

Μετεωρολογία (EL)

- [Metar Decoder](#)
- [Ατμόσφαιρα](#)
- [Ατμοσφαιρική πίεση](#)
- [Στοιχεία Κλιματολογίας](#)
- [Νέφη](#)
- [Πυκνότητα & Υγρασία](#)
- [Ενέργεια και Θερμοκρασία](#)
- [Αέριες μάζες & Μέτωπα](#)
- [Παγοποίηση](#)
- [Γενική κυκλοφορία της Ατμόσφαιρας - Αεροχείμαρροι](#)
- [Εκπομπές μετεωρολογικών πληροφοριών και μετεωρολογικά τηλεγραφήματα](#)
- [Υετός και Συμπυκνώσεις μικρής κλίμακας](#)
- [Χάρτες σημαντικού καιρού](#)
- [Καταιγίδα](#)
- [Αναταράξεις σε αιθρία](#)
- [Ορατότητα και ομίχλη](#)
- [Άνεμος](#)

Metar Decoder

Ατμόσφαιρα

Ατμόσφαιρα ονομάζεται το αεριώδες περίβλημα του πλανήτη μας που τον ακολουθεί σε όλες τις κινήσεις του.



Η ατμόσφαιρα της Γης, από το διάστημα, κατά την ανατολή του Ήλιου, στην περιοχή της θάλασσας της νότιας Κίνας.

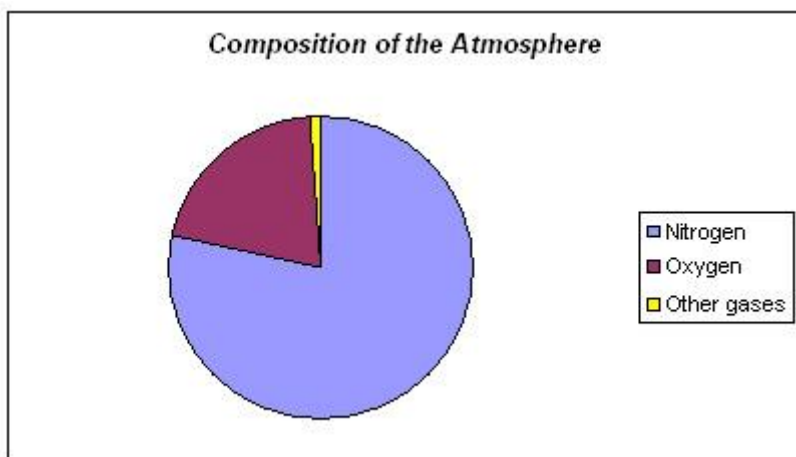
Οι θεωρητικοί υπολογισμοί δείχνουν ότι η ατμόσφαιρα φτάνει σε ύψος δεκάδων χιλιάδων μέτρων, αλλά διάφορα φαινόμενα που έχουν σχέση με την παρουσία της ατμόσφαιρας, δε μας επιτρέπουν να θεωρήσουμε το όριο της γήινης ατμόσφαιρας σε ύψος πάνω από 3000 km. Για σύγκριση, αναφέρεται ότι η ακτίνα της γης στον ισημερινό είναι 6380 km. Η ατμόσφαιρα της γης στα κατώτερα στρώματά της αποτελείται από:

μίγμα αερίων που αποτελούν αυτό που ονομάζουμε **ξηρό αέρα**,

νερό με τη μορφή στερεού, υγρού ή αερίου και

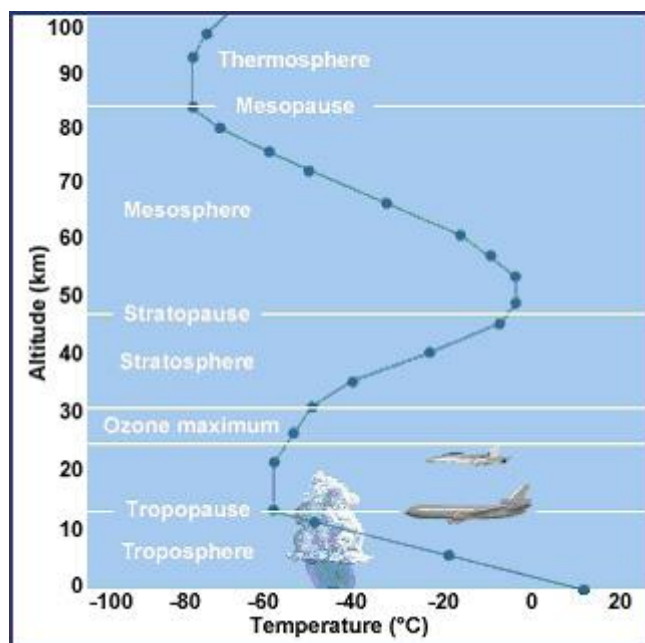
διάφορα στερεά ή υγρά σωματίδια.

Ο ξηρός αέρας αποτελείται από άζωτο σε ποσοστό 78% περίπου, οξυγόνο 21% περίπου και διάφορα άλλα αέρια (όπως αργό, διοξείδιο του άνθρακα, νέο, ήλιο κ.λ.π.) σε ποσοστό μόλις 1%.



Τα στρώματα της ατμόσφαιρας

Για να αναλυθεί η ατμόσφαιρα, δημιουργήθηκαν διάφορα μοντέλα που τη διαιρούν σε στρώματα με παρόμοιες ιδιότητες. Το πιο κοινό μοντέλο μέχρι σήμερα είναι αυτό που διαιρεί την ατμόσφαιρα σε στρώματα με βάση τη μεταβολή της θερμοκρασίας με το ύψος. Με το κριτήριο αυτό διακρίνονται στην ατμόσφαιρα πέντε στρώματα, τα οποία είναι με τη σειρά που διατάσσονται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους, η **Τροπόσφαιρα**, η **Στρατόσφαιρα**, η **Μεσόσφαιρα**, η **Θερμόσφαιρα** και η **Εξώσφαιρα**. Οι επιφάνειες που διαχωρίζουν τα στρώματα αυτά είναι στην πραγματικότητα μεταβατικές ζώνες αρκετού πάχους και ονομάζονται παύσεις (Τροπόπαυση, Στρατόπαυση, Μεσόπαυση και Θερμόπαυση). Χαρακτηριστικό των παύσεων είναι η σταθερή θερμοκρασία.



Η κατακόρυφη κατανομή της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα.

Το κατώτερο στρώμα, το πιο κοντινό στη Γη, ονομάζεται **Τροπόσφαιρα**. Αυτή εκτείνεται μέχρι το μέσο ύψος των 11 km, περιέχει τα $\frac{3}{4}$ της όλης μάζας του ατμοσφαιρικού αέρα και το σύνολο

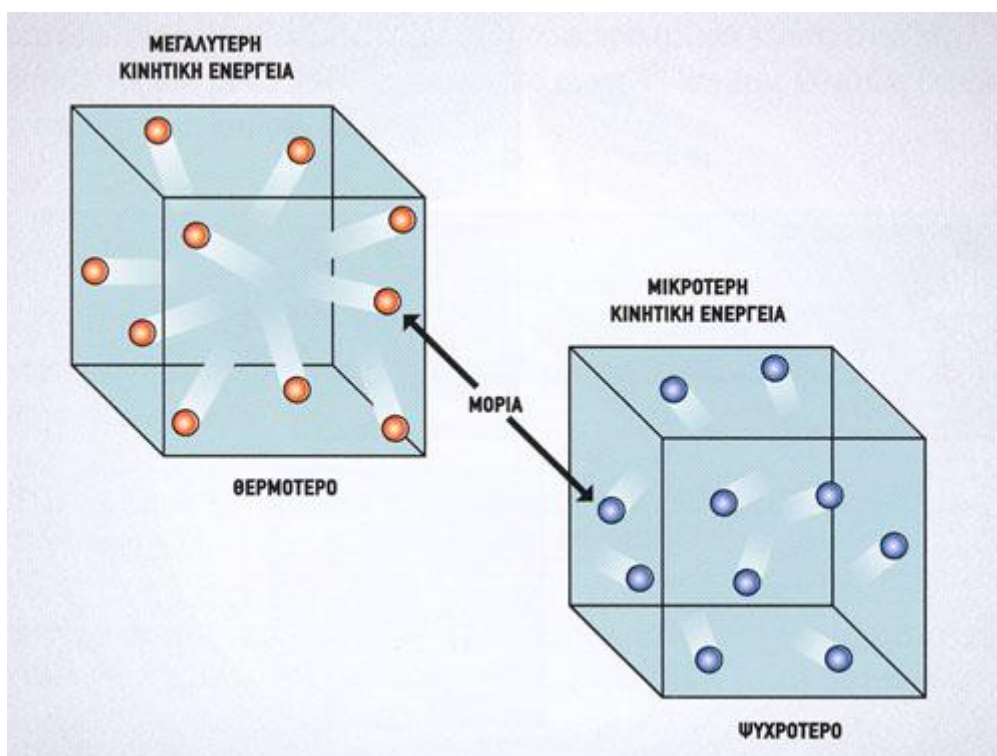
σχεδόν του νερού της ατμόσφαιρας. Στην τροπόσφαιρα μπορούμε να πούμε επίσης ότι συμβαίνει το σύνολο των μετεωρολογικών φαινομένων. Η θερμοκρασία στην Τροπόσφαιρα ελαττώνεται με το ύψος ομοιόμορφα, κατά μέσο όρο 6.5 βαθμούς Κελσίου ανά 1000 m (6.5°C/1000m). Το ύψος της Τροπόσφαιρας ποικίλει με το γεωγραφικό πλάτος. Στον ισημερινό το ύψος αυτό φτάνει τα 16 με 17 km, στους πόλους είναι 7 με 8 km, ενώ στα μέσα πλάτη φτάνει τα 11 km περίπου. Οι διακυμάνσεις αυτές οφείλονται σε φαινόμενα που σχετίζονται με τις εποχές καθώς και στην παρουσία βαρομετρικών συστημάτων.

Ιδιότητες της ατμόσφαιρας

Αφού η ατμόσφαιρα είναι κυρίως ένα μείγμα αερίων, η περιγραφή της γίνεται με όρους της κατάστασης των αερίων που την αποτελούν. Οι τρεις βασικές μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν την κατάσταση των αερίων είναι η θερμοκρασία, η πίεση και η πυκνότητα.

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία ορίζεται με διάφορους τρόπους, ένας από αυτούς είναι ως μέτρο του πόσο ζεστό ή κρύο είναι ένα αντικείμενο (αέριο στην προκειμένη περίπτωση). Η θερμοκρασία ορίζεται επίσης ως η μέση τιμή της κινητικής ενέργειας όλων των μορίων από τα οποία αποτελείται ένα αέριο μείγμα. Όσο μεγαλύτερη η κινητική ενέργεια, τόσο μεγαλύτερη και η θερμοκρασία. Το **απόλυτο μηδέν** είναι η θερμοκρασία στην οποία σταματάει κάθε κίνηση μορίου.



Η θερμοκρασία είναι μέτρο της μέσης κινητικής ενέργειας των μορίων ενός αερίου.

Πυκνότητα

$$D = m/V \text{ (όπου } m \text{ η μάζα και } V \text{ ο όγκος ενός αερίου)}$$

Η πυκνότητα είναι ίση με το πηλίκο της μάζας δια του όγκου στον οποίο βρίσκεται αυτή η μάζα. Για να αυξήσουμε λοιπόν την πυκνότητα ενός αερίου ή θα πρέπει να αυξήσουμε τη μάζα που βρίσκεται σε ένα συγκεκριμένο όγκο ή να μειώσουμε τον όγκο του αερίου.

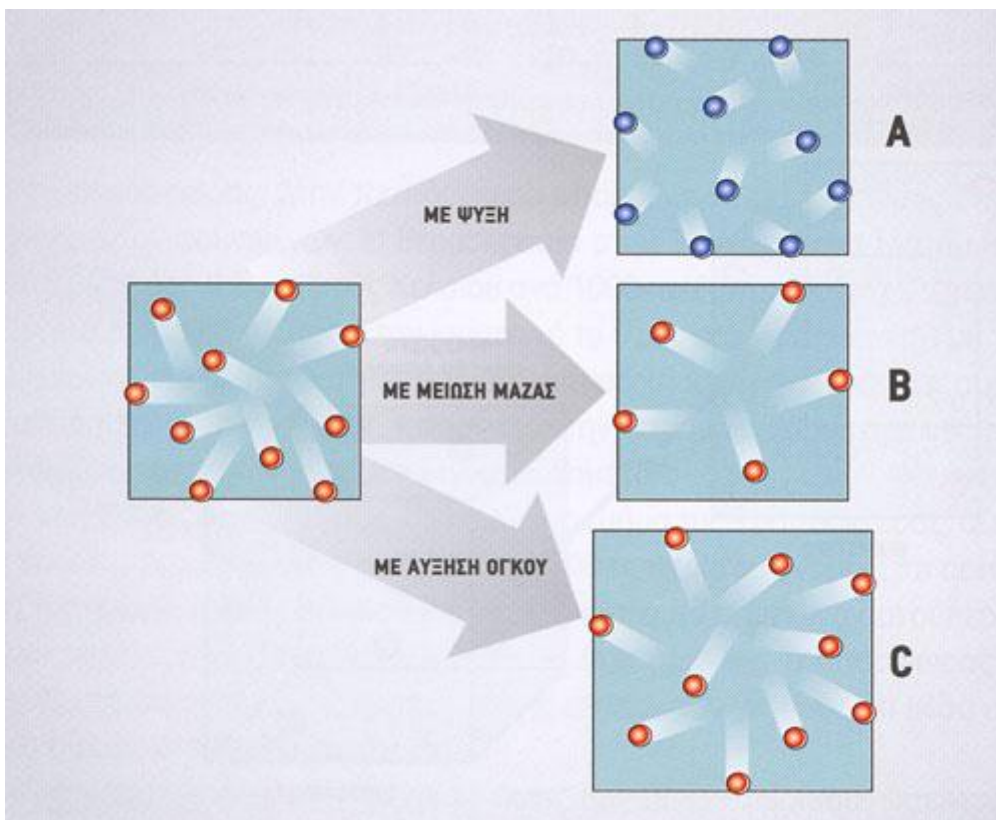
Πίεση

Πίεση είναι η δύναμη που ασκείται από τα κινούμενα μόρια ενός αερίου σε συγκεκριμένη επιφάνεια (π.χ. σε ένα τετραγωνικό μέτρο) προς την επιφάνεια αυτή. Μια τυπική τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης στο επίπεδο της επιφάνειας της θάλασσας είναι 1013.25 hPa.

Ο νόμος των τέλειων αερίων

$$P/DT=R \Leftrightarrow PV/mT=R \text{ (} P=\text{πίεση, } T=\text{απόλυτη θερμοκρασία, } R=\text{σταθερός αριθμός)}$$

Η εξίσωση εκφράζει ότι το πηλίκο της πίεσης δια του γινομένου της πυκνότητας επί τη θερμοκρασία παραμένει σταθερό. Αυτό σημαίνει ότι για να μειωθεί η πίεση ή θα πρέπει να μειωθεί η πυκνότητα του αερίου ή να μειωθεί η θερμοκρασία του ώστε το πηλίκο να παραμείνει σταθερό. Η μεν μείωση της θερμοκρασίας επιτυγχάνεται απλά με ψύξη, η δε μείωση της πυκνότητας επιτυγχάνεται είτε με μείωση της μάζας, είτε με αύξηση του όγκου του αερίου.



Η πίεση μειώνεται με ψύξη, μείωση της μάζας ή αύξηση του όγκου.

Η αλλαγή της πίεσης ή της θερμοκρασίας ενός αερίου, διατηρώντας τον όγκο του σταθερό, ονομάζεται ισόχωρη μεταβολή. Η μεταβολή κατά την οποία η πίεση παραμένει σταθερή ονομάζεται ισοβαρής. Στην περίπτωση που η θερμοκρασία παραμένει σταθερή και μεταβάλλονται οι άλλες δύο παράμετροι, έχουμε ισόθερμη μεταβολή. **Αδιαβατική** ονομάζεται η μεταβολή εκείνη κατά την οποία το αέριο δεν ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον, δηλαδή δε δίνεται στο αέριο αλλά ούτε αφαιρείται από αυτό κάποιο ποσόν θερμότητας.

Διεθνής Πρότυπη Ατμόσφαιρα (I.S.A.)

Ατμοσφαιρικό μοντέλο που υιοθετήθηκε από τον ICAO και χρησιμοποιείται στην αεροπλοΐα. Αποτελεί προσέγγιση της μέσης ετήσιας ατμόσφαιρας όλων των γεωγραφικών πλατών.

Σύμφωνα με τη διεθνή πρότυπη ατμόσφαιρα, η ατμόσφαιρα της γης θεωρείται ότι

- είναι απόλυτα ξηρή με σταθερή σύσταση
- συμπεριφέρεται σαν ιδανικό αέριο
- στη μέση στάθμη θαλάσσης (Μ.Σ.Θ.) η θερμοκρασία είναι **15°C**, η πίεση **1013.25 hPa** (ή **29.92 in.Hg**) και η πυκνότητα 1.225 kg/m³
- η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα στην τροπόσφαιρα (μέχρι 11km) είναι ίση με **6.5°C/ 1000 m** (**2°C/ 1000 πόδια**)
- από ύψος 11 km έως 20 km, η θερμοκρασία είναι σταθερή και ίση με **-56.5°C**

Σύγκριση Πραγματικής Ατμόσφαιρας με I.S.A.

Μία συγκεκριμένη μέρα μετριέται η θερμοκρασία σε κάποιο ύψος, π.χ στα 2000 πόδια και βρίσκεται ίση με 18oC. Σύμφωνα με τη Διεθνή Πρότυπη ατμόσφαιρα, στα 2000 πόδια η θερμοκρασία είναι ίση με 15°C - 4°C= 11°C. Συγκρίνοντας λοιπόν την πραγματική θερμοκρασία στο ύψος αυτό με τη θεωρητική θερμοκρασία που προκύπτει από την I.S.A. λέμε ότι η πραγματική θερμοκρασία είναι ISA+7.

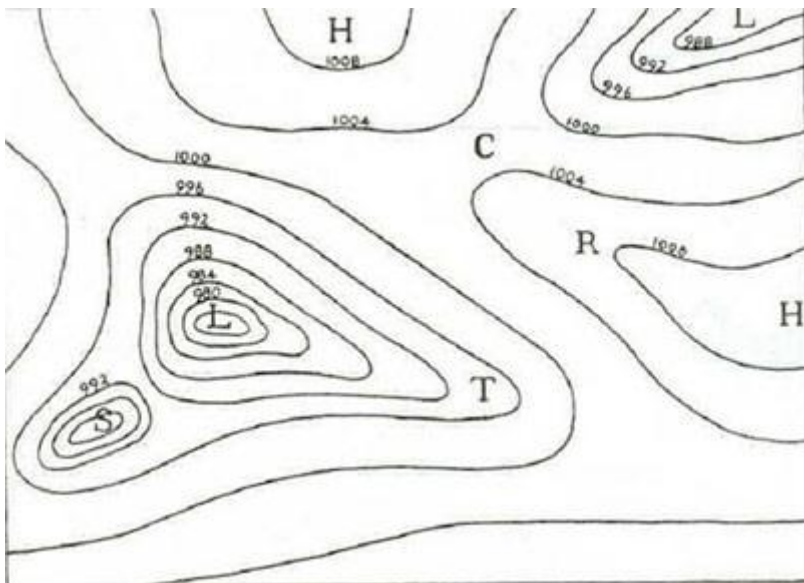
Ατμοσφαιρική πίεση

Βαρομετρική πίεση και χάρτες επιφανείας

Οι πιέσεις που μετρούνται σε κάθε μετεωρολογικό σταθμό, ανάγονται στη μέση στάθμη θαλάσσης και σημειώνονται στους **χάρτες επιφανείας (surface analysis charts)**. Η νέα αυτή τιμή της βαρομετρικής πίεσης, που έχει αναχθεί στη Μ.Σ.Θ. σύμφωνα με την πραγματική κατάσταση της ατμόσφαιρας, ονομάζεται **QFF**.

Οι γραμμές που ενώνουν τους τόπους με το ίδιο QFF σε ένα χάρτη επιφανείας, ονομάζονται **ισοβαρείς καμπύλες (isobars)**. Οι ισοβαρείς καμπύλες μπορεί να είναι ευθείες παράλληλες ή να παρουσιάζουν άλλη μορφή. Στο σχήμα παρουσιάζονται οι συνήθεις τύποι των ισοβαρών καμπύλων. Διακρίνονται οι παρακάτω κατηγορίες:

- **Κυκλώνας (ύφεση ή χαμηλό) (Low)**. Μια οικογένεια ισοβαρών καμπύλων με κυκλική ή ελλειπτική μορφή, που έχουν το ίδιο περίπου κέντρο και στις οποίες η πίεση ελαττώνεται από την εξωτερική προς την εσωτερική ισοβαρή.
- **Αντικυκλώνας (υψηλό) (High)**. Οικογένεια ισοβαρών με μορφή επίσης ελλειπτική ή κυκλική και περίπου το ίδιο κέντρο, στις οποίες η πίεση αυξάνει από την εξωτερική προς την εσωτερική ισοβαρή.
- **Δευτερεύουσα ύφεση (Secondary Low)**. Κλειστές ισοβαρείς καμπύλες που περιέχονται στις ισοβαρείς καμπύλες μεγαλύτερης ύψους, συνήθως στη νοτιοδυτική πλευρά της κύριας ύψους (για το Βόρειο Ημισφαίριο).
- **Σφήνας (έξαρση) υψηλών πιέσεων (Ridge)**. Αντικυκλώνας με οξεία προεκβολή ενός τμήματός του προς χαμηλές πιέσεις.
- **Σκάφη (αυλώνας) χαμηλών πιέσεων (Trough)**. Ύφεση με οξεία προεκβολή ενός τμήματός της προς υψηλές πιέσεις.
- **Βαρομετρικός λαιμός (Col)**. Περιοχή ανάμεσα σε δύο υφέσεις και δύο αντικυκλώνες, που έχουν διαταχθεί σταυρωτά. Σε ένα λαιμό (col) ο καιρός είναι σταθερός, αλλά εξαρτάται από τις αλλαγές της πίεσης. Το φθινόπωρο και το χειμώνα ένας βαρομετρικός λαιμός δίνει κακή ορατότητα και ομίχλη, ενώ το καλοκαίρι συχνά δημιουργούνται καταιγίδες.



Το πηλίκο της μεταβολής της πίεσης μεταξύ δύο ισοβαρών καμπύλων προς τη μεταξύ τους απόσταση, ονομάζεται **βαροβαθμίδα (pressure gradient)**. Όσο πιο πυκνές είναι οι ισοβαρείς καμπύλες, τόσο πιο μεγάλη και η βαροβαθμίδα. Όμως όσο πιο πυκνές είναι οι ισοβαρείς σε μια συγκεκριμένη απόσταση, σημαίνει ότι τόσο μεγαλύτερη διαφορά πίεσης έχουν οι τόποι στην απόσταση αυτή, άρα και τόσο πιο σφοδροί θα είναι οι άνεμοι που φυσούν στην περιοχή. Από την οριζόντια βαροβαθμίδα λοιπόν (ή αλλιώς από την πυκνότητα των ισοβαρών) μπορούμε να κάνουμε μια πρώτη εκτίμηση της έντασης των ανέμων που πνέουν σε μια περιοχή.

Χάρτες ανώτερης ατμόσφαιρας (Constant pressure charts)

Ένας χάρτης ανώτερης ατμόσφαιρας είναι χάρτης σταθερής πίεσης, είναι δηλαδή επιφάνεια στην οποία όλα τα σημεία έχουν ίδια πίεση. Προφανώς η επιφάνεια σταθερής πίεσης δεν είναι αναγκαστικά επίπεδο, αλλά μοιάζει περισσότερο με την επιφάνεια της θάλασσας. Σε μια επιφάνεια σταθερής πίεσης σημειώνεται το ύψος κάθε σημείου και τα σημεία με το ίδιο ύψος ενώνονται με γραμμές, οι οποίες ονομάζονται **ισοϋψείς καμπύλες (contours)**.

Υψομετρία αεροσκαφών

Το υψόμετρο του αεροσκάφους είναι στην ουσία ένα μεταλλικό βαρόμετρο ειδικής κατασκευής, που δείχνει κατευθείαν το ύψος του αεροσκάφους σε πόδια. Έχει μια θυρίδα (υποκλίμακα), στην οποία ο χειριστής βάζει την εκάστοτε βαρομετρική πίεση στο έδαφος. Η γενική ιδέα είναι ότι το υψόμετρο του αεροσκάφους μετρά την εξωτερική πίεση στο ύψος που βρίσκεται, στη συνέχεια χρησιμοποιώντας τους τύπους της φυσικής και την πίεση στο έδαφος, δίνει το ύψος στο οποίο

βρίσκεται το αεροσκάφος. Τα υψόμετρα βαθμολογούνται με τη βοήθεια της διεθνούς πρότυπης ατμόσφαιρας, η πίεση λοιπόν που βάζει ο χειριστής στη θυρίδα, θα πρέπει να έχει αναχθεί σύμφωνα με τις συνθήκες που ορίζει η διεθνής πρότυπη ατμόσφαιρα και για να βρίσκεται το ύψος του αεροσκάφους από τη Μ.Σ.Θ., η πίεση θα πρέπει επίσης να έχει αναχθεί στη Μ.Σ.Θ. Αυτή η πίεση ονομάζεται **QNH**. Το QNH είναι λοιπόν η πίεση ενός τόπου που έχει αναχθεί στη μέση στάθμη θαλάσσης σύμφωνα με τις συνθήκες της διεθνούς πρότυπης ατμόσφαιρας.

ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΥΨΟΜΕΤΡΙΑΣ

Αλλαγή QNH

Η πρότυπη ατμόσφαιρα βασίζεται σε σταθερή πίεση μέσης στάθμης θαλάσσης, ίση με 1013.25 hPa, αλλά η πραγματική πίεση στη Μ.Σ.Θ. μπορεί να διαφέρει πολύ από τη σταθερή αυτή τιμή. Το πραγματικό ύψος ενός αεροσκάφους μπορεί να είναι μεγαλύτερο από το ενδεικνυόμενο στο υψόμετρο, όταν η πραγματική πίεση στη Μ.Σ.Θ. είναι μεγαλύτερη από 1013.25 ή από την τιμή που έχει επιλέξει ο χειριστής κι έχει βάλει στη θυρίδα του υψόμετρου. Αντίστοιχα ένα αεροσκάφος βρίσκεται χαμηλότερα από το ύψος που δείχνει το υψόμετρό του, αν η πίεση στη Μ.Σ.Θ. είναι μικρότερη από τη σταθερή. Στο πρόβλημα αυτό οφείλεται ο κανόνας:

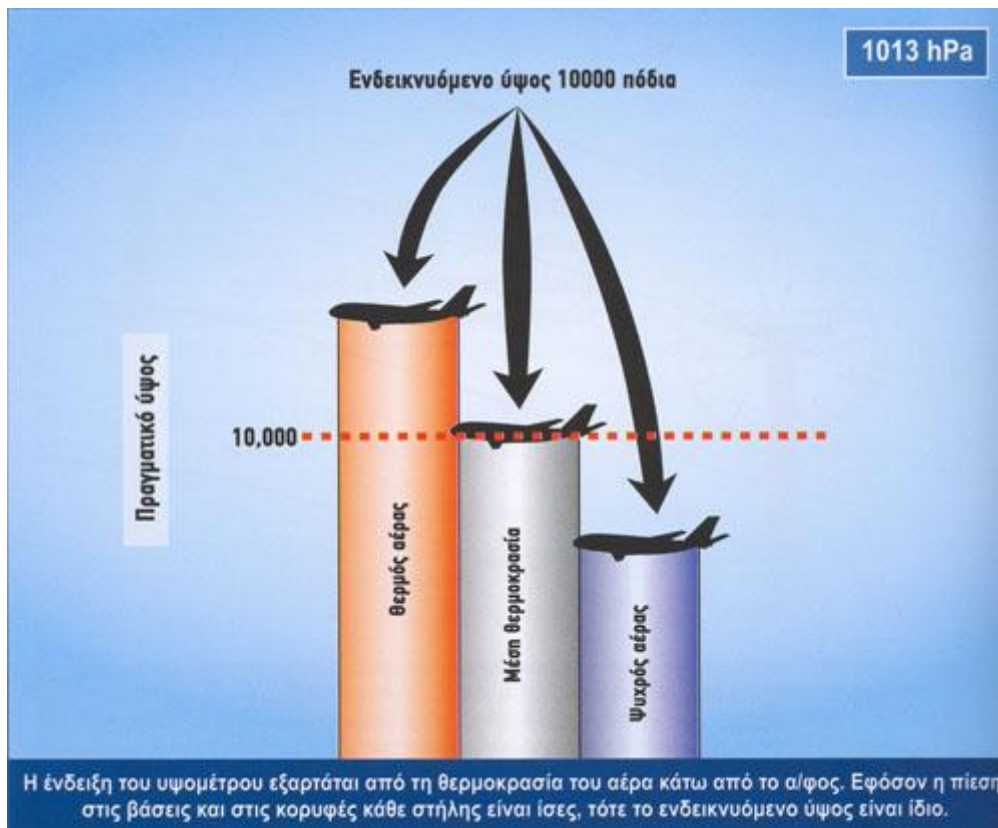
From High to Low, Look out Below

δηλαδή, όταν πηγαίνει ένα α/φος από περιοχή με υψηλές σε περιοχή με χαμηλές πιέσεις, τότε ο χειριστής πρέπει να προσέχει κάτω, γιατί βρίσκεται πιο χαμηλά από όσο δείχνει το υψόμετρο.



Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο ένας χειριστής πρέπει να ενημερώνεται διαρκώς για τυχόν αλλαγή του QNH και να φροντίζει πάντα να έχει το σωστό QNH στη θυρίδα του υψόμετρου του α/φους.

