
νέφωση	<u>Ci</u> , <u>Cs</u> , <u>As</u> , <u>Ns</u> , <u>St</u> , και ομίχλη; <u>Cb</u> το καλοκαίρι	stratus-type	clearing with scattered <u>Sr</u> ; occasionally <u>Cb</u> in summer
βροχόπτωση	Ασθενής ή μέτρια βροχή, χιόνι	αιθριάζει	Αίθριος καιρός
Σημείο δρόσου	Αύξηση σταθερή	σταθερή	αύξηση

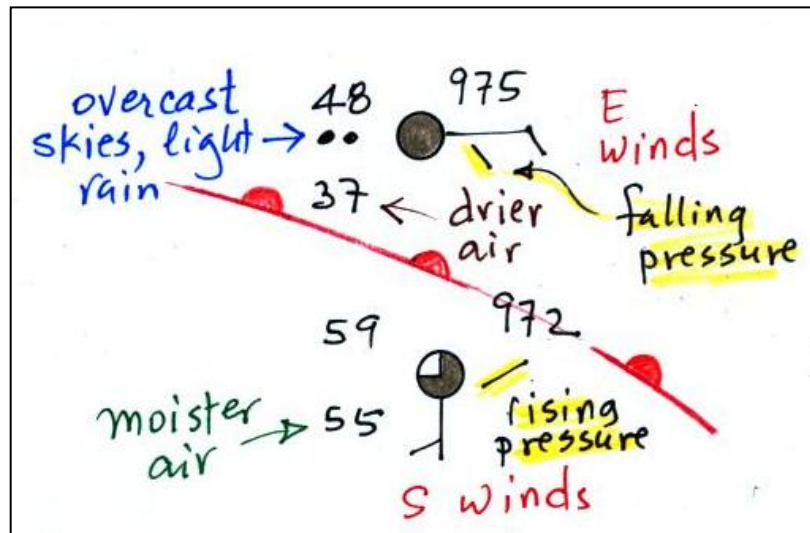
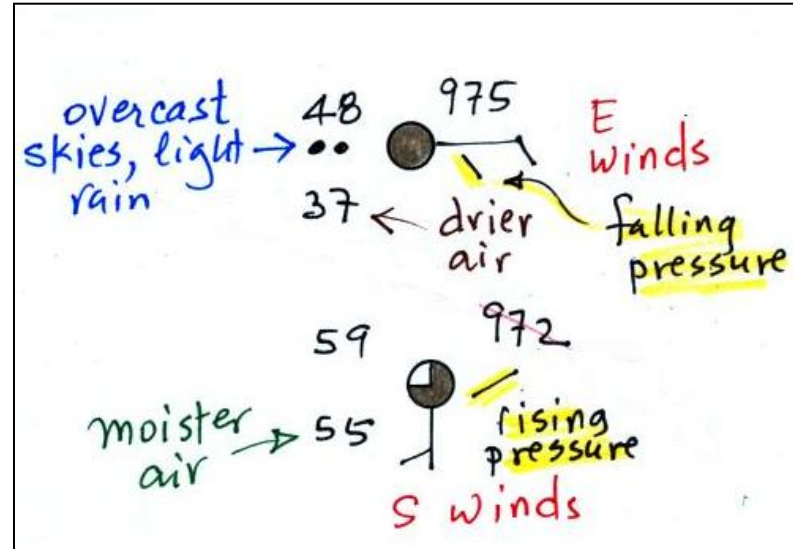
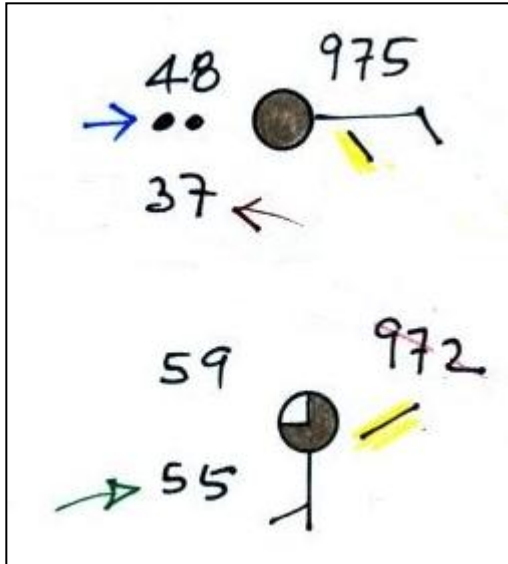
Μετεωρολογικές συνθήκες που συνδέονται με το πέρασμα ενός θερμού μετώπου

	Πριν περάσει	Ενώ περνά	Μετά το πέρασμα
Ανεμοί	N/NA	μεταβλητοί	N/NA
Θερμοκρασία	Ψυχρός αέρας	Συνεχής αύξηση	Συνεχίζει να αυξάνει
πίεση	Συνήθως ελαττώνεται	Μικρή αύξηση	Συνεχίζεται η αύξηση για λίγο και μετά ακολουθεί πτώση
νέφωση	<u>Ci</u> , <u>Cs</u> , <u>As</u> , <u>Ns</u> , <u>St</u> , και ομίχλη; <u>Cb</u> το καλοκαίρι	stratus-type	clearing with scattered <u>Sc</u> ; occasionally <u>Cb</u> in summer
βροχόπτωση	Ασθενής ή μέτρια βροχή, χιόνι	αιθριάζει	Αίθριος καιρός
Σημείο δρόσου	Αύξηση σταθερή	σταθερή	αύξηση

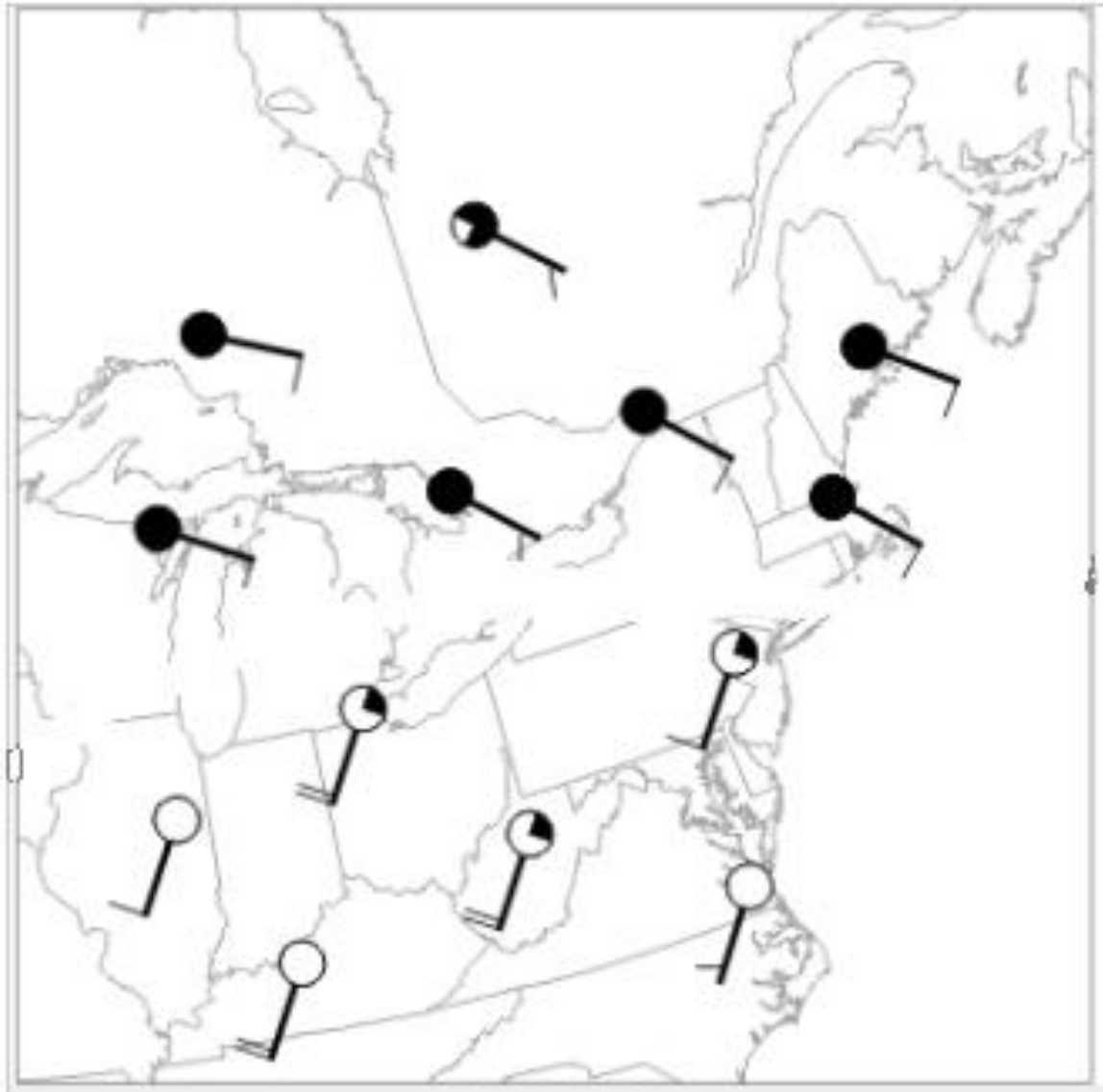


Χάραξη θερμού μετώπου

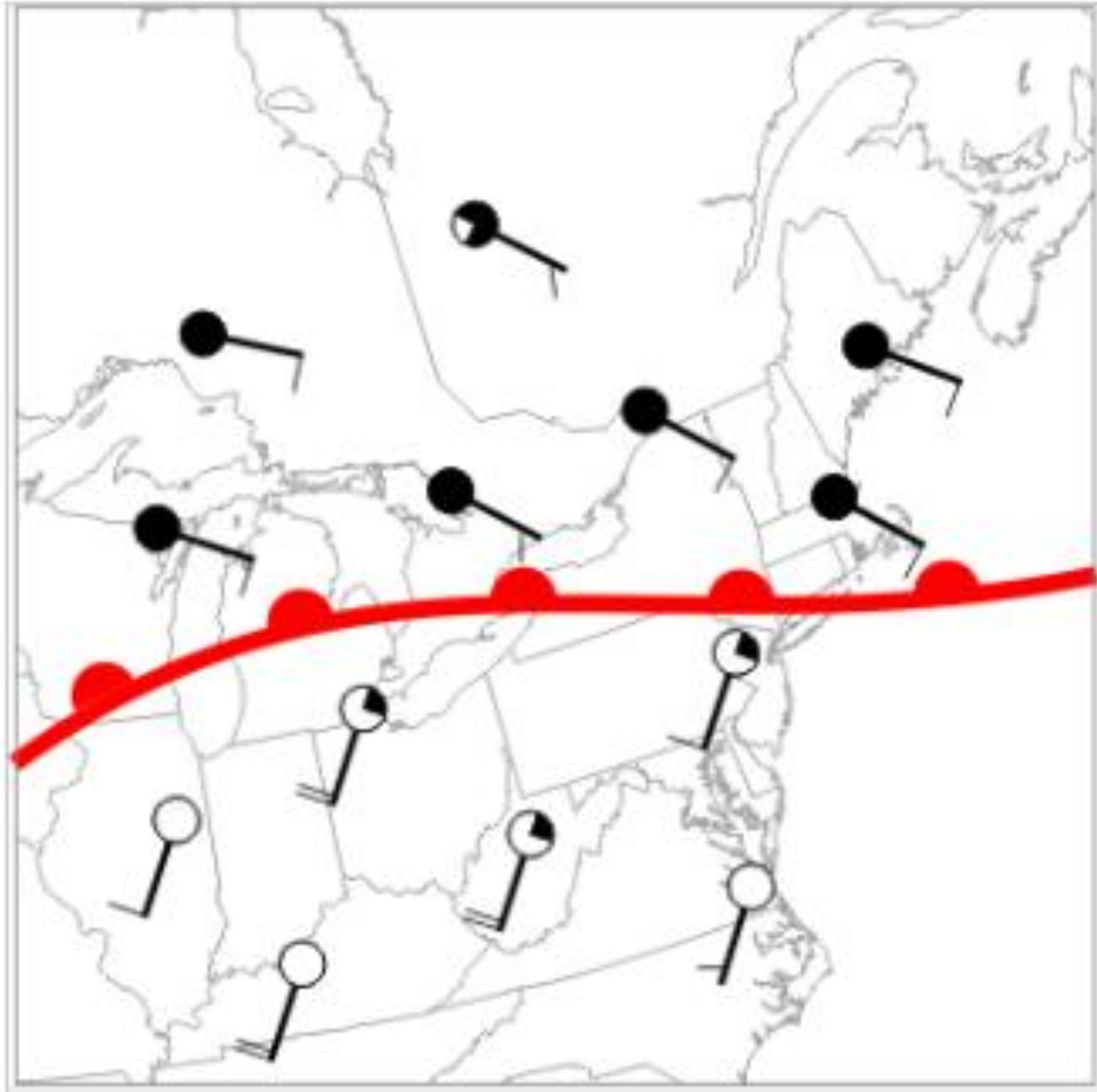
Θερμό μέτωπο: θερμός, υγρός ασταθής αέρας αντικαθιστά ψυχρό, ξηρό και ευσταθή αέρα



