

ΓΕΝΙΚΟ ΕΠΙΤΕΛΕΙΟ ΣΤΡΑΤΟΥ  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΕΩΣ/3γ/1

ΤΕ 1-230



ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ

# ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΪΟΣ 2002  
ΤΥΠΟΓΡ. ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΣΤΡΑΤΟΥ



ΠΡΟΣ : ΓΕΣ/ΔΑΣ  
ΓΕΣ/ΔΕΠΛΗ  
ΤΥΕΣ

ΚΟΙΝ. : ΓΕΣ/ΔΕΚΠ/3γ/1  
ΓΕΣ/ΔΓΕ  
ΤΥΕΣ/Γ' ΥΔΝΣΗ

ΓΕΝΙΚΟ ΕΠΙΤΕΛΕΙΟ ΣΤΡΑΤΟΥ  
ΔΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΕΩΣ/3γ/1  
Τηλ. (Εσωτ.) 3192  
Φ. 073.3/5/186704  
Σ. 890  
Αθήνα, 23 Μαΐ. 2002  
Συνημ.: 1 ΤΕ 1-230  
1 CD

### ΑΠΟΦΑΣΗ

Έγκριση Τεχνικού Εγχειριδίου ΤΕ 1-230 "Μετεωρολογία"

1. Έχοντας υπόψη τα παρακάτω :
  - α. ΣΚ 40-5/2000/ΓΕΣ/ΔΕΚΠ/3γ/1
  - β. Φ. 073/12/133274/Σ. 4991/30 Απρ. 2002/ΓΕΣ/ΔΑΣ/3ο Γρ.

### ΑΠΟΦΑΣΙΖΟΥΜΕ

Την κύρωση του ΤΕ 1-230 "**Μετεωρολογία**" και εντελλόμεθα την εκτύπωσή του από το ΤΥΕΣ σε 600 αντίτυπα διαστάσεων 29X21,5 εκατοστά του μέτρου σε χαρτί λευκό σατινέ, σύμφωνα με τις οδηγίες σύνταξης του (α) σχετικού.

2. Τη φροντίδα και την επίβλεψη για την ορθή εκτύπωση αναθέτουμε στη ΔΑΣ/ΓΕΣ, η οποία να το προωθήσει στο ΤΥΕΣ και να δώσει τυχόν συμπληρωματικές οδηγίες τεχνικής φύσεως.

3. Βαθμός ασφαλείας : Αδιαβάθητο

4. Προτεραιότητα εκτύπωσης : "Α"

5. Διανομή με μέριμνα του ΤΥΕΣ/Γ' ΥΔΝΣΗ όπως στο Παράρτημα "Α".

6. Το σχέδιο της παρούσας μονογραφήθηκε από το ΓΕΣ/ΔΓΕ για την εκτύπωση και βιβλιοδέτηση.

7. Η ΔΑΣ/ΓΕΣ να αποστείλει στη ΔΕΠΛΗ/ΓΕΣ το ΤΕ 1-230 σε ηλεκτρονική μορφή για τη δημιουργία ηλεκτρονικού αρχείου.

8. Διευκρινίσεις που θα απαιτηθούν θα δοθούν από τη ΔΑΣ/ΓΕΣ (τηλ. 2917), η οποία να προσκομίσει στο ΤΥΕΣ και την ανάλογη δισκέτα εγγραφής του εγχειριδίου.

Ακριβές Αντίγραφο

Κων/νος Κούσαντας  
Ανχης (ΤΘ)

Υππγος Δημήτριος Γράψας  
ΔΙΔΕ

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

"Α" Πίνακας Αποδεκτών του ΤΕ 1-230



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Α" ΣΤΗ  
Φ. 073.3/5/186704

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΔΕΚΤΩΝ ΤΟΥ ΤΕ 1-230**

Α/Α	ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΝΤΙΤΥΠΩΝ
1	3ο-4ο ΕΓ/ΓΕΣ Α0314, Α0315	Από 1
2	ΔΕΚΠ/ΓΕΣ Α0323	1
3	Δνσεις Όπλων/ΓΕΣ Α0331, Α0332, Α0333, Α0334, Α0335, Α0336, Α0341	Από 1
4	Δνσεις Σωμάτων/ΓΕΣ Α0351, Α0352, Α0353	Από 1
5	1η ΣΤΡΑΤΙΑ	1
6	Σώματα Στρατού Α0413, Α0414, Α0415, Α0416	Από 1
7	ΑΣΔΕΝ Α0417	1
8	ΣΔΑ Α0418	1
9	ΜΕΡΥΠ Α0424	1
10	32 ΤΑΞΠΝ Α0434	1
11	1η ΤΑΞΑΣ Α0438	3
12	Συντάγματα ΕΔ Α1740	Από 1
13	ΣΣΕ, ΣΜΥ Α0823, Α0824	Από 1
14	Σχολές Ο-Σ Α1111, Α1112, Α1113, Α1211, Α1311, Α1312, Α1411, Α1512, Α2111, Α2212, Α2311, Α2411	Από 1
15	ΣΑΣ Α1610	100
16	ΣΕΟΕΔ, ΣΧΑΛ Α0827, Α1711	Από 1
17	ΚΕΕΔ-ΚΕΑΠ Α1712, Α1713	Από 1
18	1ο-2ο-3ο-4ο ΤΕΑΣ Α1620	Από 15
19	1ο ΤΕΕΠ Α1630	15
20	307 ΤΣΥΑΥ Α2123	10
21	Μοίρες - Τάγματα ΕΔ Α1750	Από 1
22	ΕΤΕΘ Α1770	Από 1
23	ΕΤΑ Α1780	Από 1
	Σύνολο	255

Ακριβές Αντίγραφο

Κων/νος Κούσαντας  
Ανχης (ΤΘ)

Ταξχος Αντώνιος Γκόνος  
Δντής



**ΠΙΝΑΚΑΣ**  
**ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΕΩΣ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΤΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΓΩΝ**

α/α Τροπο- ποιή- σεως	Αριθμ. εγγράφων τροποποιητικής διαταγής	Ημερομηνία Καταχώρισεως Τροποποιήσεως	Ο καταχωρίσας την τροποποίηση		
			Βαθμός	Ονοματεπώνυμο	Μονο- γραφή

**Οδηγίες:**

1. Επιφέρετε μεταβολές στο παρόν Τεχνικό Εγχειρίδιο μόνο κατόπιν διαταγής του ΓΕΣ/ΔΕΚΠ.
2. Στη θέση κάθε μεταβολής και στο περιθώριο της σελίδας, γράφεται ένα Κεφαλαίο Τ και τον α/α της τροποποιήσεως (π.χ. Τ1, Τ2 κοκ.).
3. Καταχωρίσετε στον παραπάνω πίνακα κάθε τέτοια διαταγή, για επιβεβαίωση ότι έγιναν οι μεταβολές.





## **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

### **ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ**

#### **ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ**

##### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Σελίδα

1. Ιστορικό .....	1
2. Περιεχόμενο .....	1
3. Σκοπός .....	1
4. Πρόλογος .....	1

##### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α**

###### **Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΤΗΣ ΓΗΣ**

1. Γενικά .....	3
2. Ύψος και Διάρθρωση της Ατμόσφαιρας .....	3
3. Σύσταση της Ατμόσφαιρας .....	4

##### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β**

###### **ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ**

1. Γενικά .....	6
2. Υπολογισμός Θερμοκρασίας .....	6
3. Ημερήσιο Εύρος Θερμοκρασίας .....	6
4. Επίδραση της Θερμοκρασίας στην Απογείωση .....	7
5. Θερμοκρασίες στην Ανώτερη Ατμόσφαιρα .....	7
6. Αναστροφές Θερμοκρασίας .....	8
7. Διανομή της Θερμοκρασίας στην Επιφάνεια της Γης .....	8

##### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ**

###### **ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ**

1. Ορισμός .....	10
2. Το Υδραργυρικό Βαρόμετρο .....	10
3. Μονάδες Μέτρησης της Ατμόσφαιρας .....	10
4. Μεταβολές της Ατμοσφαιρικής Πίεσης .....	11
5. Ανεροειδές Βαρόμετρο .....	11
6. Πίεση Σταθμού και Επίδραση των Μεταβολών της Πίεσης στις Πτήσεις .....	11
7. Πίεση στην Επιφάνεια της Θάλασσας .....	12
8. Συστήματα Πίεσης .....	13
9. Υψόμετρα .....	15

##### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ**

###### **ΑΝΕΜΟΣ**

1. Γενικά .....	18
2. Στοιχεία του Ανέμου .....	18
3. Αίτια και Μηχανισμός Δημιουργίας του Ανέμου .....	20
4. Γενική Κυκλοφορία της Ατμόσφαιρας .....	22
α. Οι Περιοχές του Ισημερινού και των Πόλων .....	22
β. Η Θεωρία των Τριών Κυψελών .....	22

5.	Γενικά Συστήματα Ανέμων	23
	α. Συνεχείς Άνεμοι	23
	β. Μουσώνες - Μελέμια (Ετήσιοι)	24
	γ. Αύρες Ξηράς και Θάλασσας	24
	δ. Άνεμοι Κοιλάδων και Βουνών	25
	ε. Καταβατικός Άνεμος	25
	στ. Τοπικοί Άνεμοι	27
6.	Δυνάμεις που Ασκούν Επίδραση στον Άνεμο	28
	α. Κοριόλειος Δύναμη	28
	β. Δύναμη Βαροβαθμίδας	28
	γ. Τριβή	30
	δ. Φυγόκεντρη Δύναμη	30
	ε. Βαρύτητα	30
7.	Μεγάλα Συστήματα Ανέμων	30
	α. Κυκλώνες και Αντικυκλώνες	30
	β. Λαίλαπες	30
	γ. Αεροχείμαροι	31

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ε

### ΥΓΡΑΣΙΑ

1.	Γενικά	32
2.	Αλλαγές Κατάστασης	32
3.	Περιεκτικότητα Υγρασίας	33
	α. Σχετική Υγρασία	34
	β. Σημείο Δρόσου	34
4.	Προϊόντα Συμπύκνωσης και Εξάχνωσης	34
	α. Νέφη και Ομίχλη	34
	β. Υετός	34
	γ. Δρόσος και Πάχνη	36

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΤ

### ΑΝΑΤΑΡΑΞΕΙΣ

1.	Γενικά	37
2.	Κατακόρυφα Ρεύματα	37
3.	Εμπόδια στη Ροή Ανέμου	39
4.	Shear (Διάτμηση) Ανέμου	41
5.	Αναταράξεις σε Κατάσταση Αιθρίας	42
	α. Γενικά	42
	β. Αναταράξεις Α/Γ ή Πίσω από τα Α/Φ	42
6.	Κατηγορίες Έντασης Αναταράξεων	44
	α. Γενικά	44
	β. Ασθενείς Αναταράξεις	44
	γ. Μέτριες Αναταράξεις	45
	δ. Ισχυρές Αναταράξεις	46
	ε. Άκρως Ισχυρές Αναταράξεις	46

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ζ

### ΝΕΦΗ

1.	Γενικά	47
2.	Σύνθεση Νεφών	47
3.	Τύποι Νεφών	47
4.	Αναγνώριση Νεφών	48
5.	Σχηματισμός και Σύνθεση Νεφών	54

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ Η**  
**ΑΕΡΙΕΣ ΜΑΖΕΣ**

	Σελίδα
1. Γενικά .....	55
2. Πηγές Αερίων Μαζών .....	55
3. Ανάλυση Αερίων Μαζών .....	56
α. Ταξινόμηση Σύμφωνα με την Περιοχή Δημιουργίας .....	56
β. Ταξινόμηση με Βάση Τροποποίηση της Μάζας από Κάτω .....	58
4. Τροποποίηση Αερίων Μαζών .....	60
α. Γενικά .....	60
β. Θέρμανση από Κάτω .....	60
γ. Ψύξη από Κάτω .....	60
δ. Αύξηση Υδρατμών .....	61
ε. Ελάττωση Υδρατμών .....	61
στ. Ανύψωση .....	61
ζ. Κατολίσθηση .....	61
η. (1) Ασταθής Αέρας .....	61
(2) Ευσταθής Αέρας .....	61
5. Καιρός Αερίων Μαζών των Μέσων Πλατών .....	62
α. Τροπικός Θαλάσσιος Αέρας (MT) .....	62
β. Τροπικός Ηπειρωτικός Αέρας (CT) .....	62
γ. Πολικός Θαλάσσιος Αέρας (MP) .....	62
δ. Πολικός Ηπειρωτικός και Αρκτικός Αέρας (CP και CA) .....	63

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ Θ**  
**ΜΕΤΩΠΑ**

1. Εισαγωγή .....	65
2. Μέτωπα .....	65
3. Δομή των Μετώπων .....	65
4. Το Πολικό Μέτωπο .....	66
5. Ασυνέχεια Κατά Μήκος των Μετώπων .....	67
α. Θερμοκρασία .....	67
β. Σημείο Δρόσου .....	67
γ. Άνεμος .....	67
δ. Μεταβολές Πίεσης .....	67
6. Παράγοντες που επηρεάζουν τον Καιρό του Μετώπου .....	67
7. Ψυχρά Μέτωπα .....	68
α. Γρήγορα Κινούμενα Ψυχρά Μέτωπα .....	69
β. Αργά Κινούμενα Ψυχρά Μέτωπα .....	70
8. Θερμά Μέτωπα .....	70
9. Στάσιμα Μέτωπα .....	72
10. Μέτωπα Κύματα και Συσφιξεις .....	73
11. Ψυχρή Σύσφιξη .....	75
12. Θερμή Σύσφιξη .....	76
13. Ανώτερα Μέτωπα .....	77
14. Αδρανή Μέτωπα .....	77
15. Μετωποδιάλυση .....	77
16. Μετωπογένεση .....	78

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι**  
**ΚΑΤΑΙΓΙΔΕΣ**

1. Ορισμός .....	79
2. Απαραίτητοι Παράγοντες για το Σχηματισμό Καταιγίδας .....	79
α. Γενικά .....	79

β. Ασταθής Αέρας . . . . .	79
γ. Ανυψωτικό Αίτιο . . . . .	79
δ. Υγρασία . . . . .	80
3. Δομή Καταιγίδας . . . . .	80
α. Σχέση Ρευμάτων και Ριπών . . . . .	80
β. Ο Κύκλος Ζωής Μεμονωμένης Καταιγίδας . . . . .	80
(1) Στάδιο Σωρείτη . . . . .	80
(2) Στάδιο Ωρίμανσης . . . . .	81
(3) Στάδιο Διάλυσης . . . . .	81
4. Καιρός Καταιγίδας . . . . .	82
α. Γενικά . . . . .	82
β. Χαλάζι . . . . .	82
γ. Αναταράξεις . . . . .	83
(1) Ρεύματα . . . . .	84
(2) Ριπές . . . . .	85
(3) Πρώτες Ριπές . . . . .	85
δ. Βροχή και Χιόνι . . . . .	85
ε. Παγοποίηση . . . . .	86
στ. Μεταβολές Πίεσης . . . . .	86
5. Ηλεκτρισμός Καταιγίδας . . . . .	87
α. Αστραπές . . . . .	87
β. Στατικός Ηλεκτρισμός Υετού . . . . .	88
6. Ταξινόμηση Καταιγίδων . . . . .	88
α. Μετωπικές Καταιγίδες . . . . .	89
β. Καταιγίδες Γραμμής Λαίλαπας . . . . .	89
γ. Καταιγίδες Αέριας Μάζας . . . . .	90
(1) Καταιγίδες Κατακόρυφης Μεταφοράς . . . . .	90
(2) Ορογραφικές Καταιγίδες . . . . .	90
(3) Νυχτερινές Καταιγίδες . . . . .	91
7. Πληροφορίες Σχηματισμού Καταιγίδων από το Radar . . . . .	91
8. Οδηγίες για Πτήση σε Περιοχές Καταιγίδων . . . . .	92
α. Αποφυγή των Καταιγίδων . . . . .	93
β. Πτήση σε Καταιγίδα . . . . .	93
γ. Είσοδος σε Καταιγίδα . . . . .	94
9. Σίφωνες (Tornadoes) . . . . .	94

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΑ

### ΠΑΓΟΠΟΙΗΣΗ

1. Ορισμός . . . . .	97
α. Γενικά . . . . .	97
β. Άλλοι κίνδυνοι για την αεροπορία που δημιουργεί ο πάγος . . . . .	97
2. Παγοποίηση Δομής (Σκάφους) . . . . .	97
α. Θερμοκρασία Ελεύθερου Αέρα . . . . .	97
β. Ορατή Υγρασία . . . . .	97
γ. Εξάχνωση ή Αεριοποίηση . . . . .	98
δ. Ρυθμός Συσσώρευσης Πάγου Κατά την Πτήση . . . . .	98
(1) Γενικά. Ποσότητα Νερού . . . . .	98
(2) Μέγεθος Υδροσταγονιδίων . . . . .	98
(3) Ταχύτητα του Αέρα . . . . .	98
ε. Μέγεθος και Σχήμα Αεροτομής . . . . .	98
3. Τύποι Πάγου Κατά την Πτήση . . . . .	98
α. Γενικά . . . . .	98
β. Καθαρός Πάγος ή Υαλόπαγος (Clear Ice) . . . . .	99
γ. Ομιχλοκρύσταλλος (Rime Ice) . . . . .	100
δ. Πάχνη (Frost) . . . . .	101

	Σελίδα
4. Αποτέλεσμα Παγοποίησης Κατά την Πτήση .....	101
α. Επιφάνεια Φτερών και Ουραίων Πτερωμάτων .....	101
β. Έλικες .....	102
γ. Απορριπτόμενες και Πρόσθετες Δεξαμενές .....	102
δ. Σωλήνας ΡΙΤΟΤ και Θυρίδες Στατικής Πίεσης .....	102
ε. Κεραία Σ/Α .....	103
στ. Καλύπτρα Χειριστή (Αλεξήνεμο) .....	104
5. Εντάσεις Παγοποίησης Κατά την Πτήση .....	104
α. Ασθενής .....	104
β. Μέτρια .....	104
γ. Ισχυρή .....	104
6. Παγοποίηση Α/Φ στο Έδαφος .....	104
7. Αποπαγωτικά και Αντιπαγωτικά .....	105
α. Γενικά .....	105
β. Μηχανική Μέθοδος .....	105
γ. Ρευστά .....	105
δ. Θερμικά .....	105
8. Παγοποίηση Συστήματος Ισχύος .....	106
α. Παγοποίηση Αναμικτήρα (Καρμπυρατέρ) .....	106
β. Άλλες Μορφές Παγοποίησης Ισχύος σε Συμβατικά Αεροσκάφη .....	107
γ. Παγοποίηση Ισχύος σε Αεριοθούμενα .....	107
(1) Σύστημα Καυσίμων .....	107
(2) Σύστημα Εισαγωγής .....	107
9. Αεραγωγοί .....	107
10. Ρυθμίσεις Εισαγωγής .....	108
11. Βλάβη Κινητήρα .....	108
12. Κατάλογος Ελέγχου Όταν ο Καιρός Είναι Ψυχρός .....	108

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΒ

### ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

1. Γενικά .....	110
2. Ορισμός Βάσης Νεφών και Ορατότητας .....	110
3. Ομίχλες .....	110
α. Γενικά .....	110
β. Ομίχλη Ακτινοβολίας .....	111
γ. Ομίχλη Μεταφοράς .....	111
δ. Ομίχλη στις Πλαγιές των Βουνών .....	112
ε. Ομίχλη Εξάτμισης .....	113
στ. Ομίχλη Βροχής ή Μετωπική Ομίχλη .....	113
ζ. Ομίχλη Πάγου .....	113
4. Χαμηλά Νέφη .....	114
5. Αχλή και Καπνός .....	114
6. Περιορισμός της Ορατότητας Λόγω Κονιορτοθύελλας και Χιονοθύελλας .....	114
7. Υετός .....	114
8. Αόρατος Ουρανός .....	114
α. Ολική Απόκρυψη του Ουρανού .....	115
β. Μερική Απόκρυψη του Ουρανού .....	115

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΓ

### ΚΑΙΡΟΣ ΣΕ ΜΕΓΑΛΑ ΥΨΗ

1. Ορισμός .....	116
2. Τροπόπαυση .....	116
3. Αεροχείμαρος (Jet Stream) .....	116
4. Αναταράξεις σε Αίθριο Καιρό .....	118

5.	Ίχνη Συμπύκνωσης . . . . .	120
	α. Γενικά . . . . .	120
	β. Ίχνη Αερίων Εξαγωγής . . . . .	120
	γ. Αεροδυναμικά Ίχνη . . . . .	120
	δ. Ίχνη Διάλυσης . . . . .	121
6.	Στρώματα Αχλής . . . . .	121
7.	Συνθήκες Παγοποίησης . . . . .	121
8.	Καταιγίδες . . . . .	121

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΔ

### ΑΡΚΤΙΚΟΣ ΚΑΙΡΟΣ

1.	Ορισμός . . . . .	122
2.	Φυσική Γεωγραφία της Αρκτικής και Κλιματολογικές Επιδράσεις . . . . .	122
	α. Χαρακτηριστικά Υδάτινων Επιφανειών . . . . .	123
	β. Χαρακτηριστικά Ξηράς . . . . .	125
	γ. Απώλεια Θερμότητας Λόγω Ακτινοβολίας . . . . .	125
3.	Γενικές Συνθήκες Καιρού Αρκτικής Περιοχής . . . . .	126
	α. Αέριες Μάζες . . . . .	126
	β. Μέτωπα . . . . .	126
	γ. Θερμοκρασία . . . . .	126
	δ. Νέφη και Υετός . . . . .	127
	ε. Παγοποίηση . . . . .	127
	στ. Πάχνη . . . . .	128
	ζ. Άνεμος . . . . .	128
	η. Ορατότητα . . . . .	128
	θ. Ομίχλες . . . . .	128
	(1) Ομίχλη Πάγου . . . . .	128
	(2) Ομίχλη Μεταφοράς . . . . .	129
	(3) Ομίχλη Εξάτμισης . . . . .	129
	(4) Αρκτική Πυκνή Ομίχλη . . . . .	129
	(5) Παρασυρόμενο και Ανυψούμενο Χιόνι . . . . .	129
	(6) Καπνός . . . . .	130
4.	Ίδιομορφίες του Αρκτικού Καιρού . . . . .	130
	α. Αποτελέσματα των Αναστροφών Θερμοκρασίας . . . . .	130
	β. Βόρειο Σέλας (Aurora Borealis) . . . . .	130
	γ. Ανάκλαση Φωτός από Χιονοσκεπείς Επιφάνειες . . . . .	130
	δ. Φως από Ουράνια Σώματα . . . . .	130
5.	Καιρός Αρκτικής και Επιχειρήσεις Αεροπορίας . . . . .	131
	α. Γενικά . . . . .	131
	β. Γενικές Καιρικές Συνθήκες Πτήσεως στην Αρκτική . . . . .	131

## ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΕ

#### ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΑΤΟ 1/1993 (ΤΑΦ-ΠΡΟΓΝΩΣΕΙΣ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΩΝ)

1.	Σκοπός . . . . .	133
2.	Γενικά Στοιχεία . . . . .	134
3.	Προγνώσεις Αεροδρομίων (ΤΑΦ) . . . . .	133
4.	Τελικές Διατάξεις . . . . .	133
5.	Παράρτημα "Α" της 1/1993 (Ωρες Έκδοσης των ΤΑΦ- Καλυπτόμενη Χρονική Περίοδος) . . . . .	133
6.	Παράρτημα "Β" της ΑΤΟ 1/1993 (Συνοπτικός Οδηγός Αποκωδικοποίησης του ΤΑΦ) . . . . .	134

	Σελίδα
7. Προσθήκη "1/B" της ΑΤΟ 1/1993 .....	136
α. Στοιχεία Μετεωρολογικών Σταθμών .....	136
β. Ερμηνεία Κωδικών Μετεωρολογικών Σταθμών - Ταυτότητα Α/Δ .....	139
8. Προσθήκη "2/B" της ΑΤΟ 1/1993 (Ποσό Νεφοκάλυψης) .....	140
9. Προσθήκη "3/B" της ΑΤΟ 1/1993 (Ερμηνεία Κωδικής Λέξης CAVOK) .....	140
10. Προσθήκη "4/B" της ΑΤΟ 1/1993 (Ομάδες Μεταβολών) .....	140
11. Προσθήκη "5/B" της ΑΤΟ 1/1993 (Συντομογραφίες) .....	140

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΣΤ**

##### **ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΑΤΟ 2/1993**

##### **METAR**

1. Σκοπός .....	143
2. Γενικά Στοιχεία .....	143
3. Τελικές Διατάξεις .....	143
4. Παράρτημα "Γ" της ΑΤΟ 2/1993 (Παράδειγμα METAR) .....	143
5. Προσθήκη "6/Γ" της ΑΤΟ 2/1993 (Συμπληρωματικές Ομάδες) .....	145

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΖ**

##### **ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΑΤΟ 3/1993**

##### **ΠΡΟΓΝΩΣΕΙΣ Α/Δ ΤΥΠΟΥ TREND**

1. Γενικά Στοιχεία .....	147
2. Τελικές Διατάξεις .....	147
3. Παράρτημα "Δ" της ΑΤΟ 3/1993 (Συνοπτικός Οδηγός Αποκωδικοποίησης METAR-TREND) .....	147

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΗ**

##### **ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΑΤΟ 4/1993**

##### **ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΕΙΣ Α/Δ (AERODROME WARNINGS)**

1. Σκοπός .....	149
2. Γενικά .....	149
3. Τρόπος Έκδοσης - Διάρκεια Ισχύος .....	149
4. Τελικές Διατάξεις .....	150
5. Παράρτημα "Ε" της ΑΤΟ 4/1993 (Παράδειγμα Aerodrome Warnings) .....	150
6. Παράρτημα "ΣΤ" της ΑΤΟ 4/1993 (Επίσημες Ονομασίες Κρατικών Α/Δ) .....	150

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΘ**

##### **ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΑΤΟ 5/1993**

##### **SIGMET**

1. Γενικά .....	151
2. Παραδείγματα SIGMET .....	151

#### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ Κ**

##### **ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΑΤΟ 6/1993**

##### **ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ ΠΡΟΓΝΩΣΗ**

1. Σκοπός .....	152
2. Ορισμός .....	152
3. Διαδικασίες .....	152
4. Περιεχόμενο .....	152
5. Τελικές Διατάξεις .....	153
6. Παράρτημα "Ζ" της ΑΤΟ 6/1993 (Υπόδειγμα Εντύπου Πρόγνωσης Περιοχής Διαδρομής) .....	154

7. Παράρτημα "Η" της ΑΤΟ 6/1993 (Υπόδειγμα Συμπληρωμένου Εντύπου Αεροναυτικής Πρόγνωσης Περιοχής Διαδρομής) .....	155
---	-----

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΚΑ**

### **ΧΑΡΤΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΥ ΚΑΙΡΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ**

1. Γενικά .....	156
2. Παράρτημα "Θ" στο Χάρτη Σημαντικού Καιρού Ελλάδας .....	157
3. Προσθήκη "7/Θ" στο Χάρτη Σημαντικού Καιρού Ελλάδας .....	157
4. Προσθήκη "Ι" στο Χάρτη Σημαντικού Καιρού Ελλάδας .....	159
Βιβλιογραφία .....	160



# ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1. Ιστορικό

Το παρόν εγχειρίδιο προέρχεται από την αναθεώρηση του ομότιτλου της Σχολής Αεροπορίας Στρατού παλαιότερης εκδόσεως, το οποίο και καταργείται από την παρούσα έκδοση.

Η αναθεώρηση κρίθηκε επιτακτική από την ανάγκη βελτίωσης του εγχειριδίου και της αναλυτικής προσθήκης σε αυτό των Αεροναυτικών Τεχνικών Οδηγιών (ΑΤΟ) που έχουν εκδοθεί από την ΕΜΥ.

### 2. Περιεχόμενο

Στο νέο εγχειρίδιο περιέχονται τα εξής στοιχεία:

- α. Μετεωρολογικά θέματα από αεροπορικής πλευράς.
- β. Ανάλυση και αποκρυπτογράφηση των Αεροναυτικών Τεχνικών Οδηγιών (ΑΤΟ).

### 3. Σκοπός

Σκοπός του εγχειριδίου είναι η παροχή των απαραίτητων θεωρητικών γνώσεων στους εκπαιδευόμενους χειριστές της Αεροπορίας Στρατού, σε μετεωρολογικά θέματα εξετάζοντάς τα αποκλειστικά από αεροπορικής πλευράς.

### 4. Πρόλογος

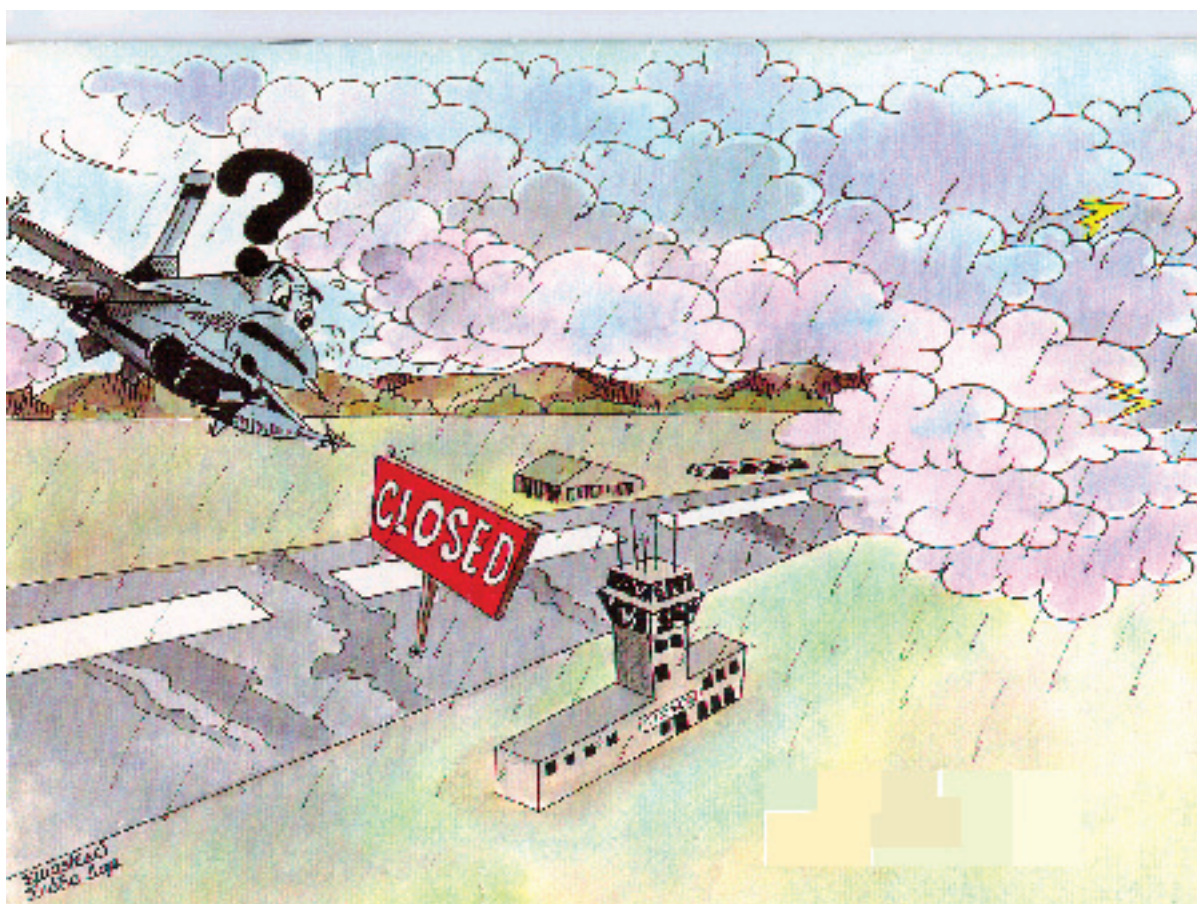
Κατά τη διάρκεια της προηγούμενης δεκαετίας η Μετεωρολογία σημείωσε σημαντικές προόδους (αριθμητική πρόγνωση-μετεωρολογικοί δορυφόροι κ.ά.) οι οποίες αύξησαν τις γνώσεις μας σχετικά με τις φυσικές διαδικασίες και μετέβαλαν σε μεγάλο βαθμό τις μεθόδους εκμετάλλευσης των μετεωρολογικών πληροφοριών. Κάτω από το πρίσμα της προόδου στη μετεωρολογική επιστήμη και των τεχνολογικών εξελίξεων στον τομέα της αεροπορίας, καθίσταται επιβεβλημένη για τους χειριστές η αναθεώρηση των μετεωρολογικών εγχειριδίων που χρησιμοποιούνταν μέχρι σήμερα.

Η παρούσα έκδοση, φιλοδοξεί να καλύψει το κενό που υπάρχει στις αεροπορικές εκδόσεις σχετικά με την Μετεωρολογία, εξετάζοντας μετεωρολογικά θέματα αποκλειστικά από αεροπορικής πλευράς.

Οι καταιγίδες, το χαλάζι, η βροχή, το χιόνι και πολλά άλλα καιρικά φαινόμενα επηρεάζουν την ζωή του ανθρώπου με διάφορους τρόπους. Ο άνθρωπος στο έδαφος μπορεί με άνεση να προστατευθεί από τον καιρό ή να μηδενίσει την επίδρασή του σ' αυτόν.

Τούτο όμως δεν μπορεί να κάνει και ένας χειριστής όταν βρεθεί κάτω από την επίδραση του καιρού. Ο χειριστής πρέπει να αγωνιστεί με τον καιρό σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ότι οποιοσδήποτε άλλος, γιατί κάθε φορά που βρίσκεται σε πτήση μοιράζεται την ατμόσφαιρα με τον καιρό. Σε πολλές περιπτώσεις ο καιρός είναι πολύ χρήσιμος και ευχάριστος σύντροφος, αλλά πολύ συχνά είναι φοβερός αντίπαλος και πρέπει όσο το δυνατόν να αποφεύγεται ή να αντιμετωπίζεται σωστά.

Κάθε χειριστής έχει ανάγκη να γνωρίζει για τη συμπεριφορά του καιρού και τον τρόπο με τον οποίο οι διάφορες καιρικές συνθήκες επηρεάζουν την πτήση. Όπως ένας άνθρωπος δεν είναι απαραίτητο να είναι μηχανικός αεροσκαφών για να πετάξει ένα αεροσκάφος, με το ίδιο σκεπτικό δεν υπάρχει λόγος ένας άνθρωπος να είναι τέλειος μετεωρολόγος για να αντιμετωπίσει τον παράγοντα καιρό. Ωστόσο ο χειριστής πρέπει να έχει πρακτική γνώση εκείνων των αρχών της Μετεωρολογίας που είναι σημαντικές για την πτήση. Πρώτα απ' όλα όμως ένας χειριστής πρέπει να γνωρίζει τον τρόπο χρησιμοποίησης όλων των μετεωρολογικών γνώσεων επ' ωφελεία της ασφάλειας των πτήσεων.



Καιρός. Εχθρός ή φίλος;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α

### Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ ΤΗΣ ΓΗΣ

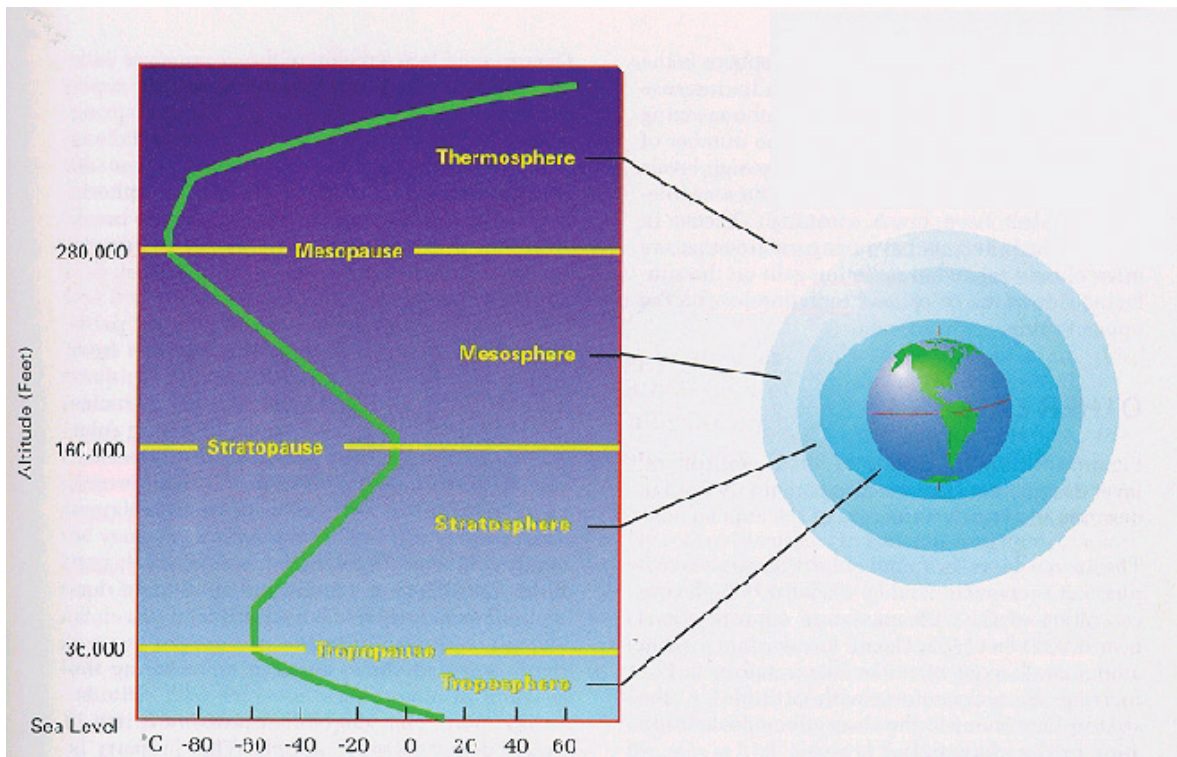
#### 1. Γενικά

Ατμόσφαιρα είναι το αέριο στρώμα που περιβάλλει τη γη και την ακολουθεί στην περιστροφική της κίνηση. Εάν η γη συγκρινόταν με μία μπάλα, το αέριο περίβλημα θα ήταν τόσο λεπτό σαν το κάλυμμα αυτής. Η ατμόσφαιρα επίσης παρουσιάζει συνεχή κίνηση σε σχέση με την επιφάνεια της γης, η οποία ονομάζεται κυκλοφορία. Αυτή δημιουργείται βασικά από τη μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της τροπικής και της πολικής περιοχής και περιπλέκεται λόγω της διαφορετικής θέρμανσης της ξηράς και της θάλασσας από τον ήλιο. Την κυκλοφορία επηρεάζουν επίσης και άλλοι παράγοντες.

#### 2. Ύψος και Διάρθρωση της Ατμόσφαιρας

Το ύψος της ατμόσφαιρας σαν σύνολο δεν είναι ακριβώς γνωστό. Όσο ανερχόμαστε η ατμόσφαιρα γίνεται αραιότερη και σε μεγάλα ύψη ο αέρας γίνεται τόσο αραιός, ώστε δεν μπορούμε να καθορίσουμε το ακριβές όριο όπου τελειώνει η γήινη ατμόσφαιρα. Κατά την κατακόρυφη έκταση η ατμόσφαιρα διαιρείται σ' ένα αριθμό στρωμάτων από τα οποία το καθένα έχει καθορισμένες ιδιότητες και χαρακτηριστικά. Το στρώμα που εφάπτεται στη γη είναι γνωστό σαν τροπόσφαιρα.

Το ύψος της τροπόσφαιρας φτάνει τα 55.000 - 65.000 πόδια στον Ισημερινό και τα 25.000-30.000 πόδια στους πόλους. Το ύψος της τροπόσφαιρας είναι μεγαλύτερο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού παρά κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Μέσα στο στρώμα αυτό η θερμοκρασία ελαττώνεται ομαλά όσο αυξάνεται το ύψος. Η απότομη αλλαγή της τιμής ελάττωσης της θερμοκρασίας δια μέσου ενός λεπτού στρώματος που ονομάζεται τροπόπαυση αποτελεί το όριο μεταξύ της τροπόσφαιρας και της στρατόσφαιρας. Πάνω από την ατμόσφαιρα υπάρχει η μεσόσφαιρα και πιο πάνω η θερμόσφαιρα (εικ.1-1).



Εικ. 1-1. Η Ατμόσφαιρα της Γης.

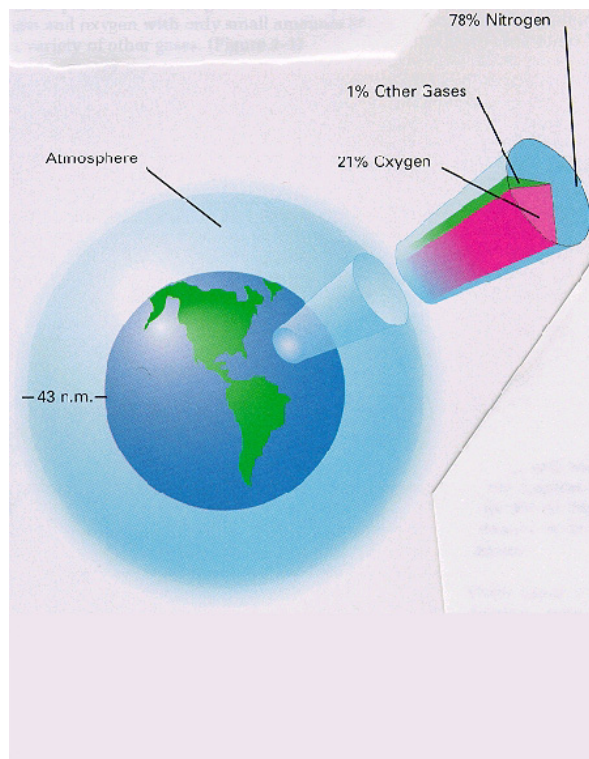
Περαιτέρω υποδιαιρέσεις των περιοχών πάνω από την τροπόσφαιρα έχουν γίνει από αρκετούς επιστήμονες με βάση διάφορα κριτήρια, πλην όμως το εγχειρίδιο αυτό μελετάει κυρίως την τροπόσφαιρα για τους εξής δύο λόγους:

α. Η τροπόσφαιρα είναι η κυρίως διαταρασσομένη περιοχή της γήινης ατμόσφαιρας και περιέχει τις περισσότερες επιδράσεις του καιρού στις πτήσεις.

β. Ακόμη και όταν αεροσκάφη και διαστημόπλοια μεταφέρουν τον άνθρωπο ψηλότερα από τ' ανώτερα όρια της τροπόσφαιρας, το μεγαλύτερο μέρος της πτήσης πραγματοποιείται μέσα στο κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας.

### 3. Σύνθεση της Ατμόσφαιρας

Αν και ο αέρας είναι πολύ ελαφρύς παρά ταύτα έχει βάρος, είναι συμπιεστός, είναι ελαστικός και γενικά αποτελεί ένα μίγμα αερίων. Μία στήλη καθαρού ξηρού αέρα περιέχει 78% περίπου άζωτο, 21% οξυγόνο και 1% μίγμα δέκα άλλων αερίων (εικ. 1-2). Οι αναλογίες αυτές είναι περίπου οι ίδιες σ' όλα τα διαμερίσματα της γης. Ο αέρας επίσης περιέχει υδρατμούς των οποίων η ποσότητα ποικίλει από 0 έως 5% ως προς τον όγκο. Οι υδρατμοί για συνηθισμένες μελέτες συμπεριφέρονται σαν ανεξάρτητο αέριο αναμειγμένο με αέρα.



**Εικ. 1-2. Σύνθεση της Ατμόσφαιρας.**

Η ατμόσφαιρα ακόμη και όταν είναι φαινομενικά διαυγής περιέχει μεγάλο αριθμό ξένων προσμίξεων όπως είναι τα μόρια της σκόνης. Όταν τα μόρια αυτά είναι άπειρα σε αριθμό εμφανίζονται σαν αχλή και περιορίζουν την ορατότητα.

Αντικείμενα που είναι απομακρυσμένα παραμορφώνονται όταν τα βλέπει κανείς δια μέσου της αχλής και αν είναι σκοτεινά φαίνονται σαν να βρίσκονται μέσα σ' ένα λεπτό πέπλο.

Η ατμόσφαιρα όσο αυξάνει το ύψος γίνεται αραιότερη και σχεδόν το μισό βάρος της βρίσκεται κάτω από το ύψος των 18.000 ποδών. Σε ύψη όπου κινούνται οι μετεωρολογικοί δορυφόροι (400-600 μίλια) οι συνθήκες είναι παρόμοιες με εκείνες που επικρατούν στο απόλυτο κενό.

Δεδομένου ότι η ατμόσφαιρα περιέχει 21% οξυγόνο, η πίεση που ασκεί το οξυγόνο είναι περίπου το 1/5 της συνολικής πίεσης σε κάθε στρώμα. Τούτο είναι σημαντικό για τους χειριστές, γιατί η αναλογία στην οποία απορροφούν οξυγόνο οι πνεύμονες εξαρτάται από την πίεση του οξυγόνου. Ο μέσος άνθρωπος είναι συνηθισμένος ν' απορροφά οξυγόνο υπό πίεση περίπου 3 λιβρών ανά τετραγωνική ίντσα.

Η πίεση του οξυγόνου ελαττώνεται όσο αυξάνει το ύψος. Ένας χειριστής ο οποίος πραγματοποιεί παρατεταμένη πτήση σε ύψος περίπου 11.000 ποδών χωρίς συμπληρωματικό οξυγόνο, θα αισθανθεί εξάντληση και ελάττωση της όρασης, πράγμα που προκαλεί τελικά απώλεια ελέγχου του εαυτού του. Μερικές φορές είναι δυνατό να υποφέρει από τα πρώτα συμπτώματα χωρίς να το αντιληφθεί. Κατόπιν τούτου το οξυγόνο θα πρέπει να χρησιμοποιείται συμπληρωματικά κατά την διάρκεια παρατεταμένων πτήσεων πάνω από τα 10.000 πόδια ή σε πτήσεις πάνω από 12.000 πόδια ακόμη και για σύντομα χρονικά διαστήματα. Όταν η ατμοσφαιρική πίεση κατέρχεται κάτω από τις 3 λίβρες ανά τετραγωνική ίντσα (περίπου στο ύψος των 40.000 ποδών) ακόμη και το καθαρό οξυγόνο δεν επαρκεί.

Εφόσον η πίεση που ασκεί το οξυγόνο είναι μικρότερη από τις 3 λίβρες ανά τετραγωνική ίντσα καθίσταται απαραίτητη η χρησιμοποίηση συστήματος προσαρμογής της πίεσης (συμπιεζόμενη καμπίνα). Το μεγαλύτερο μέρος των στρατιωτικών και πολιτικών αεροσκαφών έχουν θαλάμους πίεσης και ήδη χρησιμοποιούνται ευρέως τόσο από τα στρατιωτικά όσο και από τα ιδιωτικά αεροσκάφη.

Με φασματοσκοπική μέθοδο έχει αποδειχθεί από πολλούς επιστήμονες ότι στην ατμόσφαιρα και σε ύψος 10-50 km υπάρχει πάντα μία ποσότητα όζοντος. Η μεγαλύτερη αναλογία όζοντος παρατηρείται σε ύψος 25-30 km και το ολικό ποσό αυτού δεν υπερβαίνει τα 3 χιλιοστόμετρα. Ο ρόλος της μικρής αυτής ποσότητας είναι πολύ σημαντικός εφόσον επιτρέπει την δίοδο μόνο του ενός εκατομμυριοστού της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας και απορροφά το υπόλοιπο μέρος αυτής, αποτρέποντας έτσι την καταστροφή κάθε ζωής πάνω στην επιφάνεια του πλανήτη μας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β

### ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

#### 1. Γενικά

Η θερμότητα είναι μία μορφή ενέργειας και αποτελεί έκφραση της μοριακής δραστηριότητας. Η θερμοκρασία είναι μέτρο της θερμότητας και έτσι εκφράζει το βαθμό της μοριακής δραστηριότητας. Εφόσον διαφορετικά υλικά έχουν διαφορετική μοριακή κατάσταση, ίσα ποσά θερμότητας εφαρμοζόμενα σε ίσες μάζες δύο διαφορετικών υλικών θα θερμανθούν διαφορετικά. Το χαρακτηριστικό τούτο εκφράζεται σαν ιδιότητα των υλικών διαφορετικής θερμικής χωρητικότητας (ειδική θερμότητα). Κάθε υλικό έχει τη δική του ειδική θερμότητα π.χ. μία επιφάνεια της ξηράς θερμαίνεται περισσότερο από μία θαλάσσια εάν λάβουν το ίδιο ποσό θερμότητας. Ο βαθμός θερμότητας ή ψυχρότητας ενός υλικού υπολογιζόμενος με το θερμόμετρο ονομάζεται θερμοκρασία.

Η επιφάνεια της γης θερμαίνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας από τον ήλιο. Η εισερχόμενη ακτινοβολία στη γη ονομάζεται ηλιακή ακτινοβολία. Η θερμότητα ακτινοβολείται από τη γη μέσω της εξερχόμενης ακτινοβολίας που ονομάζεται γήινη ακτινοβολία. Η ψύξη πραγματοποιείται κατά τη νύχτα όταν σταματά η ηλιακή ακτινοβολία, ενώ η γήινη ακτινοβολία συνεχίζεται.

Η ημερήσια περιστροφή της γης γύρω από τον άξονά της, η ετήσια κίνηση (περιφορά) γύρω από τον ήλιο, η κλίση του άξονά της και η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειάς της είναι τα βασικά αίτια της εποχιακής και γεωγραφικής παραλλαγής των καιρικών συνθηκών ανά τον κόσμο. Η ακτινοβολούμενη θερμική ενέργεια από τον ήλιο είναι έμμεσα η πρωταρχική κινητήρια δύναμη όλων των καιρικών φαινομένων πάνω στη γη.

#### 2. Υπολογισμός Θερμοκρασίας

Οι δύο θερμομετρικές κλίμακες που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της θερμοκρασίας και τις οποίες πρέπει να γνωρίζει κάθε χειριστής αεροσκάφους, είναι η κλίμακα Φαρενάιτ και η κλίμακα Κελσίου (εκατονταβάθμια). Στην κλίμακα Φαρενάιτ το σημείο πήξης του νερού αντιστοιχεί στους 32° F και του βρασμού στους 212° F, δηλαδή τα δύο σημεία διαφέρουν κατά 180° F (εικ. 2-1).

Στην κλίμακα Κελσίου το σημείο πήξης αντιστοιχεί στους 0° C και του βρασμού στους 100° C, δηλαδή διαφορά 100°C. Για την μετατροπή της θερμοκρασίας από τη μια κλίμακα στην άλλη χρησιμοποιούνται οι παρακάτω μαθηματικοί τύποι:

α.  $^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32)$

β.  $^{\circ}\text{F} = 9/5 ^{\circ}\text{C} + 32$

Αυτή η μέθοδος μετατροπής θεωρείται ευκολότερη γιατί είναι λιγότερο σύνθετη από άλλες σχετικές μεθόδους. Πολλοί αναγωγείς στην αεροναυτιλία παρέχουν αυτόματα τη μετατροπή από τη μία κλίμακα στην άλλη. Επίσης για διευκόλυνση των χρηστών υπάρχουν πίνακες αναγωγής της θερμοκρασίας από τη μία κλίμακα στην άλλη.

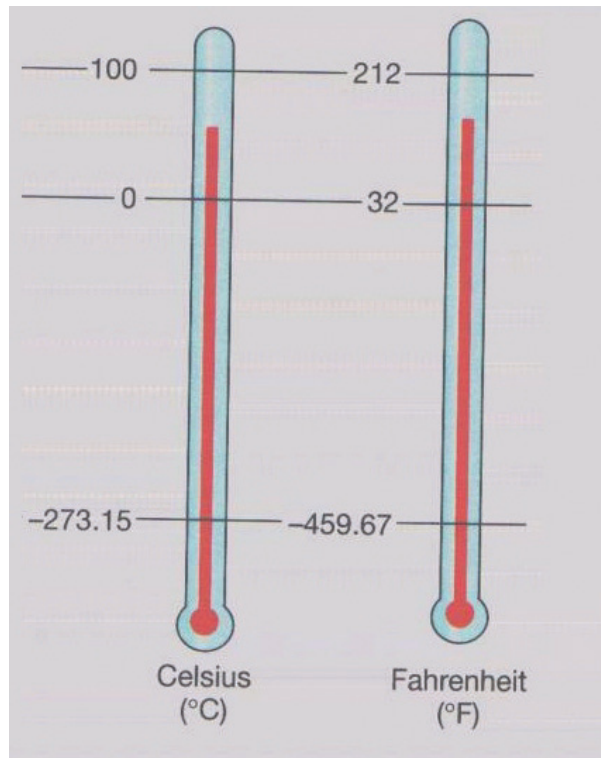
Οι θερμοκρασίες που αφορούν τα αεροσκάφη είναι οι θερμοκρασίες του ελεύθερου αέρα. Τα όργανα μέτρησης της θερμοκρασίας τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αποκλείεται η απευθείας επαφή τους με την ηλιακή ακτινοβολία και να ελαττώνονται άλλες επιδράσεις που προκαλούν ανακριβείς ενδείξεις.

Ο υπολογισμός της θερμοκρασίας του ελεύθερου αέρα με τα θερμόμετρα των αεροσκαφών υπόκειται στην επίδραση πολλών παραγόντων (όπως ακτινοβολία, συμπίεση του αέρα, τριβή), με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η ακρίβεια των ενδείξεων. Τέτοιες επιδράσεις μπορεί να προκαλέσουν σφάλματα ανάγνωσης μέχρι 5° F ή και περισσότερο, εκτός εάν οι επιδράσεις αυτές έχουν υπολογιστεί κατά την κατασκευή των οργάνων. Τούτο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την ανάγνωση των θερμομέτρων των αεροσκαφών. Όλες οι μετρήσεις θερμοκρασίας του αέρα στην ανώτερη ατμόσφαιρα δίνονται σε βαθμούς Κελσίου (°C).

Η θερμοκρασία του αέρα στην επιφάνεια δίνεται συνήθως σε βαθμούς Κελσίου, αλλά υπάρχουν πολλές χώρες όπως οι ΗΠΑ, η Μ. Βρετανία, η Κύπρος, η Μάλτα κ.ά. οι οποίες χρησιμοποιούν την κλίμακα Φαρενάιτ.

#### 3. Ημερήσιο Εύρος Θερμοκρασίας

Το ημερήσιο εύρος θερμοκρασίας, δηλαδή η διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης θερμοκρασίας του εικοσιτετράωρου ποικίλει σημαντικά ανάλογα με την εποχή και την τοποθεσία. Το



**Εικ. 2-1. Θερμομετρικές Κλίμακες.**

ημερήσιο εύρος παρουσιάζει μεγάλη τιμή κοντά στο έδαφος στις άγονες περιοχές, στις έρημους, στα καλλιεργημένα εδάφη και στα βραχώδη εδάφη και κυμαίνεται από 30 ως 50 F°. Είναι επίσης πολύ μικρότερο πάνω από πυκνή βλάστηση και πάνω από βαθιές υδάτινες επιφάνειες, όπου υπολογίζεται μόνο σε 2 C°. Πρακτικά δεν υπάρχει εύρος θερμοκρασίας από το ύψος 4.000 ποδών και επάνω μέσα στην τροπόσφαιρα.

#### 4. Επίδραση της Θερμοκρασίας στην Απογείωση

Η θερμοκρασία πάνω και κοντά στην επιφάνεια της γης επηρεάζει σημαντικά τα επιτρεπόμενα όρια κατά τις απογειώσεις και προσγειώσεις. Έτσι ένα αεροσκάφος που απογειώνεται ή προσγειώνεται σ' ένα αεροδρόμιο κατά τη διάρκεια της νύχτας ή νωρίς το πρωί, έχει γενικά μεγαλύτερο επιτρεπτό μικτό βάρος απ' ότι θα είχε αν απογειωνόταν ή προσγειωνόταν κατά τη διάρκεια του μεσημεριού ή του απογεύματος.

#### 5. Θερμοκρασίες στην Ανώτερη Ατμόσφαιρα

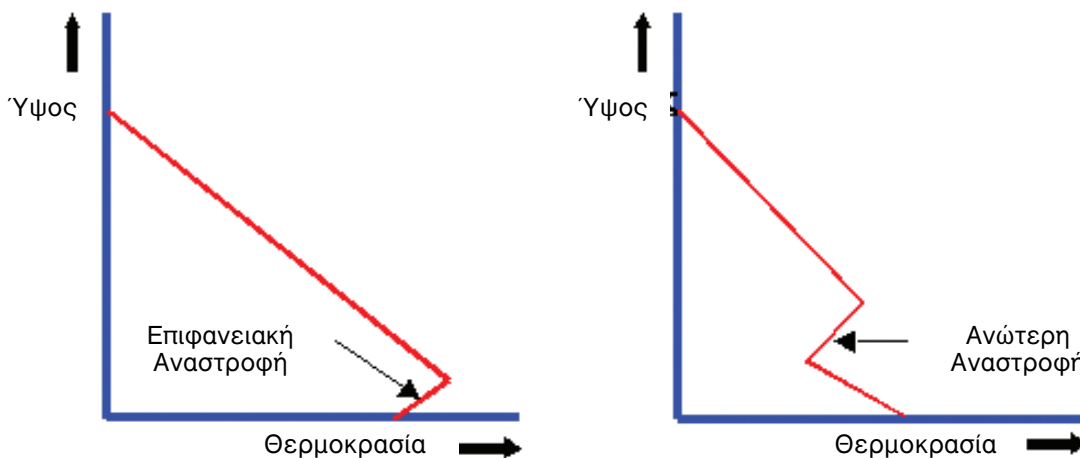
Ο χειριστής μελετά τις θερμοκρασίες στα ανώτερα στρώματα για την εκλογή ύψους πτήσεως και έμμεσα για τον προσδιορισμό του επιτρεπτού ολικού βάρους. Καθώς το αεροσκάφος ανέρχεται ο χειριστής παρατηρεί ότι η θερμοκρασία του αέρα ελαττώνεται συνεχώς. Η μεταβολή της θερμοκρασίας όσο αυξάνει το ύψος ονομάζεται κατακόρυφη θερμοβαθμίδα και εκφράζεται σε βαθμούς ανά χιλιάδες πόδια. Στην τροπόσφαιρα η θερμοκρασία κατά κανόνα ελαττώνεται όσο αυξάνει το ύψος με τιμή κατά προσέγγιση 2°C ή 3,5° F ανά 1.000 πόδια. Επειδή αυτή αποτελεί μέση τιμή, οι χειριστές σπάνια συναντούν την ακριβή τιμή μεταβολής της θερμοκρασίας. Η αναλογία μεταβολής της θερμοκρασίας όσο αυξάνει το ύψος ποικίλει σε μεγάλο βαθμό, εξαρτάται από το ποσό θερμικής ενέργειας που λαμβάνεται και ακτινοβολείται από τη γη και από την κατακόρυφη και οριζόντια κίνηση του αέρα. Οι μεταβολές ποικίλουν σε μεγάλο βαθμό από ημέρα σε ημέρα και από τόπο σε τόπο. Άλλη μεταβολή της θερμοκρασίας συμβαίνει ακόμη συνέπεια του ίδιου τούτου του ύψους, π.χ. σε δεδομένη θέση και χρόνο η θερμοκρασία ελαττώνεται κατά 3°C ανά 1.000 πόδια από το έδαφος μέχρι τα 5.000 πόδια, κατά 1°C ανά 1.000 πόδια μεταξύ 5.000 και 7.000 ποδών και κατά 2°C ανά 1.000 πόδια πάνω από τα 7.000 πόδια και μέχρι την τροπόπαυση.

## 6. Αναστροφές Θερμοκρασίας

Πολλές φορές υπάρχει ένα στρώμα μέσα στην τροπόσφαιρα στο οποίο η θερμοκρασία αυξάνεται αντί να ελαττώνεται όσο αυξάνεται το ύψος. Η κατάσταση αυτή παρατηρείται συχνά, πλην όμως περιορίζεται μέσα σε αβαθές σχετικά στρώμα.

Το φαινόμενο της αύξησης της θερμοκρασίας αντί της ελάττωσης όσο αυξάνεται το ύψος, ονομάζεται αναστροφή θερμοκρασίας. Η συνηθέστερη μορφή αναστροφής είναι εκείνη που δημιουργείται πάνω από την ξηρά κατά τις νύχτες όταν επικρατεί αίθριος καιρός και νηνεμία. Τότε το έδαφος χάνει γρήγορα τη θερμότητά του με τη γήινη ακτινοβολία και ψύχει το αέριο στρώμα με το οποίο βρίσκεται σε επαφή. Το ποσό της ψύξης ελαττώνεται γρήγορα όσο αυξάνεται το ύψος και η θερμοκρασία του αέρα λίγες χιλιάδες πόδια πάνω από το έδαφος επηρεάζεται ελάχιστα ή καθόλου. Οι αναστροφές απαντώνται συχνά εκεί όπου παρατηρείται κίνηση ψυχρότερου αέρα κάτω από θερμό αέρα ή κίνηση θερμού αέρα πάνω από ψυχρό. Παρόμοιες αναστροφές συνήθως ονομάζονται μετωπικές αναστροφές. Ο σχηματισμός των μετωπικών αναστροφών θα κατανοηθεί πληρέστερα κατά τη μελέτη του σχετικού Κεφαλαίου.