Θερμοκρασία μεγαλύτερη ή μικρότερη από τη σταθερή



Το δεύτερο σφάλμα στην υψομετρία προκύπτει όταν η ατμοσφαιρική θερμοκρασία διαφέρει από εκείνη της πρότυπης ατμόσφαιρας. Στον ψυχρό αέρα η πίεση πέφτει πιο γρήγορα με το ύψος από ό,τι πέφτει στο θερμό αέρα. Έτσι όταν αεροσκάφος, στο οποίο ο χειριστής έχει τοποθετήσει το σωστό QNH στη θυρίδα του υψομέτρου, πετάει σε ψυχρό αέρα, το ενδεικνυόμενο ύψος θα είναι μεγαλύτερο από το πραγματικό, ενώ όταν πετάει σε θερμό αέρα, το ενδεικνυόμενο ύψος θα είναι μικρότερο από το πραγματικό.

Δυνατά κατακόρυφα ρεύματα αέρα

Το τρίτο σφάλμα πηγάζει από απότομες αλλαγές στις κατακόρυφες κινήσεις του ατμοσφαιρικού αέρα. Οι αλλαγές αυτές διαταράσσουν την ισορροπία των δυνάμεων που επιτρέπουν στην ατμοσφαιρική πίεση να συνδέεται άμεσα με το ύψος. Τέτοιου είδους σφάλματα αναμένονται σε καταιγίδες και σε ισχυρά κύματα όρους.

Όταν ο χειριστής του αεροσκάφους έχει τοποθετήσει στη θυρίδα του υψομέτρου το σωστό QNH, τότε το υψόμετρο θα πρέπει να δείχνει ύψος μηδέν, όταν βρίσκεται στη μέση στάθμη θαλάσσης. Όμως τα περισσότερα αεροδρόμια βρίσκονται σε κάποιο υψόμετρο, ακόμη και το αεροδρόμιο της Θεσσαλονίκης που βρίσκεται δίπλα στη θάλασσα έχει κάποιο υψόμετρο, για παράδειγμα το κατώφλι του διαδρόμου 16 έχει υψόμετρο 13 πόδια, ενώ το κατώφλι του διαδρόμου 34 έχει

υψόμετρο 22 πόδια. Όταν λοιπόν προσγειώνεται ένα α/φος στο διάδρομο 16, το υψόμετρό του θα δείχνει 13 πόδια. Για να δείχνει μηδέν το υψόμετρο του α/φους όταν αυτό βρίσκεται στο διάδρομο, θα πρέπει ο χειριστής να τοποθετήσει στη θυρίδα του υψομέτρου το QFE. Το QFE είναι η πίεση που έχει αναχθεί στη μέση στάθμη του διαδρόμου και χρησιμοποιείται από το χειριστή όταν το αεροδρόμιο βρίσκεται σε μεγάλο υψόμετρο (π.χ. Καστοριά).

Ύψος πίεσης (Pressure altitude) ονομάζεται το ύψος που δείχνει το υψόμετρο του αεροσκάφους όταν στην υποκλίμακα έχει τοποθετηθεί 1013.

Στοιχεία Κλιματολογίας

ΕΥΡΩΠΗ

Γεωγραφικά στοιχεία

Η βόρεια και κεντρική Ευρώπη περιβάλλεται από τα βουνά της Νορβηγίας στα βόρεια και από αρκετές οροσειρές στα νότια με σημαντικότερη από όλες εκείνη των Άλπεων. Ανάμεσα στις δύο αυτές περιοχές, εκτείνεται η βορειοευρωπαϊκή πεδιάδα χωρίς κανένα φράγμα προστασίας από τους ανέμους του Ατλαντικού στα δυτικά και τους ψυχρούς ανέμους το χειμώνα από τα ανατολικά.

Χειμώνας

Βαρομετρικά συστήματα

Υφέσεις πολικού μετώπου: Είναι υφέσεις που δημιουργούνται από το πολικό μέτωπο και δίνουν άσχημο καιρό από το έδαφος μέχρι το τέλος της τροπόσφαιρας. Κινούνται από τον Ατλαντικό προς τη Ρωσία κυρίως ανάμεσα από τους ορεινούς φραγμούς στα βόρεια και τα νότια αν και οι τροχιές τους γενικά ποικίλουν. Οι περιοχές στα νότια κάθε τέτοιου είδους ύφεσης αντιμετωπίζουν καιρό μετώπου.

Υφέσεις των Άλπεων: Οι Άλπεις συχνά εμποδίζουν και καθυστερούν τα ψυχρά μέτωπα, προκαλώντας έτσι την επίμονη παραμονή των μετωπικών και ορογραφικών νεφών στη βόρεια πλευρά τους. Μια δευτερεύουσα ύφεση μπορεί να δημιουργηθεί σε ένα τέτοιο μέτωπο, η οποία τείνει να κινείται με τροχιά ανατολή - δύση - ανατολή κατά μήκος του μετώπου μέχρις ότου η κυκλωνική κυκλοφορία γύρω από την ύφεση, να οδηγήσει το μέτωπο τελικά προς τη Μεσόγειο.

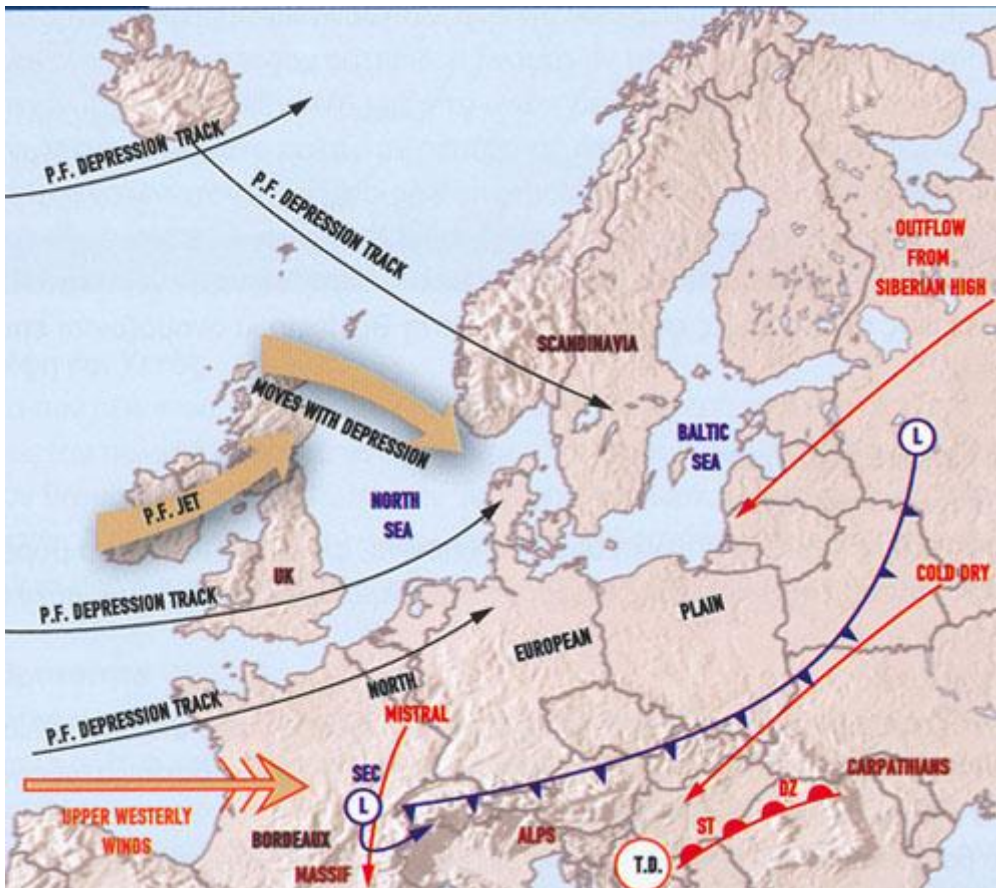
Θερμικές Υφέσεις: Θερμικές υφέσεις μπορούν να σχηματιστούν το χειμώνα στα ανατολικά των Άλπεων πάνω από τη κοιλάδα του Δούναβη, η οποία είναι υγρή και σχετικά θερμή. Η κυκλωνική κυκλοφορία που συνδέεται με τις υφέσεις αυτές φέρνει θερμό αέρα στα βόρεια από τη Μεσόγειο σχηματίζοντας ενεργά θερμά μέτωπα. Τα μέτωπα αυτά δίνουν εκτεταμένα χαμηλά νέφη stratus στη Γερμανία και χιονοπτώσεις πιο βόρεια, στην Αγγλία.

Επέκταση Σιβηρικού αντικυκλώνα: Δίνει πολικό ηπειρωτικό αέρα το χειμώνα και νωρίς την άνοιξη. Προκαλεί κρύο και ξηρό καιρό με καθαρό ουρανό και χαμηλά stratus ή ομίχλη.

Παροδικά Υψηλά: Μεταξύ των υφέσεων μπορεί να υφίστανται παροδικά υψηλά, τα οποία εισάγουν κρύο πολικό θαλάσσιο ή αρκτικό θαλάσσιο αέρα.

Νέφη και υετός

Όλα τα είδη νεφών μπορούν να εμφανιστούν στην περιοχή αλλά η μέση ποσότητα αναφέρεται ότι είναι 6 όγδοα το χειμώνα. Το ετήσιο ύψος βροχής είναι 100 cm στα δυτικά και λιγότερο από 51 cm στα ανατολικά. Υετός με τη μορφή χιονιού πέφτει το χειμώνα ιδιαίτερα στα ανατολικά ή νοτιοανατολικά όπου το έδαφος μπορεί να παραμείνει καλυμμένο με χιόνι για μεγάλες περιόδους.



Ο καιρός της Ευρώπης το χειμώνα

Ορατότητα

Υπάρχει μεγάλη συχνότητα ομίχλων ακτινοβολίας το φθινόπωρο και το χειμώνα που μπορεί να είναι εκτεταμένες, πυκνές και επίμονες όταν συνδέονται με αντικυκλωνικές συνθήκες, που γίνονται χειρότερες εξαιτίας της βιομηχανικής ρύπανσης. Ομίχλη μεταφοράς και χαμηλά νέφη εμφανίζονται συχνά στις ακτές σε τροπικό θαλάσσιο ή επιστρέφοντα πολικό θαλάσσιο αέρα. Μετωπική ομίχλη μπορεί επίσης να σχηματιστεί στα θερμά μέτωπα των υφέσεων του πολικού μετώπου.

Άνεμοι επιφανείας

Γενικά δυτικοί, αλλά και ανατολικοί στη βόρεια πλευρά των υφέσεων. Ανατολικοί - βορειοανατολικοί μπορεί επίσης να εμφανιστούν εξαιτίας του υψηλού της Σιβηρίας.

Άνεμοι ανώτερης ατμόσφαιρας

Οι δυτικοί αυξάνουν σε ένταση με το ύψος. Είναι συχνοί οι αεροχείμαρροι του πολικού μετώπου στα 30000 – 35000 πόδια, με ταχύτητες που ξεπερνούν τους 100 κόμβους.

Παγοποίηση

Παγοποίηση συμβαίνει συχνά και σε μεγάλα στρώματα στα μετωπικά νέφη και είναι συνήθως μέτρια ως ισχυρή. Πηγνυόμενη βροχή μπορεί να προκαλέσει σχηματισμό καθαρού πάγου σε ψυχρό αέρα κάτω από θερμό μέτωπο ή θερμή σύσφιξη. Το επίπεδο παγοποίησης βρίσκεται στα 4000 πόδια περίπου στην κεντρική Γαλλία, αλλά στα ανατολικά μπορεί να είναι και στην επιφάνεια του εδάφους.

Ύψος Τροπόπαυσης

Στην Αγγλία και την κεντρική Γαλλία, η τροπόπαυση βρίσκεται τον Ιανουάριο στα 35000 πόδια περίπου.

Καλοκαίρι

Βαρομετρικά συστήματα

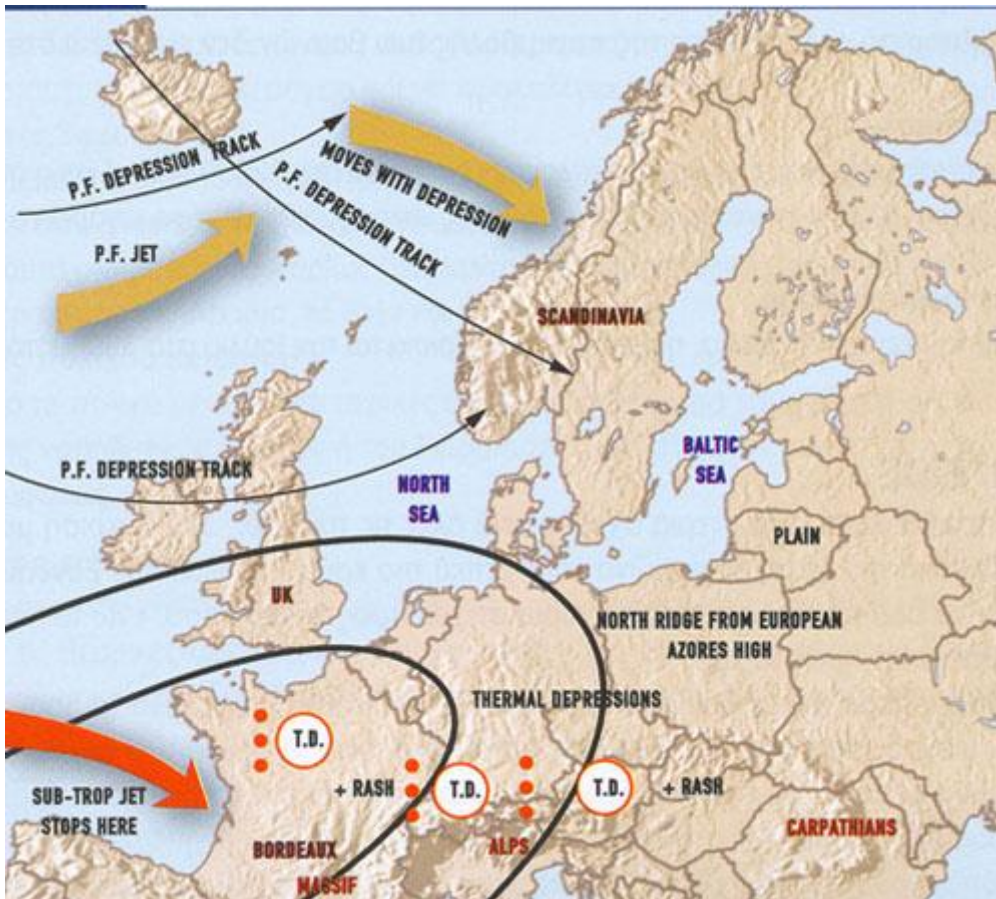
Υφέσεις πολικού μετώπου: Οι υφέσεις αυτές έχουν πορεία ανατολική όπως το χειμώνα, αλλά υφίστανται πιο βόρεια. Είναι λιγότερο έντονες εξαιτίας της μικρότερης διαφοράς θερμοκρασίας ανάμεσα στις πολικές και τις τροπικές αέριες μάζες.

Θερμικές Υφέσεις: Ισχυρός ηλιασμός μπορεί να προκαλέσει ενεργές θερμικές υφέσεις πάνω από τη Γαλλία και τη νότια Γερμανία. Οι καταιγίδες είναι συχνές όταν υπάρχει υγρασία και αστάθεια στην ατμόσφαιρα.

Υψηλό των Αζορών: Το υψηλό αυτό βρίσκεται δυτικά της Αφρικής στις 35ο βόρειο πλάτος. Η έξαρση (ridge) που συνδέεται με το υψηλό αυτό και διασχίζει την Ευρώπη, δίνει συχνά μικρές περιόδους καλού και ξηρού καιρού.

Παροδικά Υψηλά: Παροδικές εξάρσεις (ridge) ή πρόσκαιροι αντικυκλώνες στα βορειοδυτικά, επικρατούν το καλοκαίρι, μεταξύ ασθενών υφέσεων πολικού μετώπου.

Σκανδιναβικά Υψηλά: Αυτά μπορεί να εμμένουν για μερικές μέρες τραβώντας αέρα από τη Ρωσία διαμέσου της Βόρειας Θάλασσας.



Ο καιρός της Ευρώπης το καλοκαίρι

Νέφη και Υετός

Η ποσότητα των μετωπικών νεφών και του υετού είναι μικρότερη το καλοκαίρι από όση το χειμώνα, γιατί οι υφέσεις του πολικού μετώπου είναι λιγότερες, πιο ασθενείς και πιο βόρεια. Επίσης το καλοκαίρι δεν υπάρχουν θερμά μέτωπα στη Μεσόγειο. Τα νέφη είναι κυρίως κατακόρυφης ανάπτυξης στις καταιγίδες, οι οποίες δημιουργούνται από θερμικά χαμηλά. Η βροχόπτωση λοιπόν είναι κυρίως στη μορφή όμβρων αλλά το φαινόμενο μπορεί να επιδεινωθεί από ορογραφική ανύψωση στα βουνά του νότου.

Ορατότητα

Κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου η ομίχλη ακτινοβολίας δεν είναι συχνή, μπορεί να εμφανιστεί νωρίς την άνοιξη αλλά ο πρωινός ηλιασμός εξασφαλίζει γρήγορη διάλυση. Αργά την άνοιξη και νωρίς το καλοκαίρι, ανατολικός άνεμος γύρω από ένα Σκανδιναβικό υψηλό πάνω από τη Βόρεια Θάλασσα έχει ως αποτέλεσμα εκτεταμένη ομίχλη μεταφοράς κατά μήκος της ανατολικής ακτής της Μεγάλης Βρετανίας.

Άνεμοι επιφανείας

Οι άνεμοι επιφανείας είναι γενικά δυτικοί, αλλά μικρότερης έντασης από το χειμώνα. Οι άνεμοι τροποποιούνται από την εμφάνιση θαλάσσιας αύρας κατά μήκος των ακτών.

Άνεμοι ανώτερης ατμόσφαιρας

Οι άνεμοι στην ανώτερη ατμόσφαιρα είναι γενικά δυτικοί, αλλά μικρότερης έντασης από το χειμώνα. Οι πολικοί αεροχείμαρροι έχουν μικρότερες ταχύτητες και βρίσκονται πιο βόρεια ακολουθώντας την καλοκαιρινή κίνηση του πολικού μετώπου. Ο υποτροπικός αεροχείμαρρος του Ατλαντικού φτάνει την ακτή κοντά στο Μπορντό αλλά εξαιτίας της παρεμβολής των βουνών δεν εκτείνεται στα ηπειρωτικά.

Παγοποίηση

Το επίπεδο παγοποίησης είναι πιο ψηλά το καλοκαίρι (περίπου στα 12000 πόδια) και η μετωπική δραστηριότητα μικρότερη, αλλά η παγοποίηση σε καταιγίδες και ορογραφικά νέφη μπορεί να είναι ισχυρή.

Ύψη τροπόπαυσης

Στην Αγγλία και την κεντρική Γαλλία, η τροπόπαυση βρίσκεται τον Ιούλιο στα 39000 πόδια περίπου.

ΜΕΣΟΓΕΙΟΣ

Γεωγραφικά στοιχεία

Η Μεσόγειος περιβάλλεται από στεριά σχεδόν από όλες τις πλευρές. Σε σύγκριση με την ξηρά, η θάλασσα είναι σχετικά πιο ζεστή το χειμώνα και σχετικά πιο κρύα το καλοκαίρι. Συνεπώς, ο άνεμος επιφανείας τείνει να ρέει το χειμώνα από τη γύρω στεριά προς τη θάλασσα, ενώ το καλοκαίρι τείνει να ρέει από τη θάλασσα προς τα έξω. Υπάρχουν μεγάλες περιοχές με βουνά στα βόρεια και τα δυτικά. Το χειμώνα τα βουνά στα βόρεια συγκρατούν τον ψυχρό αέρα από την Ευρώπη ή την Ασία, ενώ τα βουνά στα δυτικά αντιστέκονται στην επέλαση των υφέσεων του πολικού μετώπου, οι οποίες φτάνουν στη Μεσόγειο μόνο μέσα από τα κενά στη νοτιοδυτική Γαλλία και στα στενά του Γιβραλτάρ, ανάμεσα στην Ισπανία και το Μαρόκο. Στα νότια δεν υπάρχουν ορεινοί φραγμοί να αναχαιτίσουν τον ξηρό, γεμάτο σκόνη αέρα από τη Σαχάρα, εκτός από την οροσειρά του Άτλαντα στα νοτιοδυτικά.

Χειμώνας

Βαρομετρικά συστήματα

Υφέσεις Μεσογειακού μετώπου: Το Μεσογειακό μέτωπο βρίσκεται κατά μήκος του μέσου της Μεσογείου με κατεύθυνση ανατολή -δύση, και σχηματίζεται από πολικό ηπειρωτικό αέρα που

εισρέει από τα βόρεια και τροπικό ηπειρωτικό αέρα που εισρέει από το νότο. Ο αέρας αναγκάζεται σε άνοδο κατά μήκος της γραμμής σύγκλισης κι έτσι σχηματίζει μετωπική ύφεση στα δυτικά, η οποία κινείται ανατολικά κατά μήκος του μετώπου, οδηγούμενη από τους δυτικούς ανέμους της ανώτερης ατμόσφαιρας. Εξαιτίας του ξηρού αέρα από την έρημο, δε σχηματίζονται νέφη στο θερμό μέτωπο και το θερμό τομέα, οπότε επικρατεί ο καιρός του ψυχρού μετώπου.

Ορογραφικές ή υπήνεμες υφέσεις: Αυτές σχηματίζονται στα νότια των Άλπεων, πάνω από τη βόρεια Αδριατική και τον κόλπο της Γένοβας. Το χαμηλό της Γένοβας μπορεί να κινηθεί προς τα νότια, κατά μήκος των ακτών της Ιταλίας και να δώσει άστατο καιρό. Υπήνεμες υφέσεις μπορούν να δημιουργηθούν νότια της οροσειράς του Άτλαντα στο Μαρόκο, με ψυχρό δυτικό/ βορειοδυτικό ρεύμα αέρα και στη συνέχεια να κινηθεί βορειοανατολικά και να μπει στη Μεσόγειο από τα ανατολικά της Τυνησίας. Υφέσεις μπορούν επίσης να δημιουργηθούν νότια της οροσειράς του Τάυρου στην Τουρκία και να σχηματίσουν το χαμηλό της Κύπρου, ανάμεσα σε Κύπρο και Τουρκία. Το χαμηλό της Κύπρου δίνει αστάθεια και συνοδεύεται από θυελλώδεις βορειοανατολικούς ανέμους. Ασθενείς υφέσεις που κινούνται προς την περιοχή μπορεί να βαθύνουν και να ενεργοποιηθούν. Οι υφέσεις αυτές στη συνέχεια μπορεί να κινηθούν ανατολικά προς το Λίβανο και την Αραβία.

Υψηλό της Σιβηρίας: Το υψηλό της Σιβηρίας βρίσκεται αρκετά βορειότερα από την περιοχή, όμως ο ψυχρός αέρας του μπορεί να φτάσει τη θερμή Μεσόγειο και να προκαλέσει αστάθεια.

Θερμικές Υφέσεις: Όταν ψυχρός αέρας από το υψηλό της Σιβηρίας πνέει πάνω από μια σχετικά θερμή θάλασσα που περιβάλλεται από στεριά, όπως είναι η Μεσόγειος, δημιουργούνται αστάθεια και θερμικά χαμηλά. Τα χαμηλά αυτά σχηματίζονται κυρίως στις κεντρικές και ανατολικές περιοχές και κινούνται ανατολικότερα προς την Αραβία, το Ιράν και το Αφγανιστάν.

Υφέσεις πολικού μετώπου: Χαμηλά από το πολικό μέτωπο και μερικές φορές δευτερεύοντα χαμηλά εισβάλουν στην περιοχή διαμέσου της νοτιοδυτικής Γαλλίας ή του Γιβραλτάρ, αλλά στη συνέχεια απορροφώνται συνήθως από άλλες υφέσεις.

Νέφη και Υετός

Ψυχρά μέτωπα που σχετίζονται με τις υφέσεις του Μεσογειακού μετώπου, όπως και με τις ορογραφικές και τις θερμικές υφέσεις, δημιουργούν νέφη Cu και Cb και φέρνουν δυνατή βροχή ή όμβρους χαλαζιού και καταιγίδες. Στα δυτικά δημιουργούνται από τις υφέσεις του πολικού μετώπου, κάποια στρωματόμορφα νέφη που φέρνουν συνεχή βροχή.

την πορεία του βόρεια μέχρι τη Γαλλία. Όταν περνάει πάνω από τη Μεσόγειο, πλουτίζεται με μεγάλες ποσότητες υδρατμών και γίνεται υγρός με αποτέλεσμα να προκαλεί ομίχλη μεταφοράς και χαμηλά νέφη stratatus κατά μήκος των νότιων ακτών της Γαλλίας. Ο Σιρόκος έχει διάφορα ονόματα στην περιοχή της Μεσογείου, όπως Ghibli στη Λιβύη και Libeccio στη νότια Ιταλία. Ο Ghibli (Λίβας) είναι πάρα πολύ ζεστός άνεμος και θεωρείται ο θερμότερος άνεμος του πλανήτη.

Χαμσίνι (Khamsin): Παρόμοιο με το Σιρόκο, αλλά πιο ανατολικά, το Χαμσίνι ξεκινάει από το βόρειο Σουδάν, πνέει μέσω της Αιγύπτου και μπορεί να επηρεάσει την Ιορδανία, τη Συρία και τη Κύπρο. Και στην περίπτωση του ανέμου αυτού μπορεί να μεταφερθεί σκόνη μέχρι τα 10000 πόδια.

Vandevale: Δυνατός νοτιοδυτικός ή δυτικός άνεμος στα στενά του Γιβραλτάρ. Πνέει μπροστά από ψυχρό μέτωπο του πολικού μετώπου που πλησιάζει από τον Ατλαντικό. Είναι θυελλώδης με πολλά χαμηλά νέφη.

Άνεμοι ανώτερης ατμόσφαιρας

Στο δυτικό άκρο της περιοχής εμφανίζεται ο αεροχείμαρρος του πολικού μετώπου. Ο υποτροπικός αεροχείμαρρος πάνω από το Μαρόκο δεν επηρεάζει τα δυτικά της θαλάσσιας περιοχής, αλλά μπορεί να επηρεάσει την ανατολική Μεσόγειο στην περιοχή της Κύπρου και της Αιγύπτου. Βρίσκεται στο επίπεδο των 200 hPa με μέγιστη ταχύτητα ανέμων πάνω από 100 κόμβους.

Παγοποίηση

Υαλόπαγος μπορεί να σχηματιστεί μέσα σε νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης και σε καταιγίδες. Πηγνυόμενη βροχή εμφανίζεται στη βόρεια Ιταλία όπου το επίπεδο παγοποίησης μπορεί να είναι περιστασιακά στην επιφάνεια του εδάφους. Γενικά το επίπεδο παγοποίησης το χειμώνα στην περιοχή της Μεσογείου βρίσκεται στα 4000 – 8000 πόδια.

Ύψος Τροπόπαυσης

Το ύψος της Τροπόπαυσης βρίσκεται περίπου στα 40000 πόδια την εποχή αυτή.

Καλοκαίρι

Βαρομετρικά συστήματα

Το υψηλό των Αζορών: Το υποτροπικό υψηλό των Αζορών που βρίσκεται σε πλάτος 35oN επεκτείνεται προς τα ανατολικά και εισχωρεί στη Μεσόγειο.

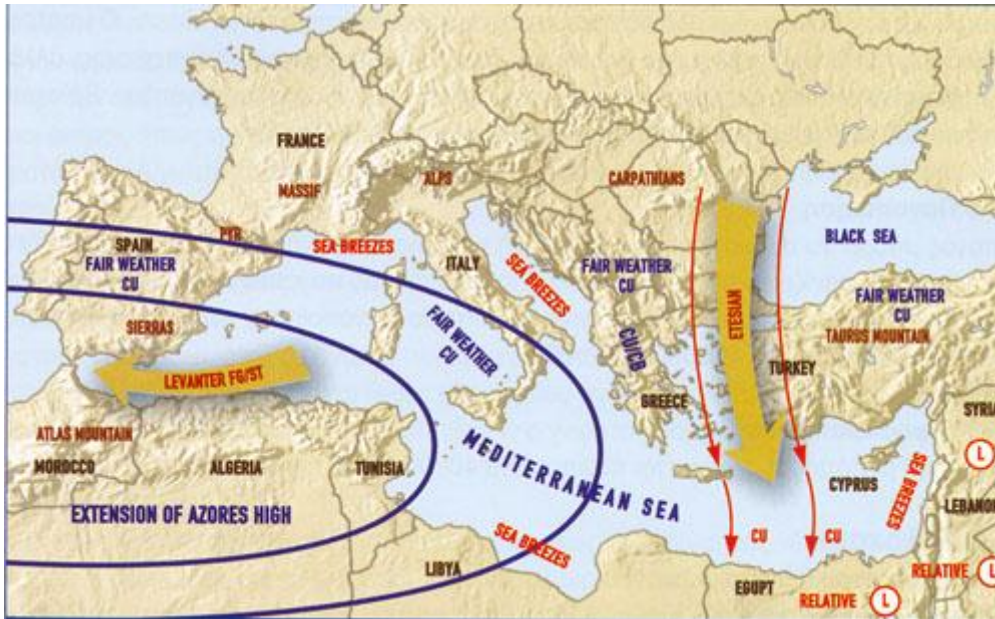
Θερμικά Χαμηλά: Η πίεση πάνω από την Αίγυπτο, το Λίβανο και τις χώρες στα ανατολικά, είναι σχετικά χαμηλή εξαιτίας της έντονης ηλιακής ακτινοβολίας.