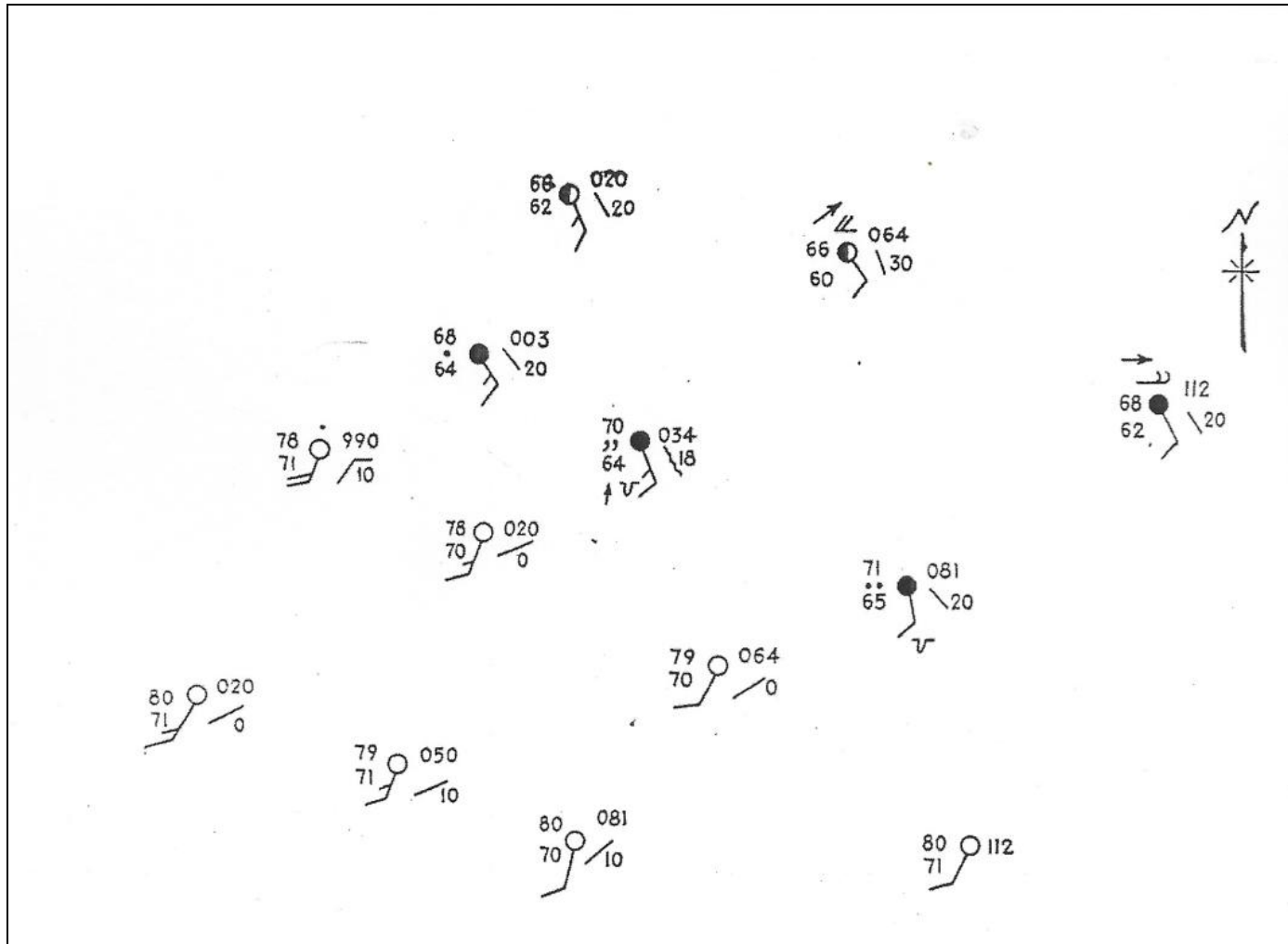
Χάραξη θερμού μετώπου



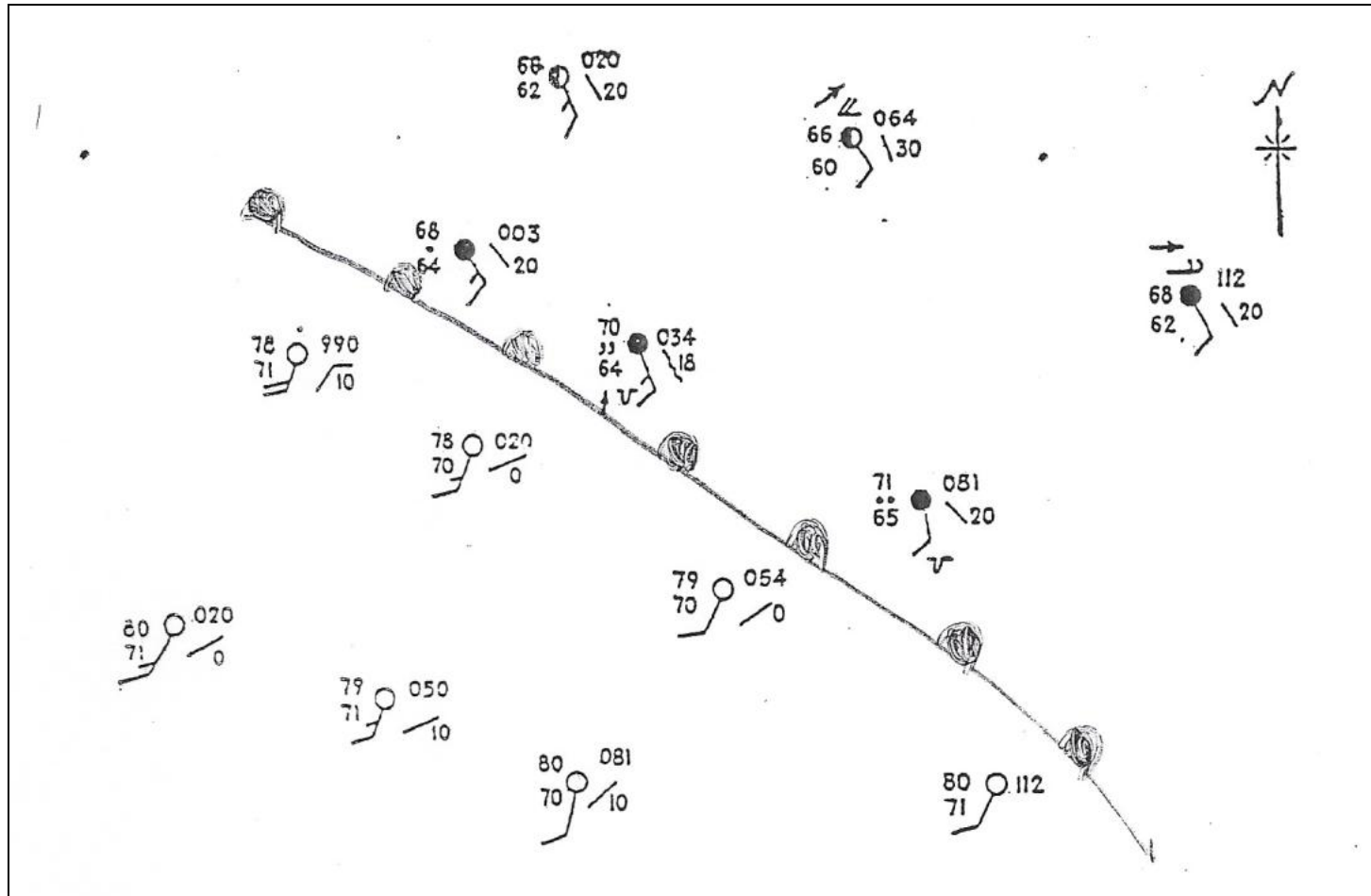
Χάραξη θερμού μετώπου



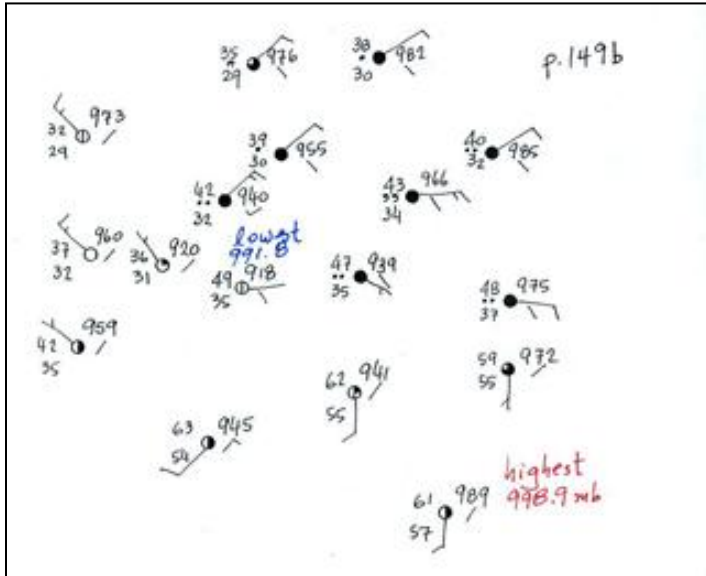
Χάραξη θερμού μετώπου



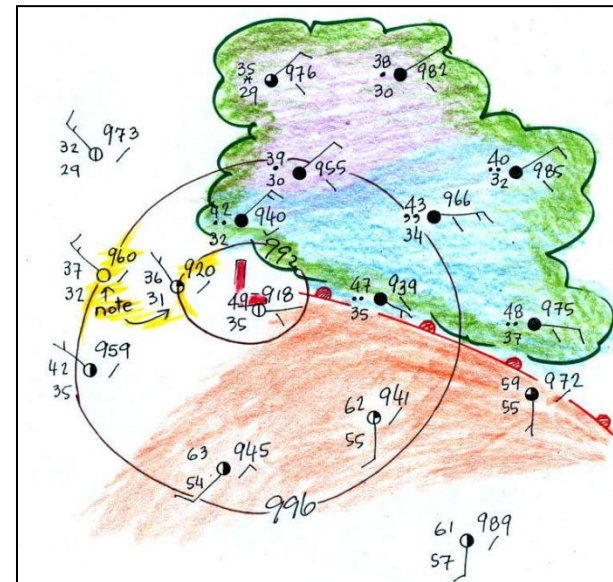
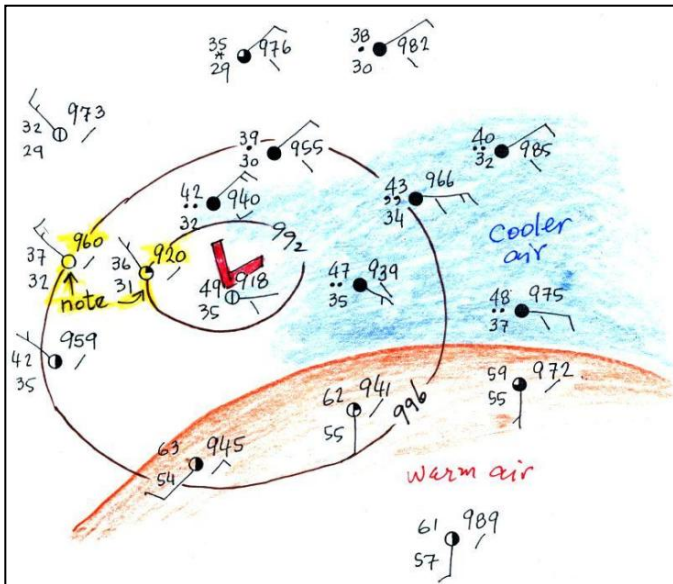
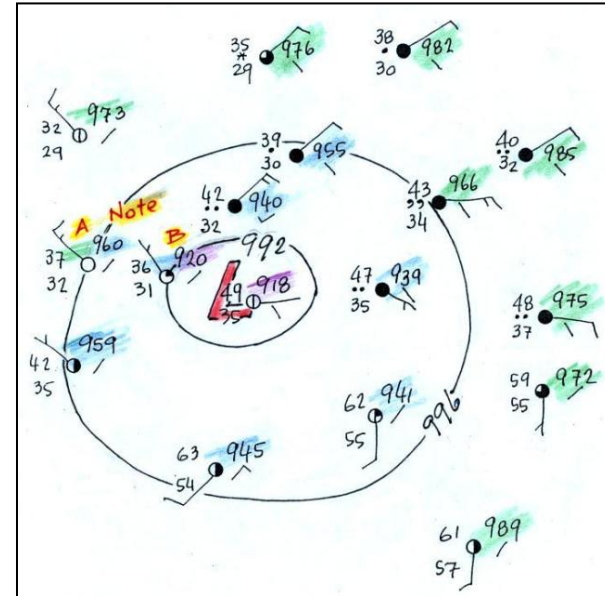
Χάραξη θερμού μετώπου



Χάραξη θερμού μετώπου



1008
1004
1000 ←
996
992 ←
988

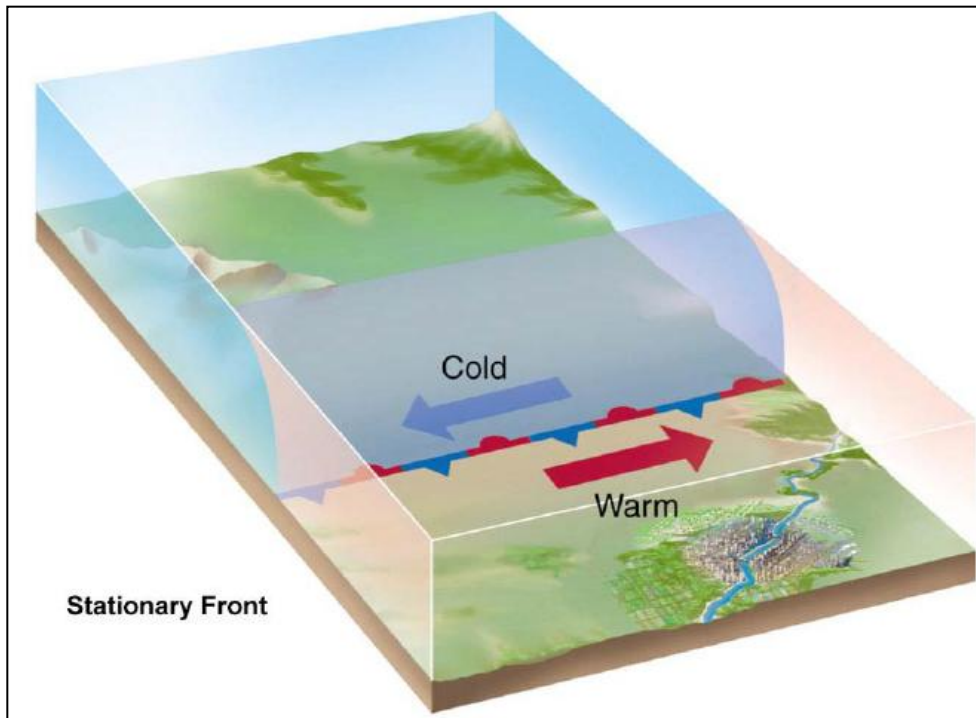


ΣΤΑΣΙΜΟ ΜΕΤΩΠΟ

stationary front

Στάσιμο Μέτωπο

Όταν μια θερμή και μια ψυχρή αέρια μάζα βρίσκονται σε επαφή, χωρίς όμως να κινούνται, δηλαδή χωρίς η μία να εκτοπίζει την άλλη, τότε η τομή της διαχωριστικής τους επιφάνειας με την επιφάνεια του εδάφους λέγεται **στάσιμο μέτωπο**.

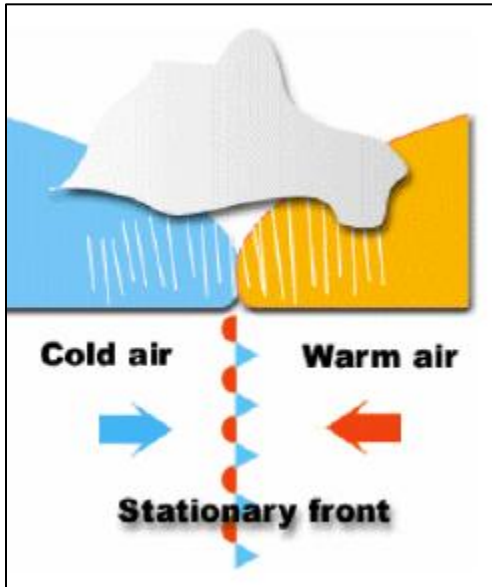


- **Θερμοκρασία** του αέρα: παραμένει σταθερή
- **Νέφωση**: αποτελείται μόνο από Ac
- **Άνεμοι**: ασθενείς ως νηνεμίες