Μερικές φορές παρατηρείται αναστροφή και στην ανώτερη ατμόσφαιρα που είναι αποτέλεσμα ευρείας βύθισης αέρα (κατολίσθηση) μέσα σε σχετικά μεγάλο πάχος της τροπόσφαιρας, ενώ ο αέρας που βρίσκεται κάτω από το στρώμα αυτό ουσιαστικά είναι αμετάβλητος. Ο βυθιζόμενος αέρας που θερμαίνεται με συμπίεση γίνεται θερμότερος από το στρώμα του αέρα που βρίσκεται από κάτω. Στην εικ. 2-2 παριστάνεται μία επιφανειακή και μία ανώτερη αναστροφή.



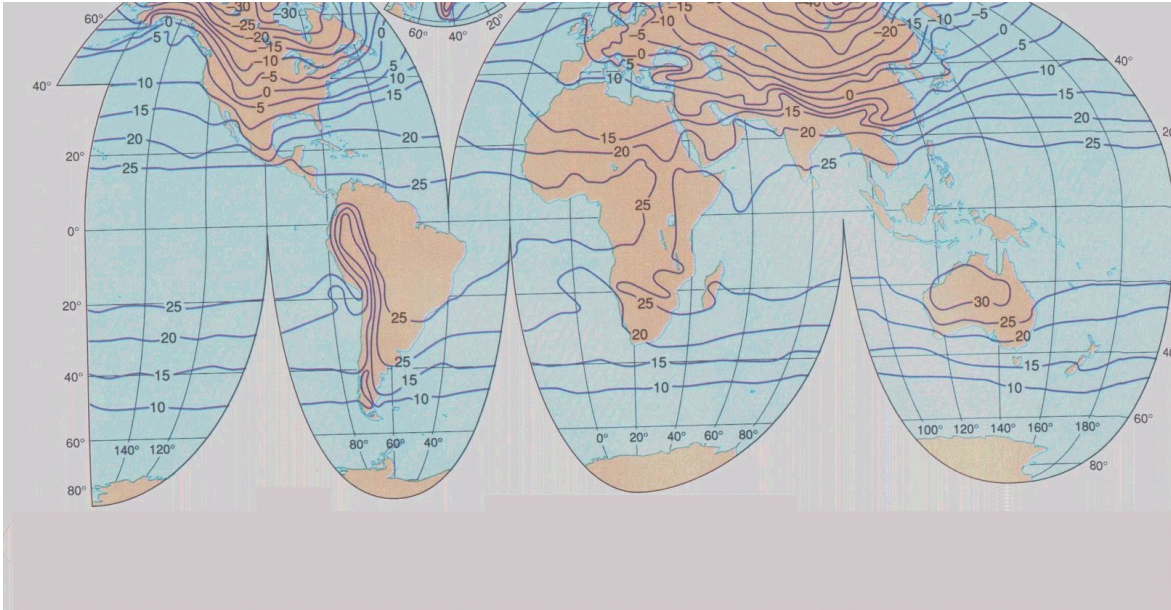
Εικ. 2-2. Αναστροφές Θερμοκρασίας.

Συχνά μέσα ή κάτω από τις χαμηλές αναστροφές και σε στρώματα μέσα στα οποία υφίσταται μόνο μικρή μεταβολή της θερμοκρασίας παρατηρούνται περιορισμένες ορατότητες που οφείλονται στην ομίχλη, στην αχλή, στον καπνό και στα χαμηλά νέφη. Ο αέρας στα στρώματα αυτά είναι συνήθως πολύ ευσταθής.

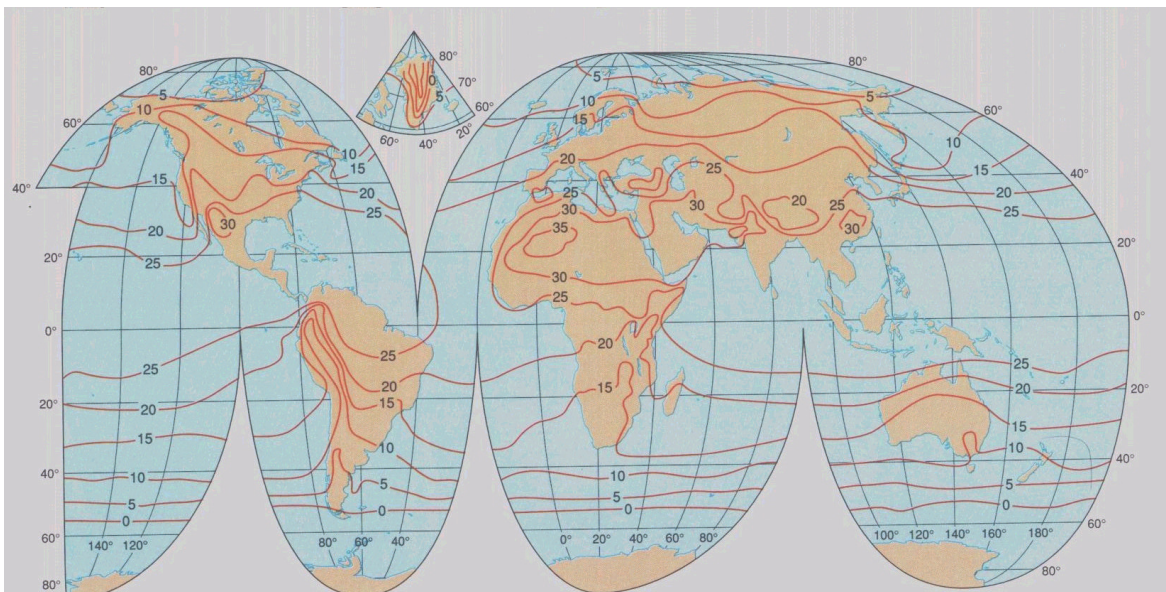
## 7. Διανομή της Θερμοκρασίας στην Επιφάνεια της Γης

Η διαφορά στις μέσες θερμομετρικές συνθήκες πάνω από διάφορες περιοχές επισημάνθηκε από τους αρχαίους χρόνους. Η μέση παγκόσμια διανομή θερμοκρασίας σε βαθμούς °C κατά τον Ιανουάριο και τον Ιούλιο δίνεται στην εικ. 2-3.





**Εικ.2-3α. Μέση Παγκόσμια Διανομή Θερμοκρασίας Κατά τον Μήνα Ιανουάριο.**



**Εικ. 2-3β. Μέση Παγκόσμια Διανομή Θερμοκρασίας Κατά το Μήνα Ιούλιο.**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ

### ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

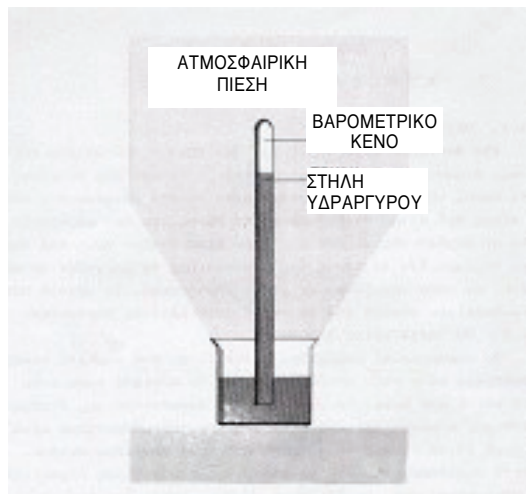
#### 1. Ορισμός

Στη Φυσική η πίεση ορίζεται σαν δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας. Ατμοσφαιρική πίεση ονομάζεται η δύναμη που ασκείται από το βάρος της ατμόσφαιρας πάνω στη μονάδα επιφάνειας. Επειδή ο αέρας δεν είναι στερεό σώμα, το βάρος του δεν υπολογίζεται εύκολα με συμβατικές μεθόδους. Έχει διαπιστωθεί πριν από τρεις αιώνες περίπου, ότι το βάρος της ατμόσφαιρας θα μπορούσε να υπολογισθεί αν ισοσταθμιζόταν με στήλη υδραργύρου. Το όργανο που χρησιμοποιείται σήμερα για το σκοπό αυτό λέγεται βαρόμετρο.

#### 2. Το Υδραργυρικό Βαρόμετρο

Το υδραργυρικό βαρόμετρο αποτελείται από μία ανοικτή λεκάνη με υδράργυρο μέσα στην οποία βυθίζεται το ανοικτό άκρο ενός σωλήνα κενού από αέρα (εικ. 3-1). Σε παραθαλάσσιους σταθμούς η πίεση της ατμόσφαιρας προκαλεί ανύψωση του υδραργύρου κατά μία μέση τιμή 29,92 ίντσες ύψους μέσα στον κενό από αέρα σωλήνα. Απ' αυτό συμπεραίνεται ότι το βάρος της ατμόσφαιρας υπολογιζόμενο στην επιφάνεια της θάλασσας ισούται κατά μέσο όρο με το βάρος υδραργυρικής στήλης ύψους 29,92 ιντσών. Το βάρος της ατμόσφαιρας θα μπορούσε κατά παρόμοιο τρόπο να ισοσταθμιστεί με το βάρος οποιουδήποτε υγρού. Ωστόσο χρησιμοποιείται ο υδράργυρος γιατί είναι ένα από τα πυκνότερα υγρά για συνήθεις θερμοκρασίες. Τούτο επιτρέπει ώστε το όργανο μέτρησης να έχει εύχρηστο μέγεθος. Αν αντί για υδράργυρο χρησιμοποιούνταν το νερό, το ύψος της στήλης που θα ισοστάθμιζε το βάρος της ατμόσφαιρας στην επιφάνεια της θάλασσας θα ήταν 32 πόδια.

Όσο το ύψος αυξάνει, το βάρος του αέρα πάνω από το βαρόμετρο γίνεται συνεχώς μικρότερο. Έτσι το μήκος της υδραργυρικής στήλης που απαιτείται για ισοστάθμιση γίνεται συνεχώς μικρότερο. Μέσα στις πρώτες λίγες χιλιάδες πόδια της τροπόσφαιρας, η ελάττωση αυτή της υδραργυρικής στήλης υπολογίζεται σε περίπου 1 ίντσα ανά 1.000 πόδια ύψους.



Εικ. 3-1. Το Βαρόμετρο.

#### 3. Μονάδες Μέτρησης της Ατμόσφαιρας

Οι ίντσες υδραργύρου είναι ευρέως γνωστές σαν μονάδες υπολογισμού της ατμοσφαιρικής πίεσης και συνήθως χρησιμοποιούνται σαν μονάδες μέτρησης μηχανών υψηλής πίεσης. Επίσης σε ευρεία επιστημονική χρήση είναι η μονάδα πίεσης που ονομάζεται HECTOPASCAL (Hpa). Η σταθερή

ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας υπολογίζεται σε 1.013,2 (Hpa) και αντιστοιχεί στις 29,92 ίντσες στήλης υδραργύρου ή σε χιλιοστά υδραργύρου 14,7 λίβρες περίπου ανά τετραγωνική ίντσα.

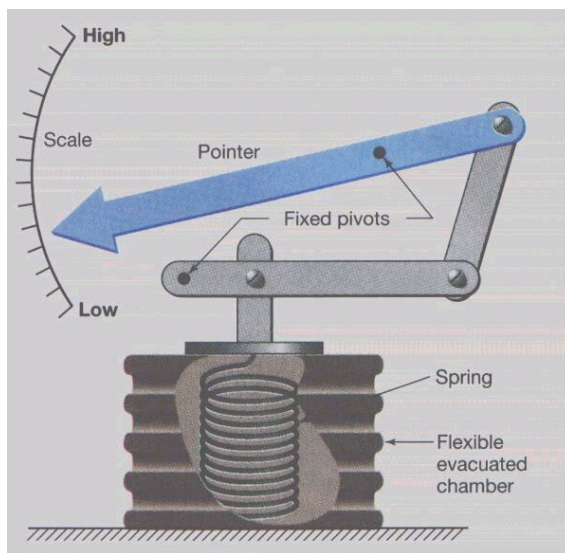
#### 4. Μεταβολές της Ατμοσφαιρικής Πίεσης

Η ατμοσφαιρική πίεση μεταβάλλεται συνεχώς σε σχέση με τον χρόνο και τον τόπο. Οι μεταβολές της πίεσης προκαλούνται αρχικά από τις μεταβολές της διανομής της θερμοκρασίας. Όταν ο αέρας θερμαίνεται τοπικά, ανυψώνεται έως ότου φθάσει σε ύψος όπου η θερμοκρασία του καταστεί ίση με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα. Σ' αυτό το επίπεδο ο αέρας τείνει να διασκορπιστεί οριζόντια. Αυτή η αντικατάσταση του ψυχρού αέρα από τον ανερχόμενο θερμότερο αέρα, ελαττώνει το βάρος (ποσό) του αέρα πάνω από τη θερμή περιοχή. Δηλαδή το βάρος του αέρα αυξάνει από τον ανώτερο άνεμο που εισέρχεται οριζόντια από τις θερμαινόμενες περιοχές. Έτσι περιμένουμε να παρατηρήσουμε ελάττωση της πίεσης πάνω από περιοχές οι οποίες θερμαίνονται έντονα από τον ήλιο και αύξηση της πίεσης πάνω από τις γειτονικές περιοχές.

Γενικά ο βαθμός ελάττωσης της πίεσης σε σχέση με το ύψος είναι μεγαλύτερος στα ψυχρότερα στρώματα της τροπόσφαιρας παρά στα θερμότερα. Τέλος στην στρατόσφαιρα ο βαθμός ελάττωσης της πίεσης σε σχέση με το ύψος μειώνεται γρήγορα και γίνεται σχεδόν σταθερός στις ανώτερες περιοχές της ατμόσφαιρας.

#### 5. Ανεροειδές Βαρόμετρο

Το κύριο χαρακτηριστικό ενός τυπικού ανεροειδούς βαρομέτρου (εικ. 3-2) είναι το τύμπανο που είναι κατασκευασμένο από λεπτό μέταλλο κατάλληλα επεξεργασμένο για να είναι εύκαμπτο.



Εικ. 3-2. Το Μεταλλικό Βαρόμετρο.

Το τύμπανο είναι κενό αέρα έτσι ώστε να ανταποκρίνεται με ευαισθησία στις αλλαγές της ατμοσφαιρικής πίεσης. Το ένα άκρο του τυμπάνου είναι στερεωμένο, ενώ το άλλο συνδέεται με ένα μηχανισμό που καταλήγει σ' ένα δείκτη μπροστά σε μία βαθμολογημένη κλίμακα πίεσης. Ο δείκτης μεγενθύνει την κίνηση του ελεύθερου άκρου του τυμπάνου. Ο βαρογράφος είναι ανεροειδές βαρόμετρο και εξασφαλίζει συνεχή καταγραφή της πορείας της πίεσης.

#### 6. Πίεση Σταθμού και Επίδραση των Μεταβολών της Ατμοσφαιρικής Πίεσης στις Πτήσεις

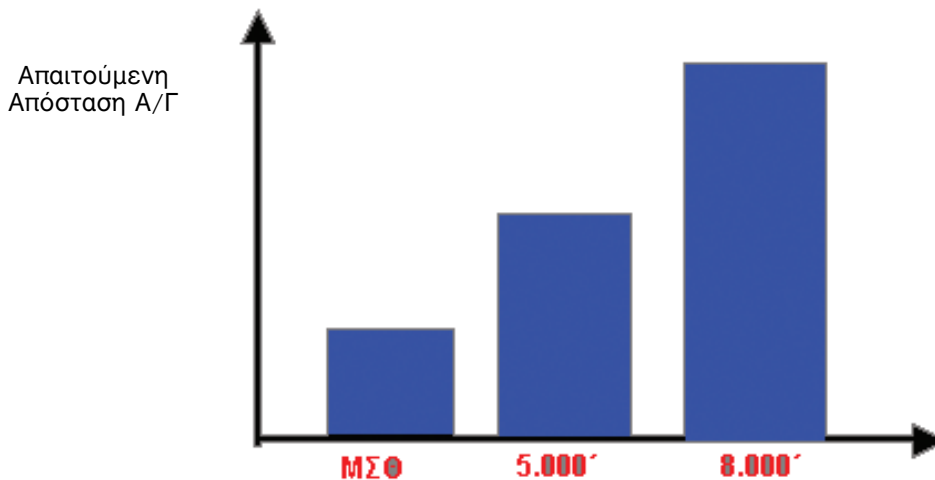
α. Η πραγματική ατμοσφαιρική πίεση σ' ένα σταθμό ονομάζεται πίεση σταθμού. Η πίεση αυτή σε δεδομένη θέση και χρόνο εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος, τη βαρύτητα και την ποσότητα του αέρα πάνω από το σταθμό.

Οι μεταβολές της πίεσης πράγματι επιδρούν στις πτήσεις. Τα πλέον αξιοσημείωτα αποτελέσματα λόγω ελάττωσης της πίεσης σε συνάρτηση με το ύψος είναι:

- (1) Τήρηση μεγαλύτερης αληθινής ταχύτητας αέρα κατά τις απογειώσεις και προ-ογειώσεις.
- (2) Μικρότερος βαθμός ανόδου.
- (3) Αύξηση της ταχύτητας απώλειας στήριξης.

β. Έτσι όταν ένα μικρό αεροσκάφος χρειάζεται 1.000 πόδια διάδρομο για την απογείωσή του στο ύψος της επιφάνειας της θάλασσας, χρειάζεται σχεδόν διπλάσιο διάδρομο για απογείωση σε διάδρομο ύψους 5.300 ποδών πάνω από τη μέση στάθμη της θάλασσας, με δεδομένο ότι η θερμοκρασία είναι ίδια και στις δύο περιπτώσεις (εικ.3-3). Παρόμοια αποτελέσματα σε αεροσκάφος προκαλούνται από τις μεταβολές της πίεσης σε σχέση με το χρόνο, αλλά οι μεταβολές αυτές είναι συνήθως μικρότερης τάξης. Η πίεση ποικίλλει σε σχέση με τον χρόνο για τους παρακάτω τρεις λόγους:

- (1) Κίνηση των συστημάτων πίεσης. Η διέλευση ενός καλά ανεπτυγμένου συστήματος συνοδεύεται συχνά από αλλαγή μίας ίντσας ή περισσότερο της ατμοσφαιρικής πίεσης.
- (2) Αλλαγή έντασης των συστημάτων πίεσης, όπως βάθυνση ή πλήρωση ενός χαμηλού συστήματος πίεσης.
- (3) Ημερήσια μεταβολή. Η μεταβολή αυτή η οποία πρέπει να θεωρηθεί σαν ατμοσφαιρική παλίρροια και είναι πολύ ισχυρή στα πλάτη του Ισημερινού, ενώ στα πλάτη των 60Α σχεδόν μηδενίζεται.



**Εικ. 3-3. Αύξηση της Απαιτούμενης Διαδρομής Απογείωσης σε Συνάρτηση με το Ύψος.**

Εξαιτίας αυτού η πίεση παίρνει την μέγιστη τιμή της στις 10 π.μ. και 10 μ.μ. τοπική ώρα και την ελάχιστη τιμή της στις 4 π.μ. και 4 μ.μ. ώρα. Η μεταβολή υπολογίζεται σε 0,04 ίντσες στα μέσα πλάτη και περισσότερο από 0,15 ίντσες στις τροπικές περιοχές. Τούτο είναι σημαντικό γιατί η πτώση της πίεσης ίσως οφείλεται μόνο στις καθημερινές μεταβολές και όχι στην προσέγγιση καταιγίδας.

#### 7. Πίεση στην Επιφάνεια της Θάλασσας

Εάν όλοι οι σταθμοί ήταν τοποθετημένοι στο ύψος της θάλασσας, οι ενδείξεις των βαρομέτρων θα έδιναν πραγματική εικόνα της διανομής της πίεσης της επιφάνειας πάνω σ' ένα κοινό επίπεδο. Επειδή όμως οι σταθμοί δεν βρίσκονται στο ίδιο ύψος, οι παρατηρούμενες τιμές πίεσης στο σταθμό ανάγονται στο ύψος της μέσης στάθμης της θάλασσας. Εάν δεν γινόταν αυτό ο Μετεωρολογικός Σταθμός της Τρίπολης για παράδειγμα, θα έδινε πάντα πίεση χαμηλότερη από αυτή του Μετεωρολογικού Σταθμού του Αράξου και κατά συνέπεια η σύγκριση της πίεσης μεταξύ των σταθμών θα ήταν αδύνατη αν δε γινόταν αναγωγή.

Στην κατώτερη τροπόσφαιρα διαφορά ύψους 1.000 ποδών προκαλεί διαφορά στην ανάγνωση του βαρομέτρου κατά μία ίντσα. Έτσι αν ένας παρατηρητής ενός σταθμού που είναι σε ύψος 5.000 πόδια πάνω από το ύψος της μέσης στάθμης της θάλασσας βρήκε τον υδράργυρο στο βαρόμετρο σε ύψος 25 ίντσών, θα πρέπει να το διορθώσει στις 30 ίντσες (εικ. 3-4). Η πραγματική αναγωγή της πίεσης ενός σταθμού στην επιφάνεια της θάλασσας είναι περισσότερο περίπλοκη, αλλά το παράδειγμα εξυπηρετεί την περιγραφή της βασικής αρχής. Επίσης ο παρατηρητής διαβάζει την αναγόμενη πίεση στη μέση στάθμη της θάλασσας τροποποιημένη σε HECTOPASCAL (Hpa), παρά σε ίντσες.



**Εικ. 3-4. Αναγωγή της Πίεσης του Σταθμού στη Μέση Στάθμη της Θάλασσας.**

#### **8. Συστήματα Πίεσης.**

Η πίεση κάθε σταθμού καταχωρείται σε χάρτη καιρού πάνω στον οποίο χαράσσονται γραμμές ίσης βαρομετρικής πίεσης (ισοβαρείς) κατά επιλεγόμενα διαστήματα (συνήθως ανά 4 Hpa). Οι γραμμές αυτές διαμορφώνουν τα συστήματα πίεσης. Οι πέντε τύποι συστημάτων πίεσης είναι οι εξής:

α. **ΧΑΜΗΛΟ (LOW).** Κέντρο χαμηλής πίεσης περιβαλλόμενο απ' όλες τις πλευρές από υψηλότερες πιέσεις.

β. **ΥΨΗΛΟ (HIGH).** Κέντρο υψηλής πίεσης που περιβάλλεται από όλες τις πλευρές από χαμηλότερες πιέσεις.

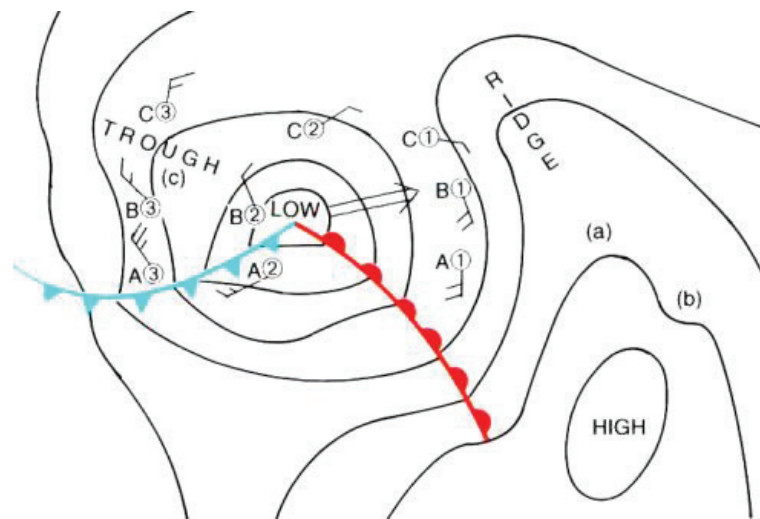
γ. **ΑΥΧΕΝΑΣ (COL).** Η ουδέτερη περιοχή μεταξύ δύο υψηλών και δύο χαμηλών, που είναι το ένα απέναντι του άλλου.

δ. **ΣΦΗΝΑ ΥΦΕΣΗΣ (THROUGH).** Η επιμηκυνθείσα περιοχή χαμηλής πίεσης, με την χαμηλότερη πίεση κατά μήκος της γραμμής η οποία ονομάζεται γραμμή αυλώνα (THROUGH LINE) και φανερώνει τη μέγιστη κυκλωνική καμπυλότητα των ισοβαρών (στους χάρτες επιφάνειας) ή των ισούψων (στους χάρτες ανώτερης ατμόσφαιρας).

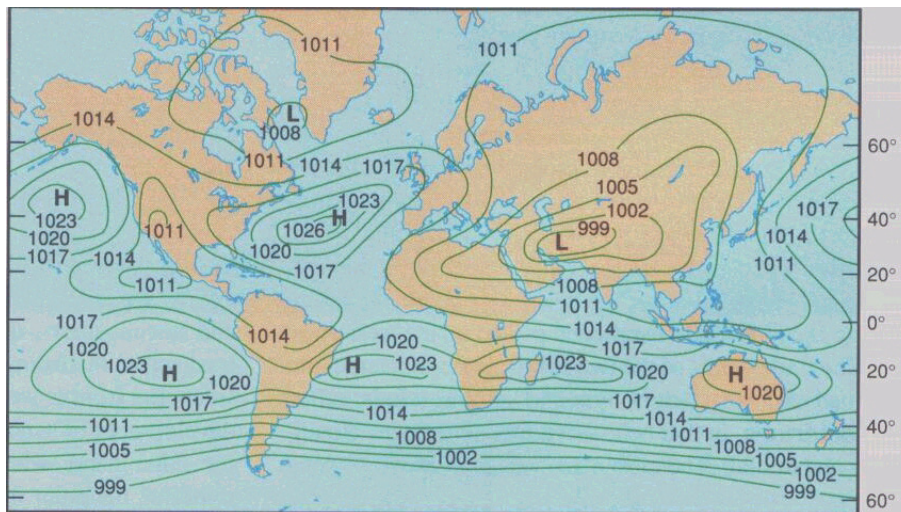
ε. **ΑΥΛΩΝΑΣ ΕΞΑΡΣΗΣ (RIDGE).** Η επιμηκυνθείσα περιοχή υψηλής πίεσης με την υψηλότερη κατά μήκος της γραμμής η οποία ονομάζεται γραμμή αυχένα (RIDGE LINE) και φανερώνει τη θέση της μέγιστης αντικυκλωνικής καμπυλότητας των ισοβαρών ή των ισούψων. Παραδείγματα πίεσης σε χάρτη επιφάνειας φαίνονται στην εικ. 3-5. Οι ισοβαρείς έχουν παρόμοια εμφάνιση στους χάρτες ανώτερης ατμόσφαιρας, ενώ στους χάρτες σταθερής πίεσης οι συρόμενες γραμμές είναι όντως ισούψεις και απεικονίζουν λόφους, κοιλάδες και κλίσεις σταθερής επιφάνειας πίεσης.

Υπάρχει στενή σχέση μεταξύ συστημάτων πίεσης και ροής του ανέμου. Επιπρόσθετα περιοχές υψηλής πίεσης είναι τυπικά περιοχές ευνοϊκών καιρικών συνθηκών, ενώ περιοχές χαμηλών πιέσεων συσχετίζονται συχνά με άσχημο καιρό.

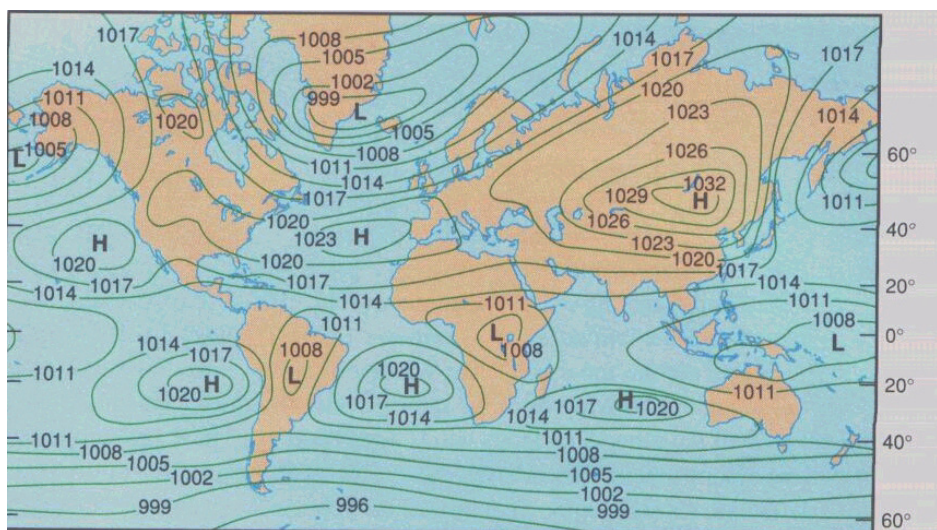
Οι εικ. 3-6 και 3-7 απεικονίζουν μέσα συστήματα πίεσης στο επίπεδο της μέσης στάθμης θάλασσας ανά τον κόσμο κατά τους μήνες Ιούλιο και Ιανουάριο. Οι χάρτες καιρού εξετάζονται λεπτομερειακά σε άλλο Κεφάλαιο.



Εικ. 3-5. Συστήματα Πίεσης.



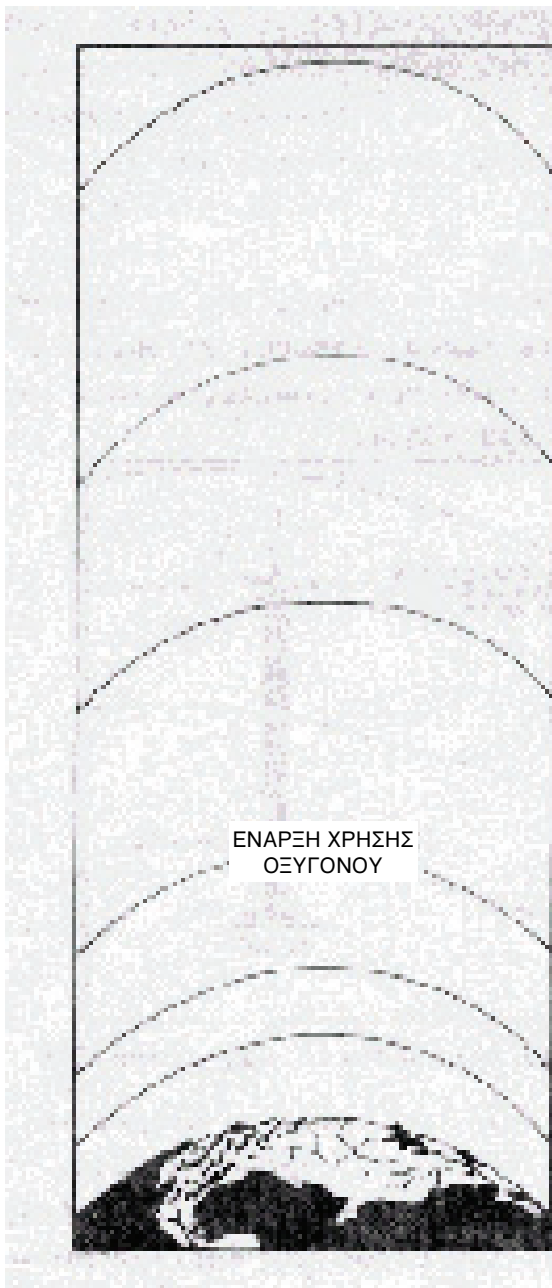
Εικ. 3-6. Επικρατούντα Βαρομετρικά Συστήματα (Ιούλιος).



Εικ. 3-7. Επικρατούντα Βαρομετρικά Συστήματα (Ιανουάριος).

### 9. Υψόμετρα

Εφόσον το βαρόμετρο δίνει ενδείξεις βάρους του αέρα πάνω απ' αυτό, μεταφερόμενο τούτο σε αεροσκάφος, με την αύξηση του ύψους θα δείχνει ελάττωση της ατμοσφαιρικής πίεσης. Το υψόμετρο είναι ανεροειδές βαρόμετρο βαθμολογημένο να δείχνει ύψος αντί για πίεση. Η σταθερή ατμόσφαιρα του ICAO (Διεθνής Οργανισμός Πολιτικής Αεροπορίας) που υπολογίστηκε με βάση τις μέσες ετήσιες τιμές πίεσης και θερμοκρασίας αποτελεί τη βάση βαθμονόμησης του υψομέτρου. Η αναλογία των σχέσεων μεταξύ πίεσης και ύψους με βάση τη σταθερή ατμόσφαιρα φαίνεται στην εικ. 3-8. Το ενδεικνυόμενο ύψος του υψομέτρου και το πραγματικό ύψος συμπίπτουν μόνο κάτω από τις ακόλουθες συνθήκες:



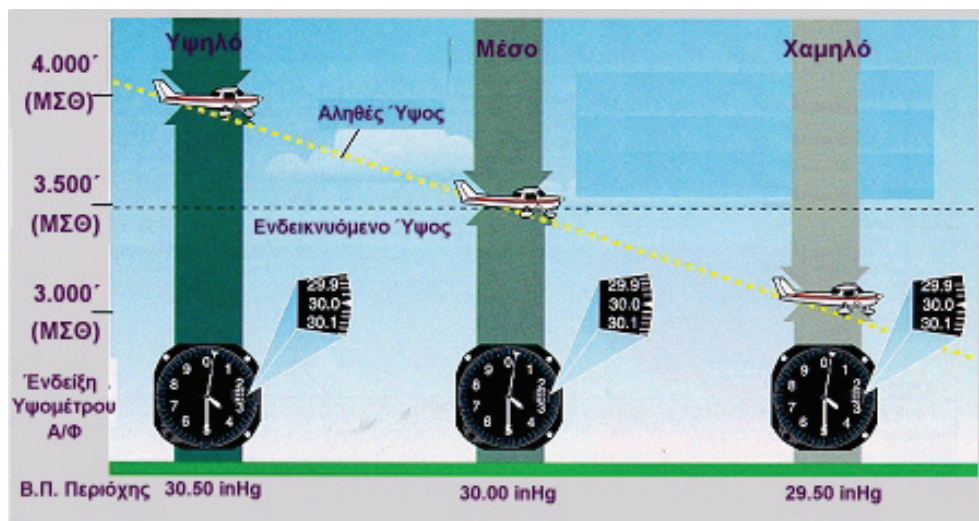
Ύψος (σε πόδια)	Πίεση (σε mb)	Θερμοκρασία (σε οC)
65.000'	57	-56,5
50.000'	116	-56,5
35.000'	230	-56,5
18.000'	500	-21
10.000'	697	5
5.000'	850	10
ΜΣΘ	1013	15

Εικ. 3-8. Πρότυπη Ατμόσφαιρα.

α. Η πίεση και η θερμοκρασία της μέσης στάθμης της θάλασσας είναι ίσες μ' αυτές της σταθερής ατμόσφαιρας.

β. Η τιμή ελάττωσης της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το ύψος είναι η ίδια μ' αυτή που καθορίζεται για τη σταθερή ατμόσφαιρα.

Εφόσον οι συνθήκες αυτές είναι σπάνιες, οι ενδείξεις του υψομέτρου απαιτούν διόρθωση για την εύρεση των αληθινών υψών. Ο χειριστής θα πρέπει να θυμάται ότι οι ενδείξεις του υψομέτρου βασίζονται στη συμπερασματική σχέση ύψους-πίεσης και όχι σε πραγματικά ύψη. Το πραγματικό ύψος είναι σπάνια το ίδιο με το ενδεικνυόμενο εξαιτίας των διαφορών της πίεσης στη διαδρομή (εικ. 3-9).



**Εικ. 3-9. Επίδραση της Πίεσης στα Ενδεικνυόμενα και Αληθή Ύψη.**

Αποτελεί άριστη εξάσκηση να ρυθμίζεται το υψόμετρο σύμφωνα με τα δεδομένα του πλησιέστερου σταθμού. Να θυμάστε πάντα ότι αλλαγή 0,30 της ίντσας στο υψόμετρο προκαλεί αλλαγή στην ανάγνωση του υψομέτρου περίπου κατά 300 πόδια.

Σε ακραίες περιπτώσεις η αλλαγή αυτή στο υψόμετρο μπορεί να συμβεί κατά τη διάρκεια πτήσης σε απόσταση 200 μιλίων. Ακόμη και όταν η πίεση της επιφάνειας δεν μεταβάλλεται κατά μήκος της πτήσης προκαλούνται εσφαλμένες ενδείξεις του ύψους που οφείλονται στις μεταβολές της θερμοκρασίας. Για κάθε διαφορά 20°F (11° C ) μέσης θερμοκρασίας μεταξύ εδάφους και αέρας στήλης από αυτήν της σταθερής ατμόσφαιρας, υπάρχει σφάλμα 4% στο ενδεικνυόμενο ύψος.

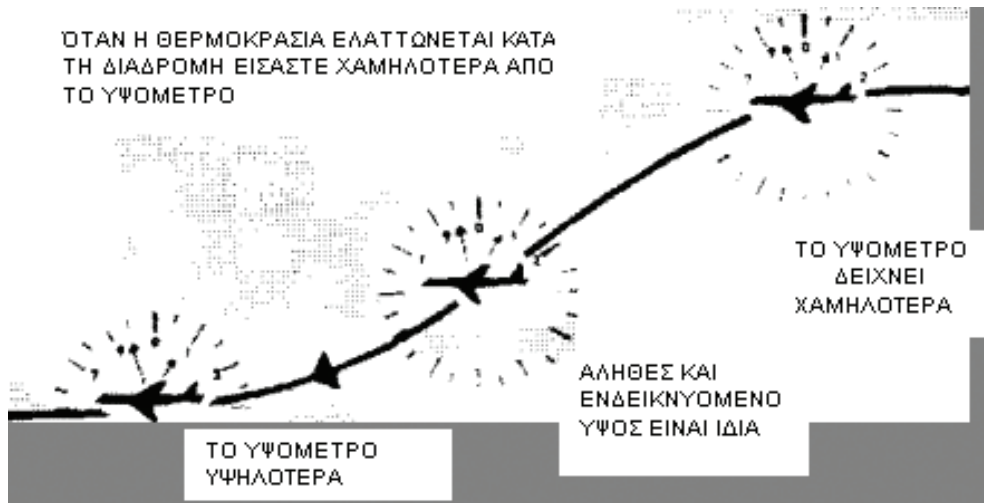
Αν ο αέρας είναι θερμότερος, το αεροσκάφος είναι ψηλότερα από το ενδεικνυόμενο ύψος (εικ. 3-10). Μερικοί χειριστές αντιμετώπισαν δυσκολίες πετώντας με όργανα μέσα σε ψυχρό καιρό, γιατί δεν αντιλαμβάνονταν το σφάλμα του υψομέτρου και έτσι διατηρούσαν ικανό περιθώριο ύψους πάνω από τα βουνά.

Αν και το υψόμετρο υπόκειται σε σφάλματα, παραμένει ένα χρησιμότερο όργανο. Ο χειριστής πρέπει να προνοεί για τα σφάλματα αυτά κατά τη σχεδίαση της πτήσης. Όταν το υψόμετρο ρυθμίζεται με το ύψος του αεροδρομίου προσγείωσης, το σφάλμα που οφείλεται στη θερμοκρασία που είναι διαφορετική απ' αυτή της σταθερής ατμόσφαιρας ελαττώνεται, μέχρις ότου κατά τη φάση της προσγείωσης το υψόμετρο δείξει το ύψος του αεροδρομίου. Κατά την πτήση με βάση τις ενδείξεις του υψομέτρου, όλα τα ενδεικνυόμενα ύψη είναι πάνω από το ύψος της μέσης στάθμης της θάλασσας και υπόκεινται φυσιολογικά στις διαφορές και τα σφάλματα που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Η αναφορά στη μέση στάθμη της θάλασσας διευκολύνει τον προσδιορισμό του ύψους που απαιτείται για την ασφαλή διέλευση πάνω από τα βουνά ή άλλα εμπόδια που τα ύψη τους αναγράφονται στους αεροναυτιλιακούς χάρτες. Η συνηθισμένη διαδικασία συνίσταται στη ρύθμιση του υψομέτρου με βάση τα υψομετρικά στοιχεία πριν από την απογείωση. Εάν αυτά δεν είναι προσιτά, το όργανο πρέπει να ρυθμιστεί κατάλληλα με περιστροφή της κλίμακας, έτσι ώστε το ενδεικνυόμενο ύψος να είναι ίσο με το



ύψος του αεροδρομίου. Η ενδεικνυόμενη ένδειξη από τη μικρή θυρίδα του οργάνου θα είναι τότε η κατάλληλη ένδειξη του υψομέτρου.



**Εικ. 3-10. Επίδραση της Μικρότερης και Μεγαλύτερης Πρότυπης Θερμοκρασίας στο Αληθινό Ύψος (Χωρίς Βαρομετρική Μεταβολή).**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Δ

### ΑΝΕΜΟΣ

#### 1. Γενικά

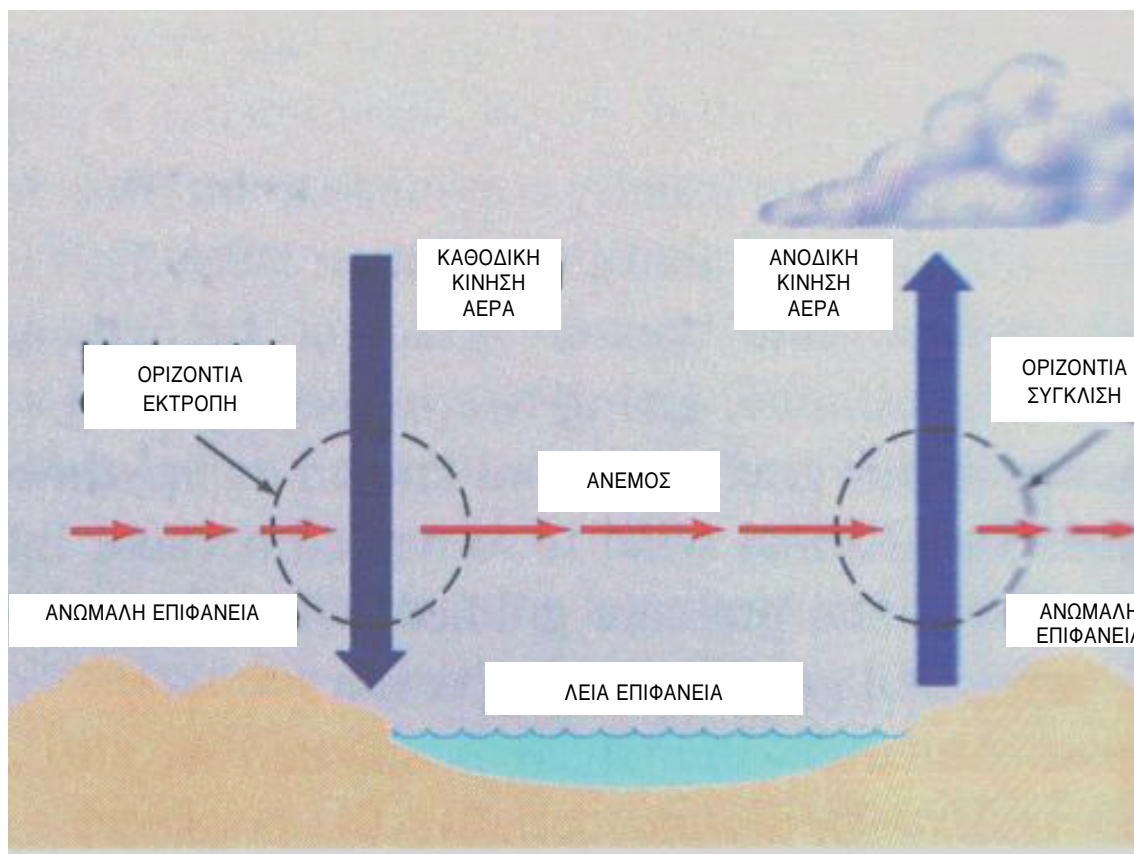
Οι μεταβολές της πίεσης και της θερμοκρασίας προκαλούν δύο είδη κίνησης στην ατμόσφαιρα:

- α. Την κατακόρυφη κίνηση (ανοδικά και καθοδικά ρεύματα).
- β. Την οριζόντια κίνηση.

Η οριζόντια ροή των μορίων του αέρα προσδιορίζει την έννοια του ανέμου.

Και οι δύο κινήσεις είναι πρωταρχικού ενδιαφέροντος για το χειριστή, γιατί επηρεάζουν την πτήση του αεροσκάφους κατά τις φάσεις της προσγείωσης, απογείωσης, ανόδου, καθόδου, καθώς επίσης και την ταχύτητα και διεύθυνση αυτού. Επίσης επηρεάζουν τις συνθήκες ισορροπίας του αέρα και μεταβάλλοντας τον καιρό ευθύνονται για την ασφάλεια των πτήσεων ή την μη εκτέλεση τούτων (εικ. 4-1).

Το Κεφάλαιο αυτό μελετά κυρίως την οριζόντια κίνηση του αέρα στην επιφάνεια της γης, ενώ οι κατακόρυφες κινήσεις του μελετώνται με λεπτομέρεια στα Κεφάλαια περί αναταράξεων, καταιγίδων και ανεμοπορίας.



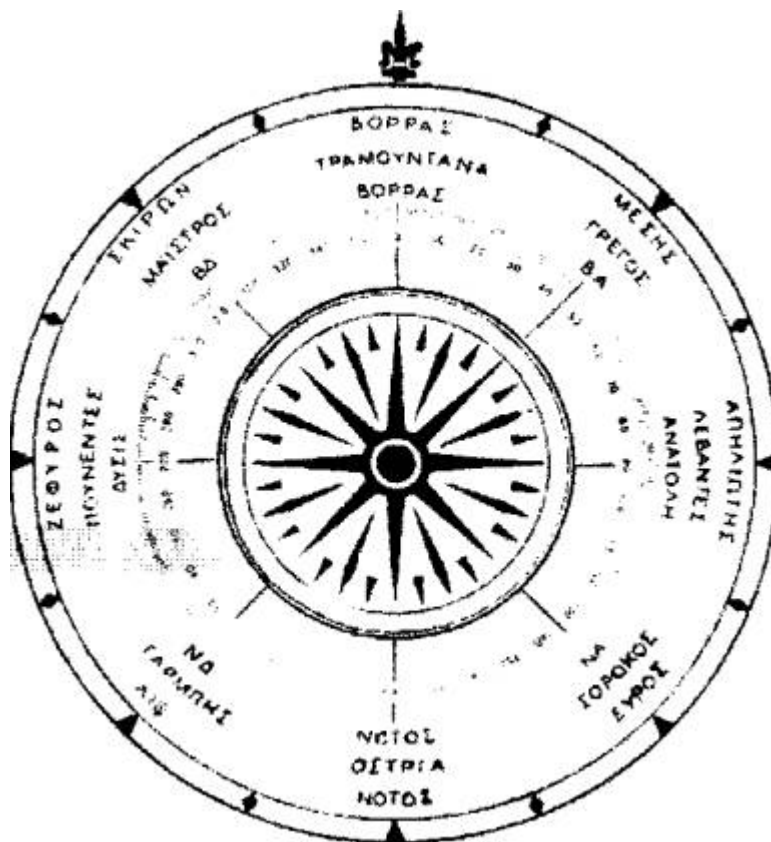
Εικ. 4-1. Κινήσεις Αέρα στην Ατμόσφαιρα.

#### 2. Στοιχεία του Ανέμου

Ο άνεμος χαρακτηρίζεται από δύο στοιχεία, τη διεύθυνση και την ένταση.

Διεύθυνση του ανέμου ονομάζουμε τη διεύθυνση από την οποία πνέει ο άνεμος (έρχεται ο άνεμος). Η διεύθυνση προσδιορίζεται με τα κύρια σημεία του ορίζοντα σαν Βόρειος (Β), Ανατολικός (Α), Νότιος (Ν), Δυτικός (Δ), με τα ενδιάμεσα όπως ΒΑ, ΝΑ, ΝΔ, ΒΔ και ακόμη με τα ΒΒΑ, ΑΝΑ κλπ (εικ. 4-2). Ειδικότερα για την αεροπορία η διεύθυνση του ανέμου εκφράζεται σε μοίρες όπως π.χ. από 090° - 180° - 240° - 300° κλπ.

Ένταση του ανέμου είναι η ταχύτητα πνοής αυτού. Μετριέται σε κόμβους (knots) ανά ώρα, σε μίλια (ΜΑΩ) ανά ώρα και σε χιλιόμετρα ανά ώρα.



**Εικ. 4-2. Προσδιορισμός της Διεύθυνσης του Ανέμου.**

Μερικά παραδείγματα προσδιορισμού της έντασης και της διεύθυνσης του ανέμου, είναι:

- α. 250°/15 knots, που σημαίνει άνεμος από διεύθυνση 250° και έντασης 15 κόμβων ανά ώρα.
- β. 180°/22 ΜΑΩ, που σημαίνει άνεμος από διεύθυνση 180° και έντασης 22 μιλίων ανά ώρα.
- γ. 120°/14 km, που σημαίνει άνεμος από διεύθυνση 120° και έντασης 14 χιλιομέτρων ανά ώρα.

Ο υπολογισμός των στοιχείων του ανέμου πραγματοποιείται με όργανα ή εμπειρικά.

Η κλίμακα ΜΠΩΦΟΡ η οποία στηρίζεται στην αρχή της επίδρασης του ανέμου στα διάφορα αντικείμενα στη γη ή στην κατάσταση της θάλασσας, παρέχει ένα εμπειρικό τρόπο εκτίμησης της έντασης του ανέμου (εικ. 4-3).

Τα ανεμομετρικά όργανα (αμέσου ανάγνωσης και αυτογραφικά) δίνουν με ακρίβεια τη διεύθυνση και ένταση του ανέμου. Σήμερα σχεδόν σε όλα τα αεροδρόμια υπάρχουν σύγχρονα τηλενδεικτικά-ηλεκτρικά ανεμόμετρα μεγάλης ακρίβειας.

## ΚΛΙΜΑΚΑ BEAUFORT ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΕΜΟ

ΒΑΘΜΙΔΕΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ BEAUFORT	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΑΝΕΜΟΥ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ				ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΝΕΜΟΥ			ΠΙΘΑΝΟ ΥΨΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΕΛΑΓΟΣ ΣΕ ΜΕΤΡΑ (ΜΕΓΙΣΤΟ)
		ΣΕ ΚΟΜΒΟΥΣ	ΜΕΣΗ ΤΑΧ. ΣΕ ΚΟΜΒΟΥΣ	ΣΕ m/sec	Σε km/h	ΣΤΗΝ ΞΗΡΑ	ΣΤΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΕΛΑΓΟΣ	ΚΟΝΤΑ ΣΤΙΣ ΑΚΤΕΣ Η ΣΕ ΚΛΕΙΣΤΕΣ ΘΑΛΑΣΣΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	
0	Άπνοια calm	Λιγότερο από 1	00	0-0,2	1	Άπνοια. Ο καπνός υψώνεται κατακόρυφα	θάλασσα σαν καθρέφτης.	Γαλήνη (σαν λάδι)	0
1	Περίπου Άπνοια	1-3	02	0,3-1,5	1-5	Η διεύθυνση του ανέμου φαίνεται από τον καπνό και όχι από τον ανεμο-δείκτη	Σχηματίζονται ρυτίδες σε μορφή λεπιών ψαριού αλλά χωρίς αφρώδεις Ράχες.	Τα ιστιοφόρα πλοίαρια μόλις μπορούν να κυβερνηθούν	0,1 (0,2)
2	Πολύ ασθενής Light breeze	4-6	05	1,6-3,3	6-11	Άνεμος αισθητός στο πρόσωπο. Τα φύλλα θροίζουν και ο ανεμοδείκτης κινείται.	Μικρά κυματίδια χαμηλά, αλλά αρκετά σχηματισμένα. Οι ράχες τους είναι λείες και δεν	Ο άνεμος γεμίζει τα πανιά στα ιστιοφόρα πλοίαρια που μπορούν να κινηθούν με ταχ. 1-2 κόμβους.	0,2 (0,3)
3	Ασθενής Gentle breeze	7-10	09	3,4 - 5,4	12-19	Τα φύλλα και μικρά κλωνάρια των δένδρων βρίσκονται σε συνεχή κίνηση. Ο άνεμος τεντώνει μικρή σημαία.	Μεγάλα κυματίδια. Οι ράχες αρχίζουν να σπάζουν και εμφανίζεται λείος αφρός με δόση διεσπαρμένων λευκών	Τα ιστιοφόρα πλοίαρια αρχίζουν να γέρνουν και να κινούνται με ταχ 3-4 κόμβων	0,6 (1)
4	Σχεδόν μέτριος Moderate	11-16	13	5,5-7,9	20-28	Ο άνεμος σηκώνει σκόνη και φύλλα χάρτου. Κινεί μικρά κλαδιά δένδρων.	Μικρά κύματα που επιμηκύνονται. Λευκοί αφροί με όψη πολλών λευκών προβάτων	ικανοποιητικός άνεμος για ιστιοφόρα πλοίαρια, δεν σηκώνουν όλα τα πανιά τους και γέρνουν περισσότερο.	1 (1,5)
5	Μέτριος Fresh	17-21	19	8,0-10,7	29-38	Μικρά δένδρα με φύλλα αρχίζουν να κινούνται. Σχηματίζουν κυματίδια σε λίμνες	Μέτρια κύματα με σαφή επιμήκη μορφή. Οψη πολυάριθμων λευκών προβάτων. Ενδεχομένως δημιουργία πτύλου (σπρέι)	Τα ιστιοφόρα πλοίαρια ελαττώνουν ιστιοφορία.	2 (2,5)
6	Ισχυρός Strong breeze	22-27	24	10,8-13,8	39-49	Κινούνται μεγάλα κλαδιά δένδρων. Ακούγεται συριγμός στα τηλεγραφικά σύρματα. Οι ομπρέλες χρησιμοποιούνται με δυσκολία	Μεγάλα κύματα αρχίζουν να σχηματίζονται. Ράχες με λευκό αφρό (ξαπλώνονται πανιού. Πιθανοί πτύλοι.	Τα ιστιοφόρα πλοίαρια διπλομυδάρουν. Συνίσταται προσοχή όταν ψαρεύουν	3 (4)
7	Σχεδόν θεελλώ- δης Near Gale	28-33	30	13,9-17,1	50-61	Τα δένδρα κινούνται ολόκληρα. Το αντίθετο στον άνεμο βάδισμα γίνεται δύσκολα	Η θάλασσα ογκούται (φουσκώνει) και λευκός αφρός από κύματα που σπάζουν αρχίζει να παρασύρεται και να σχηματίζονται ραβδώσεις κατά την διεύθυνση του ανέμου.	Τα ιστιοφόρα πλοίαρια παραμένουν στο λιμάνι και εκείνα που βρίσκονται εν πλω στρέφουν και πλέουν εγγύτητα προς τον άνεμο.	4 (5,5)
8	θεελλώ- δης Gale	34-40	37	17,2-20,7	62-74	θραύει μικρά κλωνάρια δένδρων. Γενικά εμποδίζει το αντίθετο στον άνεμο βάδισμα.	Μετρίως υψηλά κύματα μεγαλύτερου μήκους. Οι κορυφές στις ράχες των κυμάτων θραύονται και γίνονται πτύλος. Ο αφρός παρασύρεται και ραβδώσεις κατά την διεύθυνση του ανέμου.	Όλα τα ιστιοφόρα πλοίαρια δένουν στο κοντινότερο αγκυροβόλιο.	5,5 (7,5)
9	Πολύ θε- ελλώδης Strong gale	41-47	44	20,8-24,4	75-88	Προκαλούνται μικρές ζημιές σε κατασκευές. Αναρπάζονται πηλίνιοι καπνοδόχοι και κεραμίδια	Υψηλά κύματα. Πυκνές ραβδώσεις αφρού κατά τη διεύθυνση του ανέμου. Οι ράχες των κυμάτων αρχίζουν να γέρνουν, να πέφτουν και να κυλούν. Ο πτύλος είναι δυνατόν να επηρεάζει την ορατότητα	-	7 (10)
10	Θύελλα Storm	48-55	52	24,5-28,4	89-102	Σπανια παρατηρείται στο εσωτερικό της ξηράς. Ξεριζώνει δένδρα και προξενεί μεγάλες ζημιές σε κατασκευές	Πολύ υψηλά κύματα με ράχες που κρέμονται. Ο αφοός που είναι πολύ περισσότερος, παρασύρεται σε πυκνές λευκές ραβδώσεις κατά την διεύθυνση του ανέμου. Η επιφάνεια της θάλασσας στο σύνολο της γίνεται λευκή. Το σκάσιμο και κύλισμα των κυμάτων γίνεται έντονο και βίαιο. Η ορατότητα επηρεάζεται.	-	9 (12,5)
11	Ισχυρή θύελλα Violent storm	56-83	60	28,5-32,6	103-117	Πολύ σπάνια παρατηρείται. Γίνονται πολύ μεγάλες ζημιές.	Εξαιρετικά υψηλά κύματα. (Η θέα πλοίων μικρής και μεσαίας χωρητικότητας ίσως για λίγη ώρα να χάνεται Πίσω από τα λύματα). Η θάλασσα καλύπτεται τελείως από λευκούς αφρούς που επιμηκύνονται κατά την διεύθυνση του ανέμου. Παντού οι κορυφές στις ράχες των κυμάτων βρίσκονται σε αφρώδη κατάσταση. Η ορατότητα επηρεάζεται.	-	11,5 (15)
12	Τυφώνας Hurricane	64 και περισσό- τερο		32,7 και περισσό- τερο	116 και περισσό- τερο	-	Ο αέρας είναι γεμάτος με αφρό και πτύλο. Η θάλασσα είναι εντελώς λευκή. Η ορατότητα επηρεάζεται σημαντικά.	-	14 και περισσότερα

**Εικ. 4-3. Κλίμακα Εμπειρικού Τρόπου Εκτίμησης της Έντασης του Ανέμου.**

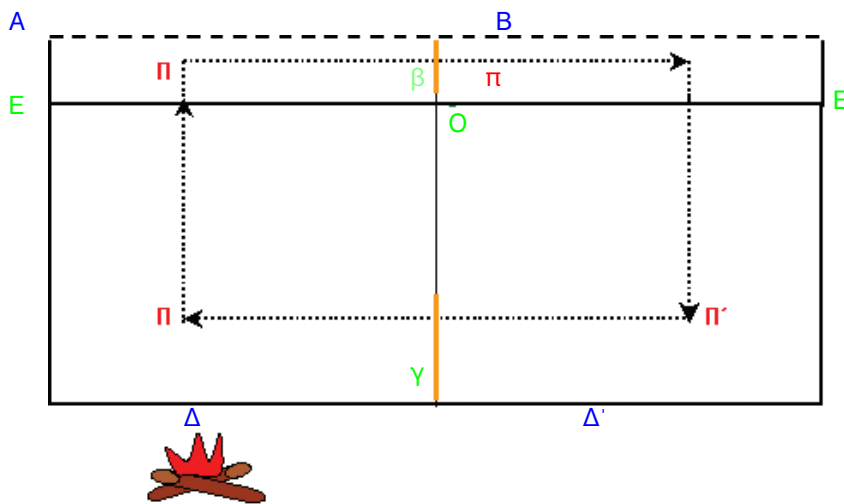
### 3. Αίτια και Μηχανισμός Δημιουργίας του Ανέμου

Είναι δύσκολη η διάκριση αιτίας και αποτελέσματος, δηλαδή μεταξύ πίεσης, θερμοκρασίας και ανέμου, λόγω της στενής αλληλοεπίδρασής τους. Πράγματι ο άνεμος επηρεάζει το ίδιο το αίτιο το οποίο τον προκαλεί, στον ατέρμονα αγώνα για απόκτηση ισορροπίας μέσα στην ατμόσφαιρα, όπως ακριβώς ο ωκεανός τείνει να διατηρήσει σταθερή στάθμη.

Σαν αίτιο δημιουργίας του ανέμου θεωρείται η διαφορά πίεσης κατά την οριζόντια έννοια, αλλά οι οριζόντιες διαφορές πίεσης είναι αρχικά το αποτέλεσμα της άνισης διανομής της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα.

Άρα βασική αιτία δημιουργίας του ανέμου θεωρείται η άνιση διανομή της θερμοκρασίας, η οποία συνεπάγεται και διάφορη διανομή της πίεσης στην επιφάνεια της γης.

Η εικ. 4-4 δείχνει μία τυπική μορφή μηχανισμού δημιουργίας του ανέμου. Υποθέτουμε ότι έχουμε δύο δοχεία Δ και Δ' που περιέχουν ίση ποσότητα αέρα της ίδια θερμοκρασίας. Θεωρούμε επίσης ότι επάνω στο επίπεδο ΕΕ' δεν εξασκείται καμία πίεση ή βάρος, έτσι ώστε η πίεση στο τμήμα ΕΕ' να έχει μηδενική τιμή. Το βάρος του αέρα το οποίο εξασκείται στον πυθμένα των δοχείων Δ και Δ' είναι το ίδιο, άρα και η πίεση την οποία ονομάζουμε Π είναι η ίδια. Λόγω της παραπάνω ομοιόμορφης διανομής της πίεσης, είναι προφανές ότι καμία κίνηση μορίων του αέρα δεν παρατηρείται και έτσι οι μάζες θα βρίσκονται σε ακινησία.