Νέφη και Υετός

Υπάρχουν λίγα νέφη εκτός από Cu καλοκαιρίας. Τοπικά μπορεί να αναπτυχθούν Cu και Cb πάνω από την Ελλάδα, την Ιταλία και την Τουρκία εξαιτίας της ανοδικής μεταφοράς αερίων μαζών είτε λόγω μεγάλης θέρμανσης του εδάφους, είτε λόγω ορογραφικής ανύψωσης. Τα νέφη αυτά μπορεί να προκαλέσουν τοπικές καταιγίδες.

Ορατότητα

Η σκόνη μπορεί να μειώσει την ορατότητα αν παγιδευτεί κοντά στην επιφάνεια εξαιτίας κατολίσθησης αερίων μαζών. Στα στενά του Γιβραλτάρ, ο θερμός υγρός αέρας που ρέει προς τα έξω στον Ατλαντικό μπορεί να δημιουργήσει ομίχλη μεταφοράς ή χαμηλά St και Sc.



Τα βαρομετρικά συστήματα και οι άνεμοι στη Μεσόγειο το καλοκαίρι

Άνεμοι επιφανείας

Εκτός από τους Ετησίες που πνέουν στην περιοχή του Αιγαίου και αναφέρθηκαν στο κεφ.8, το καλοκαίρι οι θαλάσσιες αύρες μπορεί να είναι πολύ δυνατές και να τροποποιούν τους ανέμους επιφανείας.

Λεβάντες (Levanter): Καλοκαιρινό ρεύμα αέρα από τη Μεσόγειο προς τα έξω στα στενά του Γιβραλτάρ. Πνέει από την ανατολή κατά την περίοδο Ιουλίου – Οκτωβρίου καθώς και το Μάρτιο και μπορεί να φτάσει σε βαθμίδα θύελλας. Ο άξονας των βράχων του Γιβραλτάρ έχει κατεύθυνση Βορά-Νότο και η ορογραφική ανύψωση στα ανατολικά μπορεί να δημιουργήσει μια λωρίδα από νέφη St και Sc, η οποία στη συνέχεια κινείται δυτικά από την κορυφή των βράχων. Αν ο αέρας είναι ευσταθής, σχηματίζονται στάσιμα κύματα πάνω από τους βράχους. Σοβαρές αναταράξεις μέχρι τα 5000 πόδια μπορεί να δημιουργηθούν πάνω από το παρακείμενο αεροδρόμιο.

Άνεμοι ανώτερης ατμόσφαιρας

Ελαφροί δυτικοί στα δυτικά, και δυτικοί με μέση ταχύτητα 40-50 κόμβους στα ανατολικά. Οι αεροχείμαρροι είναι μετατοπισμένοι προς τα βόρεια και βρίσκονται έξω από την περιοχή.

Παγοποίηση

Το επίπεδο παγοποίησης βρίσκεται ψηλά, στα 14000 – 16000 πόδια κι η παγοποίηση δεν αποτελεί γενικά πρόβλημα το καλοκαίρι.

Ύψος Τροπόπαυσης

Η Τροπόπαυση βρίσκεται στα 44000 πόδια περίπου και στις νότιες περιοχές μπορεί να φτάνει και σε μεγαλύτερα ύψη.

Νέφη

Νέφος ονομάζεται το ορατό σύνολο των μικροσκοπικών σταγονιδίων νερού ή σωματιδίων πάγου, που αιωρείται στην ατμόσφαιρα. Από τα νέφη προέρχεται κάθε είδους υετού (βροχή, χιόνι, χαλάζι κ.λ.π.) και μέσα σ' αυτά λαμβάνουν χώρα διάφορες ενδιαφέρουσες διαδικασίες και κάποια επικίνδυνα φαινόμενα.

Σχηματισμός νεφών

Για να σχηματιστούν νέφη στην ατμόσφαιρα, απαιτείται να υπάρχουν υδρατμοί, πυρήνες συμπύκνωσης (condensation nuclei) και μια διαδικασία ψύξης (cooling process).

Ταξινόμηση των νεφών

Τα νέφη ταξινομούνται με δύο κριτήρια, το ύψος στο οποίο βρίσκονται και το σχήμα που έχουν. Ανάλογα με το ύψος στο οποίο βρίσκονται χωρίζονται σε κατώτερα (low), όταν η βάση τους βρίσκεται σε ύψος μικρότερο από 6500 πόδια, μέσα (middle), όταν η βάση τους είναι ανάμεσα στα 6500 και 16500 πόδια και ανώτερα (high) με βάση πάνω από 16500 πόδια. Ανάλογα με το σχήμα τους χωρίζονται σε στρωματόμορφα (stratiform) και σωρειτόμορφα (cumuliform). Στρωματόμορφα ονομάζονται τα νέφη με μεγάλη οριζόντια ανάπτυξη (στρώματα). Αυτά καλύπτουν συνήθως μεγάλο μέρος του ουρανού. Σωρειτόμορφα ονομάζονται τα νέφη με μεγάλη κατακόρυφη ανάπτυξη (σωρείτης). Είναι νέφη που δημιουργήθηκαν από ανοδικά ρεύματα εξαιτίας κάποιας αστάθειας στην ατμόσφαιρα. Το συνθετικό nimbo στο όνομα των νεφών σημαίνει νέφος μελανό και άρα βροχοφόρο.

Η ευστάθεια του αέρα πριν την ανύψωση, χαρακτηρίζει το είδος του νέφους που θα δημιουργηθεί. Αν ο αέρας είναι ευσταθής θα σχηματιστεί στρωματόμορφο νέφος (stratiform) , ενώ αν είναι ασταθής θα σχηματιστεί σωρειτόμορφο νέφος (cumuliform).

Ο συνδυασμός ύψους βάσης και σχήματος των νεφών μας έδωσε την τελική ταξινόμηση που έχει καθιερωθεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Μετεωρολογίας (W.M.O.). Σύμφωνα με την ταξινόμηση αυτή έχουμε:

Ανώτερα Νέφη



Ανώτερα νέφη

Θύσανοι (Cirrus Ci): Έχουν τη μορφή λεπτών ινών ή νημάτων. Οι ίνες αυτές ή τα νήματα έχουν στην άκρη μορφή άγκιστρου. Είναι λευκά νέφη, τα πιο λευκά από όλα και αποτελούνται από παγοκρυστάλλους.

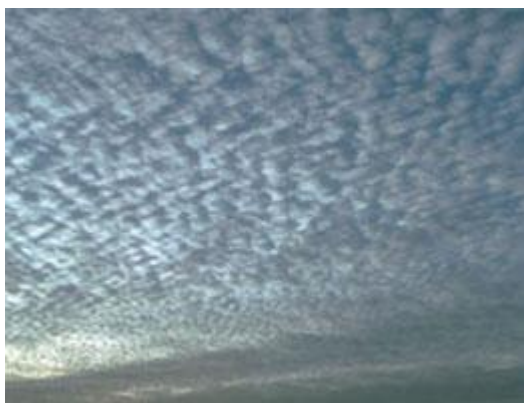
Θυσανοσωρείτες (Cirrocumulus Cc): Είναι λεπτά στρώματα περισσότερο ή λιγότερο εκτεταμένα και αποτελούνται από μικρά νεφικά στοιχεία με τη μορφή κόκκων ή ρυτίδων. Είναι λευκά και αποτελούνται από παγοκρυστάλλους και νεφροσταγόνες. Οι άνεμοι που φυσούν είναι ισχυροί και τα ανοδικά και καθοδικά ρεύματα προκαλούν αναταράξεις σε αεροσκάφος που πετά στην περιοχή των νεφών αυτών.

Θυσανοστρώματα (Cirrostratus Cs): Έχουν τη μορφή λευκού πέπλου και καλύπτουν ολόκληρο σχεδόν τον ουρανό. Το πάχος τους δεν είναι μεγάλο και αποτελούνται από παγοκρυστάλλους. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι το φαινόμενο της άλω όταν πίσω τους υπάρχει ο Ήλιος ή η Σελήνη.

Γενικά τα ανώτερα νέφη δεν προκαλούν υετό στη γη.

Μέσα Νέφη

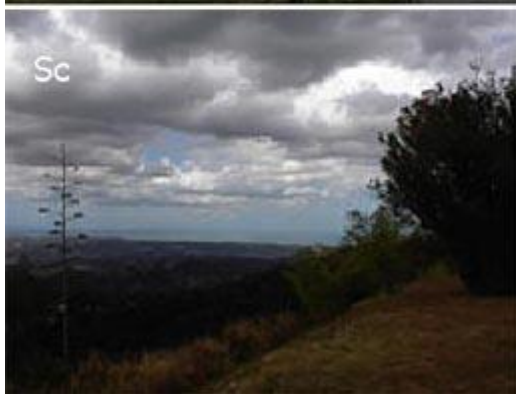
Υψισωρείτες (Alto cumulus Ac): Είναι εκτεταμένα λεπτά στρώματα που αποτελούνται από νεφικά στοιχεία κανονικά διατεταγμένα. Και τα νέφη αυτά προκαλούν αναταράξεις σε αεροσκάφος που πετά.



Υψιστρώματα (Altostratus As): Παρουσιάζονται σαν ένα γκριζο στρώμα με μεγάλη έκταση και σημαντική πυκνότητα. Είναι γενικά υετοφόρα νέφη και δίνουν συνεχή βροχόπτωση ή χιόνι.



Κατώτερα Νέφη



Στρώματα (Stratus St): Νέφη γκρίζα με βάση αρκετά ομοιόμορφη και χαμηλή. Πιθανόν να προκαλέσουν ψεκάδες. Όταν είναι πολύ χαμηλά δημιουργούν προβλήματα ορατότητας.

Σωρείτες (Cumulus Cu): Νέφη ανεξάρτητα με όρια πολύ σαφή. Είναι πυκνά και αναπτύσσονται κατακόρυφα, το πάνω τμήμα τους έχει τη μορφή κουνουπιδιού. Όταν φωτίζονται από τον ήλιο είναι εκθαμβωτικά λευκά. Όταν η κατακόρυφη ανάπτυξή τους είναι μεγάλη, δίνουν βροχή μεγάλων βροχοσταγόνων (όμβρο) και προκαλούν ισχυρές αναταράξεις.

Στρωματοσωρείτες (Stratocumulus Sc): Τα νέφη αυτά έχουν τη μορφή σφαιρικών ή κυλινδρικών μαζών με γκρίζο ή υπόλευκο χρώμα. Συνοδεύονται από βροχή ή χιόνι με ασθενή ένταση.

Στρωματομελανίες (Nimbostratus Ns): Εκτεταμένο στρώμα με σκοτεινό γκρίζο χρώμα. Τα νέφη αυτά δίνουν συνεχείς και ισχυρές βροχοπτώσεις ή χιονοπτώσεις.

Σωρειτομελανίες (Cumulonimbus Cb): Νέφη μεμονωμένα και επιβλητικά, με μεγάλη κατακόρυφη ανάπτυξη και μορφή βουνών ή πύργων. Το ανώτερο τμήμα τους είναι συνήθως λείο και πεπλατυσμένο. Το τμήμα αυτό πολλές φορές εκτείνεται με τη μορφή άκμονα. Χαρακτηριστικό τους είναι τα ηλεκτρικά φαινόμενα που παρατηρούνται μέσα σε αυτά ή και γύρω τους. Είναι απαγορευτικά για την αεροπλοΐα, γιατί μέσα και γύρω τους εκτός από τις ηλεκτρικές εκκενώσεις, υπάρχουν έντονες αναταράξεις. Επίσης προκαλούν τα πιο έντονα φαινόμενα στη γη όπως όμβρους και καταιγίδες.



Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στα **φακοειδή νέφη (Lenticularis)**, τα οποία είναι νέφη ορογραφικά, δηλαδή σχηματίζονται δίπλα σε βουνά και εξαιτίας των βουνών κι έχουν τη μορφή φακού όπως λέει και το όνομά τους, δεν έχουν δηλαδή μεγάλη κατακόρυφη ανάπτυξη. Σχηματίζονται όταν μια αέρια μάζα εξαναγκαστεί να ανέβει ένα βουνό, συναντήσει εκεί περιοχές με μικρή θερμοκρασία, οπότε υγροποιούνται οι υδρατμοί που υπάρχουν μέσα στην αέρια μάζα και σχηματίζεται νέφος.



Αν όμως δεν υπάρχει αστάθεια στην ατμόσφαιρα, η αέρια μάζα δε συνεχίζει την άνοδό της αλλά όταν περάσει την κορυφή του βουνού, επιστρέφει προς τα κάτω και πάλι. Το νέφος που σχηματίζεται στην περίπτωση αυτή είναι μικρής κατακόρυφης ανάπτυξης.

Νεφοκάλυψη

Με τον όρο νεφοκάλυψη αναφερόμαστε στο μέρος του ουρανού το οποίο καλύπτεται από νέφη. Η εκτίμηση γίνεται από τον μετεωρολόγο παρατηρητή σε όγδοα του ουράνιου θόλου.

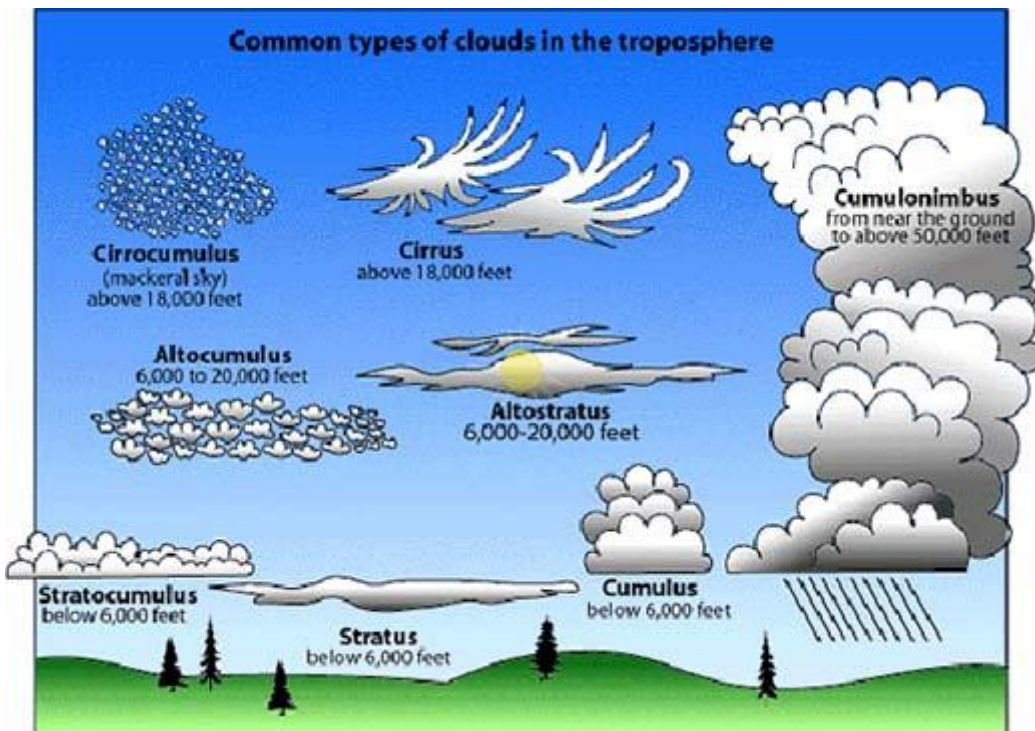
Αν δεν υπάρχουν καθόλου νέφη στον ουρανό, τότε αναφέρεται sky clear (SKC), δηλαδή ουρανός καθαρός. Αν ένα στρώμα νεφών καλύπτει 1-2 όγδοα του ουράνιου θόλου, τότε αναφέρεται ότι στο συγκεκριμένο ύψος υπάρχουν few (FEW) νέφη. Αν η κάλυψη είναι 3/8 ή 4/8 αναφέρονται νέφη scattered (SCT) ενώ στην περίπτωση που τα νέφη καλύπτουν 5/8 ως 7/8 του ουρανού αναφέρονται ως broken (BKN). Η πλήρης κάλυψη του ουρανού ονομάζεται overcast (OVC).

Βάση νεφών

Το ύψος της βάσης ενός στρώματος νεφών προσδιορίζεται είτε με ειδικό όργανο (ceilometer) ή με εκτίμηση του παρατηρητή μετεωρολόγου χρησιμοποιώντας διάφορα συγκριτικά σημεία. Για παράδειγμα τα ύψη των κοντινών λόφων ή βουνών. Το ύψος της βάσης των νεφών δίνεται σε σχέση με το σημείο παρατήρησης, το οποίο συνήθως βρίσκεται στην περιοχή του αεροδρομίου. Δε δίνεται, δηλαδή, το ύψος σε σχέση με τη μέση στάθμη θαλάσσης.

Οροφή

Ως οροφή (ceiling) ορίζεται το χαμηλότερο στρώμα νεφών με κάλυψη 5/8 ή περισσότερο. Στην περίπτωση δηλαδή του μετεωρολογικού τηλεγραφήματος που αναφέρει νέφη: FEW020 SCT050 OVC 090 οροφή έχουμε στα 9000 πόδια.



Ίχνη Συμπύκνωσης (Condensation Trails ή Contrails)

Ως ίχνος συμπύκνωσης ορίζεται το νέφος που σχηματίζεται πίσω από α/φος που πετά σε καθαρό, ψυχρό και υγρό αέρα (σχήμα). Τα ίχνη συμπύκνωσης σχηματίζονται συνήθως στην ανώτερη τροπόσφαιρα, αλλά υπάρχει πιθανότητα να σχηματιστούν σε οποιοδήποτε ύψος, ανάλογα τη θερμοκρασία, την υγρασία και τον τύπο του α/φους.



Υπάρχουν δύο είδη ιχνών συμπύκνωσης, τα αεροδυναμικά ή ίχνη ακροπτερύγιου και τα ίχνη εξαγωγής αερίων. Τα αεροδυναμικά ίχνη συμπύκνωσης σχηματίζονται όταν η πίεση πέφτει

εξαιτίας της ροής του αέρα πάνω από έλικες, πτέρυγες και άλλα μέρη του α/φους. Στην περίπτωση αυτή, η αδιαβατική ψύξη έχει ως αποτέλεσμα να αρχίσουν συμπυκνώσεις. Τα ίχνη αυτά είναι λεπτά και διατηρούνται για λίγη ώρα.

Τα ίχνη εξαγωγής αερίων σχηματίζονται όταν ζεστό και υγρό καυσάεριο αναμιχθεί με ψυχρό αέρα. Για αυτό το είδος ιχνών συμπύκνωσης είναι σημαντικό να υπάρχει αρκετά χαμηλή θερμοκρασία, για παράδειγμα κάτω από -24°C κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας και κάτω από -45°C στα 50000 πόδια.

Σε σύγκριση με τα αεροδυναμικά ίχνη συμπύκνωσης, τα ίχνη εξαγωγής αερίων είναι μεγαλύτερου πάχους και διατηρούνται για περισσότερη ώρα.

Πυκνότητα & Υγρασία

Πυκνότητα ατμοσφαιρικού αέρα

Οι επιδόσεις ενός αεροσκάφους εξαρτώνται σημαντικά από την πυκνότητα του ατμοσφαιρικού αέρα. Από το νόμο των τέλειων αερίων μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η πίεση και η θερμοκρασία είναι οι παράγοντες που καθορίζουν την πυκνότητα ενός αερίου γενικά και ειδικότερα του ατμοσφαιρικού αέρα, που είναι το μείγμα αερίων που μας ενδιαφέρει. Στην ατμόσφαιρα η πυκνότητα του αέρα μειώνεται με το ύψος παρά του ότι η θερμοκρασία μειώνεται επίσης. Αυτό συμβαίνει γιατί η μεταβολή της πίεσης έχει μεγαλύτερη επίδραση στη μεταβολή της πυκνότητας. Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την πυκνότητα του ατμοσφαιρικού αέρα είναι η ύπαρξη υδρατμών.

Η πυκνότητα των υδρατμών είναι ίση με τα 5/8 της πυκνότητας του ξηρού αέρα, όσο λοιπόν πιο “υγρός” είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας, όσο δηλαδή περισσότερους υδρατμούς περιέχει, τόσο πιο αραιός είναι.

Υγρασία ατμοσφαιρικού αέρα

Την περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς μπορούμε να τη μετρήσουμε και να την εκφράσουμε με διάφορους τρόπους. Οι δύο όροι που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι η σχετική υγρασία και το σημείο δρόσου.

Σχετική υγρασία

Η σχετική υγρασία (relative humidity, hr) συνήθως εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό (%). Όπως λέει και το όνομά της η σχετική υγρασία είναι “σχετική”, δηλαδή εκφράζει την ποσότητα των υδρατμών που υπάρχουν σε συγκεκριμένο όγκο ατμοσφαιρικού αέρα σε σχέση με τη μέγιστη ποσότητα των υδρατμών που θα μπορούσαν να υπάρχουν, ή αλλιώς που θα μπορούσε να κρατήσει στη μάζα του ο συγκεκριμένος αέρας.

Η ποσότητα των υδρατμών που μπορεί να κρατήσει στη μάζα του ο ατμοσφαιρικός αέρας εξαρτάται από τη θερμοκρασία, όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του αέρα, τόσο περισσότερους υδρατμούς μπορεί να κρατήσει. Η σχετική υγρασία λοιπόν εκφράζει το βαθμό κορεσμού. Αέρας με σχετική υγρασία 100% είναι κορεσμένος (saturated), περιέχει τη μέγιστη ποσότητα υδρατμών που μπορεί να κρατήσει. Όταν η σχετική υγρασία είναι μικρότερη από 100%,

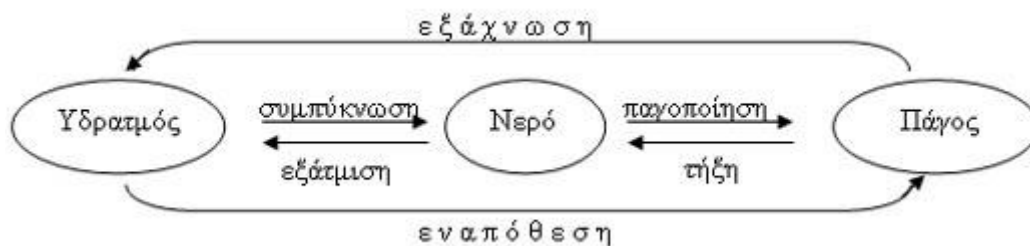
τότε ο αέρας είναι ακόρεστος.

Σημείο δρόσου

Σημείο δρόσου (dew point) ονομάζεται η θερμοκρασία στην οποία όταν ψυχθεί ο αέρας ισοβαρικά (με σταθερή πίεση) γίνεται κορεσμένος με τους υδρατμούς που ήδη περιέχει. Στα μετεωρολογικά δελτία στην αεροναυτιλία δίνεται η θερμοκρασία του αέρα και το σημείο δρόσου, γιατί οι δύο αυτές θερμοκρασίες όταν συσχετίζονται μας δίνουν ποιοτικά την κατάσταση του αέρα ως προς τον κορεσμό του. Για παράδειγμα αν η θερμοκρασία σε ένα αεροδρόμιο είναι 15°C και το σημείο δρόσου είναι 6°C , σημαίνει ότι ο αέρας απέχει πολύ από το να κορεσθεί, όταν όμως η θερμοκρασία είναι 8°C και το σημείο δρόσου 7°C τότε ο αέρας είναι πολύ κοντά στον κορεσμό και άρα υπάρχει πιθανότητα δημιουργίας ομίχλης. Η διαφορά θερμοκρασίας εδάφους και σημείου δρόσου είναι σημαντική στην πρόγνωση της ομίχλης.

Αλλαγή καταστάσεως

Οι τρεις καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρεθεί το νερό στις θερμοκρασίες και τις πιέσεις που επικρατούν στην ατμόσφαιρα είναι η αέρια (υδρατμός), η υγρή (νερό) και η στερεά (πάγος).



Το ποσό αυτό της θερμικής ενέργειας που απορροφάται ή εκλύεται όταν το νερό αλλάζει κατάσταση, λέγεται λανθάνουσα θερμότητα (latent heat). Ονομάζεται λανθάνουσα γιατί ακριβώς είναι “κρυφή”, δε μπορεί να ανιχνευτεί ως διαφορά στη θερμοκρασία του νερού. Προφανώς η λανθάνουσα θερμότητα υγροποίησης είναι ίση με τη λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης, και η λανθάνουσα θερμότητα τήξης είναι ίση με τη λανθάνουσα θερμότητα παγοποίησης. Δηλαδή το ποσό της θερμότητας που χρειάζεται να πάρει μια δεδομένη ποσότητα νερού για να γίνει υδρατμός, είναι ίσο με το ποσό που εκλύει αυτή η ποσότητα υδρατμού όταν μετατρέπεται και πάλι σε νερό. Αναλογικά, το ποσό θερμότητας που παίρνει μια συγκεκριμένη ποσότητα πάγου για να μετατραπεί σε νερό είναι ίσο με το ποσό της θερμότητας που αποδίδει στο περιβάλλον το νερό αυτό όταν επιστρέφει στην κατάσταση του πάγου.

Καταστάσεις ισορροπίας

Μια αέρια μάζα, λοιπόν, η οποία ανεβαίνει στην ατμόσφαιρα και στην οποία δεν έχουμε υγροποίηση υδρατμών, ψύχεται με ρυθμό 10°C ανά 1000m.

Όταν η μάζα αυτή όμως φτάσει σε κάποιο ύψος κι η θερμοκρασία της έχει πέσει αρκετά χαμηλά, τότε πιθανόν να λάβει χώρα υγροποίηση των υδρατμών που υπάρχουν μέσα στη μάζα. Γνωρίζουμε ότι όταν οι υδρατμοί υγροποιούνται δίνουν στο περιβάλλον ένα ποσό θερμότητας, τη λανθάνουσα θερμότητα υγροποίησης. Στην περίπτωση αυτή, η μάζα αέρα έχει μια πρόσθετη πηγή ενέργειας. Η θερμοκρασία της, λοιπόν, δε συνεχίζει να μειώνεται με τον ίδιο ρυθμό αλλά με έναν άλλο μικρότερο ρυθμό που ονομάζεται Υγρή Αδιαβατική Θερμοβαθμίδα (Υ.Α.Θ.) (Saturated Adiabatic Lapse Rate, S.A.L.R.).

Η Υ.Α.Θ. δεν είναι σταθερή αλλά εξαρτάται από το ρυθμό της υγροποίησης, από την ποσότητα, δηλαδή, των υδρατμών που υγροποιούνται. Είναι προφανές ότι όσο περισσότεροι υδρατμοί υγροποιούνται, τόσο περισσότερη θερμότητα αποδίδεται στην αέρια μάζα, άρα τόσο πιο αργά ψύχεται η μάζα αυτή (πιο μικρός ο ρυθμός ψύξης) όσο ανεβαίνει προς τα πάνω.

Στην κατώτερη τροπόσφαιρα η υγρή αδιαβατική θερμοβαθμίδα είναι περίπου 1.5°C ανά 1000ft.

Ευστάθεια και Αστάθεια

Όταν μια αέρια μάζα αναγκαστεί να ανέβει προς τα πάνω και να φτάσει σε κάποιο ύψος, τότε η θερμοκρασία της θα έχει μειωθεί με το ρυθμό που ορίζει η Ξ.Α.Θ. (αν δεν υπάρχουν συμπυκνώσεις). Όμως και έξω από τη συγκεκριμένη αέρια μάζα, στον περιβάλλοντα χώρο, η θερμοκρασία θα έχει μειωθεί σύμφωνα με το ρυθμό που ορίζει η Κ.Θ.Π. τη μέρα εκείνη στο συγκεκριμένο τόπο. Αν η αέρια μάζα στο ύψος που έχει φτάσει είναι πιο θερμή από το περιβάλλον, θα είναι και ελαφρότερη, άρα θα συνεχίσει να ανέρχεται αυθόρμητα πλέον. Τότε λέμε ότι υπάρχει απόλυτη αστάθεια (instability) στην ατμόσφαιρα, ευνοούνται, δηλαδή, οι ανοδικές κινήσεις. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει ο ρυθμός πτώσης της θερμοκρασίας μέσα στην αέρια μάζα (Ξ.Α.Θ.) να είναι μικρότερος από το ρυθμό πτώσης της θερμοκρασίας στο περιβάλλον (Κ.Θ.Π.).

$\text{Υ.Α.Θ.} < \text{Ξ.Α.Θ.} < \text{Κ.Θ.Π.} \Rightarrow \text{ΑΠΟΛΥΤΗ ΑΣΤΑΘΕΙΑ}$

Αντίθετα αν ο ρυθμός πτώσης της θερμοκρασίας στην αέρια μάζα είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό πτώσης στο περιβάλλον, τότε στο ύψος που θα βρεθεί η αέρια μάζα θα είναι πιο κρύα, άρα και πιο βαριά από τον περιβάλλοντα αέρα και θα κινηθεί προς τα κάτω και πάλι. Στην περίπτωση αυτή η ατμόσφαιρα χαρακτηρίζεται από ευστάθεια (stability).