Μπορούν να διαρκέσουν αρκετές μέρες

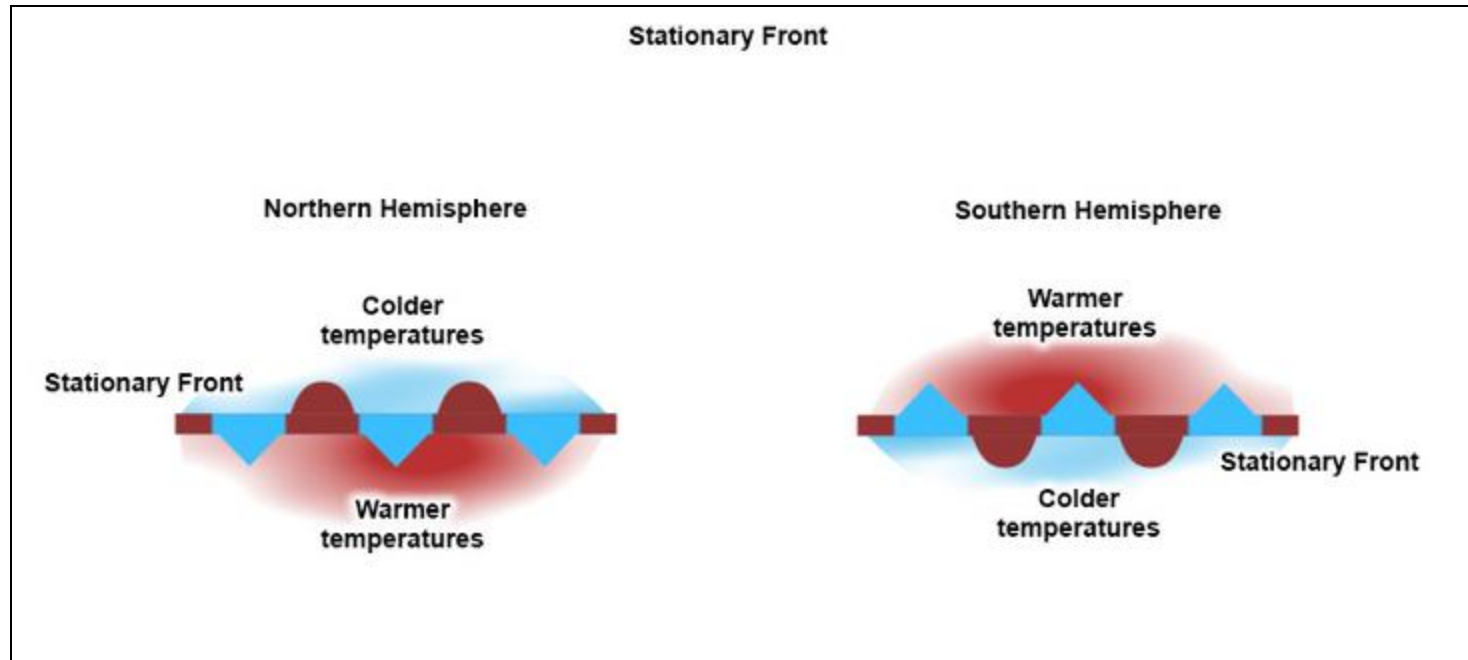
Σε περίπτωση που οι συνθήκες επιτρέψουν την εκτόπιση του ψυχρού αέρα από τον θερμό, τότε το στάσιμο μέτωπο μετατρέπεται σε θερμό (το αντίθετο → γένεση ψυχρού μετώπου)

Στάσιμο μέτωπο – καιρικά φαινόμενα



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

Στάσιμο μέτωπο σε ΒΗ και ΝΗ

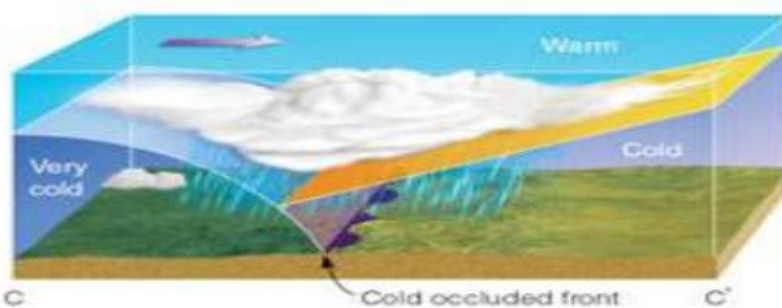
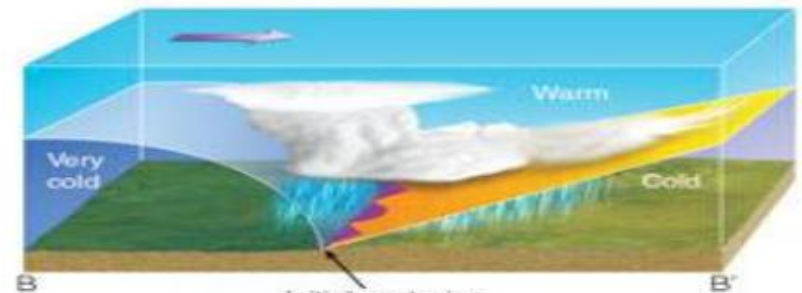


ΣΥΝΕΣΦΙΓΜΕΝΟ ΜΕΤΩΠΟ

occluded front

Συνεσφιγμένο Μέτωπο

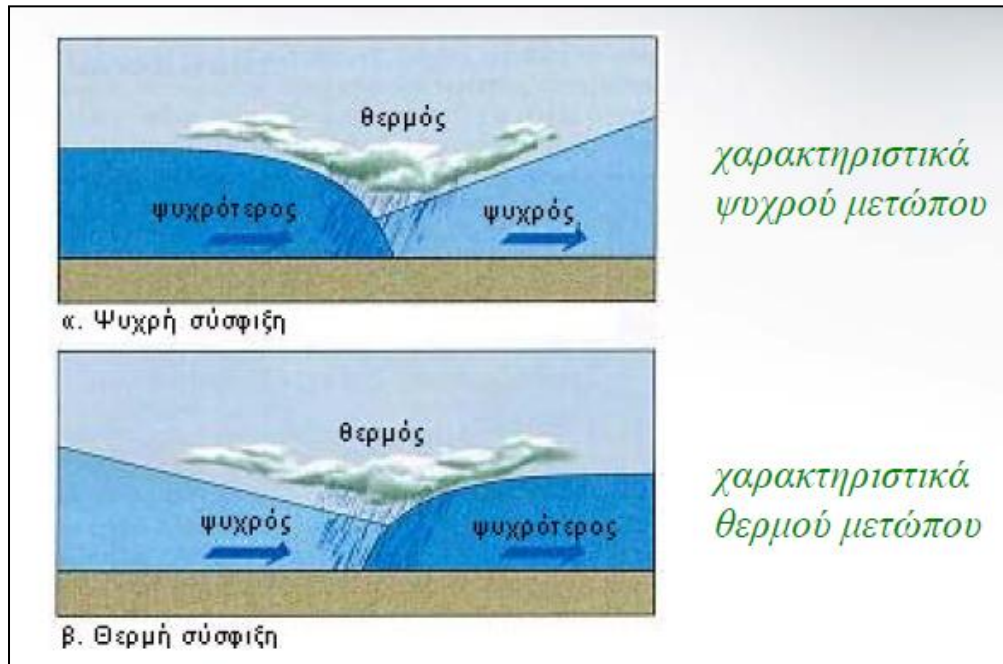
Όταν ένα ψυχρό μέτωπο, που κινείται γρηγορότερα από το προπορευόμενο θερμό, συμβεί να συναντήσει το θερμό, τότε ο θερμός αέρας εγκλωβίζεται και εκτοπίζεται προς τα επάνω. Στην περίπτωση αυτή τα δύο μέτωπα αποτελούν ένα ενιαίο μέτωπο το οποίο λέγεται συνεσφιγμένο.



- Το ψυχρό μέτωπο βρίσκεται στην επιφάνεια της γης ενώ το θερμό επάνω από την επιφάνειά της.
- Η ζώνη νέφωσης και βροχόπτωσης έχει μεγάλο εύρος.

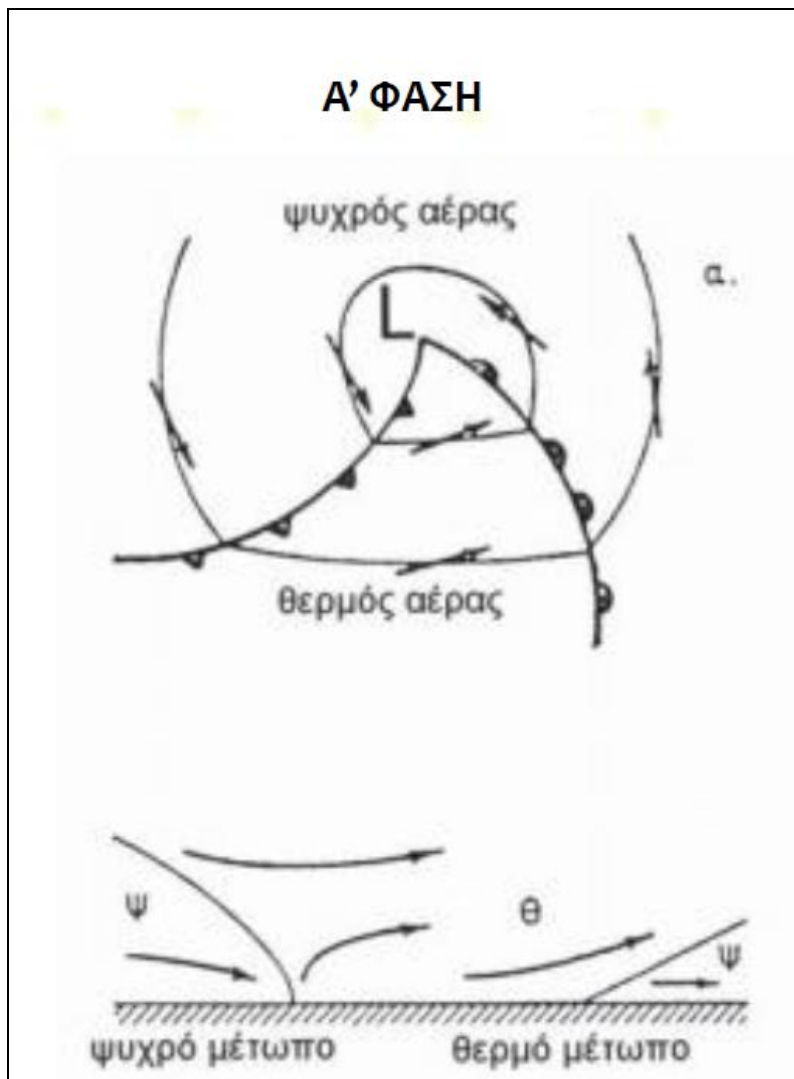
Θερμή και ψυχρή σύσφιξη

Ανάλογα με το ποια από τις ψυχρές αέριες μάζες είναι ψυχρότερη, το συνεσφιγμένο μέτωπο παρουσιάζει χαρακτηριστικά ενός θερμού ή ψυχρού μετώπου (θερμή ή ψυχρή σύσφιξη).