Εικ. 4-4. Μηχανισμός Δημιουργίας Ανέμου.

Στη συνέχεια αν θερμάνουμε τον πυθμένα του δοχείου Δ, τότε ο αέρας που βρίσκεται μέσα σ' αυτό θα διασταλεί και ανεβαίνοντας θα φθάσει σε ένα υψηλότερο επίπεδο, έστω το ΑΒ. Η πίεση στον πυθμένα του δοχείου Δ εξακολουθεί να παραμένει η ίδια (Π), επειδή μόνο το ύψος της στήλης του αέρα αυξήθηκε ενώ το βάρος του παρέμεινε αμετάβλητο.

Τούτο όμως δεν συμβαίνει και στο επίπεδο ΕΕ', όπου η πίεση στο τμήμα ΕΟ αυξήθηκε σε ποσό όσο το βάρος του αέρα της στήλης ΕΑ, ΒΟ και έστω ότι αυτή η αύξηση είναι (π). Η πίεση στο επίπεδο ΟΕ παραμένει μηδενική. Αν αφαιρέσουμε το διάφραγμα (β) τότε ο αέρας από το παραπάνω επίπεδο του δοχείου Δ', λόγω της αρχής των ρευστών σε συγκοινωνούντα δοχεία, θα μετακινηθεί προς το δοχείο Δ' και μέχρι να αποκατασταθεί η ισορροπία στα υψηλότερα επίπεδα των δοχείων.

Συνεχώς το δοχείο Δ' θα περιέχει περισσότερο αέρα κατά π/2 επομένως και η πίεση στο πυθμένα του δοχείου θα γίνει (Π+π/2), ενώ στο πυθμένα του δοχείου Δ θα είναι (Π-π/2). Εάν στην συνέχεια αφαιρέσουμε το διάφραγμα (γ) που συνδέει τα δύο δοχεία στην κατώτερη στάθμη, αέρας από το δοχείο Δ' θα κινηθεί προς το δοχείο Δ λόγω διαφοράς της πίεσης μεταξύ των πυθμένων των δύο δοχείων. Έτσι λοιπόν παρατηρούμε ροή του αέρα στις υψηλότερες στάθμες των δοχείων από τις θερμότερες προς τις ψυχρότερες αέριες μάζες και στις κατώτερες στάθμες από τις μεγαλύτερες προς τις μικρότερες πιέσεις.

Η κυκλοφορία του αέρα που δημιουργείται με αυτό το τρόπο διατηρείται όσο εξακολουθεί να θερμαίνεται το δοχείο Δ και επομένως υπάρχει θερμοκή διαφορά μεταξύ των αερίων μαζών των δύο

δοχείων. Η κυκλοφορία του αέρα θα σταματήσει από τη στιγμή που θα παύσει να θερμαίνεται το δοχείο Δ και θα αποκατασταθεί η θερμική ισορροπία.

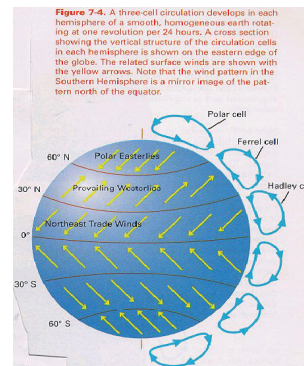
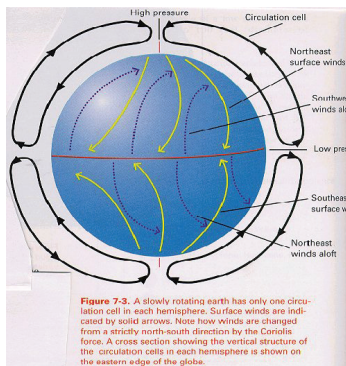
Οι οριζόντιες κινήσεις του αέρα στις ανώτερες και κατώτερες στάθμες των δοχείων αποτελούν τον άνεμο, ενώ οι κατακόρυφες κινήσεις τα ανοδικά και καθοδικά ρεύματα του αέρα.

#### 4. Γενική Κυκλοφορία της Ατμόσφαιρας

##### α. Οι περιοχές του Ισημερινού και των Πόλων

Μια τέτοια διεργασία όπως αυτή που περιγράψαμε παραπάνω σε μεγαλύτερη βέβαια κλίμακα συμβαίνει και στην ατμόσφαιρα, όπου το ρόλο των δοχείων Δ και Δ' παριστάνουν οι περιοχές του Ισημερινού και των πόλων.

Πράγματι εξαιτίας του γεγονότος ότι οι περιοχές του Ισημερινού θερμαίνονται περισσότερο λόγω της καθετότητας των ηλιακών ακτίνων απ' ό,τι οι περιοχές των πόλων, ο αέρας που γεινιάζει μ' αυτές καθώς θερμαίνεται γίνεται αραιότερος και ανεβαίνει στην ανώτερη ατμόσφαιρα μέχρις ότου η θερμοκρασία του εξισωθεί με το περιβάλλον, οπότε κινείται οριζόντια προς τις περιοχές των πόλων. Η συσσώρευση όμως των αερίων μαζών στους πόλους δημιουργεί περιοχές υψηλών βαρομετρικών πιέσεων, ενώ η εκφυγή τέτοιων μαζών από τις περιοχές του Ισημερινού δημιουργεί περιοχές χαμηλής βαρομετρικής πίεσης σ' αυτές. Κατόπιν τούτου αέριες μάζες κινούνται συνεχώς από τις υψηλές προς τις χαμηλές βαρομετρικές πιέσεις, δηλαδή από τις περιοχές των πόλων προς τον Ισημερινό. Η διεργασία αυτή της κίνησης αερίων μαζών από τον Ισημερινό προς τους πόλους στις ανώτερες στάθμες και από τους πόλους προς τον Ισημερινό στις κατώτερες στάθμες αποτελεί μία απλή μορφή της γενικής κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας, όπως αυτή εμφανίζεται στην εικόνα 4-5.



Εικ. 4-5. Θεωρητική Κίνηση του Αέρα σε Ακίνητη Γη.

##### β. Η Θεωρία των Τριών Κυψελών

Μία περισσότερο σύνθετη μορφή της γενικής κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας είναι αυτή που βασίζεται στη θεωρία των τριών κυψελών και αποτελεί καθαρά θεωρητική ερμηνεία της γενικής κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας.

Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή η Γη διαιρείται σε 6 ζώνες γεωγραφικού πλάτους, δηλαδή 3 στο Βόρειο και 3 στο Νότιο ημισφαίριο στα πλάτη 0°- 30°, 30° -60° και 60° -90° αντίστοιχα.

Έτσι ο αέρας που θερμαίνεται στον Ισημερινό, ανεβαίνει και σε κάποιο ύψος αποκλίνει προς τον Βόρειο Πόλο. Ένα μέρος του αέρα ο οποίος ρέει προς τον πόλο, κατέρχεται στο πλάτος των 30° προς την επιφάνεια και διακλαδίζεται σε δύο ρεύματα, ένα προς τον Ισημερινό και το άλλο προς το πλάτος των 60°, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του αέρα στην ανώτερη ατμόσφαιρα συνεχίζει να κινείται προς τον πόλο.

Η ροή του ανέμου από τον Ισημερινό προς το πλάτος των 30° στα ανώτερα στρώματα και από το πλάτος των 30° προς τον Ισημερινό στην επιφάνεια, δημιουργεί κλειστή κυκλοφορία των αερίων μαζών η οποία και αποτελεί την πρώτη κυψέλη της γενικής κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας. Το άλλο σκέλος του ρεύματος που κατέρχεται προς το πλάτος των 30° κατευθύνεται προς τον πόλο, όπου στο πλάτος των 60° συναντάει τον ψυχρό αέρα που πνέει από τον πόλο προς τον Ισημερινό.

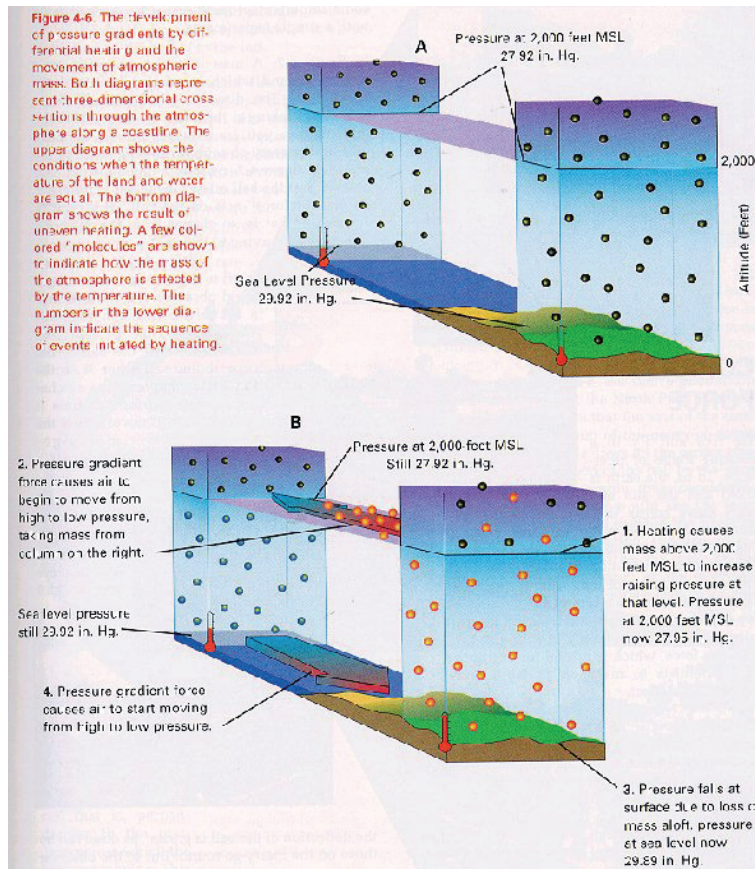
Μεταξύ του πλάτους των 30° και 60° δημιουργείται η δεύτερη κυψέλη η οποία είναι ανοιχτή, ενώ μεταξύ του πλάτους των 60° και 90° δημιουργείται η τρίτη κυψέλη της οποίας η κυκλοφορία είναι

κλειστή. Οι παραπάνω κινήσεις του αέρα έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ζωνών υψηλών πιέσεων στις περιοχές των πλατών 30° και 90°, καθώς και ζωνών χαμηλών πιέσεων στις περιοχές των πλατών του Ισημερινού και των 60°.

Η παραπάνω θεωρία των τριών κυψελών αναπτύσσεται με την προϋπόθεση ομοιόμορφης, λείας και μη περιστρεφόμενης γης. Είναι όμως γνωστό ότι η περιστροφή της γης ασκεί μία φαινόμενη δύναμη η οποία επιδρά σε οποιαδήποτε κίνηση και την εκτρέπει δεξιά στο Βόρειο ημισφαίριο και αριστερά στο Νότιο.

### 5. Γενικά Συστήματα Ανέμων

Με βάση την παραπάνω βασική αρχή και από το γεγονός ότι τα μόρια του αέρα κινούνται από τις υψηλές προς τις χαμηλές βαρομετρικές πιέσεις θα περιγράψουμε τα γενικά συστήματα των ανέμων της γενικής κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας, όπως αυτά απεικονίζονται στην εικόνα 4-6.



Εικ. 4-6. Μηχανισμός Δημιουργίας του Ανέμου.

#### α. Συνεχείς Άνεμοι

Ονομάζονται οι άνεμοι οι οποίοι πνέουν σχεδόν αδιάκοπα όλη τη διάρκεια του χρόνου και οφείλονται στη μέση κατανομή της βαρομετρικής πίεσης στην επιφάνεια της γης δηλαδή, από τη ζώνη των υψηλών πιέσεων των 30° ο αέρας κινείται προς την περιοχή του Ισημερινού αποκλίνοντας συνεχώς λόγω της επίδρασης της Κοριόλειου δυνάμεως προς τα δεξιά της κίνησής του και δημιουργεί προοδευτικά ένα σύστημα βορειανατολικών ανέμων οι οποίοι ονομάζονται αληγεϊς άνεμοι.

Στις πολικές περιοχές επίσης λειτουργεί μία παρόμοια διαδικασία, όπου πολικός αέρας κινείται νότια και αποκλίνει δυτικά για να μεταβληθεί τελικά σε ανατολικό άνεμο.

Ακόμη αέρας από τις περιοχές των υψηλών πιέσεων κοντά στο πλάτος των 30° κινείται προς το Βορρά και κάτω από την επήρεια της Κοριόλειου δυνάμεως στρέφεται ανατολικά για να καταστεί

δυτικός, δημιουργώντας έτσι τους λεγόμενους επικρατούντες δυτικούς ανέμους των μέσων γεωγραφικών πλατών.

Όταν ο αέρας αυτός συναντά τον ψυχρότερο πολικό αέρα κινείται πάνω από αυτόν και τον αναγκάζει να διασπαστεί σε κύματα, τα οποία κινούνται προς το νότο και δημιουργούν το λεγόμενο πολικό μέτωπο.

### β. Μουσώνες -Μελτέμια (Ετήσιοι)

Γνωστός άνεμος της κατηγορίας των Μουσώνων είναι αυτός που πνέει στην περιοχή των Ινδιών. Αυτός πνέει κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού σαν νότιος-νοτιοδυτικός θερμός και υγρός και το χειμώνα σαν βόρειος - βορειοανατολικός ψυχρός και ξηρός με αποτέλεσμα η περιοχή να έχει το καλοκαίρι πολλές βροχοπτώσεις που δημιουργούν μεγάλες καταστροφές από πλημμύρες και το χειμώνα μεγάλες ξηρασίες από την ανομβρία.

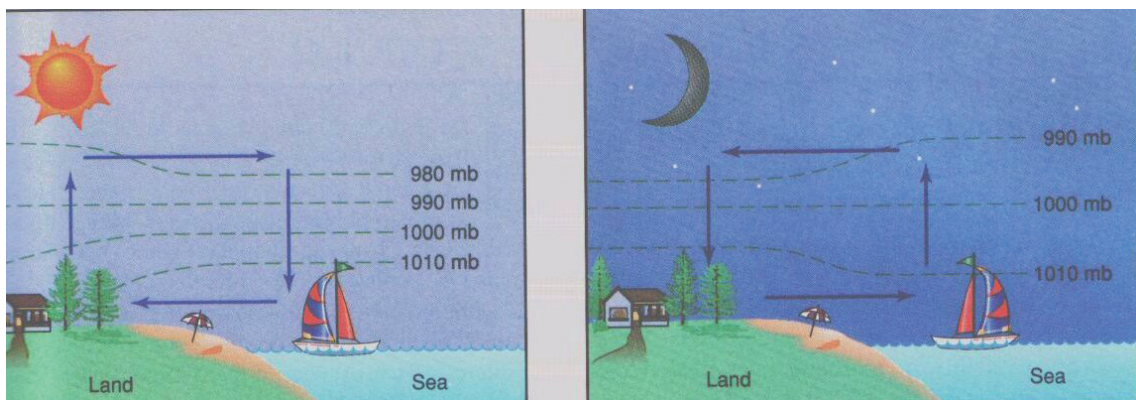
Τα μελτέμια ή ετήσιοι είναι άνεμοι που επικρατούν στην περιοχή της Μεσογείου και ιδιαίτερα στο ανατολικό τμήμα αυτής. Οι άνεμοι αυτοί οφείλονται στο συνδυασμό των υψηλών βαρομετρικών πιέσεων της κεντρικής Ευρώπης και της περιοχής του Αίμου, με τις ημιμόνιμες χαμηλές πιέσεις στη Νοτιοανατολική λεκάνη της Μεσογείου. Οι άνεμοι αυτοί πνέουν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και ιδιαίτερα κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Εμφανίζονται σαν βορειοανατολικοί στο Βόρειο Αιγαίο, σαν βόρειοι στο Κεντρικό και καταλήγουν στην περιοχή της Ανατολικής Κρήτης και Δωδεκανήσου σαν βορειοδυτικοί - δυτικοί. Η ένταση των ετήσιων ανέμων φθάνει κατά τις μεσημβρινές ώρες στο κεντρικό Αιγαίο πολλές φορές τους 40 κόμβους και εξασθενεί συνήθως κατά την διάρκεια της νύκτας. Γενικά τα μελτέμια επηρεάζουν ευμενώς το κλίμα των νησιών του Αιγαίου και περιορίζουν αισθητά τις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν κατά την περίοδο του καλοκαιριού.

### γ. Αύρες Ξηράς και Θάλασσας

Εφόσον οι θερμοκρασίες των μαζών ξηράς αυξάνονται και ελαττώνονται πιο γρήγορα απ' ότι αυτές των υδάτινων επιφανειών με την ακτινοβολία, η ξηρά είναι θερμότερη από τη θάλασσα κατά τη διάρκεια της ημέρας και ψυχρότερη κατά τη νύκτα. Η διαφορά αυτή της θερμοκρασίας είναι περισσότερο αισθητή κατά τους θερινούς μήνες και όταν υπάρχει μικρή οριζόντια μεταφορά αέρα στα χαμηλότερα στρώματα. Σε παράκτιες περιοχές η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ξηράς και θάλασσας δημιουργεί αντίστοιχη διαφορά πίεσης. Κατά τη διάρκεια της ημέρας η πίεση πάνω από τη θερμή ξηρά γίνεται χαμηλότερη από αυτή που επικρατεί στην ψυχρότερη υδάτινη επιφάνεια.

Επομένως ψυχρότερος αέρας πάνω από τη θάλασσα κινείται προς τη χαμηλότερη πίεση και αναγκάζει τον θερμό αέρα πάνω από την ξηρά να ανεβεί. Ο αποθαλάσσιος αυτός αέρας ονομάζεται θαλάσσια αύρα. Η διαδικασία είναι παρόμοια με την απλοποιημένη γενική κυκλοφορία που παριστάνεται στην εικ. 4-4, αλλά μικρότερης κλίμακας. Κατά τη νύκτα η κυκλοφορία αντιστρέφεται ώστε η κίνηση του αέρα να γίνεται από την ξηρά προς τη θάλασσα, δημιουργώντας την αύρα ξηράς ή απόγεια αύρα. Οι θαλάσσιες αύρες είναι συνήθως ισχυρότερες από αυτές της ξηράς, αλλά σπάνια εισχωρούν βαθιά μέσα στην ξηρά. Και οι δύο τύποι αύρας είναι μικρού βάθους και φαίνονται στην εικ. 4-7.

Η πιθανή ύπαρξη αύρας ξηράς (κατά τη νύκτα) ή θαλάσσιας (κατά την ημέρα) θα πρέπει να μελετηθεί, εφ' όσον υπάρχουν αεροδρόμια που γειτνιάζουν με θάλασσες και επηρεάζονται απ' αυτές. Συνήθως η ένταση του ανέμου που προκαλεί η θαλάσσια αύρα φθάνει τους 15-20 κόμβους.



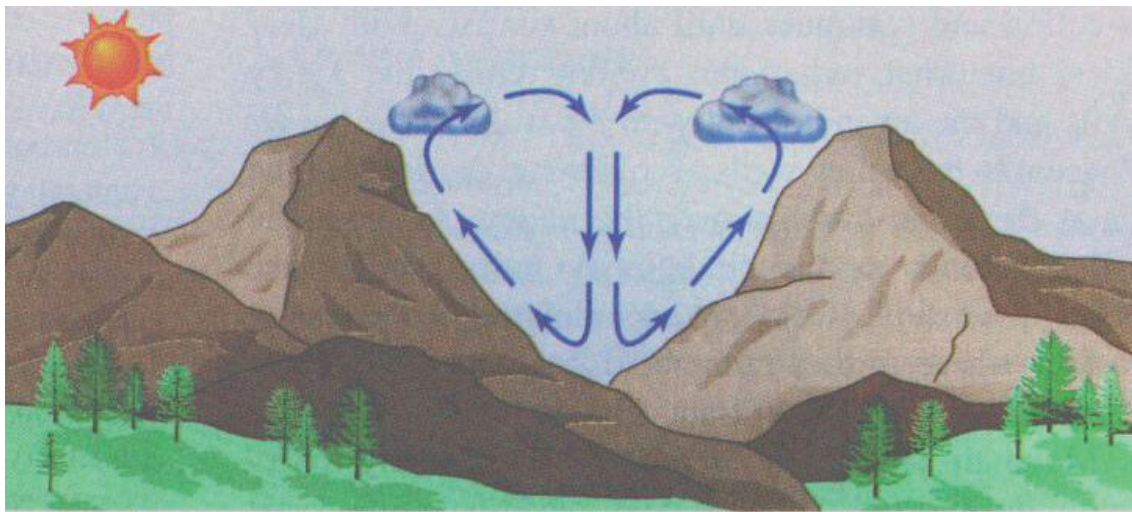
Εικ. 4-7. Αύρες Ξηράς και Θάλασσας.



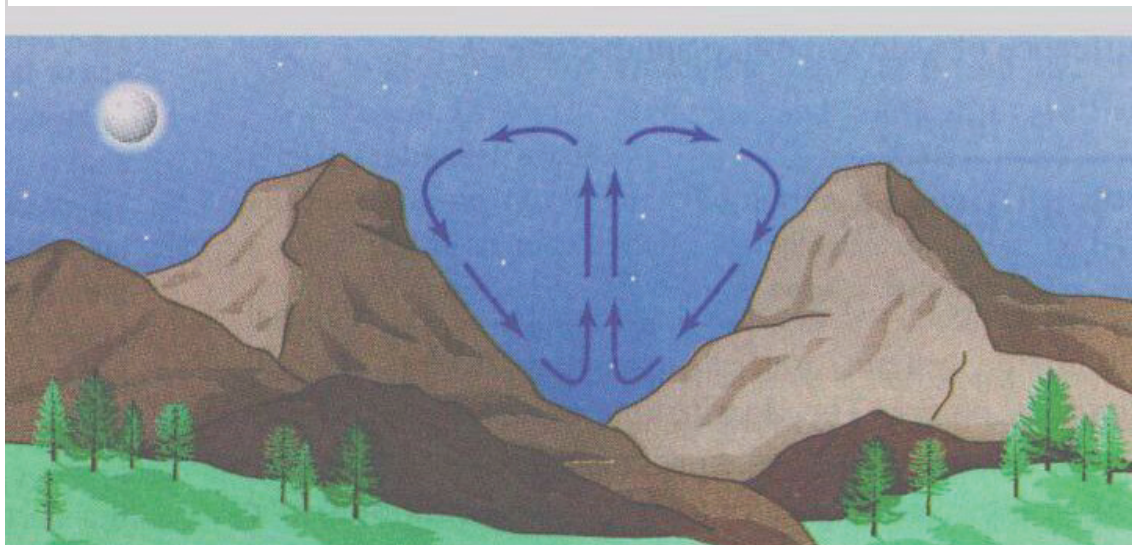
#### δ. Άνεμοι Κοιλάδων και Βουνών

Κατά τη διάρκεια της ημέρας ο αέρας που βρίσκεται κοντά στην πλαγιά του βουνού θερμαίνεται, αφού έρχεται σ' επαφή με το έδαφος καθώς αυτό δέχεται ακτινοβολία από τον ήλιο. Ο αέρας εδώ συνήθως γίνεται θερμότερος απ' αυτόν που βρίσκεται στο ίδιο ύψος αλλά μακριά από την πλαγιά. Σ' αυτή την περίπτωση ο ψυχρότερος και πυκνότερος αέρας από τη γύρω περιοχή κατέρχεται και πιέζει τον θερμότερο αέρα που είναι κοντά στο έδαφος και τον αναγκάζει σε άνοδο πάνω στο βουνό δημιουργώντας έτσι τον άνεμο κοιλάδας, ο οποίος ονομάζεται έτσι γιατί φαινομενικά πνέει από την κοιλάδα (εικ. 4-8α).

Κατά τη νύχτα ο αέρας που βρίσκεται σ' επαφή με την πλαγιά ψύχεται από την εξερχόμενη ακτινοβολία και γίνεται βαρύτερος (ψυχρότερος) από τον περιβάλλοντα αέρα. Ο αέρας κατά μήκος της πλαγιάς κατέρχεται και δημιουργεί την αύρα των βουνών, η οποία συμπεριφέρεται σαν νερό που πέφτει μέσα σε χαράδρα. Οι αύρες των βουνών είναι συνήθως ισχυρότερες απ' αυτές των κοιλάδων ειδικότερα κατά τον χειμώνα, όπου η ταχύτητά τους φθάνει και μέχρι τους 50 κόμβους (εικ.4-8β).



Εικ. 4-8α. Άνεμος Κοιλάδων

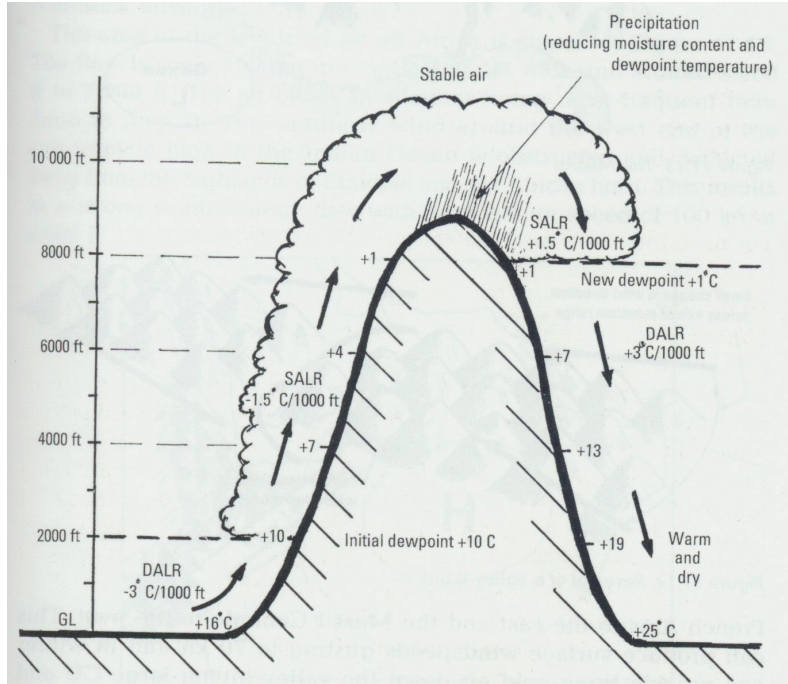


Εικ.4-8β. Άνεμος Βουνών.

#### ε. Καταβατικός Άνεμος

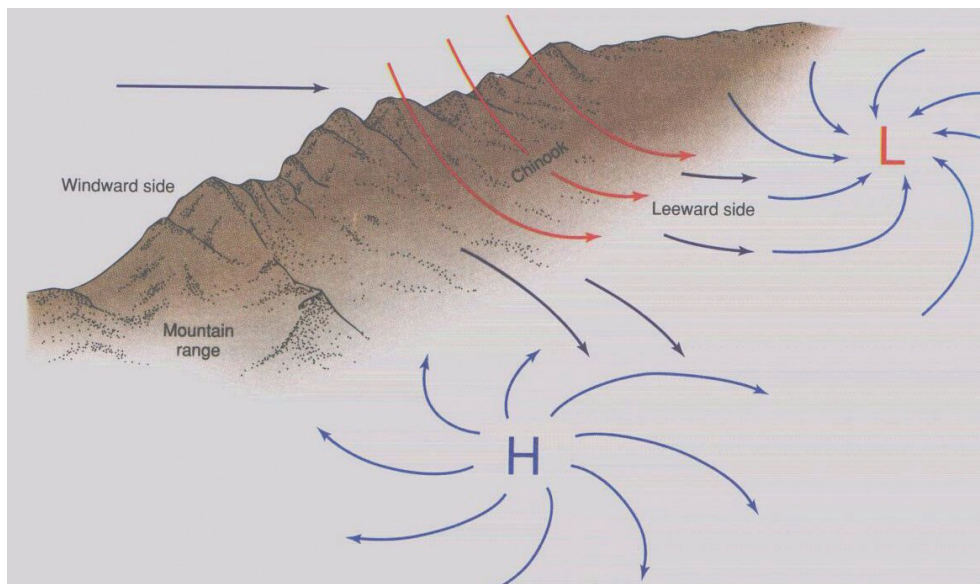
Καταβατικός άνεμος ονομάζεται κάθε άνεμος που πνέει κατά τη φορά κάποιας κλίσης (εικ. 4-9). Η αύρα των βουνών κατά συνέπεια είναι ένα είδος καταβατικού ανέμου. Αν ο καταβατικός

άνεμος είναι θερμός σε σχέση με τον αέρα της κοιλάδας ή της πεδιάδας ονομάζεται Φεν, ενώ αν είναι ψυχρός ονομάζεται άνεμος πτώσης ή άνεμος βαρύτητας.



**Εικ. 4-9. Καταβατικοί Άνεμοι.**

Διάφοροι τύποι καταβατικών ανέμων απαντώνται στις Δυτικές ΗΠΑ. Ο άνεμος Φεν όταν βρίσκεται κατά μήκος των πλαγιών των Βραχώδων Ορέων στις ΗΠΑ ονομάζεται Σινούκ.



**Εικ. 4-10. Άνεμος ΦΕΝ (Σινούκ).**

Έτσι ο αέρας αρχικά θερμαίνεται επειδή συμπυκνώνεται, λόγω της υγρασίας του και της ανολίσθησής του στις προσήνεμες δυτικές πλαγιές και κατόπιν θερμαίνεται ακόμη περισσότερο λόγω της συμπίεσης που υφίσταται επειδή κατέρχεται σε χαμηλότερα επίπεδα. Λόγω της πνοής του ανέμου Σινούκ, η θερμοκρασία σ' ένα μετεωρολογικό σταθμό στη βάση των βουνών μπορεί να αυξηθεί μέχρι 30°F μέσα σε λίγα λεπτά.

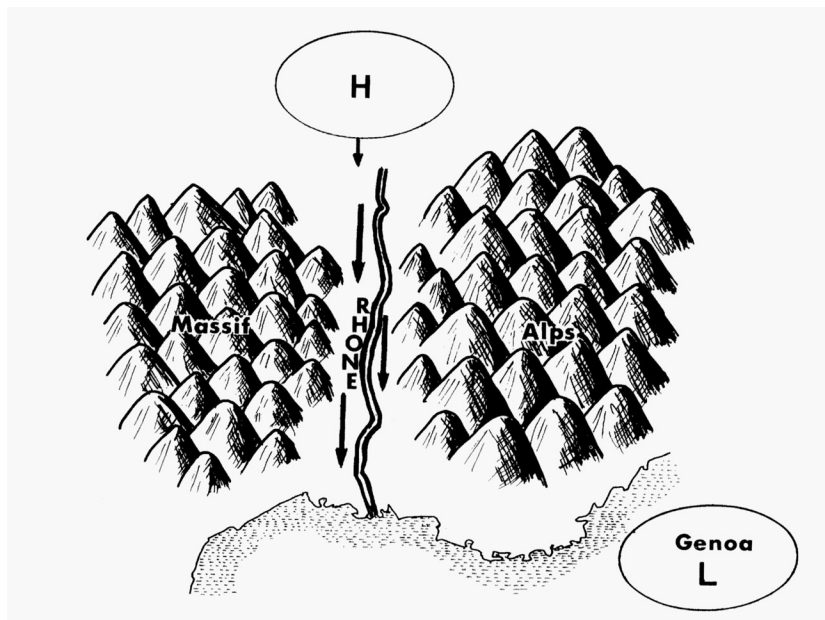
Καταβατικοί άνεμοι συναντώνται σε πολύ ψυχρές περιοχές μορφής οροπεδίου. Λόγω της βαρύτητάς του ο ψυχρός αέρας πνέει, ενώ κατέρχεται προς τους λόφους κάτω από την επήρεια της βαρύτητας και προκαλεί ασθενή άνεμο, ο οποίος καμιά φορά είναι και μεγάλης ταχύτητας. Οι άνεμοι αυτοί συνήθως επηρεάζουν μία ευρεία περιοχή και μπορεί να παρατηρηθούν τόσο κατά την ημέρα όσο και κατά τη νύχτα. Ωστόσο οι καταβατικοί άνεμοι είναι συνήθως ισχυρότεροι κατά τη νύχτα, γιατί η ψύξη από την ακτινοβολία του εδάφους προστίθεται στην ψυχρότητα του αέρα. Στη νότια Αλάσκα ο καταβατικός άνεμος είναι γνωστός σαν Μπόρα. Ειδικά ο Μπόρα είναι άνεμος τόσο ψυχρός, όσο και η πηγή από την οποία προέρχεται, ώστε ακόμη και μετά τη θέρμανσή του λόγω συμπίεσης κατά την κάθοδο να φθάνει στην κοιλάδα με χαμηλότερη θερμοκρασία απ' αυτή που έχει ο αέρας τον οποίο αντικαθιστά. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται συχνά σε πολλές περιοχές της Ελλάδας (Κοζάνη, Τρίπολη, Λάρισα κλπ).

#### στ. Τοπικοί Άνεμοι.

Οι τοπικοί άνεμοι οφείλονται κύρια στη μορφολογία του εδάφους, η οποία συνήθως διαφοροποιεί την ένταση και διεύθυνση των ανέμων που οφείλονται είτε στα γενικά συστήματα ανέμων είτε στα διερχόμενα βαρομετρικά συστήματα (υψηλά-χαμηλά).

Μερικοί από τους τοπικούς ανέμους στην επιφάνεια του πλανήτη μας που έχουν χαρακτηριστεί σαν οι περισσότερο σημαντικοί, είναι οι εξής:

- (1) Μπόρα, βορειανατολικός άνεμος που πνέει στην Αδριατική κατά τη διάρκεια του χειμώνα.
- (2) Μιστράλ, βορειοδυτικός άνεμος των Γαλλικών Μεσογειακών ακτών (4-11).
- (3) Σινούκ, δυτικός άνεμος ξηρός και θερμός στα Βραχώδη Όρη της Βόρειας Αμερικής.
- (4) Χαμσίν, νότιος ξηρός και θερμός άνεμος στην περιοχή της Αιγύπτου.
- (5) Λεβάντερ, ισχυρός ΒΑ ή ανατολικός άνεμος στις ανατολικές ακτές της Ισπανίας.
- (6) Βαρδάρης, ψυχρός ΒΔ άνεμος κατά μήκος της κοιλάδας του Αξιού προς το Θερμαϊκό κόλπο.



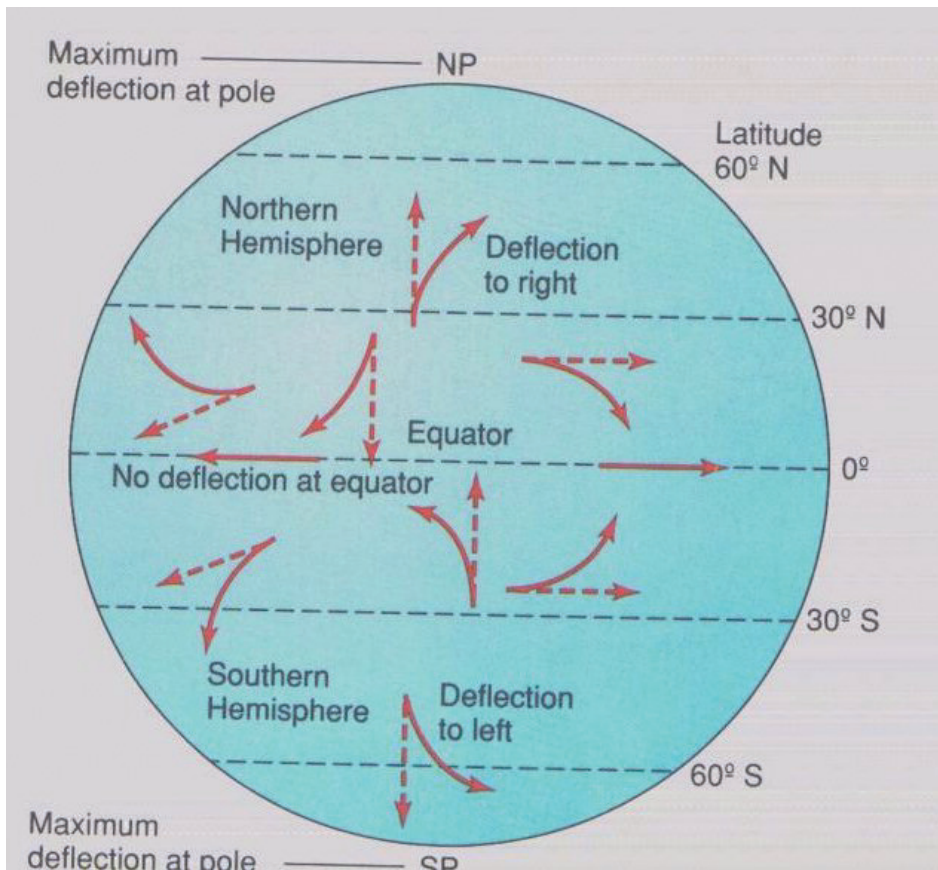
Εικ. 4-11. Τοπικοί Άνεμοι (Μιστράλ).

## 6. Δυνάμεις που Ασκούν Επίδραση στον Άνεμο

### α. Κοριόλειος Δύναμη

Η περιστροφή της γης ασκεί στην ατμόσφαιρα μία φαινόμενη δύναμη η οποία εκτρέπει τον άνεμο προς τα δεξιά της κίνησής του στο Βόρειο Ημισφαίριο και αριστερά αυτής στο Νότιο. Η εκτρεπτική αυτή δύναμη ονομάζεται Κοριόλειος δύναμη (4-12) και μπορεί να εξηγηθεί ως εξής:

Αρχίστε να περιστρέφετε το δίσκο ενός φωνογράφου. Έπειτα με τη χρήση ενός χάρακα και μίας κιμωλίας τραβήξτε γρήγορα μια ευθεία γραμμή από το κέντρο προς την περιφέρεια περιστρεφόμενου δίσκου. Γι αυτόν που τράβηξε τη γραμμή η κιμωλία διέγραψε μία ευθεία γραμμή.

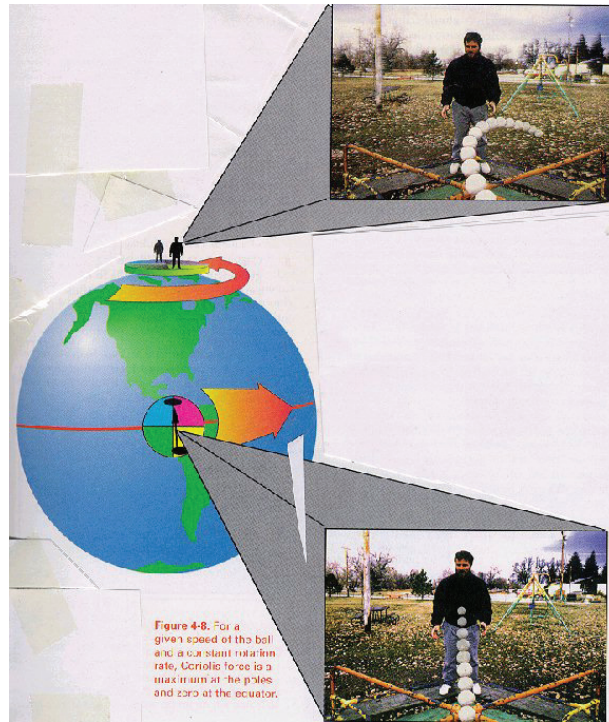


Εικ. 4-12. Εκτρεπτική Δύναμη (Coriolis).

Αν στη συνέχεια δίσκος ακινητοποιηθεί μπορούμε να δούμε ότι η γραμμή που τραβήξαμε δεν είναι ευθεία, αλλά καμπυλώνεται όπως φαίνεται στην εικ. 4-13. Κατά τον ίδιο τρόπο ο αέρας που κινείται σε αρκετή απόσταση πάνω από τη γη αποκλίνει από την ευθεία, λόγω της περιστροφής της γης γύρω από τον άξονά της. Έτσι κάθε σώμα που κινείται ελεύθερα πάνω από τη γη αποκλίνει της κίνησής του. Παρατηρούμενο από ένα σημείο του διαστήματος το σώμα που κινείται ελεύθερα θα φαινόταν ότι ακολουθεί ευθεία γραμμή. Ωστόσο για ένα παρατηρητή που βρίσκεται στη γη το ίχνος θα φαίνεται σαν καμπύλη. Γι' αυτό η δύναμη είναι μόνο φαινόμενη, αλλά η απόκλιση είναι πραγματική στο μέτρο που αναφερόμαστε στη γη.

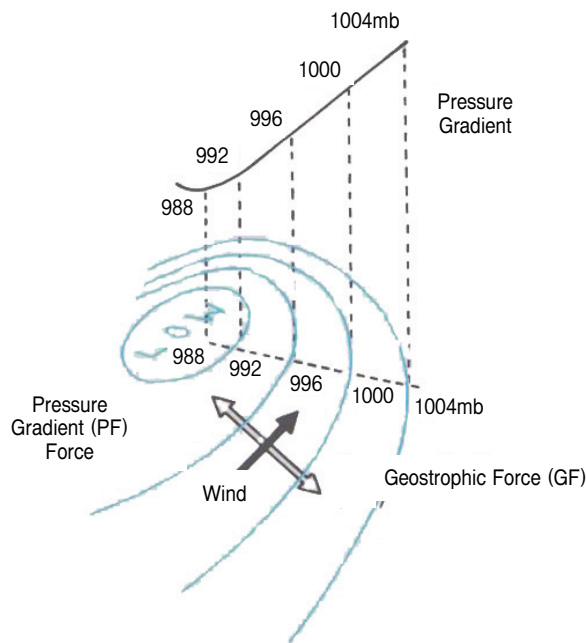
### β. Δύναμη Βαροβαθμίδας

Ο αέρας τείνει να κινηθεί από τις υψηλές προς τις χαμηλές πιέσεις. Η κίνηση αυτή θα ήταν ευθεία αν ήταν η μοναδική δύναμη που επενεργεί. Η ταχύτητα του ανέμου αυξάνει καθώς αυξάνει και η βαροβαθμίδα, δηλαδή η μεταβολή της πίεσης σε συνάρτηση με την απόσταση. Η απόσταση των ισοβαρών στους χάρτες επιφανείας και οι ισοϋψείς στους χάρτες σταθερής πίεσης δίνουν μια γενική



**Εικ. 4-13. Εκτρεπτική Δύναμη που Οφείλεται στην Περιστροφή του Οριζώντιου Επιπέδου.**

ένδειξη των ταχυτήτων του ανέμου. Όταν οι ισοβαρείς είναι συσφιγμένες, η βαροβαθμίδα είναι ισχυρή και οι ταχύτητες του ανέμου μεγάλες. Η απόκλιση του αέρα λόγω της Κοριόλειου δύναμης τείνει να ισοσταθμίσει την οριζόντια βαροβαθμίδα. Κατόπιν αυτού υπάρχει τάση ο αέρας να πνέει περισσότερο παράλληλα προς τις ισοβαρείς και τις ισοϋψείς, παρά κατ' ευθείαν από τις υψηλές προς τις χαμηλές πιέσεις (εικ. 4-14).



**Εικ. 4-14. Το Αποτέλεσμα της Κοριόλειου Δύναμης Πάνω στη Διεύθυνση της Ροής του Ανέμου σε Σχέση με τις Ισοβαρείς.**

Υποθέστε ότι παράλληλες ισοβαρείς έχουν διεύθυνση δυτική-ανατολική και οι χαμηλές πιέσεις βρίσκονται προς το βορρά. Η βαροβαθμίδα κινεί τον αέρα προς τα βόρεια από τις υψηλές προς τις χαμηλές πιέσεις, αλλά ταυτόχρονα η Κοριόλιος δύναμη αρχίζει να εκτρέπει τα μόρια του αέρα δεξιά από το ίχνος τους, δηλαδή προς τα νότια.

Όταν ο αέρας πνέει παράλληλα προς τις ευθείες ισοβαρείς η Κοριόλιος ισοσταθμίζεται ακριβώς από τη βαροβαθμίδα.

#### γ. Τριβή

Η τριβή τείνει να επιβραδύνει την κίνηση του αέρα. Εφόσον η Κοριόλιος ποικίλλει ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου, τότε όταν ελαττώνεται η ταχύτητα του ανέμου από την τριβή, ελαττώνεται αντίστοιχα και η Κοριόλιος δύναμη. Τούτο προκαλεί στιγμιαία διατάραξη της ισορροπίας. Όταν η νέα ισορροπία η οποία περιλαμβάνει και την τριβή αποκατασταθεί, ο άνεμος πνέει με γωνία από τις υψηλές προς τις χαμηλές πιέσεις. Η γωνία αυτή ποικίλλει από 10° πάνω από τους ωκεανούς ως 45° ή και περισσότερο πάνω από χερσαίες περιοχές. Τα αποτελέσματα της τριβής στον αέρα είναι μεγαλύτερα κοντά στην επιφάνεια, αλλά αυτά επίσης μεταφέρονται ψηλότερα με τα ανοδικά ρεύματα. Η τριβή της επιφάνειας καθώς ελαττώνεται προς τα επάνω είναι αποτελεσματική σε ύψος 1.500-2.000 πόδια. Πάνω από αυτό το ύψος τα αποτελέσματα της τριβής ελαττώνονται γρήγορα και θεωρούνται ανύπαρκτα για όλους τους πρακτικούς σκοπούς. Κατά συνέπεια ο αέρας γύρω από τα 2.000 πόδια ή και ψηλότερα πάνω από το έδαφος συνήθως τείνει να πνεύσει παράλληλα προς τις ισοβαρείς.

#### δ. Φυγόκεντρη Δύναμη

Οι ισοβαρείς και οι ισούψεις καμπυλώνονται γύρω από τα συστήματα της πίεσης. Η καμπυλότητα δημιουργεί φυγόκεντρη δύναμη στην κίνηση του αέρα και προκαλεί τάση ροής από το κέντρο προς τα άκρα. Τα αποτελέσματα αυτής της δύναμης είναι η αύξηση της ταχύτητας του ανέμου στις περιοχές υψηλής πίεσης και η ελάττωσή της στις περιοχές χαμηλής πίεσης. Άλλες δυνάμεις που επενεργούν εκμηδενίζουν το αποτέλεσμα αυτό εφ' όσον ο άνεμος κοντά σε κέντρα υψηλής πίεσης είναι συνήθως ασθενής και ο άνεμος κοντά σε κέντρα χαμηλής πίεσης είναι τυπικά ισχυρός. Η δύναμη της φυγόκεντρης δύναμης αυξάνει μαζί με την ταχύτητα του ανέμου και ελαττώνεται καθώς η ακτίνα καμπυλότητας αυξάνει.

#### ε. Βαρύτητα

Η δύναμη της βαρύτητας συμπιέζει τον αέρα προς την επιφάνεια της γης και δημιουργεί τέτοια τάση, ώστε ο πυκνότερος αέρας να βρίσκεται πάντα κάτω από τον αραιότερο.

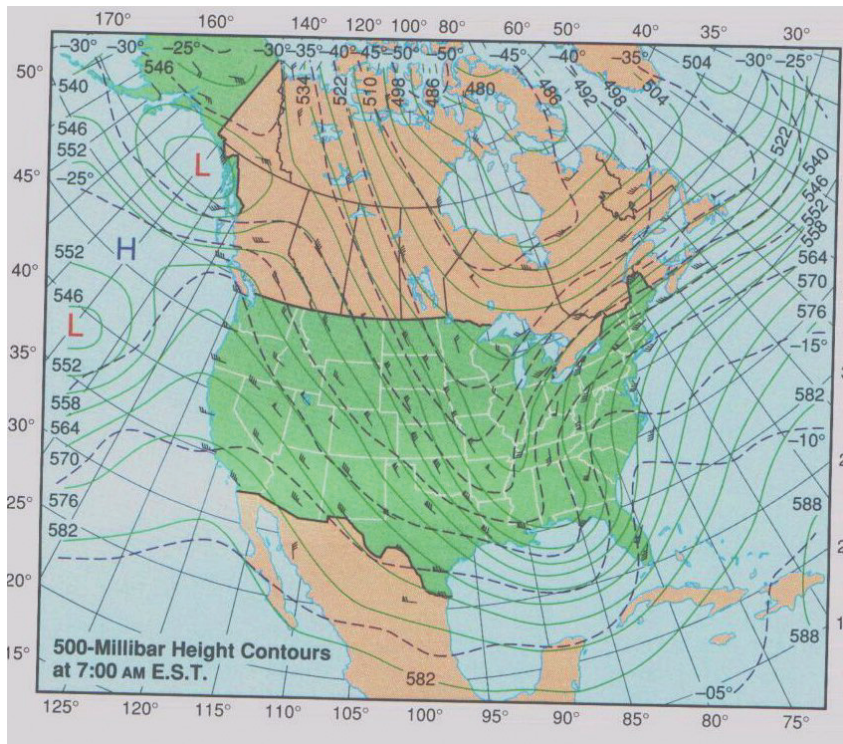
### 7. Μεγάλα Συστήματα Ανέμων

#### α. Κυκλώνες και Αντικυκλώνες

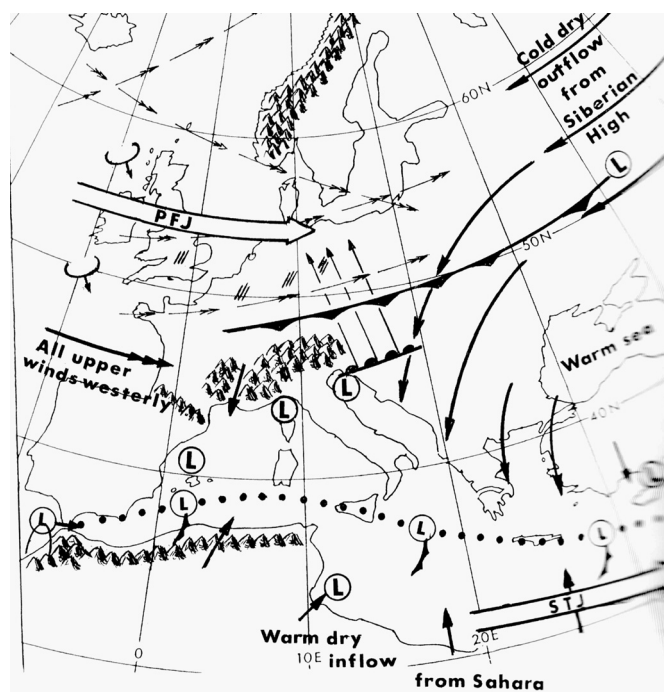
Στην εύκρατη ζώνη και βορειότερα ο καιρός μεταβάλλεται σταθερά όταν διέρχονται κυκλώνες (χαμηλά συστήματα) και αντικυκλώνες (υψηλά συστήματα). Τα συστήματα αυτά κινούνται κατά μέσο όρο από τα δυτικά προς τα ανατολικά και επικρατούντες άνεμοι είναι οι δυτικοί. Αυτά συνοδεύονται από μεταπτώσεις του ανέμου και σε μερικές περιπτώσεις από μεγάλες και γρήγορες μεταπτώσεις στη θερμοκρασία και στις περιοχές υετού. Οι κυκλώνες και αντικυκλώνες που μετακινούνται παρέχουν τα σπουδαιότερα μέσα με τα οποία εναλλάσσεται η θερμότητα μεταξύ των υψηλών και χαμηλών πλατών. Οι κυκλώνες έχουν συνήθως διάμετρο μερικές εκατοντάδες μίλια. Οι αντικυκλώνες είναι γενικά ευρύτεροι και συχνά περισσότερο επιμήκεις και ο μέγιστος άξονάς τους σε μερικές περιπτώσεις έχει έκταση περίπου 2.000 μίλια ή και περισσότερο. Οι ισοβαρείς καμπυλώνονται στους κυκλώνες και αντικυκλώνες, αλλά ο άνεμος ακολουθεί τις ισοβαρείς (εξαιρείται η επίδραση της τριβής κάτω από τα 2.000 πόδια περίπου). Οι εικόνες 4-15 και 4-16 δείχνουν τη ροή του αέρα στους κυκλώνες και αντικυκλώνες. Στο βόρειο ημισφαίριο, στα χαμηλά συστήματα, ο άνεμος πνέει αντίθετα από την κίνηση των δεικτών του ωρολογίου και επομένως άτομα με τα νώτα στραμμένα προς τον πνέοντα άνεμο έχουν τις υψηλές πιέσεις αριστερά τους. Οι ταχύτητες του ανέμου τείνουν να είναι σημαντικά μεγαλύτερες στους κυκλώνες παρά στους αντικυκλώνες, αλλά υπάρχουν σημαντικές εξαιρέσεις ειδικά σε μερικές γεωγραφικές περιοχές π.χ. πολικές διασπάσεις συνοδεύονται από γρήγορες αυξήσεις πίεσης και ισχυρών ανέμων.

#### β. Λαίλαπες

Η πάρα πολύ χαμηλή πίεση, οι ισχυρότατοι άνεμοι, οι καταρρακτώδεις βροχές και όλα χαρακτηριστικά που παρατηρούνται στις λαίλαπες θα μελετηθούν σε άλλα Κεφάλαια του εγχειριδίου. Πιο πολλά θα αναφερθούν στο Κεφάλαιο που αναφέρεται στον τροπικό καιρό, γιατί οι λαίλαπες παρατηρούνται στα τροπικά πλάτη.



Εικ. 4-15 Ροή Αέρα Γύρω από Βαρομετρικές Περιοχές της Επιφάνειας



Εικ. 4-16. Ροή Αέρα στην Ευρώπη Λόγω των Επικρατούντων Κυκλώνων και Αντικυκλώνων.

#### γ. Αεροχειμάρροι

Η μελέτη των μεγάλων συστημάτων ανέμων θα ήταν ελλειπείς χωρίς έστω και υπόμνηση του αεροχειμάρρου, δηλαδή της ζώνης μέγιστης ταχύτητας ανέμου που συναντάται στα μεγάλα ύψη. Στο Κεφ. ΙΓ θα μελετηθούν όλες οι λεπτομέρειες για τους αεροχειμάρρους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ε

### ΥΓΡΑΣΙΑ

#### 1. Γενικά

Το νερό που είναι από τα σπουδαιότερα στοιχεία της ατμόσφαιρας συναντάται σε τρεις καταστάσεις, στερεή, υγρή και αέρια. Σαν στερεό απαντάται με τη μορφή χιονιού, χαλαζιού, χιονόλουτου, πάχνης, παγοκρυστάλλων και κρυστάλλινης ομίχλης. Σαν υγρό απαντάται με τη μορφή βροχής, ψεκάδων δρόσου και μικροσκοπικών υδροσταγονιδίων που αποτελούν τα νέφη και την ομίχλη. Τέλος σαν αέριο απαντάται στους αόρατους υδρατμούς.

Οι υδρατμοί αποτελούν το σπουδαιότερο απλό στοιχείο για τη δημιουργία των νεφών και των άλλων ορατών καιρικών φαινομένων. Η ικανότητα των υδρατμών για τη δημιουργία υετού ουσιαστικά προσδιορίζει την ικανότητα μιας περιοχής να διατηρήσει μορφές ζωής. Ωστόσο δημιουργεί προβλήματα και πολλές φορές κινδύνους για το χειριστή και ιδιαίτερα κατά την μετατροπή του από την υγρή στη στερεή κατάσταση. Το μεγαλύτερο μέρος της ατμοσφαιρικής υγρασίας συγκεντρώνεται στην κατώτερη ατμόσφαιρα και σπάνια απαντάται σε αξιοσημείωτα ποσά πάνω από την τροπόπαυση.

Οι ωκεανοί αποτελούν τη βασική πηγή υγρασίας της ατμόσφαιρας, αλλά αυτή τροφοδοτείται επίσης με υδρατμούς και από τις λίμνες, τα ποτάμια, τα πηγάδια, τις υγρές επιφάνειες, τα χιονισμένα εδάφη, τις παγωμένες εκτάσεις και από τα βλαστώδη εδάφη. Η υγρασία μπαίνει στην ατμόσφαιρα με τη μορφή υδρατμών και μεταφέρεται μετά από τον άνεμο σε μεγάλες αποστάσεις πριν ακόμη μεταβληθεί σε υετό υγρής ή στερεής κατάστασης.

#### 2. Αλλαγές Κατάστασης

Κατά τη μετατροπή του νερού από την υγρή στη στερεή κατάσταση τα μόρια αποσπώνται από την υγρή επιφάνεια και εισέρχονται στην ατμόσφαιρα με τη μορφή υδρατμών. Η ποσότητα της μεταφοράς των υδρατμών αυξάνει ανάλογα με την αύξηση της θερμοκρασίας στην υγρή επιφάνεια. Τούτο αποτελεί απλοποιημένη ερμηνεία της εξάτμισης, δηλαδή διαδικασία κατά την οποία εισέρχεται νερό στην ατμόσφαιρα από υδάτινη επιφάνεια. Οποιαδήποτε αλλαγή κατάστασης συνεπάγεται κάποια απώλεια θερμότητας. Κατά την απόσπασή τους τα μόρια του αέρα χρησιμοποιούν ενέργεια (θερμότητα), ψύχοντας έτσι το υγρό που παραμένει. Η απαιτούμενη θερμότητα για τη διαδικασία της εξάτμισης δεν χάνεται, αλλά παραμένει σε λανθάνουσα μορφή στους υδρατμούς. Όταν οι υδρατμοί μετατρέπονται πάλι σε υγρό, η θερμότητα αυτή επανεμφανίζεται. Όσο ταχύτερη είναι η εξάτμιση τόσο μεγαλύτερη είναι η ψύξη της εξεταζόμενης επιφάνειας από την οποία απελευθερώνεται η θερμότητα. Κατά την περίοδο υψηλών θερμοκρασιών, ασθενών ανέμων και μεγάλης υγρασίας οι καιρικές συνθήκες γίνονται καταθλιπτικές. Σε τέτοιες περιπτώσεις η εφίδρωση του σώματος γίνεται με χαμηλό ρυθμό και γι' αυτό η ψύξη είναι μικρή. Όταν χρησιμοποιούμε ανεμιστήρα για σκοπούς κλιματισμού, αυτός απομακρύνει τον αέρα που είναι γεμάτος με υδρατμούς και τον αντικαθιστά με ξηρότερο. Καθώς η υγρασία του δέρματος εξετμίζεται μέσα στον ξηρότερο αέρα, αρκετή ποσότητα θερμότητας που είναι απαραίτητη για την εξάτμιση αφαιρείται από το δέρμα και έτσι το σώμα ψύχεται.

Επίσης θερμότητα απαιτείται και για την τήξη του πάγου ή του χιονιού. Κατά την πήξη απελευθερώνεται η ίδια θερμότητα. Έτσι η εξάτμιση και η τήξη ψύχουν τον αέρα ή τουλάχιστον επιβραδύνουν την αύξηση της θερμοκρασίας, η οποία παράγεται από άλλες διαδικασίες που παρατηρούνται ταυτόχρονα. Αντίθετα η συμπύκνωση (μετατροπή από την αέρια στην υγρή κατάσταση) και η πήξη αυξάνουν τη θερμοκρασία του αέρα ή τουλάχιστον εμποδίζουν την ελάττωσή της.

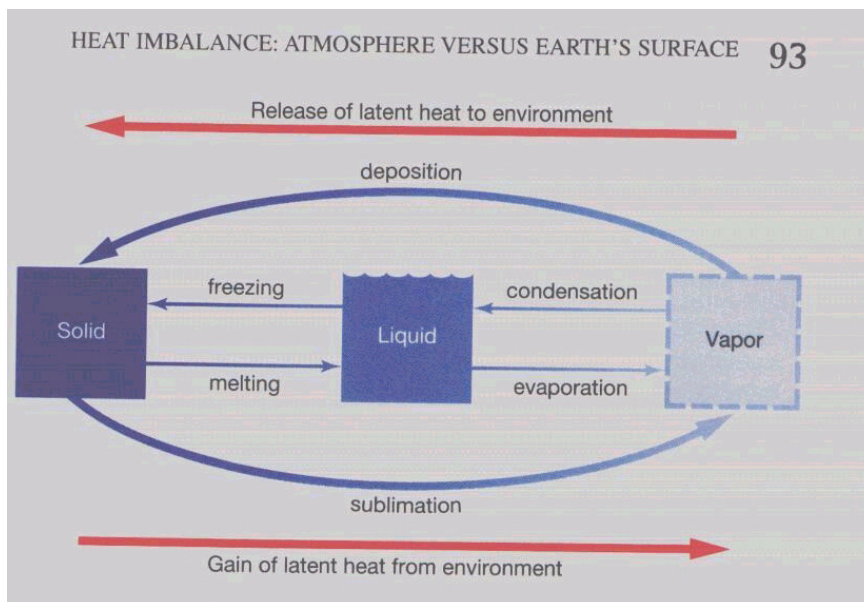
Υπάρχει ακόμη πιθανότητα μετατροπής του πάγου απ' ευθείας σε υδρατμούς χωρίς διέλευση από το στάδιο της υγρής κατάστασης. Πολλές φορές έχει παρατηρηθεί το φαινόμενο να χάνεται το χιόνι από το έδαφος χωρίς να λιώσει σε νερό. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται εξαχνωση. Η εξαχνωση μοιάζει κατά κάποιο τρόπο με την εξάτμιση, πλην όμως χρειάζεται περισσότερη θερμική ενέργεια για την απόσπαση των μορίων από χερσαία παρά από υδάτινη επιφάνεια.