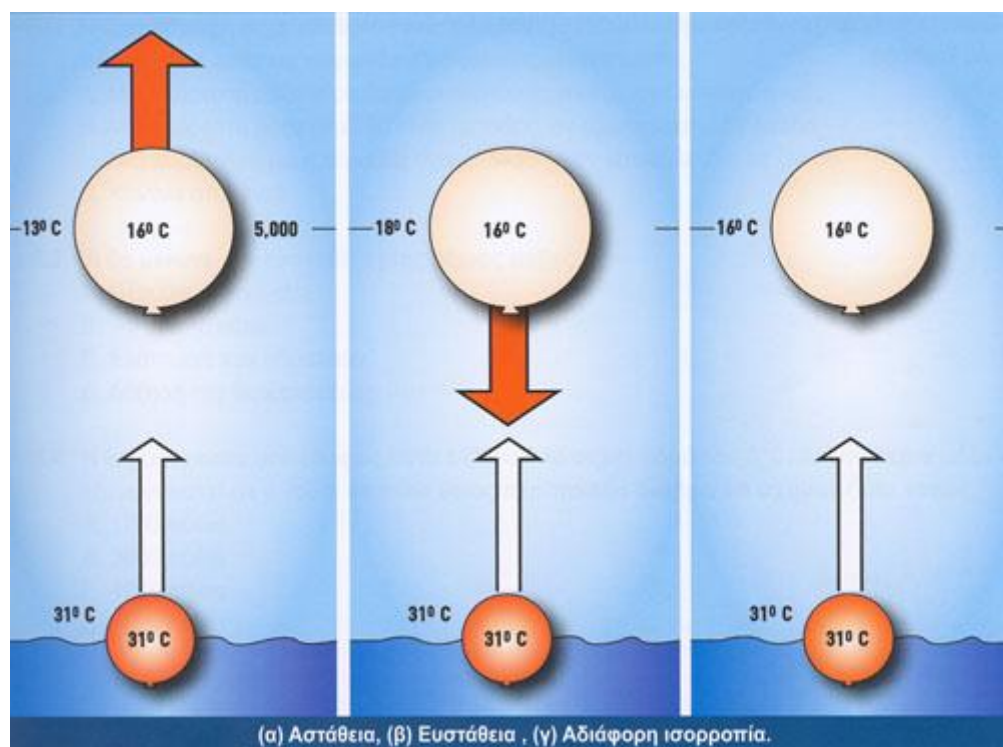
$\text{Κ.Θ.Π.} < \text{Υ.Α.Θ.} < \text{Ξ.Α.Θ.} \Rightarrow \text{ΕΥΣΤΑΘΕΙΑ}$

Υπάρχει όμως περίπτωση η Κ.Θ.Π. να είναι μεν μικρότερη από τη Ξ.Α.Θ. αλλά μεγαλύτερη από την Υ.Α.Θ. κι έτσι να υπάρχει ευστάθεια στην ατμόσφαιρα όσο δεν υπάρχουν υγροποιήσεις, αλλά από τη στιγμή που θα αρχίσει η υγροποίηση, η αέρια μάζα να παραμένει θερμότερη από το περιβάλλον και να συνεχίζει την άνοδο αυθόρμητα πλέον. Τότε λέμε ότι στην ατμόσφαιρα υπάρχει συμβατική αστάθεια (conditional instability).

$\text{Υ.Α.Θ.} < \text{Κ.Θ.Π.} < \text{Ξ.Α.Θ.} \Rightarrow \text{ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΑΣΤΑΘΕΙΑ}$

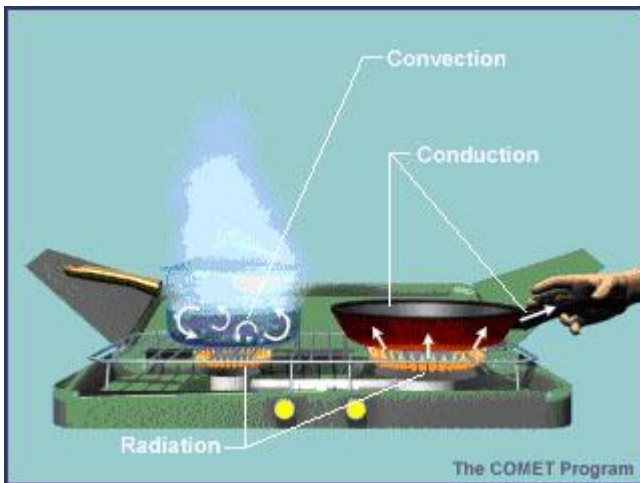
Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε πως η αύξηση της υγρασίας μπορεί να εντείνει την αστάθεια στην ατμόσφαιρα, αφού η συμπύκνωση των υδρατμών δίνει θερμότητα σε μια αέρια μάζα και έτσι

η πτώση της θερμοκρασίας της με το ύψος είναι μικρή, αυξάνεται δηλαδή η πιθανότητα να είναι η Υ.Α.Θ. μικρότερη από την Κ.Θ.Π.



Ενέργεια και Θερμοκρασία

Το ατμοσφαιρικό “σύστημα” λειτουργεί περίπου σαν μια θερμική μηχανή. Η ηλιακή ενέργεια εισχωρεί στο σύστημα και αφού υποστεί μια σειρά αλλαγών, τελικά παράγει ανέμους, νέφη και υετό. Για να συντηρείται αυτή η “παραγωγή”, θα πρέπει η θερμική ενέργεια όχι μόνο να μεταφέρεται από τον ήλιο αλλά και να διανέμεται στην ατμόσφαιρα.



Τρεις είναι οι τρόποι με τους οποίους διαδίδεται η θερμική ενέργεια στη φύση, η μεταφορά, η αγωγιμότητα και η ακτινοβολία:

μεταφορά (convection) είναι η διάδοση μέσω κίνησης μάζας,

αγωγιμότητα (conduction) είναι η διάδοση της θερμικής ενέργειας μέσω της κίνησης των μορίων ενός σώματος και

ακτινοβολία (radiation) είναι η διάδοση ενέργειας με ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

Θερμότητα και Θερμοκρασία

Η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας. Όταν ένα υλικό περιέχει ενέργεια, τότε εμφανίζει την ιδιότητα που μετράμε ως θερμοκρασία. Όταν ένα υλικό απορροφήσει ή αποβάλλει συγκεκριμένο ποσόν θερμότητας, τότε αυξάνει ή μειώνει αντίστοιχα τη θερμοκρασία του κατά ένα ορισμένο ποσό. Αυτό το ποσόν μεταβολής της θερμοκρασίας εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του υλικού. Κάθε υλικό έχει τη δική του μοναδική μεταβολή θερμοκρασίας για συγκεκριμένο ποσό θερμότητας που θα πάρει ή θα αποβάλλει. Για παράδειγμα, αν μία στερεή και μία υδάτινη επιφάνεια έχουν την ίδια θερμοκρασία και τους δοθεί ίδιο ποσόν θερμότητας, τότε η στερεή επιφάνεια γίνεται θερμότερη από την υδάτινη. Αντίστροφα, αν χάσουν το ίδιο ποσόν θερμότητας, τότε η ξηρά θα γίνει πιο κρύα από το νερό.

Ειδική θερμοχωρητικότητα (Specific Heat Capacity) ονομάζεται ο λόγος της παρεχόμενης θερμότητας σε μονάδα μάζας ενός σώματος, προς τη συνεπαγόμενη άνοδο της θερμοκρασίας.

Ηλιακή και γήινη ακτινοβολία

Κάθε σώμα με θερμοκρασία μεγαλύτερη από το απόλυτο μηδέν ακτινοβολεί και η συνολική ακτινοβολία που εκπέμπει είναι ανάλογη της απόλυτης θερμοκρασίας του στην τέταρτη δύναμη (T^4) (νόμος των Stefan – Boltzmann). Ο Ήλιος είναι ένα σώμα με θερμοκρασία περίπου 6000°C , ακτινοβολεί λοιπόν ενέργεια, η οποία ταξιδεύει προς τη γη με την ταχύτητα του φωτός, την ταχύτητα με την οποία διαδίδεται κάθε ακτινοβολία.

Η γη παίρνει ενέργεια από τον ήλιο με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας κι αποκτά τελικά μια θερμοκρασία αρκετά πάνω από το απόλυτο μηδέν, οπότε ακτινοβολεί κι αυτή με τη σειρά της. Η ακτινοβολία αυτή ονομάζεται γήινη ακτινοβολία (terrestrial radiation) ή μεγάλου μήκους κύματος, σε αντιδιαστολή με την ηλιακή, που είναι ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος.

Μεταβολές θερμοκρασίας

Ημερήσια μεταβολή

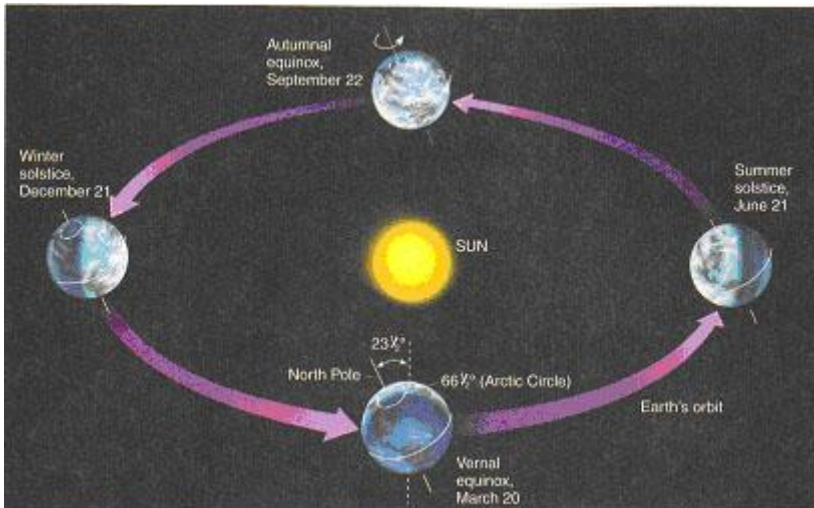
Η γη παίρνει θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας από την ηλιακή ακτινοβολία, αλλά επίσης χάνει θερμότητα συνεχώς από τη γήινη ακτινοβολία. Κατά τη διάρκεια της ημέρας η ηλιακή ακτινοβολία ξεπερνάει τη γήινη και η επιφάνεια της γης θερμαίνεται. Η μέγιστη θερμοκρασία της ημέρας εμφανίζεται 1-2 ώρες μετά τη μεσουράνηση του ήλιου, όταν πλέον η γη έχει λάβει το μέγιστο ποσό θερμότητας και ο ήλιος έχοντας αρχίσει να δύει στέλνει μικρότερα ποσά ενέργειας από πριν.

Τη νύχτα, που σταματάει η εισροή της ηλιακής ακτινοβολίας, υπάρχει μόνο απώλεια θερμότητας από τη γήινη ακτινοβολία κι η επιφάνεια της γης ψύχεται. Η ψύξη συνεχίζεται και μετά την ανατολή του ήλιου, μέχρι τη στιγμή που η ηλιακή ακτινοβολία θα ξεπεράσει και πάλι τη γήινη. Για αυτό η ελάχιστη θερμοκρασία εμφανίζεται συνήθως λίγο μετά την ανατολή του ήλιου, μερικές φορές ακόμη και μία ώρα αργότερα.

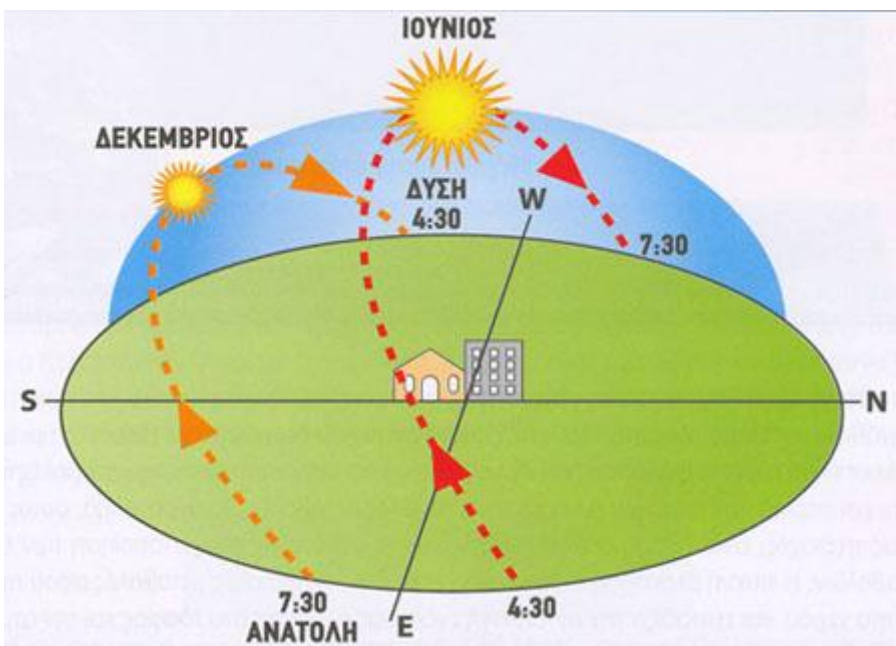
Εποχιακή μεταβολή

Η γη δεν περιστρέφεται μόνο γύρω από τον άξονά της, αλλά και γύρω από τον ήλιο και η περιστροφή αυτή διαρκεί ένα έτος. Ο άξονας της γης δεν είναι κάθετος στο επίπεδο περιστροφής, αλλά εμφανίζει μια κλίση. Εξαιτίας αυτού η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας διαφέρει από εποχή σε εποχή σε κάθε ημισφαίριο. Αυτό σημαίνει ότι και οι ώρες της ημέρας σε

σχέση με τις ώρες της νύχτας διαφέρουν από εποχή σε εποχή σε κάθε ημισφαίριο. Όσο περισσότερες είναι οι ώρες της ημέρας σε έναν τόπο, τόσο περισσότερη ενέργεια λαμβάνει ο τόπος αυτός. Έτσι το Βόρειο ημισφαίριο είναι θερμότερο τον Ιούνιο, τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, γιατί λαμβάνει περισσότερη ενέργεια από το Νότιο. Αντίθετα το Δεκέμβριο, τον Ιανουάριο και το Φεβρουάριο, λαμβάνει το Νότιο ημισφαίριο περισσότερη ενέργεια, οπότε είναι θερμότερο εκείνη την εποχή.



Η περιστροφή της γης γύρω από τον ήλιο. (C.D. Ahrens, *Meteorology Today*)

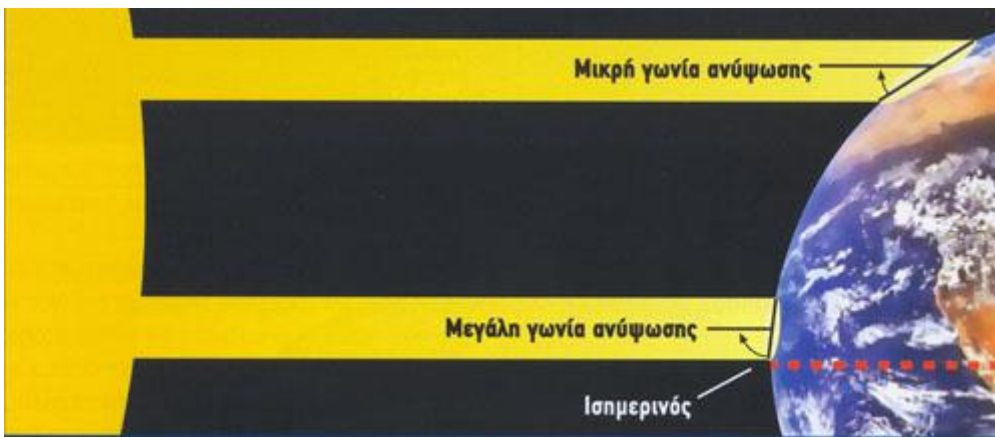


Η διαφορά των ωρών της μέρας σε σχέση με της νύχτας από εποχή σε εποχή

Μεταβολή με το γεωγραφικό πλάτος

Το σχήμα της γης επίσης προκαλεί μεταβολές στη γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας. Καθώς η γη είναι περίπου σφαιρική, ο ήλιος στέλνει τις ακτίνες του σχεδόν κάθετα στις περιοχές γύρω από τον ισημερινό, και όχι στα μεγαλύτερα πλάτη. Οι περιοχές γύρω από τον ισημερινό,

λαμβάνουν περισσότερη ενέργεια και είναι θερμότερες. Στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη οι ακτίνες πέφτουν πλάγια και μεταφέρουν το ίδιο ποσό ενέργειας σε μεγαλύτερη περιοχή (σχήμα), με αποτέλεσμα οι περιοχές αυτές να θερμαίνονται λιγότερο.



Η γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων στη γη σε συνάρτηση με το γεωγραφικό πλάτος.

Μεταβολή εξαιτίας της τοπογραφίας

Το νερό απορροφά και εκλύει θερμότητα με μικρότερη μεταβολή στη θερμοκρασία από ότι η ξηρά. Θάλασσες και λίμνες τείνουν να ελαχιστοποιούν τις μεταβολές θερμοκρασίας ενώ στα εσωτερικά των ηπείρων ευνοούνται οι μεγάλες μεταβολές. Το υγρό χώμα, όπως είναι αυτό σε βαλτώδεις περιοχές, είναι εξίσου αποτελεσματικό με το νερό στην ελαχιστοποίηση των θερμοκρασιακών μεταβολών. Η πυκνή βλάστηση επίσης ελέγχει τις θερμοκρασιακές μεταβολές αφού περιέχει κάποια ποσότητα νερού και εμποδίζει την ανταλλαγή ενέργειας ανάμεσα στο έδαφος και την ατμόσφαιρα. Αντίθετα οι άνυδρες και άγονες επιφάνειες επιτρέπουν τις μεγαλύτερες αλλαγές στη θερμοκρασία.

Οι απότομες αλλαγές θερμοκρασίας που παρατηρούνται μεταξύ στεριάς και θάλασσας στις παράκτιες και παραλίμνιες περιοχές, έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία διαφορών πίεσης και τοπικών ανέμων.

Μεταβολή με το ύψος

Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται ελάχιστα από την ατμόσφαιρα. Το μεγαλύτερο μέρος της φτάνει στη γη, τη θερμαίνει και στη συνέχεια η γη θερμαίνει τα κοντινά της στρώματα, της Τροπόσφαιρας είτε με ακτινοβολία, είτε με αγωγιμότητα. Τα ψηλότερα στρώματα της Τροπόσφαιρας θερμαίνονται επίσης από τη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία που εκπέμπει η γη ή από τα διπλανά τους χαμηλότερα στρώματα. Είναι λοιπόν προφανές ότι μέσα στην Τροπόσφαιρα, η θερμοκρασία μειώνεται με το ύψος και η μείωση αυτή ονομάζεται κατακόρυφη θερμοβαθμίδα περιβάλλοντος (Κ.Θ.Π.). Η μέση τιμή της κατακόρυφης θερμοβαθμίδας περιβάλλοντος στην τροπόσφαιρα είναι 6.5°C ανά 1000m . Αλλά αυτή η τιμή είναι απλώς ένας μέσος όρος, ο οποίος σπάνια απαντάται στη φύση. Η πραγματική τιμή της Κ.Θ.Π. σε έναν τόπο υπολογίζεται καθημερινά με τη βοήθεια της ραδιοβόλησης.

Υπάρχει όμως περίπτωση η θερμοκρασία να αυξάνει με το ύψος σε κάποιο στρώμα. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται αναστροφή θερμοκρασίας (temperature inversion) και μπορεί να συμβεί τις κρύες και ανέφελες νύχτες όταν υπάρχει άπνοια ή πολύ μικρής έντασης άνεμος.

Αέριες μάζες & Μέτωπα

Με τον όρο αέρια μάζα θεωρούμε στη Μετεωρολογία, ένα τμήμα της ατμοσφαιρικής μάζας που καλύπτει γεωγραφική έκταση πολλών εκατοντάδων χιλιάδων τετραγωνικών χιλιομέτρων και το οποίο παρουσιάζει ομοιογένεια από απόψεως καιρικών φαινομένων. Τα χαρακτηριστικά μιας αέριας μάζας είναι η θερμοκρασία και η υγρασία της.

Χαρακτηριστικά και ταξινόμηση των αερίων μαζών

Μια αέρια μάζα χαρακτηρίζεται ως:

- **Θαλάσσια (maritime)** ή **Ηπειρωτική (continental)** αν η πηγή της είναι εκτεταμένη θαλάσσια ή χερσαία περιοχή.
- **Τροπική (Tropical)**, **Ισημερινή (Equatorial)**, **Πολική (Polar)** ή **Αρκτική (Arctic)** από την περιοχή πάνω από την οποία σχηματίστηκε.
- **Θερμή (warm)** ή **Ψυχρή (cold)** ως προς την επιφάνεια πάνω από την οποία κινείται.

Μετωπικές επιφάνειες - Μέτωπα

Όταν δύο αέριες μάζες με διαφορετικά χαρακτηριστικά συναντηθούν, τότε η μεταξύ τους διαχωριστική επιφάνεια ονομάζεται μετωπική επιφάνεια και η τομή μιας τέτοιας επιφάνειας με το οριζόντιο επίπεδο λέγεται **μέτωπο (front)**.

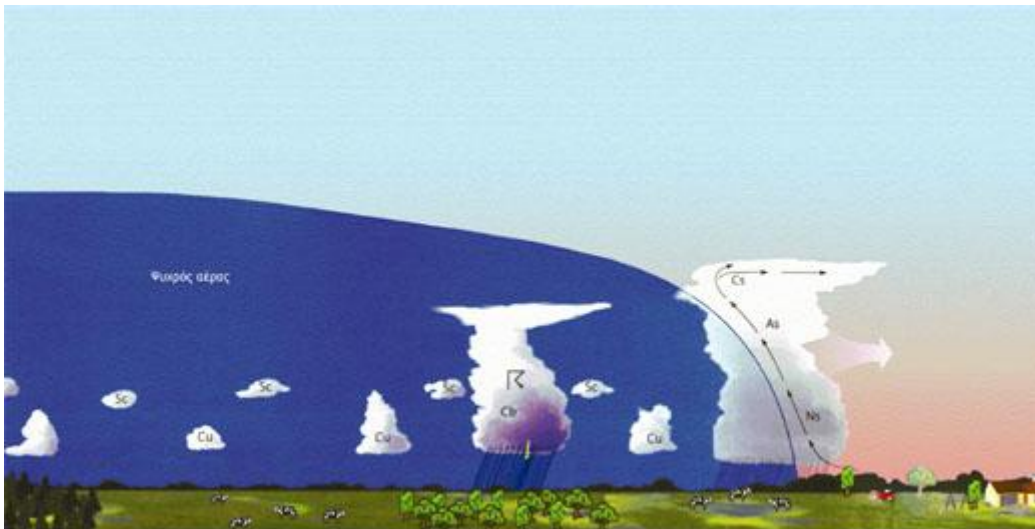
Είδη μετώπων

Όταν σε ένα κινούμενο μέτωπο προηγείται θερμή αέρια μάζα και την ακολουθεί ψυχρή, το μέτωπο χαρακτηρίζεται σαν ψυχρό (cold front). Στην αντίθετη περίπτωση, το μέτωπο χαρακτηρίζεται σαν θερμό (warm front). Όταν το μέτωπο δεν παρουσιάζει αισθητή μετακίνηση, χαρακτηρίζεται ως στάσιμο (stationary front). Όταν ένα ψυχρό μέτωπο, κατά τη γρήγορη μετακίνησή του, συναντήσει ένα αργά κινούμενο θερμό, τότε ο θερμός αέρας εκτοπίζεται από την επιφάνεια του εδάφους και τα δύο μέτωπα γίνονται ένα. Στην περίπτωση αυτή το μέτωπο χαρακτηρίζεται σαν συνεσφιγμένο (occluded front). Όταν το ψυχρό μέτωπο δε μετακινείται πολύ γρήγορα και συναντήσει ένα θερμό

με περίπου την ίδια ταχύτητα μετακίνησης, τότε οι θερμές αέριες μάζες που προηγούνται του ψυχρού μετώπου ενώνονται με τις θερμές αέριες μάζες του θερμού μετώπου και σχηματίζουν ένα θερμό τομέα (warm sector). Στους χάρτες καιρού το ψυχρό μέτωπο απεικονίζεται με μικρά μπλε τριγωνάκια ενώ το θερμό με κόκκινα ημικύκλια.

Ψυχρό μέτωπο

Στο ψυχρό μέτωπο, η ψυχρή αέρια μάζα κινείται ταχύτερα από τη θερμή που προηγείται. Έτσι ο ψυχρός αέρας (πυκνότερος) μετατοπίζει το θερμό εισχωρώντας κάτω από αυτόν. Ο θερμός αέρας τότε αναγκάζεται να κινηθεί ανατολικότερα και ταυτόχρονα προς τα πάνω με όλες τις συνέπειες της αδιαβατικής εκτόνωσης που συνοδεύει αυτήν την κατακόρυφη κίνηση.

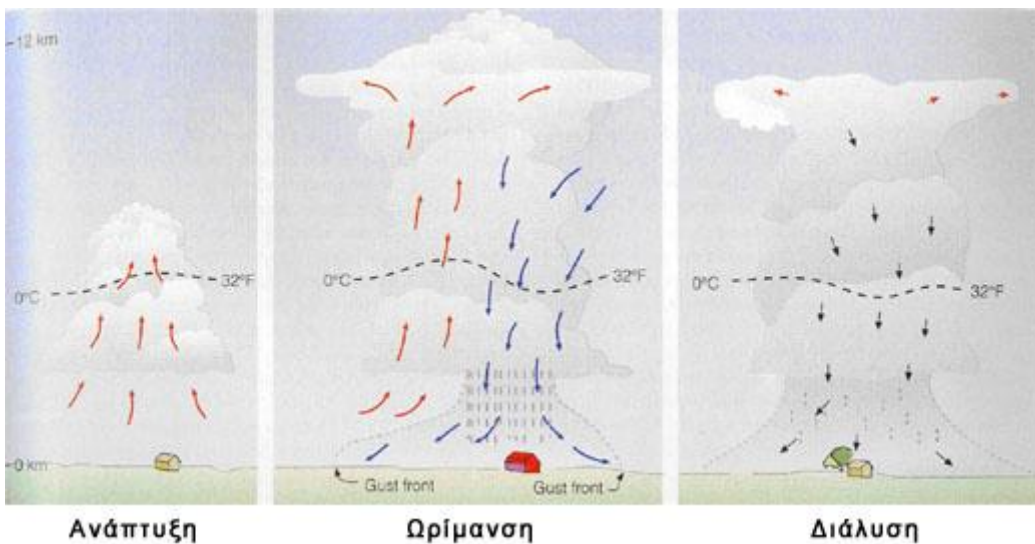


Κατακόρυφη τομή ψυχρού μετώπου (D. Walch & H. Frater, Wetter und Klima)

Όσο πλησιάζει το ψυχρό μέτωπο οι άνεμοι είναι γενικά νότιοι-νοτιοδυτικοί ασθενείς και η ατμοσφαιρική πίεση μειώνεται σταθερά. Μόλις το μέτωπο περάσει η ατμοσφαιρική πίεση αρχίζει απότομα να αυξάνει, ο άνεμος στρέφεται σε βόρειο-βορειοδυτικό, ενώ η ταχύτητά του αυξάνει απότομα κατά πολύ.

Θερμό μέτωπο

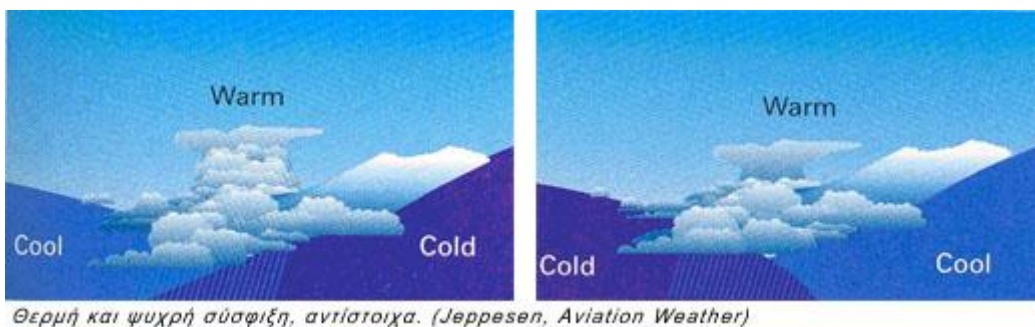
Στο θερμό μέτωπο, η θερμή αέρια μάζα ακολουθεί την ψυχρή, κινούμενη με μεγαλύτερη ταχύτητα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η θερμή αέρια μάζα, επειδή δε μπορεί να εισχωρήσει κάτω από την ψυχρή, να αναρριχηθεί ολισθαίνοντας πάνω από αυτήν. Συνέπεια αυτής της ανολίσθησης είναι η αδιαβατική εκτόνωση της θερμής αέριας μάζας και επομένως, εφόσον υπάρχει αρκετή ποσότητα υδρατμών, ο σχηματισμός εκτεταμένου νεφικού συστήματος που εκτείνεται μέχρι 1200 km περίπου, εμπρός από τη θέση του μετώπου.