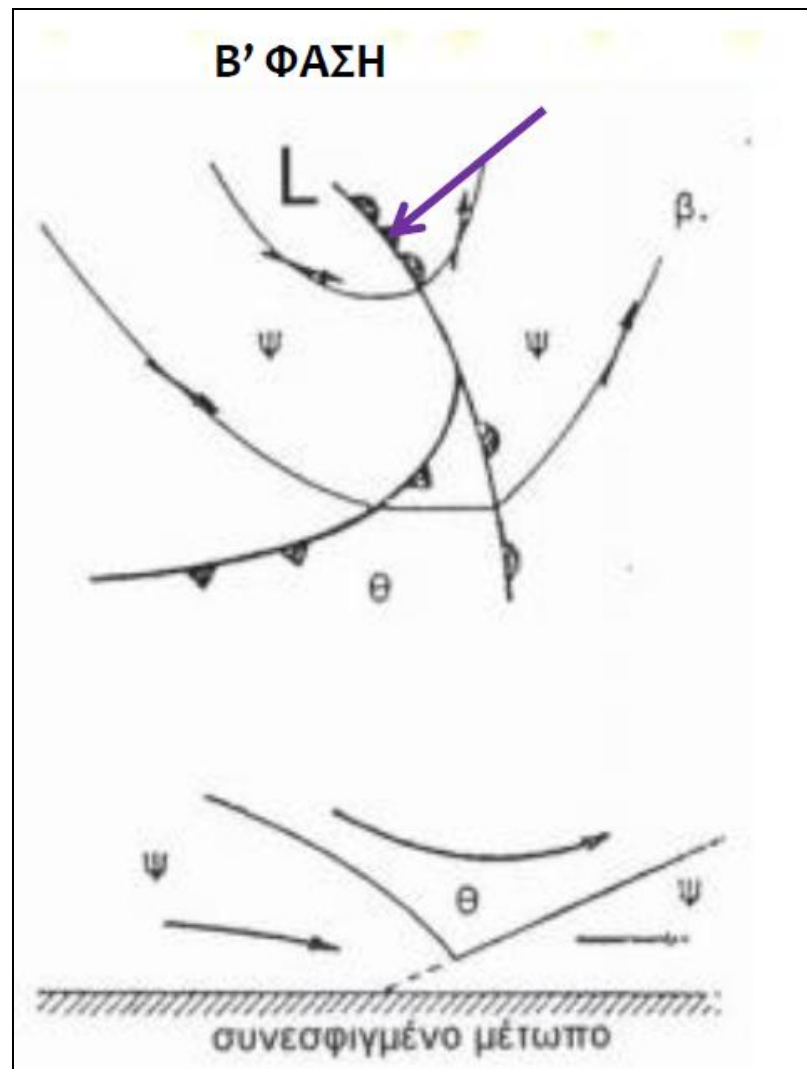


Συνεσφιγμένο Μέτωπο

Α' ΦΑΣΗ



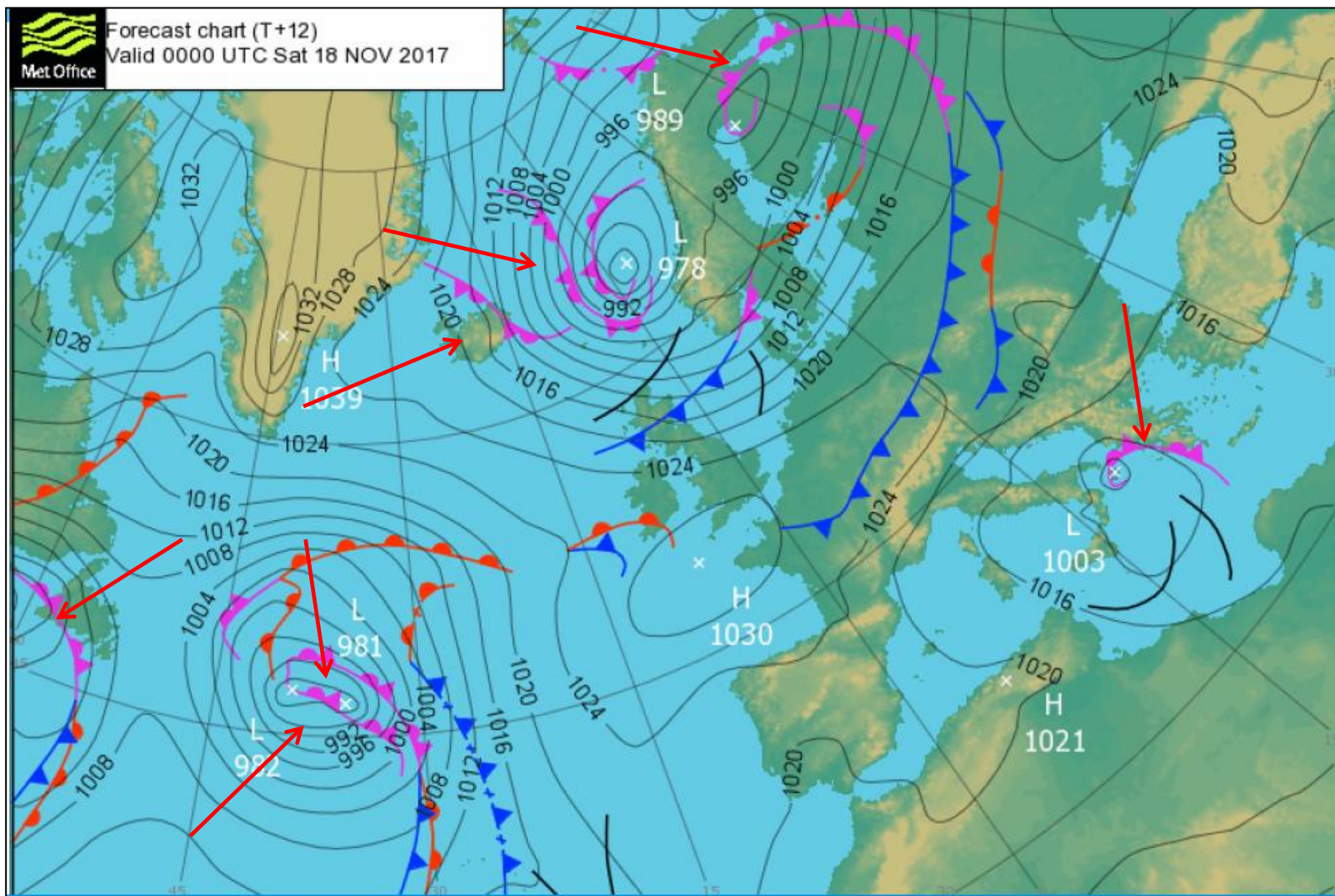
Β' ΦΑΣΗ



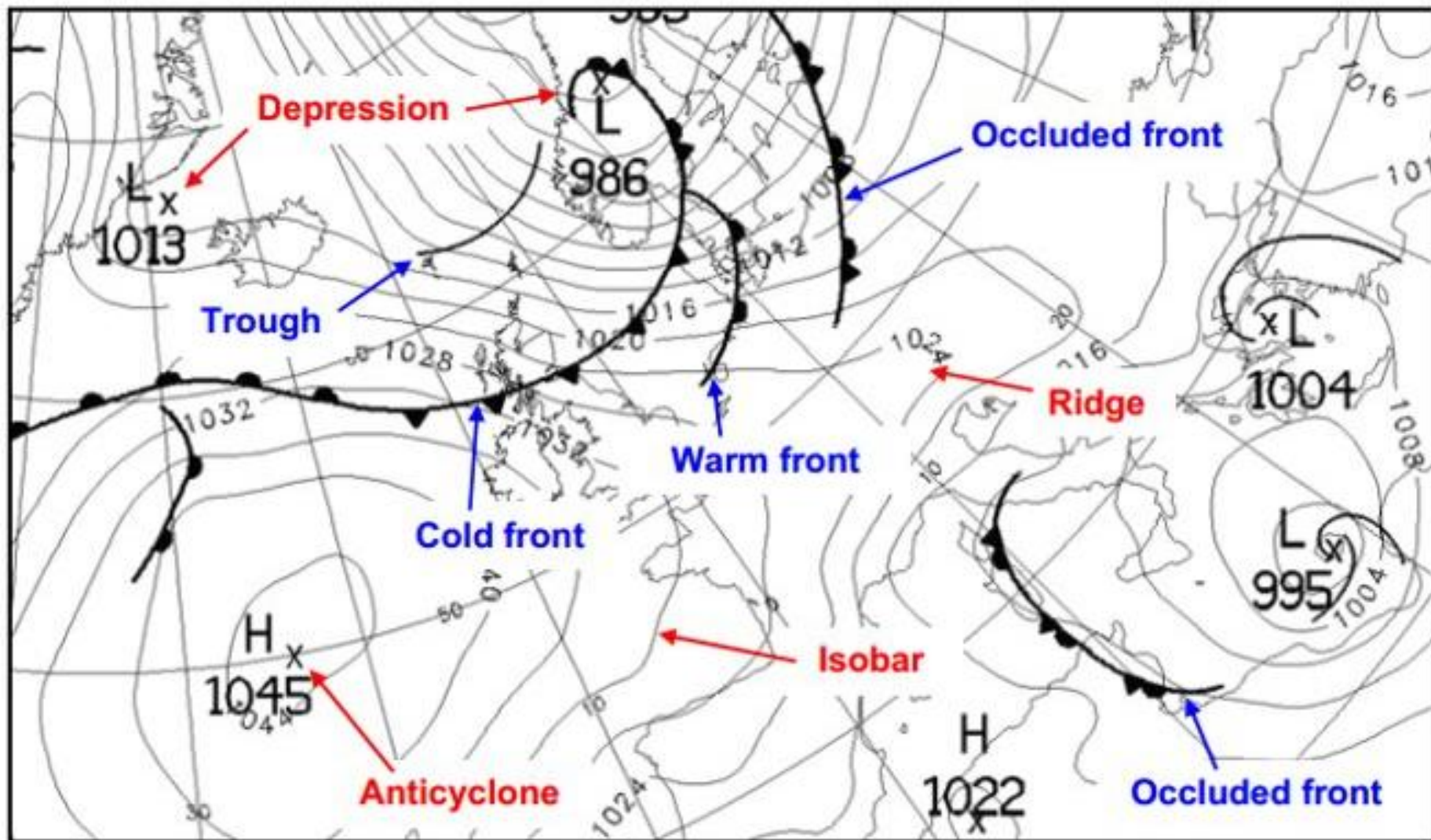
Μετεωρολογικές συνθήκες που συνδέονται με το πέρασμα ενός συνεχφγιμένου μετώπου

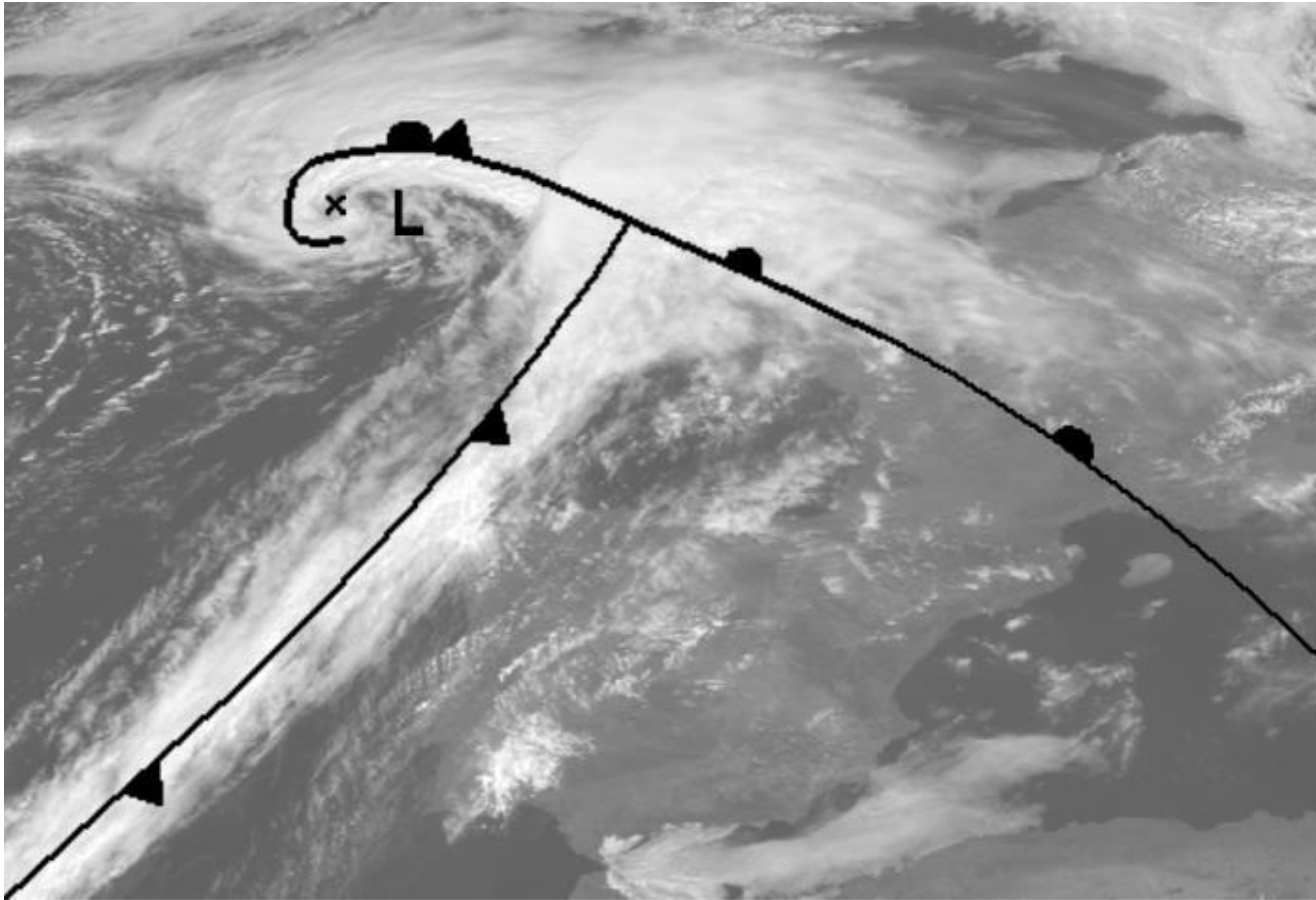
Μετεωρολογικές παράμετροι	Πριν το πέρασμα	Κατά το πέρασμα	Μετά το πέρασμα
Άνεμοι	Ανατολικοί, νότιοι ή νοτιοανατολικοί	Μεταβλητές διευθύνσεις	Δυτικοί ή βορειοδυτικοί
Θερμοκρασία			
Ψυχρός τύπος	Χαμηλή ή εξαιρετικά χαμηλή.	Πτωτική τάση	Χαμηλότερη από πριν
Θερμός τύπος	Εξαιρετικά χαμηλή	Ανοδική τάση	Ηπιότερη 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.

Αναγνώριση συνεσφιγμένων μετώπων σε χάρτη επιφανείας



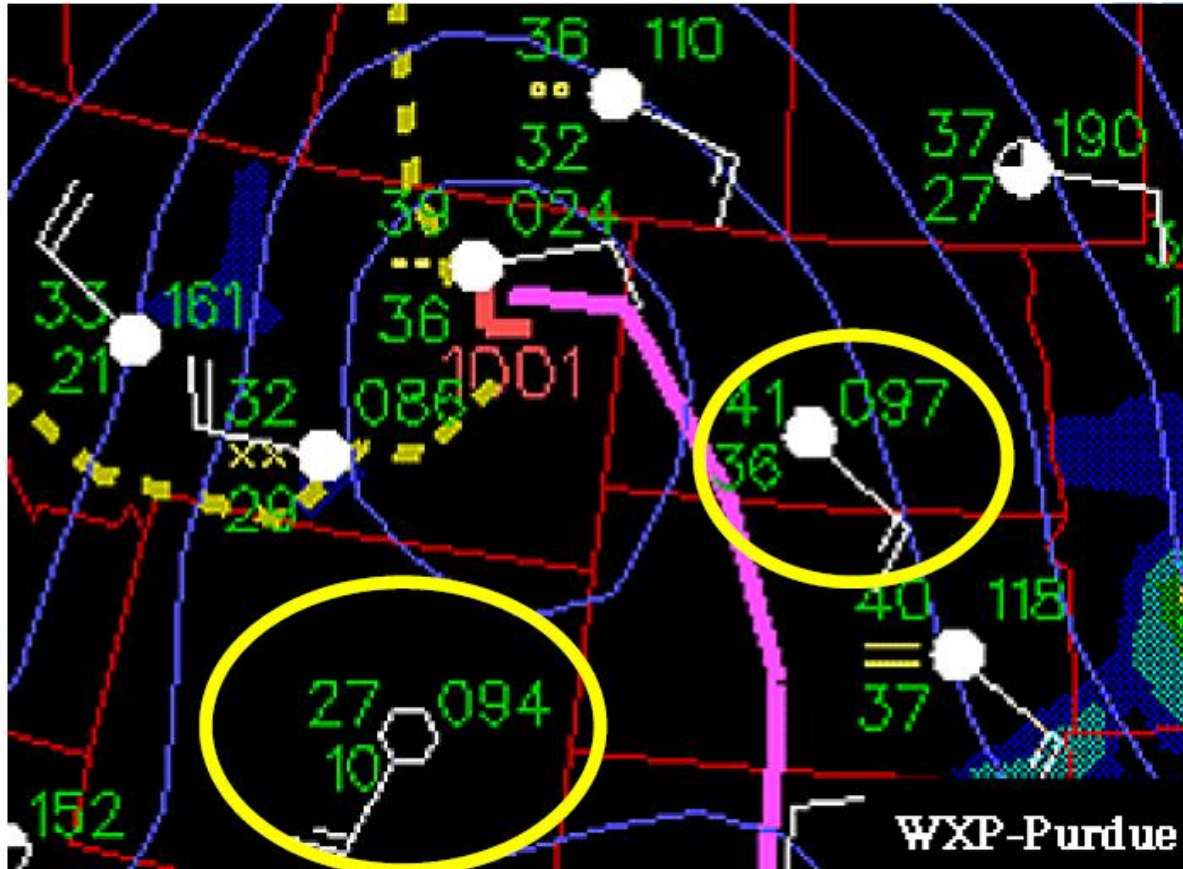
Επιφανειακός χάρτης –Μέτωπα





http://www.geo.auth.gr/courses/gmc/gmc318y/xf/pdf/Geo_Systems.pdf

Βρείτε θερμή ή ψυχρή σύσφιξη;

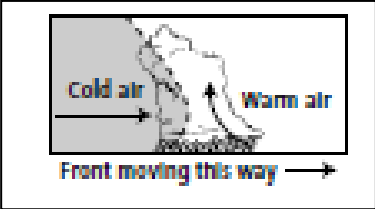

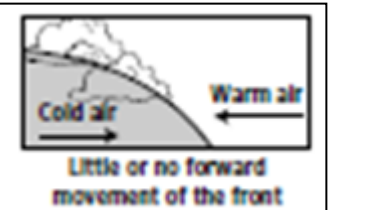
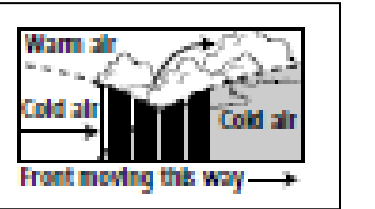


1. Μπροστά από το μέτωπο →
ψυχρός αέρας

2. Πίσω από το μέτωπο →
ψυχρότερος

Άρα πρόκειται για ψυχρή σύσφιξη

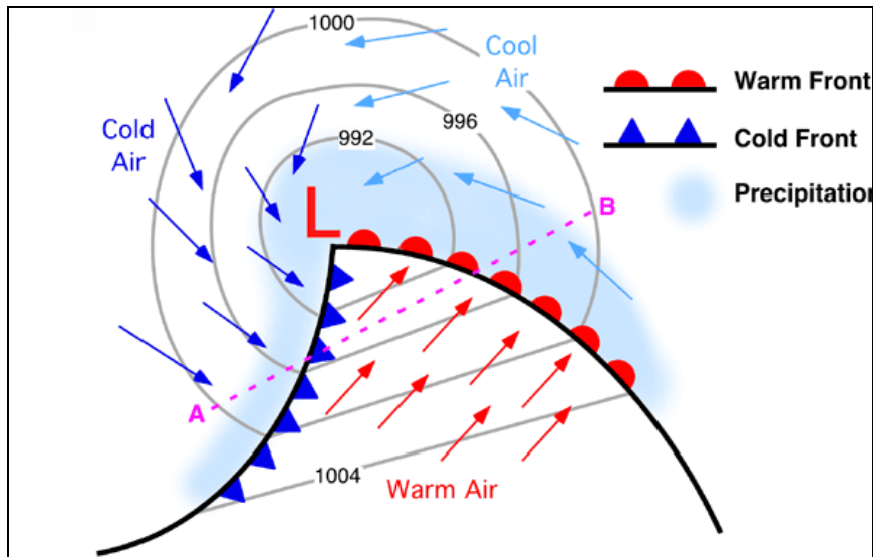
Είδη μετώπων

Είδη μετώπων	Σχηματισμός	Καιρός
<p>ψυχρό</p>  <p>Cold air → Warm air Front moving this way →</p>	<p>Σχηματίζεται όταν ψυχρός αέρας βρεθεί πίσω από θερμό αέρα, τον οποίο εκτοπίζει προς τα πάνω.</p>	<p>Βροχόπτωση με καταιγίδες καθώς οι υδατμοί συμπυκνώνονται με την άνοδο του θερμού αέρα. Ακολουθεί αίθριος καιρός.</p>
<p>θερμό</p>  <p>Warm air Cold air Front moving this way →</p>	<p>Σχηματίζεται όταν θερμός και υγρός αέρας βρεθεί πίσω από ψυχρό αέρα και 'ολισθαίνει' επάνω του.</p>	<p>Με την άνοδό του ο θερμός αέρας συμπυκνώνεται σε πολλά είδη νεφών. Ασθενής, μέτρια συνεχόμενη βροχή ή χιόνι. Ακολουθεί αίθριος πιο ζεστός καιρός.</p>
<p>στάσιμο</p>  <p>Cold air Warm air Little or no forward movement of the front</p>	<p>Σχηματίζεται όταν θερμός και ψυχρός αέρας συναντιούνται και κανένας δεν έχει τη δύναμη να μετακινήσει τον άλλο.</p>	<p>Στο σημείο συνάντησης σχηματίζονται νέφη ή ομίχλη και μπορεί να βρέχει ή να χιονίζει. Αρκετές ημέρες με νέφη και υετό.</p>
<p>συνεσφιγμένο</p>  <p>Warm air Cold air Cold air Front moving this way →</p>	<p>Σχηματίζεται όταν θερμός αέρας εγκλωβίζεται μεταξύ δύο ψυχρών. Ο θερμός αέρας ανεβαίνει και οι ψυχρές αέριες μάζες συναντιούνται.</p>	<p>Η θερμοκρασία πέφτει καθώς ο θερμός αέρας εγκλωβίζεται προς τα πάνω. Ισχυροί άνεμοι και βροχόπτωση.</p>

ΜΕΤΩΠΙΚΕΣ ΥΦΕΣΕΙΣ

Μετωπικές Υφέσεις

- ❑ **Δημιουργία:** Οι μετωπικές υφέσεις δημιουργούνται κατά μήκος των μετωπικών επιφανειών εκεί όπου μια ψυχρή αέρια μάζα συναντά μια θερμή (πάνω σε στάσιμα κύματα)
- ❑ **Δομή:** Μια ώριμη μετωπική ύφεση αποτελείται από δύο διαφορετικές μάζες, μια ψυχρή (πολική) και από μια θερμή (τροπική), με τη θερμή να εισχωρεί με τη μορφή γλώσσας (θερμός τομέας της ύφεσης) μέσα στην ψυχρή (ψυχρός τομέας).