Η θερμότητα που απαιτείται για την εξαχνωση μιας συγκεκριμένης ποσότητας πάγου είναι το άθροισμα της θερμότητας που απαιτείται για τη τήξη συν αυτή που απαιτείται για την εξάτμιση (ακόμη και όταν δεν λαμβάνει χώρα το φαινόμενο της τήξης ή της εξάτμισης).

Εκτός από τις χιονοσκεπείς και παγωμένες επιφάνειες, στερεές μορφές υετού εφοδιάζουν την ατμόσφαιρα με υδρατμούς με τη διαδικασία της εξαχνωσης ή αεροποίησης. Το ποσό των υδρατμών που



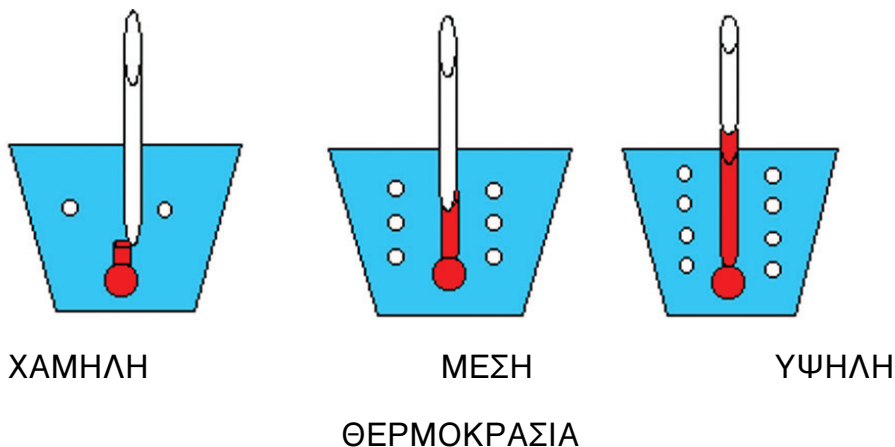
προστίθεται στην ατμόσφαιρα με τη διαδικασία της εξαχνωσης, συγκρινόμενο με αυτό που προέρχεται από την εξάτμιση, είναι σχετικά μικρό. Ακόμη ο πάγος μπορεί να σχηματιστεί από υδρατμούς, χωρίς να μεταπέσει σε ενδιάμεση κατάσταση. Η διαδικασία αυτή η οποία είναι η αντίστροφη της εξαχνωσης ονομάζεται στερεοποίηση και παρατηρείται όταν σχηματίζεται πάγος κατά τη διάρκεια ψυχρής και αίθριας νύχτας. Όλες οι μετατροπές της κατάστασης του νερού παρουσιάζονται στην εικ. 5-1.



**Εικ. 5-1. Αλλαγές Κατάστασης του Αέρα.**

### 3. Περιεκτικότητα Υγρασίας

Υπάρχει ένα όριο στο ποσό των υδρατμών το οποίο μπορεί να συγκρατήσει ο αέρας κάτω από μία ορισμένη θερμοκρασία. Όταν επιτυγχάνεται το όριο αυτό ο αέρας ονομάζεται κορεσμένος. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του αέρα τόσο περισσότερους υδρατμούς μπορεί να συγκρατήσει πριν ακόμη καταστεί κορεσμένος ή εμφανιστεί το φαινόμενο της συμπύκνωσης (εικ. 5.2). Για αύξηση της θερμοκρασίας κατά προσέγγιση 20° F (11° C) η χωρητικότητα σε υδρατμούς μιας στήλης αέρα διπλασιάζεται. Ακόρεστος αέρας που περιέχει μία ποσότητα υδρατμών θα καταστεί κορεσμένος αν η θερμοκρασία του ελαττωθεί σημαντικά. Περαιτέρω ψύξη υποχρεώνει μια ποσότητα των υδρατμών να συμπυκνωθεί σε μορφή ομίχλης, νεφών ή υετού. Αυτή η διαφορά είναι γνωστή σαν εύρος υγρασίας. Η σχετική υγρασία αυξάνει καθώς ελαττώνεται το εύρος και ανέρχεται σε 100% όταν τούτο είναι 0° C.



**Εικ. 5-2. Οι Κηλίδες Μέσα στα Δοχεία Απεικονίζουν την Λεγόμενη Ικανότητα σε Υδρατμούς του Θερμότερου Νερού.**

#### α. Σχετική Υγρασία

Σχετική υγρασία ονομάζεται η αναλογία του ποσού των υδρατμών που περιέχεται στον αέρα προς το μέγιστο ποσό των υδρατμών τους οποίους μπορεί να συγκρατήσει ο αέρας στη θερμοκρασία που βρίσκεται και εκφράζεται με εκατοστιαία αναλογία. Όταν ο αέρας περιέχει το μέγιστο ποσό υδρατμών το οποίο μπορεί να συγκρατήσει στη θερμοκρασία του, η σχετική υγρασία του ανέρχεται στο 100%. Σχετική υγρασία 50% δηλώνει ότι ο αέρας περιέχει τη μισή ποσότητα υδρατμών τους οποίους μπορεί να συγκρατήσει στη θερμοκρασία που βρίσκεται.

#### β. Σημείο Δρόσου

Σημείο δρόσου ονομάζεται η θερμοκρασία στην οποία πρέπει να ψυχθεί ο αέρας για να καταστεί κορεσμένος, χωρίς να μεταβληθεί η ποσότητα υδρατμών του κάτω από δεδομένη πίεση.

Όταν η θερμοκρασία του σημείου δρόσου είναι κάτω του μηδενός πολλές φορές ονομάζεται σημείο παγετού. Η διαφορά μεταξύ πραγματικής θερμοκρασίας του αέρα και του σημείου δρόσου αποτελεί ένδειξη του πόσο κοντά στον κορεσμό βρίσκεται ο αέρας. Αυτή η διαφορά είναι γνωστή σαν εύρος υγρασίας. Η σχετική υγρασία αυξάνει καθώς ελαττώνεται το εύρος και ανέρχεται σε 100% όταν τούτο είναι 0° C.

Το σημείο δρόσου περιλαμβάνεται στις αναφορές καιρού για την αεροναυτιλία, γιατί αποτελεί κρίσιμη θερμοκρασία που δηλώνει τη συμπεριφορά του νερού στην ατμόσφαιρα. Όταν η θερμοκρασία του αέρα που βρίσκεται κοντά την επιφάνεια είναι μεγαλύτερη από αυτή του σημείου δρόσου και η διαφορά των θερμοκρασιών αυξάνεται, αν υπάρχει ομίχλη ή χαμηλά νέφη πιθανόν να διαλυθούν, γιατί ο αέρας γίνεται ικανός να συγκρατήσει περισσότερους υδρατμούς. Τούτο ισχύει ιδιαίτερα κατά τις πρωινές ώρες όταν αυξάνει η θερμοκρασία κοντά στο έδαφος. Εξάλλου οι χειριστές μπορούν να προειδοποιηθούν για την πιθανότητα σχηματισμού ομίχλης ή χαμηλών νεφών σ' ένα αεροδρόμιο σε κάθε στιγμή, εφόσον η θερμοκρασία της επιφάνειας διαφέρει 2° C από το σημείο δρόσου και η διαφορά τους ελαττώνεται.

### 4. Προϊόντα Συμπύκνωσης και Εξάχνωσης

Το φαινόμενο της συμπύκνωσης παρατηρείται όταν προστίθεται υγρασία σε αέρα που είναι πλέον κορεσμένος ή όταν η ψύξη του αέρα υποβιβάζει τη θερμοκρασία κάτω από το σημείο κορεσμού.

Συμπύκνωση παρατηρείται όταν ο αέρας:

- α. Κινείται πάνω από ψυχρότερη επιφάνεια.
- β. Ανέρχεται (ψύξη από εκτόνωση).
- γ. Ψύχεται κατά τη νύχτα κοντά στο έδαφος, λόγω της ακτινοβολίας της θερμότητας πάνω στη γη.

#### (1) Νέφη και Ομίχλη

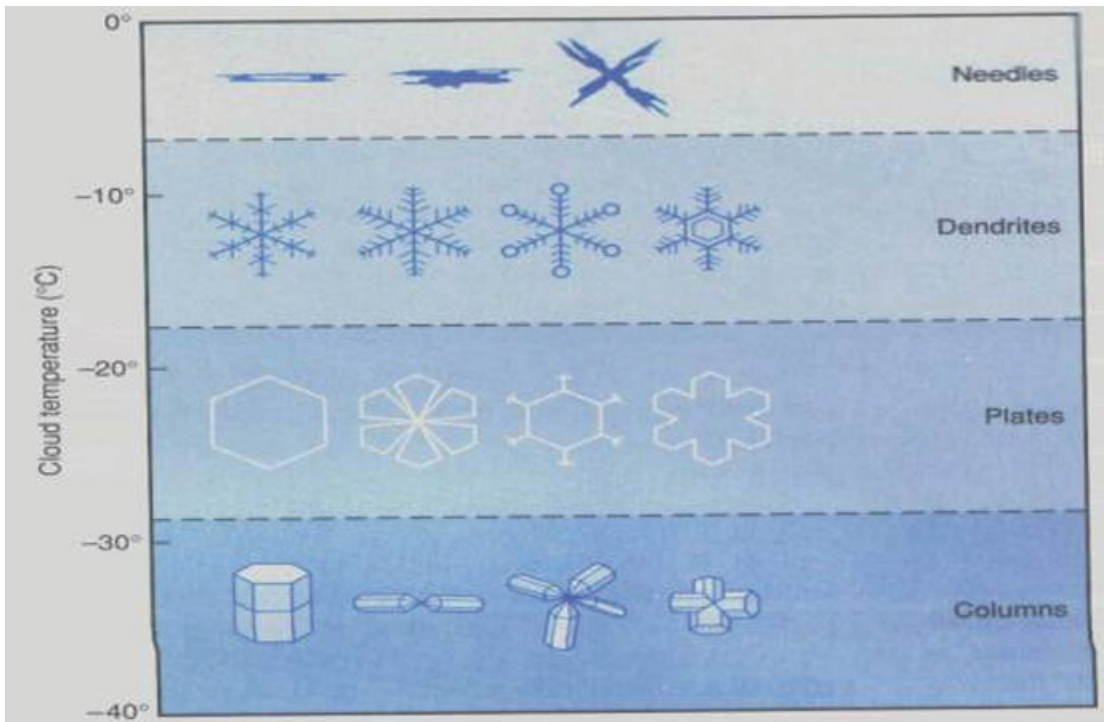
Οι συνηθέστερες μορφές προϊόντων από συμπύκνωση και στερεοποίηση είναι τα νέφη και η ομίχλη. Αποτελούνται από μικρά υδροσταγονίδια που συγκεντρώνονται πάνω σε μικροσκοπικούς υδροαπορροφητικούς στερεούς πυρήνες του αέρα (όπως μόρια αλατιού από την εξατμιζόμενη θάλασσα, σκόνη και προϊόντα καύσης) που ονομάζονται πυρήνες συμπύκνωσης. Όταν οι θερμοκρασίες είναι πάρα πολύ κάτω από το σημείο παγοποίησης, τότε σχηματίζονται παγοκρύσταλλοι αντί υδροσταγονιδίων. Η αφθονία ίδιων μορίων πάνω στα οποία σχηματίζονται τα υδροσταγονίδια, επιτρέπει γενικά στη συμπύκνωση να λάβει χώρα κατά τη στιγμή που ο αέρας γίνεται κορεσμένος. Τα νέφη και η ομίχλη που σχηματίζονται όταν οι θερμοκρασίες είναι αρκετά κάτω από το σημείο πήξης (-15°C ή χαμηλότερα) αποτελούνται συνήθως από μικρά κομμάτια πάγου γνωστά σαν παγοκρύσταλλοι, που σχηματίζονται απευθείας από υδρατμούς με τη διαδικασία της στερεοποίησης. Ωστόσο συχνά παρατηρούνται υδροσταγονίδια στην ατμόσφαιρα και σε θερμοκρασίες πολύ χαμηλότερες του σημείου παγοποίησης και μερικές φορές κατώτερες από τους -60°C, αλλά γενικά σπάνια κάτω από τους -40°C. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται υπέρτηξη και είναι συνηθισμένη σε νέφη θερμοκρασίας -15°C περίπου. Όταν ένα αεροσκάφος εισχωρήσει σε νέφη που βρίσκονται σε υπέρτηξη συνήθως συσσωρεύει πάγο επάνω του, γιατί η ανατάραξη που προκαλείται από το αεροσκάφος επιφέρει ακαριαία την παγοποίηση των υδροσταγονιδίων.

#### (2) Υετός

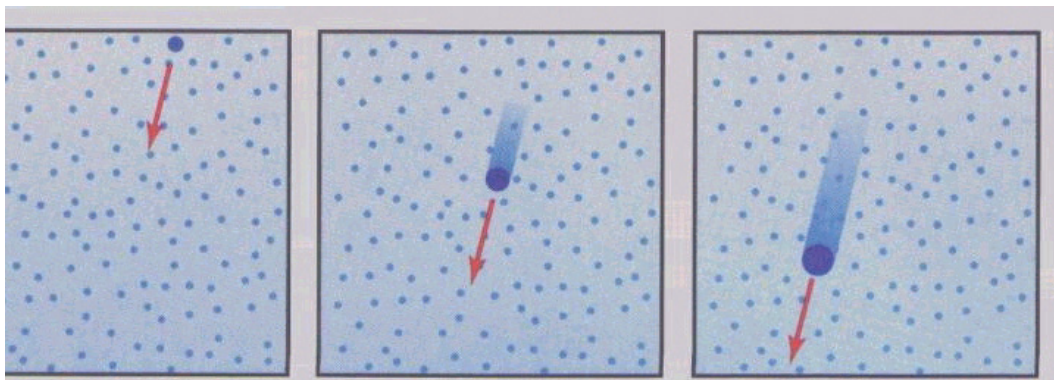
Ο υετός αποτελεί υγρασία υγρής ή στερεής μορφής που κατέρχεται από την ατμόσφαιρα με μορφή βροχής, ψεκάδων, χιονόλутου, χιονιού ή και συνδυασμού αυτών. Η μορφή του

υετού εξαρτάται κυρίως από τις συνθήκες θερμοκρασίας και από το βαθμό των αναταράξεων που υπάρχουν και είναι αδύνατη η ύπαρξη υετού χωρίς νέφη, αν και πολλά νέφη δεν δίνουν υετό. Τα αρχικά υδροσταγονίδια είναι συνήθως πολύ μικρά και αιωρούνται μέσα στην ατμόσφαιρα. Υετός παρατηρείται όταν τα υδροσταγονίδια των νεφών αναπτυχθούν σημαντικά σε μέγεθος και βάρος, οπότε πέφτουν στη γη λόγω της έλξης και υπερνίκησης άλλων αιτιών που τα αναγκάζουν να αιωρούνται.

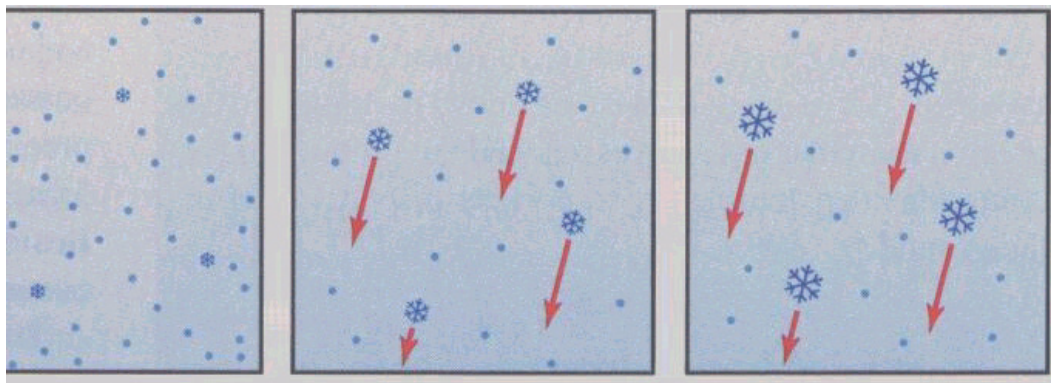
Η ανάπτυξη αυτή μπορεί να παρατηρηθεί μέσω ενός αριθμού διαδικασιών, παίρνοντας σαν παράδειγμα τη δημιουργία χιονιού. Οι νιφάδες αναπτύσσονται καθώς το νερό των υδροσταγονιδίων που βρίσκονται σε υπέρηξη εξατμίζεται και στη συνέχεια στερεοποιείται σε παγοκρυστάλλους (εικ. 5-3). Σε νέφη που η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από αυτή του σημείου πήξης, η σύγκρουση υδροσταγονιδίων διαφόρων μεγεθών αποτελεί τη συνηθέστερη διαδικασία δημιουργίας υετού (εικ. 5-4). Οι κατακόρυφες κινήσεις του αέρα υποχρεώνουν τα υδροσταγονίδια να συγκρουστούν και βοηθούν στην ανάπτυξη των νεφών μεταφέροντας τους υδρατμούς ψηλότερα. Συνήθως υετός άλλης μορφής και ασθενούς έντασης απαιτεί ανάπτυξη νεφών πάχους μεγαλύτερου από 4.000 πόδια.



Εικ. 5-3. Ανάπτυξη Υδροσταγόνων από Σύγκρουση Υδροσταγονιδίων Νέφους.



Εικ. 5-4α. Σχηματισμός Υετού (Βροχής).



**Εικ. 5-46. Σχηματισμός Υετού (Χιονιού).**

Όταν ο αέρας είναι πάρα πολύ ασταθής, τα κατακόρυφα ρεύματα μέσα στα νέφη είναι πολύ ισχυρά και μεταφέρουν υδροσταγονίδια που βρίσκονται σε υπέρτηξη ή μόρια πάγου σε μεγάλα ύψη. Εφόσον οι υδροσταγόνες γίνουν μεγαλύτερες, πριν και κατά την πτώση τους προκαλούν ισχυρή βροχή ή χιόνι. Ο υετός μπορεί ν' αλλάξει μορφή εφόσον υπάρχουν μεταβολές θερμοκρασίας στο περιβάλλον όπου παρατηρείται, π.χ. το χιόνι μπορεί πέφτοντας να μετατραπεί σε βροχή, όταν κατά την πτώση του συναντήσει θερμομέτρα στρώματα, όπως και η βροχή μπορεί να μετατραπεί σε χιόνι όταν συναντήσει ψυχρότερα στρώματα. Μερικές φορές ισχυρά κατακόρυφα ρεύματα μεταφέρουν τον υετό κατ' επανάληψη μέσα στο νέφος και με τον τρόπο αυτό επαναλαμβάνονται οι κύκλοι τήξης και πήξης ή παγοποίησης με αποτελέσματα το σχηματισμό του χαλαζιού. Ο υετός δεν φθάνει πάντοτε στη γη. Πολλές φορές εξατμίζεται πλήρως μέσα σε ξηρό αέρα κάτω από τη βάση του νέφους.

### (3) Δρόσος και Πάχνη

Κατά τις αίθριες νύχτες που επικρατεί νηνεμία η βλάστηση ψύχεται από την ακτινοβολία, λαμβάνοντας θερμοκρασίες ίσες ή κατώτερες από το σημείο δρόσου του γειτονικού αέρα. Η υγρασία τότε συμπυκνώνεται στα φύλλα, όπως ακριβώς συμβαίνει σε μια γυάλινη φιάλη που περιέχει πάγο και βρίσκεται σε θερμό δωμάτιο. Ισχυρή δρόσος παρατηρείται πάνω στη χλόη και στα φυτά όταν βρίσκονται ακάλυπτα σε παρακείμενα πεζοδρόμια ή εκτεταμένα στερεά αντικείμενα. Αυτά απορροφούν μεγάλες ποσότητες θερμότητας κατά τη διάρκεια της ημέρας ή απελευθερώνουν τη θερμότητα τόσο αργά, ώστε δεν επιτρέπουν την ψύξη του περιβάλλοντα αέρα μέχρι του σημείου δρόσου κατά τη νύχτα. Η δρόσος δεν πέφτει από το περιβάλλον, αλλά η υγρασία που την προκαλεί προέρχεται από τον αέρα που εφάπτεται στην ψυχρή επιφάνεια. Όταν η θερμοκρασία της επιφάνειας βρίσκεται κοντά στο σημείο δρόσου του γειτονικού αέρα και το σημείο δρόσου του αέρα είναι κατώτερο του σημείου παγοποίησης, τότε σχηματίζεται πάχνη αντί δρόσου. Μερικές φορές η δρόσος που σχηματίζεται παγώνει και μοιάζει με πάχνη, αλλά ξεχωρίζει από την πάχνη γιατί η παγωμένη δρόσος είναι διαφανής, ενώ η γνήσια πάχνη αδιαφανής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΤ

### ΑΝΑΤΑΡΑΞΕΙΣ

#### 1. Γενικά

α. Οι αναταράξεις που επηρεάζουν τα αεροσκάφη ποικίλλουν από απλούς ενοχλητικούς κλυδωνισμούς έως και επικίνδυνες διαταράξεις της πτήσης που είναι ικανές να προκαλέσουν ακόμη και καταστροφές στο αεροσκάφος. Εφόσον οι αναταράξεις σχετίζονται με πάρα πολλές καιρικές καταστάσεις, η γνώση των αιτιών που τις προκαλούν και γενικά η συμπεριφορά των ανώμαλων αυτών κινήσεων του αέρα, βοηθά το χειριστή στην αποφυγή ή τουλάχιστον στον περιορισμό των επιδράσεων του αέρα που αναταράσσεται.

Η ατμόσφαιρα θεωρείται ταραγμένη όταν ανώμαλοι στροβιλισμοί και δίνες αέρα επηρεάζουν το αεροσκάφος με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνεται αισθητή μία σειρά απότομων κλυδωνισμών και αναταράξεων.

β. Γενικά υπάρχει μεγάλη ποικιλία μεγεθών δινών, αλλά εκείνες που προκαλούν τις αναταράξεις έχουν σχεδόν το ίδιο μέγεθος με τα αεροσκάφη. Η αντίδραση του αεροσκάφους στις αναταράξεις ποικίλλει ανάλογα με την ένταση των ανώμαλων ατμοσφαιρικών κινήσεων και με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του Α/Φ. Οι κυριότερες αιτίες αναταράξεων είναι:

- (1) Οι κατακόρυφες κινήσεις του αέρα με τη μορφή ρευμάτων μεταφοράς.
- (2) Η κίνηση του αέρα γύρω ή πάνω από βουνά ή αλλά εμπόδια.
- (3) Οι μεταβολές της διεύθυνσης και έντασης του ανέμου (Wind Shear).

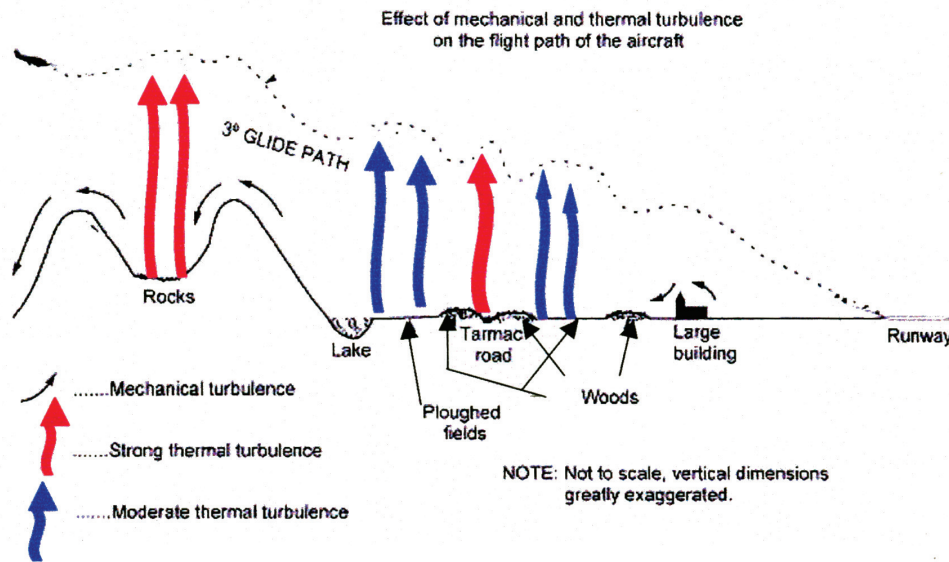
Συχνά δύο ή ακόμη και οι τρεις αυτοί παράγοντες δρουν ταυτόχρονα σε μια περιοχή.

#### 2. Κατακόρυφα Ρεύματα

Τα κατακόρυφα ρεύματα, τα οποία θεωρούνται σαν το κύριο αίτιο μέτριων ή ισχυρών αναταράξεων και είναι γνωστά στους χειριστές οι οποίοι πετούν σε χαμηλά ύψη με θερμό καιρό, είναι τοπικές ανοδικές και καθοδικές κατακόρυφες κινήσεις του αέρα. Για κάθε ανερχόμενο ρεύμα υπάρχει και ένα κατερχόμενο για ισοστάθμιση. Μερικές φορές το κατερχόμενο ρεύμα επεκτείνεται πάνω από μεγάλη περιοχή και έχει μικρότερη ταχύτητα από το ανερχόμενο. Κατά το σχηματισμό νεφών σ' ένα τυπικό καλοκαιρινό απόγευμα παρουσιάζονται ανοδικά ρεύματα αέρα πίσω και μέσα στα νέφη, ενώ τα καθοδικά ρεύματα ισοσταθμίζουν την ατμοσφαιρική κατάσταση στα διαστήματα μεταξύ των νεφών. Τα κατακόρυφα ρεύματα αναπτύσσονται μέσα στον αέρα ο οποίος θερμαίνεται, αφού έρχεται σε επαφή με την θερμή επιφάνεια της γης. Κατόπιν τούτου είναι περισσότερο ενεργά κατά τα θερμά καλοκαιρινά απογεύματα με ασθενείς ανέμους, γιατί η ισχυρή ροή του ανέμου τείνει να διαλύσει τα ρεύματα. Εάν ο αέρας είναι ασθενής, σχηματίζονται κοντά στην επιφάνεια της γης μεγάλες αέριες μάζες που έχουν θερμανθεί από το έδαφος. Οι μάζες αυτές ανέρχονται αργότερα σαν κατακόρυφα ρεύματα μέχρις ότου φθάσουν σε στρώμα της ίδιας θερμοκρασίας. Η ένταση του ρεύματος μεγαλώνει καθώς αυξάνει η θερμοκρασία εδάφους. Άγονες εκτάσεις όπως οι αμμώδεις ή οι βραχώδεις έρημοι και οι περιοχές που είναι οργωμένες, θερμαίνονται γρηγορότερα από τις περιοχές οι οποίες καλύπτονται από βλάστηση. Έτσι ανομοιόμορφη διαμόρφωση της επιφάνειας έχει σαν αποτέλεσμα την ανώμαλη θέρμανση του αέρα που γειτνιάζει με αυτή και προκαλεί ανοδικά ρεύματα διαφορετικής έντασης σε μικρή απόσταση (εικ. 6-1).

Ο ταραγμένος αέρας από τα ανοδικά ρεύματα του αέρα συνήθως αναφέρεται σε θερμική ανατάραξη. Η θαλάσσια αύρα και η αύρα ξηράς που αναφέρθηκαν στο Κεφ. Δ αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα ενεργών ανοδικών ρευμάτων. Ακόμη και όταν η γενική ροή του ανέμου είναι σημαντικά ισχυρή ώστε να εμποδίσει την ανάπτυξη θαλάσσιας αύρας, η διαφορετική θέρμανση ξηράς και θάλασσας προκαλεί σημαντικά ρεύματα, ώστε οι χειριστές να διαπιστώνουν αναταράξεις κατά τις θερμές καλοκαιρινές ημέρες όταν διασχίζουν τις ακτές.

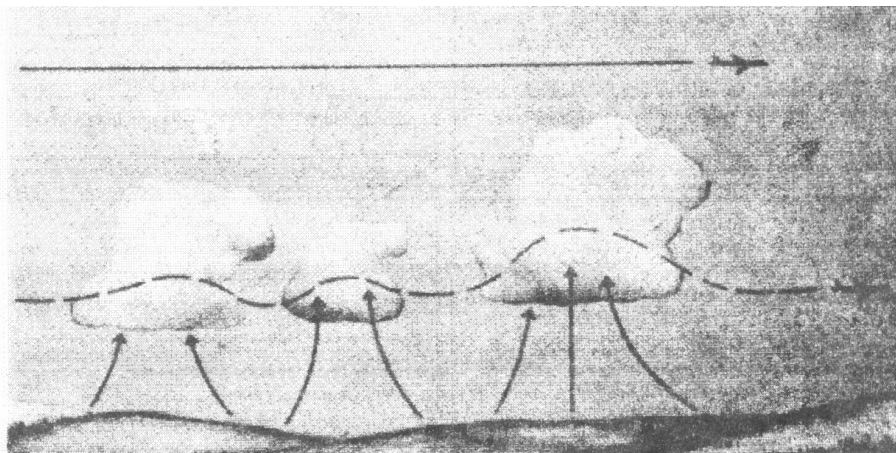
Οι χειριστές συνηθίζουν να συσχετίζουν τα ανοδικά ρεύματα με τα πυκνά θολωτά νέφη (σωρείτες) και με τα ογκώδη πυργοειδή νέφη που εμφανίζονται με άκμωνες (σωρειτομελανίες). Μερικές φορές όμως υπάρχουν ρεύματα και σε κατάσταση αίθριου καιρού. Τα ρεύματα αυτά μπορεί να είναι ενεργά παρ' όλο που ο αέρας είναι πολύ ξηρός και δεν ευνοεί το σχηματισμό νεφών. Όταν τα νέφη αυτά δεν έχουν σημαντική ανάπτυξη, ο χειριστής φυσιολογικά θα βρει ομαλό αέρα πάνω από τα νέφη



**Εικ. 6-1. Αποτελέσματα των Ρευμάτων Κατακόρυφης Μεταφοράς στην Προσέγγιση για Προσγείωση.**

(εικ. 6-2). Οι πιο σοβαρές αναταράξεις που απαντώνται γύρω ή μέσα σε νέφη σχετίζονται κανονικά με τις καταιγίδες.

Η θέρμανση από κάτω κάνει τον αέρα ασταθή και ταραγμένο σε ύψη αρκετών χιλιάδων ποδών πάνω από την επιφάνεια. Μερικές φορές παρόμοια κατάσταση συμβαίνει στα ανώτερα στρώματα όταν ο αέρας ψύχεται με ανύψωση ή όταν ψυχρός αέρας κινείται στα ανώτερα στρώματα μέσα στη περιοχή αστάθειας. Τα ανοδικά ρεύματα προκαλούν αναταράξεις σε στρώμα πάχους συνήθως πολλών χιλιάδων ποδών. Εάν υπάρχει διαθέσιμη αρκετή ποσότητα υγρασίας μέσα στο στρώμα συναντώνται σωρευτικόμορφα νέφη.



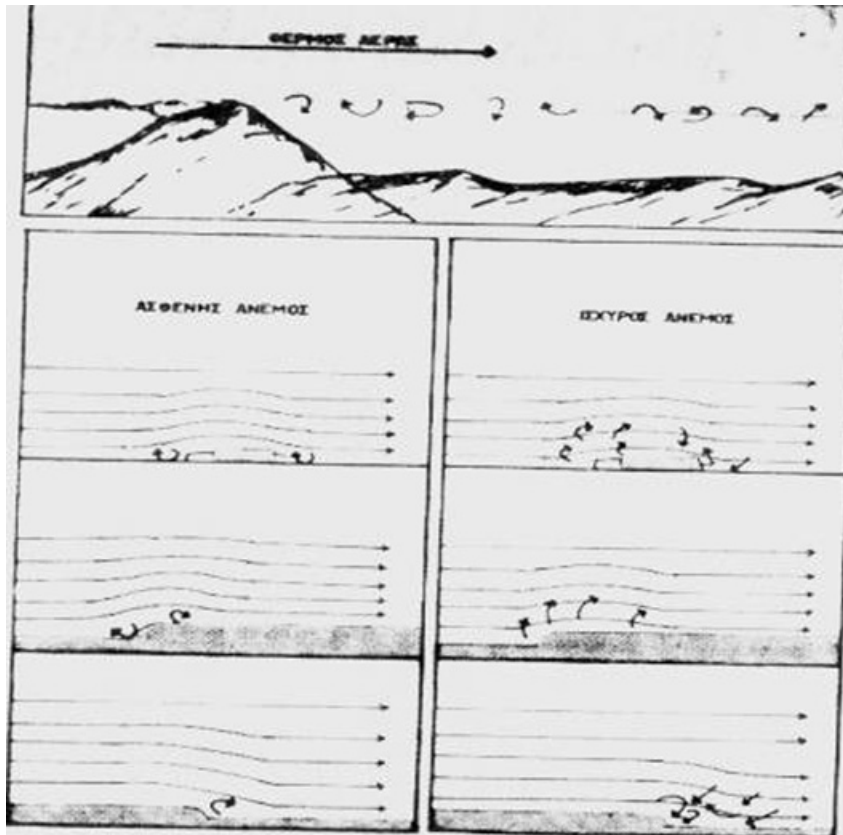
**Εικ. 6-2. Αποφυγή Αναταράξεων με Πτήση Πάνω από τα Νέφη.**

Η συχνότητα των αναταράξεων αυξάνει ανάλογα με την ταχύτητα του αεροσκάφους όταν αυτό πετάει μέσα σε μία σειρά από ανοδικά ρεύματα. Σε περιπτώσεις μεγάλων ταχυτήτων και σε δεδομένα διαστήματα τα αεροσκάφη διασχίζουν περισσότερα ανοδικά και καθοδικά ρεύματα και κατά συνέπεια η αυξανόμενη ταχύτητα που προκαλεί τις αναταράξεις γίνεται ακόμη σοβαρότερη και οφείλεται στις ταχύτερες αλλαγές των κατακόρυφων κινήσεων των αεροσκαφών.

Όσο ελαφρύτερο είναι το αεροσκάφος και μικρότερη η ταχύτητά του τόσο ευκολότερη είναι η εκτόπισή του από το ίχνος πτήσης. Έτσι το μέγεθος του αεροσκάφους, η ταχύτητά του και οι καιρικές συνθήκες αλληλοεξαρτώνται κατά τον προσδιορισμό των αναταράξεων τις οποίες θα συναντήσει ο χειριστής.

### 3. Εμπόδια στη Ροή Ανέμου

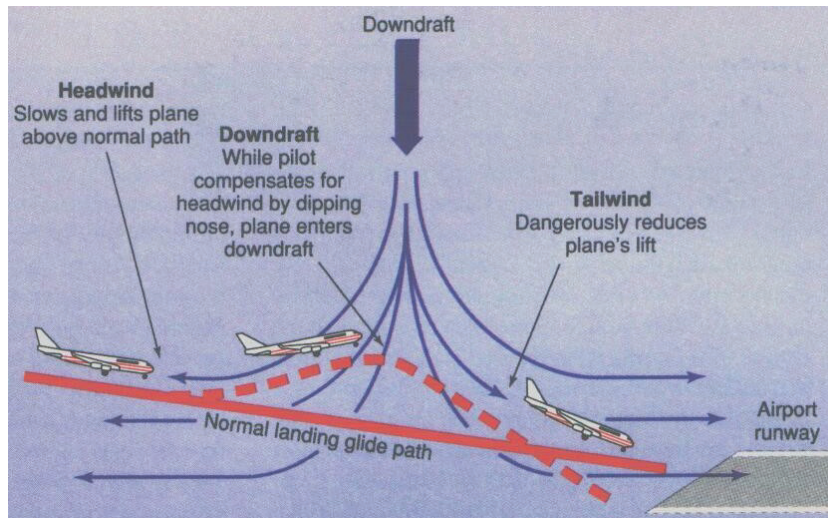
Οι αναταράξεις που παρατηρούνται κατά την κίνηση αέρα πάνω από μια ανώμαλη περιοχή ή άλλα εμπόδια αποτελούν μια μηχανική διαδικασία. Όταν παρεμβάλλονται ικανά εμπόδια (όπως κτίρια, δέντρα, λόφοι κλπ) στο ίχνος της κίνησης, η φυσιολογική ροή μεταβάλλεται σε ένα αχανές σύμπλεγμα δινών παρόμοιων μ' αυτές ρεύματος νερού, αλλά περισσότερο σύνθετο (εικ. 6-3).



**Εικ. 6-3. Δίνες Αέρα σε Ανώμαλο Έδαφος.**

Οι δίνες, των οποίων το μέγεθος και η έκταση επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά της πτήσης ενός αεροσκάφους, τείνουν να παρακολουθήσουν τη γενική ροή του ανέμου. Ο βαθμός των αναταράξεων οι οποίες συναντώνται από αεροσκάφος που πετά σε χαμηλά ύψη και πάνω από ανώμαλη περιοχή εξαρτώνται από την τραχύτητα της περιοχής, την ταχύτητα του ανέμου και το βαθμό αστάθειας της αέριας μάζας. Ευαίσθητα ανεμομετρικά όργανα τοποθετημένα σε ανώμαλες περιοχές ή όπου υπάρχουν εμπόδια δείχνουν μεγάλη ποικιλία έντασης και διεύθυνσης ανέμου καθώς επίσης και σύντομες, απότομες και ακανόνιστες περιόδους χαμηλής έντασης (νηνεμίες) και υψηλών ταχυτήτων (ριπές).

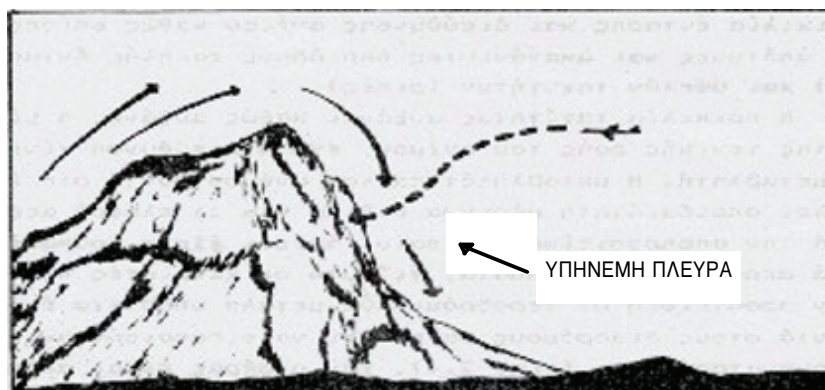
Η ποικιλία ταχύτητας αυξάνει καθώς αυξάνει η μέση ταχύτητα της γενικής ροής του ανέμου, ενώ η διεύθυνση γίνεται λιγότερο μεταβλητή. Η μεταβλητότητα του ανέμου κοντά στο έδαφος αποτελεί σπουδαιότατη μέριμνα, ειδικά για τα ελαφρά αεροσκάφη κατά την απο/προσγείωση. Ριπαιοί άνεμοι έχουν προκαλέσει πάρα πολλά αεροπορικά ατυχήματα, γι' αυτό χειριστές που επιχειρούν προσγείωση σε αεροδρόμια με μεγάλα υπόστεγα ή άλλα κτίρια κοντά στους διαδρόμους θα πρέπει να ειδοποιούνται για την ύπαρξη αναταράξεων (εικ. 6-4). Εάν ο αέρας είναι ασθενής, οι δίνες διατηρούνται σαν στροβιλιζόμενα βλήματα αέρα στα προσήνεμα και υπήνεμα σημεία των κτιρίων.



**Εικ. 6-4. Επίδραση Ριπαίου Ανέμου Κατά την Π/Γ Αεροσκάφους**

Αν ο άνεμος έχει ταχύτητα μεγαλύτερη από 20 κόμβους, η ροή διασπάται σε ακανόνιστες δίνες που μεταφέρονται σε αρκετή απόσταση προς τη διεύθυνση του ρεύματος δημιουργώντας κινδύνους στο χώρο προσγείωσης. Ασθενής αέρας που πνέει πάνω από ομαλή περιοχή όπως αυτή των ομαλών λόφων, προκαλεί συνήθως ασθενείς αναταράξεις που τα αποτελέσματά τους περιορίζονται μέσα σε μία περιοχή λίγων εκατοντάδων ποδών. Σε περιπτώσεις ισχυρότερου ανέμου και μεγαλύτερων εξάρσεων οι αναταράξεις αυξάνουν και εκτείνονται σε μεγαλύτερα στρώματα.

Η κατάσταση γίνεται περισσότερο σύνθετη όταν ο αέρας πνέει πάνω από μεγάλες ορογραφικές εξάρσεις. Ο άνεμος όταν ανεβαίνει την προσήνεμη πλαγιά μέσα σε ευσταθή ατμόσφαιρα είναι συνήθως ομαλός. Ωστόσο όταν κατεβαίνει γρήγορα στην υπήνεμη πλαγιά εμφανίζει ισχυρά καθοδικά ρεύματα, προκαλώντας αναταράξεις κατά τέτοιο τρόπο που να μπορεί να συγκριθεί με τη ροή νερού προ τη φορά ανώμαλης κλίσης ρεύματος (εικ. 6-5). Τα κατερχόμενα ρεύματα μπορεί να καταστούν επικίνδυνα και να φέρουν το αεροσκάφος σε τέτοια θέση που δύσκολα θα επανέλθει στην αρχική του κατάσταση. Οι χειριστές θα πρέπει να περιμένουν ότι θα συναντήσουν τέτοιες καταστάσεις όταν προσεγγίζουν απότομες οροσειρές και πετάνε αντίθετα από τη διεύθυνση του ανέμου. Εάν ο αέρας είναι ισχυρός και οι βουνοκορφές φανερές συνίσταται η πτήση να γίνεται σε αρκετό ύψος κατά τη διέλευση πάνω από την περιοχή. Επίσης είναι σημαντικό η άνοδος στο ύψος διέλευσης να πραγματοποιηθεί πολύ πριν την προσέγγιση της περιοχής, για να αποφευχθεί η άνοδος μέσα σε ανθιστάμενα ρεύματα. Οι χειριστές θα πρέπει να είναι πολύ προσεκτικοί κατά την απόπειρα διέλευσης πάνω από υψηλές ορογραφικές εξάρσεις με συνθήκες ισχυρών ανέμων, γιατί ο άνεμος πάνω από εδαφικές εξάρσεις, στενές κοιλάδες ή διαβάσεις είναι συνήθως πολύ ισχυρότερος και περισσότερο ταραγμένος από τη γενική ροή του ανέ-



**Εικ. 6-5. Καθοδικά Ρεύματα στην Υπήνεμη Πλευρά Κορυφής.**

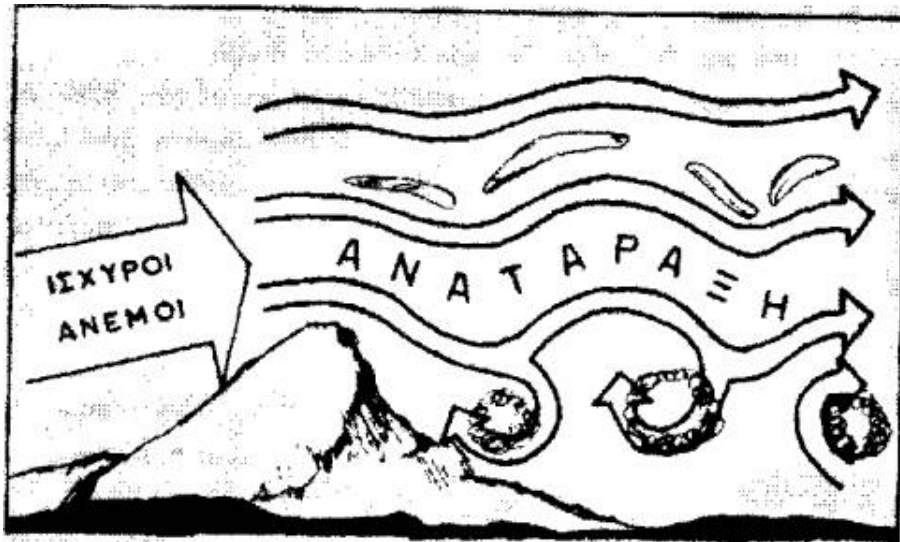


μου και ακολουθεί τη διεύθυνση των κοιλάδων ή των διαβάσεων και όχι τη γενική διεύθυνση του ανέμου.

Όταν άνεμοι έντασης 50 κόμβων περίπου πνέουν κατά προσέγγιση κάθετα σε υψηλή οροσειρά, οι προκαλούμενες αναταράξεις είναι πάρα πολύ ισχυρές. Σχετιζόμενες περιοχές σταθερών ανοδικών και καθοδικών ρευμάτων μπορούν να επεκταθούν πολλές φορές ψηλότερα από το επίπεδο των ορεινών κορυφών με μεγάλα κύματα που σχηματίζονται στην υπήνεμη πλευρά και επεκτείνονται προς τα πάνω πέρα από την τροπόσφαιρα.

Κατά την οριζόντια διάσταση τα κύματα του αέρα (εικ. 6-6) τα οποία αναφέρονται σαν σταθερά κύματα ή κύματα όρους, πολλές φορές επεκτείνονται μέχρι μιας ακτίνας 100 μιλίων ή και περισσότερο από την οροσειρά προς τη φορά του ρεύματος. Υπάρχουν αναφορές που βεβαιώνουν ότι μέσα στα κύματα όρους οι αναταράξεις ποικίλλουν από ασθενείς έως ισχυρές, πλην όμως πολλοί χειριστές ανέφεραν ότι συνάντησαν μέτριες έως ισχυρές. Πιθανά το πιο επικίνδυνο χαρακτηριστικό των κυμάτων όρους είναι το μέγεθος της διατήρησης των ανοδικών και καθοδικών ρευμάτων.

Κύματα όρους μεταβλητών μεγεθών είναι συνήθη στην οροσειρά της Πίνδου και σε άλλες περιοχές της Ευρώπης και της Ασίας. Επίσης κύματα όρους αναφέρθηκαν και σε σχετικά χαμηλά ορεινά συγκροτήματα. Τυπικές περιπτώσεις κυμάτων όρους απαντώνται επίσης και σε άλλες οροσειρές της Ελλάδας εκτός από την Πίνδο.



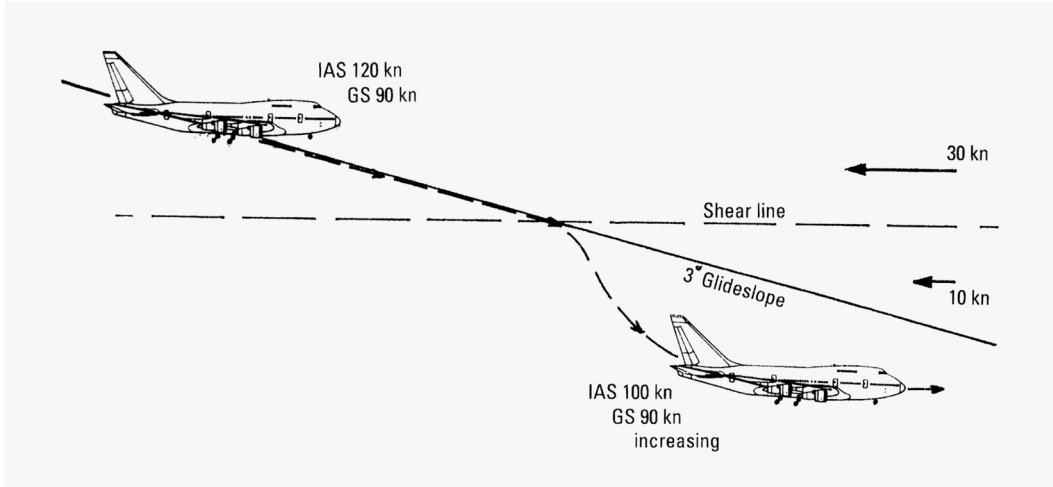
Εικ. 6-6. Κύμα Όρους.

Οι κορυφές των κυμάτων όρους εντοπίζονται από την ύπαρξη ακίνητων φακοειδών νεφών και την περιοχή περιστροφής από το σχηματισμό νεφών, των οποίων οι κινήσεις προσδιορίζουν τα βίαια ρεύματα αέρα. Άλλες φορές όταν δεν υπάρχει υγρασία δε σχηματίζονται νέφη και ως τούτου δεν υπάρχουν ορατές ενδείξεις ύπαρξης κυμάτων όρους. Η περιστροφική κίνηση είναι περισσότερο βίαιη κοντά στην υπήνεμη πλευρά, όπου οι κλίσεις είναι πολύ απότομες. Για πρακτικούς σκοπούς πιθανά κύματα όρους θα πρέπει να υπολογίζονται πάνω στην υπήνεμη πλευρά όταν οι άνεμοι που πνέουν κατά μήκος των βουνών έχουν ταχύτητα περίπου 50 κόμβους. Λόγω της ανώμαλης ροής του αέρα και της δημιουργίας κυμάτων όρους είναι πιθανό να υπάρξουν τοπικές πτώσεις ή αυξήσεις της πίεσης και ως εκ τούτου οι ενδείξεις των υψομέτρων να είναι ανακριβείς. Σε περιοχές ψηλών βουνών είναι συνήθη τα σφάλματα υψομέτρων.

#### 4. Shear (Διάτμηση) Ανέμου

Shear ανέμου ονομάζεται η αλλαγή της ταχύτητας του ανέμου ή η αλλαγή της διεύθυνσης αυτού σε μικρή απόσταση με αποσχηματισμό ή διατμητικό αποτέλεσμα. Μπορεί να παρουσιαστεί κατά την οριζόντια ή κατακόρυφη διεύθυνση και ανάλογα με τις περιστάσεις και στις δύο διευθύνσεις. Για διευκόλυνση του αναγνώστη αντί του όρου διατμητικός άνεμος θα χρησιμοποιείται στο εξής ο όρος Shear ανέμου. Το Shear ανέμου μπορεί να παρουσιαστεί σε οποιοδήποτε επίπεδο και δημιουργεί ακανόνιστες κινήσεις του αέρα με αποτέλεσμα την ανατάραξη. Ο βαθμός της ανατάραξης αυξάνει ανάλογα με την αύξηση του Shear ανέμου.

Στενή ζώνη Shear ανέμου με τις αναταράξεις που το συνοδεύουν απαντάται συχνά κατά την κάθοδο ή την άνοδο του αεροσκάφους διαμέσου ενός επιπέδου αναστροφής θερμοκρασίας. Η ταχύτητα του ανέμου και η διεύθυνση μεταβάλλονται γρήγορα με την αύξηση του ύψους μέσα στη ζώνη αυτή. Υπάρχει πιθανότητα να δημιουργηθεί κίνδυνος για το αεροσκάφος αμέσως μετά την απογείωση ή κατά τη τελική φάση για προσγείωση, ο οποίος οφείλεται σε Shear ανέμου που προκαλείται από ισχυρές αναστροφές θερμοκρασίας κοντά στην επιφάνεια (εικ. 6-7).



**Εικ. 6-7. Shear Ανέμου Κατά την Π/Γ Αεροσκάφους.**

Συνήθως η νυχτερινή ψύξη λόγω ακτινοβολίας σχηματίζει μάζα πολύ ψυχρού αέρα στην κοιλάδα όπου βρίσκεται το αεροδρόμιο. Ο αέρας αυτός πάχους μόλις λίγων εκατοντάδων ποδών βρίσκεται κάτω από κινούμενο στρώμα θερμότερου αέρα. Λόγω της διαφοράς ταχύτητας μεταξύ του θερμού και του εγκλωβισμένου αέρα σχηματίζεται στενή Shear ανέμου κατά μήκος των σημείων επαφής τους. Ένα αεροσκάφος που ανέρχεται ή κατέρχεται διαμέσου της ζώνης αυτής μπορεί να χάσει μεγάλο μέρος της ταχύτητάς του. Εάν η διεύθυνση του ανέμου μέσα στο θερμό αέρα είναι η ίδια μ' αυτή του ανερχόμενου αεροσκάφους, η απότομη αλλαγή της ταχύτητας του ανέμου μπορεί να επιφέρει μείωση της ταχύτητάς του. Εάν η διεύθυνση του ανέμου μέσα στο θερμό αέρα είναι η ίδια μ' αυτή του ανερχόμενου αεροσκάφους, η απότομη αλλαγή της ταχύτητας του ανέμου μπορεί να προκαλέσει ουσιαστική απώλεια ύψους ή ταχύτητας του αεροσκάφους. Η κατάσταση μπορεί να αποβεί επικίνδυνη, εφόσον η ζώνη εκτείνεται μόνο λίγες εκατοντάδες πόδια πάνω από το έδαφος. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι πολλά ατυχήματα αμέσως μετά την απογείωση οφείλονται σε παρόμοιες περιπτώσεις.

Η ένταση των αναταράξεων μεταβάλλεται κυρίως ανάλογα με την ένταση ταχύτητας του θερμού αέρα, εφόσον ο ψυχρός αέρας θεωρείται σχεδόν ακίνητος. Η κατάσταση αυτή παρατηρείται κυρίως το χειμώνα και στα ψυχρότερα κλίματα σε πολλές περιοχές σε ολόκληρο τον κόσμο.

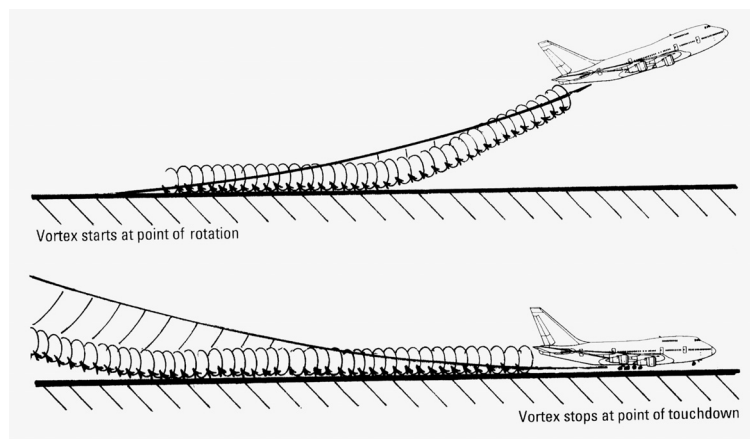
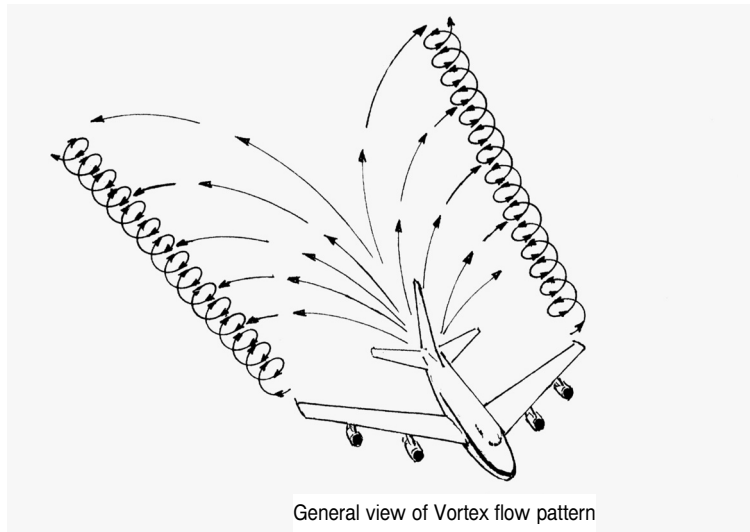
#### **5. Αναταράξεις σε Κατάσταση Αίθριας**

α. Πολλοί τύποι από τα εμφανιζόμενα νέφη μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν προειδοποιητικά σημεία για την ύπαρξη αναταράξεων. Χειριστής που πετάει IFR θα πρέπει κατά κανόνα να αποφεύγει να διασχίζει νέφη με αναταράξεις. Ο χειριστής προειδοποιείται για τις αναταράξεις, όταν εμφανίζονται αλλοιωμένα νέφη, έχοντας έτσι τη δυνατότητα να κατευθύνει το Α/Φ κατάλληλα ή να ενεργήσει όπως απαιτείται για την αντιμετώπισή τους. Ατυχώς, οι αναταράξεις είναι δυνατό να εμφανιστούν χωρίς ορατές προειδοποιήσεις. Πολλά αεροσκάφη μέσα σε αίθριο ουρανό δέχτηκαν την επήρεια ισχυρών αναταράξεων κατά τρόπο που θύμιζε πλοiάρια που αγωνίζονται σε κυματώδη θάλασσα. Οι αναταράξεις σε αίθριο καιρό μπορούν να παρατηρηθούν σε οποιοδήποτε στρώμα και προκαλούνται από ανοδικά ρεύματα, εμπόδια στη ροή του ανέμου, Shear ανέμου ή οποιονδήποτε συνδυασμό των παραπάνω αιτιών αναταράξεων. Οι αναταράξεις σε αίθριο καιρό σε μεγάλα ύψη αναπτύσσονται στο Κεφ. ΙΘ.

#### **β. Αναταράξεις Απογείωσης ή Πίσω από τα Α/Φ**

Ειδικά τα ελαφρά Α/Φ επηρεάζονται από στροβίλους αέρα οι οποίοι δημιουργούνται πίσω από μεγαλύτερα αεροσκάφη. Η εικ. 6-8 δείχνει πως θα φαινόταν ο χώρος πίσω από ένα

απογειούμενο Α/Φ. Το αποτέλεσμα δινών λόγω ανατάραξης του αέρα από τους κινητήρες, είναι παρόμοιο με τις αναταράξεις οι οποίες δημιουργούνται από την ύπαρξη κτιρίων ή άλλων μεγάλων εξάρσεων, με μόνη διαφορά στο ότι οι δίνες που βρίσκονται πίσω από Α/Φ είναι συχνά μεγαλύτερες και βιαιότερες. Οι αόρατες αυτές αναταράξεις μπορεί να αποβούν άκρως επικίνδυνες κατά την απο/προσγείωση. Αρκετά μεγάλος αριθμός Α/Φ συνάντησε αναταράξεις απογείωσης τέτοιας έντασης, ώστε χάθηκε πλήρως ο έλεγχος του Α/Φ. Οι πιο σοβαρές αναταράξεις απογείωσης δημιουργούνται από εμπορικά αεροσκάφη κατά τη φάση της προσγείωσης.



**Εικ. 6-8. Αναταράξεις Κατά την Απογείωση Α/Φ.**

Οι αναταράξεις από Α/Φ συναντώνται κανονικά μόνο μέσα σε 1 ή 2 λεπτά μετά τη διέλευση του Α/Φ. Ωστόσο μπορεί να διατηρηθούν και για 5 λεπτά ή περισσότερο αν ο αέρας είναι ήρεμος και ευσταθής, δηλαδή συνθήκη που αυξάνει την έντασή τους. Παρ' όλο που η σοβαρότητα των αναταράξεων απογείωσης εξελίσσεται καθώς η γενική ροή του ανέμου αυξάνει, η απόσταση μέσα στην οποία είναι δυνατό να απαντηθούν επίσης αυξάνει, καθόσον οι δίνες παρασύρονται προς τη φορά του ανέμου από το ίχνος του Α/Φ το οποίο και τα δημιουργεί.

Επειδή τα ελαφρά Α/Φ κατά τη φάση της προσγείωσης ή απογείωσης εκτελούν μικρότερο ίχνος προσέγγισης είναι δυνατόν να συναντήσουν αναταράξεις σε πολύ χαμηλά νέφη, όταν προσγειώνονται πίσω από Α/Φ με μεγαλύτερο ίχνος προσέγγισης. Όταν ο άνεμος είναι ασθενής είναι ασφαλέστερο για τους χειριστές μικρών Α/Φ να προσγειώνονται αρκετά λεπτά μετά την προσγείωση ή απογείωση μεγαλύτερων αεροσκαφών.

Αναταράξεις (κάποτε ισχυρές) είναι δυνατό να απαντηθούν στα ανώτερα στρώματα κατά τη πτήση μέσα στο ίχνος άλλου Α/Φ. Επίσης Α/Φ μπορεί να αναταραχθεί απότομα, διασχίζοντας το ίδιο το ίχνος του, όταν εκτελεί στροφή αλλαγής πορείας 360Α.

## **6. Κατηγορίες Έντασης Αναταράξεων**

α. Η ταξινόμηση των εντάσεων των αναταράξεων αποτελεί δύσκολο πρόβλημα, τόσο για τον χειριστή που κάνει την αναφορά όσο και για τον μετεωρολόγο. Το πρόβλημα οφείλεται κυρίως στη μεγάλη ποικιλία των εμπλεκόμενων παραγόντων, δηλαδή της προσωπικής πείρας, της επιχειρησιακής λειτουργίας του Α/Φ και των καιρικών παραγόντων.