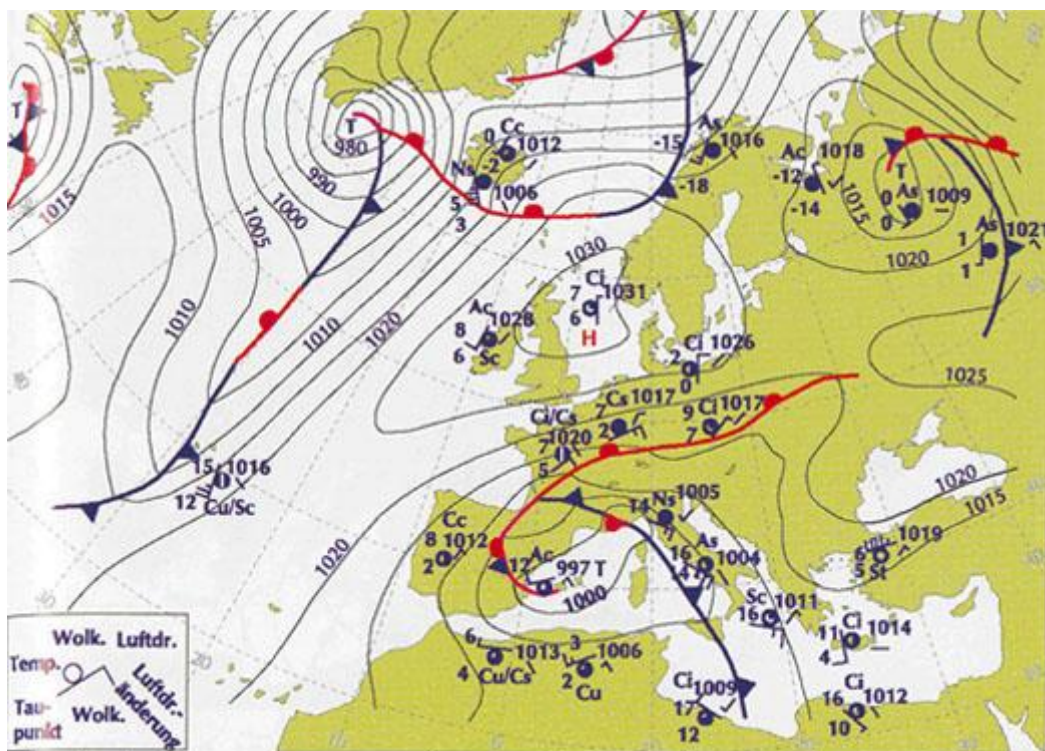
Σπάνια το θερμό μέτωπο είναι ευδιάκριτο από μεγάλη απόσταση. Στις περιπτώσεις όμως που είναι ευδιάκριτο, η παρουσία του γίνεται αισθητή αρκετές ώρες πριν φτάσει στην περιοχή, από τα χαρακτηριστικά είδη νεφών που συνθέτουν το νεφικό σχηματισμό του. Στην αρχή, αρχίζουν να φαίνονται θύσανοι (Ci) με χαρακτηριστικό αγκιστροειδές σχήμα. Στη συνέχεια εμφανίζονται θυσανοστρώματα (Cs), υψιστρώματα (As) και στρωματομελανίες (Ns) συνοδευόμενοι από συνεχή και παρατεταμένη βροχή, η οποία στον ψυχρό τομέα δημιουργεί ομίχλες και χαμηλά νέφη, εξαιτίας της χαμηλής θερμοκρασίας του ψυχρού τομέα. Η ζώνη της βροχής μπροστά από το μέτωπο εκτείνεται μέχρι την απόσταση των 300 ή 400 km.

Συνεσφιγμένα μέτωπα

Όταν ένα ψυχρό μέτωπο προλαβαίνει ένα θερμό, το συνεσφιγμένο μέτωπο που προκύπτει συνδυάζει τη νέφωση του ψυχρού και του θερμού μετώπου, ανάλογα με το είδος της σύσφιξης.



Στη θερμή σύσφιξη το θερμό μέτωπο παραμένει στο έδαφος, αφού ο ψυχρός αέρας του είναι πιο κρύος (και άρα πιο βαρύν) από τον ψυχρό αέρα του αρχικού ψυχρού μετώπου. Στην περίπτωση αυτή το ψυχρό μέτωπο κινείται πάνω από το θερμό. Αντίθετα στη ψυχρή σύσφιξη, ο ψυχρός αέρας του ψυχρού μετώπου παραμένει στο έδαφος και ξεπερνάει γρήγορα το θερμό μέτωπο.



Τυπικός χάρτης επιφανείας με χαραγμένες τις ισοβαρείς καμπύλες και τα μέτωπα.

Παγοποίηση

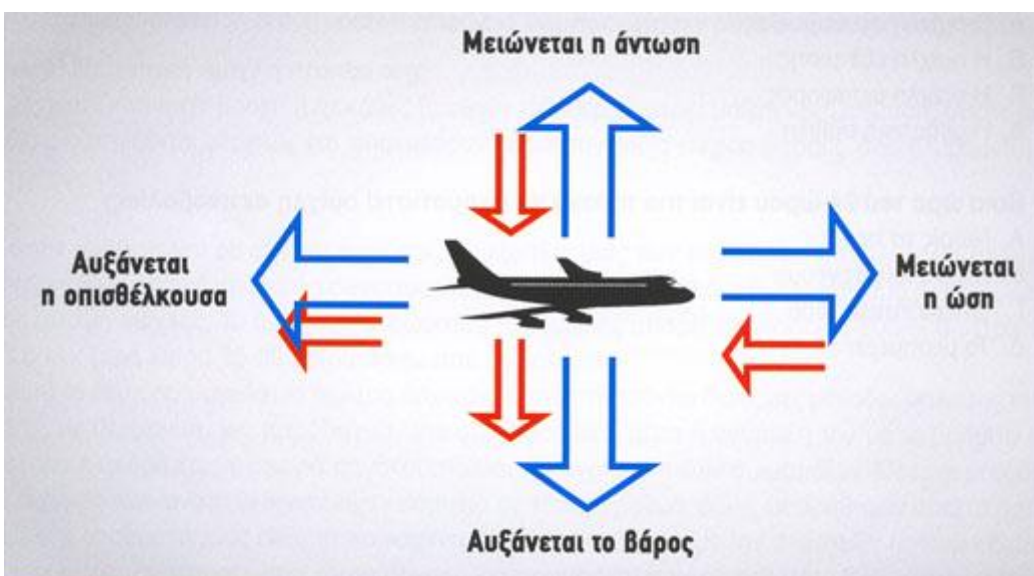
Ένα από τα πλέον επικίνδυνα φαινόμενα για την αεροπλοΐα είναι η παγοποίηση (icing), ο σχηματισμός δηλαδή ή η εναπόθεση πάγου σε εσωτερικά και εξωτερικά μέρη του αεροσκάφους.

Είδη παγοποίησης

Υπάρχουν δύο κατηγορίες παγοποίησης που είναι ουσιώδους σημασίας για την αεροπλοΐα α) η εξωτερική παγοποίηση ή παγοποίηση δομής (structural icing) και β) η εσωτερική παγοποίηση (induction icing).

Εξωτερική παγοποίηση ή παγοποίηση δομής

Η εξωτερική παγοποίηση ή παγοποίηση δομής αφορά στη συσσώρευση πάγου στις εξωτερικές επιφάνειες του αεροσκάφους. Περιλαμβάνει την παγοποίηση στις επιφάνειες ελέγχου που βρίσκονται στα φτερά και την ουρά του αεροσκάφους, καθώς και την παγοποίηση στις έλικες, τις κεραίες, την κεφαλή στατικής πίεσης και το σωλήνα pitot. Η πιο σημαντική επίπτωση της παγοποίησης δομής είναι η απώλεια της αεροδυναμικής ικανότητας του αεροσκάφους.



Αποτελέσματα της παγοποίησης δομής

Η βασική αιτία της παγοποίησης δομής είναι η ψύξη των σταγονιδίων νερού πάνω στην επιφάνεια του αεροσκάφους όταν αυτό περνάει μέσα από ένα νέφος. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει η επιφάνεια του αεροσκάφους να είναι ψυχρή (κάτω από 0oC) και το νέφος να περιέχει υπερτηγμένα σταγονίδια νερού. Κάτω από τις συνθήκες αυτές τα σταγονίδια στερεοποιούνται μόλις έρθουν σε επαφή με το αεροσκάφος. Ο πάγος σχηματίζεται ταχύτερα σε πυκνά παρά σε αραιά νέφη, επίσης οι μεγάλες σταγόνες νερού συσσωρεύονται πιο εύκολα. Ο ρυθμός σχηματισμού του πάγου αυξάνει όσο αυξάνει η ταχύτητα του αεροσκάφους και μέχρι τους 400 knots, από την ταχύτητα αυτή και πάνω ο ρυθμός ελαττώνεται λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας εξαιτίας της τριβής.

Μορφές πάγου

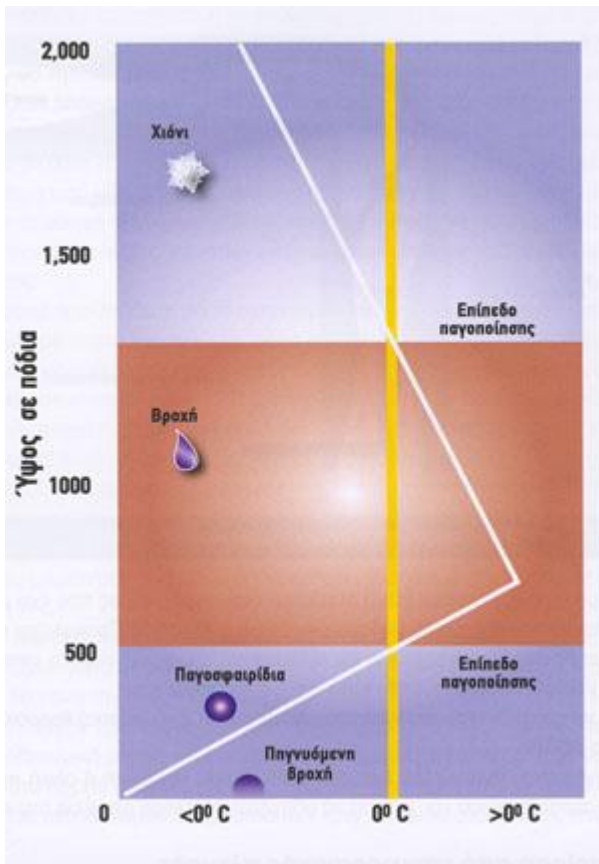
Όταν οι σταγόνες είναι μεγάλες και η θερμοκρασία λίγο κάτω από το μηδέν, τότε αυτές διασκορπίζονται πάνω στην επιφάνεια του αεροσκάφους και στερεοποιούνται αργά σχηματίζοντας **καθαρό πάγο ή υαλόπαγο (clear ice or glaze)**. Ο καθαρός πάγος είναι λείος και συνήθως διαφανής. Είναι η πιο επικίνδυνη μορφή πάγου, γιατί είναι βαρύς και σκληρός, προσκολλάται σταθερά στην επιφάνεια του αεροσκάφους και εκτός από το βάρος που προσθέτει, διαταράσσει σοβαρά το σχήμα της αεροτομής. Μεγάλες σταγόνες συναντά το αεροσκάφος όταν περνάει μέσα από σωρειτόμορφα νέφη (Cu, Cb). Αν οι σταγόνες είναι μικρές και στερεοποιηθούν αμέσως μόλις προσκρούσουν στο αεροσκάφος, παγιδεύουν ανάμεσά τους αέρα και σχηματίζουν **ομιχλοκρύσταλλο (rime ice)**. Ο ομιχλοκρύσταλλος είναι τραχύς, πορώδης, αδιαφανής, λευκός πάγος. Ευνοϊκές συνθήκες για τη δημιουργία του είναι η θερμοκρασία να βρίσκεται αρκετά κάτω από το μηδέν, συνήθως -10° έως -20°C, και οι σταγόνες να είναι μικρές. Αναπτύσσεται όταν το αεροσκάφος περνάει μέσα από στρωματόμορφα νέφη, όπως Ns, As και St. Ο ομιχλοκρύσταλλος έχει επίσης σοβαρή επίδραση στην αεροδυναμική του αεροσκάφους, αλλά γενικά είναι ελαφρύτερος και απομακρύνεται πιο εύκολα. Ο **μικτός πάγος (mixed ice)** είναι συνδυασμός των δύο άλλων μορφών. Σχηματίζεται όταν εισχωρεί χιόνι ή παγοκρυστάλλια σε καθαρό πάγο, δημιουργώντας έτσι μια πολύ τραχιά συσσώρευση.

Πάχνη (hoar frost)

Η πάχνη σχηματίζεται όταν κορεσμένος αέρας ψυχθεί σε θερμοκρασία ίση με το σημείο δρόσου και το σημείο δρόσου είναι κάτω από το μηδέν. Στην περίπτωση αυτή οι υδρατμοί μετατρέπονται κατευθείαν σε πάγο. Σε αεροσκάφος η πάχνη σχηματίζεται με τον ίδιο τρόπο που σχηματίζεται και στα άλλα αντικείμενα. Συνήθως τις νύχτες με καθαρό ουρανό, η απώλεια θερμότητας λόγω ακτινοβολίας, χαμηλώνει τη θερμοκρασία της επιφάνειας ενός σταθμευμένου α/φους κάτω από το σημείο δρόσου, που είναι κάτω από το μηδέν. Ο βασικός κίνδυνος στην πάχνη είναι η τραχύτητα που προσδίνει στην επιφάνεια του α/φους. Αν και αυτό δε φαίνεται τόσο επικίνδυνο αν το συγκρίνει κανείς με τον όγκο που μπορεί να προσθέσει ο καθαρός πάγος, εν τούτοις επιβραδύνει τη ροή του αέρα πάνω στις πτέρυγες και μειώνει την άντωση. Ένα σκληρό στρώμα πάχνης μπορεί να αυξήσει την ταχύτητα απώλειας στήριξης κατά 5 έως 10%. Η πάχνη επίσης μπορεί να εμποδίσει το α/φος να απογειωθεί στην κανονική του ταχύτητα απογείωσης.

Πηγνυόμενη βροχή και παγοποίηση

Τους ψυχρούς μήνες του έτους είναι συνηθισμένο να υπάρχει ένα ψυχρό στρώμα αέρα κοντά στο έδαφος με θερμοκρασίες κάτω από το μηδέν και πάνω από αυτό να υπάρχει ένα θερμότερο στρώμα. Υετός που σχηματίζεται ως χιόνι σε ψυχρά νέφη ψηλά στην τροπόσφαιρα, λιώνει κατά το πέρασμά του από το θερμό στρώμα και στη συνέχεια ξαναπαγώνει και σχηματίζει παγοσφαιρίδια καθώς πέφτει μέσα από το ψυχρό στρώμα κοντά στο έδαφος και μετατρέπεται σε πηγνυόμενη βροχή (freezing rain) ή πηγνυόμενες ψεκάδες (freezing drizzle). Αν η επιφάνεια του αεροσκάφους έχει θερμοκρασία κάτω από μηδέν, συγκεντρώνει μεγάλη ποσότητα πάγου κάτω από τις συνθήκες αυτές. Η κατάσταση αυτή είναι συχνή σε θερμά μέτωπα ή σε συσφίξεις μετώπων.



Σχηματισμός πηγνυόμενης βροχής.

Εσωτερική παγοποίηση

Η εσωτερική παγοποίηση επηρεάζει τη λειτουργία του κινητήρα. Περιλαμβάνει την παγοποίηση στον αναμικτήρα και στους εισαγωγείς αέρα. Η κύρια επίδραση της εσωτερικής παγοποίησης είναι η απώλεια ισχύος εξαιτίας της παρεμπόδισης του αέρα να μπει στον κινητήρα. Στους εισαγωγείς αέρα σχηματίζεται πάχος κάτω από τις ίδιες συνθήκες που ευνοείται και η παγοποίηση δομής. Παγοποίηση αναμικτήρα (carburetor icing) συμβαίνει όταν υγρός αέρας που έχει μπει στον αναμικτήρα ψυχθεί σε θερμοκρασία σημείου δρόσου μικρότερη από μηδέν. Η ψύξη αυτή προκαλείται από την αδιαβατική εκτόνωση του αέρα στον αναμικτήρα και την εξάτμιση του

καυσίμου. Η ψύξη μπορεί να είναι τόσο δραματική που να μειώσει τη θερμοκρασία κατά 20°C ή περισσότερο. Μπορεί δηλαδή να υπάρξει παγοποίηση αναμικτήρα ενώ η εξωτερική θερμοκρασία είναι αρκετά πάνω από το μηδέν. Η δημιουργία πάγου στον αναμικτήρα έχει σαν αποτέλεσμα τη μερική ή ολική παρεμπόδιση της ροής του μίγματος αέρα/καυσίμου και μπορεί να οδηγήσει σε πλήρη απώλεια του κινητήρα.

Γενική κυκλοφορία της Ατμόσφαιρας - Αεροχείμαρροι

Οι άνεμοι στην επιφάνεια του πλανήτη

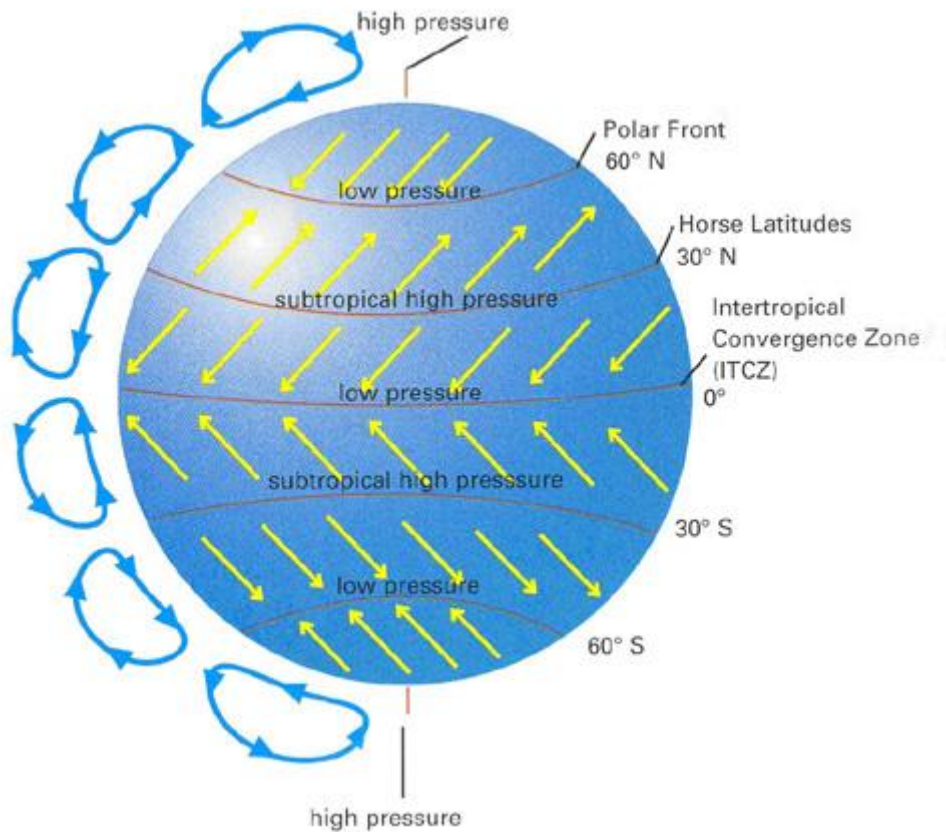
Αν η επιφάνεια της γης ήταν ομογενής και ομοιόμορφη, τότε η κατάσταση της ατμοσφαιρικής πίεσης στην επιφάνειά της θα παρουσίαζε την εικόνα του παρακάτω σχήματος. Με βάση αυτήν την κατανομή της ατμοσφαιρικής πίεσης, στην επιφάνεια της γης, οι άνεμοι που θα πνέουν από τις ζώνες των υψηλών πιέσεων (περιοχές απόκλισης), θα φτάνουν στις περιοχές των χαμηλών πιέσεων (περιοχές σύγκλισης).

Η παρουσία της δύναμης Coriolis έχει σαν αποτέλεσμα η κίνηση αυτή των αερίων μαζών να μη γίνεται κατά μήκος των μεσημβρινών, αλλά όταν κινούνται αυτές από περιοχές μεγαλύτερων γεωγραφικών πλατών προς περιοχές μικρότερων γεωγραφικών πλατών η κίνηση αυτή να παρουσιάζεται σαν ΒΑ ή Α στο Βόρειο Ημισφαίριο και ΝΑ ή Α στο Νότιο Ημισφαίριο. Αντίθετα όταν η κίνηση γίνεται από περιοχές με μικρότερο γεωγραφικό πλάτος προς περιοχές με μεγαλύτερο γεωγραφικό πλάτος η κίνηση αυτή να παρουσιάζεται σαν ΝΔ ή Δ στο Βόρειο Ημισφαίριο και ΒΔ ή Δ στο Νότιο Ημισφαίριο.

Είναι γνωστό όμως ότι η επιφάνεια της γης δεν είναι ομογενής και ομοιόμορφη, αλλά οι ωκεανοί (που αποτελούν το μεγαλύτερο τμήμα της επιφάνειας του πλανήτη), διακόπτονται από τις ηπείρους με την ανομοιόμορφη κατανομή των εδαφικών εξάρσεων τους. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος, αλλά και για άλλους λόγους, που πηγάζουν από το γεγονός αυτό, οι ζώνες υψηλών και χαμηλών πιέσεων που προαναφέραμε, δεν είναι συνεχείς αλλά διακόπτονται από την παρουσία των ηπείρων και περιορίζονται μόνο πάνω από τους ωκεανούς σαν μόνιμες περιοχές υψηλών και χαμηλών πιέσεων.

Η ζώνη των χαμηλών πιέσεων περί τον Ισημερινό (10°) είναι γνωστή σαν ενδοτροπική ζώνη σύγκλισης (intertropical convergence zone). Στη ζώνη αυτή, εξαιτίας της έντονης υπερθέρμανσης, έχουμε ισχυρές ανοδικές κινήσεις του ατμοσφαιρικού αέρα, με όλα τα επακόλουθα μιας έντονης κατακόρυφης αδιαβατικής κίνησης. Αποτέλεσμα αυτής της κατακόρυφης κίνησης είναι η δημιουργία, στην επιφάνεια του εδάφους, σύγκλισης αερίων μαζών από τις γειτονικές περιοχές με

υψηλή πίεση. Η κίνηση αυτή δημιουργεί ανέμους που στο χώρο της σύγκλισης η ταχύτητά τους είναι μικρή, με διεύθυνση A-BA στο βόρειο τμήμα της ζώνης και A-NA στο νότιο τμήμα. Ο χώρος αυτός είναι γνωστός σαν ζώνη των ισημερινών νηνεμιών (doldrums). Εξαίρεση μπορούμε να πούμε ότι παρατηρείται στην περιοχή του Βόρειου Ινδικού Ωκεανού, κατά το καλοκαίρι του Βορείου Ημισφαιρίου. Οι άνεμοι αυτοί ονομάζονται αληγείς (Trade winds) και αποτελούν το σταθερότερο σύστημα της γενικής κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας.



Η κατανομή της ατμοσφαιρικής πίεσης στην ιδανική περίπτωση που η επιφάνεια της γης ήταν ομογενής και ομοιόμορφη (Jeppesen, Aviation Weather).

Στην περιοχή του Νότιου Ινδικού Ωκεανού, κατά τη διάρκεια του θέρους, οι αληγείς άνεμοι, που προέρχονται από τα ΝΑ περνούν τον ισημερινό, οπότε η δύναμη Coriolis τους μετατρέπει σε ΝΔ γνωστούς ως μουσώνες (monsoons). Στα μέσα γεωγραφικά πλάτη πνέουν περίπου δυτικοί άνεμοι (Westerlies) και είναι περισσότερο ισχυροί κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου. Οι άνεμοι αυτοί στο Βόρειο Ημισφαίριο είναι λιγότερο σταθεροί σε σχέση με τους αντίστοιχους ανέμους στο Νότιο Ημισφαίριο. Οι άνεμοι των πολικών περιοχών παρουσιάζουν ποικιλία εντάσεων και διευθύνσεων.

Αεροχείμαρροι

Κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, διαπιστώθηκε για πρώτη φορά ότι στο επίπεδο της τροπόπαυσης υπάρχει σε όλη τη διάρκεια του έτους, ένα λεπτό αλλά πολύ ισχυρό ρεύμα αέρα, γνωστό ως αεροχείμαρρος. Έχει μήκος μερικές χιλιάδες χιλιόμετρα, οριζόντιο άξονα τομής μήκους μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα και κατακόρυφο άξονα τομής μερικές χιλιάδες μέτρα.

Σαν κατώτερο όριο ταχύτητας κατά μήκος του άξονα του αεροχειμάρρου καθιερώθηκε αυθαίρετα η τιμή των 30 m/s (60knots). Στην περιοχή της Νότιας Ιαπωνίας μετρήθηκαν μέγιστες ταχύτητες, στον πυρήνα του αεροχειμάρρου της τάξης των 140m/s (280 knots). Αν ληφθεί υπόψη ότι η μέση ταχύτητα των δυτικών ανέμων είναι της τάξης των 10 m/s, τότε φαίνεται ότι οι ταχύτητες που παρατηρούνται στους αεροχειμάρρους είναι κάτι το εξαιρετικό.

Από τους μέσους χάρτες της ανώτερης Τροπόσφαιρας (200 hPa) έχει διαπιστωθεί ότι σε κάθε ημισφαίριο υπάρχουν δύο αεροχειμάρροι. Ο πρώτος ονομάζεται αεροχειμάρρος του πολικού μετώπου (polar front jet stream – PFJ) και ο δεύτερος υποτροπικός αεροχειμάρρος (subtropical jet stream – STJ).

Ο αεροχειμάρρος του πολικού μετώπου μετατοπίζεται μέσα στη ζώνη 50ο - 60ο πλάτους. Εκτός από τη μετατόπιση κατά γεωγραφικό πλάτος, ο αεροχειμάρρος παρουσιάζει μετατόπιση καθ' ύψος και σημαντικές αλλαγές της ταχύτητάς του ακόμη και από μέρα σε μέρα. Το χειμώνα μετακινείται προς μικρότερα γεωγραφικά πλάτη ενώ το καλοκαίρι προς μεγαλύτερα με ταυτόχρονη ελάττωση του ύψους του. Η παρουσία του αεροχειμάρρου αυτού καθώς και οι μεταβολές του συνδέονται άμεσα με τον καιρό των μεγάλων γεωγραφικών πλατών.

Οι χάρτες που συντάσσονται για τον υποτροπικό αεροχειμάρρο δείχνουν ότι κατά τη διάρκεια του χειμώνα ο πυρήνας του παρουσιάζει τρεις ευδιάκριτες περιοχές με μέγιστη ταχύτητα. Η πρώτη περιοχή βρίσκεται πάνω από τις ανατολικές ακτές της Βορείου Αμερικής, η δεύτερη πάνω από τη Βόρεια Αφρική και η τρίτη πάνω από τις ανατολικές ακτές της Ασίας. Το καλοκαίρι ο ίδιος αεροχειμάρρος διαφοροποιείται. Οι ταχύτητές του ελαττώνονται σημαντικά και η μέση θέση του μετατοπίζεται αρκετά βορειότερα.

Αξιοσημείωτη και ενδιαφέρουσα για την περιοχή μας και γενικότερα για την περιοχή της Μεσογείου είναι η καλοκαιρινή, προς βορρά, μετατόπιση του τμήματος του υποτροπικού αεροχειμάρρου που το χειμώνα βρίσκεται πάνω από τη βόρεια Αφρική. Η μέση θέση του το καλοκαίρι είναι βόρεια από τον Ελλαδικό χώρο. Το γεγονός αυτό παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την περιοχή μας από πλευράς καιρού. Ο υποτροπικός αεροχειμάρρος στη θέση αυτή αποτελεί φραγμό στην προς νότο κάθοδο των ψυχρών αερίων μαζών που προέρχονται από τα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη. Επίσης φραγμό αποτελεί και για τα κέντρα χαμηλών πιέσεων που κινούνται από τα μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη προς την περιοχή της κεντρικής και ανατολικής Μεσογείου. Αποτέλεσμα αυτού είναι οι βροχοπτώσεις που οφείλονται στις κινούμενες υφέσεις, την καλοκαιρινή περίοδο, να μειώνονται σημαντικά.

Εκπομπές μετεωρολογικών πληροφοριών και μετεωρολογικά τηλεγραφήματα

Μετεωρολογικά τηλεγραφήματα

Οι Μετεωρολογικοί σταθμοί παντού στον κόσμο, είναι επιφορτισμένοι να κάνουν παρατήρηση του καιρού σε τακτά χρονικά διαστήματα και τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων αυτών να τα κοινοποιούν στους αεροναυτιλόμενους και στους άλλους Μετεωρολογικούς σταθμούς, ώστε όλοι οι ενδιαφερόμενοι να μπορούν εύκολα να πληροφορηθούν τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν σε μία περιοχή. Επίσης με τα στοιχεία των παρατηρήσεων συντάσσονται οι διάφοροι χάρτες καιρού από τους Μετεωρολόγους προγνώστες και με τη βοήθεια αυτών των χαρτών γίνεται η πρόγνωση του καιρού. Για τους παραπάνω λόγους, κάθε Μετεωρολογικός σταθμός οφείλει να εκδίδει διάφορα τηλεγραφήματα, τα οποία περιέχουν τα στοιχεία του καιρού κωδικοποιημένα σύμφωνα με τους διεθνείς κανόνες που έχουν θεσπιστεί για το λόγο αυτό.