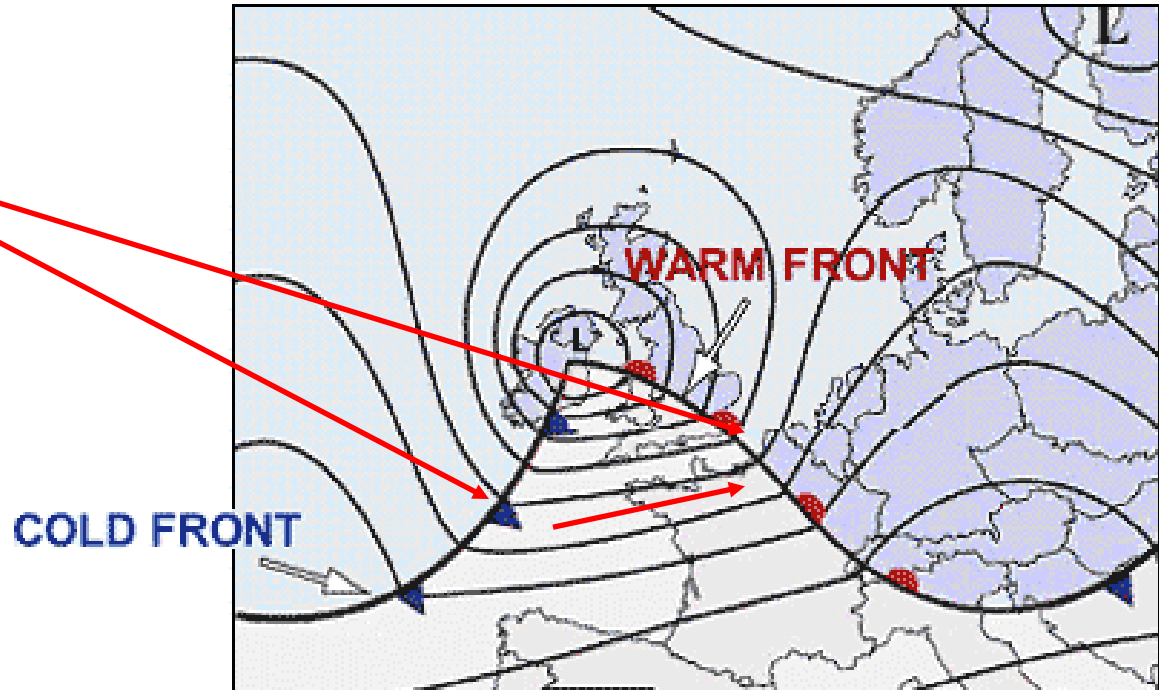


- Στο μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους οι υφέσεις είναι συνεσφιγμένες
- Τη μεγαλύτερη έντασή τους την εμφανίζουν 12-24 h μετά τη σύσφιξή τους
- Πλήρης κύκλος: 5-7 ημέρες

Κάμψη ισοβαρών στις Μετωπικές Υφέσεις

Οι **ισοβαρείς καμπύλες** κάμπτονται όταν περνούν από το θερμό προς τον ψυχρό αέρα ή και αντίστροφα, ενώ μέσα στον θερμό τομέα είναι σχεδόν παράλληλες.

Κάμψη ισοβαρών στα μέτωπα



Η κίνηση των μετωπικών υφέσεων είναι παράλληλη προς την κατεύθυνση των ισοβαρών του θερμού τομέα.
Στα μέσα γ.π. (BH) είναι συνήθως προς τα A/BA

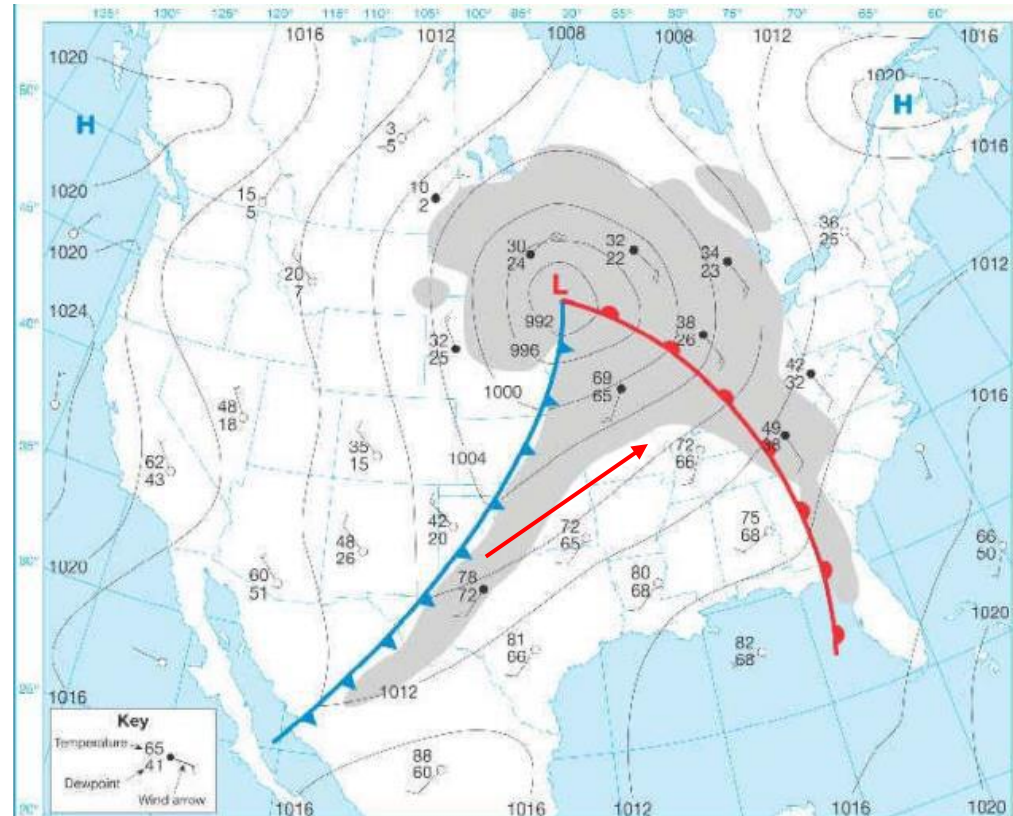
Νέφωση στις μετωπικές Υφέσεις

Ο θερμός αέρας ανέρχεται σε μεγαλύτερα ύψη και για αυτό έχουμε δημιουργία **εκτεταμένων νεφώσεων** που δημιουργούνται **στα μέτωπα**.

Το **κύριο νεφικό σύστημα** και η **ζώνη τη βροχής** εκτείνεται κατά μήκος των μετώπων προς τη ψυχρότερη πλευρά του αλλά και γύρω από το κέντρο του συστήματος.

Σχηματίζονται με τη σειρά κατά την οποία διέρχονται πάνω από έναν τόπο (καθώς κινείται η ύφεση) :

- Αρχικά υψηλά νέφη τύπου θυσάνων Ci.
- Στη συνέχεια μέσα νέφη τύπου υψιστρωμάτων As.
- Στρωματεμελανίες Ns, που προκαλούν και τις βροχές.



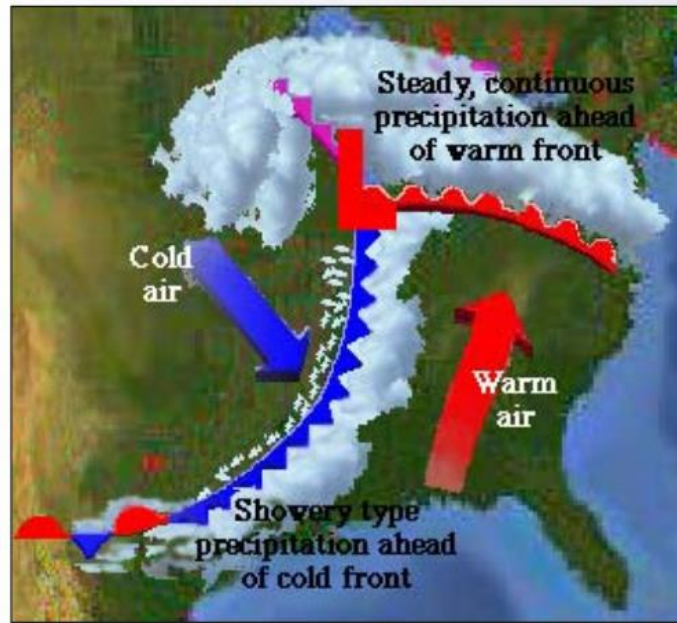
Όλο το σύστημα κινείται κατά τη διεύθυνση του ανέμου που επικρατεί στο θερμό τομέα.

Καιρικές καταστάσεις στις μετωπικές Υφέσεις



➤ Βόρεια του κέντρου η νέφωση (κυρίως Ns) και η βροχόπτωση είναι εκτεταμένη.

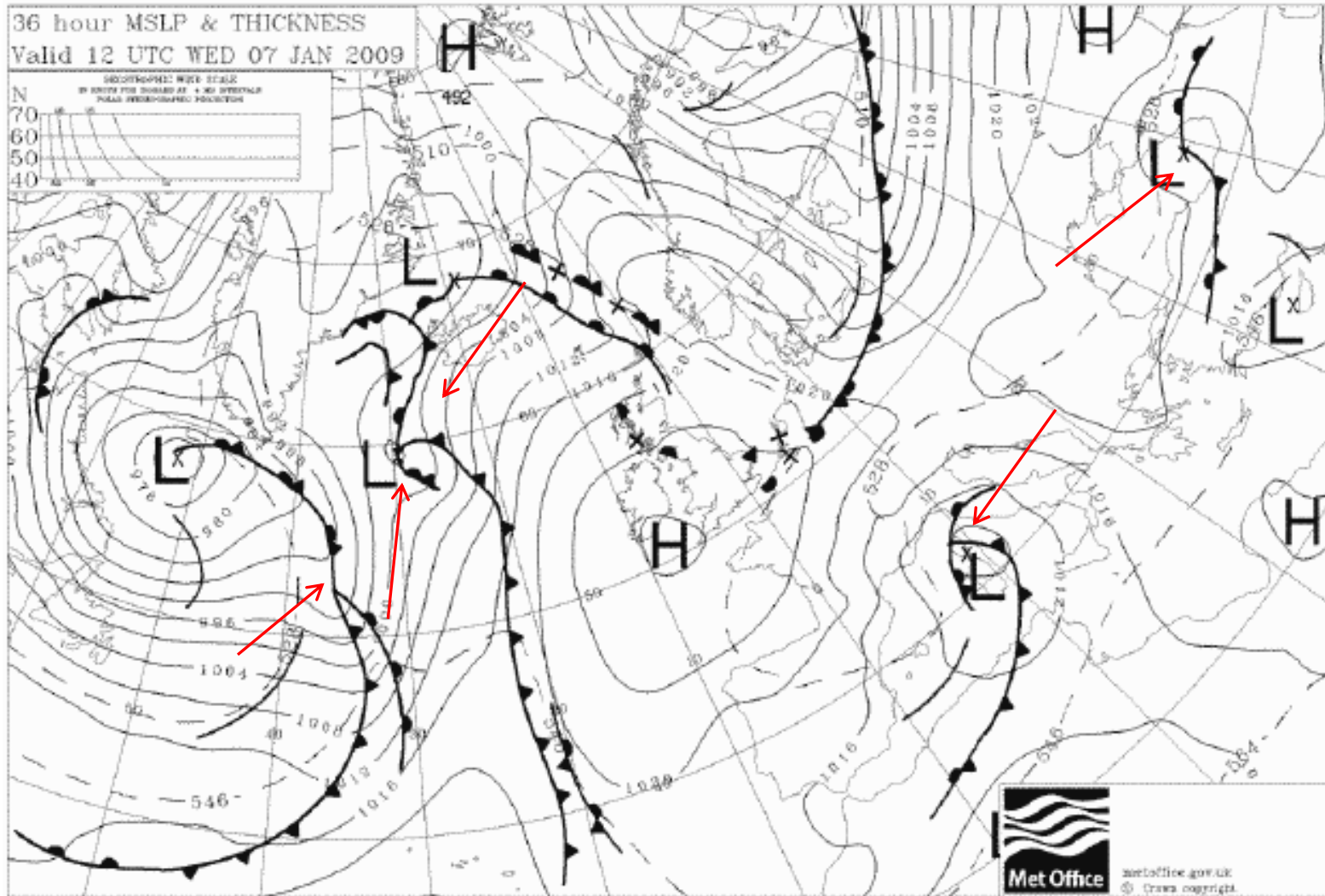
➤ Νότια του κέντρου της, είναι ίδιες με εκείνες που συνοδεύουν τη διάβαση αρχικά ενός θερμού και μετά ενός ψυχρού μετώπου.