Εάν λοιπόν δύο ή περισσότεροι χειριστές που πετούν χωριστά αλλά με τον ίδιο τύπο Α/Φ συναντήσουν αναταράξεις του ίδιου βαθμού, οι προσωπικές τους εκτιμήσεις για την ένταση των αναταράξεων διαφέρουν ανάλογα με την εκπαίδευση, την πείρα και την ατομική τους αντίδραση.

Μεταξύ των χαρακτηριστικών που επηρεάζουν την αντίδραση του Α/Φ στις αναταράξεις συγκαταλέγονται η ταχύτητά του, το βάρος του, η φόρτωση των φτερών, η θέση του στο χώρο και η διαμόρφωσή του. Το ίδιο Α/Φ μπορεί να αντιδράσει διαφορετικά στις αναταράξεις μετά από σημαντική κατανάλωση ποσότητας καυσίμων απ' ό,τι θα αντιδρούσε κατά την αρχή της πτήσης. Επίσης ούτε και ο μετεωρολόγος διαθέτει άμεσα κριτήρια εκτίμησης των αναταράξεων αν και έχει σημαντική προσωπική πείρα, γνωρίζει καλά το ανάγλυφο του εδάφους και έχει στη διάθεσή του ορισμένο αριθμό μετεωρολογικών ενδείξεων, όπως οι κατακόρυφες θερμοβαθμίδες, το Shear ανέμου κλπ.

Οι ενδείξεις αυτές σχετικά με τις αναταράξεις βασίζονται στις παρατηρήσεις της ανώτερης ατμόσφαιρας. Τα στοιχεία πρέπει να εξετασθούν με ποικίλες μεθόδους πριν γνωστοποιηθούν στον προγνώστη οι θερμοβαθμίδες και τα Shear του ανέμου. Ο προγνώστης βασίζεται περισσότερο στις αναφορές του χειριστή για την πρόβλεψη των αναταράξεων, παρά για τη πρόγνωση οποιασδήποτε άλλης ατμοσφαιρικής συνθήκης. Οι πληροφορίες αναταράξεων που αναφέρονται από χειριστές αποτελούν επίσης πολύτιμη πληροφορία τόσο για άλλους χειριστές όσο και για τον προγνώστη, στην προσπάθεια εκτίμησης της έντασής τους.

Ακόμη και όταν οι αναφορές δεν εξασφαλίζουν απόλυτη ακρίβεια ως υποκειμενικά εκτιμώμενες, η ατμόσφαιρα είναι περισσότερο αναταραγμένη, ανεξάρτητα αν ένα μεγάλο Α/Φ αναφέρει μέτριες αναταράξεις ή ένα μικρό Α/Φ αναφέρει ισχυρές αναταράξεις. Με την πείρα αποκτάται ασφαλής ιδέα των πραγματικών αναταράξεων από τις ποικίλες εντάσεις που αναφέρονται από διαφορετικούς τύπους αεροσκαφών.

Οι επιστήμονες εργάστηκαν πολλά χρόνια για την επίλυση του αντικειμενικού προσδιορισμού της έντασης των αναταράξεων συσχετίζοντας τις πληροφορίες αναταράξεων με άλλες ατμοσφαιρικές συνθήκες και ανέπτυξαν κοινή ορολογία μεταξύ προγνώστη και χειριστή για την έκφραση της έντασής τους. Στην ίδια προσπάθεια συμπεριλήφθηκαν και πολλές έρευνες σε πτήση. Παρ' όλο που η μέθοδος υπολογισμού των αναταράξεων με τα επιταχυνόμετρα αποτελεί ακόμη ατελή μέθοδο, εντούτοις έχει αποδειχθεί σαν η καλύτερη γνωστή μέχρι σήμερα μέθοδος υπολογισμού τους. Σήμερα είναι σε χρήση ο Πίνακας Κριτηρίων Αναταράξεων που καταρτίστηκε και φαίνεται στην εικ 6-9.

Τα κριτήρια από τις παρατηρούμενες ριπές ταχυτήτων που βρίσκονται στον πίνακα, καθορίζουν τη σχέση μεταξύ χαρακτηριστικών σχεδίασης των Α/Φ και ατμοσφαιρικών αναταράξεων που σχετίζονται με τις πτήσεις. Ο πίνακας αυτός έχει υιοθετηθεί ως πρότυπος από τις Μετεωρολογικές Υπηρεσίες. Ενώ ο μέσος χειριστής δεν είναι σε θέση να αναφέρει το βαθμό αναταράξεων με τα κριτήρια των προκαλούμενων ριπαίων ταχυτήτων, οι περιγραφικοί όροι στον παραπάνω πίνακα αποτελούν καταληπτές ενδείξεις για όλους. Οι περιγραφές αυτές βασιζόμενες στον τύπο του αναφερόντος Α/Φ, δίνουν μια αρχή με βάση την οποία οι προγνώστες που τις εκμεταλλεύονται μπορούν να πραγματοποιήσουν μία εκτίμηση της έντασης των αναταράξεων. Οι αξιολογήσεις πρέπει να γίνονται υπό το φως των προσωπικών και επιχειρησιακών περιορισμών.

Έχοντας αξιολογήσει την ένταση των αναταράξεων από το αποτέλεσμα τους στο Α/Φ που κάνει την αναφορά, υπάρχουν οι ακόλουθες συνθήκες στις οποίες οι ποικίλες εντάσεις των αναταράξεων είναι περισσότερο πιθανό να απαντηθούν. Τμήμα των πληροφοριών αυτών έχει ήδη παρουσιαστεί στον παρακάτω πίνακα (εικ. 6-9), αλλά επειδή αυτός αποτελεί γενικό οδηγό για την ταξινόμηση των αναταράξεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους χειριστές και από προγνώστες που εξυπηρετούν κυρίως την αεροπορία. Αναταράξεις που παράγονται με μηχανικό τρόπο εκτός αυτών που προκαλούνται από τα βουνά, παραλείπονται.

### **β. Ασθενείς Αναταράξεις**

- (1) Σε λοφώδεις και ορεινές περιοχές ακόμη και με ασθενείς ανέμους.

- (2) Μέσα και κοντά σε μικρούς σωρείτες (CU).
- (3) Μέσα σε κατακόρυφα ρεύματα σε κατάσταση αιθρίας πάνω από θερμαινόμενες επιφάνειες.
- (4) Με ασθενή Shear άνεμων κοντά στην περιοχή:
- (α) Ανώτερων αυλώνων.
  - (β) Ανώτερων συστημάτων χαμηλής πίεσης.
  - (γ) Αεροχειμάρρων.
  - (δ) Τροπόπαυσης.
- (5) Μέσα στα κατώτερα 5.000 πόδια της ατμόσφαιρας:
- (α) Όταν οι άνεμοι είναι έντασης περίπου 15 κόμβων.
  - (β) Όπου ο αέρας είναι ψυχρότερος από τις υποκείμενες επιφάνειες.

Ταξινόμηση	Κριτήρια επιβατικών α/φ.	Κριτήρια παρατηρουμένων ριπαίων ταχυτήτων.
Ασθενείς	Κατάσταση αναταράξεων κατά την οποία οι επιβάτες χρησιμοποιούν τις ζώνες, αλλά τα αντικείμενα μέσα στο α/φ παραμένουν ακίνητα.	5' έως 20' ανά 1"
Μέτριες	Κατάσταση αναταράξεων κατά την οποία οι επιβάτες χρησιμοποιούν τις ζώνες και σε μερικές περιπτώσεις, πιέζονται πάνω σ' αυτές. Ελεύθερα αντικείμενα μέσα στο α/φ κινούνται.	20' έως 35' ανά 1"
Ισχυρές	Κατάσταση αναταράξεων κατά την οποία το α/φ στιγμιαία μπορεί να χάσει τον έλεγχο. Οι επιβάτες πιέζονται βίαια πάνω στις ζώνες και στα καθίσματα. Ελεύθερα αντικείμενα μέσα στο α/φ μετακινούνται.	35' έως 50' ανά 1"
Άκρως Ισχυρές	Κατάσταση αναταράξεων που απαντάται σπάνια και κατά την οποία το α/φ μετακινείται βίαια και ο έλεγχος του πρακτικά είναι αδύνατος. Μπορεί να προκαλέσει καταστροφές στο σκάφος.	Περισσότερο από τα 50' ανά 1"

#### Εικ. 6-9. Πίνακας Κριτηρίων Αναταράξεων.

##### γ. Μέτριες Αναταράξεις

- (1) Σε ορεινές περιοχές με συνθήκες ανέμου 25 ως 50 κόμβους κάθετα και κοντά στο επίπεδο έξαρσης.
- (2) Σ' όλα τα επίπεδα από την επιφάνεια ως τα 5.000 πόδια πάνω από την τροπόπαυση και κατά προτεραιότητα σε ύψη:
- (α) Μέσα σε 5.000 πόδια από το επίπεδο της έξαρσης.
  - (β) Της βάσης των σχετικά ευσταθών στρωμάτων κάτω από την τροπόπαυση.
  - (γ) Μέσα στο στρώμα της τροπόπαυσης.
- (3) Επεκτεινόμενες στην υπήνεμη πλευρά της έξαρσης από 150 ως 300 μίλια.
- (α) Μέσα και κοντά σε καταιγίδες στο στάδιο της διάλυσης.

- (β) Μέσα και κοντά σε πυργοειδή σωρειτόμορφα νέφη.
- (γ) Στα κατώτερα 5.000 πόδια της τροπόσφαιρας.
- (4) Όταν οι άνεμοι επιφανείας υπερβαίνουν τους 25 κόμβους.
- (5) Όπου η θέρμανση της υποκείμενης επιφάνειας είναι ασυνήθιστα ισχυρή.
- (6) Όπου υπάρχει εισβολή πολύ ψυχρής μάζας αέρα.
- (7) Σε ανώτερα μέτωπα.

Κατακόρυφα Shears ανέμου υπερβαίνουν τους 6 κόμβους ανά 1.000 πόδια και οριζόντια Shear ανέμου υπερβαίνουν τους 40 κόμβους ανά 150 μίλια.

**δ. Ισχυρές Αναταράξεις**

(1) Σε ορεινές περιοχές με συνιστώσα ανέμου που υπερβαίνει τους 50 κόμβους κάθετα πάνω και κοντά στο επίπεδο της έξαρσης.

(2) Σε στρώματα ύψους 5.000 ποδών:

(α) Στο επίπεδο έξαρσης και κάτω από αυτό μέσα σε περιστρεφόμενα νέφη ή σε περιοχή περιστροφικής δράσης.

(β) Στην τροπόπαυση.

(γ) Μερικές φορές στη βάση άλλων ευσταθών στρωμάτων κάτω από την τροπόπαυση.

(3) Επεκτεινόμενες από την υπήνεμη πλευρά της έξαρσης 50 ως 150 μίλια. Μέσα και κοντά σε αναπτυγμένες καταιγίδες. Ανάλογα την περίπτωση μέσα σε πυργοειδή σωρειτόμορφα νέφη 50 ως 150 μίλια μέσα στη ψυχρή περιοχή του κέντρου αεροχειμάρρου σε ανώτερους αυλώνες ή ανώτερα χαμηλά όπου κατακόρυφα Shears ανέμου υπερβαίνουν τους 40 κόμβους ανά 150 μίλια.

**ε. Άκρως Ισχυρές Αναταράξεις**

(1) Σε περιπτώσεις κυμάτων όρους μέσα και κάτω από το επίπεδο πλήρους ανεπτυγμένων περιστρεφόμενων νεφών. Σε μερικές περιπτώσεις η δράση φτάνει στο έδαφος.

(2) Σε αναπτυσσόμενες ισχυρές καταιγίδες (κυρίως σε οργανωμένες γραμμές λαιλάπας οπότε συνοδεύονται από:

(α) Χοντρό χαλάζι (διαμέτρου 3/4 ίντσας ή και μεγαλύτερο).

(β) Ισχυρή ηχώ ραντάρ.

(γ) Σχεδόν συνεχείς ηλεκτρικές εκκενώσεις.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ζ

### ΝΕΦΗ

#### 1. Γενικά

Τα νέφη είναι οι προάγγελοι του καιρού. Τα νέφη δείχνουν την κατάσταση στην ατμόσφαιρα και αποτελούν ορατή μαρτυρία των ατμοσφαιρικών κινήσεων, της ύπαρξης υγρασίας και του βαθμού ευστάθειας της ατμόσφαιρας. Από την άποψη αυτή τα νέφη αποτελούν φίλο του χειριστή. Γίνονται όμως εχθροί του όταν αυξάνονται ή εξαπλώνονται υπερβολικά ή σχηματίζονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα ή παρουσιάζουν εκτεταμένη κατακόρυφη ανάπτυξη.

Η γνώση των κύριων τύπων νεφών βοηθά τον χειριστή κατά την ενημέρωσή του (briefing) στον προσδιορισμό των αναμενόμενων καιρικών συνθηκών. Η γνώση του τρόπου σχηματισμού των νεφών τον βοηθά να αναγνωρίσει επίσης τους πιθανούς μετεωρολογικούς κινδύνους κατά την πτήση. Οι πληροφορίες για τους τύπους και το ποσό των νεφών λαμβάνονται από τους μετεωρολόγους σε τακτικά χρονικά διαστήματα. Οι πληροφορίες αυτές αποτελούν σπουδαιότατη βοήθεια για την ανάλυση και πρόγνωση του καιρού.

#### 2. Σύνθεση Νεφών

Στο Κεφ. Ε αναφέρθηκε ότι τα νέφη αποτελούνται από μικροσκοπικά σταγονίδια ή παγοκρυστάλλους πράγμα που εξαρτάται από τη θερμοκρασία της ατμόσφαιρας. Όταν η θερμοκρασία της κυμαίνεται μεταξύ του σημείου παγοποίησης (0 ως -15 °C), τα νέφη αποτελούνται κυρίως από υδροσταγονίδια σε κατάσταση υπέρτηξης, τα οποία συμπεριλαμβάνουν συνήθως και αριθμό παγοκρυστάλλων. Σε θερμοκρασία κατώτερη από τους -15 °C τα νέφη αποτελούνται μόνο από παγοκρυστάλλους. Ωστόσο υδροσταγονίδια σε κατάσταση υπέρτηξης υπάρχουν και σε θερμοκρασία -60°C. Τα υδροσταγονίδια των νεφών έχουν περίπου διάμετρο 1/1000 της ίντσας, πλην όμως συναθροιζόμενα γίνονται ορατά και για τη δημιουργία υετού πρέπει να λάβουν τεράστια ανάπτυξη. Η μέση σταγόνα βροχής περιέχει ένα εκατομμύριο υδροσταγονίδια. Πυρήνες συμπύκνωσης, όπως η σκόνη και τα προϊόντα της καύσης, αποτελούν τα κέντρα των υδροσταγονιδίων. Στο Κεφ. Ε αναφέρθηκε ότι κατά τον κορεσμό του αέρα οι υδροσκοπικές προσμίξεις πρέπει να υπάρχουν απαραίτητα για τον σχηματισμό των υδροσταγονιδίων ή παγοκρυστάλλων. Τα νέφη διαφέρουν από την ομίχλη μόνο στο ότι αυτά δεν περιορίζουν την παρατήρηση κάτω από αυτά. Με άλλα λόγια η ομίχλη είναι νέφος που βρίσκεται στην επιφάνεια της γης.

#### 3. Τύποι Νεφών

α. Οι τύποι, τα γένη και οι ποικιλίες των νεφών είναι σε αριθμό τόσες, ώστε να καλύψουν διπλάσιο βιβλίο από αυτό με περιγραφές και εικόνες του κάθε τύπου, ενώ η μεγάλη ποικιλία των νεφών αναγνωρίζεται διεθνώς. Λεπτομερής περιγραφή του κάθε τύπου βρίσκεται με ευχέρεια στον Διεθνή Άτλαντα Νεφών, μία έκδοση του Παγκοσμίου Μετεωρολογικού Οργανισμού (WMO).

Για σκοπούς αναγνώρισης οι χειριστές πρέπει να ασχοληθούν μόνο με τους βασικότερους τύπους, οι οποίοι μπορούν να διαιρεθούν σε τέσσερις οικογένειες. Οι οικογένειες αυτές είναι :

- (1) Υψηλά νέφη.
- (2) Μέσα νέφη.
- (3) Χαμηλά νέφη.
- (4) Νέφη με αξιοσημείωτη κατακόρυφη ανάπτυξη.

β. Οι οικογένειες των υψηλών, των μέσων και των χαμηλών νεφών διαιρούνται σε δύο κύριες υποδιαιρέσεις:

(1) Σε νέφη που σχηματίζονται με τη μεταφορά υγρού αέρα από τοπικά κατακόρυφα ρεύματα στο επίπεδο συμπύκνωσης ολόκληρων στρωμάτων αέρα (σωρειτόμορφα).

(2) Σε νέφη που σχηματίζονται όταν ολόκληρα στρώματα αέρα ψύχονται μέχρι να συμβεί συμπύκνωση (στρωματόμορφα).

(3) Τα νέφη στην πρώτη υποδιάρθρωση έχουν ογκώδη εμφάνιση και ονομάζονται σωρειτόμορφα. Εκτός από τις παραπάνω υποδιαιρέσεις η λέξη Nimbus (σημαίνει νέφος που δίνει βροχή) προστίθεται στις ονομασίες των νεφών τα οποία δημιουργούν υετό. Έτσι το οριζόντιο νέφος από το οποίο πέφτει βροχή ονομάζεται Nimbostratus και ο καλά αναπτυγμένος σωρείτης που μεταβάλλεται σε καταιγίδα αναφέρεται σαν σωρειτομελανίας (Cumulonimbus). Νέφη τα οποία

διασπάστηκαν χαρακτηρίζονται με τη προσθήκη της λέξης Fractus στην ονομασία του νέφους. Παράδειγμα οι σχιστοσωρείτες αναφέρονται ως Cumulus Fractus ή Fractocumulus.

#### 4. Αναγνώριση Νεφών

Οι ακόλουθες εικόνες νεφών (εικ. 7-1 έως 7-11) και οι περιγραφές που τις συνοδεύουν θα βοηθήσουν τον χειριστή στην αναγνώριση των κύριων τύπων νεφών. Πληροφορίες σχετικά με τη φύση ενός νέφους, αν δεν μπορεί να περιγραφεί, προστίθενται όταν θεωρούνται σημαντικής αξίας.

##### α. Υψηλά νέφη

Το ύψος της βάσης των υψηλών νεφών ποικίλλει γενικά από τα 16.500 ως τα 45.000 πόδια.

##### β. Μέσα νέφη

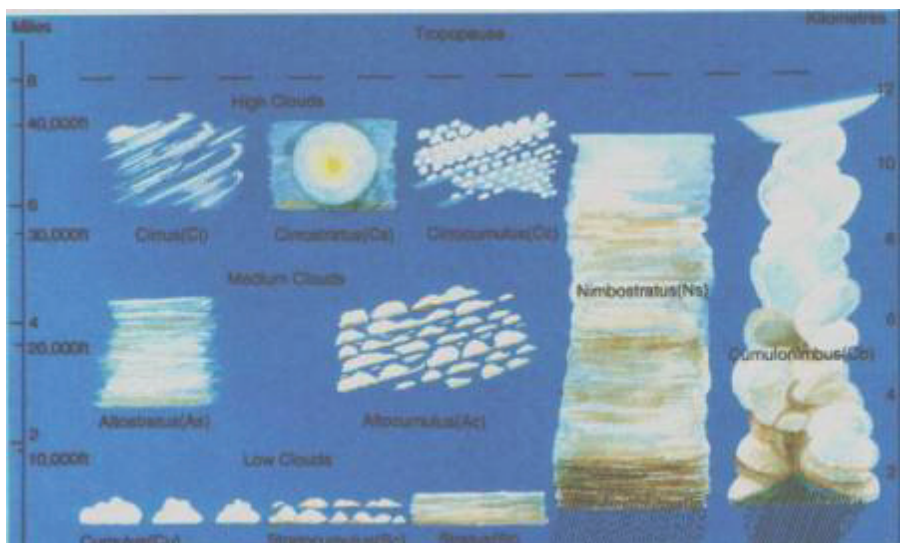
Το ύψος της βάσης των μέσων νεφών ποικίλλει γενικά από 6.000 ως τα 23.000 πόδια.

##### γ. Χαμηλά νέφη

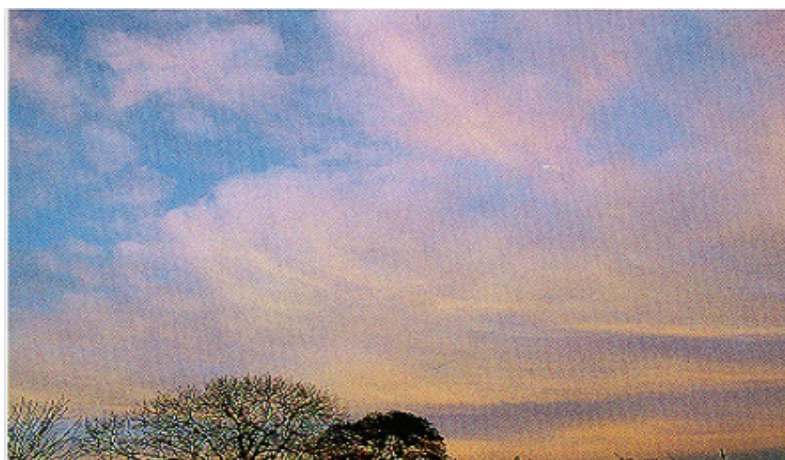
Το ύψος της βάσης των χαμηλών νεφών ποικίλλει από την επιφάνεια έως τα 6.000 πόδια.

##### δ. Νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης

Το ύψος της βάσης των νεφών κατακόρυφης ανάπτυξης ποικίλλει γενικά από 1.000 ως 10.000 πόδια.

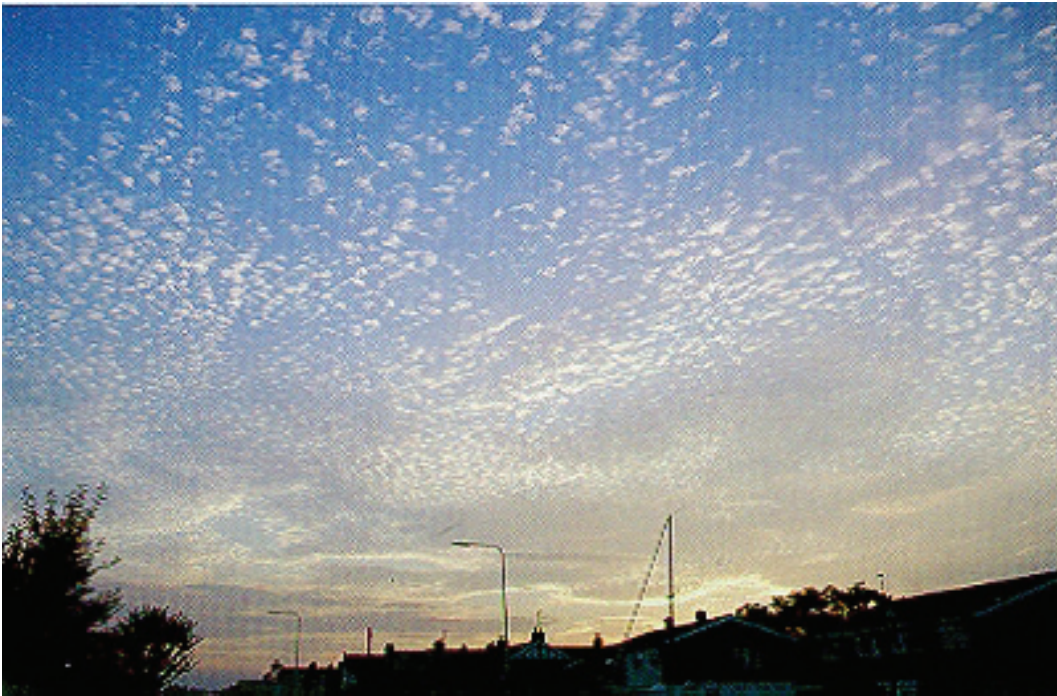


Εικ. 7-1. Τύποι Νεφών.



Εικ. 7-2. Θύσανοι (Ci). Λεπτά λευκά πτερόμορφα νέφη, διατεταγμένα κατά στενές δέσμες, αποτελούνται εξ' ολοκλήρου από παγοκρυστάλλους διαφόρων μεγεθών. Μεγαλύτεροι παγοκρύσταλλοι, σύρονται σε καλοσηματισμένες δέσμες μεγάλης κατακόρυφης προέκτασης και ονομάζονται αλογοουρές.





**Εικ. 7-3. Θυσσανοσωρείτες (CC).** Λεπτό πέπλο νεφών με χωριστές μικρές λευκές στιβάδες ως νιφάδες ή τεμάχια, που αποτελούνται συνήθως από παγοκρυστάλλους, αλλά μπορεί να αποτελούνται και από υδροσταγονίδια σε κατάσταση υπέρτηξης ή τέλος μίγμα και των δύο. Πιθανόν να εκλειφθούν σαν υψοσωρείτες (AC).



**Εικ. 7-4. Θυσσανοστρώματα (CS).** Λεπτό, υπόλευκο, διαφανές στρώμα νεφών εμφανιζόμενο σαν πέπλο ή βέλος, που γενικά δημιουργεί φαινόμενα άλως (φωτοστεφάνου).



**Εικ. 7-5. Υψοσωρείτες (AC).** Λευκά σώματα στερεών νεφών με κυματοειδή εμφάνιση. Τα τμήματα του νέφους εμφανίζονται σαν ρολοί ή κυλινδρικές μάζες που αποτελούνται κυρίως από μικρά υδροσταγονίδια σε κατάσταση υπέρτηξης, ενώ σε χαμηλές θερμοκρασίες εμφανίζονται και παγοκρύσταλλοι.



**Εικ. 7-6. Υψοστρώματα (AS).** Φαιό ή υποκύανο πέπλο ή στρώμα νεφών που έχει ινώδη μορφή. Συσχετίζονται με τους υψοσωρείτες. Συνήθως είναι λεπτότερα απ' αυτά της εικόνας και αρκετά λεπτά ώστε να επιτρέπουν τη διάκριση του ήλιου. Αποτελούνται από μείγμα υδροσταγονιδίων σε κατάσταση υπέρτηξης και από παγοκρύσταλλους. Ασθενής βροχή πέφτει από αυτά.



**Εικ. 7-7. Μελανιοστρώματα (NS).** Φαίο ή μαύρο στρώμα νεφών από το οποίο συνήθως πέφτει συνεχής βροχή, χιόνι ή χιονόλυτος. Ο υετός συνήθως φθάνει στο έδαφος. Τα NS αποτελούνται από αιωρούμενα υδροσταγονίδια, μερικές φορές σε κατάσταση υπέρτηξης και σταγόνες ή και νιφάδες που πέφτουν στη γη.



**Εικ. 7-8. Στρωματοσωρείτες (SC).** Φαία η υποκίανα στρώματα ή μάζες νεφών κυλινδρικής μορφής, που αποτελούνται γενικά από μικρά υδροσταγονίδια.



**Εικ. 7-9. Στρώματα (ST).** Χαμηλά φαιά στρώματα νεφών ή πέπλων με ομοιόμορφη γενικά βάση. Μερικές φορές εμφανίζονται σαν σχισμένες μάζες και δε δίνουν υετό, αλλά κατά περιστάσεις μπορούν να δώσουν ψεκάδες βροχής ή κόκκους χιονιού. Συχνά σχηματίζονται από την εξάτμιση ή ανύψωση των κατώτερων στρωμάτων ομίχλης. Αποτελούνται από μικροσκοπικά υδροσταγονίδια ή αν η θερμοκρασία είναι αρκετά χαμηλή, τμηματικά από παγοκρυστάλλους. Συνήθως επεκτείνονται οριζόντια.



**Εικ. 7-10. Σωρείτες (CU).** Μεμονωμένες θολωτές ή πυργοειδείς μάζες, οι οποίες είναι συνήθως πυκνές και ευκολοδιάκριτες. Αναπτύσσονται κατακόρυφα με μορφή βουνών που τα ανώτερα τμήματά τους μοιάζουν με κουνουπίδια. Από τους χειριστές αναφέρονται σαν Cumulus και αποτελούνται από μικρά υδροσταγονίδια μεγάλης πυκνότητας, συχνά σε κατάσταση υπέρτηξης. Μεγαλύτερες σταγόνες αναπτύσσονται μέσα στα νέφη και πέφτουν από τις βάσεις σαν ίχνη εξατμιζόμενης βροχής που ονομάζεται Vigna. Παγοκρύσταλλοι σχηματίζονται στο ανώτερο τμήμα και διευρύνονται αφού πάρουν νερό από τα υδροσταγονίδια. Μέγιστη συχνότητα εμφάνισης και ανάπτυξης παρατηρείται συνήθως κατά το απόγευμα πάνω από την ξηρά και κατά τη νύχτα πάνω από τη θάλασσα.



**Εικ. 7-11. Σωρειτομελανίες ( CB).** Υψηλά και πυκνά νέφη με σημαντική κατακόρυφη ανάπτυξη υπό μορφή βουνού ή ογκώδη πύργου. Συχνά με κορυφές που έχουν μορφή άκμωνα ή τεράστιων φτερών. Η βάση των νεφών είναι πολύ σκοτεινή με ενισχυμένα νέφη, συνοδεύοντας ή όχι το κύριο νέφος. Συνοδεύονται από ηλεκτρικές εκκενώσεις και βροντές και μερικές φορές από χαλάζι, ενώ παράγουν ανάλογα με τις περιστάσεις ανεμοστρόβιλους ή σίφωνες. Η ανώτερη προεξοχή μπορεί να επεκτείνεται αρκετά μέσα στη στρατόσφαιρα. Από τους χειριστές αναφέρεται σαν νέφη Cb.

## 5. Σχηματισμός και Σύνθεση Νεφών

α. Όπως ορίστηκε προηγούμενα τα νέφη σχηματίζονται όταν οι υδρατμοί συμπυκνώνονται σε ορατές υδροσταγόνες. Επειδή σπάνια η θερμοκρασία του σημείου δρόσου αυξάνει μέχρι τη θερμοκρασία του αέρα, η συνηθισμένη αιτία συμπύκνωσης είναι η ψύξη του αέρα μέχρι τη θερμοκρασία του σημείου δρόσου.

Όταν το σημείο δρόσου και η θερμοκρασία του αέρα είναι ίδιες, τότε ο αέρας γίνεται κορεσμένος (σχετική υγρασία 100% ) και η περαιτέρω ψύξη του αέρα δημιουργεί συμπύκνωση. Η ψύξη μπορεί να συμβεί σε εντοπισμένα κατακόρυφα ρεύματα που δημιουργούνται με θέρμανση από κάτω ή όταν προκαλείται άνοδος ολόκληρων στρωμάτων αέρα.

β. (1) Κατά τον σχηματισμό των νεφών ο βαθμός ευστάθειας του αέρα βοηθά στον προσδιορισμό του τύπου, ο οποίος θα σχηματιστεί.

(2) Σωρειτόμορφα νέφη, λόγω του συσχετισμού τους προς τα κατακόρυφα ρεύματα, συνοδεύονται κατά κανόνα από αναταράξεις.

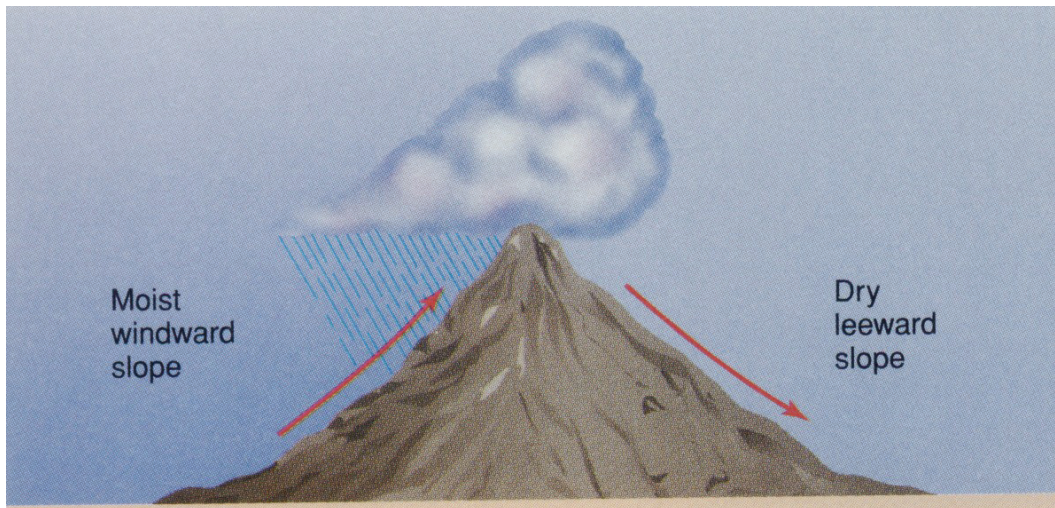
(3) Επειδή υπάρχουν ασθενείς ή καθόλου κατακόρυφες κινήσεις μέσα στα οριζόντια νεφικά στρώματα παρατηρούνται ελάχιστες αναταράξεις ή και καθόλου.

γ. Όταν ο αέρας υποχρεώνεται να ανεβεί, η δομή οποιονδήποτε νεφών τα οποία σχηματίζονται, εξαρτάται εξ' ολοκλήρου από την ευστάθεια του αέρα πριν την έναρξη της άνοδου (π.χ. ευσταθής αέρας ο οποίος ανεβαίνει πλάγια στο βουνό θα παραμείνει ευσταθής, παρεμποδίζοντας σημαντικά την κατακόρυφη ανάπτυξη και τα νέφη θα είναι στρωματομορφα με ελάχιστες ή καθόλου αναταράξεις εικ. 7-12).

Αν ο αέρας που υποχρεώνεται σε άνοδο ήταν αρχικά ασταθής, θα αυξήσει την τάση για περαιτέρω κατακόρυφη ανάπτυξη και τα σωρειτόμορφα νέφη θα αναπτυχθούν σημαντικά. Μερικές φορές οριζόντια στρώματα νεφών μεταβάλλονται τμηματικά σε σωρειτόμορφα νέφη σαν αποτέλεσμα της θέρμανσης από κάτω.

Μερικές φορές οι προεξοχές αυτές εμφανίζονται σαν τυχαίοι σωρείτες και άλλοτε σαν ομάδες ή γραμμές. Γραμμές σωρειτομόρφων νεφών προεξέχουν από οριζόντιο νεφικό στρώμα και υποδηλώνουν τη μετωπική ζώνη, δηλαδή τα όρια μεταξύ θερμών και ψυχρών μαζών.

Παρόμοια δομή νεφών παρατηρείται συχνά σε ακτές και είναι αποτέλεσμα της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ ξηράς και θάλασσας. Οροσειρές κατάλληλα προσανατολισμένες προς τη ροή του αέρα θα δημιουργήσουν γραμμές σωρειτομόρφων νεφών όπου με διαφορετικές συνθήκες θα μπορούσε να παρατηρηθεί νεφικό στρώμα.



**Εικ. 7-12. Η Δομή των Νεφών Εξαρτάται από την Ευστάθεια ή την Αστάθεια του Αέρα.**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Η

### ΑΕΡΙΕΣ ΜΑΖΕΣ

#### 1. Γενικά

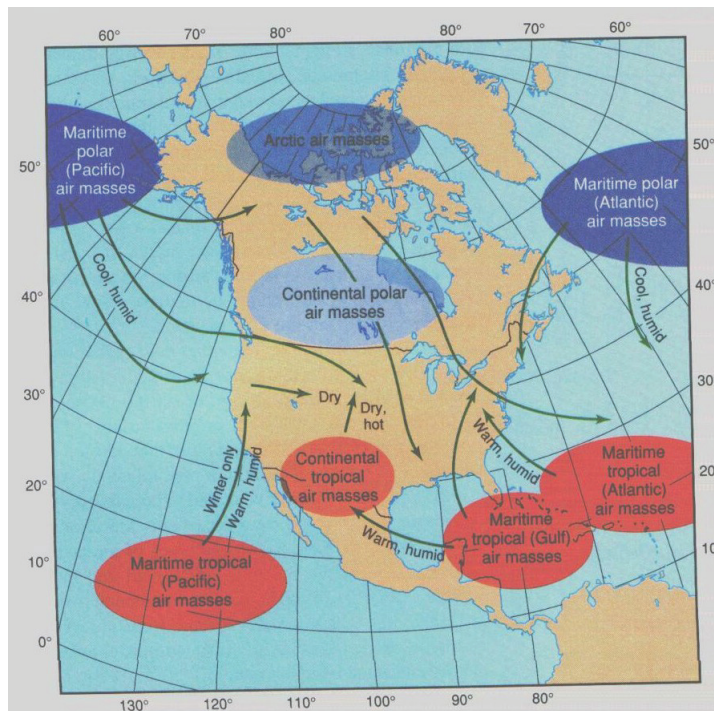
Η έννοια των αερίων μαζών, η οποία εισήχθηκε στη μετεωρολογική φιλολογία και πράξη από τον Bergeron αποδείχθηκε χρήσιμη, ιδιαίτερα αφ' ότου τουλάχιστον ποιοτικά, ολοκληρώνει τα αποτελέσματα των μικρών διαδικασιών σε μεγάλες καταστάσεις. Σύμφωνα με την ορολογία του Bergeron η αέρια μάζα αποτελεί ένα τεράστιο σώμα αέρα (συνήθως 1.000 μιλίων ή και περισσότερο σε έκταση), του οποίου τα φυσικά χαρακτηριστικά είναι λίγο πολύ ομοιόμορφα κατά την οριζόντια έννοια, ενώ κατά μήκος των ορίων απαντώνται απότομες αλλαγές, όπως ακριβώς συμβαίνει στις μετωπικές ζώνες οι οποίες εξετάζονται σε άλλο Κεφάλαιο. Εντούτοις οι έννοιες των μετώπων και των αερίων μαζών δύσκολα διαχωρίζονται.

Ο Bergeron οραματίστηκε τις αέριες μάζες σαν σχηματισμό σε ημιμόνιμα συστήματα κυκλοφορίας. Τα συστήματα αυτά εδράζονται είτε πάνω από την ξηρά (π.χ. πολικά ηπειρωτικά υψηλά) είτε πάνω από ωκεανούς (π.χ. υποτροπικοί αντικυκλώνες). Ο αέρας ο οποίος συμμετέχει στην κυκλοφορία γύρω από οποιοδήποτε παρόμοιο σύστημα θα υποστεί τις παρατεταμένες επιδράσεις της υποκείμενης επιφάνειας, με αποτελέσματα τη δημιουργία ευκρινών χαρακτηριστικών.

Ο καιρός πάνω από μία περιοχή και σε δεδομένη χρονική στιγμή εξαρτάται γενικά από το χαρακτήρα της επικρατούσας μάζας ή από την αλληλεπίδραση δύο ή περισσότερων αερίων μαζών. Πάντως εκεί που συμβαίνει αλληλοεπίδραση ο καιρός είναι περίπου ομοιόμορφος σ' ολόκληρη την επηρεαζόμενη περιοχή με μικρές παραλλαγές, οι οποίες προξενούνται από τα τοπικά μορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως τα βουνά, οι κοιλάδες και οι κλειστές θάλασσες.

#### 2. Πηγές Αερίων Μαζών

α. Όταν μία αέρια μάζα παραμένει ακίνητη ή κινείται αργά πάνω από την ξηρά ή τη θάλασσα έχοντας ευκρινώς ομοιόμορφες ιδιότητες θερμοκρασίας και υγρασίας, η μάζα τείνει να γίνει αντίστοιχα ομοιόμορφη λαμβάνοντας ανάλογα την ψυχρότητα των πολικών περιοχών, τη θερμότητα των τροπικών, την υγρασία των ωκεανών και τέλος την ξηρότητα των ηπειρών. Για παράδειγμα ο αέρας που λιμνάζει κατά το χειμώνα πάνω από τον βόρειο Καναδά και στη γειτονική πολική περιοχή γίνεται ψυχρός και ξηρός, παρ' όλο που θα γίνουν ορισμένες τροποποιήσεις κατά τη διάρκεια της κίνησής του (εικ. 8-1).



Εικ. 8-1. Τροποποίηση Ομοιόμορφης Αερίας Μάζας.

β. Η περιοχή όπου μια αέρια μάζα αποκτά τα χαρακτηριστικά θερμοκρασίας και υγρασίας που την προσδιορίζουν, ονομάζεται αέρια πηγή. Το βάθος στο οποίο η αέρια μάζα τροποποιείται από την πηγή εξαρτάται :

(1) Από τη διάρκεια παραμονής της μάζας στην περιοχή.

(2) Από τη διαφορά μεταξύ αρχικής θερμοκρασίας του αέρα και της κάτω απ' αυτόν επιφάνειας.

γ. Όταν ο αέρας είναι αρχικά ψυχρότερος από τη θερμοκρασία της αέριας πηγής, τότε ο αέρας θερμαίνεται από κάτω. Τούτο δημιουργεί ανοδικά ρεύματα που μεταφέρουν τη θερμότητα και την υγρασία στα ανώτερα στρώματα και τροποποιούν την αέρια μάζα σε σημαντικό ύψος. Αντίθετα, όταν ο αέρας είναι αρχικά θερμότερος από την επιφάνεια, τότε ψύχεται από κάτω.

Τούτο αποτελεί κατάσταση ευστάθειας και η μάζα τροποποιείται σε μικρότερο ύψος γιατί δεν αναπτύσσονται κατακόρυφα ρεύματα. Αέριες μάζες που σχηματίζονται πάνω από δεδομένη περιοχή ποικίλλουν ως προς τις ιδιότητες θερμοκρασίας και υγρασίας ανάλογα με την εποχή, γιατί και οι ιδιότητες της περιοχής ποικίλλουν. Οι πιο ιδανικές πηγές για τις αέριες μάζες είναι οι καλυμμένες από χιόνι ή πάγο πολικές περιοχές, οι τροπικοί ωκεανοί και οι εκτεταμένες περιοχές των ερήμων. Τα μέσα πλάτη τα οποία έχουν ανώμαλο ανάγλυφο εδάφους προσφέρονται λιγότερο σαν περιοχές αερίων μαζών. Ο αέρας έχει ελάχιστη πιθανότητα να λιμνάσει στα μέσα πλάτη, επειδή ο καιρός και τα συστήματα πίεσης βρίσκονται σε κίνηση.

Πάντως οι πιο ευνοϊκές συνθήκες δημιουργίας αέριας μάζας βρίσκονται σε αντικυκλωνικό σύστημα πάνω από ομοιόμορφη περιοχή.

### 3. Ανάλυση Αερίων Μαζών

Όπως ορίζεται, βασικά τα μέτωπα είναι ευκρινείς ζώνες αερίων μαζών μεγάλης κλίμακας διαφορετικών θερμοκρασιών. Η ανάλυση των αερίων μαζών αναπτύχθηκε έτσι λογικά και παράλληλα με την πρόσφατη εφαρμογή της μετωπικής θεωρίας στην καθημερινή ανάλυση του καιρού. Οι αέριες μάζες έχουν επιπλέον χαρακτηριστικές ιδιότητες, ισορροπίες, πιθανότητα και δεκτικότητα τροποποίησης, επικρατούσες κατακόρυφες κινήσεις και ως εκ τούτου ορισμένους τύπους καιρού.

Προσπάθειες συσχετισμού των περισσότερων από τα χαρακτηριστικά αυτά μέσα σε απλό πλαίσιο για την περιγραφή των αερίων μαζών και των φαινομένων, οδήγησαν σε συστήματα ταξινόμησης των αερίων μαζών με τις οποίες κάθε αέρια μάζα θα μπορούσε να διακριθεί. Το βασικό και παγκόσμια αποδεκτό σύστημα είναι του Bergeron, το οποίο και θα ακολουθήσουμε. Λόγω της δυσκολίας στη διάκριση των μαζών στα ανώτερα στρώματα, εκτός από τη διαφορά μεταξύ τροπικού και πολικού και λόγω επίσης του ότι τα κατώτερα και ανώτερα τμήματα δεδομένης στήλης μπορούν να έχουν ευκρινώς διαφορετικές τροχιές, η μελέτη περιορίζεται στα κατώτερα επίπεδα μόνο και περίπου κάτω από τα 700 (Hpa).

#### α. Ταξινόμηση Σύμφωνα με την Περιοχή Δημιουργίας

Από τη μελέτη που αφορά την τροποποίηση των αερίων μαζών από την υποκείμενη επιφάνεια, κατέστη προφανές ότι αέρας που λιμνάει πάνω από μεγάλες περιοχές της γης, κάθε μία από τις οποίες παρουσιάζει σχεδόν ομοιόμορφα χαρακτηριστικά, θα καταλήξει σε αέριες μάζες των οποίων οι ιδιότητες συμμορφώνονται με τα χαρακτηριστικά θερμοκρασίας και υγρασίας της υποκείμενης επιφάνειας. Περιοχές σημαντικών διαστάσεων, ικανές να τροποποιήσουν κατ' αυτόν τον τρόπο τις αέριες μάζες, είναι γνωστές όπως αναφέρθηκε προηγουμένως σαν πηγές δημιουργίας αερίων μαζών.

Υπάρχουν πολυάριθμοι τύποι πηγών δημιουργίας και διαφορετικού βαθμού, αλλά για να γίνει η ταξινόμηση όσο το δυνατόν απλούστερα, είναι απαραίτητο να περιορίσουμε του τύπους σε μικρό αριθμό λαμβάνοντας υπόψη μόνο τις κύριες πηγές. Η διάκριση των μαζών με βάση τη θερμοκρασία γίνεται μεταξύ ψυχρής και θερμής. Περίπου το ήμισυ της γήινης επιφάνειας από το πλάτος των 30° προς τον Ισημερινό παρουσιάζει σχετικά ομοιογενείς θερμοκρασίες επιφάνειας, με εξαίρεση τη συνήθη μικρή διαφορά μεταξύ ηπείρων και ωκεανών. Οι περιοχές αυτές είναι οι τροπικές (T) περιοχές δημιουργίας. Αν και είναι λιγότερο ομοιογενείς σε θερμοκρασίες επιφάνειας, τα υψηλότερα πλάτη περιέχουν τις πολικές (P) περιοχές δημιουργίας, οι οποίες υποδιαιρούνται σε πολικές και αρκτικές (A).

Η παραπάνω βασική θερμική ταξινόμηση των αερίων μαζών συμφωνεί γενικά με τους μέσους τύπους κυκλοφορίας πάνω από κάθε ημισφαίριο, κυρίως στα ανώτερα στρώματα.

Αέρας που μεταφέρεται μέσα σε τροπική πηγή τροποποιείται από κάτω με προσθήκη θερμότητας και υγρασίας και ιδιαίτερα στα ανατολικά κράσπεδα των υποτροπικών αντικυκλώνων τροποποιείται και στα ανώτερα επίπεδα λόγω της επικρατούσας ολίσθησης. Τροπικός αέρας απ' αυτή την ομοιογενή πηγή, όταν εισέρχεται σε υψηλότερα πλάτη σε περιοχή μεταξύ αντικυκλώνα και γειτονικού κυκλώνα



προς δυσμάς, υπόκειται στην επικρατούσα οριζόντια σύγκλιση στο έδαφος και εξαιτίας της ανοδικής κίνησης μεταφέρει την υγρασία σε υψηλότερα επίπεδα, με αποτέλεσμα η πηγή τροπικού αέρα να χαρακτηρίζεται από ξηρότητα πάνω από τα 2 Km περίπου.

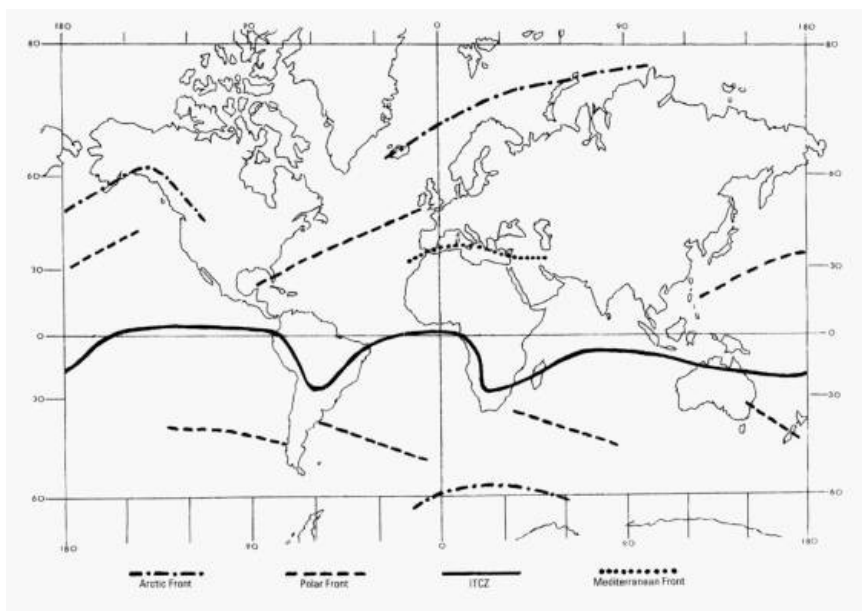
Αφετέρου, πολικός (αρκτικός) αέρας σχηματίζεται με ψύξη από ακτινοβολία ταχύτερα από κάτω. Κατά τη μετακίνηση προς τα χαμηλότερα πλάτη, ο πολικός αέρας θερμαίνεται και προσλαμβάνει υγρασία από την επιφάνεια και ταυτόχρονα υπόκειται σε κατολίθωση έξω από την περιοχή δημιουργίας του. Είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι μεγάλο μέρος των κατωτέρων στρωμάτων του πολικού αέρα στα μέσα πλάτη συμμετέχει μάλλον σε περιορισμένες μεσημβρινές (κίνηση κατά μήκος ενός μεσημβρινού) διακυμάνσεις, σχετιζόμενες με την κίνηση των κυκλώνων και των αντικυκλώνων. Αυτή η ενδιάμεση αέρια μάζα η οποία είναι εντελώς ετερογενής από άποψη θερμοκρασίας και υγρασίας, συνήθως δε διαγράφει εξ ολοκλήρου άμεση τροχιά από την πολική πηγή δημιουργίας της. Εντούτοις επειδή κατά μήκος των ακτών δεν υπάρχει συνήθως σύμπτυξη της βαθμίδας θερμοκρασίας που διαχωρίζει τον πολικό και τον αρκτικό αέρα (απουσία αρκτικού μετώπου) όπως συμβαίνει με το πολικό μέτωπο, η διάκριση μεταξύ πολικού και αρκτικού αέρα είναι συχνά άστοχη.

Η αναγκαιότητα ανταλλαγής αέρα από μία προς άλλη κύρια πηγή απαιτεί ασυνέχεια του πολικού μετώπου. Η διάσπαση στο κατά τ' άλλα συνεχές μετωπικό κύμα παρατηρείται στην επιφάνεια, γενικά μεταξύ του προς τον Ισημερινό τμήματος και της επόμενης κορυφής του κύματος, το οποίο δικαιολογεί γιατί τα μετωπικά κύματα στην επιφάνεια χαρακτηρίζονται κατά κανόνα από μακρά ψυχρά μέτωπα και περιορισμένα σχετικά θερμά μέτωπα.

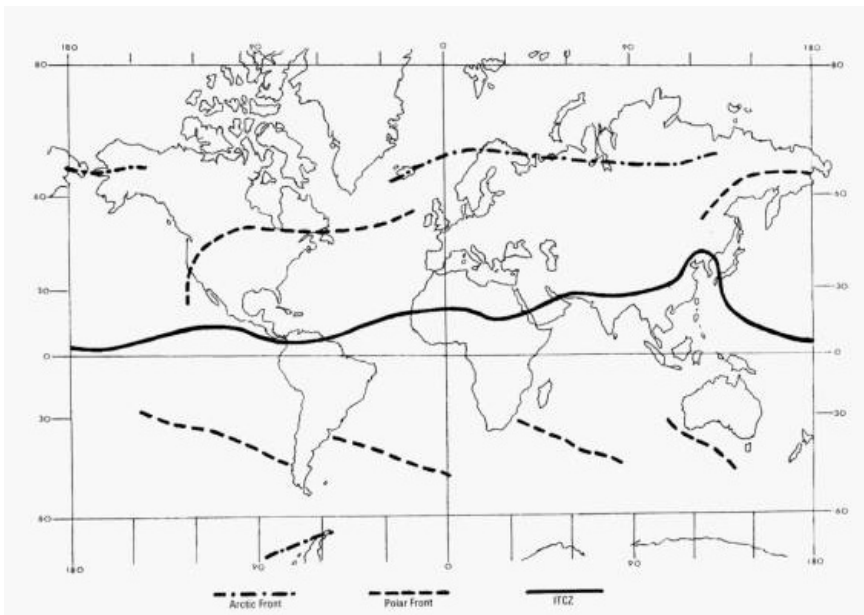
Δεύτερη ταξινόμηση των περιοχών δημιουργίας αέριων μαζών γίνεται μεταξύ ξηράς και θάλασσας. Τα σύμβολα είναι ηπειρωτική (Continental) και θαλάσσια (Maritime) και τίθενται συνήθως μπροστά από τα σύμβολα T, P και A δηλαδή, CT,MT,CP,MP,CA,MA. Οι περιοχές CT περιλαμβάνουν τις ευρύτερες τροπικές και υποτροπικές χερσαίες περιοχές. Το καλοκαίρι στο βόρειο ημισφαίριο αυτές είναι το Μεξικό και οι ΝΔ Ηνωμ. Πολιτείες, η Σαχάρα και το εσωτερικό της ΝΔ Ασίας. Ο αέρας αυτός είναι θερμός και μικρότερης υγρασίας από τη μέση τιμή αυτής για το αναφερόμενο πλάτος. Ο MT είναι υγρός και οι θερμοκρασίες του στην πηγή δημιουργίας συμφωνούν με τις ομοιόμορφες θερμοκρασίες επιφάνειας και τροπικών ωκεανών. Ο MT αέρας στο στρώμα που βρίσκεται κοντά στο έδαφος είναι περισσότερο ομοιογενής από τις αέριες μάζες από άποψη υγρασίας και θερμοκρασίας. Το μεγαλύτερο μέρος των αέριων μαζών οι οποίες επηρεάζουν τις ΗΠΑ και τη Μεσόγειο είναι MT.

Ο αρκτικός αέρας στην πηγή δημιουργίας του είναι ηπειρωτικός. Στις εισβολές του αρκτικού αέρα πάνω από τους ωκεανούς, ο αέρας χαρακτηρίζεται MA και μόνο περιοδικά, αφού γρήγορα αποκτά ιδιότητες MP αέρα.

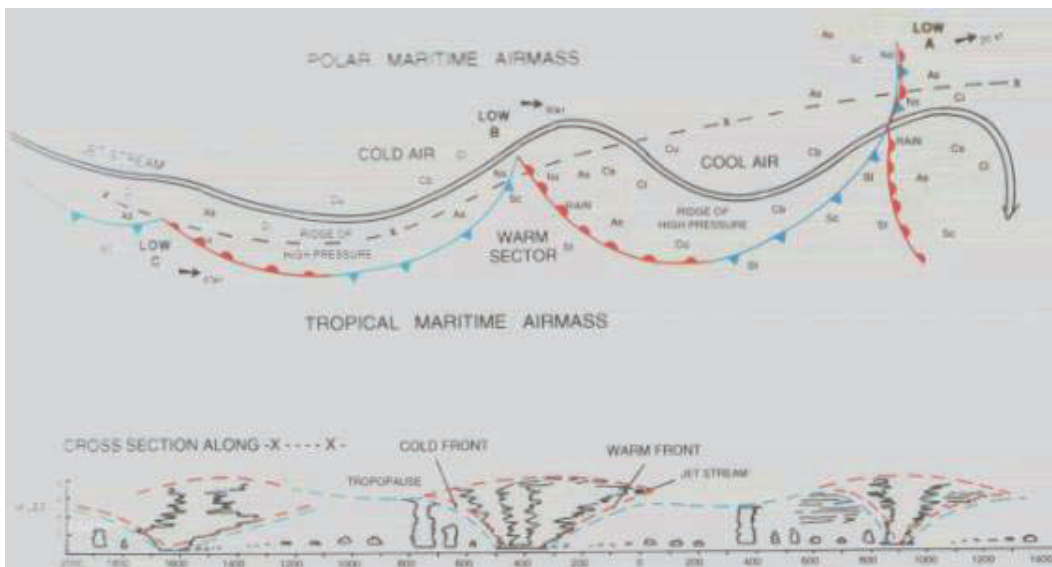
Οι αέριες μάζες που επηρεάζουν τον πλανήτη κατά τους μήνες Ιανουάριο και Ιούλιο φαίνονται στην εικ. 8-2, ενώ η τροποποίηση της πολικής και τροπικής αέριας μάζας φαίνεται στην εικ. 8-3.



**Εικ. 8-2α. Αέριες Μάζες που Επηρεάζουν τη Γη κατά τον Μήνα Ιανουάριο**



Εικ. 8-26. Αέριες Μάζες που Επηρεάζουν τη Γη κατά το Μήνα Ιούλιο.



Εικ. 8-3. Τροποποίηση της Πολικής Αέριες Μάζας από την Τροπική.

β. Ταξινόμηση με Βάση Τροποποίηση της Μάζας από Κάτω

(1) Η υποδιαίρεση των αερίων μαζών εφαρμόζεται προκειμένου να γίνει διάκριση θέρμανσης και ψύξης από κάτω (εικ. 8-4). Δηλαδή να καταδεικτεί εάν ο αέρας είναι θερμότερος (Warm) ή ψυχρότερος (Cold) από την επιφάνεια. Η διάκριση αυτή παρέχει τον αμεσότερο τρόπο περιγραφής με σύμβολα των καιρικών φαινομένων στο στρώμα της επιφάνειας. Τα προθέματα W και C επίσης σημαίνουν διαφορές στην ισορροπία του στρώματος επιφάνειας χωρίς να συμπεριλαμβάνονται η ισορροπία των υψηλότερων στρωμάτων.

(α) Κάθε W αέρια μάζα ψύχεται από κάτω ή κινείται πάνω από ψυχρότερη επιφάνεια και ο καιρός χαρακτηρίζεται:

1/ Από σταθερούς ανέμους επιφάνειας μεγάλης απόκλισης στη διεύθυνση και την ταχύτητα.

2/ Ομίχλη ή χαμηλά νέφη στρατόμορφης υφής.

3/ Υετό μορφής ψεκάδων.

4/ Περιορισμένη ορατότητα.

5/ Μεγάλο εύρος ημερήσιας θερμοκρασίας κατά την απουσία νεφών.

(β) Κάθε C αέρια μάζα θερμαίνεται από κάτω και έχει χαρακτηριστικά σχετικής αστάθειας στα κατώτερα επίπεδα:

1/ Ριπαίοι άνεμοι ακανόνιστης γεωστροφικής απόκλισης.

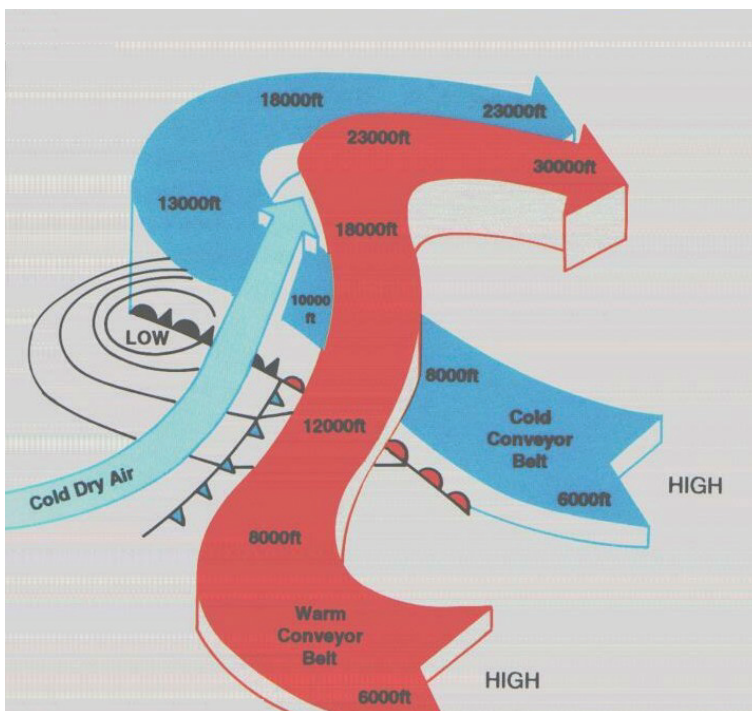
2/ Νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης.

3/ Υετός τύπου όμβρων (συμπεριλαμβανομένων των χιονιού και της διαλείπουσας βροχής).

4/ Γενικά καλές ορατότητες.

5/ Ακανόνιστο ημερήσιο εύρος θερμοκρασίας.

(γ) Οι ιδιότητες αυτές και τα χαρακτηριστικά W και C πρέπει να θεωρηθούν χωριστά από τις κοινές επιδράσεις της ημερήσιας μεταβολής στην ισορροπία των χαμηλών επιπέδων.