METAR (METeorological Aerodrome Routine report)

Τηλεγράφημα που περιέχει τα στοιχεία της παρατήρησης, δηλαδή τον παρόντα καιρό και μια δίκωρη πρόγνωση του καιρού (TREND). Εκδίδεται κάθε μισή ώρα και έχει γενικά την εξής μορφή:

```
LGTS 160820Z 10004KT 8000 FEW030 SCT090 19/17 Q1018 BECMG 5000
```

- LGTS Το όνομα του αεροδρομίου σύμφωνα με το διεθνή κώδικα
- 160820 Μέρα και ώρα έκδοσης του METAR, 16 του τρέχοντος μήνα 08:20 UTC
- 10004KT Άνεμος από 100ο , 4 κόμβοι
- 8000 Ορατότητα 8 χιλιόμετρα
- FEW030 Νέφη FEW με βάση στα 3000 πόδια

- SCT090 Νέφη SCT με βάση στα 9000 πόδια
- 19/17 Θερμοκρασία 19°C και σημείο δρόσου 17°C
- Q1018 QNH 1018 hpa
- BECMG 5000 Αναμένεται μείωση της ορατότητας σε 5 χιλιόμετρα
- **Άνεμος:** Αν υπάρχει άπνοια, τότε γράφεται 00000KT, ενώ αν ο άνεμος είναι μεταβλητός δίνονται οι ακραίες τιμές του. Αν ο άνεμος είναι ριπαίος δίνεται η μέση ταχύτητα και η τιμή της μέγιστης ριπής.
- **Ορατότητα:** Αν η ορατότητα είναι 10 χιλιόμετρα ή περισσότερο, στο METAR αναγράφεται 9999. Αν η ορατότητα είναι κάτω από 1500 μέτρα, δίνονται οι τιμές του RVR, π.χ. R26R/0800 σημαίνει ότι στο διάδρομο 26R το RVR είναι 800 μέτρα.
- **Φαινόμενα:** Αν υπάρχουν καιρικά φαινόμενα, αναγράφονται μετά την ορατότητα, σύμφωνα με τον κώδικα καιρού π.χ. Ra σημαίνει βροχή στο σταθμό.
- **Νέφη:** Τα νέφη δίνονται από το χαμηλότερο στρώμα προς το ψηλότερο. Αν δεν υπάρχουν νέφη κάτω από τα 5000 πόδια ή κάτω από το ψηλότερο minimum sector altitude, όποιο από τα δύο είναι μεγαλύτερο, αν η ορατότητα είναι 10 χιλιόμετρα ή περισσότερο και αν δεν υπάρχουν καιρικά φαινόμενα, τότε στο METAR δίνεται CAVOK. Αν ο ουρανός δεν είναι ορατός, δε μπορούν να προσδιοριστούν το ύψος της βάσης των νεφών και το είδος τους. Στην περίπτωση αυτή δίνεται κατακόρυφη ορατότητα (vertical visibility) π.χ VV150 σημαίνει κατακόρυφη ορατότητα 150 πόδια.
- **Θερμοκρασία και σημείο δρόσου:** Αν κάποια από τις δύο τιμές (θερμοκρασίας και σημείο δρόσου) είναι αρνητική, τότε μπροστά από την τιμή γράφεται το γράμμα M (minus), π.χ. 03/M05 σημαίνει θερμοκρασία 3οC και σημείο δρόσου -5οC.
- **QNH:** Δίνεται στρογγυλοποιημένο στη μικρότερη ακέραια τιμή.
- **TREND:** Το τελευταίο κομμάτι του METAR είναι η δίωρη πρόγνωση που δίνεται με μία από τις παρακάτω λέξεις, οι οποίες ακολουθούνται από το στοιχείο εκείνο του καιρού που πρόκειται να αλλάξει.
 - NOSIG = No significant change, δεν αναμένεται σημαντική αλλαγή
 - BECMG = Αναμενόμενη αλλαγή
 - TEMPO = Παροδική αλλαγή

SPECI

Έκτατο τηλεγράφημα, αμέσου επιδόσεως, που εκδίδεται όταν εμφανίζεται στο σταθμό φαινόμενα σημαντικά για την αεροπορία, τα οποία δεν αναφέρονται στο τελευταίο METAR. Αφορά συνήθως σε καταιγίδα πάνω από το σταθμό και σε εμφάνιση ομίχλης ή διατμητικού ανέμου. Έχει τη μορφή METAR, στο τέλος του οποίου μπορεί να δίνεται κάποια επιπρόσθετη πληροφορία, όπως είναι η εμφάνιση ενός καταιγιδοφόρου νέφους που μπορεί να πλήξει το σταθμό ή η ώρα έναρξης του φαινομένου που περιγράφεται στο SPECI. Παράδειγμα:

```
LGKV 18006KT 9999 FEW030CB FEW035TCU SCT100 28/16 Q1009 CB NW 25KM=
```

TAF (Terminal Aerodrome Forecast)

Τηλεγράφημα με τη μορφή του METAR, στο οποίο περιέχεται πρόγνωση του αεροδρομίου. TAF εκδίδονται κάθε 3 ώρες και ισχύουν για 9 ώρες, επίσης εκδίδονται long TAF κάθε 6 ώρες, τα οποία ισχύουν για 18 ώρες. Παράδειγμα:

```
TAF LGKV 121800Z 121904 VRB05KT 9999 FEW025 SCT030 PROB30 TEMPO 1922 5000 SHRA SCT015 FEW018CB  
BKN025
```

- LGKV Το όνομα του αεροδρομίου σύμφωνα με το διεθνή κώδικα
- 121800Z Μέρα και ώρα έκδοσης του τηλεγραφήματος, 12 του τρέχοντος μήνα 18:00 UTC
- 121904 Ισχύς του τηλεγραφήματος από 19:00 UTC της 12ης του μήνα έως 04:00 UTC της επόμενης μέρας
- VRB05KT Άνεμος μεταβλητός (variable), 5 κόμβοι 9999 Ορατότητα καλή (10 χιλιόμετρα ή περισσότερα)
- FEW025 Νέφη FEW στα 2500 πόδια
- SCT030 Νέφη SCT στα 3000 πόδια
- PROB30 Πιθανότητα 30 (μικρή) για όσα ακολουθούν
- TEMPO 1922 Παροδικές αλλαγές από 19:00 έως 22:00 UTC, που περιγράφονται από τα παρακάτω στοιχεία
 - 5000 Ορατότητα 5000 μέτρα
 - SHRA Όμβρος βροχής (rain shower)
 - SCT015 Νέφη SCT στα 1800 πόδια
 - FEW018CB Νέφη FEW στα 1800 πόδια CB
 - BKN025 Νέφη BKN στα 2500 πόδια

Στα TAF, όπως και στα METAR χρησιμοποιούνται οι ίδιες λέξεις (NOSIG, BCMG, TEMPO) για τις ενδεχόμενες αλλαγές. Στα TAF επιπρόσθετα αναφέρεται η πιθανότητα (PROB) της αλλαγής. Οι χρησιμοποιούμενες τιμές είναι 30 και 40 για μικρή ή μεγάλη πιθανότητα, αντίστοιχα. Στα TAF δεν αναφέρονται η θερμοκρασία, το σημείο δρόσου και το QNH.

- **TEMPO:** Με τον όρο TEMPO χαρακτηρίζουμε μια παροδική καιρική μεταβολή που γίνεται σε ένα α/δ και έχει διάρκεια μικρότερη από 60 λεπτά ή εφόσον επαναλαμβάνεται, η συνολική της διάρκεια να μην υπερβαίνει το μισό της χρονικής διάρκειας που καλύπτει το TAF.
- **BECMG:** Με την έκφραση αυτή, εκφράζεται μια επερχόμενη μεταβολή μόνιμου χαρακτήρα. Μετά τη λέξη αυτή βάζουμε μια χρονική ένδειξη τεσσάρων ψηφίων, που μας προσδιορίζουν πότε ξεκινάει αυτή η μόνιμη καιρική μεταβολή και πότε ολοκληρώνεται. Αφού ολοκληρωθούν οι αλλαγές που περιγράφονται από τον όρο BECMG , οι νέες συνθήκες πλέον ισχύουν μέχρι το τέλος της περιόδου του TAF εκτός αν υπάρξει και άλλη ή άλλες αλλαγές στις προβλεπόμενες καιρικές συνθήκες που θα περιγράφονται και πάλι με τον όρο BECMG ή και TEMPO.

SYNOPSIS

Τηλεγράφημα, το οποίο εκδίδεται κάθε 3 ώρες και χρησιμεύει στη σύνταξη των χαρτών επιφανείας και την ανάλυση και πρόγνωση του καιρού. Το SYNOPSIS γράφεται σύμφωνα με ειδικό

κώδικα. Είναι ένα σύνολο πενταψήφιων αριθμών, καθένας από τους οποίους συμβολίζει ένα μετεωρολογικό στοιχείο.

GAMET (General Aviation METeorological information)

Το GAMET είναι τηλεγράφημα, που δίνει πληροφορίες για επικίνδυνα καιρικά φαινόμενα, τα οποία αφορούν στις πτήσεις σε χαμηλά ύψη (κάτω από το FL150). Γράφεται σε Αγγλική γλώσσα και χρησιμοποιούνται οι διεθνείς συντμήσεις του ICAO.

SIGMET

Το τηλεγράφημα αυτό εκδίδεται σε ανοιχτή γλώσσα, από το Γραφείο Επαγρύπνησης της Μετεωρολογικής Υπηρεσίας όταν εμφανιστεί σημαντικό φαινόμενο στο FIR της ευθύνης του. Το SIGMET ισχύει για 4 ώρες και αναφέρει συνήθως αναταράξεις, καταιγίδες ή παγοποίηση σε κάποιο τμήμα του FIR.

TEMP

Στο TEMP περιλαμβάνονται τα στοιχεία της ραδιοβόλησης και χρησιμοποιείται για τη σύνταξη των χαρτών της ανώτερης ατμόσφαιρας. Και το τηλεγράφημα αυτό γράφεται σε ειδικό κώδικα.

Εκπομπές Μετεωρολογικών Πληροφοριών

A.T.I.S (Automatic Terminal Information Service)

A.T.I.S ονομάζεται η εκπομπή σε VHF συχνότητα των πληροφοριών και των μετεωρολογικών δεδομένων που είναι απαραίτητες για την προσγείωση και απογείωση των αεροσκαφών και βασίζεται στο METAR που παρέχει η E.M.Y. και στις ενδείξεις των οργάνων που είναι εγκατεστημένα στον Πύργο. Εκπομπή A.T.I.S. γίνεται συνήθως κάθε μισή ώρα. Επιβάλλεται να ανανεώνεται όταν υπάρχει κάποια ουσιώδης μεταβολή στα μετεωρολογικά δεδομένα ή σε άλλο στοιχείο απαραίτητο στους πιλότους π.χ. αλλαγή διαδρόμου σε χρήση, κατάσταση διαδρόμου ή

κατάσταση ραδιοβοηθήματος. Κάθε εκπομπή A.T.I.S χαρακτηρίζεται από ένα γράμμα του λατινικού αλφαβήτου, με αλφαβητική σειρά A, B, C, D,..., για παράδειγμα:

THIS IS VENIZELOS AIRPORT, INFORMATION D (Delta), WEATHER REPORT 06.00

Το A.T.I.S. περιλαμβάνει εκτός από το αεροδρόμιο και την ώρα παρατήρησης, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, τα εξής:

- Άνεμο επιφανείας (διεύθυνση και ένταση)
- Ορατότητα και μέτρηση RVR, όταν απαιτείται
- Καιρικά φαινόμενα, αν επικρατούν
- Ποσότητα νεφών και ύψος βάσης του κάθε στρώματος
- Θερμοκρασία και σημείο δρόσου
- QNH
- Μεταβατικό επίπεδο
- Διάδρομο σε χρήση
- Συμπληρωματικές πληροφορίες για την κατάσταση του διαδρόμου, την κατάσταση ραδιοβοηθημάτων, συχνοτήτων κ.λ.π.

VOLMET

Οι εκπομπές VOLMET είναι και πάλι εκπομπές σε VHF συχνότητα των μετεωρολογικών στοιχείων και άλλων απαραίτητων πληροφοριών για ένα σύνολο αεροδρομίων, τα οποία βρίσκονται σε μια γεωγραφική περιοχή.

Υετός και Συμπυκνώσεις μικρής κλίμακας

Ως υετός (precipitation) ορίζεται κάθε σχηματισμός σωματιδίων υγρών ή στερεών που πέφτουν από την ατμόσφαιρα και φτάνουν στο έδαφος.

Ο υετός μπορεί να δημιουργήσει πολλά προβλήματα στην αεροπλοΐα. Μπορεί να μειώσει την οροφή και την ορατότητα, να επηρεάσει την απόδοση του κινητήρα, να αυξήσει την απόσταση πέδησης και να προκαλέσει έντονο διατμητικό άνεμο (wind shear). Κάτω από ορισμένες θερμοκρασιακές συνθήκες, μπορεί να παγώσει κατά την επαφή του με το αεροσκάφος και να επηρεάσει την πτητική του ικανότητα. Είναι λοιπόν πολύ σημαντική η γνώση της ύπαρξης υετού από τον πιλότο. Τα μετεωρολογικά radar σήμερα δίνουν με αρκετή ακρίβεια τη θέση και τον τύπο του υετού, καθώς και την ένταση και την τάση μεταβολής του.

Μορφές υετού

Οι πιο συνηθισμένες μορφές υετού είναι:

- **Ψεκάδες (Drizzle):** Υετός αρκετά ομοιόμορφος, που αποτελείται αποκλειστικά από λεπτά σταγονίδια νερού, διαμέτρου μικρότερης από 0.5mm, που βρίσκονται πολύ κοντά το ένα στο άλλο. Ψεκάδες εμφανίζονται συνήθως από νέφη St.
- **Βροχή (Rain):** Υετός από σωματίδια υγρού νερού με μορφή είτε σταγόνων διαμέτρου μεγαλύτερης από 0.5mm είτε σταγόνων μικρότερων και ευρέως διασπαρμένων. Βροχή μπορεί να εμφανιστεί και από σωρειτόμορφα (Cu, Cb) και από στρωματόμορφα νέφη (As, Ns).
- **Χιόνι (Snow):** Υετός από παγοκρυστάλλους, από τους οποίους οι περισσότεροι φέρουν διακλαδώσεις, μερικές φορές αστεροειδείς. Χιόνι πέφτει κυρίως από νέφη Ns.
- **Χιονόκοκκοι (Snowgrains):** Υετός από πολύ μικρά, λευκά και αδιαφανή κοκκία πάγου. Τα κοκκία αυτά είναι σχετικά πεπλατυσμένα ή επιμήκη, διαμέτρου γενικά μικρότερης από 1mm.
- **Παγοσφαιρίδια (Ice pellets):** Υετός από διαφανείς ή ημιδιαφανείς κόκκους πάγου, σχήματος σφαιρικού ή ακανόνιστου, σπάνια κωνικού, διαμέτρου μικρότερης ή το πολύ ίσης με 5mm. Σχηματίζονται από βροχοσταγόνες που παγώνουν πριν φτάσουν στο έδαφος.
- **Χαλάζι (Hail):** Υετός από μικρές σφαίρες ή κομμάτια πάγου διαμέτρου από 5 ως 50mm, μερικές φορές και μεγαλύτερης, τα οποία πέφτουν, είτε μεμονωμένα ή συσσωματωμένα σε ακανόνιστους σβώλους από νέφη Cb.

- Υπάρχει και ένα άλλο φαινόμενο, το οποίο συνδέεται με τον υετό και ο χειριστής πρέπει να είναι ικανός να το αναγνωρίσει, η **ουρά (virga)**. Πρόκειται για υετό, ο οποίος εξατμίζεται στην πορεία του από τη βάση του νέφους προς το έδαφος. Έχει τη μορφή κουρτίνας ή γραμμών από ίχνη υετού κάτω από το νέφος (φωτογραφία). Εμφανίζεται κυρίως σε ψηλά (Cc) ή μέσα νέφη (As, Ac) αλλά μερικές φορές και κάτω από Cu,Cb, Sc ή Ns.



Ένταση και διάρκεια υετού

Όταν αναφέρεται υετός στο έδαφος, συνήθως ο παρατηρητής υπολογίζει την έντασή του ως ασθενή, μέτρια ή ισχυρή (light, moderate or heavy). Επίσης ο υετός χαρακτηρίζεται ως συνεχής (continuous), αν πέφτει για κάποιο ορισμένο διάστημα συνεχώς, ή διαλείπων (intermittent), αν πέφτει με ενδιάμεσα “διαλείμματα”. Συνεχής υετός πέφτει κυρίως από στρωματομορφα νέφη π.χ. As και Ns.

Όμβρος (shower) ονομάζεται ο υετός, ο οποίος πέφτει από νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης (κυρίως Cb) κι έχει συνήθως μικρή διάρκεια. Οι σταγόνες ή τα στερεά σωματίδια είναι μεγάλα και πέφτουν ορμητικά. Χαρακτηριστικό του όμβρου είναι η απότομη έναρξη και λήξη.

Συμπυκνώσεις μικρής κλίμακας πάνω στο έδαφος

- **Δρόσος (dew):** Όταν το παρεδάφιο τμήμα του ατμοσφαιρικού αέρα ψυχθεί λόγω νυχτερινής ακτινοβολίας, η θερμοκρασία του μπορεί να μειωθεί και να φτάσει το σημείο δρόσου. Τότε, με την παρουσία πυρήνων συμπύκνωσης, δημιουργούνται υδροσταγόνες (δρόσος). Η παρουσία της υγρής αυτής φάσης, προϋποθέτει ότι η ελάχιστη θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη του μηδενός. Συνθήκες ευνοϊκές για το σχηματισμό της δρόσου είναι η άπνοια, ο ανέφελος ουρανός και η υψηλή τιμή σχετικής υγρασίας του παρεδάφιου τμήματος του αέρα.
- **Πάχνη (hoar frost):** Οι προϋποθέσεις σχηματισμού πάχνης είναι ίδιες με αυτές που αναφέρθηκαν στην περίπτωση της δρόσου. Πάχνη όμως σχηματίζεται όταν η θερμοκρασία του σημείου δρόσου είναι μικρότερη του μηδενός. Δηλαδή η συμπύκνωση αρχίζει σε συνθήκες μετασχηματισμού της αέριας φάσης του νερού σε στερεά. Οι παγοκρύσταλλοι που δημιουργούνται με τον τρόπο αυτό αποτελούν την πάχνη.

Όταν η θερμοκρασία του σημείου δρόσου είναι μεγαλύτερη από μηδέν αλλά η έντονη νυχτερινή ψύξη μειώσει τη θερμοκρασία του αέρα σε τιμές κάτω από το μηδέν, τότε σε πρώτη φάση σχηματίζεται δρόσος ενώ σε δεύτερη φάση η συμπύκνωση δημιουργεί τους στερεούς κρυστάλλους της πάχνης και ταυτόχρονα μετατρέπονται οι ήδη δημιουργημένες υδροσταγόνες της δρόσου σε άμορφη στερεά μορφή.

Χάρτες σημαντικού καιρού

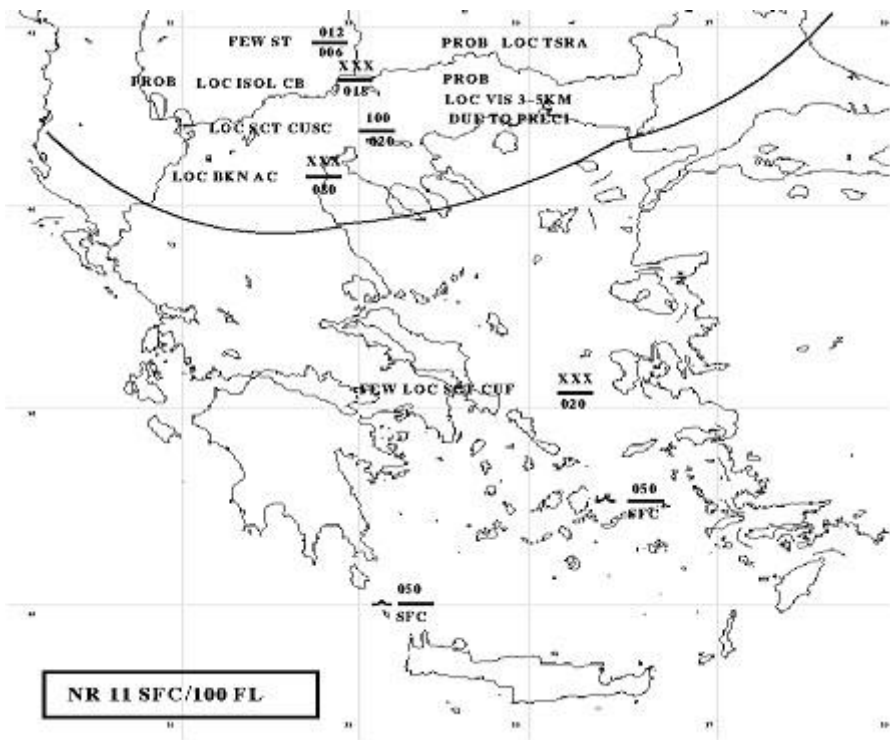
Χάρτες σημαντικού καιρού ονομάζονται οι χάρτες που απεικονίζουν τα σημαντικά καιρικά φαινόμενα που πρόκειται να επηρεάσουν μια περιοχή, δηλαδή νεφώσεις, ορατότητα, άνεμο, παγοποίηση κ.λ.π.

Ο χάρτης σημαντικού καιρού δίνει στο χειριστή μια πολύ καλή εικόνα για τις καιρικές συνθήκες που θα επικρατήσουν κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, στην περιοχή που θέλει να πετάξει.

Οι βασικοί χάρτες σημαντικού καιρού διακρίνονται σε εκείνους των χαμηλών υψών (από την επιφάνεια μέχρι τα 10000 πόδια), των μεσαίων υψών (από τα 10000 πόδια μέχρι τα 25000 πόδια) και τέλος εκείνους των μεγάλων υψών (από τα 25000 πόδια και πάνω). Τα διάφορα καιρικά φαινόμενα απεικονίζονται με συγκεκριμένα σύμβολα που δίνονται στο σχήμα 3.

Η καιρική κατάσταση που επηρεάζει μια περιοχή διαχωρίζεται από μια άλλη με διαφορετικά χαρακτηριστικά, με διαδοχικές καμπύλες γραμμές (σχήματα 1 και 2). Μέσα στην κλεισμένη περιοχή, τοποθετούνται τα σύμβολα που εκφράζουν καλύτερα την καιρική κατάσταση. Τα ύψη (βάσης και κορυφής των νεφών) καταχωρούνται σε επίπεδα πτήσης, με τις κορυφές να γράφονται πάνω από τις βάσεις. Για παράδειγμα, στο σχήμα 1 η ένδειξη 012/006 σημαίνει βάση νεφών στα 600 πόδια και κορυφή που φτάνει στα 1200 πόδια. Η ένδειξη «XXX» υποδηλώνει ότι το νεφικό στρώμα ή φαινόμενο προβλέπεται να επηρεάσει περιοχές πάνω ή κάτω από την κατακόρυφη κάλυψη του χάρτη. Στο χάρτη του σχήματος 1, η ένδειξη XXX/020, σημαίνει ότι στην περιοχή εκείνη η βάση των νεφών βρίσκεται στα 2000 πόδια και η κορυφή τους είναι ψηλότερα από τα 10000 πόδια που καλύπτει ο συγκεκριμένος χάρτης.

Η θέση των βαρομετρικών συστημάτων προσδιορίζεται από ένα σταυρό και το γράμμα H στην περίπτωση βαρομετρικού υψηλού ή το L στην περίπτωση ενός βαρομετρικού χαμηλού. Η τιμή της πίεσης στο κέντρο των συστημάτων δίνεται σε μονάδες hPa, δίπλα στα γράμματα H και L. Αν έχουμε σε μια περιοχή την επίδραση μίας μμετωπικής επιφάνειας, αυτή εκφράζεται με το σύμβολο του μετώπου και ένα βέλος που προσδιορίζει την κατεύθυνση προς την οποία κινείται και την ταχύτητα του (σε knots).

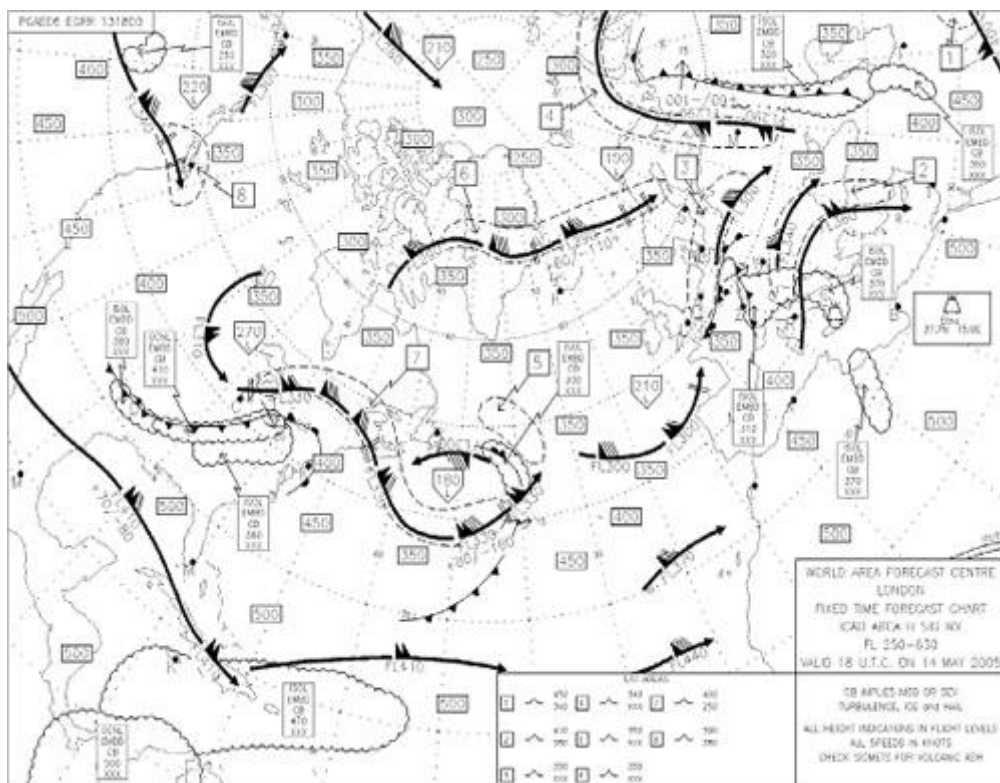


Σχήμα 1. Χάρτης σημαντικού καιρού χαμηλών υψών για την περιοχή της Ελλάδας.

Το ύψος της τροπόπαυσης και το επίπεδο παγοποίησης καταχωρούνται σε ένα τετράγωνο. Στους χάρτες ανωτέρων υψών (σχήμα 2) τοποθετούνται και τα JET STREAM με τη μορφή ενός καμπύλου βέλους που μας προσδιορίζει τη θέση του, το ύψος πτήσης του όπως και τη μέγιστη ένταση του ανέμου στον πυρήνα του. Στο σχήμα 4 δίνονται τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στους χάρτες σημαντικού καιρού για τα μέτωπα, τις ζώνες σύγκλισης καθώς και άλλα σύμβολα.

Υπάρχουν και φαινόμενα, τα οποία δεν καταχωρούνται σε χάρτη σημαντικού καιρού, αλλά υποδηλώνονται και ο χειριστής θα πρέπει να τα λάβει σοβαρά υπόψη. Για παράδειγμα, το σύμβολο της καταιγίδας, υποδηλώνει την παρουσία αναταράξεων καθώς επίσης χαλαζιού και παγοποίησης.

Σε ένα χάρτη σημαντικού καιρού, μπορεί ακόμα να χρησιμοποιηθούν και σύντομες τυποποιημένες εκφράσεις του ICAO, που προσδιορίζουν καλύτερα ένα καιρικό φαινόμενο. Στο σχήμα 1 η έκφραση LOC ISOL CB, δηλώνει την ύπαρξη τοπικά μεμονωμένων νεφών Cumulonimbus.



Σχήμα 2. Χάρτης σημαντικού καιρού μεγάλων υψών της Ευρώπης.

	Thunderstorms		Drizzle
	Tropical cyclone		Rain
	Severe squall line*		Snow
	Moderate turbulence		Shower
	Severe turbulence		Widespread blowing snow
	Mountain waves		Severe sand or dust haze
	Slight aircraft icing		Widespread sandstorm or dust storm
	Moderate aircraft icing		Widespread haze
	Severe aircraft icing		Widespread mist
	Widespread fog		Widespread smoke
	Hail		Freezing precipitation**
	Volcanic eruption***		

Σχήμα 3. Σύμβολα σημαντικού καιρού

	Cold front at the surface		Position, speed & level of max. wind
	Warm front at the surface		Convergence Line
	Occluded front at the surface		Freezing level
	Quasi-stationary front at the surface		Intertropical convergence zone
	Tropopause High		State of the sea
	Tropopause Low		Sea surface temperature
	Tropopause Level		

The double bar denotes changes of level by 3000ft or less and/or wind speeds by 37 km/h-20kt. In the example, at the double bar the wind speed is 225km/h-120kt.

The double bar delineating the jet adds begins/ends at the points where a wind speed of 150km/h-80kt is forecast.

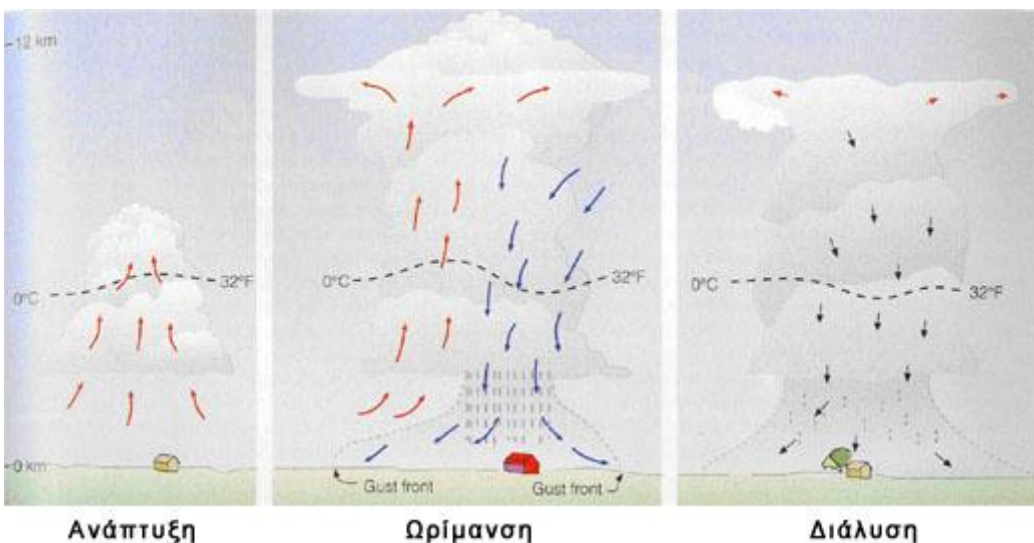
Σχήμα 4. Μέτωπα, ζώνες σύγκλισης και άλλα σύμβολα

Καταιγίδα

Η καταιγίδα (thunderstorm) είναι από τα πλέον βίαια ατμοσφαιρικά φαινόμενα, μικρής κλίμακας, με κύρια χαρακτηριστικά, τη ραγδαία βροχή ή το χαλάζι, τους απότομους και ισχυρούς ανέμους, και συνήθως τις αστραπές και τις βροντές. Διαρκεί πολύ λίγο, σπάνια πάνω από δύο ώρες, αλλά οι ισχυρές κατακόρυφες αναταράξεις που προκαλεί είναι επικίνδυνες για κάθε α/φος που πετά στην περιοχή της. Επίσης το πέρασμα καταιγίδας πάνω από ένα αεροδρόμιο, συνεπάγεται ραγδαίες αλλαγές στον άνεμο και την πίεση, με ανάλογες συνέπειες στην αεροπλοΐα. Γενικά για την ανάπτυξη καταιγίδας απαιτείται να υπάρχει στην ατμόσφαιρα αρκετή **υγρασία**, **αστάθεια** και ένα **αρχικό ανοδικό ρεύμα**.