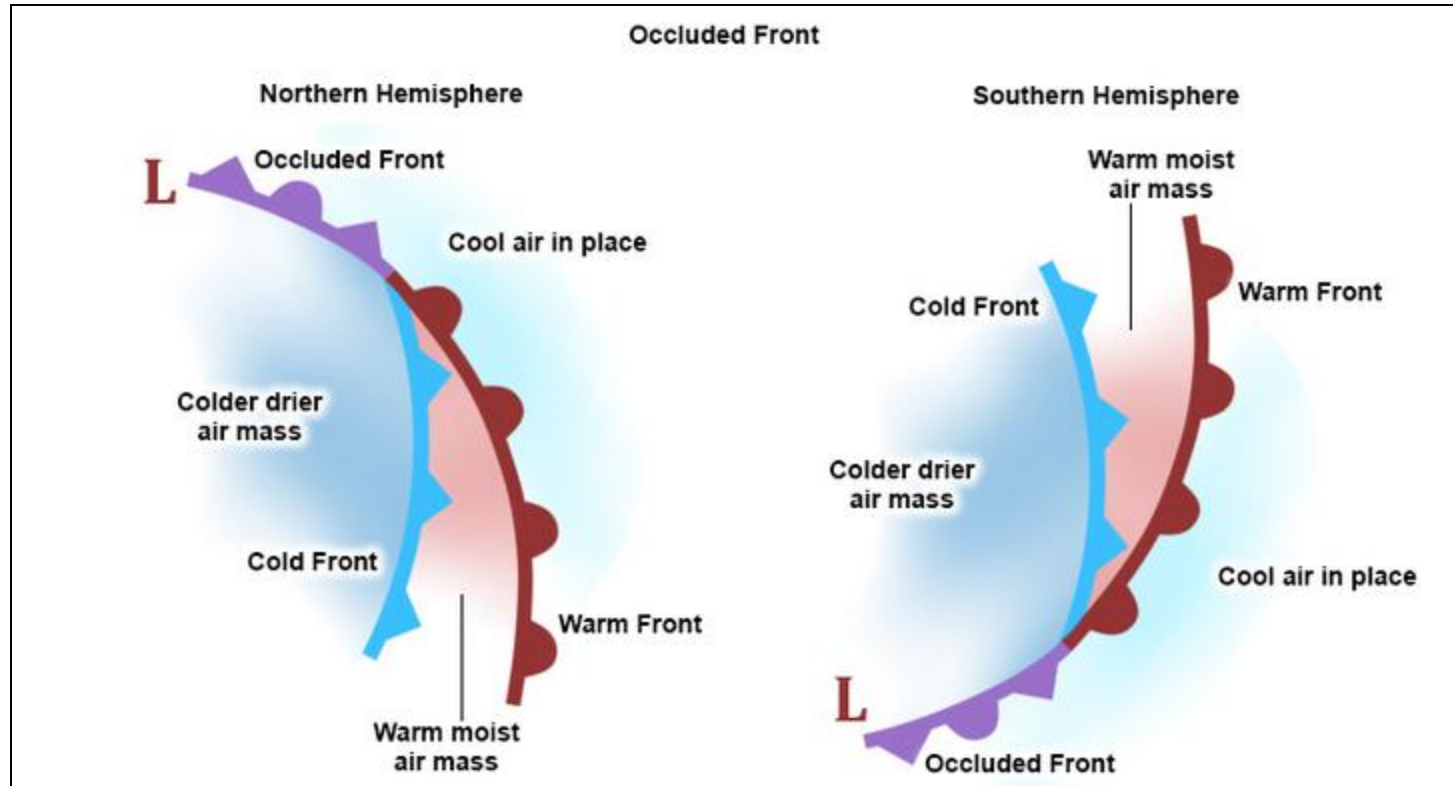
Εκτίμηση της ανάπτυξης και κίνησης των μετωπικών υφέσεων με βάση συνοπτικούς χάρτες

- ❖ **Βαθαίνουν** όταν πέφτει η πίεση στο θερμό τομέα και όταν ψυχρός αέρας εισβάλλει στο πίσω μέρος της κυκλοφορίας τους
- ❖ **Διαλύονται** όταν ανεβαίνει η πίεση στον θερμό τομέα, περίπου 12-24 h από την έναρξη της σύσφιξης.
- ❖ **Κινούνται** στην κατεύθυνση των ισοβαρών του θερμού τομέα.

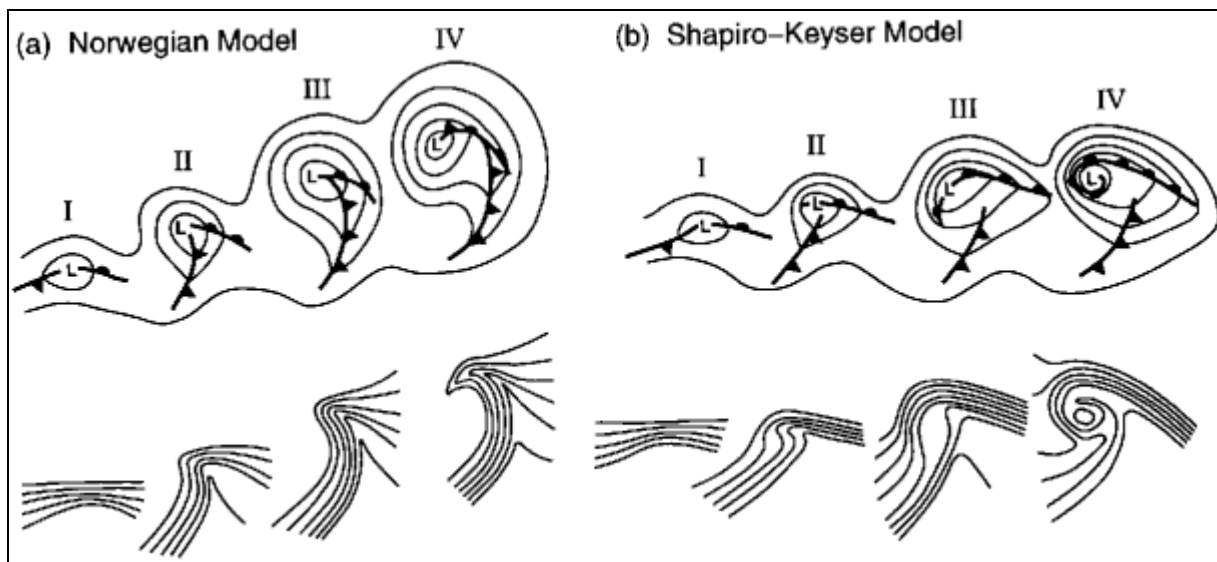
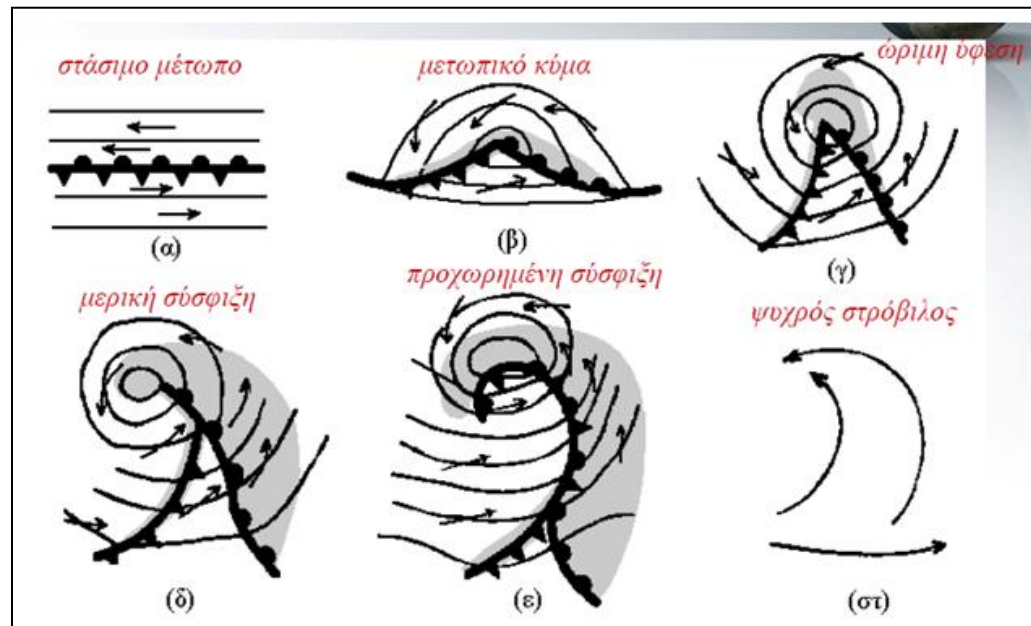
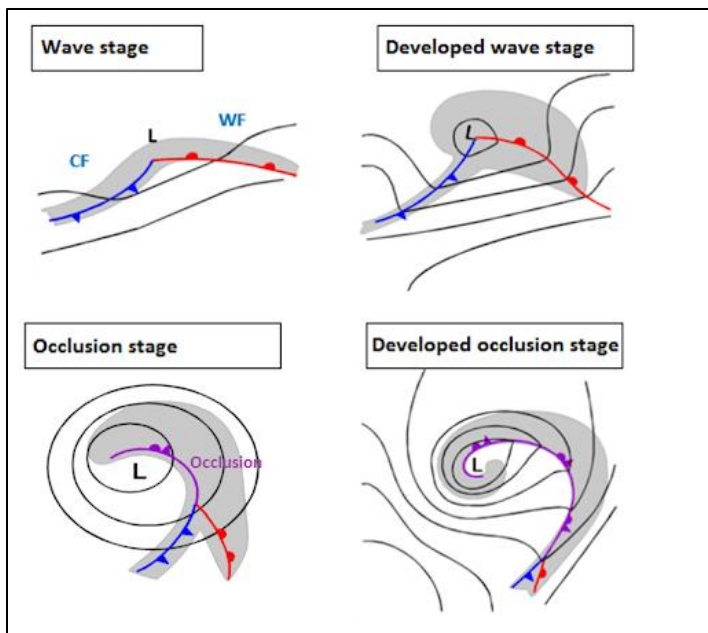
Αναγνώριση μετωπικών υφέσεων σε χάρτη επιφανείας



Μετωπικές υφέσεις σε ΒΗ και ΝΗ



Δημιουργία και εξέλιξη υφέσεων



Κύκλος ζωής των μετωπικών υφέσεων ($\geq 2-3$ μέρες)

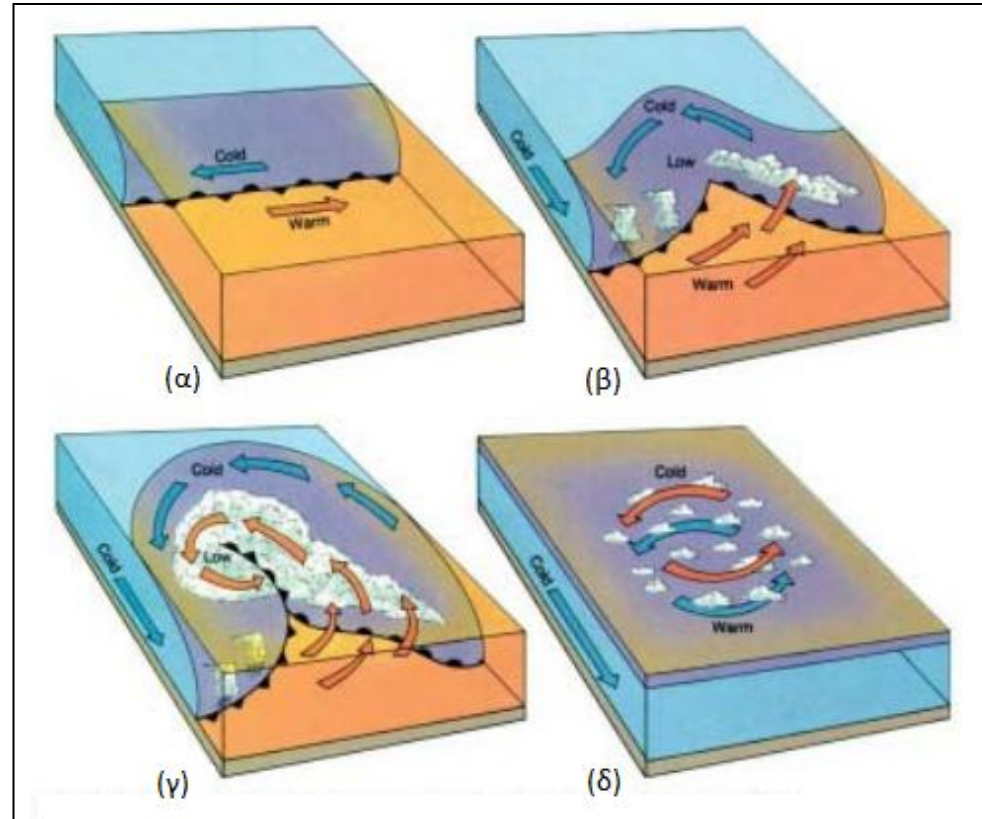
Νορβηγικό μοντέλο

α) Στάσιμο μέτωπο με δύο ρεύματα αέρα που κινούνται παράλληλα.

β) Διαταραχή (π.χ. λόγω αναγλύφου ή τοπικής θέρμανσης) που δημιουργεί τα δύο μέτωπα, περιστροφική κίνηση, ανοδικές κινήσεις και χαμηλή πίεση στο κέντρο.

γ) Μέγιστο της έντασης της ύφεσης και σύσφιξη στο κέντρο της ύφεσης.

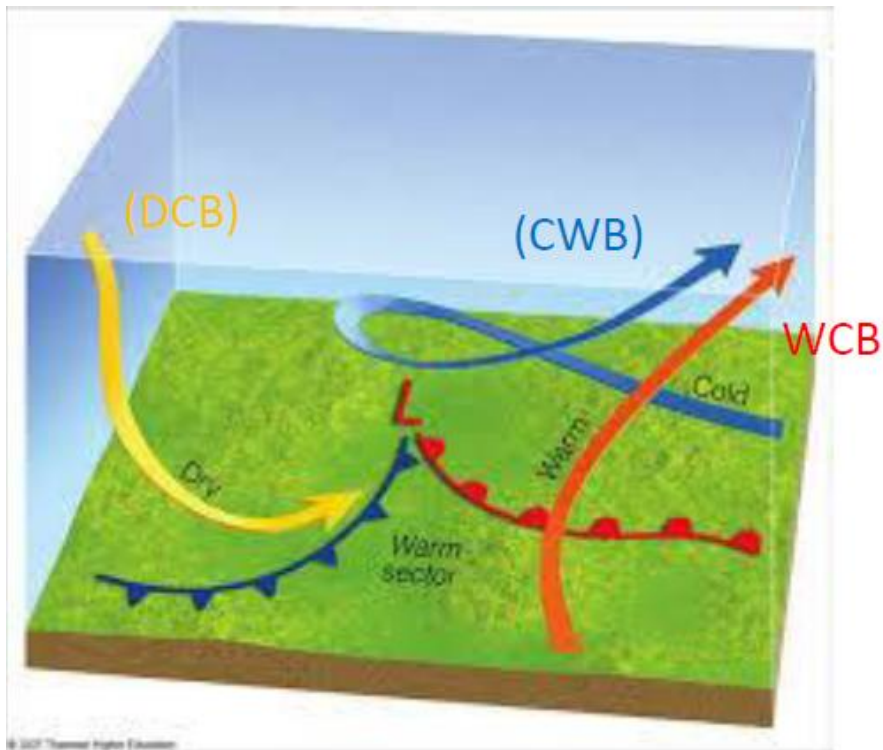
δ) Η σύσφιξη αναπτύσσεται και η ύφεση εξασθενεί.



Musk (1989)

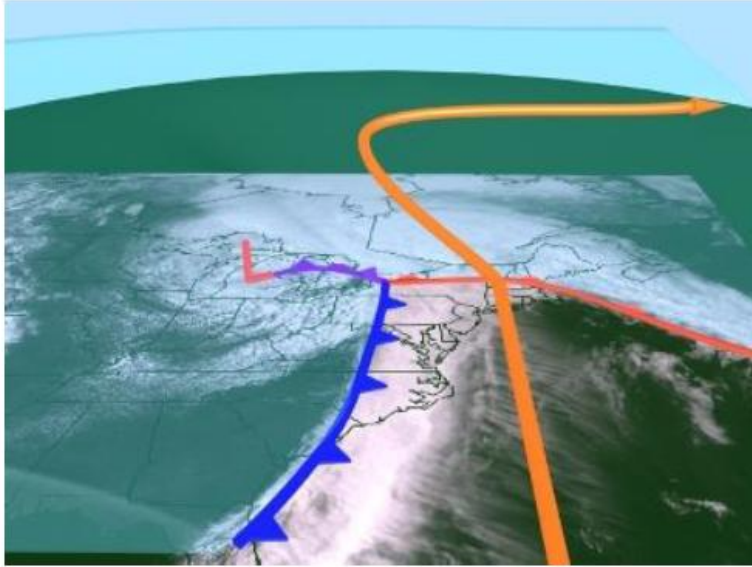
Conveyor belt conceptual model

Εξηγεί τη δομή του συνεσφισμένου μετώπου και του χαμηλού.