**Εικ. 8-4. Τροποποίηση Αέριος Μάζας με Ψύξη ή Θέρμανση από Κάτω.**

(2) Εφαρμόζοντας τα δύο αυτά προθέματα στα σύμβολα που αναφέρθηκαν παίρνουμε τη σειρά CTW, MTW, MTC CPW, CPC, MPW, MPC, CAW, CAC, MAW, και MAC. Ο κατάλογος αυτός απαιτεί κάποια αποσαφήνιση, επειδή δεν υπάρχει συχνά ευκρινής διάκριση μεταξύ ορισμένων απ' αυτά τα σύμβολα. Ο CT αέρας μπορούσε να προκύψει από τον μετασχηματισμό αέρα MP, CP ή ακόμη και MT με τη διέλευση πάνω από θερμή χερσαία επιφάνεια. Η αέρια μάζα θα ήταν τύπου K κατά την περίοδο σχηματισμού της, αλλά κατά την κίνησή της έξω από την περιοχή δημιουργίας είναι τύπου W. Ο τύπος MT είναι κυρίως W κινούμενος προς τους πόλους, πάνω από θάλασσα το καλοκαίρι και περνώντας πάνω από ηπείρους. Το καλοκαίρι είναι πιθανό να θερμανθεί και να υγρανθεί από κάτω (όπως παρουσιάζεται στη θερμοκρασία επιφάνειας και τους τύπους σημείου δρόσου στο εσωτερικό των ακτών). Γενικά οι P αέριες μάζες είναι C κινούμενες προς τον ισημερινό (και οι A επίσης) και W κινούμενες προς τους πόλους. Ο ενδείκτης MAW δεν είναι εφαρμόσιμος, επειδή ο αρκτικός αέρας

κινούμενος πάνω από ανοικτή θάλασσα είναι ασταθής και παρατηρείται γρήγορη μεταμόρφωση από CA, CAC σε MAC και MPC.

Ο ενδείκτης CAW δεν είναι επίσης γενικά εφαρμόσιμος έξω από την περιοχή δημιουργίας. Εποχιακές μέσες τιμές ορισμένων φυσικών χαρακτηρι-στικών των διαφόρων αερίων μαζών οι οποίες επηρεάζουν διάφορες περιοχές δημοσιεύτηκαν με μορφή πινάκων. Οι πίνακες αυτοί χρησιμοποιούνται σαν οδηγοί, παρ' όλο που η περίοδος πάνω στην οποία βασίστηκαν είναι μικρή. Η ταξινόμηση των αερίων μαζών στα ανώτερα στρώματα πρέπει να βασίζεται εξ' ολοκλήρου στη δυναμική θερμοκρασία, ενώ η υγρασία στα ανώτερα στρώματα δεν σχετίζεται κανονικά με την οριζόντια τροχιά του αέρα.

(3) Ανακεφαλαιώνοντας οι 4 βασικοί τύποι αέριας μάζας είναι:

- (α) Υγρή και ψυχρή.
- (β) Υγρή και θερμή.
- (γ) Ξηρή και ψυχρή.
- (δ) Ξηρή και θερμή.

(4) Μερικά τυπικά χαρακτηριστικά του τύπου C είναι:

- (α) Αναταράξεις περίπου έως τα 10.000 πόδια.
- (β) Ασταθής κατακόρυφη θερμοβαθμίδα (σχεδόν ξηρά αδιαβατική).
- (γ) Καλή ορατότητα, εκτός από περιοχές όμβρων και κονιορτοθύελλας.
- (δ) Σωρειτόμορφα νέφη.
- (ε) Όμβροι, καταιγίδες, χαλάζι, χιονόλυτος και χιόνι.

(5) Ο τύπος W της αέριας μάζας καθώς ψύχεται από κάτω παρουσιάζει διαφορετικά χαρακτηριστικά. Ο τύπος αυτός τείνει να διατηρήσει τις αρχικές του ιδιότητες και τροποποιείται μόνο στα κατώτερα στρώματα, περίπου λίγες χιλιάδες πόδια κατά την κίνησή του. Μερικά χαρακτηριστικά του τύπου W είναι:

- (α) Ομαλός αέρας (πάνω από το επίπεδο τριβής).
- (β) Ευσταθής θερμοβαθμίδα.
- (γ) Κακή ορατότητα (καπνός και σκόνη συγκρατείται στις κατώτερες λίγες χιλιάδες πόδια).
- (δ) Στρατόμορφα νέφη και ομίχλη.
- (ε) Ψεκάδες.

#### 4. Τροποποίηση Αερίων Μαζών

α. Κατά τον ίδιο τρόπο που η αέρια μάζα τείνει να πάρει τις ιδιότητες υγρασίας και θερμοκρασίας της περιοχής από την οποία προέρχεται, η αέρια μάζα τείνει επίσης να μεταβάλλει τις ιδιότητές της κατά την κίνησή της έξω από την περιοχή προέλευσης.

Ο βαθμός τροποποίησης μιας αέριας μάζας εξαρτάται από:

- (1) Την ταχύτητα της κίνησής της.
- (2) Τη φύση της περιοχής πάνω από την οποία κινείται.
- (3) Τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της νέας επιφάνειας και της αερίου μάζας.

Οι τρόποι κατά τους οποίους ποικίλες ατμοσφαιρικές διαδικασίες τροποποιούν μια αέρια μάζα θα πρέπει να μελετηθούν πριν μελετήσουμε τις μέσες καιρικές συνθήκες, οι οποίες συσχετίζονται με κάθε τύπο αέριας μάζας.

##### β. Θέρμανση από Κάτω

Αυτή ελαττώνει την ευστάθεια της αέριας μάζας και είναι δυνατόν να προκληθεί από:

- (1) Την οριζόντια κίνηση ψυχρής αέριας μάζας πάνω από θερμότερη περιοχή.
- (2) Την κάτω επιφάνεια της αέριας μάζας η οποία θερμαίνεται από τον ήλιο.

##### γ. Ψύξη από Κάτω

Αυτή αυξάνει την ευστάθεια της αέριας μάζας και είναι δυνατόν να προκληθεί από:

- (1) Την οριζόντια κίνηση θερμής αέριας μάζας πάνω από ψυχρότερη επιφάνεια.
- (2) Την ψύξη από ακτινοβολία της επιφάνειας κάτω από την αέρια μάζα.

**δ. Αύξηση Υδρατμών**

Μέσα στα κατώτερα στρώματα μιας αέριας μάζας η αύξηση των υδρατμών ελαττώνει την ευστάθειά της. Υγρασία προστίθεται με:

- (1) Την εξάτμιση υδάτινων επιφανειών, υγρών χερσαίων περιοχών και υγρού υετού.
- (2) Την εξαέρωση επιφανειών πάγου ή χιονιού και στερεού υετού.

**ε. Ελάττωση Υδρατμών**

Η ελάττωση των υδρατμών των κατωτέρων στρωμάτων μιας αέριας μάζας αυξάνει την ευστάθειά της. Η υγρασία ελαττώνεται με:

- (1) Τη συμπύκνωση.
- (2) Την εξαέρωση.
- (3) Τη δημιουργία υετού.

**στ. Ανύψωση**

Ανύψωση μιας αέριας μάζας ελαττώνει την ευστάθειά της. Ανύψωση μπορεί να προκληθεί με :

- (1) Θέρμανση από κάτω.
- (2) Άνοδο πλαγιών βουνών (ορογραφική ανύψωση).
- (3) Όταν θερμή αέρια μάζα υποχρεούται να ανέβει πάνω από ψυχρότερο αέρα.

Τα ανοδικά ρεύματα έχουν σαν αποτέλεσμα τη διαστολή και ψύξη της αέριας μάζας. Η ψύξη αυξάνει τη σχετική υγρασία και όταν η ψύξη είναι σημαντική ο αέρας γίνεται κορεσμένος. Τα νέφη σχηματίζονται όταν ο αέρας γίνεται κορεσμένος, ενώ η ύπαρξη ή μη υετού εξαρτάται από άλλους παράγοντες.

**ζ. Κατολίσθηση**

Η κατολίσθηση της αέριας μάζας αυξάνει την ευστάθειά της. Καθοδικά ρεύματα υπάρχουν εάν:

- (1) Ο αέρας υποχρεούται να κατέβει όταν βρίσκεται κάτω από ψυχρότερη αέρια μάζα.
- (2) Ο αέρας κινείται από τα βουνά προς τις πεδιάδες.

η. Ο αέρας επίσης βυθίζεται και εξαπλώνεται σαν αποτέλεσμα του δικού του βάρους. Έτσι η σχετική υγρασία του κατερχόμενου αέρα ελαττώνεται σαν αποτέλεσμα της θέρμανσης με τη συμπίεση. Για το λόγο αυτό τα νέφη συνήθως διαλύονται μέσα στα καθοδικά ρεύματα. Επίσης είναι άκρως βοηθητικό κατά τη μελέτη των μέσων καιρικών συνθηκών οι οποίες συναντώνται σε κάθε τύπο αέριας μάζας, να διαχωριστούν οι τυπικές συνθήκες καιρού του ασταθούς και ευσταθούς αέρα ως εξής:

(1) **Ασταθής αέρας**

- (α) Σωρειτόμορφα νέφη.
- (β) Υετός τύπου όμβρων.
- (γ) Αναταράξεις.
- (δ) Καλή ορατότητα εκτός από περιπτώσεις χιονοθύελλας και αμμοθύελλας.

(2) **Ευσταθής αέρας**

- (α) Στρωματόμορφα νέφη και ομίχλη.
- (β) Συνεχής υετός.
- (γ) Ομαλός αέρας (έλλειψη αναταράξεων).
- (δ) Μέτρια έως κακή ορατότητα.

## 5. Καιρός Αερίων Μαζών των Μέσων Πλάτων

Στα μέσα πλάτη του Β. Ημισφαιρίου, οι πολικές αέριες μάζες με τις θαλάσσιες και ηπειρωτικές τροποποιήσεις αποτελούν τους συνήθεις τύπους όλων των εποχών του έτους, ενώ ο αρκτικός αέρας συναντάται επίσης το χειμώνα σε ορισμένες περιπτώσεις. Οι περιοχές δημιουργίας και οι τυπικές ιδιότητες αυτών των αερίων μαζών και οι τροποποιήσεις που υφίστανται κατά τη διαδρομή τους από την πηγή προς τα μέσα πλάτη, θα περιγραφούν παρακάτω.

### α. Τροπικός Θαλάσσιος Αέρας (MT)

Οι περιοχές δημιουργίας αυτής της αέριας μάζας είναι οι υποτροπικοί αντικυκλώνες του Ατλαντικού και Ειρηνικού Ωκεανού. Έτσι ο αέρας ξεκινά με υψηλές θερμοκρασίες, μεγάλη σχετική υγρασία και υψηλό σημείο δρόσου και διατηρεί τα χαρακτηριστικά αυτά καθώς κινείται προς γειτονικές περιοχές. Στο βόρειο Ατλαντικό, καθώς ο τροπικός αέρας κινείται ΒΑ προς την Ευρώπη ψύχεται συνεχώς από κάτω και εάν ο άνεμος είναι ασθενής, τα κατώτερα στρώματα γίνονται προσδευτικά ευσταθή και πιθανά με κάποια αναστροφή. Με ισχυρότερους ανέμους η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα εκτείνεται στο επίπεδο τριβής και η βάση της αναστροφής ανυψώνεται. Η μεγάλη σχετική υγρασία η οποία αποκτάται στην περιοχή δημιουργίας διατηρείται ή αυξάνεται από την ακολουθούμενη ψύξη που προέρχεται από την επιφάνεια και συχνά επιτυγχάνεται ο κορεσμός και γρήγορα σχηματίζονται νέφη ST ή Stratocumulus, ομίχλη, ψεκάδες και ορογραφικά νέφη. Πάνω από τη θάλασσα η θερμοκρασία του αέρα είναι χαρακτηριστικά υψηλότερη από τη θερμοκρασία της θάλασσας και πάνω από την ξηρά το χειμώνα ο αέρας είναι ήπιος. Το καλοκαίρι καθώς ο αέρας περνάει πάνω από την ξηρά, η ημερήσια θέρμανση που προέρχεται από την επιφάνεια συνήθως διαλύει οποιοδήποτε στρατόμορφο νέφος ή ομίχλη, αλλά η προφανής ευστάθεια εμποδίζει την ανάπτυξη μεγάλων ρευμάτων κατακόρυφης μεταφοράς, ακόμη και όταν υπάρχει ορογραφική ή μετωπική άνοδος, ενώ η ορατότητα είναι συνεχώς περιορισμένη.

Στη νότια πλευρά του αντικυκλώνα του Β. Ατλαντικού, όπου ο αέρας κινείται δυτικά προς τις ΗΠΑ, συναντώνται διαφορετικές συνθήκες. Η κίνηση αυτή μεταφέρει τον αέρα πάνω από θάλασσα η οποία διατηρείται ακόμη θερμότερη και η οποία προσδίδει αξιοσημείωτη ένταση στην αστάθεια, ούτως ώστε η δημιουργηθείσα κατακόρυφη μεταφορά, υπό την επίδραση περαιτέρω θέρμανσης από την επιφάνεια ή λόγω ορογραφικής ή μετωπικής άνοδου, μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη νεφών CB με καταιγίδες και όμβρους.

### β. Τροπικός Ηπειρωτικός Αέρας (CT)

Κατά το χειμώνα η περιοχή δημιουργίας του είναι η Β. Αφρική. Το καλοκαίρι η πηγή καταλαμβάνει αχανή περιοχή που εκτείνεται κατά μήκος της Β. Αφρικής και της Ν.Ευρώπης μέχρι την ανατολική Ασία. Άλλη περιοχή δημιουργίας κατά το καλοκαίρι είναι η άνυδρη περιοχή της Β. Αμερικής, δυτικά του Μισσισιπή. Ο τροπικός ηπειρωτικός αέρας είναι θερμός στην πηγή του με χαμηλή σχετική και απόλυτη υγρασία. Κατά την κίνηση προς τα ψηλότερα πλάτη, τα κατώτερα στρώματα γίνονται ψυχρότερα και πάνω από τη θάλασσα η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία της θάλασσας.

Η υγρασία τείνει να παραμείνει χαμηλή, ιδιαίτερα όταν το ίχνος κίνησης βρίσκεται πάνω από τη χωρίς υγρασία ξηρά. Όταν κινείται πάνω από τη θάλασσα, η εξάτμιση αυξάνει τη σχετική και απόλυτη υγρασία και εάν η διαδικασία συνεχίζεται για αρκετό χρόνο η αέρια μάζα μεταβάλλεται σε θαλάσσια. Γενικά η ξηρότητα του αέρα και η επίδραση της ψύξης από την επιφάνεια στη σταθεροποίηση της κατακόρυφης θερμοβαθμίδας συνδυάζεται κατά τρόπο που εμποδίζει τον σχηματισμό νεφών, ακόμη και όταν ο αέρας στη συνέχεια υπόκειται σε έντονη θέρμανση από το έδαφος. Αυτή η αέρια μάζα επηρεάζει τα Βρετανικά νησιά μόνο το καλοκαίρι, ενώ μετά τη διάσχιση της Ευρώπης διατηρούνται υψηλές θερμοκρασίες λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας και ο καιρός είναι θερμός και αίθριος. Εφόσον δεν υπάρχει αίτιο απομάκρυνσης του κονιορτού ο οποίος εισέρχεται στην αέρια μάζα, στην περιοχή δημιουργίας της ή στη συνέχεια διαβίβασής της πάνω από την ξηρά, η ορατότητα είναι συνήθως περιορισμένη.

### γ. Πολικός Θαλάσσιος Αέρας (MP)

Οι περιοχές δημιουργίας αυτής της αέριας μάζας είναι τα βόρεια τμήματα του Β. Ατλαντικού και Β. Ειρηνικού. Στην πηγή ο αέρας χαρακτηρίζεται από χαμηλές θερμοκρασίες, χαμηλό σημείο δρόσου, υψηλή σχετική υγρασία και ευσταθή κατακόρυφη θερμοβαθμίδα, τουλάχιστον στα κατώτερα στρώματα. Κατά την κίνηση προς θερμότερες περιοχές, η αέρια μάζα θερμαίνεται από κάτω και η θερμοκρασία της επιφάνειας της γίνεται μικρότερη από τη θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας. Η θερμική αστάθεια εξαπλώνεται από τα κατώτερα στρώματα προς τα πάνω και η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα εκτείνεται στα υψηλά επίπεδα.

Τούτο επιτρέπει την ανάπτυξη των νεφών που συνοδεύουν τις μάζες και συχνά οδηγεί στην ανάπτυξη ογκωδών σωρειτών ή σωρειτομελανιών. Τα καλά αναπτυγμένα νέφη συνοδεύονται από όμβρους αστάθειας και μερικές φορές από καταιγίδες, ισχυρές ριπές ή λαιλαπες. Σε ορισμένες περιπτώσεις η ανώτερη κατακόρυφη θερμοβαθμίδα σταθεροποιεί γενική βύθιση της αέριας μάζας και η ανάπτυξη των νεφών περιορίζεται σε ασθενή SC και γενικά επικρατεί καλοκαιρία. Εκτός από περιπτώσεις όμβρων η ορατότητα είναι καλή, καθόσον στην πηγή ο αέρας είναι συνήθως καθαρός και οι τυχόν στη συνέχεια προσμίξεις, οι εισερχόμενες στη μάζα, απομακρύνονται από τα κατακόρυφα ρεύματα ή τους όμβρους. Εάν ο τύπος αυτός της αέριας μάζας κινείται το καλοκαίρι από τη θάλασσα προς την ξηρά, η θέρμανση από την επιφάνεια ενισχύεται περαιτέρω πάνω από την ξηρά από την ηλιακή ακτινοβολία και η κατακόρυφη μεταφορά αρχικά εντείνεται. Εντούτοις, μετά τη διάσχιση της ακτής η απορρόφηση υδρατμών από την εξάτμιση στη ξηρά περιορίζεται πολύ και η αυξανόμενη ξηρότητα της μάζας κάνει δύσκολη την ανάπτυξη νεφών μεταφοράς. Το χειμώνα ο πολικός θαλάσσιος αέρας είναι σχετικά ήπιος, καθώς κινείται πάνω από ξηρά που έχει ψυχθεί από ακτινοβολία. Η αέρια μάζα υπόκειται τότε σε ψύξη από την επιφάνεια και γίνεται ευσταθής στα κατώτερα στρώματα, παίρνοντας έτσι μερικά από τα χαρακτηριστικά τροπικής αέριας μάζας. Έτσι οι όμβροι περιορίζονται σε ένταση, τα νέφη τείνουν να γίνουν στρωματομορφα, ενώ ομίχλη μπορεί να σχηματισθεί γρήγορα σε αίθριο καιρό, όταν η βαθμίδα της πίεσης είναι μικρή. Παρόμοια κατάσταση παρατηρείται όταν η αέρια μάζα μετά την κίνησή της σε χαμηλότερα πλάτη, κινείται πάλι βόρεια σε νέα πολική θαλάσσια μάζα. Τα στρώματα κοντά στην επιφάνεια γίνονται τότε ευσταθή και εμφανίζονται σαν θαλάσσιος τροπικός αέρας, αλλά τα ανώτερα στρώματα είναι ασταθή, έτσι ώστε μόλις τεθεί σε κίνηση η κατακόρυφη μεταφορά π.χ. πάνω από τη ξηρά το καλοκαίρι, η κίνησή της προς τα πάνω αναπτύσσεται ελεύθερα.

#### **δ. Πολικός, Ηπειρωτικός και Αρκτικός Αέρας (CP και CA)**

Οι περιοχές δημιουργίας αυτών των αερίων μαζών είναι τα βόρεια τμήματα της Ευρώπης και Ασίας και τα ηπειρωτικά της Β. Αμερικής, που γίνονται περισσότερο εκτεταμένα κατά το χειμώνα σε σχέση προς το καλοκαίρι. Οι αρκτικές περιοχές καθοριζόμενες στο μεταξύ αυτών των δύο περιοχών, αποτελούν την περιοχή δημιουργίας του αρκτικού αέρα. Επειδή στην πηγή οι πολικές, ηπειρωτικές και αρκτικές αέριες μάζες βρίσκονται σε επαφή με επιφάνεια καλυμμένη επί το πλείστον από πάγο ή χιόνι, ο αέρας και το σημείο δρόσου είναι χαμηλά, η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα είναι σταθερή στα κατώτερα στρώματα και πιθανόν και στα ανώτερα λόγω καταβύθισης. Εκτός των περιπτώσεων των παραπάνω ηπειρών κατά τον χειμώνα, αυτές οι αέριες μάζες φθάνουν στα μέσα πλάτη κατόπιν διαδρομής πάνω από θερμότερη επιφάνεια (με πιθανή απορρόφηση θερμότητας και υγρασίας) και η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα γίνεται μεγαλύτερη από την επιφάνεια προς τα ανώτερα στρώματα.

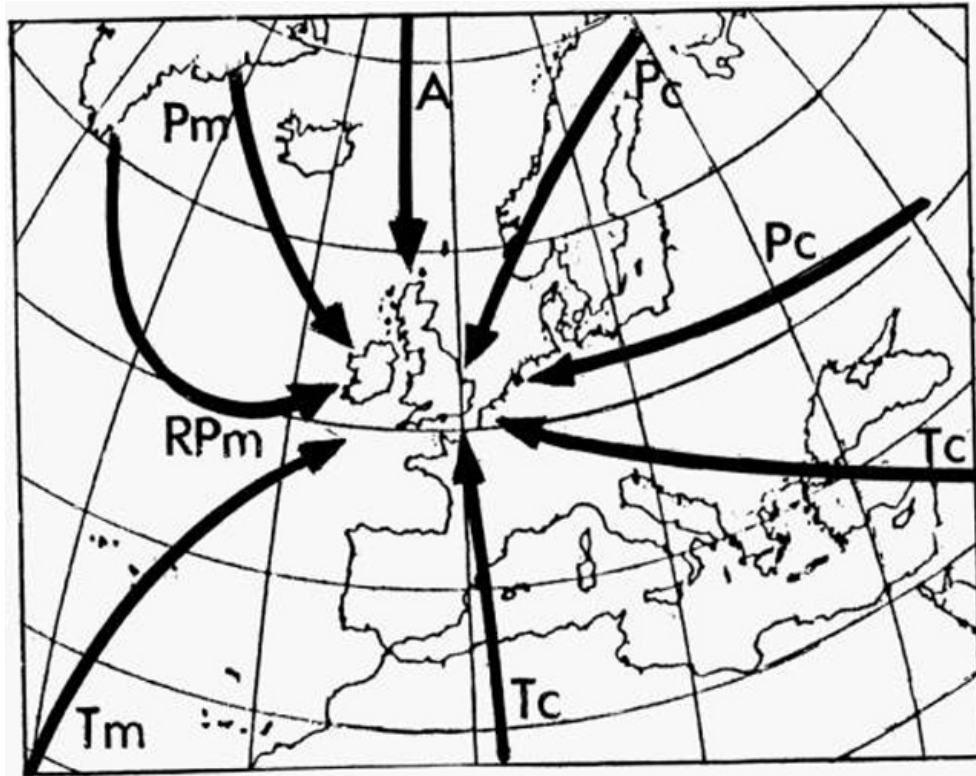
Κατά το χειμώνα πάνω από την ξηρά, οι κατακόρυφες αναπτύξεις απουσιάζουν λόγω ασθενούς απορρόφησης και χαμηλής υγρασίας. Έτσι στις περιπτώσεις αυτές ο αίθριος καιρός αποτελεί κανόνα. Εάν ο αέρας κινείται συνέχεια πάνω από τη θάλασσα, η εξάτμιση και η θέρμανση (η παραγόμενη από τη σχετικά θερμή θαλάσσια επιφάνεια) καταλήγει σε σωρειτόμορφα νέφη με πιθανούς χειμερινούς όμβρους.

Πράγματι με αυτή τη διαδικασία η αέρια μάζα παίρνει μεταβατικό χαρακτήρα και μεταμορφώνεται λίγο-πολύ ολοκληρωτικά σε πολική μάζα. Έτσι το χειμώνα πολικός, ηπειρωτικός αέρας από τη Β. Αμερική μεταπίπτει σε πολικό θαλάσσιο, καθώς κινείται ανατολικά κατά μήκος του Ατλαντικού Ωκεανού. Άλλο παράδειγμα στο οποίο η διαδικασία μετάπτωσης δεν προχωρεί τόσο πολύ αποτελεί ο πολικός, ηπειρωτικός αέρας ο οποίος φθάνει στα Βρετανικά νησιά το χειμώνα μετά τη διάσχιση της Βόρειας Θάλασσας. Εδώ κατά κανόνα παρατηρούνται όμβροι πλησίον των ανατολικών ακτών, αλλά κατά τη διείσδυση στα νησιά η πηγή θερμότητας εξαλείφεται, με αποτέλεσμα την απουσία νεφών και όμβρων.

Κατά το καλοκαίρι ο πολικός, ηπειρωτικός αέρας, κινούμενος προς τα θερμότερα τμήματα της ξηράς αρχικά είναι ξηρός και χωρίς νέφη. Ως εκ τούτου υπόκειται στη θέρμανση δι' ακτινοβολίας από την επιφάνεια, μέρος αυτής της θερμότητας μεταφέρεται και έτσι όσο χρόνο ο αέρας μετατρέπεται σε θερμή μάζα καλείται μερικές φορές μεταβατικός πολικός, ηπειρωτικός αέρας.

Αυτά σε συντομία είναι τα τυπικά χαρακτηριστικά των κυριότερων αερίων μαζών στα μέσα πλάτη. Στην πράξη, ποτέ δύο αέριες μάζες του ίδιου τύπου δεν είναι ακριβώς όμοιες, ούτε υπάρχει αέρια μάζα αυστηρά αμιγής. Ο χαρακτήρας οποιασδήποτε αέριας μάζας υπόκειται (λίγο-πολύ) σε συνεχείς μεταβολές, λόγω διαδικασιών απώλειας ή πρόσληψης θερμότητας, μεταβολές στην υγρασία και στην κατακόρυφη κίνηση κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής. Η επίδραση της βύθισης στη σταθεροποίηση της κατακόρυφης θερμοβαθμίδας έχει ήδη επισημανθεί. Επίσης η διαδικασία αυτή κάνει τον αέρα ξηρό και διαλύει τα νέφη, αφού αν ο αέρας υποχρεωθεί σε άνοδο γίνεται ψυχρός, η σχετική υγρασία αυξάνεται, η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα οξύνεται και τα νέφη σχηματίζονται εύκολα.

Οι αέριες μάζες που επηρεάζουν την περιοχή της Μ. Βρετανίας και της Ευρώπης φαίνονται στην εικ. 8-5.



Εικ. 8-5. Αέριες Μάζες που Επηρεάζουν τον Καιρό της Μ. Βρετανίας και της Ευρώπης.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Θ

### ΜΕΤΩΠΑ

#### 1. Εισαγωγή

Οι έννοιες των μετώπων και των μετωπικών επιφανειών εισήχθησαν στη μετεωρολογική φιλοσοφία και πράξη το 1918 από τον Bjerkness, ο οποίος έδειξε ότι η διανομή των μετεωρολογικών στοιχείων δια μέσου των εξωτροπικών κυκλώνων είναι περισσότερο ασυνεχής παρά συνεχής. Ο Bjerkness διαπίστωσε ότι υπήρχε επιφάνεια ασυνέχειας ελαφράς κλίσης με τον ψυχρό (πυκνό) αέρα σαν σφήνα κάτω από τον θερμό (λιγότερο πυκνό αέρα). Σε επόμενη μελέτη ο Bjerkness και ο Solberg διεύρυναν την έννοια των μετώπων και έδωσαν έμφαση στο ρόλο τους σαν ουσιώδεις συνδέσμους στη γενική κυκλοφορία των μέσων και υψηλών πλατών.

Μεγαλύτερη έμφαση δόθηκε στο πολικό μέτωπο, το οποίο θεωρήθηκε σαν επιφάνεια διαχωρισμού μεταξύ πολικών και υποτροπικών αέριων μαζών. Με τις αρχικές μελέτες του Bjerkness, Solberg και Bergeron έγινε σύντομα φανερό ότι τα μέτωπα, όπως επίσης και οι εξωτροπικοί κυκλώνες (και οι αέριες μάζες που τους συνοδεύουν) υπόκεινται σε κανονικό κύκλο ζωής και το 1928 ο Bergeron παρουσίασε κινηματική επεξήγηση του σχηματισμού και της διάλυσης των μετώπων. Με τις έρευνες των αερίων μαζών (μεγάλης κλίμακας) και των διατηρήσιμων ιδιοτήτων, ο Bergeron κατέληξε ότι τα μέτωπα σχηματίζονται σαν αποτέλεσμα συμβολής της κίνησης σε περιοχές μεταξύ αντίθετων αερίων μαζών.

Ο σκοπός του Κεφαλαίου αυτού είναι η περιγραφή των βασικών χαρακτηριστικών των μετώπων και της μετωπογένεσης, ενώ η σχέση τους προς τα συστήματα κίνησης θα εξετασθεί σε επόμενα Κεφάλαια.

#### 2. Μέτωπα

Όταν δύο αέριες μάζες διαφορετικών χαρακτηριστικών προσεγγίζουν η μια την άλλη σχηματίζεται ζώνη ασυνέχειας, κατά μήκος της οποίας οι ιδιότητες της μιας συγχωνεύονται με εκείνες της άλλης. Επειδή κατά μήκος των ζωνών των μετώπων διαχωρισμού γειτονικών αερίων μαζών παρατηρείται το μεγαλύτερο μέρος της δραστηριότητας του καιρού των μέσων πλατών, η μελέτη τους έχει ιδιαίτερη σπουδαιότητα για τους μετεωρολόγους των περιοχών αυτών. Η έκταση (οριζόντια και κατακόρυφη) και το μέγεθος της οξύτητας των μετώπων κυμαίνονται σε ευρύτατα όρια. Μιλώντας γενικά, μπορεί να λεχθεί ότι ένα μέτωπο πρέπει να εκτείνεται 3.000 πόδια περίπου πάνω από τα επηρεαζόμενα από αμιγή φαινόμενα επίπεδα επιφάνειας και να έχει μήκος τουλάχιστο 200 μίλια για να θεωρηθεί σημαντικό από συνοπτικής πλευράς. Το εύρος είναι δυνατό να κυμαίνεται από 3 ως 50 μίλια. Τα μέτωπα δεν μπορούν να έχουν εύρος μικρότερο των 3 μιλίων λόγω των αναταράξεων, οι οποίες προκαλούν ανάμιξη του αέρα των δύο πλευρών, ακόμη και στις οξύτερες περιπτώσεις. Όταν υπερβαίνουν τα 50 μίλια χαρακτηρίζονται ευκρινώς σαν μετωπικές ζώνες και αντιπροσωπεύουν βαθμιαία μεταβολή από τις ιδιότητες της μιας στις ανάλογες της άλλης αέριας μάζας.

Η μετωπική ζώνη, κοινά καλούμενη μέτωπο, δηλώνεται με μία γραμμή πάνω σε χάρτη καιρού. Με τον περιορισμένο όμως αριθμό σταθμών επιφάνειας, συνήθως είναι αδύνατο να προσδιορισθεί η ακριβής θέση των εξωτερικών ορίων της μετωπικής ζώνης. Πολλές φορές μέτωπα πάνω από θαλάσσιες περιοχές πρέπει να τοποθετηθούν σε χάρτη καιρού με βάση ελάχιστες και αραιές παρατηρήσεις. Τα μέτωπα ενδιαφέρουν ιδιαίτερα τους χειριστές γιατί συνοδεύονται από πάρα πολλά καιρικά φαινόμενα, τα οποία φυσικά δεν περιορίζονται στις μετωπικές ζώνες. Προς το τέλος του Κεφαλαίου θα καταδειχθεί ότι μερικά μέτωπα δε δημιουργούν καθόλου νέφη και υετό. Αντίθετα, ο καιρός που απαντάται σε τμήμα του μετώπου συχνά διαφέρει από τον καιρό των άλλων τμημάτων του ίδιου μετώπου.

#### 3. Δομή των Μετώπων

a. Η μελέτη των αερίων μαζών αποκάλυψε ότι οι αέριες μάζες παίρνουν αρχικά τις ιδιότητες από τις πηγές προέλευσής τους, που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Οι ιδιότητες κατόπιν μεταβιβάζονται βαθμιαία προς τα πάνω μέσα στη μάζα και την τροποποιούν όλο και λιγότερο όσο αυξάνει το ύψος. Από τη διαδικασία αυτή, αποκαλύπτονται δύο πράγματα:

(1) Επειδή οι αέριες μάζες έχουν βάθος, η μεταβατική ζώνη αυτών διατηρείται όχι μόνο στην επιφάνεια, αλλά εκτείνεται επίσης σε αξιοσημείωτο ύψος.

(2) Επειδή οι αέριες μάζες διατηρούν τις ιδιότητες της πηγής προέλευσής τους στο μεγαλύτερο βαθμό, στο πλησίον της επιφάνειας τμήμα τους, η αντίθεση μεταξύ των μαζών είναι σημαντικότερη στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας.

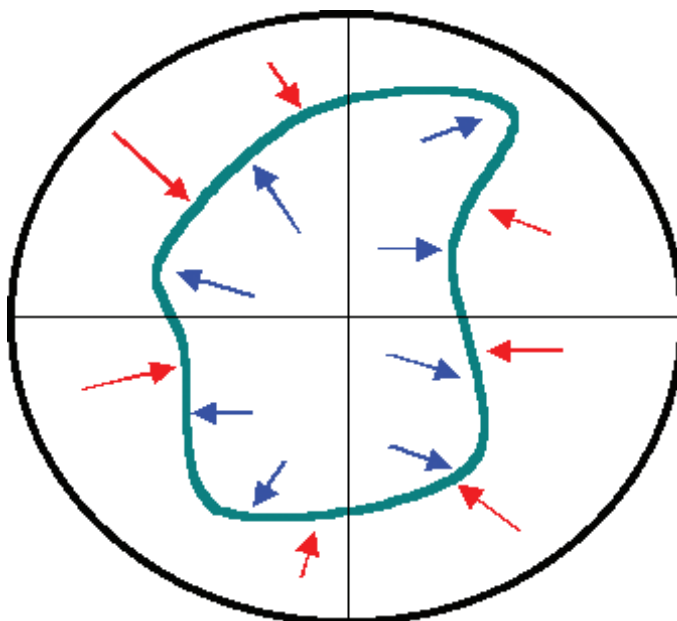
β. Σε μερικά επίπεδα πάνω από την επιφάνεια, πράγμα που εξαρτάται από το ύψος στο οποίο οι μεμονωμένες αέριες μάζες τροποποιούνται αισθητά από τη πηγή προέλευσής τους, η διαφορά μεταξύ των δύο αερίων μαζών γίνεται εντελώς μικρή, με αποτέλεσμα πολλά μέτωπα να μη διακρίνονται πάνω από τα 15.000 ως 20.000 πόδια. Ωστόσο η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των αερίων μαζών σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να εκτείνεται και πέρα της τροπόπαυσης.

γ. Επειδή οι αέριες μάζες διαχωριζόμενες από μέτωπο έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά θερμοκρασίας και υγρασίας, έχουν επίσης και διαφορετική πυκνότητα. Οι ψυχρές αέριες μάζες είναι πυκνότερες από τις θερμές. Όταν η θερμή αέρια μάζα κινείται αργά αναφορικά με την ψυχρή μάζα (που την προσεγγίζει), τότε ο βαρύς ψυχρός αέρας εισχωρεί ορμητικά κάτω από τον ελαφρύτερο θερμό αέρα. Λόγω της τριβής που δημιουργείται από το ανάγλυφο του εδάφους, ο αέρας που βρίσκεται σε επαφή με τη γη επιβραδύνεται προκαλώντας κύρτωμα, δηλαδή την κλίση του μετώπου. Αυτό τείνει επίσης να δώσει στο μέτωπο απότομη κλίση ειδικά στα χαμηλά επίπεδα.

Αντίστροφα όταν η ψυχρή αέρια μάζα κινείται αργά σε σχέση με την προσεγγίζουσα θερμή μάζα, ο ελαφρύς και θερμός αέρας ολισθαίνει πάνω από τον ψυχρό και πυκνότερο αέρα. Στην περίπτωση αυτή, η προκαλούμενη κλίση της μετωπικής επιφάνειας είναι μικρότερη και ομαλότερη. Η μετωπική κλίση είναι μικρή όταν υφίσταται μικρή διαφορά ταχύτητας ανέμων μεταξύ των συγκρουόμενων αερίων μαζών και απότομη όταν η διαφορά ταχύτητας του ανέμου είναι μεγάλη.

#### 4. Το Πολικό Μέτωπο

Τα μέσα πλάτη αποτελούν την ευνοϊκή περιοχή συνάντησης των πολικών (ψυχρών) και τροπικών (θερμών) αερίων μαζών. Οι μάζες αυτές δρουν συνεχώς (η μία πάνω στην άλλη), με αποτέλεσμα ο ψυχρός αέρας να κινείται νότια και ο θερμός βόρεια με μορφή εναλλακτικών κυμάτων. Η ζώνη διαχωρισμού αυτών των τροπικών και πολικών αερίων μαζών καλείται πολικό μέτωπο. Το πολικό μέτωπο δεν είναι στάσιμο. Σε ορισμένες θέσεις, ισχυρή ροή του ψυχρού πολικού αέρα ωθεί και μετατοπίζει νότια τον θερμό αέρα. Σε άλλη περίπτωση, υποχωρεί μπροστά από τον τροπικό αέρα που εισχωρεί μ' αποτέλεσμα το μέτωπο να πάρει κυματοειδή μορφή, όπως αυτή της εικ. 9-1.



Εικ. 9-1. Ημισφαιρική Αποψη του Πολικού Μετώπου.

Πρέπει να τονισθεί εδώ ότι το ημισταθερό πολικό μέτωπο σπάνια συναντιέται σαν συνεχής ζώνη που περικλείει ολόκληρο το ημισφαίριο. Υπάρχουν (σχεδόν παντού) μερικές θέσεις γύρω από το ημισφαίριο όπου η μεταβίβαση μεταξύ πολικών και τροπικών αερίων μαζών είναι τόσο ομαλή, ώστε δεν

παρατηρείται ευδιάκριτη διαχωριστική γραμμή. Επομένως το μέτωπο παρουσιάζει διακοπές. Οι διακοπές αυτές αυξάνονται κατά το καλοκαίρι, όταν όλο το μέτωπο είναι γενικά λιγότερο ευκρινές. Το πολικό μέτωπο εντοπίζεται συνήθως στα μέσα πλάτη, ενώ συχνά κινείται κατά τον χειμώνα βαθιά μέσα στις τροπικές ζώνες, γιατί κατά την εποχή αυτή επικρατούν οι ψυχρές αέριες μάζες. Κατά το καλοκαίρι όταν δεσπόζουν οι θερμές αέριες μάζες, το μέτωπο μπορεί να κινηθεί βόρεια του 60ου παραλλήλου.

Το πολικό μέτωπο δεν είναι το μοναδικό που υπάρχει. Τούτο αποτελεί την κύρια ζώνη ασυνέχειας σε κάθε ημισφαίριο, πλην όμως μέτωπα μπορεί να σχηματισθούν μέσα σε οποιοσδήποτε αέριες μάζες οι οποίες έχουν σημαντικές διαφορετικές ιδιότητες θερμοκρασίας και υγρασίας.

## 5. **Ασυνέχεια Κατά Μήκος των Μετώπων**

Οι διαφορές στα χαρακτηριστικά των αερίων μαζών που βρίσκονται σε επαφή όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και ο άνεμος χρησιμοποιούνται από τους μετεωρολόγους για την τοποθέτηση και ταξινόμηση των μετώπων. Επιπλέον οι αλλαγές της πίεσης αποτελούν σπουδαιότατη ένδειξη της θέσης κινούμενου μετώπου. Όταν τα μέτωπα κινούνται πάνω από σταθμό επιφάνειας, η παρατηρούμενη αλλαγή από τα χαρακτηριστικά της μιας αέριας μάζας σ' εκείνα της άλλης, είναι μερικές φορές εντελώς απότομη. Απότομες αλλαγές δείχνουν ότι η μεταβατική ζώνη είναι μικρή και σε μερικές περιπτώσεις μικρότερη του ενός μιλίου. Άλλοτε η αλλαγή των χαρακτηριστικών είναι βαθμιαία, οφειλόμενη σε ευρεία εκτεταμένη ζώνη η οποία μπορεί να έχει και 200 μίλια πλάτος.

### α. **Θερμοκρασία**

Η θερμοκρασία είναι από τα πλέον ευδιάκριτα χαρακτηριστικά κατά μήκος ενός μετώπου. Πάνω στην επιφάνεια η διάβαση μετώπου συνήθως χαρακτηρίζεται από αξιοσημείωτη αλλαγή του καιρού και αποτελεί τμηματική ένδειξη της έντασης του μετώπου. Τα ισχυρά απόκρημνα μέτωπα συνοδεύονται από απότομες και ευρείς μεταβολές της θερμοκρασίας. Αντίθετα, ασθενή ή διάχυτα μέτωπα χαρακτηρίζονται από βαθμιαίες και μικρές μεταβολές θερμοκρασίας. Είναι άξιο προσοχής σ' αυτή την περίπτωση το ότι η αλλαγή θερμοκρασίας, ακόμη και σε περιπτώσεις ασθενών μετώπων είναι ταχύτερη και περισσότερο εμφανής, απ' αυτήν που παρατηρείται μέσα σε ομοιόμορφη αέρια μάζα.

### β. **Σημείο Δρόσου**

Η θερμοκρασία του σημείου δρόσου σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία αποτελεί ισχυρή ένδειξη της σχετικής υγρασίας του αέρα. Επειδή η ψυχρή αέρια μάζα συνήθως είναι ξηρότερη της θερμής, οι τιμές της θερμοκρασίας του σημείου δρόσου είναι χρήσιμες για την τοποθέτηση του μετώπου. Οι τιμές του σημείου δρόσου μπορούν επίσης να δηλώσουν τη θέση του μετώπου, επειδή κανονικά είναι μικρότερες στη ψυχρή αέρια μάζα απ' ότι στην θερμή.

### γ. **Άνεμος**

Κοντά στην επιφάνεια, η ασυνέχεια του ανέμου κατά μήκος ενός μετώπου αποτελεί αρχικά αλλαγή διεύθυνσης. Στο Β. Ημισφαίριο αυτές οι αλλαγές διεύθυνσης του ανέμου πραγματοποιούνται κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Η ταχύτητα του ανέμου είναι σχεδόν η ίδια σε αμφότερες τις πλευρές του μετώπου. Ωστόσο σε πολλές περιπτώσεις, κατά τη μετάβαση από τον θερμό προς τον ψυχρό αέρα παρατηρείται απότομη αύξηση της ταχύτητας του ανέμου, επειδή γενικά οι ταχύτητες ανέμων είναι μεγαλύτερες στην ψυχρή αέρια μάζα.

### δ. **Μεταβολές Πίεσης**

Επειδή το μέτωπο συνήθως συναντιέται κατά μήκος αυλώνα χαμηλής πίεσης, η πίεση κανονικά είναι ψηλότερη μπρος και πίσω από τη γραμμή του μετώπου, παρά πάνω στο μέτωπο. Έτσι όταν το μέτωπο πλησιάζει ένα μετεωρολογικό σταθμό βλέπουμε ότι η πίεση συνήθως πέφτει. Επειδή τα μέτωπα συνήθως συνοδεύονται από αξιοσημείωτο υετό και νέφη, οι άνθρωποι έχουν από παλιά συσχετίσει την πτώση της πίεσης με την επιδείνωση του καιρού. Ο κανόνας αυτός πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή, γιατί η ημερήσια μεταβολή της πίεσης μπορεί να προκαλέσει πτώση της πίεσης ακόμη και όταν ο καιρός είναι και παραμένει καλός. Κατά κανόνα αμέσως μετά τη διάβαση του μετώπου ακολουθεί άνοδος της πίεσης.

## 6. **Παράγοντες που Επηρεάζουν τον Καιρό του Μετώπου**

Ο καιρός κατά μήκος των μετώπων δεν είναι πάντα επικίνδυνος. Ο καιρός μπορεί να ποικίλλει από κατάσταση χωρίς συνέπειες, ως άκρα επικίνδυνη που περιλαμβάνει χαλάζι, ισχυρές αναταράξεις, παγοποίηση χαμηλές νεφώσεις και περιορισμένη ορατότητα. Η νέφωση και ο υετός συναντώνται κατά μήκος του μετώπου, εξαρτώνται δε από παράγοντες όπως οι παρακάτω:

- α. Από το ποσό της υπάρχουσας υγρασίας.
- β. Από το βαθμό ευστάθειας του ανερχόμενου αέρα.
- γ. Από την κλίση του μετώπου.
- δ. Από την ταχύτητα κίνησης του μετώπου.
- ε. Από το μέγεθος της διαφοράς θερμοκρασίας και υγρασίας μεταξύ αέριων μαζών.

Όσον αφορά τον πρώτο παράγοντα, προφανώς πρέπει να υπάρχει σημαντική υγρασία για τον σχηματισμό νεφών, αλλιώς δεν θα υπάρξουν νέφη.

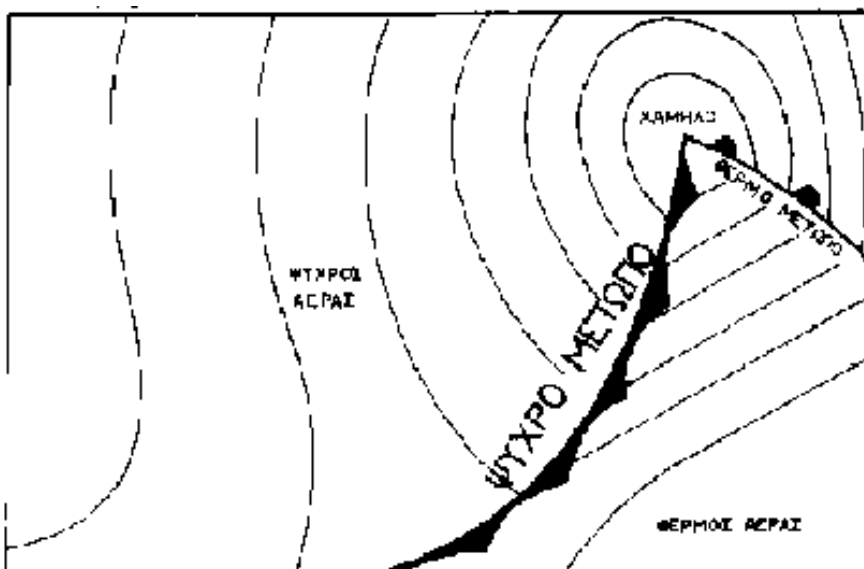
Ο βαθμός ευστάθειας του ανερχόμενου αέρα προσδιορίζει αν η νέφωση θα είναι στρατόμορφη ή σωρειτόμορφη και με ή χωρίς αναταράξεις. Ο υετός από σωρειτόμορφα νέφη είναι τύπου όμβρων και τα νέφη περιέχουν ισχυρές αναταράξεις. Ασθενείς (αβαθείς) μετωπικές επιφάνειες τείνουν να δώσουν εκτεταμένες νεφώσεις με ευρείες περιοχές υετού. Μέτωπα με απότομες κλίσεις κινούνται γρήγορα και δημιουργούν στενές δέσμες νεφώσεων και υετού τύπου όμβρων.

Απότομες μετωπικές κλίσεις φυσιολογικά διαχωρίζουν αέριες μάζες άκρως διαφορετικών χαρακτηριστικών. Στην περίπτωση αυτή αν υπάρχει σημαντική υγρασία και η θερμή αέρια μάζα είναι συμβατικά ασταθής, οι μετωπικές επιφάνειες είναι ιδιαίτερα έντονες, όταν η ψυχρή αέρια μάζα κινείται γρήγορα προς τη θερμή. Με αυτές τις συνθήκες το μέτωπο συνοδεύεται από καταιγίδες.

## 7. Ψυχρά Μέτωπα

Η μπροστινή επιφάνεια μιας ψυχρής αέριας μάζας που εισχωρεί και αντικαθιστά θερμό αέρα λέγεται ψυχρό μέτωπο.

Οι κλίσεις των ψυχρών μετώπων ποικίλλουν από 1/50 έως 1/150 και έχουν μέση τιμή 1/80. Τούτο σημαίνει ότι σε απόσταση 80 μιλίων μέσα στον ψυχρό αέρα από τη θέση επιφάνειας του μετώπου, το μέτωπο θα συναντηθεί σε ύψος 1 μιλίου πάνω από την επιφάνεια (εικ. 9-2).



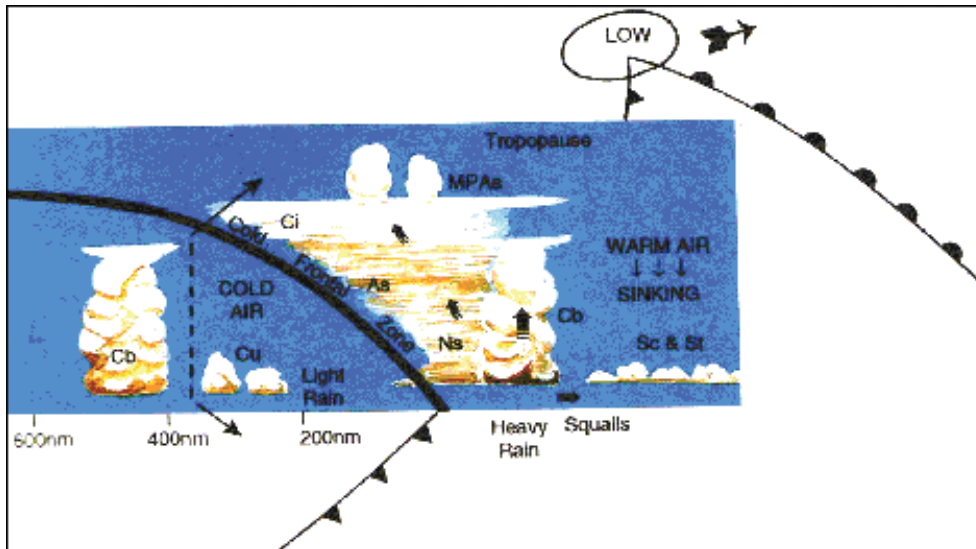
Εικ. 9-2. Ψυχρό Μέτωπο σε Χάρτη Επιφάνειας.

Τα ψυχρά μέτωπα συνοδεύονται από σημαντικές αλλαγές καιρού και από τις πλέον επικίνδυνες συνθήκες πτήσης. Η εικ. 9-2 δείχνει τον τρόπο με τον οποίο ένα ψυχρό μέτωπο απεικονίζεται πάνω σε χάρτη καιρού. Άποψη κατακόρυφης τομής του ψυχρού μετώπου δίνεται στην εικόνα 9-3. Εδώ θα ήταν χρήσιμο να δοθεί έμφαση στο ότι οι κατακόρυφες διαστάσεις των μετώπων παρουσιάζονται μεγαλοποιημένες σε όλες τις αναπαραστάσεις της μετωπικής δομής ανάλογα με το ύψος. Τούτο γίνεται για λόγους διευκρίνησης.

Στο Β. Ημισφαίριο ισχυρά ψυχρά μέτωπα συνήθως προσανατολίζονται με διεύθυνση βορειο-ανατολική έως νοτιοδυτική, κινούμενα αντίστοιχα ανατολικά και νοτιοανατολικά. Αυτά ακολουθούνται

από ψυχρότερο και ξηρότερο καιρό και συχνά προηγούνται ισχυρές ψυχρές ριπές κατά το χειμώνα και μερικές φορές κονιορτοθύελλες.

Υπάρχει μια αλληλουχία φαινομένων κατά τη διάβαση τυπικού ψυχρού μετώπου. Πρώτα αυξάνονται οι νότιοι άνεμοι μέσα στο θερμό αέρα και μπροστά από το μέτωπο. Κατόπιν εμφανίζονται υψοσωρείτες (AC) στον ορίζοντα και προς τη διεύθυνση από την οποία προσεγγίζει το μέτωπο. Η βαρομετρική πίεση πέφτει. Στη συνέχεια παρατηρούνται χαμηλά νέφη και καθώς προσεγγίζουν νέφη CB, αρχίζει η βροχή, η οποία αυξάνεται σε ένταση προς το κέντρο του μετώπου και όταν αυτό πλησιάζει κατά τη διάρκεια διέλευσής του ο άνεμος αλλάζει σε δυτικό ή βόρειο και η πίεση ανεβαίνει γρήγορα. Ο τύπος αυτός, της διέλευσης ψυχρού μετώπου, ακολουθείται από γρήγορη νεφοδιάλυση και πτώση της θερμοκρασίας και του σημείου δρόσου.



**Εικ. 9-3. Κατακόρυφη Τομή Ψυχρού Μετώπου.**

Η νέφωση μέσα στο ψυχρό αέρα εξαρτάται από το βαθμό ευστάθειας και την υπάρχουσα υγρασία της αέριας μάζας. Η αλληλουχία των περιγραφόμενων φαινομένων μπορεί σε πάρα πολλές περιπτώσεις να μεταβληθεί σημαντικά. Τα ψυχρά μέτωπα μπορούν να διαιρεθούν σε δύο γενικούς τύπους, στα γρήγορα κινούμενα και στα αργά κινούμενα.

Συχνά παρατηρείται αργή μετάπτωση από τον ένα στον άλλο τύπο. Σε ακραίες περιπτώσεις, παρατηρήθηκε ότι τα ψυχρά μέτωπα κινούνται με ταχύτητα 60 μίλια την ώρα, αν και συνήθως κινούνται με ταχύτητα μικρότερη του μισού της ταχύτητας αυτής. Επίσης κινούνται ταχύτερα το χειμώνα παρά το καλοκαίρι.

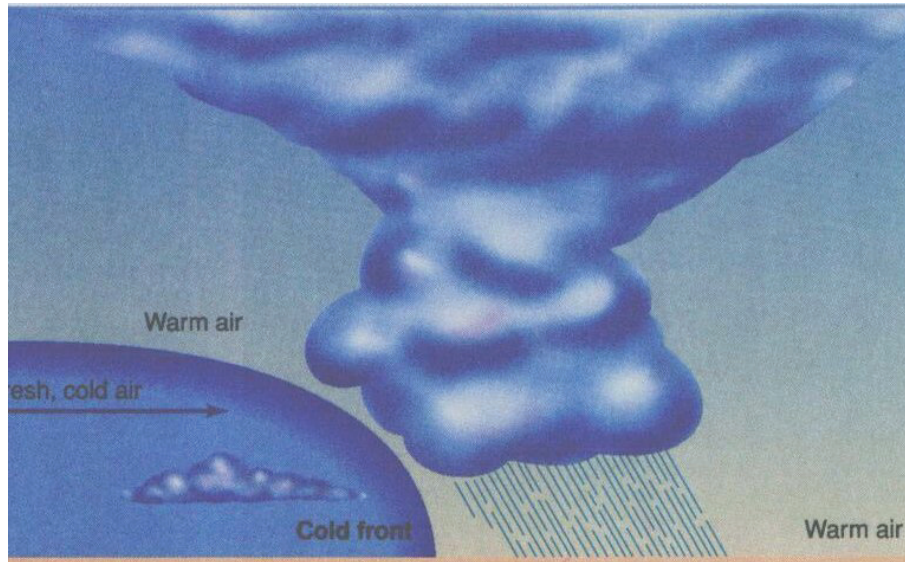
#### **α. Γρήγορα Κινούμενα Ψυχρά Μέτωπα**

Στα ανώτερα στρώματα των ψυχρών μετώπων που κινούνται γρήγορα παρατηρείται κατολίσθηση αέρα πάνω και κάτω από τη μετωπική επιφάνεια. Μπροστά από το μέτωπο και κοντά στην επιφάνεια ο αέρας ανολισθαίνει και η πιο έντονη νέφωση και ισχυρός υετός απαντώνται εκεί όπου συναντώνται τα αντίθετα ρεύματα αέρα. Ο τύπος αυτός του μετώπου συχνά προκαλεί πάρα πολύ επικίνδυνο καιρό πτήσης. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, επειδή το ανάγλυφο του εδάφους επιβραδύνει την κίνηση του μετώπου κοντά στην επιφάνεια, η κλίση του αυξάνεται απότομα και δημιουργείται στενή ζώνη κακοκαιρίας. Εάν η θερμή αέριος μάζα είναι υγρή και συμβατικά ασταθής, διεσπαρμένες καταιγίδες και όμβροι πιθανώς να αναπτυχθούν μπροστά από το μέτωπο. Σε ορισμένες περιπτώσεις αναπτύσσεται συνεχής γραμμή καταιγίδων (εικ.9-4).

Η γραμμή αυτή, γνωστή σα γραμμή λαίλαπας, χαρακτηρίζεται από τρομερό τείχος νεφών (αναπτυσσόμενα μέχρι το ύψος των 40.000) ποδών και από ισχυρές αναταράξεις. Σε μερικές περιπτώσεις έχουν παρατηρηθεί μεμονωμένα νέφη που εκτείνονται έως τα 60.000 ή 70.000 πόδια.

Η γραμμή λαίλαπας αναπτύσσεται σε απόσταση που κυμαίνεται από 50 ως 300 μίλια μπροστά από το μέτωπο και είναι σχεδόν παράλληλη με αυτό. Οι γραμμές λαίλαπας συνοδεύονται από τις εντονότερες μορφές κακοκαιρίας απ' όσες γνωρίζουμε. Ο καιρός γίνεται συνήθως γρήγορα αίθριος

πίσω από το ψυχρό μέτωπο, που κινείται γρήγορα, με χαμηλές θερμοκρασίες και ριπαίους ανέμους επιφάνειας κατά τη διέλευσή του.



**Εικ. 9-4. Ταχέως Κινούμενο Ψυχρό Μέτωπο με Ασταθή Θερμό Αέρα.**

**β. Αργά Κινούμενα Ψυχρά Μέτωπα**

Όταν ο ψυχρός αέρας κινείται αργά, υπάρχει καθολική κατολίσθηση του θερμού αέρα πάνω από τη μετωπική επιφάνεια. Τούτο έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία περισσότερο εκτεταμένης μορφής νεφών μέσα στο θερμό αέρα που εκτείνονται αρκετά πίσω από τη θέση του μετώπου. Εάν ο θερμός αέρας είναι ευσταθής, τα νέφη είναι στρατόμορφα (εικ. 9-5), ενώ εάν ο θερμός αέρας είναι υγρός και συμβατικά ασταθής, τα νέφη είναι σωρειτόμορφα (εικ. 9-6).

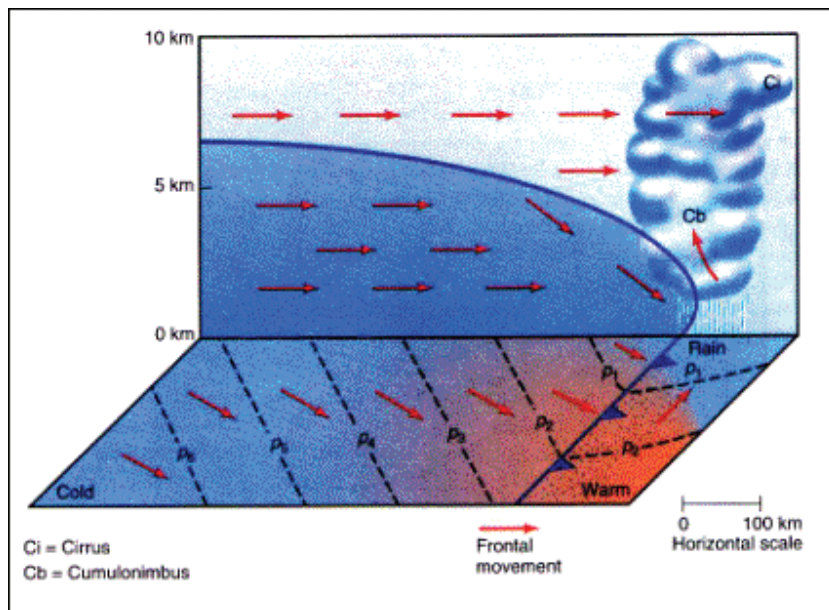


**Εικ. 9-5. Αργά Κινούμενο Ψυχρό Μέτωπο με Ευσταθή Θερμό Αέρα.**

**8. Θερμά Μέτωπα**

Η μπροστινή επιφάνεια μιας θερμής αέριας μάζας που ανολισθαίνει πάνω σε ψυχρή αέρια μάζα και την εκτοπίζει προς την φορά κίνησής της ονομάζεται θερμό μέτωπο. Οι κλίσεις των θερμών μετώπων ποικίλλουν από 1/50 ως 1/200 με μέσο όρο 1/100.