Η εξέλιξη μιας καταιγίδας

Στην εξέλιξη μιας καταιγίδας διακρίνουμε τρία στάδια, το στάδιο της ανάπτυξης ή στάδιο του σωρείτη, το στάδιο της ωρίμανσης και το στάδιο της διάλυσης.



- **A) Το στάδιο της ανάπτυξης (cumulus stage):** Το στάδιο αυτό αρχίζει όταν μια μάζα ατμοσφαιρικού αέρα αναγκαστεί να κινηθεί κατακόρυφα σε περιοχή που παρουσιάζει έντονη αστάθεια. Στο στάδιο αυτό αρχίζει να δημιουργείται ένα κύτταρο θερμού αέρα, το οποίο στη συνέχεια εξελίσσεται σε σωρείτη, από ένα ισχυρό ανοδικό ρεύμα που εμφανίζεται. Η ταχύτητα του ανοδικού ρεύματος αυξάνει με το ύψος και στην κορυφή του νεφικού σχηματισμού μπορεί να φτάσει τα 5000 πόδια το λεπτό. Στο στάδιο αυτό ο νεφικός σχηματισμός είναι θερμότερος από το περιβάλλον. Το νέφος μπορεί να φτάσει σε ύψος 10km και το όλο στάδιο ολοκληρώνεται σε περίπου 15-20 λεπτά. Τα σταγονίδια που δημιουργούνται από τη συμπύκνωση των υδρατμών, παρασύρονται από το ανοδικό ρεύμα, συγκρούονται μεταξύ τους και δημιουργούν μεγαλύτερες σταγόνες. Όταν οι σταγόνες

μεγεθυνθούν αρκετά, το ανοδικό ρεύμα δε μπορεί πλέον να εμποδίσει την πτώση τους και τότε εμφανίζεται υετός στο έδαφος.

- **Β) Το στάδιο της ωρίμανσης (mature stage):** Το στάδιο αυτό αρχίζει με την εμφάνιση βροχής ή χαλαζιού, με τη μορφή όμβρου, στην επιφάνεια του εδάφους. Ένα άλλο χαρακτηριστικό του σταδίου αυτού είναι η εμφάνιση καθοδικού ρεύματος δίπλα στο ανοδικό, που τώρα έχει αποκτήσει ακόμη μεγαλύτερες τιμές ταχύτητας που μερικές φορές ξεπερνούν τα 5000 πόδια το λεπτό. Η ταχύτητα του καθοδικού ρεύματος είναι σχετικά μικρή, περίπου το μισό από εκείνη του ανοδικού. Η εικόνα που παρουσιάζει η καταιγίδα στο στάδιο της ωρίμανσης, που διαρκεί περίπου 30 λεπτά, συμπληρώνεται με την εμφάνιση ηλεκτρικών εκκενώσεων. Το νέφος μπορεί να φτάσει σε ύψος 12km στα μέσα πλάτη (ή μέχρι και 18 km στον Ισημερινό) και να εισχωρήσει στη Στρατόσφαιρα. Τότε η κορυφή του Cb εμφανίζει μορφή θυσάνου εξαιτίας των πολύ χαμηλών θερμοκρασιών και της ευστάθειας της στρατόσφαιρας. Οι ανοδικές κινήσεις σταματούν και το νέφος επεκτείνεται οριζόντια, με αποτέλεσμα να σχηματίζει το χαρακτηριστικό άκμονα. Ο άκμονας έχει τη διεύθυνση των ανέμων στην κορυφή του σχηματισμού, η οποία είναι περίπου και η κατεύθυνση προς την οποία κινείται η καταιγίδα.
- **Γ) Το στάδιο της διάλυσης (dissipating stage):** Στο στάδιο αυτό το ανοδικό ρεύμα έχει εξασθενήσει, με αποτέλεσμα την επικράτηση του καθοδικού ρεύματος, κυρίως στο κατώτερο τμήμα του νεφικού σχηματισμού. Εξαιτίας της εξασθένησης του ανοδικού ρεύματος, η κορυφή του νέφους αρχίζει να παρασύρεται από την κυκλοφορία της ανώτερης Τροπόσφαιρας με τελικό αποτέλεσμα τη διάλυση της κορυφής. Η βροχή, που συνεχίζει να πέφτει στο στάδιο αυτό έχει εξασθενήσει σημαντικά και γρήγορα σταματά. Ο νεφικός σχηματισμός γρήγορα διαλύεται ή διασπάται σε μικρότερα νέφη.

Τύποι καταιγίδων

Ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού τους, οι καταιγίδες διακρίνονται σε καταιγίδες αέριας μάζας, ορογραφικές και μετωπικές.

- **Α) Καταιγίδες αέριας μάζας (airmass thunderstorms):** Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι καταιγίδες που έχουν σαν βασική αιτία σχηματισμού τους την ισχυρή τοπική θέρμανση της επιφάνειας του εδάφους, η οποία όπως είναι γνωστό δημιουργεί ανοδικές κινήσεις. Οι καταιγίδες αυτές είναι γνωστές ως τοπικές ή θερμικές. Στον τύπο αυτό ανήκουν και οι τροπικές καταιγίδες. Οι καταιγίδες της κατηγορίας αυτής είναι περισσότερο συχνές τις απογευματινές ώρες.
- **Β) Ορογραφικές καταιγίδες (orographic thunderstorms):** Πολλές φορές αιτία δημιουργίας καταιγίδων αποτελεί και η ορογραφία της περιοχής. Εκδηλώνονται όταν υγρή και ασταθής αέρια μάζα αναγκάζεται να υπερπηδήσει οροσειρά. Στην προσπάθειά της αυτή η αέρια μάζα εκτονώνεται αδιαβατικά, με αποτέλεσμα την ψύξη και κατά συνέπεια το σχηματισμό καταιγιδοφόρων νεφών, εφόσον επικρατεί αστάθεια στον ευρύτερο ατμοσφαιρικό χώρο.
- **Γ) Μετωπικές καταιγίδες (frontal thunderstorms):** Είναι οι καταιγίδες που σχηματίζονται στις περιοχές κυρίως των ψυχρών μετώπων και των συσφίξεων, εφόσον ο

θερμός αέρας είναι υγρός και ασταθής. Είναι δυνατόν να σχηματιστούν και σε θερμό μέτωπο αν η ταχύτητα του μετώπου είναι αρκετά μεγάλη.

Ατμοσφαιρικός ηλεκτρισμός

Οι δύο μορφές ατμοσφαιρικού ηλεκτρισμού που αφορούν κυρίως τους πιλότους είναι οι ηλεκτρικές εκκενώσεις στα καταιγιδοφόρα νέφη (αστραπές) και ο στατικός ηλεκτρισμός.

Στατικός ηλεκτρισμός

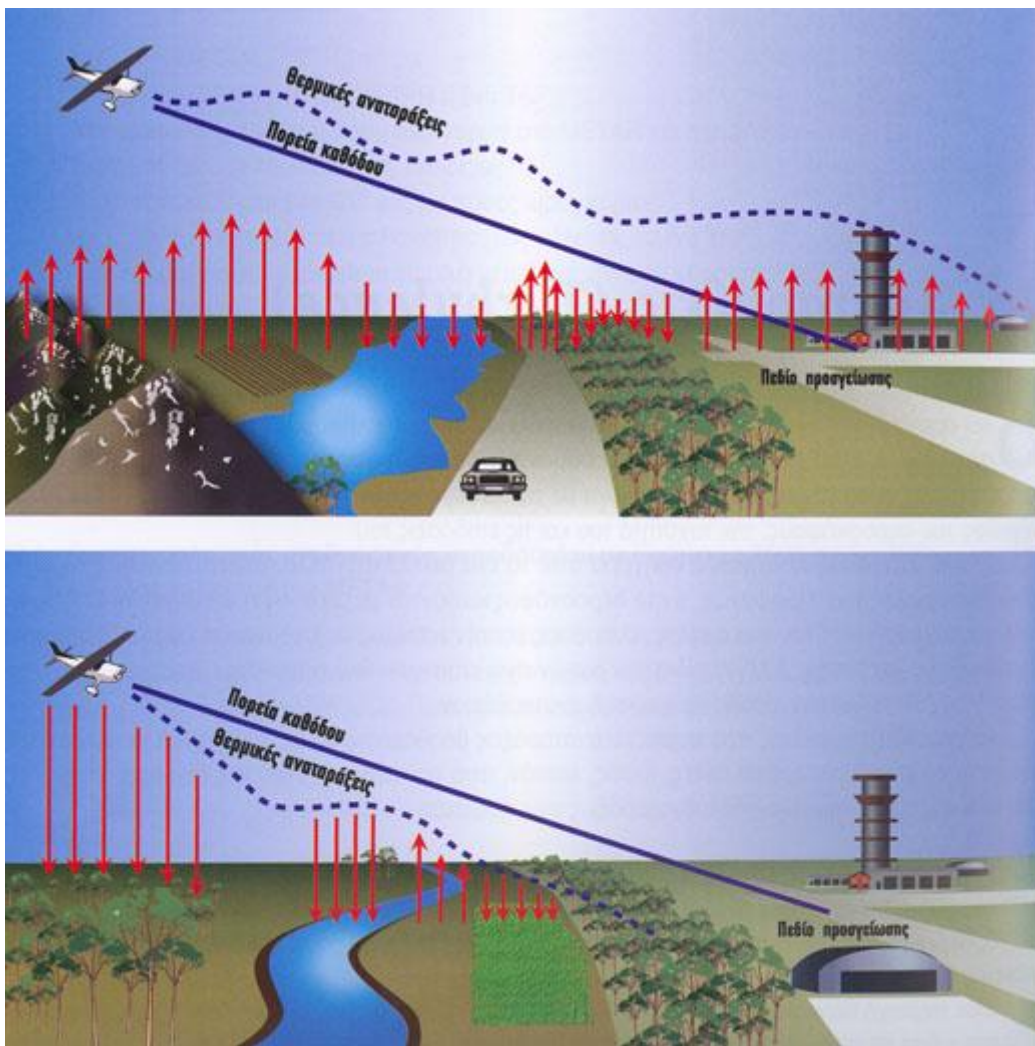
Όταν ένα αεροσκάφος πετάει μέσα σε σύννεφα ή καταιγίδες, η πρόσκρουση βροχοσταγόνων, παγοκρυσταλλίων ή σωματιδίων σκόνης και άμμου μπορεί να προκαλέσει συσσώρευση φορτίων πάνω στο αεροσκάφος. Στατικός ηλεκτρισμός θεωρείται κάθε σπινθήρας ή στιγμιαία εκφόρτιση που μπορεί να συμβεί όταν η διαφορά φορτίου ανάμεσα στο αεροσκάφος και τον περιβάλλοντα χώρο γίνει αρκετά μεγάλη. Το πλέον σύνηθες αποτέλεσμα του στατικού ηλεκτρισμού είναι ο θόρυβος που προκαλείται στις ραδιοφωνικές συχνότητες. Στις VHF ο θόρυβος δεν είναι τόσο ενοχλητικός όσο στις HF και ειδικά στο φάσμα από 200 έως 400kHz. Ένα άλλο φαινόμενο που μπορεί να προκληθεί από το στατικό ηλεκτρισμό, όχι όμως τόσο συχνό, είναι η “φωτιά του St. Elmo”. Με το όνομα αυτό αποδίδεται μια αμυδρά φωτεινή ηλεκτρική εκκένωση στην ατμόσφαιρα, η οποία είναι λίγο-πολύ συνεχής και μικρής έντασης, πηγάζει από αντικείμενα που παρουσιάζουν μεγάλο επιφανειακό ηλεκτρικό πεδίο και ειδικά σε σημεία ή αιχμηρές άκρες. Στην περίπτωση του αεροσκάφους έχει τη μορφή άλω γύρω από προεξέχουσες άκρες ή σημεία του σκελετού και γύρω από το τζάμι του πιλοτήριου.

Αναταράξεις σε αιθρία

Αναταράξεις σε αιθρία είναι εκείνες οι οποίες συμβαίνουν μακριά από οποιαδήποτε ορατή κατακόρυφη δραστηριότητα. Γενικά οι αναταράξεις οφείλονται σε ρεύματα αέρα που μεταβάλλονται σημαντικά σε μικρή απόσταση. Η αντίδραση ενός αεροσκάφους στις αναταράξεις ποικίλει ανάλογα με τη διαφορά ταχύτητας στα ρεύματα του αέρα, με το μέγεθος του αεροσκάφους, την ταχύτητά του και τις επιδόσεις του. Το να γνωρίζει ο χειριστής πού περιμένει αναταράξεις βοηθάει στο να τις αποφύγει ή να μειώσει στο ελάχιστο τους κινδύνους από αυτές. Οι κύριες αιτίες αναταράξεων είναι 1) ανοδικά και καθοδικά ρεύματα, 2) εμπόδια στη ροή του ανέμου και 3) διατμητικός άνεμος (wind shear).

Ανοδικά και καθοδικά ρεύματα

Είναι γνωστό ότι δε θερμαίνεται ομοιόμορφα ολόκληρη η γη. Οι βράχοι και οι αμμώδεις περιοχές θερμαίνονται περισσότερο από το έδαφος που καλύπτεται από βλάστηση και οι υδάτινες επιφάνειες θερμαίνονται λιγότερο από τις χερσαίες. Επομένως και ο αέρας που βρίσκεται σε επαφή με την κάθε περιοχή θερμαίνεται διαφορετικά. Εξαιτίας αυτής της ανομοιόμορφης θέρμανσης, δημιουργούνται, μέσα σε μικρή απόσταση, ρεύματα που διαφέρουν αρκετά.

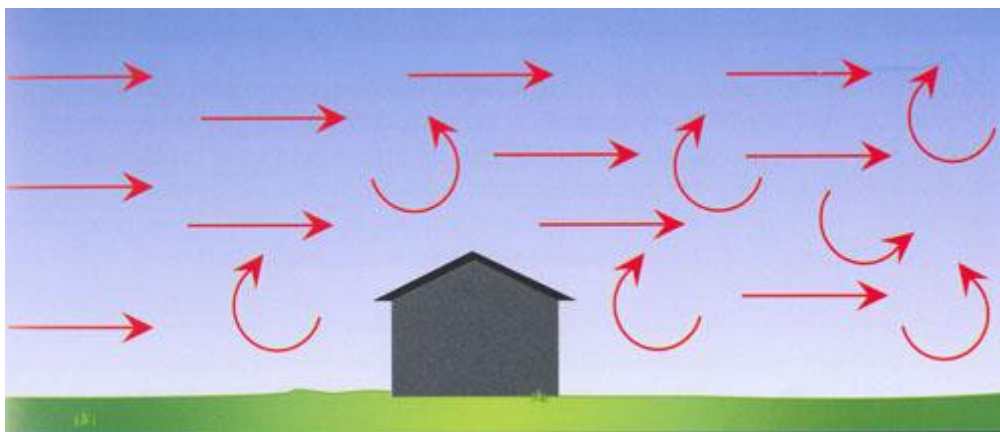


Η επίδραση των ανοδικών και καθοδικών ρευμάτων στην τελική προσέγγιση αεροσκάφους.



Cumulus καλοκαιρίας

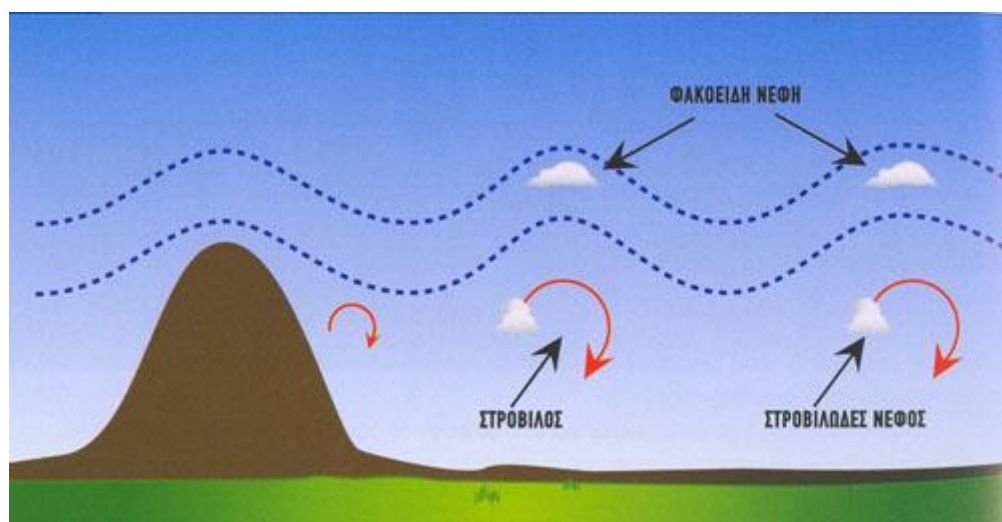
Ο αέρας καθώς κινείται προς τα πάνω, εκτονώνεται αδιαβατικά και ψύχεται. Όταν το ανοδικό ρεύμα φτάσει στο επίπεδο που η θερμοκρασία του γίνει ίδια με το σημείο δρόσου, τότε αρχίζουν οι συμπυκνώσεις και η δημιουργία νέφους κατακόρυφης ανάπτυξης. Τα Cumulus λοιπόν που μπορεί να βλέπουμε κάποια απογεύματα με ήλιο, τα cumulus καλοκαιρίας, όπως είναι γνωστά, αποτελούν σημάδια ότι υπάρχουν στην περιοχή ανοδικά ρεύματα και άρα αναταράξεις. Η κορυφή του νέφους συνήθως αποτελεί το πάνω όριο του ανοδικού ρεύματος. Πάνω από τα νέφη ο αέρας γενικά είναι σταθερός και η πτήση αναμένεται ομαλή.



Στρόβιλοι που δημιουργούνται, όταν ο αέρας φυσάει σε περιοχή με εμπόδια

Κύμα όρους (mountain wave)

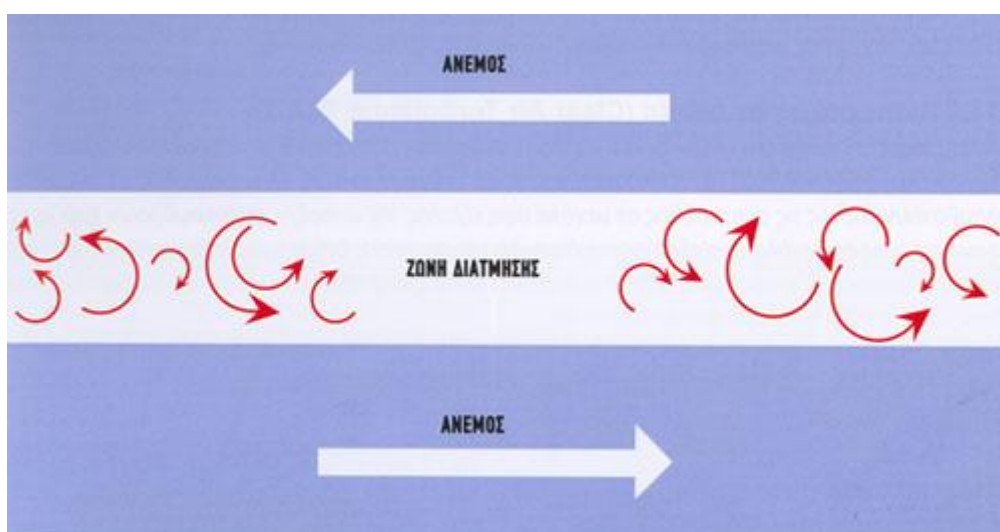
Όταν ευσταθής αέρας πνέει κάθετα σε έναν ορεινό όγκο, δημιουργούνται στην υπήνεμη πλευρά του ορεινού όγκου κύματα ανάλογα με εκείνα που δημιουργούνται στην επιφάνεια του νερού όταν αυτή διαταραχθεί. Τα κύματα αυτά ονομάζονται κύματα όρους (mountain waves) ή κύματα υπήνεμης πλευράς (lee waves) και μπορεί να εκτείνονται μέχρι 100 μίλια μακριά από τον ορεινό όγκο. Κάτω από κάθε κορυφή κύματος, η κυκλοφορία είναι στροβιλώδης. Οι στρόβιλοι σχηματίζονται λίγο πιο κάτω από το ύψος της κορυφής του βουνού και οι αναταράξεις μέσα και κάτω από αυτούς μπορεί να είναι αρκετά ισχυρές. Ισχυρές αναταράξεις δημιουργούν επίσης τα ανοδικά και καθοδικά ρεύματα μέσα στα κύματα όρους. Όταν υπάρχει αρκετή υγρασία στο περιβάλλον, τότε οι κορυφές των κυμάτων διακρίνονται από τα φακοειδή νέφη που σχηματίζονται. Στην περίπτωση αυτή και οι στρόβιλοι μπορούν επίσης να διακριθούν από τα στροβιλώδη νέφη (rotor or roll clouds) που σχηματίζονται.



Κύματα όρους

Διατμητικός άνεμος (Wind shear)

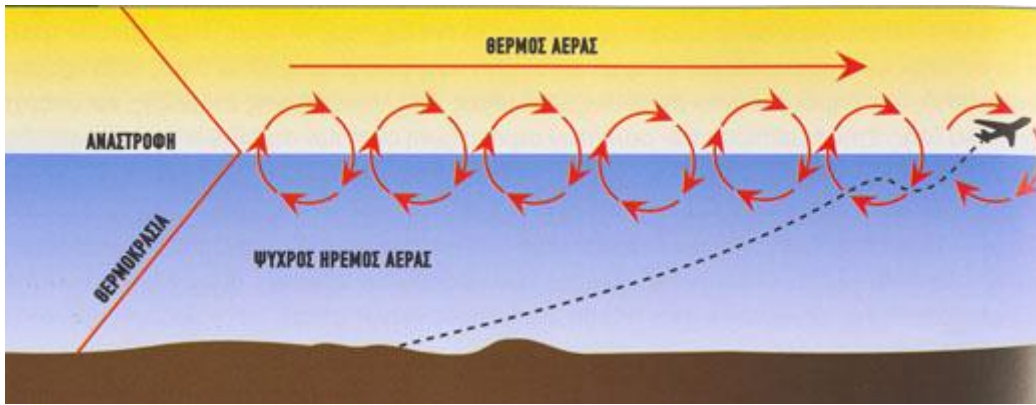
Όταν δύο αντικείμενα είναι σε επαφή και κινούνται το ένα ως προς το άλλο, δημιουργείται τριβή. Αν τα αντικείμενα είναι στερεά, δεν υπάρχει ανταλλαγή ύλης μεταξύ τους. Όταν όμως τα αντικείμενα είναι ρευστά, τότε δημιουργούνται στρόβιλοι, κατά μήκος μιας λεπτής ζώνης ανάμειξης, και υπάρχει μεταφορά ύλης. Στην περίπτωση των ρευμάτων αέρα, η ζώνη αυτή των στρόβιλων και της ανάμειξης ονομάζεται ζώνη διάτμησης. Το παρακάτω σχήμα δείχνει δυο ρεύματα αέρα σε επαφή και τη ζώνη διατμητικού ανέμου, που τα συνοδεύει. Τα ρεύματα αέρα που έρχονται σε επαφή μπορεί να έχουν διαφορετικές ταχύτητες ή διαφορετικές διευθύνσεις ή και τα δύο. Ο διατμητικός άνεμος που προκαλείται, εμφανίζεται με τη μορφή απότομων μεταβολών στη διεύθυνση ή στην ένταση. Οι πιο συνηθισμένες περιοχές εμφάνισης διατμητικού ανέμου είναι σε μετωπικές ζώνες, κοντά σε καταιγίδες, σε θερμοκρασιακές αναστροφές σε χαμηλά ύψη και κοντά στον αεροχείμαρρο.



Ρεύματα αέρα με διαφορετικές ταχύτητες δημιουργούν τριβή μεταξύ τους.

Διατμητικός άνεμος σε θερμοκρασιακή αναστροφή

Τις ανέφελες νύχτες με άπνοια ή πολύ ελαφρό άνεμο, δημιουργείται θερμοκρασιακή αναστροφή κοντά στο έδαφος. Ο άνεμος πάνω από την αναστροφή μπορεί να είναι σχετικά δυνατός, αφού απομονώνεται από την τριβή με την επιφάνεια του εδάφους. Στην περίπτωση αυτή δημιουργείται μια ζώνη διατμητικού ανέμου.



Θερμοκρασιακή αναστροφή και ο δημιουργούμενος διατμητικός άνεμος

Ο χειριστής πρέπει να περιμένει να συναντήσει διατμητικό άνεμο σε μια θερμοκρασιακή αναστροφή όταν ο άνεμος στα 2000 με 4000 πόδια πάνω από το έδαφος είναι τουλάχιστον 25 knots.

Όταν ένα α/φος περνάει μέσα από το στρώμα της αναστροφής είτε ανεβαίνοντας μετά την απογείωση, είτε κατεβαίνοντας για προσγείωση, η διάτμηση του ανέμου μπορεί να προκαλέσει απότομη μείωση της ταχύτητας αέρος του α/φους και άρα απώλεια στήριξης.

Αεροδίνες ή δίνες ακροπτερύγιου (Wake turbulence)

Όπως είναι γνωστό από τη θεωρία πτήσεως, η πτέρυγα του α/φους παράγει άνωση από τη διαφορά πιέσεων στην πάνω και την κάτω επιφάνειά της. Η διαφορά όμως αυτή στην πίεση δημιουργεί μια κυκλική κίνηση του αέρα γύρω από το ακροπτερύγιο ή αλλιώς δημιουργεί δίνες ακροπτερύγιου. Όταν το σύστημα προσγείωσης σηκώνει όλο το βάρος του α/φους, δεν εμφανίζονται οι δίνες αυτές. Από τη στιγμή όμως που το α/φος θα αρχίσει να αφήνει το έδαφος, αρχίζουν και οι δίνες ακροπτερύγιου, οι οποίες εξακολουθούν να υπάρχουν σε όλη την πτήση και μέχρι το α/φος να προσγειωθεί και να στηριχτεί πάλι στους τροχούς του. Οι αεροδίνες διασκορπίζονται κάτω και έξω από το ίχνος πτήσης, επίσης παρασύρονται από τον άνεμο. Η ένταση των αεροδινών εξαρτάται από το μέγεθος του αεροσκάφους, το βάρος του, το σχήμα των πτερυγίων και την ταχύτητα. Γενικά το πρόβλημα είναι έντονο όταν ένα ελαφρό α/φος ακολουθεί την προσγείωση ή την απογείωση ενός μεγάλου.



Δίνες ακροπτερύγιου

Ορατότητα και ομίχλη

Ορατότητα

Οι οριζόντιες ορατότητες παίζουν σημαντικό ρόλο σε μια συγκεκριμένη πτήση. Για την ακρίβεια, η ορατότητα και η νέφωση είναι οι παράμετροι εκείνες που καθορίζουν τους περιορισμούς της πτήσης. Είναι λοιπόν σημαντικό να δοθούν μερικοί ορισμοί.

Μετεωρολογική ορατότητα: Είναι η μέγιστη απόσταση στην οποία μπορούν να αναγνωριστούν αντικείμενα με το φως της ημέρας, ή η μέγιστη απόσταση στην οποία, κατά τη νύχτα, είναι ορατό ένα φως. Η εκτίμηση της μετεωρολογικής ορατότητας δίνεται από τον παρατηρητή μετεωρολόγο και εκπέμπεται στο A.T.I.S.

Οπτική έκταση διαδρόμου (Runway Visual Range, R.V.R.): Όταν η οριζόντια ορατότητα μειωθεί κάτω από 1500 m, τότε είναι πιο χρήσιμη για τον κυβερνήτη ενός αεροσκάφους η μέτρηση της οπτικής έκτασης του εν χρήσει διαδρόμου, δηλαδή της έκτασης του διαδρόμου που μπορεί κάποιος να δει όταν βρίσκεται πάνω σ' αυτόν. Η μέτρηση αυτή γίνεται είτε από τον παρατηρητή μετεωρολόγο, είτε με ειδικό μηχάνημα, που είναι εγκατεστημένο στο διάδρομο. Το R.V.R. είναι δυνατόν να μετρηθεί σε τρία σημεία του διαδρόμου (αρχή, μέση και τέλος) και χαρακτηρίζεται ως εξής:

- **RVR Touch Down Zone (TDZ)**, 300m μέσα από το κατώφλι
- **RVR Mid Point (MID)**, 1000-1500m από το κατώφλι
- **RVR Stop-end (END)**, 300m από το τέλος του διαδρόμου

Ας δούμε όμως τι μπορεί να μειώσει την ορατότητα σε μια περιοχή. Πέρα από τον καπνό (smoke), που ίσως υπάρξει κάποια στιγμή εξαιτίας μιας πυρκαγιάς, κάτι που δεν είναι συχνό φαινόμενο, έχουμε και τη γνωστή αιθαλομίχλη (smog) σε περιοχές με μεγάλο πληθυσμό ή βιομηχανικές μονάδες. Για τα στερεά σωματίδια, που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα (π.χ. σωματίδια αλατιού ή γύρη) και μειώνουν την ορατότητα έχει επικρατήσει ο όρος ξηρά αχλός (haze). Η κύρια όμως αιτία μείωσης της ορατότητας είναι η συμπύκνωση υδρατμών και η δημιουργία ομίχλης.