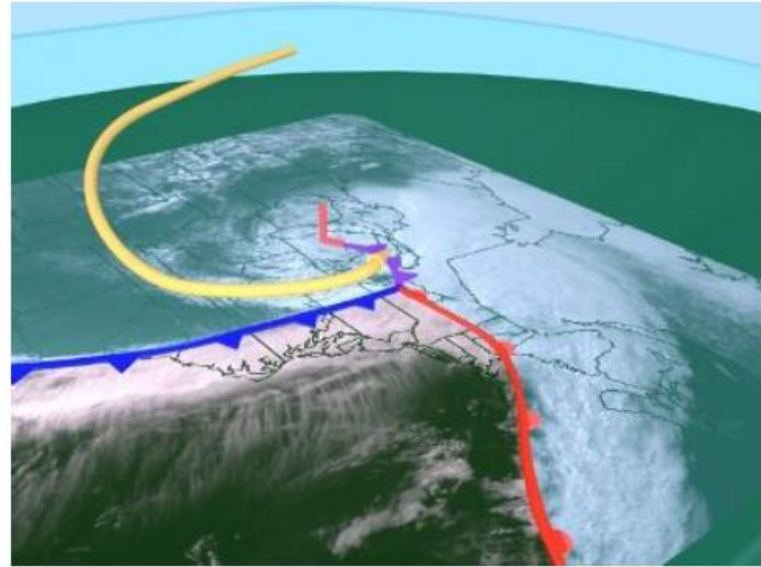


- **Θερμός υγρός αέρας (WCB)** ανεβαίνει προς τα ανώτερα στρώματα στον θερμό τομέα.
- **Ξηρός αέρας (DCB)** κατεβαίνει από τη στρατόσφαιρα προς το έδαφος πίσω από το ψυχρό μέτωπο.
- **Ψυχρός υγρός αέρας (CWB)** βρίσκεται στα κατώτερα στρώματα μπροστά από το θερμό μέτωπο ανεβαίνει μεταβαίνοντας προς τη μεριά του χαμηλού και συνεχίζει να ανεβαίνει.

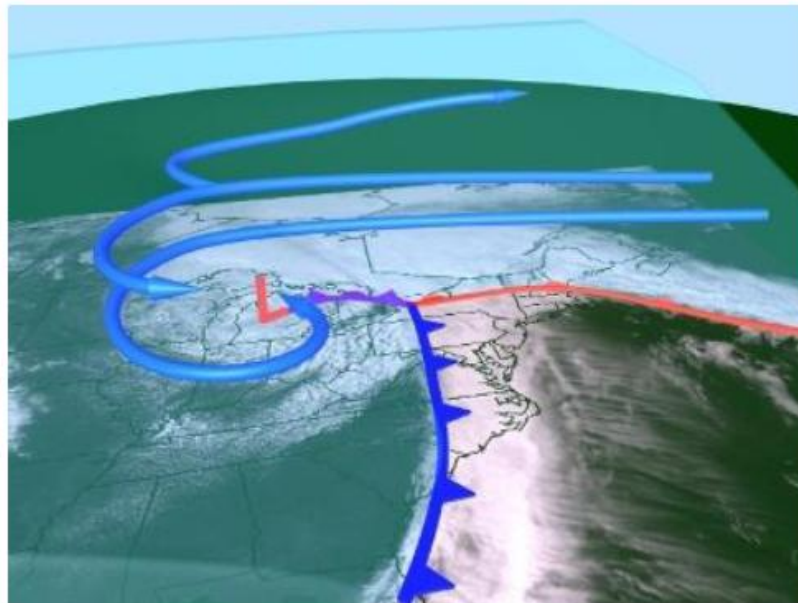
Θερμός υγρός αέρας (WCB)



Ξηρός αέρας (DCB)



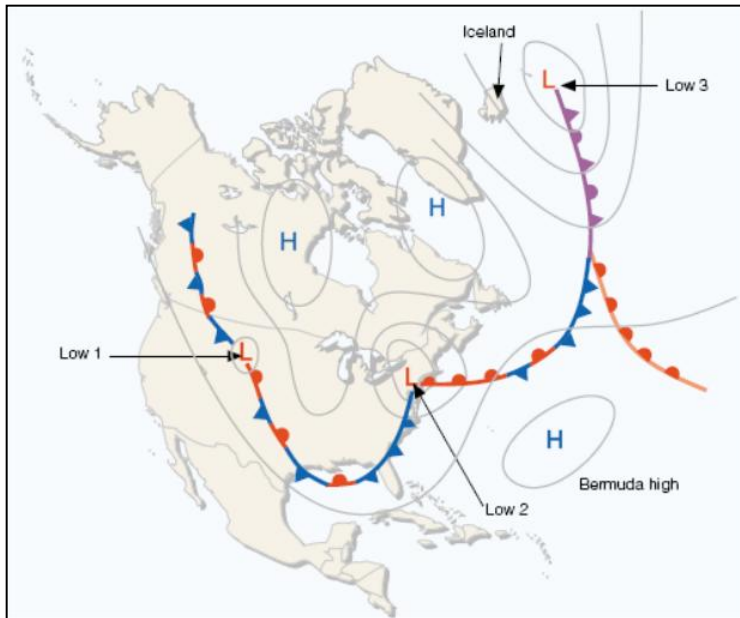
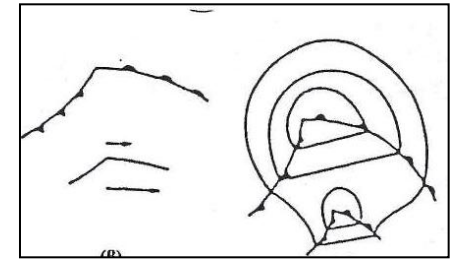
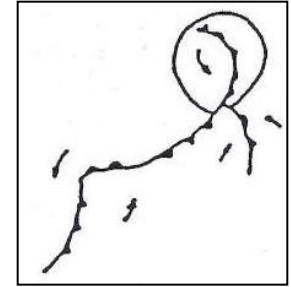
Ψυχρός υγρός αέρας (CWB)



Οικογένειες υφέσεων

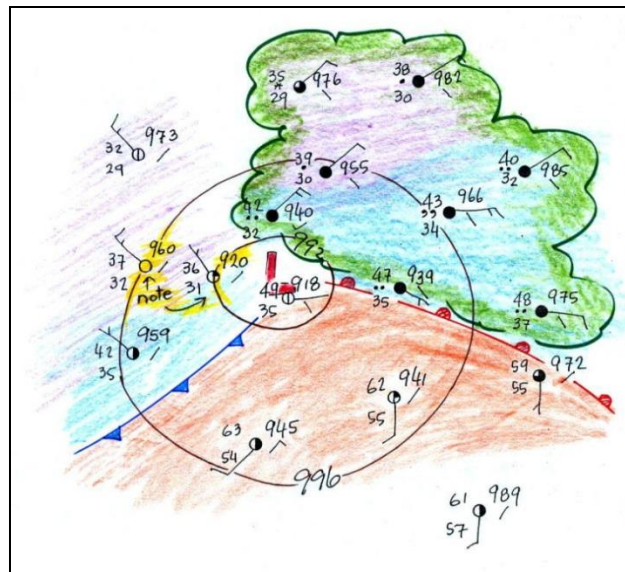
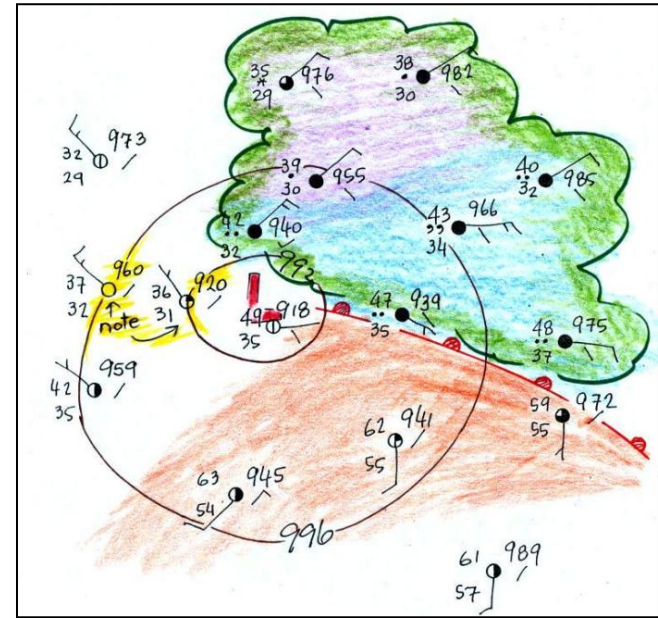
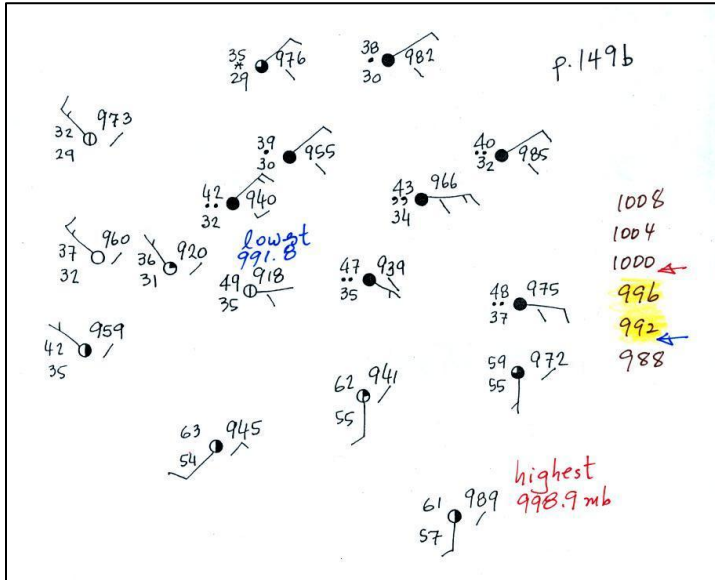
Κατά την εξέλιξη μιας ύφεσης και κυρίως στα στάδια της προχωρημένης 'ωριμότητας' και της σύσφιξης είναι δυνατόν να αναπτυχθούν από αυτή και **δευτερεύουσες υφέσεις** με τους εξής τρόπους:

- 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.

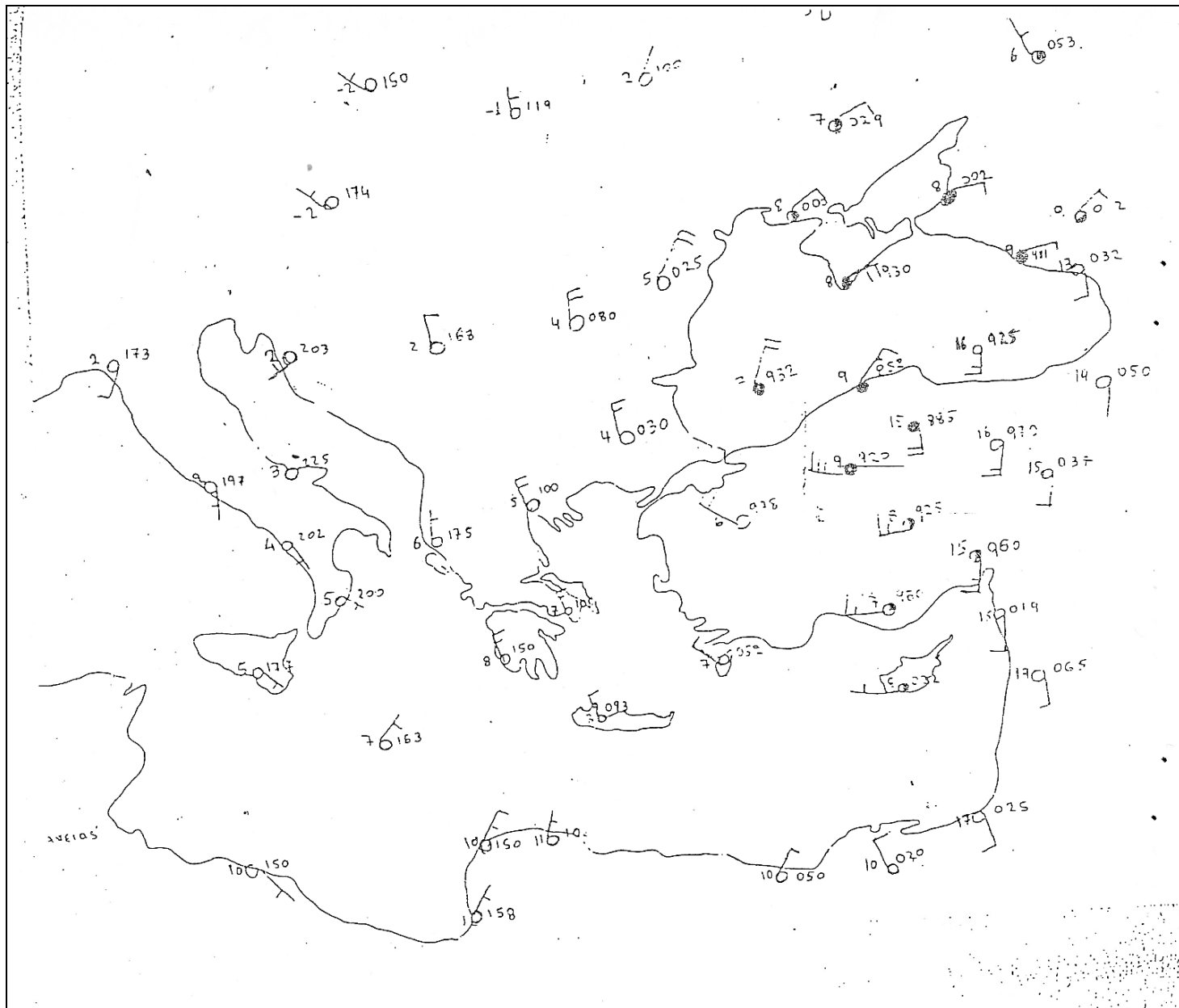


Συνήθως δεν δημιουργούνται μεμονωμένες υφέσεις αλλά **οικογένειες υφέσεων**.