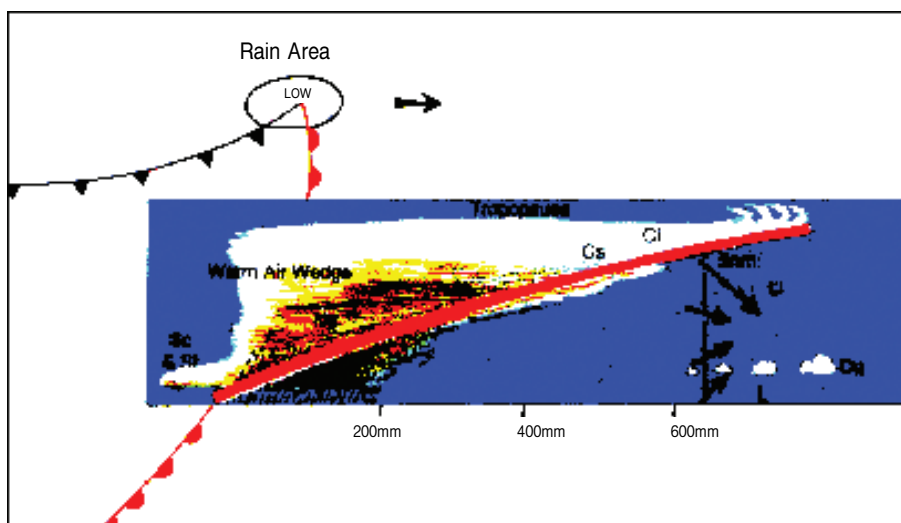
Τα θερμά μέτωπα σπάνια είναι ευδιάκριτα όπως τα ψυχρά και συνήθως κινούνται με το μισό της ταχύτητας των ψυχρών. Όταν η γενική ροή του ανέμου είναι η ίδια και στις δύο περιπτώσεις, ο θερμός



**Εικ. 9-6. Αργά Κινούμενο Ψυχρό Μέτωπο με Ασταθή Θερμό Αέρα.**

αέρας βαθμιαία ολισθαίνει πάνω από τη μετωπική επιφάνεια και σχηματίζεται συνήθως ευρύ σύστημα νεφών. Το νεφικό τούτο σύστημα εκτείνεται από τη θέση του μετώπου κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, μέχρι περίπου 500 ως 700 μέτρα μπροστά από αυτό.

Εάν ο θερμός αέρας είναι υγρός και ευσταθής αναπτύσσονται νέφη στρατόμορφα. Η αλληλουχία των τύπων των νεφών που απαντώνται σε κίνηση αντίθετη προς τη κίνηση του μετώπου, είναι θύσανοι (Ci), θυσανοστρώματα (Cs), υψοστρώματα (As) και μελανιοστρώματα (Ns) (εικ 9-7).



**Εικ. 9-7. Θερμό Μέτωπο με Ευσταθή Θερμό Αέρα.**

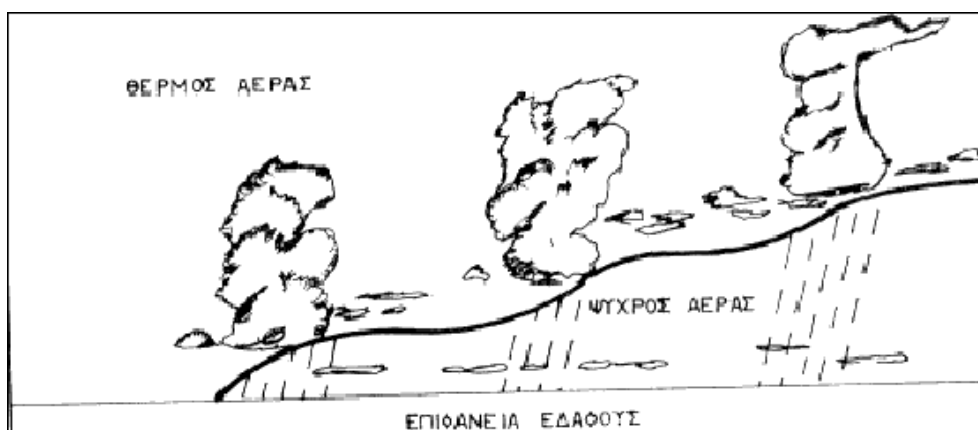
Ο υετός αυξάνει βαθμιαία με την προσέγγιση του μετώπου και συνήθως συνεχίζεται μέχρι τέλειας διάβασής του. Εάν ο θερμός αέρας είναι υγρός και κατά συνθήκη ασταθής, τότε σχηματίζονται καταιγίδες οι οποίες είναι αρκετά επικίνδυνες για την αεροπορία γιατί αποκρύπτονται συνήθως από τα μέσα και τα χαμηλά νέφη (εικ. 9-8).



**Εικ. 9-8. Θερμό Μέτωπο με Ασταθή Θερμό Αέρα.**

Η ευρεία περιοχή υετού μπροστά από το θερμό μέτωπο δημιουργεί συχνά χαμηλά νέφη ST και ομίχλη. Σ' αυτή την περίπτωση η βροχή αυξάνει την υγρασία του ψυχρού αέρα μέχρι σημείου κορεσμού. Αυτό και άλλα ανάλογα αποτελέσματα μπορεί να δημιουργήσουν χαμηλές βάσεις νεφών και περιορισμένη ορατότητα πάνω από έκταση χιλιάδων τετραγωνικών μιλίων. Η μετωπική ζώνη καθ' αυτή δυνατό να παρουσιάζει μηδενικές ορατότητες και χαμηλές βάσεις νεφών πάνω από ευρεία περιοχή.

Εάν ο ψυχρός αέρας διατηρεί θερμοκρασίες κάτω από το σημείο παγοποίησης, παίρνει μορφή χιονόλυτου ή παγωμένης βροχής. Πολύ ψυχρός αέρας κάτω από το θερμό μέτωπο αντιστέκεται στη μετατόπιση και μπορεί να υποχρεώσει το θερμό αέρα να κινηθεί με μορφή λεπτών κυμάτων στα ανώτερα επίπεδα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία δευτερευόντων ανωτέρων θερμών μετώπων και παράλληλες ζώνες υετού σε ασυνήθιστες αποστάσεις μπροστά από τη θέση της μετωπικής επιφάνειας του μετώπου (εικ. 9-8α).

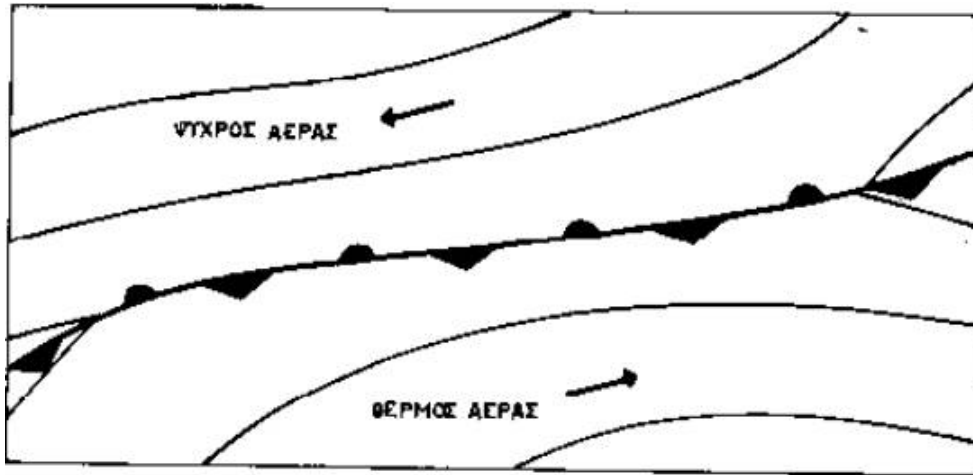


**Εικ. 9-8α. Κυματοειδής Επιφάνεια Θερμού Μετώπου**

### 9. Στάσιμα Μέτωπα

Μερικές φορές αντίθετες δυνάμεις που ασκούνται από γειτονικές αέριες μάζες διαφορετικών πυκνοτήτων είναι τέτοιες, ώστε η μετωπική επιφάνεια μεταξύ αυτών να παρουσιάζει ελάχιστη ή καθόλου κίνηση. Σε τέτοιες περιπτώσεις έχει παρατηρηθεί ότι οι άνεμοι επιφάνειας έχουν τάση παράλληλη προς το μέτωπο, παρά προς αυτό ή μακριά από αυτό. Επειδή καμία από τις αέριες μάζες δεν εκτοπίζει την άλλη, το μέτωπο καλείται στάσιμο (εικ. 9-8β). Οι καιρικές συνθήκες που συναντώνται σε στάσιμο μέτωπο είναι παρόμοιες με εκείνες του θερμού μετώπου, αλλά μικρότερης έντασης. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του στάσιμου μετώπου είναι ότι ο καιρός που το συνοδεύει μπορεί να διατηρηθεί, εμποδίζοντας τις πτήσεις σε μια περιοχή για αρκετές μέρες.

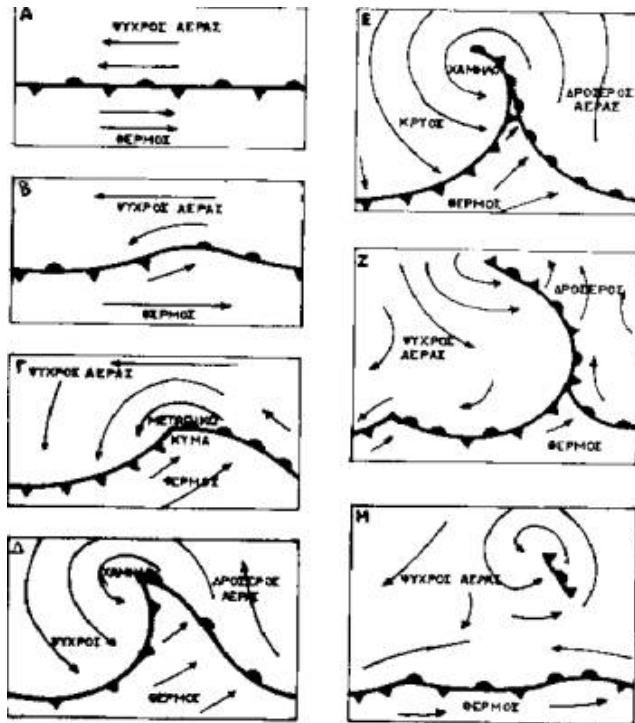




Εικ. 9-86. Στάσιμο Μέτωπο σε Χάρτη Καιρού Επιφάνειας.

### 10. Μέτωπα Κύματα και Συσφίξεις

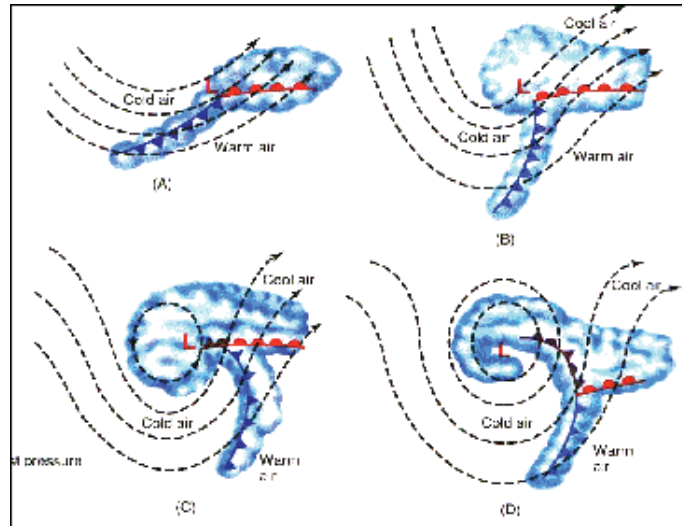
Τα μετωπικά κύματα και οι κυκλώνες (περιοχές χαμηλών πιέσεων) είναι αποτέλεσμα της αλληλοεπίδρασης δύο αερίων μαζών. Συνήθως σχηματίζονται σε αργά κινούμενα ψυχρά μέτωπα ή σε στάσιμα (εικ. 9-9). Στην αρχική κατάσταση οι άνεμοι στις δύο πλευρές του μετώπου πνέουν παράλληλα με αυτό (Α). Ελαφρές διαταράξεις σε αυτό τον τύπο ανέμων, καθώς και πιθανή ανώμαλη τοπική θέρμανση ή ανομοιόμορφο ανάγλυφο του εδάφους μπορούν να δημιουργήσουν μικρή κυματοειδή κλίση στο μέτωπο (Β). Οι διαταράξεις αυτές συχνά δεν φαίνονται στον χάρτη επιφάνειας. Εάν αυτή η τάση διατηρείται και το κύμα αυξάνει σε μέγεθος, τότε μπαίνει σε κίνηση κυκλωνική κυκλοφορία. Στη συνέχεια το ένα τμήμα του μετώπου αρχίζει να κινείται σα θερμό μέτωπο, ενώ το συνεχόμενο τμήμα αυτού αρχίζει να κινείται σαν ψυχρό μέτωπο (Γ). Η παραμόρφωση αυτή καλείται μετωπικό κύμα. Η πίεση πάνω στην κορυφή του μετωπικού κύματος πέφτει και σχηματίζεται κέντρο χαμηλής πίεσης. Η κυκλωνική κυκλοφορία στη συνέχεια γίνεται ισχυρότερη και πλέον οι άνεμοι επιφάνειας είναι αρκετά



Εικ. 9-9α. Μέτωπα Κύματα και Συσφίξεις

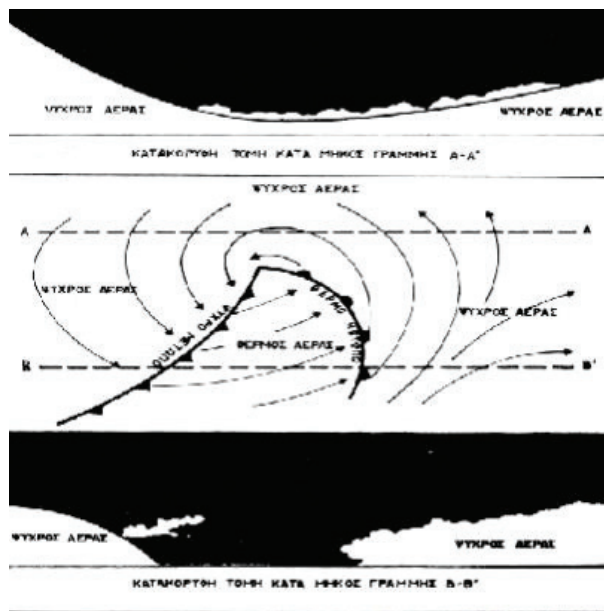
ισχυροί για να κινήσουν τα μέτωπα. Εάν το ψυχρό μέτωπο κινείται ταχύτερα από το θερμό μέτωπο (Δ), τότε το ψυχρό μέτωπο προφθάνει το θερμό και ενώνονται και τα δύο. Το αποτέλεσμα καλείται συνεσφιγμένο μέτωπο ή για συντομία σύσφιξη (Ε). Η σύσφιξη αποτελεί τη στιγμή της πιο μεγάλης έντασης του κυκλωνικού κύματος.

Ενώ η σύσφιξη συνεχίζει να αναπτύσσεται σε μήκος η κυκλωνική κυκλοφορία ελαττώνεται σε ένταση (η περιοχή χαμηλής πίεσης εξασθενεί) και η μετωπική κίνηση επιβραδύνεται (Ζ). Μερικές φορές ένα νέο μετωπικό κύμα αρχίζει να σχηματίζεται πάνω στο τμήμα του ψυχρού μετώπου που κινείται δυτικά (Ζ, Η) ή ένα δευτερεύον σύστημα χαμηλής πίεσης σχηματίζεται στην κορυφή, όπου το θερμό και το ψυχρό συναντώνται για να σχηματίσουν τη σύσφιξη. Στο τελικό στάδιο τα δύο μέτωπα τείνουν να γίνουν πάλι ένα απλό στάσιμο μέτωπο. Το κέντρο χαμηλής πίεσης με το υπόλοιπο της σύσφιξης εξαφανίζονται.



Εικ. 9-96. Μέτωπα Κύματα και Σύσφιξεις

Η εικ. 9-10 μας δείχνει δύο κατακόρυφες τομές του κύματος. Το τμήμα του ψυχρού μετώπου συνήθως κινείται ταχύτερα από το τμήμα του θερμού μετώπου και ανάλογα με τις περιπτώσεις το επικαλύπτει (το προλαβαίνει) σχηματίζοντας τη σύσφιξη.

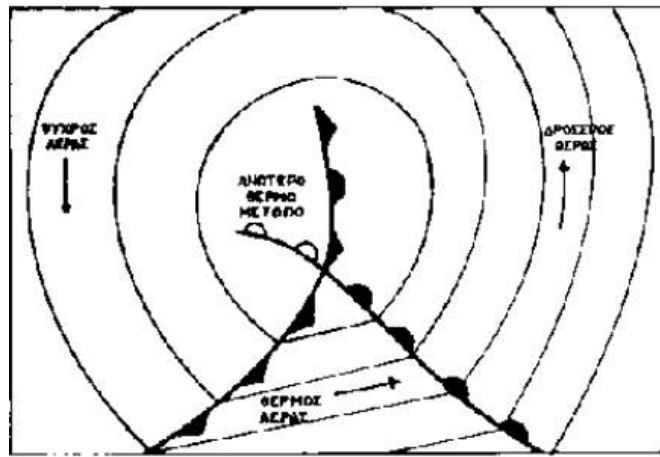


Εικ. 9-10. Μετωπικό Κύμα σε Χάρτη Επιφανείας με Δύο Κατακόρυφες Τομές

Τέλος, η θερμή αέρια μάζα του θερμού τομέα που υπάρχει μεταξύ των μετώπων ανυψώνεται από την επιφάνεια προς τα πάνω από τις δύο ψυχρότερες αέριας μάζες. Το συνεσφιγμένο μέτωπο που προκύπτει μπορεί να είναι ένας από τους δύο τύπους, μία ψυχρή σύσφιξη ή μία θερμή σύσφιξη.

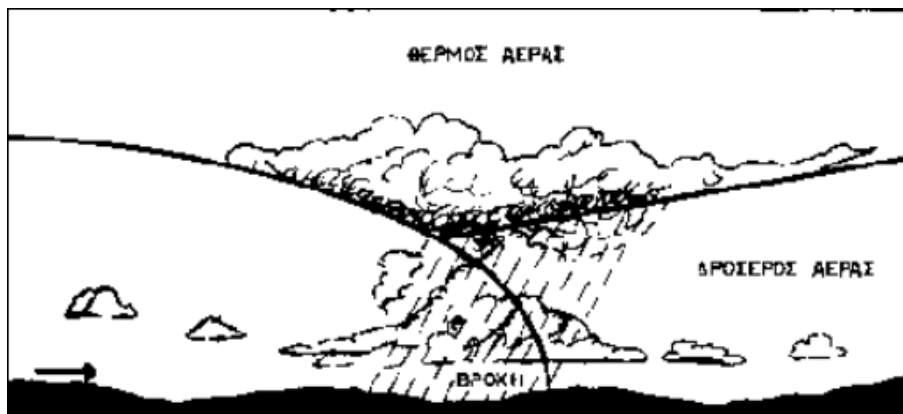
### 11. Ψυχρή Σύσφιξη

Στην ψυχρή σύσφιξη ο αέρας μπροστά από τον θερμό είναι λιγότερο ψυχρός από τον αέρα που βρίσκεται πίσω από το ψυχρό μέτωπο που καταφθάνει. Όταν το ψυχρό μέτωπο προλαβαίνει το θερμό, τόσο ο θερμός αέρας πίσω από το θερμό μέτωπο, όσο και ψυχρός αέρας μπροστά από αυτό ανυψώνονται από τον ψυχρότερο αέρα που έρχεται πίσω από το ψυχρό μέτωπο. Έτσι το θερμό μέτωπο ανυψώνεται από το ψυχρό μέτωπο που εισχωρεί και γίνεται ανώτερο θερμό μέτωπο. Στην επιφάνεια η κατάσταση μοιάζει με εκείνη η οποία συναντιέται στο ψυχρό μέτωπο (στην περίπτωση αυτή ψυχρός αέρας εκτοπίζει λιγότερο ψυχρό αέρα), γι' αυτό και η ονομασία σύσφιξη. Η εικόνα 9-11 δείχνει τη δομή του συσφιγμένου κύματος όπως σχεδιάζεται σε χάρτη επιφάνειας.



Εικ. 9-11. Δομή Συσφιξεως σε Χάρτη Επιφανείας

Μία άποψη κατακόρυφης τομής ψυχρής σύσφιξης της εικ. 9-11 φαίνεται στην εικ. 9-12. Στο αρχικό στάδιο ανάπτυξης της σύσφιξης, ο καιρός και η αλληλουχία των νεφών μπροστά από τη σύσφιξη είναι παρόμοια με εκείνα που επικρατούν στα θερμά μέτωπα, ενώ τα νέφη και ο καιρός κοντά στη θέση επιφάνειας του μετώπου είναι παρόμοια με εκείνα των ψυχρών μετώπων. Όσο χρόνο αναπτύσσεται η σύσφιξη και ο θερμός αέρας ανυψώνεται σε υψηλότερα επίπεδα, το προμετωπικό σύστημα νεφών θερμού μετώπου εξαφανίζεται. Ο καιρός και το νεφικό σύστημα γίνεται παρόμοιο μ' εκείνο του ψυχρού μετώπου. Οι ψυχρές συσφιξεις σχηματίζονται κυρίως πάνω από ηπείρους ή κατά μήκος των ανατολικών ακτών τους και είναι περισσότερο συνηθισμένες από τις θερμές συσφιξεις.

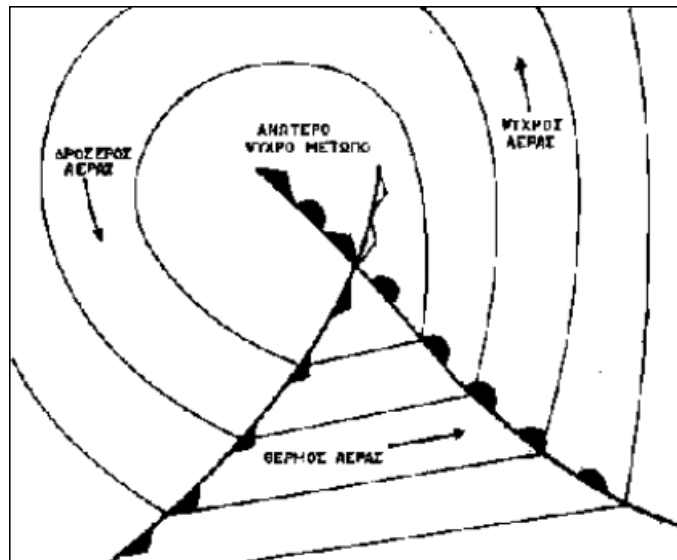


Εικ. 9-12. Κατακόρυφη Τομή Ψυχρής Σύσφιξης

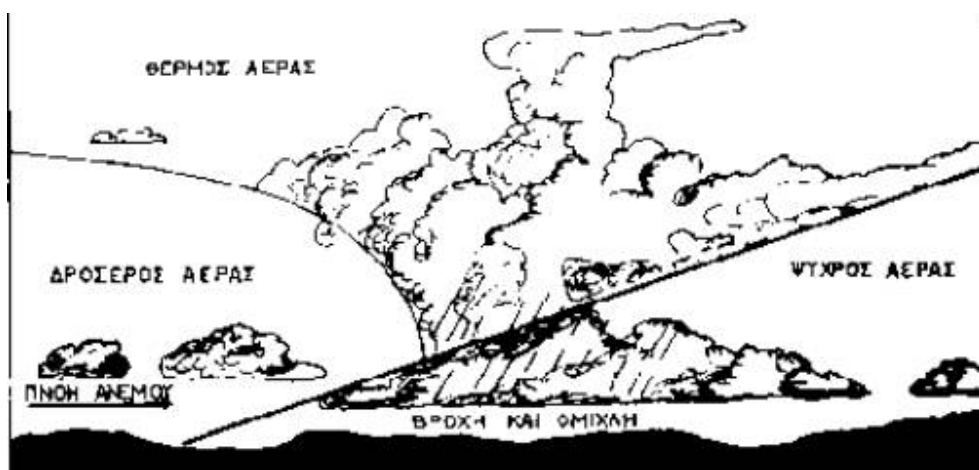
## 12. Θερμή Σύσφιγξη

Στην θερμή σύσφιγξη ο ψυχρός αέρας του θερμού μετώπου είναι ψυχρότερος από τον ψυχρό αέρα του ψυχρού μετώπου που καταφθάνει. Όταν το ψυχρό μέτωπο προλαβαίνει το θερμό μέτωπο, τόσο ο θερμός αέρας μπροστά από το ψυχρό μέτωπο, όσο και ο ψυχρός πίσω από αυτό ανολισθαίνουν πάνω από τον ψυχρότερο αέρα που βρίσκεται μπροστά από το θερμό μέτωπο. Έτσι το ψυχρό μέτωπο ανολισθαίνει πάνω στο θερμό, πιέζοντας τον θερμό αέρα μπροστά απ' αυτό και το μέτωπο γίνεται ανώτερο ψυχρό μέτωπο.

Στην επιφάνεια η κατάσταση είναι παρόμοια με εκείνη του θερμού μετώπου (στη περίπτωση αυτή ψυχρός αέρας ανολισθαίνει πάνω σε ψυχρότερο), απ' όπου και η ονομασία θερμή σύσφιγξη. Η εικ. 9-13 παριστάνει τη δομή συσφιγμένου κύματος όπως σχεδιάζεται στο χάρτη επιφάνειας. Μερικές φορές η θέση του παραπάνω μετώπου δείχνεται πάνω στους χάρτες επιφάνειας, όταν η θέση του διαγράφεται καθαρά και συνοδεύεται από σημαντική πτώση της πίεσης στη στάθμη της θάλασσας. Ο καιρός που συνοδεύει τη θερμή σύσφιγξη έχει τα χαρακτηριστικά τόσο του θερμού όσο και του ψυχρού μετώπου, όπως δείχνει η εικόνα 9-14.



Εικ. 9-13. Δομή Θερμής Σύσφιγξης σε χάρτη Επιφάνειας



Εικ. 9-14. Κατακόρυφη Τομή Θερμής Σύσφιγξης

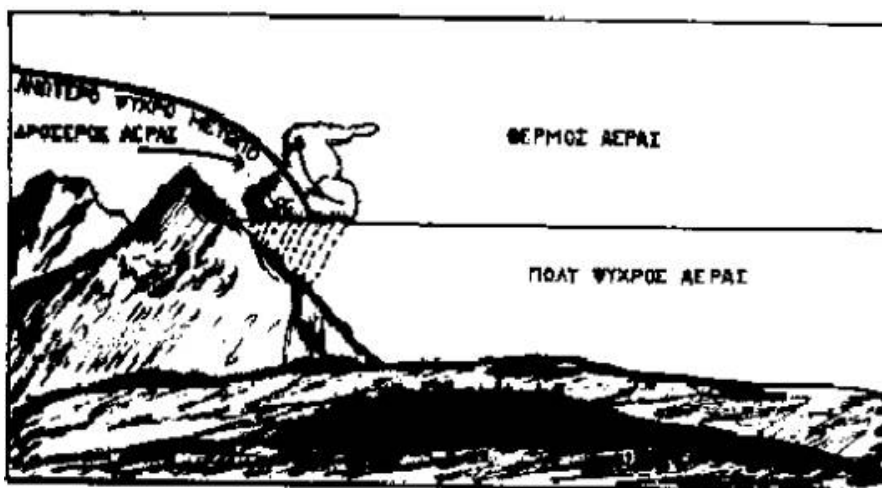
Η αλληλουχία των νεφών μπροστά από τη σύσφιγξη είναι παρόμοια μ' αυτή μπροστά από ένα θερμό μέτωπο, ενώ ο καιρός ψυχρού μετώπου συναντιέται κοντά στο ανώτερο ψυχρό μέτωπο.

Εάν είτε ο θερμός είτε ο ψυχρός αέρας καθώς ανυψώνεται είναι υγρός και ασταθής, είναι δυνατό να αναπτυχθούν όμβροι (κάποτε δε και καταιγίδες). Οι καιρικές συνθήκες μεταβάλλονται γρήγορα στις συσφίξεις και είναι συνήθως περισσότερο έντονες στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης. Ωστόσο, κατά τη συνεχή ανύψωση θερμού αέρα οι δραστηριότητες του καιρού εκμηδενίζονται. Οι θερμές συσφίξεις απαντώνται κυρίως κατά μήκος των δυτικών ακτών των ηπειρών. Ο τύπος αυτός της σύσφιξης δεν είναι συνηθισμένος πάνω από εσωτερικό της Ελλάδας.

### 13. Ανώτερα Μέτωπα

Εκτός από το ανώτερο θερμό μέτωπο το οποίο συνοδεύει ψυχρή σύσφιξη και το παραπάνω ψυχρό το οποίο συνοδεύει θερμή σύσφιξη, υπάρχει και άλλος σημαντικός τύπος ανώτερου μετώπου, ο οποίος παρατηρείται κυρίως κατά το χειμώνα. Τούτο είναι ανώτερο και βρίσκεται μπροστά από το ψυχρό μέτωπο που κινείται πάνω από ψυχρότερη αέρια μάζα, η οποία βρίσκεται στα κατώτερα στρώματα κοντά στο έδαφος.

Η εικ. 9-15 δείχνει παρόμοιο μέτωπο. Κυρίως παρατηρούνται ανατολικά από τα ορεινά συγκροτήματα της Ελλάδας. Να σημειωθεί ότι η μετωπική δραστηριότητα πραγματοποιείται πάνω από την κορυφή του παρά πολύ ψυχρού ηπειρωτικού αέρα. Επειδή οι CP αέριες μάζες σπάνια κινούνται δυτικά από τις βραχώδεις περιοχές της Ελλάδας, τα ανώτερα ψυχρά μέτωπα αυτού του τύπου είναι περισσότερο κοινά πάνω από την ανατολική ορεινή περιοχή της Ελλάδας.



Εικ. 9-15. Ανώτερο Ψυχρό Μέτωπο

### 14. Αδρανή Μέτωπα

Συχνά ο χειριστής βρίσκει χαραγμένο μέτωπο πάνω στο χάρτη επιφάνειας και σε περιοχή όπου είχε πολύ πρόσφατα πετάξει χωρίς να συναντήσει σημαντικό καιρό. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα μέτωπα δεν συνοδεύονται πάντα από νέφη και υετό.

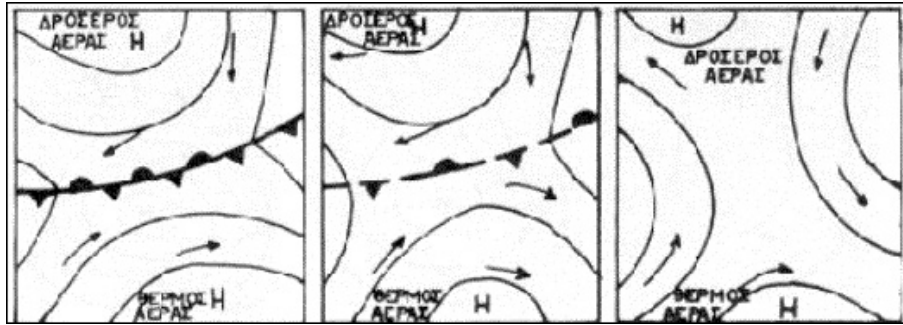
Μερικές φορές η θερμή αέρια μάζα είναι τελείως ξηρή για το σχηματισμό νεφών, ακόμη και μετά την ψύξη η οποία προκαλείται από την ανύψωσή της.

Ο κύριος σκοπός της χάραξης του αδρανούς μετώπου πάνω στο χάρτη επιφάνειας είναι να καταδειχθεί η θέση των αντίθετων αέριων μαζών και επομένως η θέση πιθανού δυσμενούς καιρού. Εάν η θερμή αέρια μάζα γίνει βαθμιαία υγρή, θα πρέπει να αναμένονται αργότερα νέφη και υετός στη μετωπική ζώνη. Επίσης το αδρανές μέτωπο συνήθως συνοδεύεται από αλλαγή στις συνθήκες ανέμου κοντά στην επιφάνεια.

### 15. Μετωποδιάλυση

Το Κεφάλαιο τούτο κάλυψε τη φύση των μετώπων, τα σχετικά με τον τρόπο κίνησής τους και της μεταβολής τους από τον ένα στον άλλο τύπο. Ίσως κάποιος διερωτηθεί για την κατάληξή τους. Προφανώς αυτά δεν μπορούν να διατηρηθούν επ' άπειρο. Οι αέριες μάζες καθώς απομακρύνονται συνέχεια από τις πηγές τους εκφυλίζονται βαθμιαία.

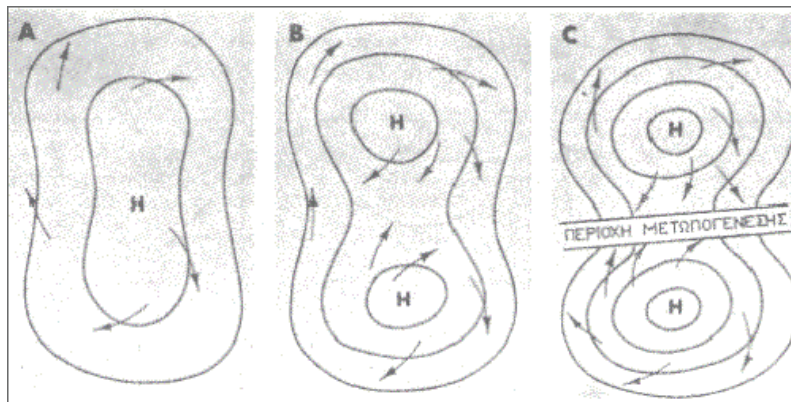
Παράδειγμα μετωποδιάλυσης δίνεται στην εικ. 9-16. Σημειώστε ότι η μεταβατική ζώνη μεταξύ των αέριων μαζών γίνεται σιγά-σιγά διάχυτη και ο μετεωρολόγος το σημειώνει αυτό με ευθύγραμμες διακεκομμένες γραμμές που δηλώνουν ότι το μέτωπο έγινε στάσιμο και τέλος με εγκάρσιες γραμμές σε σχέση με τη μετωπική γραμμή, με την οποία ο προγνώστης δείχνει ότι το μέτωπο διαλύθηκε πλήρως.



Εικ. 9-16. Μετωποδιάλυση

### 16. Μετωπογένεση

Ο όρος μετωπογένεση σημαίνει τη γένεση μετώπου. Αυτή αναφέρεται σε καταστάσεις όπου αναπτύσσεται σχετικά οξεία μεταβατική ζώνη μεταξύ δύο αέριων μαζών διαφορετικής πυκνότητας, οι οποίες κατέστησαν βαθμιαία εντελώς αντίθετες. Το απαραίτητο πεδίο ροής ανέμου αναπτύσσεται συνήθως ταυτόχρονα. Κοινό παράδειγμα μετωπογένεσης φαίνεται στην εικόνα 9-17. Η περιοχή στην οποία θα σχηματισθεί το μέτωπο δείχνεται πάνω στο χάρτη επιφάνειας σε διακεκομμένη γραμμή που φέρει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά σύμβολα του τύπου του μετώπου (ψυχρό, θερμό ή στάσιμο) το οποίο θα αναπτυχθεί. Το εκτεταμένο ψηλό σύστημα πίεσης το οποίο φαίνεται στην εικόνα έχει λιμνάσει ίσως για πολλές μέρες. Λόγω του μεγάλου καλυπτόμενου πλάτους, ο αέρας που βρίσκεται βόρεια παραμένει ψυχρότερος απ' αυτόν που βρίσκεται νότια. Ωστόσο, η μεταβολή της μιας περιοχής προς την άλλη αρχικά είναι πολύ βαθμιαία.



Εικ. 9-17. Μετωπογένεση

Εάν η ροή του ανέμου είναι ασθενής, οι δύο αέριες μάζες γίνονται περισσότερο ανομοιογενείς, γιατί η υποκείμενη επιφάνεια η οποία τις τροποποιεί έχει σε σημαντικό βαθμό διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Εάν σ' αυτό το χρόνο, η πίεση ανέλθει στα δύο άκρα η ροή που προκύπτει (B) μεταφέρει μέρος του ψυχρού αέρα νότια και μέρος του θερμού βόρεια. Εφόσον εξασφαλίζεται ότι η κατάσταση διατηρείται για αρκετό χρόνο, η μεταβολή της θερμοκρασίας στο μέσο της αέριας μάζας δεν θα πρέπει να θεωρείται πλέον σαν ομοιόμορφη. Η περιοχή (Γ) είναι μετωπογενετική και είναι θέμα χρόνου η δημιουργία δύο ευδιάκριτων αέριων μαζών εκεί όπου προηγουμένα υπήρχε μόνο μία. Το μέτωπο στο παράδειγμα αυτό είναι στάσιμο. Η ασυνέχεια υγρασίας δημιουργείται όπως και η ασυνέχεια της θερμοκρασίας και αποτελεί αξιόλογο παράγοντα στο σχηματισμό των μετώπων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

### ΚΑΤΑΙΓΙΔΕΣ

#### 1. Ορισμός

Η καταιγίδα αποτελεί τοπική θύελλα, η οποία κατά κανόνα δημιουργείται από νέφη CB και συνοδεύεται πάντα από αστραπές και βροντές. Η καταιγίδα, είναι η πιο έντονη κατακόρυφη μεταφορά αέρα και θα μπορούσε να καθορισθεί σαν τελική εκδήλωση της ανάπτυξης ενός σωρείτη. Οι καταιγίδες είναι επικίνδυνες για τα Α/Φ, γιατί το μεγαλύτερο μέρος από τους σοβαρότερους ατμοσφαιρικούς κινδύνους για μία πτήση συναντιέται μέσα σ' αυτές. Επίσης συνοδεύονται πάντα από ισχυρές ριπές ανέμου και ισχυρές αναταράξεις. Συνεπώς παρατηρούνται ισχυροί όμβροι βροχής, ενώ και το χαλάζι δεν είναι σπάνιο.

Προφανώς οι καταιγίδες θα πρέπει να αποφεύγονται, αν αυτό είναι δυνατόν. Όταν η πτήση είναι υποχρεωτική διαμέσου αυτών, ακόμη και τα βαριά αεροσκάφη πρέπει να τηρούν αυστηρά τις προβλεπόμενες διαδικασίες και να λαμβάνονται τα ενδεικνυόμενα μέτρα ασφάλειας. Αλλά αν ληφθεί υπόψη ότι σ' ένα 24ωρο στη γη εκδηλώνονται 44.000 καταιγίδες, σχεδόν κάθε χειριστής μπορεί να περιμένει ότι θα συναντήσει μία καταιγίδα ανάλογα με τις περιστάσεις. Επομένως η γνώση των χαρακτηριστικών θα βοηθήσει τον χειριστή να πετάξει με επιτυχία διαμέσου αυτών, εάν δεν υπάρχει δυνατότητα άλλης επιλογής. Οι καταιγίδες αποτελούν συνηθισμένα φαινόμενα σε πάρα πολλά τμήματα των τροπικών περιοχών κατά τη διάρκεια του έτους.

Στα μέσα πλάτη οι καταιγίδες παρατηρούνται συχνότερα από το τέλος του χειμώνα μέχρι τις αρχές του φθινοπώρου. Μερικές φορές συνοδεύουν πολύ ενεργά ψυχρά μέτωπα, ακόμη και κατά τα μέσα του χειμώνα. Το καλοκαίρι οι καταιγίδες προς βορρά παρατηρούνται στην Αρκτική περιοχή. Οι καταιγίδες εξασφαλίζουν επίσης μεγάλο μέρος της βροχόπτωσης στη γη και σε μερικές περιοχές αποτελούν συνήθως τη μοναδική πηγή της απαιτούμενης κρίσιμης βροχόπτωσης.

#### 2. Απαραίτητοι Παράγοντες για τον Σχηματισμό της Καταιγίδας

α. Οι βασικές προϋποθέσεις για το σχηματισμό καταιγιδοφόρου νέφους, είναι οι ίδιες με τις απαιτούμενες από οποιαδήποτε σωρειτόμορφο νέφος:

- (1) Ασταθής αέρας.
- (2) Ανυψωτικό αίτιο.
- (3) Υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία του αέρα.

Παρ' ότι οι βασικές προϋποθέσεις είναι οι ίδιες, έχει παρατηρηθεί σ' ένα υγρό καλοκαιρινό απόγευμα να σχηματίζονται μόνο σωρείτες καλοκαιρίας, ενώ την επομένη στον ίδιο τόπο να σχηματίζεται σημαντικός αριθμός καταιγίδων. Η διαφορά έγκειται στο βαθμό επίδρασης των παραγόντων σχηματισμού της καταιγίδας.

##### β. Ασταθής Αέρας

Για τον σχηματισμό καταιγίδας ο αέρας πρέπει να είναι τουλάχιστον συμβατικά ασταθής. Ο συμβατικά ασταθής αέρας για να γίνει όντως ασταθής, πρέπει να ανυψωθεί σε επίπεδο ελεύθερης κατακόρυφης μεταφοράς. Όταν ο αέρας με οποιοδήποτε τρόπο φτάσει στο επίπεδο αυτό σαν θερμότερος από τον περιβάλλοντα αέρα, συνεχίζει την άνοδό του χωρίς την επίδραση άλλου ανυψωτικού αιτίου, έως ότου η θερμοκρασία του γίνει ίση με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

##### γ. Ανυψωτικό Αίτιο

Κάποια μορφή εξωτερικού ανυψωτικού αιτίου είναι απαραίτητη για τη μεταφορά του θερμού αέρα από το κοντινό στρώμα που είναι πάνω στην επιφάνεια της γης, μέχρι το επίπεδο ελεύθερης μεταφοράς από το οποίο στη συνέχεια θ' ανυψωθεί ελεύθερα. Το ανυψωτικό αίτιο μπορεί να εξασφαλισθεί από:

- (1) Οποιαδήποτε μορφή μετώπου.
- (2) Ορεινές περιοχές.
- (3) Θέρμανση από κάτω.
- (4) Από κατακόρυφες κινήσεις, οι οποίες δημιουργούνται από τη συνάντηση αέρα διαφορετικής διεύθυνσης (σύγκλισης).

## δ. Υγρασία

Η άνοδος θερμού αέρα δεν προκαλεί απαραίτητα ελεύθερη μεταφορά. Ο αέρας μπορεί να ανυψωθεί σε σημείο όπου η υγρασία του συμπυκνώνεται και σχηματίζονται νέφη, πλην όμως τα νέφη αυτά δεν θα αναπτυχθούν σημαντικά εκτός και εάν ο αέρας ανυψωθεί μέχρι το επίπεδο ελεύθερης μεταφοράς. Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσό υγρασίας τόσο ευκολότερα επιτυγχάνεται το επίπεδο μεταφοράς. Εάν ο αέρας περιέχει μικρή ποσότητα υγρασίας είναι πιθανό να μη σχηματισθούν καθόλου νέφη, ακόμη και όταν οι άλλοι παράγοντες είναι ευνοϊκοί για τις καταιγίδες. Τούτο αποτελεί συνηθισμένη κατάσταση όπου απαντώνται αναταράξεις σε κατάσταση αιθρίας. Όταν υπάρχει αρκετή διαθέσιμη υγρασία, η περισσότερο απελευθερωμένη με τη συμπύκνωση θερμότητα καθιστά τον αέρα περισσότερο ασταθή. Γι' αυτό τον λόγο όταν οι λοιποί παράγοντες ευνοούν τον σχηματισμό καταιγίδας, ο αέρας αρκεί να είναι απλά συμβατικά ασταθής. Η ανάπτυξη σωρειτών σε CB και καταιγίδες μπορεί να εμποδιστεί από στρώματα αέρα σε ενδιάμεσα ύψη (κυρίως μεταξύ 6.000 και 15.000 ποδών), τα οποία αρχικά είναι πολύ ευσταθή ή και πολύ ξηρά. Από αυτές τις καιρικές συνθήκες δεν αναπτύσσονται οι καταιγίδες, ακόμη και όταν όλοι οι άλλοι παράγοντες ευνοούν την ανάπτυξή τους.

## 3. Δομή Καταιγίδας

### α. Σχέση Ρευμάτων και Ριπών

Τα ρεύματα αποτελούν βασικό χαρακτηριστικό όλων των καταιγίδων. Πριν από τη μελέτη των ρευμάτων σε σχέση με τη διάρκεια ζωής των καταιγίδων, είναι απαραίτητο να εδραιωθεί η πλήρης κατανόηση της φύσης των ρευμάτων και πώς αυτά συγκρίνονται με μικρότερη κλίμακα διαταραχών της κίνησης του αέρα, οι οποίες είναι γνωστές σαν ριπές. Ρεύματα είναι εκτεταμένες κατακόρυφες κινήσεις του αέρα οι οποίες είναι συνεχείς σε ύψος χιλιάδων ποδών και έχουν έκταση οριζόντια τόσο όσο και το σύνολο της καταιγίδας. Η μεμονωμένη καταιγίδα ποικίλλει γενικά σε διάμετρο από 5 ως 10 μίλια. Οι ταχύτητες των ρευμάτων μεταβάλλονται βαθμιαία από ύψος και είναι γενικά σταθερές, σε αντίθεση προς τις ριπές των οποίων η ταχύτητα παρουσιάζει μεγάλη κλίμακα έντασης.

Καθώς οι ριπές εκτείνονται πάνω από μικρές και οριζόντιες αποστάσεις είναι μικρής κλίμακας, απότομες και με σύντομες αυξήσεις της ταχύτητας της κίνησης του αέρα.

Οι ριπές είναι πρωταρχικά υπεύθυνες για τις ισχυρές ανοδικές και καθοδικές αναταράξεις, οι οποίες απαντώνται κανονικά σε σωρειτόμορφα νέφη. Το ρεύμα μπορεί να συγκριθεί με ποταμό ομαλής και σταθερής ροής, ενώ η ριπή συγκρίνεται με χείμαρρο ή άλλη μορφή απρόβλεπτης κίνησης νερού στο ποτάμι. Η διαφορά μεταξύ ρευμάτων και ριπών καθορίζεται από το μήκος κύματος και τη διάρκεια, αν και ουσιαστικά δεν υπάρχει σαφής διαχωριστική γραμμή μεταξύ των δύο.

Το ανώτερο τμήμα του πρισματικού φάσματος στο μήκος κύματος της ριπής, είναι επίσης το χαμηλότερο τμήμα του πρισματικού φάσματος του ρεύματος. Ένα ρεύμα για μικρό αεροσκάφος θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν ριπή από μεγαλύτερο αεροσκάφος. Οι ριπές είναι πιο αξιόλογες από τα ρεύματα και τις καταιγίδες.

### β. Ο Κύκλος Ζωής Μεμονωμένης Καταιγίδας

Οι μεμονωμένες καταιγίδες σπάνια έχουν εύρος διαμέτρου μεγαλύτερο από 10 μίλια και ο κύκλος ζωής τους είναι διάρκειας από 20 λεπτά έως 1 1/2 ώρα περίπου. Ωστόσο είναι πολύ συνηθισμένο οι καταιγίδες να αναπτύσσονται σε συμπλέγματα των δύο ή περισσότερων. Συμπλέγματα με μεμονωμένες καταιγίδες στα διάφορα στάδια ανάπτυξης έχουν μερικές φορές διάμετρο μεγαλύτερη από 100 μίλια, διάρκεια 6 ωρών ή και περισσότερο. Τα δομικά χαρακτηριστικά των μεμονωμένων καταιγίδων προσφέρονται για μελέτη με βάση τα τρία στάδια του κύκλου ζωής τους:

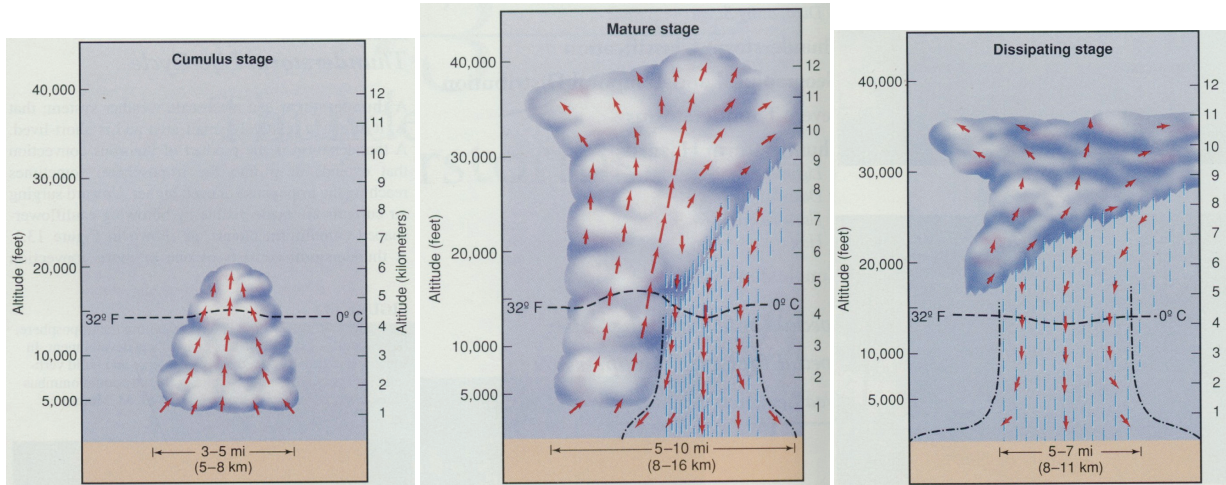
- (1) Σωρείτης (στάδιο ανάπτυξης).
- (2) Ωριμότητα.
- (3) Διάλυση (στάδιο άκμωνα).

#### (α) Στάδιο Σωρείτη

Αν και πάρα πολύ σωρείτες δεν γίνονται καταιγίδες, το αρχικό στάδιο της καταιγίδας είναι πάντοτε το νέφος CU. Το κύριο χαρακτηριστικό του σωρείτη ή του σταδίου ανάπτυξης είναι τα κατακόρυφα ρεύματα, τα οποία μπορεί να επεκτείνονται από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι σε ύψος αρκετών χιλιάδων ποδών πάνω από την ορατή κορυφή του νέφους (εικ.10-1α). Η ανοδική κίνηση μέσα στα κατακόρυφα ρεύματα ποικίλλει σε ένταση από σημείο σε σημείο και από λεπτό σε λεπτό. Η μεγαλύτερη κατακόρυφη ταχύτητα παρατηρείται στα υψηλότερα τμήματα και προς το τέλος αυτού του σταδίου, οπότε η ταχύτητα μπορεί να ανέλθει σε 3.000 πόδια ανά λεπτό ή και περισσότερο. Εκείνη τη στιγμή ο σωρείτης έχει ήδη αναπτυχθεί σε CB. Κατά την αρχή αυτού του σταδίου τα υδροσταγονίδια



έχουν πολύ μικρές διαστάσεις και αναπτύσσονται σε κανονικές υδροσταγόνες καθώς ολοκληρώνεται η κατακόρυφη ανάπτυξη του νέφους. Οι υδροσταγόνες παραμένουν σε υγρή κατάσταση μέσα στο ανοδικό ρεύμα σε ύψη με θερμοκρασία πάνω από το σημείο παγοποίησης, ακόμη και σε ύψος 40.000 ποδών μέσα σε ορισμένες καταιγίδες. Ακόμη ψηλότερα η βροχή ανακατεύεται με χιόνι, κατόπιν μεταβάλλεται σε υγρό χιόνι και τελικά σε στερεό χιόνι. Η ζώνη μετατροπής της κατάστασης αυξάνει σε βάθος ανάλογα με την αύξηση της ταχύτητας του ρεύματος. Δεν υπάρχει συνήθως πτώση υετού κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου, γιατί οι σταγόνες και οι παγοκρύσταλλοι μεταφέρονται κατακόρυφα ή αιωρούνται στο επίπεδο ανακοπής των ανοδικών ρευμάτων.



**Εικ.10-1. Τα Στάδια της Καταιγίδας**

**(β) Στάδιο ωρίμανσης**

Η έναρξη βροχόπτωσης στο έδαφος αποτελεί την εισαγωγή στο ώριμο στάδιο της καταιγίδας. Οι υδροσταγόνες και οι παγοκρύσταλλοι έχουν αναπτυχθεί τότε σε τέτοια έκταση ώστε να είναι αδύνατη η συγκράτησή τους από τα ανοδικά ρεύματα.

Τούτο παρατηρείται περίπου 10 ως 15 λεπτά μετά την κατακόρυφη ανάπτυξη του νέφους πέρα από το επίπεδο παγοποίησης. Στο ώριμο στάδιο οι κορυφές του νέφους συνήθως φθάνουν σε ύψος 25.000 ή 35.000 ποδών και ανάλογα των περιπτώσεων περνώντας μέσα από την τροπόπαυση φθάνουν σε ύψη 50.000 έως 65.000 ποδών. Κατά την πτώση τους οι υδροσταγόνες συμπαρασύρουν αέρα. Τούτο αποτελεί κύριο παράγοντα για το σχηματισμό των καθοδικών ρευμάτων τα οποία χαρακτηρίζουν κάθε καταιγίδα στο ώριμο στάδιό της. Ο παρασυρόμενος προς το έδαφος αέρας γίνεται ψυχρότερος από την πτώση των υδροσταγόνων σε σχέση με το περιβάλλον και ως ασταθής αυξάνει την ταχύτητα καθόδου του.

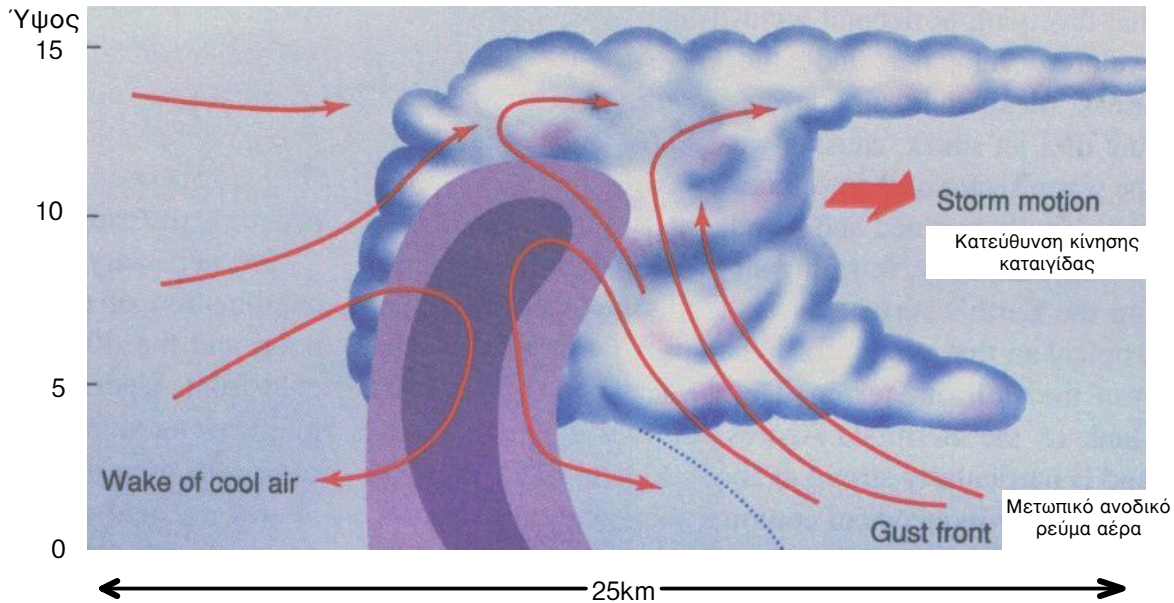
Τα καθοδικά ρεύματα αναπτύσσονται στις κεντρικές περιοχές των νεφών και βαθμιαία αυξάνουν καταρχήν σε βάθος και αργότερα σε έκταση (εικ.10-1β). Οι ταχύτητές τους ποικίλλουν και μπορούν να φθάσουν τα 2.500 πόδια ανά λεπτό. Ο παρουσιαζόμενος από τη γη φραγμός προκαλεί ελάττωση της ταχύτητας των καθοδικών ρευμάτων κατά την κάθοδό τους στα κατώτερα 5.000 πόδια της ατμόσφαιρας. Ωστόσο, το κύριο αποτέλεσμα του φραγμού είναι η οριζόντια εξάπλωση των καθοδικών ρευμάτων όταν πλησιάζουν στην επιφάνεια της γης.

Η οριζόντια εξάπλωση του αέρα δημιουργεί ισχυρούς και ριπαίους ανέμους επιφάνειας και συνήθως συνοδεύεται από απότομη πτώση της θερμοκρασίας και απότομη αύξηση της πίεσης. Στην αρχή του σταδίου ωρίμανσης τα διατηρούμενα ανοδικά ρεύματα συνεχίζουν να αυξάνουν σε ταχύτητα, η οποία μπορεί να υπερβεί τα 6.000 πόδια ανά λεπτό. Όλοι οι συσχετιζόμενοι κίνδυνοι με τις καταιγίδες φαινομενικά φθάνουν στο μέγιστο της έντασής τους σ' αυτό το χρόνο. Εάν υπάρξει χαλάζι θα παρατηρηθεί σ' αυτό το στάδιο.

**(γ) Στάδιο Διάλυσης**

Όσο διαρκεί το στάδιο ωρίμανσης τα καθοδικά ρεύματα συνεχίζουν να αναπτύσσονται και να εξαπλώνονται κατακόρυφα και οριζόντια, ενώ τα ανοδικά στη συνέχεια εξασθενούν (εικ. 10-1γ). Σαν αποτέλεσμα αυτής της δράσης ολόκληρη η καταιγίδα τελικά μεταβάλλεται σε περιοχή καθοδικών ρευμάτων, η βροχόπτωση βαθμιαία σταματά και η καταιγίδα αρχίζει να διαλύεται. Κατά τη

διάρκεια αυτού του σταδίου το κατώτερο στρώμα της καταιγίδας συχνά γίνεται στρατόμορφο σε εμφάνιση και η κορυφή του αναπτύσσει χαρακτηριστική μορφή άκμωνα. Ωστόσο η εμφάνιση άκμωνα δεν αποτελεί πάντα ένδειξη διάλυσης της καταιγίδας. Πολλές φορές μια καταιγίδα με άκμωνα δημιουργεί αξιοσημείωτο καιρό. Σε ορισμένες περιπτώσεις η καταιγίδα δε διαλύεται κατά τον τρόπο που περιγράψαμε πιο πάνω. Εάν οι οριζόντιες ταχύτητες ανέμου αυξάνουν αισθητά μαζί με το ύψος, το ώριμο στάδιο παρατείνεται και παρατηρείται σημαντική κλίση στο ανοδικό ρεύμα και το νέφος (εικ. 10-2).



**Εικ. 10-2. Άνεμοι Κοντά στην Επιφάνεια που Συνοδεύουν την Καταιγίδα**

Σ' αυτή την περίπτωση, ο υετός πέφτει διαμέσου μιας μικρής περιοχής του ανερχόμενου αέρα και αργότερα διαμέσου του σχετικού ήρεμου αέρα που ακολουθεί το ανοδικό ρεύμα ή πέφτει εξ' ολοκλήρου έξω από το νέφος. Επειδή το νερό που πέφτει δεν ασκεί καμία επίδραση πάνω στο ανερχόμενο ρεύμα του νέφους, τα ανοδικά ρεύματα στην περίπτωση αυτή μπορούν να συνεχισθούν έως ότου η πηγή ενέργειάς τους εξαντληθεί. Η καταιγίδα μπορεί τότε να διαλυθεί χωρίς να διέλθει από το στάδιο όπου η κύρια κατακόρυφη κίνηση είναι καθοδική. Περαιτέρω πτώση υετού από το κεκλιμένο νέφος δημιουργεί καθοδικά ρεύματα στον καθαρό αέρα έξω από τα όρια του νέφους. Το στάδιο της διάλυσης είναι συνήθως το πλέον παρατεταμένο από τα τρία στάδια της καταιγίδας.

#### 4. Καιρός Καταιγίδας

α. Οι καταιγίδες συνοδεύονται από :

- (1) Ισχυρές ή πάρα πολύ ισχυρές αναταράξεις.
- (2) Παγοποιήσεις.
- (3) Αστραπές.
- (4) Βροντές.
- (5) Υετό και ριπαίους ανέμους επιφάνειας.
- (6) Χαλάζι.
- (7) Νεφοστρόβιλλους και σίφωνες (Tornadoes).

Οι αστραπές εξετάζονται στην παράγραφο ηλεκτρισμού της καταιγίδας. Η βροντή, δηλαδή ο εκπεμπόμενος ήχος λόγω ταχείας διαστολής αερίων κατά μήκος της ηλεκτρικής εκκένωσης, είναι σημαντική για το χειριστή, γιατί υποδηλώνει την ωριμότητα της καταιγίδας.