Ομίχλη

Η ομίχλη δεν είναι τίποτε άλλο από ένα στρωματόμορφο νέφος που αποτελείται από σταγονίδια, τα οποία προήλθαν από συμπύκνωση υδρατμών σε τμήματα του ατμοσφαιρικού αέρα πολύ κοντά στη γη. Κατά το Διεθνή Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO) για να χαρακτηριστεί μια τέτοια συγκέντρωση σταγονιδίων **ομίχλη (fog)**, θα πρέπει η ορατότητα να μην ξεπερνά τα 1000m. Αν η

ορατότητα είναι μεγαλύτερη από 1000m αλλά μικρότερη από 5000m, τότε η συγκέντρωση των υδροσταγονιδίων ονομάζεται **υγρή αχλός (mist)**. Ανάλογα με τις φυσικές διαδικασίες που συνετέλεσαν στο σχηματισμό της, διακρίνουμε την ομίχλη σε διάφορους τύπους.

Ομίχλη ακτινοβολίας (radiation fog)

Τις ανέφελες νύχτες, η γη ακτινοβολεί έντονα τη θερμότητα που είχε πάρει κατά τη διάρκεια της μέρας και ψύχεται. Αν η θερμοκρασία πέσει κάτω από το σημείο δρόσου, τότε αρχίζει η συμπύκνωση των υδρατμών και η δημιουργία ομίχλης. Ευνοϊκές συνθήκες για τη δημιουργία της ομίχλης αυτής είναι να υπάρχει ένας πολύ ελαφρός άνεμος, ο οποίος να προκαλεί καλή ανάμιξη του επιφανειακού στρώματος αέρα και επίσης να υπάρχει μεγάλη υγρασία. Αυτού του είδους η ομίχλη εμφανίζεται σε χαμηλά ύψη (μέχρι 800 πόδια) όταν η ψύξη της γης και συνεπώς των παρεδάφινων τμημάτων του αέρα έχει φτάσει στο μέγιστο, δηλαδή τις πρώτες πρωινές ώρες.

Ομίχλη οριζόντιας μεταφοράς (advection fog)

Η ομίχλη αυτή σχηματίζεται όταν θερμές και υγρές αέριες μάζες μεταφερθούν πάνω από ψυχρότερη επιφάνεια. Οι μάζες αυτές ψύχονται, οπότε ένα μέρος των υδρατμών που περιέχουν συμπυκνώνεται. Ομίχλες μεταφοράς σχηματίζονται πάνω από την ξηρά, συχνά, κατά την ψυχρή περίοδο, όταν θαλάσσιες αέριες μάζες μεταφέρονται πάνω από ψυχρές ηπειρωτικές επιφάνειες. Στις ομίχλες του τύπου αυτού ανήκουν και εκείνες που δημιουργούνται πάνω από χιονοσκεπείς και παγωμένες εκτάσεις. Για τη δημιουργία αυτού του είδους ομίχλης απαιτείται προφανώς η ύπαρξη ελαφρού ανέμου, ο οποίος θα μεταφέρει την υγρή και θερμή αέρια μάζα.

Ομίχλη εξάτμισης (steam fog)

Σχηματίζεται στην επιφάνεια θαλασσών ή μεγάλων λιμνών, όταν πάνω από αυτές ο ατμοσφαιρικός αέρας έχει χαμηλή θερμοκρασία σε σχέση με εκείνη της υδάτινης επιφάνειας. Στην περίπτωση αυτή οι υδρατμοί που εξατμίζονται από τη θερμή υδάτινη επιφάνεια, συμπυκνώνονται μέσα στην ψυχρή μάζα αέρα.

Μετωπική ομίχλη (frontal fog)

Σχηματίζεται όταν βροχή ή ψεκάδες βρεθούν στη θερμή αέρια μάζα ενός μετώπου, οπότε οι σταγόνες εξατμίζονται μερικώς και προκύπτουν υδροσταγονίδια μικρού βάρους που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα.

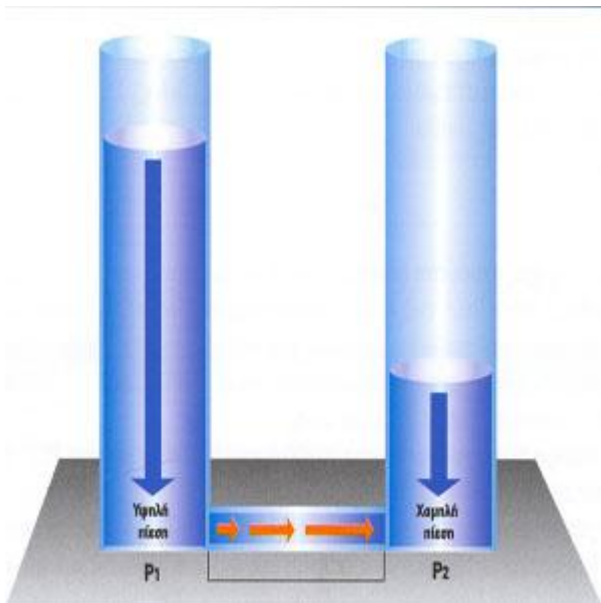
Άνεμος

Άνεμος ονομάζεται κάθε οριζόντια μετακίνηση μάζας ατμοσφαιρικού αέρα. Ο άνεμος είναι αποτέλεσμα των διαφορετικών πιέσεων που επικρατούν από τόπο σε τόπο.

Οι δυνάμεις που καθορίζουν την κίνηση μιας αέριας μάζας είναι οι παρακάτω:

Δύναμη βαροβαθμίδας, ονομάζεται η δύναμη που ασκείται σε μια αέρια μάζα εξαιτίας των διαφορετικών πιέσεων που υπάρχουν σ' αυτήν και η οποία ωθεί την αέρια μάζα από τις ψηλές πιέσεις προς τις χαμηλές.

Η **δύναμη Coriolis** ασκείται σε κάθε σώμα που κινείται πάνω στη γη. Η δύναμη αυτή είναι ανάλογη της γωνιακής ταχύτητας της γης, της ταχύτητας του σώματος (δηλαδή, της αέριας μάζας, στην περίπτωση του ανέμου) και επίσης είναι ανάλογη του ημιτόνου του γεωγραφικού πλάτους του τόπου στον οποίο λαμβάνει χώρα η κίνηση, είναι δηλαδή πιο μεγάλη στους πόλους (γεωγραφικό πλάτος 90ο) και μηδέν στον ισημερινό, όπου το γεωγραφικό πλάτος είναι μηδέν. Στο Βόρειο Ημισφαίριο, εξαιτίας της δύναμης αυτής, τα σώματα αποκλίνουν δεξιά από την κίνησή τους, ενώ στο Νότιο Ημισφαίριο αποκλίνουν αριστερά.



Η διαφορά πίεσης στα άκρα του σωλήνα που ενώνει τα δύο δοχεία, δημιουργεί ροή του υγρού από τις ψηλές στις χαμηλές πιέσεις.

Η **δύναμη τριβής** αναπτύσσεται εξαιτίας της τραχύτητας που παρουσιάζει η επιφάνεια του εδάφους και της θάλασσας, πάνω στην οποία υποχρεώνεται να κινηθεί η αέρια μάζα. Επομένως έχει νόημα και ενδιαφέρον όταν η μελέτη της κίνησης περιορίζεται στα χαμηλά τμήματα της Τροπόσφαιρας. Το μέτρο της δύναμης αυτής είναι ανάλογο της ταχύτητας με την οποία κινείται η αέρια μάζα κι έχει φορά αντίθετη με εκείνη της ταχύτητας.

Η **φυγόκεντρη δύναμη** είναι η δύναμη με την οποία αντιδρά κάθε σώμα, το οποίο κινείται σε κυκλική τροχιά. Η δύναμη αυτή είναι ανάλογη της κεντρομόλου επιτάχυνσης και ανάλογη της ακτίνας καμπυλότητας της τροχιάς.

Χαρακτηριστικά του ανέμου

Ο άνεμος προσδιορίζεται από δύο στοιχεία, τη διεύθυνση (direction) και την ένταση (speed), δηλαδή την ταχύτητα με την οποία κινείται η αέρια μάζα. Ως διεύθυνση ορίζεται το σημείο του ορίζοντα από το οποίο πνέει ο άνεμος. Στα μετεωρολογικά τηλεγραφήματα και στις συνομιλίες α/φων με τον πύργο ελέγχου, η διεύθυνση δίνεται σε μοίρες με τρία ψηφία πάντα και η ένταση σε κόμβους (knots) π.χ. wind 040°/ 8 knots σημαίνει ότι ο άνεμος πνέει από διεύθυνση 40 μοιρών και η έντασή του είναι 8 κόμβοι (8 μίλια την ώρα).

Στους μετεωρολογικούς χάρτες ο άνεμος απεικονίζεται με ένα βέλος, πάνω στο οποίο κάθετες γραμμές συμβολίζουν την έντασή του. Κάθε κάθετη γραμμή παριστά 10 κόμβους, κάθε μισή γραμμή 5 κόμβους και κάθε μαύρο τριγωνάκι συμβολίζει 50 κόμβους άνεμο. Η διεύθυνση του ανέμου είναι από τις κάθετες γραμμές προς το σταθμό (ο σταθμός είναι ο μικρός κύκλος). Στο παρακάτω σχήμα ο άνεμος είναι από 240 μοίρες, 65 κόμβοι.



Η διεύθυνση του ανέμου δεν είναι πάντα εντελώς σταθερή, αλλά μεταβάλλεται ανάμεσα σε δύο ακραίες τιμές. Ως διεύθυνση δίνεται η μέση τιμή των δύο ακραίων τιμών του τελευταίου δεκαλέπτου.

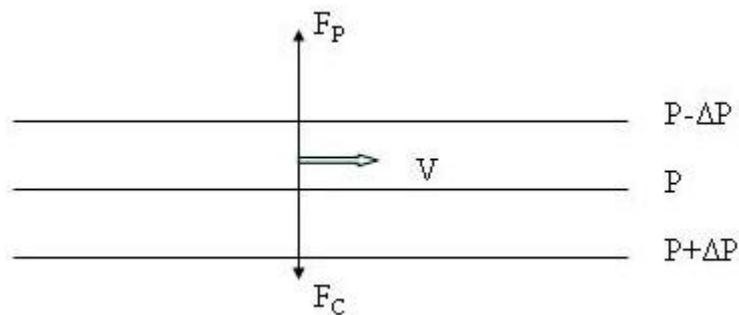
Μεταβλητός (variable) ονομάζεται ο άνεμος όταν οι ακραίες αυτές τιμές διαφέρουν περισσότερο από 60ο από τη μέση τιμή του τελευταίου δεκαλέπτου.

Ριπαίος (gusty), ονομάζεται ο άνεμος, του οποίου η ένταση ξεπερνάει κατά 10 knots τουλάχιστον τη μέση τιμή του τελευταίου δεκάλεπτου.

Γεωστροφικός άνεμος (geostrophic wind)

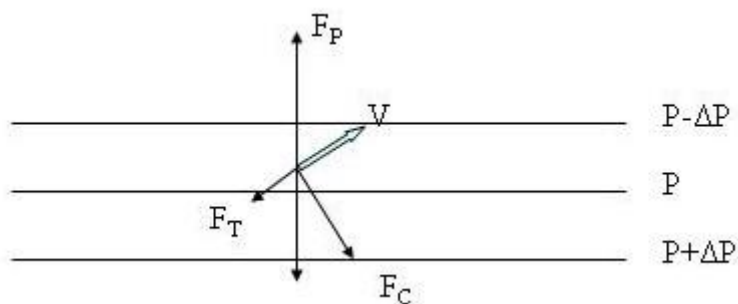
Όταν οι ισοβαρείς είναι ευθείες παράλληλες, τότε ο ατμοσφαιρικός αέρας, δέχεται την επίδραση της δύναμης βαροβαθμίδας (FP), που τον μετακινεί αρχικά από τις ψηλές προς τις χαμηλές πιέσεις και της δύναμης Coriolis (Fc), που τον εκτρέπει προς τα δεξιά (στο Βόρειο Ημισφαίριο). Αν δεν υπάρχουν τριβές στην κίνηση της αέριας μάζας, τότε ο άνεμος πνέει τελικά, όπως δείχνει το πιο κάτω σχήμα, παράλληλα προς τις ισοβαρείς. Ο άνεμος που δημιουργείται από την ισορροπία των

δύο αυτών δυνάμεων, ονομάζεται γεωστροφικός άνεμος.



Όσο πιο πυκνές είναι οι ισοβαρείς καμπύλες σε ένα χάρτη επιφανείας, τόσο πιο μεγάλη είναι η δύναμη βαροβαθμίδας και άρα τόσο μεγαλύτερη και η ταχύτητα του ανέμου.

Στην περίπτωση που οι ισοβαρείς είναι ευθείες παράλληλες, αλλά η κίνηση γίνεται κοντά στο έδαφος, τότε η δύναμη της βαροβαθμίδας (F_P) αντισταθμίζεται από τη συνισταμένη της δύναμης Coriolis (F_C) και της δύναμης της τριβής (F_T), όπως φαίνεται στο σχήμα 3. Στην περίπτωση αυτή ο άνεμος δεν πνέει παράλληλα προς τις ισοβαρείς, αλλά έχει στραφεί προς τις χαμηλές πιέσεις.

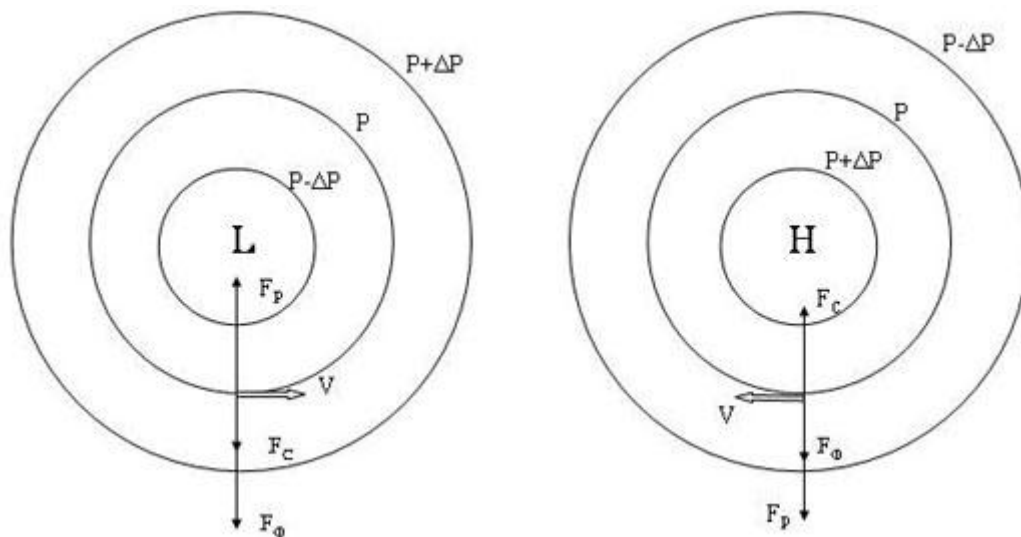


Άνεμος βαροβαθμίδας (gradient wind)

Όταν οι ισοβαρείς είναι καμπύλες και η κίνηση του ανέμου εκτελείται σε περιοχές της ατμόσφαιρας που η δράση της τριβής είναι αμελητέα, τότε αυτή είναι αποτέλεσμα της δράσης τριών δυνάμεων, της δύναμης βαροβαθμίδας (F_P), της δύναμης Coriolis (F_C) και της φυγόκεντρης δύναμης (F_Φ).

Περίπτωση 1: Περίπτωση κέντρου χαμηλών πιέσεων. Ο άνεμος πνέει εφαπτομενικά στις ισοβαρείς κι έχει φορά αντίθετη εκείνης των δεικτών του ρολογιού.

Περίπτωση 2: Περίπτωση κέντρου υψηλών πιέσεων. Ο άνεμος πνέει εφαπτομενικά στις ισοβαρείς κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού.

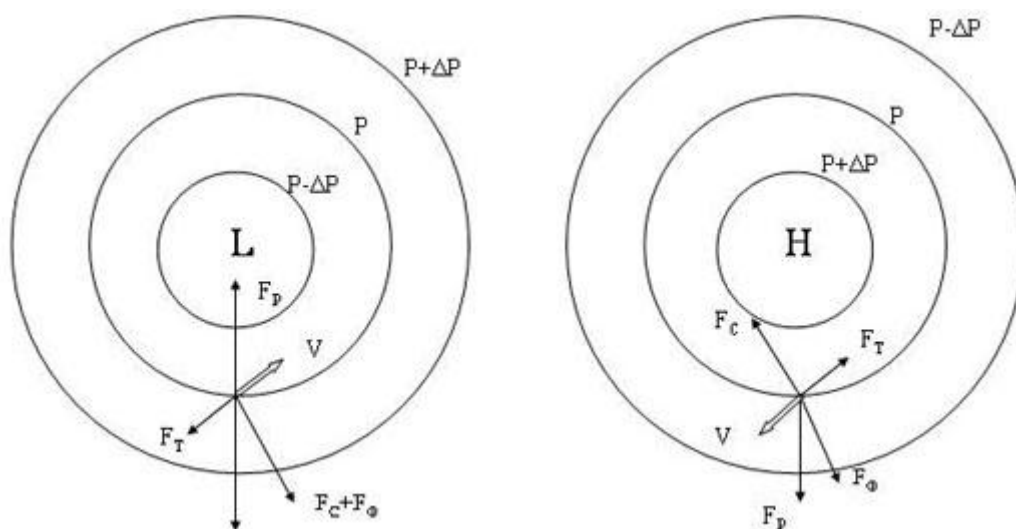


Άνεμος βαροβαθμίδας σε κέντρο χαμηλών πιέσεων (αριστερά) και υψηλών πιέσεων (δεξιά).

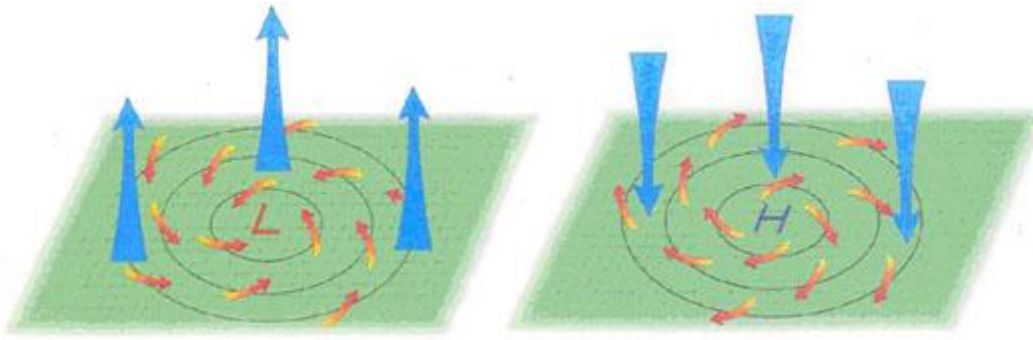
Όταν οι ισοβαρείς είναι καμπύλες και η κίνηση γίνεται κοντά στο έδαφος, τότε έχουμε και πάλι τη δύναμη τριβής να παίζει ρόλο στη διαμόρφωση της έντασης και της διεύθυνσης του ανέμου. Τώρα πλέον η κίνηση του ανέμου είναι αποτέλεσμα της ισορροπίας των δυνάμεων βαροβαθμίδας, τριβής, φυγόκεντρης και Coriolis, όπως φαίνεται στο σχήμα 5. Η δύναμη της τριβής έχει πάντα φορά αντίθετη από εκείνη της ταχύτητας του ανέμου.

Στο κυκλωνικό σύστημα των ισοβαρών, εξαιτίας της συγκεκριμένης ισορροπίας των δυνάμεων, παρατηρείται σύγκλιση (convergence) του ανέμου προς το κέντρο του συστήματος, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ανοδικές κινήσεις στο κέντρο. Αντίθετα στο αντικυκλωνικό σύστημα, η ισορροπία των δυνάμεων δημιουργεί απόκλιση (divergence) του ανέμου από το κέντρο του συστήματος, με συνέπεια τη δημιουργία καθοδικών κινήσεων στο κέντρο.

Συνέπεια των ανοδικών κινήσεων στο κέντρο ενός κυκλωνικού συστήματος είναι η δημιουργία νεφών με μεγάλη κατακόρυφη ανάπτυξη, όταν φυσικά υπάρχει αρκετή υγρασία στην ατμόσφαιρα. Αντίθετα, οι καθοδικές κινήσεις σε ένα βαρομετρικό υψηλό τείνουν να κάνουν την ατμόσφαιρα πιο ευσταθή.



Άνεμος τριβής σε τμήμα κυκλωνικού (αριστερά) και αντικυκλωνικού συστήματος (δεξιά).



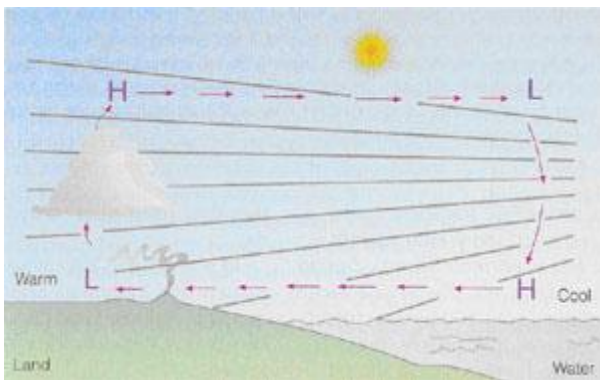
Η σύγκλιση αερίων μαζών στην επιφάνεια σε μια περιοχή χαμηλών πιέσεων προκαλεί ανοδικές κινήσεις, ενώ η απόκλιση αερίων μαζών σε περιοχή ψηλών πιέσεων προκαλεί καθοδικές κινήσεις. (Jeppesen, Aviation Weather)

Ημερήσιοι άνεμοι

Στην κατηγορία αυτή των ανέμων, ανήκουν οι άνεμοι εκείνοι που δημιουργούνται στη διάρκεια του 24ώρου, εξαιτίας της διαφοράς θερμοκρασίας που παρατηρείται τόσο κατά την ημέρα όσο και κατά τη νύχτα, ανάμεσα στην ξηρά και στη θάλασσα ή ανάμεσα σε πεδινές και ορεινές περιοχές.

Θαλάσσια αύρα (sea breeze)

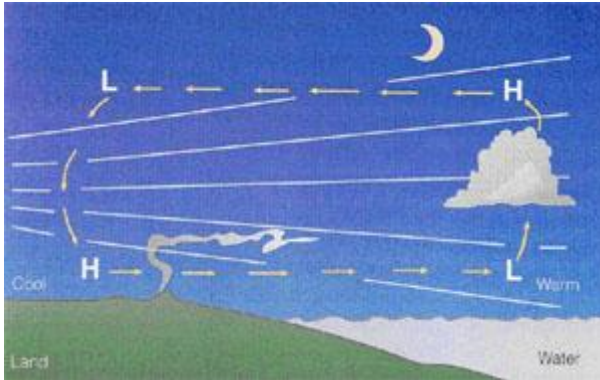
Στη διάρκεια της μέρας η ξηρά θερμαίνεται γρηγορότερα και ισχυρότερα από τη θάλασσα, γιατί η θάλασσα έχει μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα και είναι διαπερατή σε μεγάλο βάθος από τις ηλιακές ακτίνες.



Ο αέρας που βρίσκεται πάνω από την ξηρά θερμαίνεται κι αυτός πιο γρήγορα και πιο ισχυρά από τον αέρα που βρίσκεται πάνω από τη θάλασσα με αποτέλεσμα η πίεση πάνω από την ξηρά να είναι μικρότερη από ό,τι πάνω από τη θάλασσα και να δημιουργείται μια ροή ατμοσφαιρικού αέρα από τη θάλασσα προς την ξηρά. Ο άνεμος αυτός ονομάζεται θαλάσσια αύρα ή μπάτης.

Η ένταση της θαλάσσιας αύρας αυξάνεται όσο αυξάνει η θερμοκρασία και γίνεται μέγιστη κατά τις πρώτες απογευματινές ώρες, όταν σημειώνεται η μέγιστη θερμοκρασιακή διαφορά ανάμεσα στην ξηρά και τη θάλασσα. Στη συνέχεια ελαττώνεται και η θαλάσσια αύρα παύει να πνέει τις πρώτες νυχτερινές ώρες.

Απόγεια αύρα (land breeze)



Κατά τη διάρκεια της νύχτας η ξηρά ψύχεται γρηγορότερα από τη θάλασσα με αποτέλεσμα η πίεση πάνω από την ξηρά να γίνεται μεγαλύτερη από ότι πάνω από τη θάλασσα και να δημιουργείται μια ροή αέρα από την ξηρά προς τη θάλασσα. Ο άνεμος αυτός λέγεται απόγεια αύρα και πνέει περίπου μέχρι την ανατολή του ήλιου. Η ένταση και το ύψος της απόγειας αύρας είναι πολύ μικρότερα από την ένταση και το ύψος της θαλάσσιας αύρας. Αυτό συμβαίνει, γιατί οι θερμοκρασιακές μεταβολές ξηράς-θάλασσας είναι μεγαλύτερες την ημέρα παρά τη νύχτα.

Τοπικοί άνεμοι

Η τοπογραφική διαμόρφωση διαφόρων περιοχών της γης, σε συνάρτηση και με ορισμένες καιρικές συνθήκες, δημιουργεί τοπικούς ανέμους με χαρακτηριστικές πολλές φορές ονομασίες. Οι άνεμοι αυτοί, που χαρακτηρίζονται τοπικοί, είναι μικρής κλίμακας.

Ετησίες (μελτέμια)(Etesians)

Είναι σταθεροί άνεμοι, συνήθως ΒΑ-ΒΔ διεύθυνσης που πνέουν στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου και ιδιαίτερα στο Αιγαίο πέλαγος από το Μάιο μέχρι και τον Οκτώβριο. Η μεγαλύτερη συχνότητα των ανέμων αυτών παρατηρείται από τα μέσα Ιουλίου μέχρι τα μέσα Σεπτεμβρίου. Η έντασή τους είναι μέτρια στο Ιόνιο και ισχυρή στο Αιγαίο. Οφείλονται στο θερινό βαρομετρικό χαμηλό των Ινδιών που εκτείνεται μέχρι την Κύπρο και τον Αντικυκλώνα των Αζορών, που επεκτείνεται μέχρι τα Βαλκάνια το καλοκαίρι, ή και σε επεκτάσεις αντικυκλώνων της Ευρώπης και της Ρωσίας.

Άνεμος τύπου Foehn

Είναι ισχυρός, ξηρός και θερμός άνεμος που αναπτύσσεται στην υπήνεμη πλευρά ενός ορεινού όγκου όταν ο ατμοσφαιρικός αέρας αναγκαστεί να υπερπηδήσει τον ορεινό αυτό όγκο.

Οι αέριες μάζες, κατά την ανύψωσή τους στην προσήνεμη πλευρά, εκτονώνονται αδιαβατικά και ψύχονται στην αρχή με ρυθμό ίσο με την ξηρή αδιαβατική θερμοβαθμίδα (Ξ .Α.Θ. $10^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$). Από το επίπεδο συμπύκνωσης και πάνω ο ρυθμός ψύξης ελαττώνεται και είναι ίσος με την τιμή της υγρής αδιαβατικής θερμοβαθμίδας (Υ .Α.Θ.). Τα ορογραφικά νέφη που σχηματίζονται δίνουν, συνήθως, βροχή κι έτσι ελευθερώνονται μεγάλα ποσά υδρατμών. Στη συνέχεια, ο αέρας που ξεπερνά τις κορυφές των ορεινών όγκων, κατεβαίνει στην υπήνεμη πλευρά, συμπιέζεται αδιαβατικά και θερμαίνεται. Ο ρυθμός θέρμανσής του είναι ίσος με την τιμή της Ξ .Α.Θ. κι έτσι ο αέρας φτάνει στα χαμηλά υψόμετρα σαν θερμός και πολύ ξηρός.

Οι άνεμοι τύπου Foehn είναι γνωστοί με διαφορετικά ονόματα στα διάφορα μέρη του πλανήτη μας. Στην Ελλάδα τέτοιου τύπου άνεμος είναι ο Λίβας. Foehn ονομάζεται κυρίως στις Άλπεις όπου μελετήθηκε πρώτα, ενώ στα Βραχώδη όρη ονομάζεται chinook.

Βαρδάρης (Bardarac)

Ο άνεμος αυτός αρχίζει από το υψίπεδο της περιοχής των Σκοπίων, ακολουθεί την κοιλάδα του Αξιού και εισέρχεται στην Ελληνική περιοχή από το άνοιγμα μεταξύ του Πάικου και του Μπέλες.

Στην περιοχή της Θεσσαλονίκης φθάνει σαν Β-ΒΔ σφοδρός και ξηρός με μέση ταχύτητα 20 knots περίπου. Πολλές φορές η ταχύτητά του φτάνει τους 40-50 knots, που σημαίνει ότι ο άνεμος αυτός μπορεί να είναι θυελλώδης για την περιοχή της Θεσσαλονίκης. Η συχνότητα εμφάνισής του είναι περίπου 40 μέρες το χρόνο. Η επικράτησή του διαρκεί 1-2 μέρες και, μετά από μια διακοπή, είναι δυνατή η επανάληψή του. Πολύ λίγες φορές πνέει για 3-4 μέρες συνεχόμενα.