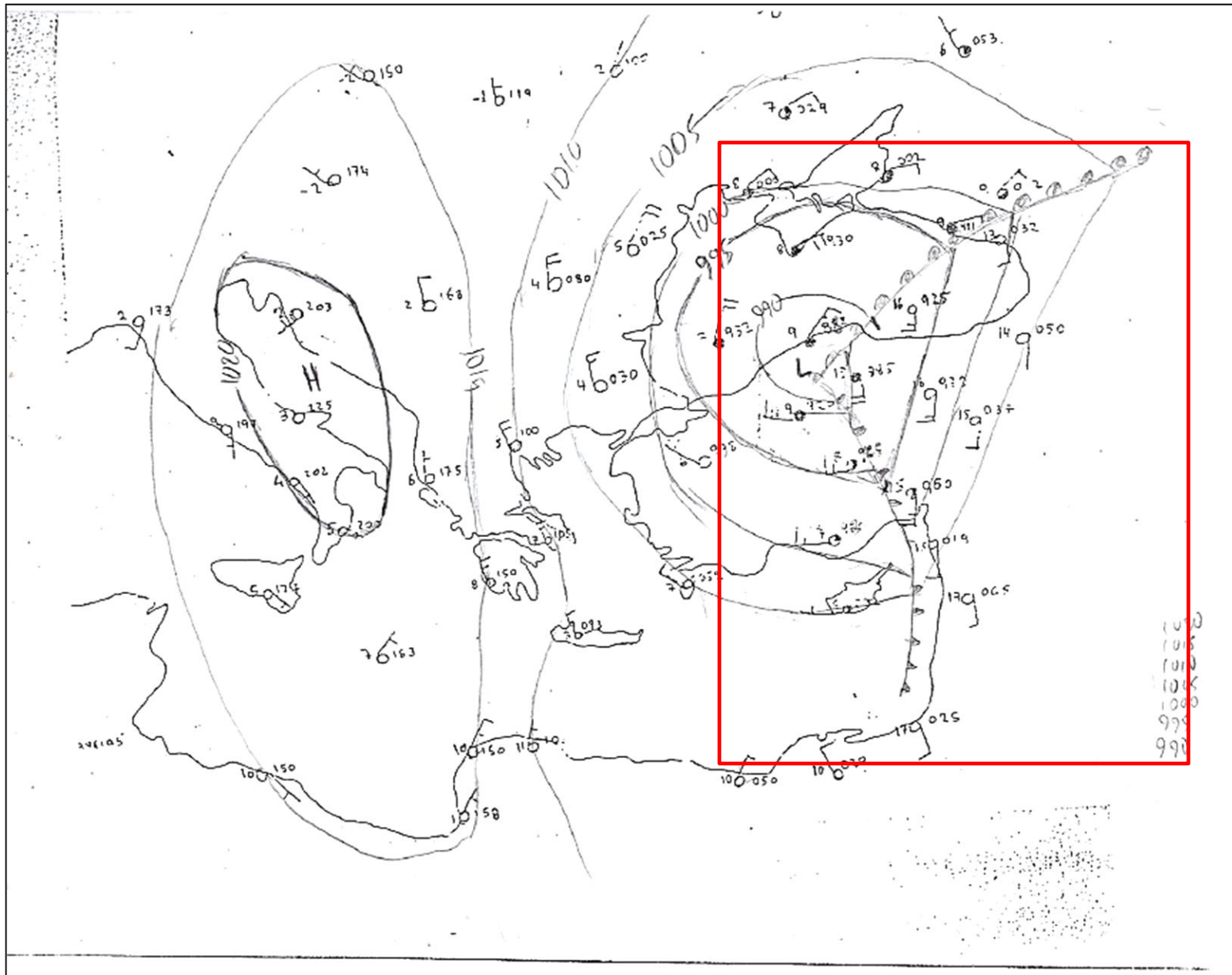
Χάραξη ύφεσης



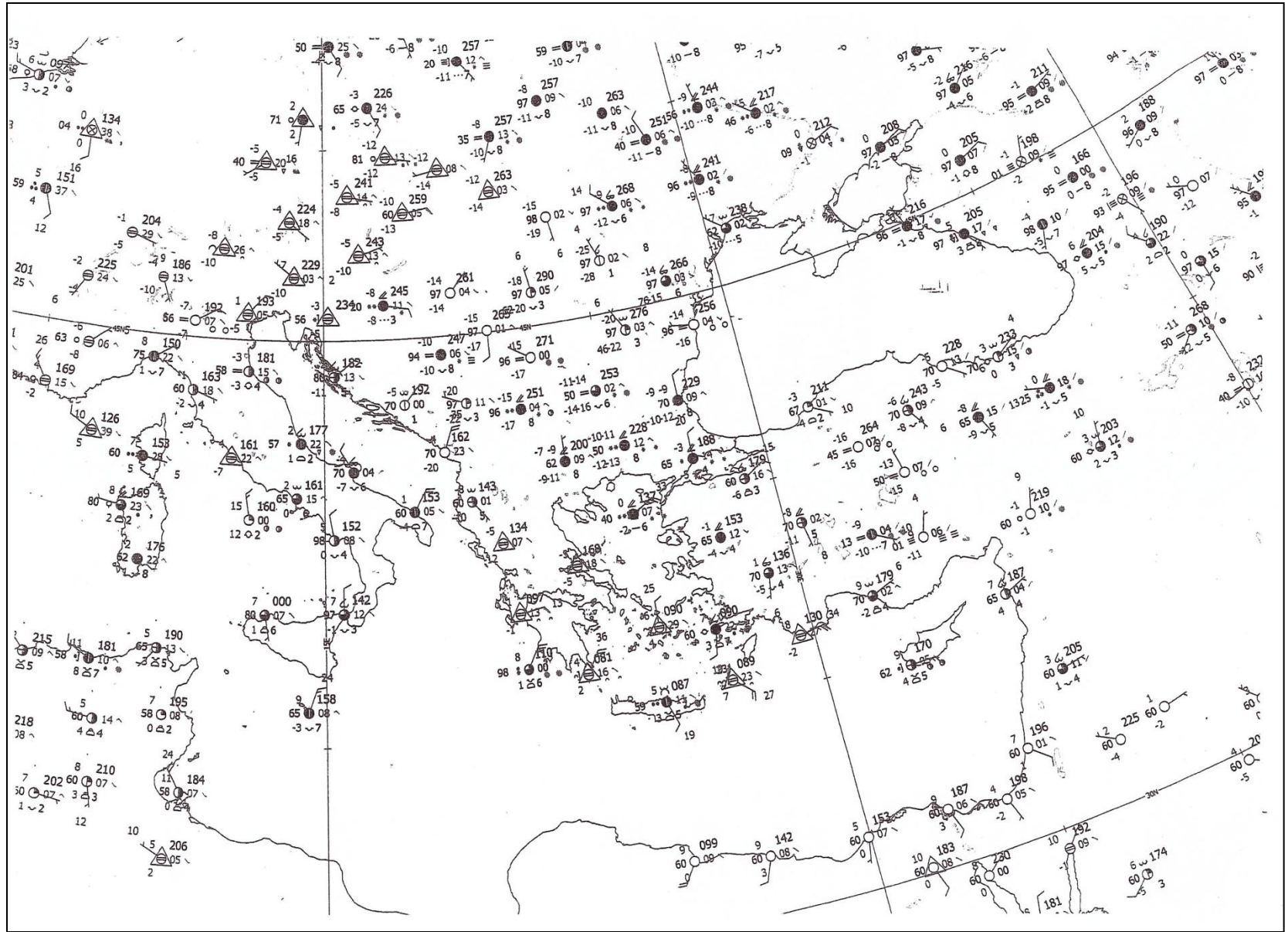
Επιφανειακός χάρτης – Μέτωπα



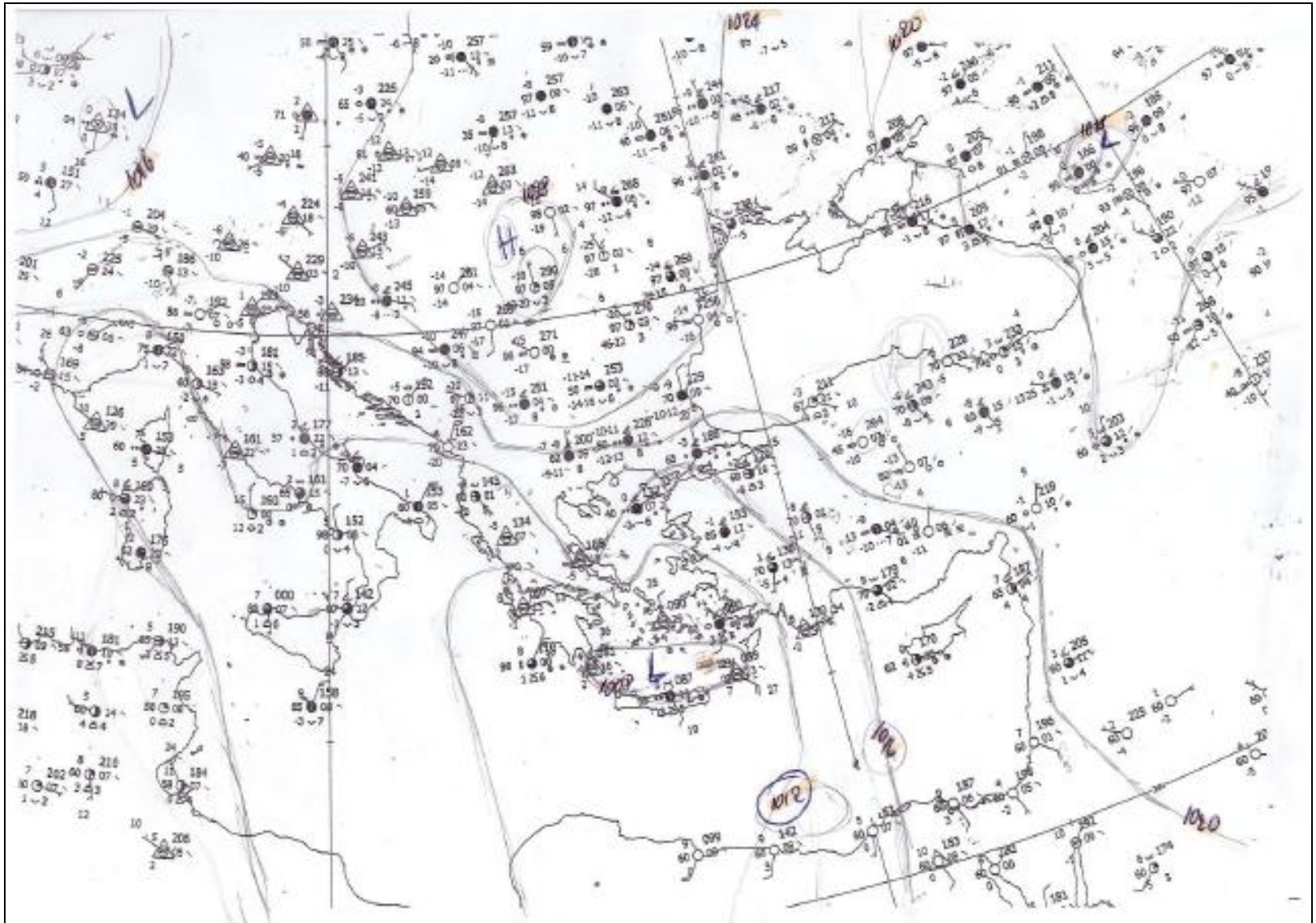
Επιφανειακός χάρτης – Μέτωπα



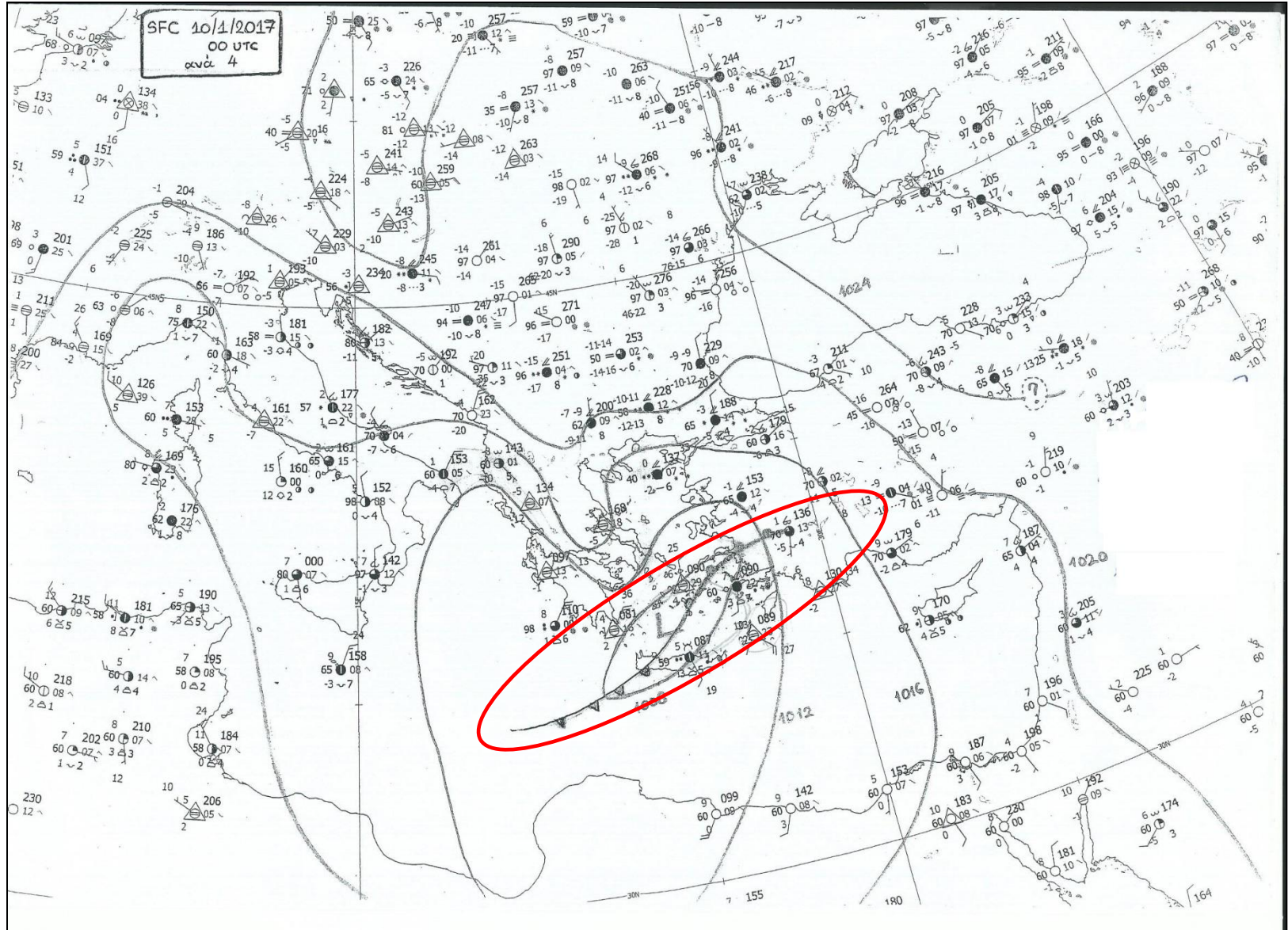
Επιφανειακός χάρτης – Μέτωπα



Επιφανειακός χάρτης – Μέτωπα



Επιφανειακός χάρτης – Μέντωπα



Βιβλιογραφία

- Μιχαλοπούλου Χ., Δεληγιώργη Δ.: «Εργαστηριακές Ασκήσεις Συνοπτικής Μετεωρολογίας», Αθήνα, 2004, 2016-2017
- Μαθήματα Δυναμικής-Συνοπτικής Μετεωρολογίας, 1988, Γ. Κάλλος, Δ. Δεληγιώργη
- Φλόκας Α.: «Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας», Εκδόσεις ΖΗΤΗ, 1992
- ΕΘΝΙΚΗ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ <http://www.hnms.gr/emv/el/>
- Δ. Μεταξάς, Α. Μπαρτζώκας: «Εισαγωγή στη Δυναμική Μετεωρολογία», Εκδόσεις, Μαρία Παρίκου, 2012
- Ατμοσφαιρικές διαταράξεις, Τμήμα Γεωλογίας ΑΠΘ
(http://www.geo.auth.gr/courses/gmc/gmc318y/xf/pdf/Geo_Systems.pdf)
- Γενική και Δυναμική Μετεωρολογία, Τμήμα Γεωλογίας, ΑΠΘ
http://users.auth.gr/pyth/presentations/mathimatiko/meteorologia_mathimatiko_kef6.pdf
- 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
- 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
- Title: The USA Today Weather Book(An Easy-To-Understand Guide to the USA's Weather) <>Binding: Paperback <>Author: JackWilliams <>Publisher: Vintage
- Σημειώσεις από τη διδασκαλία της Συνοπτικής Μετεωρολογίας, καθ. Φλόκα Έλενα, ΠΜΣ Φυσικής Περιβάλλοντος