β. Χαλάζι

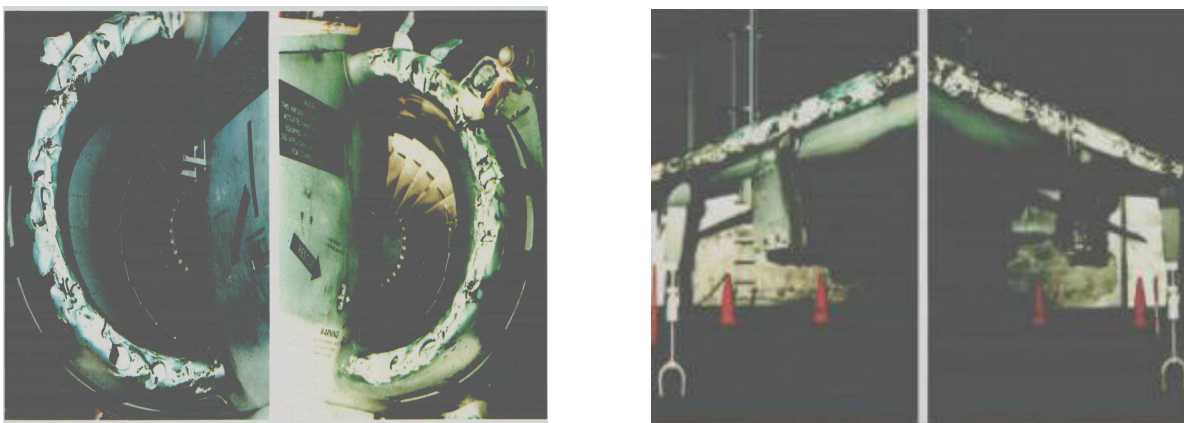
Το χαλάζι της καταιγίδας συναγωνίζεται με τις αναταράξεις για την πρώτη θέση σαν ο μέγιστος κίνδυνος για τα αεροσκάφη. Οι περισσότερες αν όχι όλες οι καταιγίδες περιέχουν χαλάζι εσωτερικά του νέφους, σ' ένα από τα στάδια της ζωής τους. Σε πολλές περιπτώσεις το χαλάζι λιώνει

πριν φθάσει στο έδαφος, αλλά τούτο δεν περιορίζει τους κινδύνους για τον χειριστή ο οποίος το συναντά στα ανώτερα στρώματα. Ο κόκκος χάλαζας απαντάται υπό μορφή σφαιρική ή ανώμαλη και κυμαίνεται σε μέγεθος από τις διαστάσεις μπιζελιού μέχρι φράπας. Μεγάλοι σε μέγεθος κόκκοι χάλαζας συνήθως αποτελούνται από εναλλασσόμενα στρώματα καθαρού και αδιαυγούς πάγου. Μεγάλο σε μέγεθος χαλάζι απαντάται σε καταιγίδες που έχουν:

- (1) Ισχυρά ανοδικά ρεύματα
- (2) Μεγάλες ποσότητες νερού.
- (3) Μεγάλες υδροσταγόνες.
- (4) Μεγάλο κατακόρυφο ύψος.

Το χαλάζι συνήθως δημιουργείται ενώ διαρκεί το στάδιο ωρίμανσης της καταιγίδας και μεταξύ των 10.000 ως 30.000 ποδών, αλλά η συχνότητα μεγάλου μεγέθους χάλαζας ελαττώνεται εντελώς πάνω από τα 35.000 πόδια. Πάντως έχουν παρατηρηθεί κόκκοι χαλαζιού διαμέτρου μεγαλύτερης των 5 ιντσών σε ύψος 29.500 ποδών. Το χαλάζι μπορεί να απαντηθεί σε οποιοδήποτε στρώμα μέσα στην καταιγίδα και μερικές φορές βρίσκεται έξω από το νέφος.

Οι κόκκοι χαλαζιού μπορούν να εκτοξευθούν πλάγια και πάνω από το νέφος μέχρι και 5 μίλια κάτω από την ομίχλη άκμωνα θυσοανόμορφων νεφών. Εάν είναι δυνατό να αποφευχθούν τα ισχυρά ανοδικά ρεύματα περιορίζεται ταυτόχρονα και η πιθανότητα συνάντησης μεγάλων κόκκων χαλαζιού. Αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι το χαλάζι μπορεί να αποφευχθεί απλά με την αποφυγή των περιοχών ισχυρών ανοδικών ρευμάτων. Κόκκοι χαλαζιού μεγαλύτεροι από το μισό των 3/4 της ίντσας μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές καταστροφές στο αεροσκάφος μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα. Στην εικ. 10-3 απεικονίζεται αεροσκάφος που πέταξε δια μέσου χαλαζιού καταιγίδας. Χαλάζι είναι δυνατόν να απαντηθεί σε οποιοδήποτε τύπο καταιγίδας, αλλά οι υποτροπικές και τροπικές καταιγίδες περιέχουν μικρότερη ποσότητα χαλαζιού από τις καταιγίδες που παρατηρούνται σε βόρεια πλάτη. Το χαλάζι στα υποτροπικά και τροπικά πλάτη, σπάνια φθάνει στο έδαφος, επειδή οι θερμοκρασίες κοντά στην επιφάνεια είναι σχετικά μεγάλες.



**Εικ. 10-3. Ζημιές σε Α/Φ από Χαλάζι**

#### **γ. Αναταράξεις**

Όλες οι καταιγίδες έχουν αναταράξεις και μερικές από αυτές μπορεί να είναι δυναμικά καταστροφικές για το αεροσκάφος. Σχεδόν κάθε καταιγίδα έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει ισχυρές αναταράξεις και οι εκτεταμένες καταιγίδες που δημιουργούν αναταράξεις χαρακτηριζόμενες σαν άκρως ισχυρές. Εκείνες οι οποίες δημιουργούν τις πιο ισχυρές αναταράξεις είναι αυτές που συνοδεύονται από χαλάζι. Ενώ σημαντικές αναταράξεις είναι δυνατό να απαντηθούν οπουδήποτε μέσα στην καταιγίδα, υπάρχει μικρότερη πιθανότητα ισχυρών και πάρα πολύ ισχυρών αναταράξεων στα κατώτερα στρώματα.

Έχει γίνει ήδη διάκριση μεταξύ ρευμάτων και ριπών, που είναι βασικές κινήσεις του αέρα μέσα στην καταιγίδα και είναι πλέον καιρός να διερευνηθεί πλήρως η φύση τους με τη γνώση περισσότερων στοιχείων για τα αποτελέσματα των καταιγίδων στις φάσεις των προσγειώσεων και απογειώσεων.

(1) **Ρεύματα**

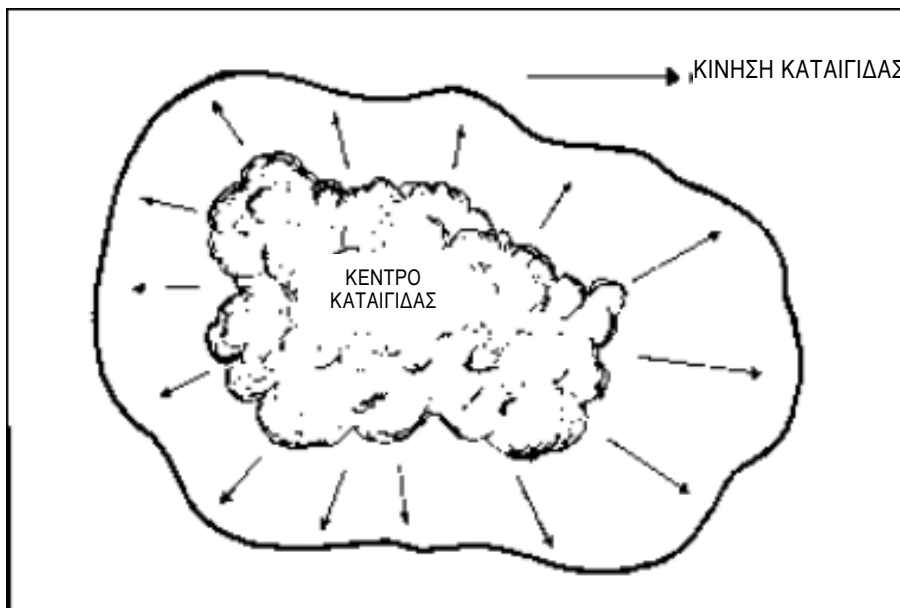
Η μελέτη του κύκλου ζωής της καταιγίδας έδειξε ότι τα ρεύματα καταλαμβάνουν ουσιαστικά όλη την περιοχή της καταιγίδας. Η διεύθυνσή τους εξαρτάται από το στάδιο της ανάπτυξης. Στα πρώτα στάδια η κίνηση είναι κύρια ανοδική, εκτός από τα εξωτερικά τοιχώματα που είναι καθοδικά και ασθενή.

Στο στάδιο ωρίμανσης υπάρχουν ανοδικά και καθοδικά ρεύματα. Στο τελικό στάδιο, εκτός από ασυνήθιστες περιπτώσεις, τα ρεύματα γενικά είναι πλήρως καθοδικά. Τα ρεύματα είναι δυνατό να μεταβάλλουν το ύψος του αεροσκάφους που πετάει μέσα σε καταιγίδα και συχνά είναι ουσιαστικά αδύνατη η διατήρηση προκαθορισμένου ύψους. Τα ρεύματα δεν είναι υποχρεωτικά επικίνδυνα για τη δομή του αεροσκάφους, αλλά αυτό εξαρτάται από την ένταση των ριπών οι οποίες προστίθενται στα ρεύματα. Εάν το αεροσκάφος πετάει εξ' ολοκλήρου μέσα σε ρεύμα και το ρεύμα έχει σχετικά ομοιόμορφη ταχύτητα, οι αναταράξεις θα είναι ελάχιστες αν ο χειριστής εφαρμόσει κατάλληλες διαδικασίες και τεχνικές πτήσης. Οι ισχυρότερες αναταράξεις απαντώνται κυρίως στα όρια επαφής των ανοδικών και καθοδικών ρευμάτων. Οι ριπές είναι συνήθως ισχυρότερες στις διατμητικές ζώνες μεταξύ ρευμάτων που κινούνται αντίθετα. Τα συμπεράσματα που αφορούν τη δύναμη των ρευμάτων είναι τα εξής :

(α) Τα ανοδικά ρεύματα είναι ισχυρότερα στα μέσα και ανώτερα στρώματα της καταιγίδας.

(β) Τα ανοδικά ρεύματα είναι γενικά ισχυρότερα και ευρύτερα οριζόντια και κατακόρυφα από τα καθοδικά. Τα καθοδικά ρεύματα μπορούν να συνθέτουν σοβαρούς κινδύνους πτήσης εφόσον υπάρχουν αξιοσημείωτες κατακόρυφες ταχύτητες σε ύψη 300 ως 400 πόδια πάνω από το έδαφος. Εδώ εξυπακούεται ότι πρέπει να ληφθούν μέτρα προφύλαξης εάν επιχειρηθεί πτήση πίσω από καταιγιδόφορα νέφη και ειδικά πάνω από ανώμαλο έδαφος.

(γ) Ισχυρά καθοδικά ρεύματα (εικ. 10-4) στα ανώτερα στρώματα απαντώνται στα μέσα επίπεδα της καταιγίδας (η πρώτη ριπή, που είναι ισχυρό καθοδικό ρεύμα που φθάνει στο έδαφος, θα εξετασθεί αργότερα).



**Εικ. 10-4. Άνεμοι Επιφάνειας που Προκαλούνται από τα Καθοδικά Ρεύματα της Καταιγίδας.**

(δ) Λόγω των ισχυρότατων ρευμάτων τα αεροσκάφη μετατοπίζονται κατακόρυφα κυρίως στα μέσα και υψηλότερα επίπεδα της καταιγίδας. Ανοδικές μετατοπίσεις πάνω από 6.000 πόδια έχουν παρατηρηθεί, πλην όμως η πιο συνηθισμένη είναι της τάξης των 3.000 ποδών. Το ίδιο αεροσκάφος το οποίο μετατοπίστηκε 6.000 πόδια κατά την είσοδό του στα μέσα επίπεδα της καταιγίδας, υπέστη μετατόπιση μόνο 1.600 ποδών αφότου μπήκε μέσα στην ίδια καταιγίδα και σε ύψος 6.000 ποδών.

(ε) Στα μέσα και ανώτερα επίπεδα της καταιγίδας το αεροσκάφος μετατοπίζεται κυρίως κατακόρυφα από τα ανοδικά παρά από τα καθοδικά ρεύματα. Ωστόσο έχουν παρατηρηθεί καθοδικές μετατοπίσεις μεγαλύτερες από 8.000 πόδια.

## (2) Ριπές

(α) Ριπές καλούνται οι αναρίθμητες, ακανόνιστες, τυχαίες, απότομες και σύντομες αναταράξεις, οι οποίες δεσπόζουν στη συνεχή ροή των ρευμάτων μεγάλης κλίμακας. Οι ριπές αυτές έχουν σημαντική επίδραση στο αεροσκάφος αφού προκαλούν εκτροπές του ίχνους, απώλεια ύψους και περιδινήσεις. Η σοβαρότητα της καταιγίδας μπορεί να ταξινομηθεί με βάση την ένταση και τη συχνότητα των ριπών της. Οι δίνες ποικίλλουν σε μέγεθος από μερικές ίντσες μέχρι στροβιλιζόμενες μάζες με διάμετρο αρκετές εκατοντάδες ποδών. Δημιουργούνται δε από:

1/ Τη διατμητική δράση (Shearing Action) μεταξύ ανοδικών και καθοδικών ρευμάτων.

2/ Από την ανυψωτική δράση.

(β) Η χαρακτηριστική αντίδραση του αεροσκάφους το οποίο συναντάει σειρά ριπών είναι οι απότομες επιταχύνσεις ή εκτινάξεις, οι οποίες μεταβάλλουν ακανόνιστα τη θέση και το ύψος του αεροσκάφους. Ο βαθμός των αναταράξεων, οι οποίες παρατηρούνται έχουν σχέση με:

1/ Τον αριθμό των απότομων μεταβολών στο πεδίο ανέμου οι οποίες συναντώνται σε δεδομένη απόσταση.

2/ Την ισχύ των μεμονωμένων μεταβολών (βλ. εικ. 7-9). Η έρευνα κατά την πτήση των ριπών της καταιγίδας κατέδειξε τα εξής:

α/ Ριπές μεγαλύτερης συχνότητας από 6 ανά 3.000 πόδια οριζόντιας απόστασης συσχετίζονται με άκρως ισχυρές αναταράξεις.

β/ Οι ασθενείς (μικρής ταχύτητας) ριπές απαντώνται συχνότερα από τις ισχυρές σ' όλες τις περιοχές της καταιγίδας, αλλά οι ισχυρές ριπές απαντώνται σ' όλα τα ύψη και ως εκ τούτου είναι αναπόφευκτες κατά τη διέλευση των καταιγίδων.

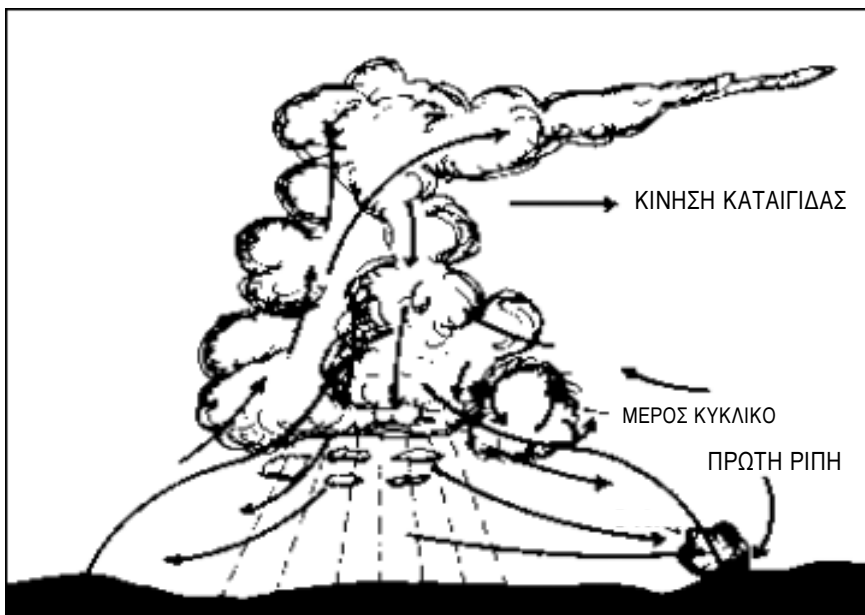
γ/ Κατακόρυφες ταχύτητες εύρους μέχρι 200 πόδια ανά δευτερόλεπτο απαντώνται σε ισχυρές καταιγίδες. Στην πραγματικότητα έχει μετρηθεί κατακόρυφη ταχύτητα 208 πόδια ανά δευτερόλεπτο.

## (3) Πρώτες Ριπές

Άλλος σημαντικός κίνδυνος από την καταιγίδα είναι η γρήγορη αλλαγή διεύθυνσης και ταχύτητας του ανέμου η οποία παρατηρείται κοντά και πάνω στην επιφάνεια της γης, αμέσως πριν τη διάβαση της καταιγίδας. Αυτό το αρχικό κύμα ανέμου ονομάζεται πρώτη ριπή και καθιστά πρακτικά επικίνδυνη την προσπάθεια απο/προσγείωσης μπροστά από καταιγίδα. Ο ισχυρός ριπιαίος άνεμος προκύπτει από την οριζόντια εξαπλώση των καθοδικών ρευμάτων της καταιγίδας καθώς αυτά φθάνουν στην επιφάνεια του εδάφους. Η πρώτη ριπή συνήθως είναι ο ισχυρότερος άνεμος που παρατηρείται πάνω στην επιφάνεια κατά τη διάβαση της καταιγίδας. Σε ακραίες περιπτώσεις, η πρώτη ριπή είναι δυνατό να φτάσει τους 100 κόμβους και η αλλαγή διεύθυνσης τις 180° σε σχέση απ' αυτή που επικρατούσε πριν. Ωστόσο οι ταχύτητες της πρώτης ριπής κατά μέσο όρο αυξάνουν την ταχύτητα του ανέμου κατά 15 κόμβους και μεταβάλλουν τη διεύθυνση κατά 40° περίπου. Η ολική ταχύτητα της πρώτης ριπής είναι το άθροισμα καθοδικών ρευμάτων που εξαπλώνονται οριζόντια και της ταχύτητας κίνησης της καταιγίδας. Έτσι οι ταχύτητες στο προπορευόμενο τοίχωμα (χείλος) της καταιγίδας είναι σημαντικά μεγαλύτερες από τα τοιχώματα που ακολουθούν. Συνήθως άκρως ισχυρή ανατάραξη της πρώτης ριπής προηγείται από την άφιξη των στροβιλιζόμενων νεφών της καταιγίδας (εάν υπάρχουν) και των όμβρων (εικ.10-5). Συχνά σηκώνει σκόνη και διάφορα αντικείμενα και προαγγέλλει έτσι τον ερχομό της καταιγίδας. Ο ισχυρός άνεμος θα διαρκέσει λίγα λεπτά μετά το πέρασμα της καταιγίδας γιατί τα καθοδικά ρεύματα εξαπλώνονται προς όλες τις διευθύνσεις. Όπως φαίνεται στην εικ. 10-5 η κατάσταση αυτή του ανέμου δεν είναι τόσο επικίνδυνη όπως η πρώτη ριπή.

## δ. Βροχή και Χιόνι

(1) Η καταιγίδα περιέχει μεγάλες ποσότητες νερού, αλλά η υγρασία αυτή δεν είναι απαραίτητο να πέσει σαν βροχή στο έδαφος. Οι υδροσταγόνες μεταφέρονται από τα ανοδικά ρεύματα στα ανώτερα στρώματα ή μπορεί να αιωρούνται μέσα σ' αυτά. Η βροχή απαντάται κάτω από το σημείο παγοποίησης και σχεδόν σ' όλη την έκταση των ώριμων καταιγίδων.



**Εικ. 10-5. Ρεύματα Αέρα που Δημιουργούν την Πρώτη Ριπή της Καταιγίδας**

Πάνω από το επίπεδο παγοποίησης υπάρχει απότομη ελάττωση στη συχνότητα βροχής, πλην όμως βρίσκεται μίγμα χιονιού και υδροσταγονιδίων σε κατάσταση υπέρτηξης. Οι αναγνωριστικές πτήσεις κατέδειξαν ότι μέτριο ή ισχυρό χιόνι απαντάται συχνά στο επίπεδο των 20.000 ποδών περίπου.

(2) Υπάρχει ίσως σχέση μεταξύ αναταράξεων και υετού. Η ένταση των αναταράξεων σε πολλές περιπτώσεις ποικίλλει ανάλογα με την ένταση του υετού. Η σχέση αυτή δείχνει ότι αρκετή ποσότητα βροχής και χιονιού συγκρατείται μέσα στην καταιγίδα στα ανώτερα στρώματα από τα ρεύματα. Όταν οι όμβροι φθάνουν στο έδαφος και είναι αρκετά ισχυροί μπορούν να προκαλέσουν περιορισμό στην ορατότητα και χαμηλές βάσεις νεφών. Τούτο κατά συνέπεια δυσκολεύει ακόμη περισσότερο τις φάσεις προσγείωσης και απογείωσης.

#### ε. Παγοποίηση

Η καθαρή παγοποίηση μέσα σε σωρείτες και καταιγίδες συνήθως είναι περιορισμένη, διότι τα νέφη αυτά παρ' όλη την κατακόρυφη ανάπτυξή τους δεν έχουν μεγάλη οριζόντια έκταση, εκτός από τις περιπτώσεις που απαντώνται κατά ομάδες. Ωστόσο η παγοποίηση μπορεί να επιταχυνθεί γρήγορα. Οι χειρότερες συνθήκες παγοποίησης συναντώνται εκεί όπου απαντάται η μεγαλύτερη συγκέντρωση υδροσταγονιδίων σε κατάσταση υπέρτηξης. Πάντως ισχυρή παγοποίηση είναι δυνατό να παρατηρηθεί σε οποιοδήποτε επίπεδο πάνω από το επίπεδο παγοποίησης και σε θερμοκρασίες μεταξύ  $0^{\circ}$  και  $-10^{\circ}$  C.

Ο ομιχλοκρύσταλλος συσσωρεύεται γρήγορα στα εμπρόσθια άκρα του αεροσκάφους που πετάει μέσα σε υγρό χιόνι. Επειδή το επίπεδο παγοποίησης είναι επίσης και ζώνη όπου παρατηρούνται ισχυρές αναταράξεις και βροχή, ιδιαίτερα το επίπεδο αυτό εμφανίζεται συχνότερα σαν το περισσότερο επικίνδυνο. Σε περιοχές μεμονωμένων ή διεσπαρμένων καταιγίδων, η παγοποίηση δεν παρουσιάζει σοβαρό πρόβλημα γιατί ο χρόνος πτήσης μέσα σε κάθε καταιγίδα είναι σχετικά μικρός. Σε περιοχές όμως πολυάριθμων καταιγίδων, το πρόβλημα της παγοποίησης είναι αρκετά σοβαρό αν το αεροσκάφος εκτεθεί σε συνθήκες παγοποίησης για αρκετό χρόνο. Επίσης η παγοποίηση απαντάται μερικές φορές και στη περιοχή του άκμωνα. Η παγοποίηση σε αεροσκάφος θα εξετασθεί εκτενέστερα σε επόμενο Κεφάλαιο.

#### στ. Μεταβολές Πίεσης

Οι μεταβολές της πίεσης που σχετίζονται γενικά με τις καταιγίδες είναι:

(1) Γρήγορη πτώση κατά την προσέγγιση της καταιγίδας.

(2) Απότομη αύξηση με την εμφάνιση της πρώτης ριπής και κανονική πίεση καθώς η καταιγίδα απομακρύνεται και η βροχή σταματά.

Ο κύκλος της πίεσης είναι δυνατόν να ολοκληρωθεί σε διάστημα 15 λεπτών. Εάν το υψόμετρο δεν διορθωθεί, το ενδεικνυόμενο ύψος θα παρουσιάσει πιθανό σφάλμα 100 ποδών περίπου ή και περισσότερο.

## 5. Ηλεκτρισμός Καταιγίδας

Ο ηλεκτρισμός που παράγεται από την καταιγίδα σπάνια αποτελεί μεγάλο κίνδυνο για τα αεροσκάφη, πλην όμως μπορεί να προκαλέσει ζημιές και ενοχλεί το ιπτάμενο προσωπικό. Οι αστραπές είναι προφανώς το πιο θεαματικό φαινόμενο από τις παραγόμενες ηλεκτρικές εκκενώσεις.

### α. Αστραπές

Η υπολογιζόμενη διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού η οποία απαιτείται για να παραχθεί μία λάμψη αστραπής προς τη γη είναι της τάξης των 100 ως 200 εκατομμυρίων Volt (εικ. 10-6). Τα ηλεκτρικά ρεύματα κατά την επιστροφή τους στο νέφος αποτελούν τους κύριους φορείς λάμπσεων και οι μέγιστες τιμές των ρευμάτων αυτών ποικίλλουν από 5.000 ως 500.000 Amper. Η λάμψη μπορεί να έχει πολλές επανακάμψεις και συμβαίνει τόσο γρήγορα ώστε να δίνεται η εντύπωση κλιμακωτής εκκένωσης. Ωστόσο ο μέσος αριθμός των επανακάμψεων είναι 4 σε κάθε λάμψη. Οι λάμπες των αστραπών μέσα σε νέφος ή μεταξύ των νεφών που βρίσκονται σε επαφή είναι ισχυρότερες στις περισσότερες καταιγίδες απ' αυτές μεταξύ του νέφους και της γης. Τα μέγιστα ηλεκτρικά ρεύματα των λάμπσεων αυτών πιστεύεται ότι είναι περίπου το 1/10 εκείνων οι οποίες παρατηρούνται προς τη γη. Οι εκκενώσεις αυτές που προσβάλλουν αεροσκάφος συχνά διαπερνούν την άτρακτο και καταστρέφουν τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό του. Ανάλογα με τις περιπτώσεις, εκκένωση σε μη μεταλλική επιφάνεια προκαλεί ζημιές στο τμήμα που προσβάλλεται. Υπάρχει κίνδυνος σε ορισμένες περιπτώσεις η ηλεκτρική εκκένωση να προκαλέσει ανάφλεξη των αερίων στο σύστημα καυσίμων του αεροσκάφους. Έτσι τα διάφορα συστήματα καυσίμων σχεδιάζονται με τις ανάλογες προφυλάξεις προς αποφυγή αυτής της πιθανότητας. Επιπλέον οι εκκενώσεις είναι δυνατό να καταστούν επικίνδυνες ακόμη και αν δεν πλήξουν άμεσα το αεροσκάφος. Είναι δυνατόν να επιφέρουν μόνιμο σφάλμα στις ενδείξεις της μαγνητικής πυξίδας. Είναι επίσης δυνατόν να τυφλώσουν στιγμιαία τον χειριστή ή να αποσπάσουν την προσοχή του παρεμποδίζοντας έτσι σοβαρά τον έλεγχο του αεροσκάφους. Το εκκωφαντικό ξέσπασμα παρασίτων που παράγονται από τις λάμπες της εκκένωσης επηρεάζει τους δέκτες χαμηλών και μεσαίων συχνοτήτων, ακόμη και όταν η λάμψη παρατηρείται αρκετά μίλια μακριά. Οι σχέσεις που ακολουθούν αποτελούν μερικές από τις πιο κοινές σχέσεις μεταξύ εκκένωσης και καταιγιδοφόρου νέφους:



**Εικ. 10-6. Αστραπή**

(1) Τα καταιγιδοφόρα νέφη συνήθως αναπτύσσονται κατακόρυφα σε ύψη όπου η θερμοκρασία του αέρα είναι  $-20^{\circ}\text{C}$  περίπου, πριν την εμφάνιση της εκκένωσης.

(2) Όταν αρχίσει να εκκενώνεται η καταιγίδα, συνήθως συνεχίζει ακόμη και όταν οι κορυφές των νεφών πέσουν σε χαμηλότερα επίπεδα και σημειωθούν μεγαλύτερες θερμοκρασίες.

(3) Οι λάμπσεις των εκκενώσεων παρατηρούνται συχνότερα μέσα στο νέφος ή από ένα νέφος σε άλλο, παρά από το νέφος προς τη γη.

(4) Η συχνότητα των λάμπσεων των εκκενώσεων παίρνει μέγιστη τιμή όταν το νέφος φθάσει το μέγιστο του ύψους του. Οι πιο εκτεταμένες οριζόντιες λάμπσεις παρατηρούνται όσο διαρκεί το ώριμο στάδιο και σε επίπεδο όπου η θερμοκρασία είναι  $-10^{\circ}\text{C}$ . Αν και οι λάμπσεις των εκκενώσεων παρατηρούνται δια μέσου ολόκληρου του νέφους, οι ενεργητικότερες και ισχυρότερες λάμπσεις προς τη γη συνήθως σταματούν μόνο στα κατώτερα τμήματα του νέφους.

(5) Η ελάττωση του όγκου του νέφους μετά το ώριμο στάδιο συνοδεύεται από ανάλογη ελάττωση των λάμπσεων. Ωστόσο η ένταση μιας μεμονωμένης λάμπσης μπορεί να παραμείνει μεγάλη.

(6) Η περίοδος της μεγαλύτερης συχνότητας της λάμπσης ακολουθείται κατά κανόνα αμέσως από την περίοδο της ισχυρότερης βροχόπτωσης.

Ο ακριβής μηχανισμός ο οποίος παράγει το ευρύ ηλεκτρικό δυναμικό δεν είναι πλήρως γνωστός, αλλά πιστεύεται ότι οι καταιγίδες συμπεριφέρονται δραστικότερα όταν συνυπάρχουν κρύσταλλοι και υδροσταγονίδια μέσα στο νέφος.

### **β. Στατικός Ηλεκτρισμός Υετού**

Ο στατιστικός ηλεκτρισμός υετού, δηλαδή ο σταθερός θόρυβος υψηλής συχνότητας που παρατηρείται στους δέκτες λόγω των έντονων και συνεχών κλειστών εκκενώσεων σε αιχμηρά μεταλλικά σημεία των ιπτάμενων αεροσκαφών, απαντάται συχνά κοντά στις καταιγίδες.

Όταν τα αεροσκάφη πετούν μέσα σε περιοχή που υπάρχουν νέφη, υετός ή συγκεντρωμένα στερεά σωματίδια (πάγος, άμμος, κονιορτός, κλπ) συσσωρεύεται πάνω τους στατικός ηλεκτρισμός. Ο ηλεκτρισμός εκκενώνεται πάνω σε γειτονική επιφάνεια ή μέσα στον αέρα προκαλώντας ηχητικές διαταραχές στις χαμηλότερες ραδιοσυχνότητες. Ορισμένες μηχανικές μέθοδοι είναι ικανές να μηδενίσουν την παρεμβολή, όπως π.χ. η ενσωμάτωση γειώσεων και η μεταλλική αντιστατική κεραία μπορούν συνήθως να περιορίσουν τον στατικό ηλεκτρισμό σε ανεκτά επίπεδα. Μιλώντας πρακτικά, ο στατικός ηλεκτρισμός του υετού δεν παρεμβάλλεται στη λήψη λίαν υψηλών συχνοτήτων.

Η κλειστή ακτινωτή εκκένωση έχει μικρή φωτεινότητα και μπορεί να παρατηρηθεί κατά τη νύχτα με ορισμένες συνθήκες. Αυτή καθ' αυτή είναι ακίνδυνη. Από τους ναυτικούς της Μεσογείου ονομάζεται "φωτιά του Αγίου Έλμου", γιατί συχνά έβλεπαν την ακτινωτή κλειστή εκκένωση στην κορυφή των ιστών του πλοίου. Ο στατικός ηλεκτρισμός του υετού κοντά ή μέσα στις καταιγίδες είναι περισσότερο ισχυρός εκεί που απαντώνται οι μεγαλύτεροι κίνδυνοι καιρού για το αεροσκάφος, δηλαδή κοντά στο επίπεδο παγοποίησης όπου το χιόνι μεταβάλλεται σε βροχή ή η βροχή σε χιόνι και παρατηρούνται ισχυρές αναταράξεις και ανοδικά και καθοδικά ρεύματα.

## **6. Ταξινόμηση των Καταιγίδων**

Όπως αναφέρθηκε προηγούμενα το ανυψωτικό αίτιο είναι απαραίτητος παράγοντας για τον σχηματισμό της καταιγίδας και μπορεί να εξασφαλιστεί:

- α. Από οποιαδήποτε μορφή μετώπου.
- β. Από ορεινή περιοχή.
- γ. Από κατακόρυφα ρεύματα μεταφοράς.
- δ. Από σύγκλιση.

Οι τελευταίες τρεις αιτίες ανύψωσης είναι δυνατό να συμβούν είτε μέσα σε μία αέρια μάζα μακριά από μέτωπο ή μαζί ή χωριστά σε συνδυασμό με μέτωπο. Ως εκ τούτου, είναι πρακτικά ωφέλιμο να τις διαχωρίσουμε σε καταιγίδες μετώπων ή καταιγίδες μάζας.

Ενώ και αυτό δεν αποτελεί अपαράβατο κανόνα, ο χειριστής μπορεί να περιμένει ότι θα συναντήσει περισσότερες μετωπικές καταιγίδες, παρά αυτές που χαρακτηρίζονται σαν καταιγίδες αέριας μάζας.



### (1) Μετωπικές Καταιγίδες

Επειδή όλες οι καταιγίδες είναι της ίδιας υφής, δεν είναι απαραίτητο να περιγράψουμε χωριστά κάθε μία ανάλογα με τον τύπο του μετώπου. Ωστόσο υπάρχουν μερικές διαφορές άξιες λόγου.

(α) Όταν η μετωπική κλίση είναι ήπιας μορφής, νέφη στρατόμορφα πιθανό να συνοδεύουν τα θερμά μέτωπα και οι καταιγίδες να είναι αόρατες μέχρι ο χειριστής να πετάξει πάνω από το στρατόμορφο επίπεδο. Πετώντας σε χαμηλά επίπεδα, ο χειριστής είναι δυνατό να προειδοποιηθεί για την ύπαρξή τους από θορύβους στατικού ηλεκτρισμού στα ακουστικά του. Λόγω της ελαφρής κλίσης του μετώπου οι καταιγίδες είναι μικρότερης ισχύος απ' όλες τις μετωπικές καταιγίδες.

(β) Οι καταιγίδες του ψυχρού μετώπου είναι φυσιολογικά οι ισχυρότερες από τις απαντώμενες καταιγίδες, εκτός από αυτές της γραμμής λαίλαπας. Συνήθως σχηματίζονται σε συνεχή γραμμή και εύκολα αναγνωρίζονται από τον χειριστή που προσεγγίζει το μέτωπο. Οι βάσεις τους είναι χαμηλότερες από τις άλλες μετωπικές καταιγίδες και δραστηκότερες κατά τη διάρκεια του απογεύματος.

(γ) Καταιγίδες συχνά απαντώνται σε θερμή σύσφιγξη. Στην περίπτωση αυτή, παρατηρούνται κατά μήκος του ανώτερου ψυχρού μετώπου και αναπτύσσονται από τον γρήγορα ανερχόμενο θερμό και υγρό αέρα. Είναι ισχυρότερες από τις καταιγίδες του θερμού μετώπου, αλλά κατά παρόμοιο τρόπο συνήθως αποκρύπτονται από στρατόμορφα νέφη.

### (2) Καταιγίδες Γραμμής Λαίλαπας

Οι καταιγίδες κατά μήκος της γραμμής λαίλαπας μοιάζουν με εκείνες του ψυχρού μετώπου και είναι περισσότερο βίαιες. Οι βάσεις των νεφών είναι χαμηλότερες και οι κορυφές ψηλότερες από τους άλλους τύπους καταιγίδων. Οι σοβαρότερες συνθήκες όπως το ισχυρό χαλάζι, καταστρεπτικοί άνεμοι και σίφωνες συνοδεύουν γενικά τις καταιγίδες γραμμής λαίλαπας. Οι καταιγίδες γραμμής λαίλαπας παρατηρούνται οποιαδήποτε ώρα του 24ωρου, αλλά συνήθως αυτές είναι δραστηκότερες προς το τέλος του απογεύματος.

Οι γραμμές λαίλαπας αναπτύσσονται συχνά σε απόσταση 50 ως 300 μίλια μπροστά και σχεδόν παράλληλα από τα γρήγορα κινούμενα ψυχρά μέτωπα. Σε μερικές περιπτώσεις γραμμή καταιγίδων (η οποία ονομάζεται επίσης γραμμή λαίλαπας) αναπτύσσεται αμέσως πάνω από ψυχρό μέτωπο και κινείται έπειτα μπροστά από αυτό. Οι γραμμές λαίλαπας σχηματίζονται γρήγορα και μερικές φορές σειρά απ' αυτές αναπτύσσεται μπροστά από το ψυχρό μέτωπο και πριν απομακρυνθεί και διαλυθεί σχηματίζεται νέα σειρά για να καταλάβει τη θέση της. Η εικ. 10-7 είναι μια φωτογραφία που δείχνει καταιγίδες γραμμής λαίλαπας. Ενώ οι γραμμές λαίλαπας συνοδεύουν ψυχρά μέτωπα, η ύπαρξη μετώπου δεν είναι απαραίτητη προϋπόθεση. Επίσης αυτές είναι δυνατόν να συνοδεύουν αυλώνες χαμηλής πίεσης, την εσωτροπική ζώνη σύγκλισης, διατμητικές γραμμές ανέμου (Shear Lines) και ανατολικά κύματα (όπως οι γραμμές όπου η θαλάσσια αύρα συγκλίνει με ορεινές ζώνες). Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξη γραμμών λαίλαπας. Οι περιοχές σύγκλισης ροής ανέμου στα χαμηλότερα ατμοσφαιρικά στρώματα ανεξάρτητα από τα αίτια ροής σύγκλισης. Επειδή τέτοια κατάσταση μπορεί να υπάρξει μέσα σε αέρια μάζα, οι καταιγίδες γραμμής λαίλαπας στην κυριολεξία είναι συχνά καταιγίδες αέριας μάζας. Ωστόσο, οι καταιγίδες αέριας μάζας θεωρούνται από τους περισσότερους σαν και αυτές που περιγράφονται παρακάτω.



Εικ. 10-7. Καταιγίδες Γραμμής Λαίλαπας

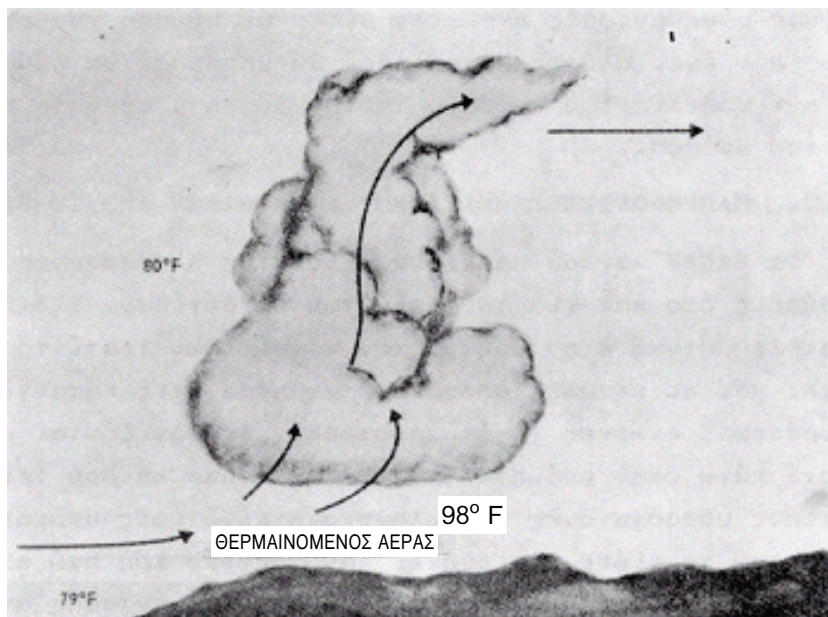
### (3) Καταιγίδες Αέριας Μάζας

Τα βασικά χαρακτηριστικά των καταιγίδων αέριας μάζας είναι ότι σχηματίζονται μέσα σε θερμή και υγρή αέρια μάζα, δεν συνδέονται με κανένα τρόπο με τα μέτωπα και γενικά είναι απομονωμένες ή διασπαρμένες πάνω από μεγάλη περιοχή. Οι καταιγίδες αέριας μάζας μπορούν να ταξινομηθούν σε :

#### (α) Καταιγίδες Κατακόρυφης Μεταφοράς

Οι καταιγίδες κατακόρυφης μεταφοράς μπορούν να εξασφαλίσουν το απαραίτητο ανυψωτικό αίτιο θερμαινόμενες από κάτω ή με σύγκλιση της ροής του ανέμου. Παράδειγμα σύγκλισης ροής ανέμου μέσα σε αέρια μάζα αποτελεί ο χωρίς μέτωπο αυλώνας χαμηλής πίεσης. Εάν γραμμή καταιγίδων αναπτυχθεί μέσα στη ζώνη αυτή, ονομάζεται γραμμή λαίλαπας. Ωστόσο εάν οι καταιγίδες είναι διασκορπισμένες ή απομονωμένες αναφέρονται από πολλούς σαν καταιγίδες αέριας μάζας. Οι καταιγίδες κατακόρυφης μεταφοράς που σχηματίζονται από σύγκλιση δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερη ημερήσια μεταβολή σε σχέση με το χρόνο του συμβάντος. Ωστόσο, έχουν την τάση να είναι δραστηριότερες πάνω από την ξηρά κατά το απόγευμα και τις πρώτες βραδινές ώρες, καθώς επίσης και πάνω από τη θάλασσα κατά τη διάρκεια της νύκτας και τις πρώτες πρωινές ώρες. Η ημερήσια αυτή μεταβολή δραστηριότητας πάνω από την ξηρά προκύπτει από την υποστήριξη της ανάπτυξης, η οποία προκαλείται από την ηλιακή θερμότητα και πάνω από τη θάλασσα από την ακτινοβολία των κορυφών νέφους. Οι καταιγίδες οι οποίες προσλαμβάνουν το απαραίτητο ανυψωτικό αίτιο με τη θέρμανση από κάτω, σπάνια απαντώνται μέσα στη σταθερή ροή ανέμου. Ισχυροί άνεμοι διασπούν τα ρεύματα μεταφοράς. Οι καταιγίδες μεταφοράς πάνω στην ξηρά σχηματίζονται κατά τη διάρκεια του απογεύματος μετά την επίτευξη του μέγιστου σημείου θερμοκρασίας. Αν και σχηματίζονται σαν μεμονωμένα νέφη CB, μερικές φορές εμφανίζονται πολυπληθείς πάνω από μία ιδιαίτερη περιοχή ώστε η πτήση όψεως (VFR) να είναι αδύνατη.

Η κατάσταση αυτή κανονικά διαρκεί 1 ως 3 ώρες. Ο τύπος αυτός της καταιγίδας αναπτύσσεται επίσης πάνω από παράκτιες περιοχές κατά τη διάρκεια απογεύματος, εάν υπάρχουν ασθενείς άνεμοι. Ο ψυχρός και υγρός αέρας από τη θάλασσα θερμαίνεται καθώς κινείται πάνω από τη θερμότερη επιφάνεια της ξηράς. Στην περίπτωση αυτή, οι καταιγίδες βρίσκονται κοντά στην ακτή και στην περιοχή ξηράς. Το αντίθετο συμβαίνει κατά τη διάρκεια της νύκτας και των πρώτων πρωινών ωρών, όταν ο ψυχρός αέρας από την ξηρά κινείται πάνω από τη θερμότερη θαλάσσια επιφάνεια κι έτσι σχηματίζονται οι καταιγίδες σε μικρή απόσταση από την ακτή και στην περιοχή της θάλασσας. Καταιγίδες μεταφοράς ακτών παριστάνονται στην εικ. 10-8.



Εικ. 10-8. Καταιγίδα Κατακόρυφης Μεταφοράς σε Παράκτια Περιοχή

#### (β) Ορογραφικές καταιγίδες

Οι καταιγίδες του τύπου αυτού σχηματίζονται όταν ο άνεμος υποχρεώνει υγρό και ασταθή αέρα να ανέβει πλαγιές βουνών. Παρουσιάζουν μεγαλύτερη συχνότητα το απόγευμα και τις

πρώτες βραδινές ώρες γιατί η θέρμανση από κάτω συνδυάζεται με το ανυψωτικό αίτιο. Η δραστηριότητα της καταιγίδας εκδηλώνεται κατά μήκος των κορυφών των βουνών, αλλά πολλές φορές είναι δυνατόν να υπάρξει συνεχής γραμμή καταιγίδων. Βίαιες καταιγίδες με χαλάζι αποτελούν συνηθισμένο φαινόμενο σε ψηλά βουνά όπως π.χ. η οροσειρά της Πίνδου, ο Όλυμπος κλπ. Η αναγνώριση των ορογραφικών καταιγίδων από την προσήνεμη πλευρά του βουνού συχνά είναι δύσκολη. Νέφη ST ή SC κάτω από το επίπεδο ελεύθερης μεταφοράς, περιβάλλουν τα βουνά και αποκρύπτουν τα καταιγιδοφόρα νέφη.

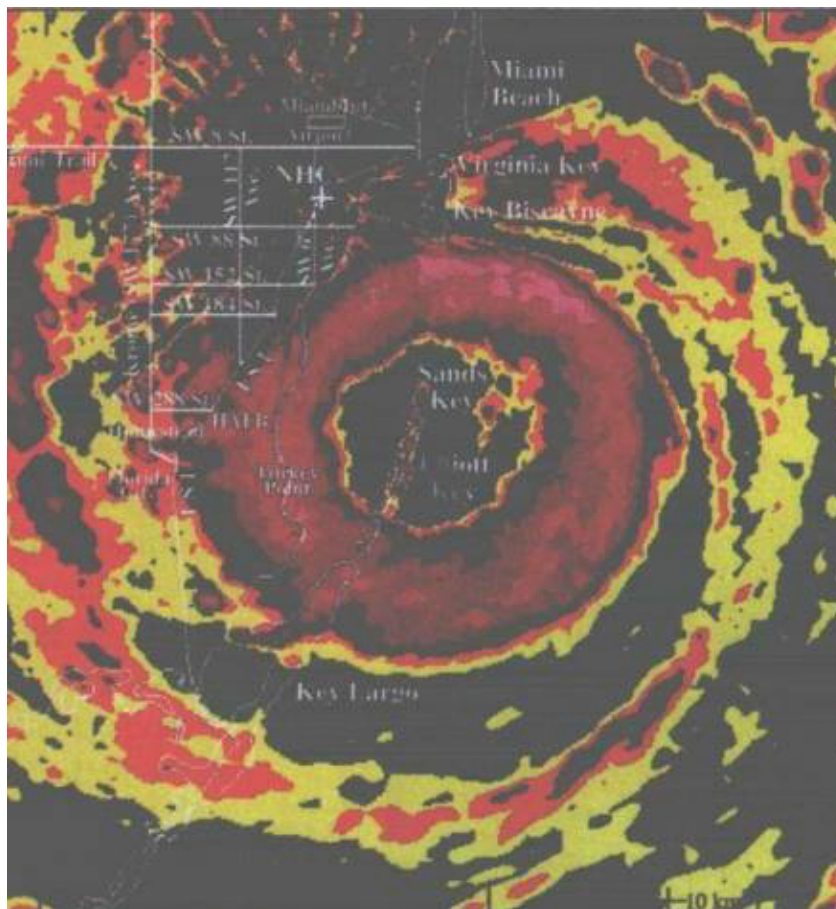
#### (γ) **Νυκτερινές Καταιγίδες**

Αν και ο όρος νυκτερινός σημαίνει αυτό που συμβαίνει κατά τη νύχτα, μερικές φορές χρησιμοποιείται για καταιγίδες μεταφοράς οι οποίες σχηματίζονται μακριά από τις ακτές. Οι καταιγίδες αυτές, από τις ισχυρότερες μεταξύ αυτών που παρουσιάζονται συχνά, παρατηρούνται κατά τη νύχτα ή τις πρωινές ώρες στις πεδιάδες κατά το τέλος της άνοιξης και το καλοκαίρι και συνοδεύονται από ασυνήθιστο ανώτερο υγρό αέρα. Αν και ο μηχανισμός ο οποίος θέτει σε κίνηση το σχηματισμό τους δεν έχει πλήρως κατανοηθεί, θα μπορούσε να είναι η ψύξη από ακτινοβολία των κορυφών του νέφους ή η σύνθετη ημερήσια μεταβολή του ανέμου.

### **7. Πληροφορίες Σχηματισμού Καταιγίδων από το Radar**

Τα Radar καιρού παρέχουν αξιόλογες πληροφορίες τόσο για τις θέσεις όσο και για την ισχύ των καταιγίδων. Ειδικότερα είναι αποτελεσματικά στην έρευνα των καταιγίδων, γιατί το χαλάζι εάν υπάρχει και οι μεγάλες υδροσταγόνες μέσα στις καταιγίδες δίνουν ισχυρότερες εικόνες (ηχώ) επιστροφής (εμφανίζονται σαν λαμπρή περιοχή πάνω στην οθόνη από άλλο τύπο καιρού εικ. 10-9).

Οι μικρότερες υδροσταγόνες δημιουργούν σκοτεινότερες περιοχές πάνω στην οθόνη, ενώ το χιόνι δημιουργεί την ασθενέστερη ηχώ αναγνώρισης. Υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ παγοποίησης, έντασης αναταράξεων και ισχύος της ηχούς Radar. Η οξύτητα άκρων της ηχούς (ισχυρά βαθμίδα της ηχούς) και η κατακόρυφη έκτασή τους καθώς και η τιμή κατά την οποία αναπτύσσεται η ηχώ καταιγίδας, συνδέονται με την ισχύ της καταιγίδας.



**Εικ. 10-9. Γραμμή Καταιγίδων Πάνω σε Οθόνη Radar**

Οι διάφοροι τύποι Radar ποικίλλουν σε ικανότητα ανιχνεύσεως, αλλά οι μετεωρολογικές υπηρεσίες είναι αναγκαίο να εγκαταστήσουν σύγχρονα και άκρως αποτελεσματικά Radar σε περιοχές όπου παρατηρούνται συχνά καταιγίδες. Για συμπλήρωση και υποστήριξη του δικτύου Radar της μετεωρολογίας χρησιμοποιούνται και τα Radar της αεροπορίας κυρίως σε περιοχές μικρού αριθμού καταιγίδων. Τα ακόλουθα χαρακτηριστικά που σταχυολογήθηκαν από την ερμηνεία και τη μελέτη των μετεωρολογικών ηχών θα πρέπει να τύχουν ιδιαίτερης προσοχής εκ μέρους των χειριστών.

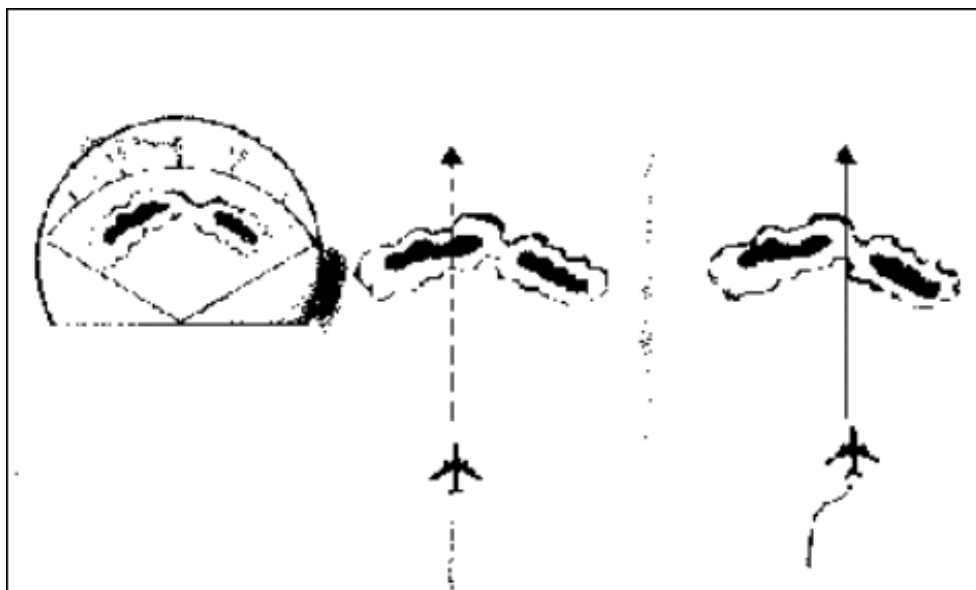
α. Καταιγίδα, η ηχώ της οποίας υπολογίσθηκε σε 35.000 πόδια, παρουσιάζει συχνά χαλάζι και άκρως ισχυρές αναταράξεις.

β. Επικίνδυνος καιρός, σχετιζόμενος με διεσπαρμένες εικόνες ηχούς, μπορεί συνήθως να παρακαμφθεί. Αλλά αν οι γραμμές ή οι περιοχές χαρακτηρίζονται σαν διακεκομμένες ή συμπαγείς, μέτριας ή ισχυρής έντασης, οι κίνδυνοι είναι δυνατόν να αποφθεχθούν μόνο όταν το αεροσκάφος διαθέτει Radar καιρού.

γ. Ισχυρές αναταράξεις σε αίθρια κατάσταση και χαλάζι είναι δυνατόν να παρατηρηθούν μεταξύ των καταιγίδων, εάν ο διαχωρισμός μεταξύ των καταιγίδων, δηλαδή ο διαχωρισμός μεταξύ των εικόνων ηχούς, είναι μικρότερος της τάξης των 30 μιλίων .

Οι πληροφορίες καιρού Radar είναι περισσότερο αξιόλογες για τον χειριστή όταν οι καταιγίδες είναι πολυπληθείς και αποκρύπτονται μέσα σε πολλαπλά νεφικά στρώματα. Ωστόσο οι εικόνες ηχούς μεταβάλλουν σχήμα, χαρακτήρα και ένταση μέσα σε λίγα λεπτά και οι τρέχουσες πληροφορίες των Radar που έχουν ληφθεί πριν την απογείωση είναι άχρηστες κατά τον χρόνο συνάντησης των καταιγίδων.

Τα Radar καιρού έχουν καταστεί απαραίτητος εξοπλισμός για τα αεροσκάφη κατά τα τελευταία έτη γι' αυτόν ακριβώς το λόγο. Η εικ. 10-10 δείχνει τον τρόπο με τον οποίο ο χειριστής χρησιμοποιεί τις ενδείξεις του εγκαταστημένου στο σκάφος Radar καιρού για αποφυγή των καταιγίδων.



**Εικ. 10-10. Radar Καιρού Αεροσκαφών**

### **8. Οδηγίες για Πτήση σε Περιοχές Καταιγίδων**

Μέχρι τώρα εξετάσθηκαν οι διάφοροι κίνδυνοι από την καταιγίδα για την αεροπορία και οι περιοχές μέγιστης έντασης μέσα στα όρια του παράγοντα καιρός. Κλείνοντας το Κεφάλαιο αυτό είναι απαραίτητο να απαριθμήσουμε μερικούς κανόνες για τους χειριστές για την αντιμετώπιση των καταιγίδων, οι οποίες επιμένουν να παρουσιάζονται στον εναέριο χώρο. Ατυχώς οι καταιγίδες, όχι σπάνια, παίρνουν τη μερίδα του λέοντος από τη σχεδιαζόμενη διαδρομή. Έχετε κατά νου ότι όσο αναφερόμαστε στις πτήσεις καμιά καταιγίδα δεν θα πρέπει να θεωρείται σαν ασθενής.

Οι ακόλουθες παράγραφοι αποτελούν συστάσεις που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους χειριστές.

**α. Αποφυγή των Καταιγίδων**

(1) Οι χειριστές και ιδιαίτερα όσοι πετούν με ελαφρά αεροσκάφη, πρέπει να αποφεύγουν όλες τις καταιγίδες.

(2) Οι χειριστές, ακόμη και εκείνοι που πετάνε με βαριά αεροσκάφη, πρέπει να αποφεύγουν τις καταιγίδες, γιατί η ασφάλεια του αεροσκάφους δεν εξαρτάται από το μέγεθός του.

(3) Οι χειριστές που πετάνε γύρω από καταιγίδες δεν πρέπει να ριψοκινδυνεύουν πτήση σε οποιαδήποτε ορατή ώριμη καταιγίδα με πολύ αναπτυσμένο άκμωνα, λόγω της πιθανότητας να συναντήσουν χαλάζι.

(4) Οι χειριστές δεν θα πρέπει να ριψοκινδυνεύουν πτήση κάτω από ορογραφικές καταιγίδες ακόμη και όταν η αντίπερα περιοχή της οροσειράς (αντιπρανές) είναι ορατή. Αν η ροή του ανέμου είναι αρκετά ισχυρή ώστε να εξασφαλίσει το ανυψωτικό αίτιο σχηματισμού καταιγίδας, είναι πιθανόν να δημιουργήσει επικίνδυνες αναταράξεις μεταξύ των κορυφών των βουνών. Οι αναταράξεις αυτές σε συνδυασμό με τα καθοδικά ρεύματα μπορούν να προκαλέσουν καταστροφή του αεροσκάφους.

(5) Οι χειριστές πρέπει να αποφεύγουν τις πτήσεις κάτω από οποιαδήποτε καταιγίδα εάν τούτο είναι δυνατό, επειδή υπάρχουν ανοδικά ρεύματα κάτω από αναπτυσσόμενη καταιγίδα και καθοδικά τα οποία μπορεί να είναι πάρα πολύ ισχυρά μέσα στην περιοχή βροχοπτώσης.

**β. Πτήση σε Καταιγίδα**

Η απόφαση για το αν θα εκτελεσθεί ή όχι μια πτήση σε περιοχές καταιγίδων πρέπει να βασίζεται στα εξής:

(1) Στην πείρα των χειριστών σε πτήση διαμέσου καταιγίδας.

(2) Στον τύπο του αεροσκάφους και στο μέγεθος της επιτάχυνσης στην οποία μπορεί να ανταπεξέλθει.

(3) Αν το αεροσκάφος διαθέτει ή όχι Radar καιρού.

(4) Στη γνώση της κατακόρυφης ανάπτυξης και φυσικής εμφάνισης των καταιγιδοφόρων νεφών.

Όσο αφορά την τελευταία περίπτωση, πτήση σε οποιαδήποτε καταιγίδα που δίνει ηχώ κορυφών πάνω από τα 35.000 πόδια σε Radar καιρού τοποθετημένου στο έδαφος, πρέπει ν' αποφεύγεται ανεξάρτητα από τις άλλες προϋποθέσεις, λόγω της μεγάλης σοβαρότητας των κινδύνων οι οποίοι τη συνοδεύουν.

Ο χειριστής αεροσκάφους που είναι εξοπλισμένο με Radar καιρού θα πρέπει να θυμάται ότι το Radar δεν περιορίζει τους κινδύνους της καταιγίδας, αλλά απλώς βοηθά στον εντοπισμό των σοβαρότερων συνθηκών σε μία δεδομένη στιγμή. Επειδή η οθόνη εντοπίζει μόνο τις περιοχές υετού μέσα στις καταιγίδες, κίνδυνοι μπορεί να συναντηθούν ακόμη και σε ομαλά σημεία.

Καταιγίδες που παρουσιάζουν συχνά έντονες ηλεκτρικές εκκενώσεις είναι συνήθως ιδιαίτερα επικίνδυνες. Συνιστάται όπως αεροσκάφη που φέρουν Radar ανίχνευσης καιρού να το χρησιμοποιούν σαν βοήθεια αποφυγής των καταιγίδων και όχι σαν όργανο εισόδου για πτήση μέσα σ' αυτές. Κατά την πτήση γύρω από μεμονωμένα καταιγιδοφόρα νέφη μέσα σε περιοχή καταιγίδων, ο χειριστής πρέπει να κατευθύνει κατάλληλα την κεραία του Radar για τον προσδιορισμό της πιθανότητας να πέσει χαλάζι από πάνω ή ν' αναπτυχθούν γρήγορα νέφη CB κάτω από αυτόν. Έτσι πάνω στην οθόνη μπορεί να εμφανιστούν γρήγορα ζωηρές εικόνες ηχούς, εκεί όπου πριν από λίγο υπήρχαν ασθενείς. Επίσης ο χειριστής πρέπει να μεταβάλλει το Radar ανάλογα με τις περιπτώσεις στο μέγιστο εύρος λειτουργίας του, για να εξακριβώσει τι υπάρχει πίσω από την ηχώ την οποία παρατηρεί σε μικρή απόσταση. Ο χειριστής πρέπει να αφιερώσει χρόνο για την αξιολόγηση των ενδείξεων και έλεγχο της ύπαρξης ή μη τάσεων ανάπτυξης στους διάφορους τύπους της ηχούς.

Χειριστής χωρίς Radar δεν πρέπει να επιχειρήσει ανεύρεση ομαλών σημείων εντός της καταιγίδας με βάση οποιεσδήποτε προγενέστερες πληροφορίες Radar. Πληροφορίες που εκπέμπονται θα πρέπει να λαμβάνονται μόνο με κατευθείαν επαφή με τον χειριστή του Radar εδάφους, ο οποίος αξιολογεί τις ενδείξεις της οθόνης κατά τη στιγμή της μετάδοσής τους.

Επειδή η υπηρεσία αναμετάδοσης υπαρχουσών καταιγίδων περιορίζεται σε ορισμένες μόνο περιοχές, ένας χειριστής που πετάει χωρίς να έχει Radar καιρού θα αποφασίσει μόνος του για την εκλογή του καταλληλότερου σημείου εισόδου σε μια καταιγίδα. Καταιγιδοφόρο νέφος που διογκώνεται ή αναπτύσσεται γρήγορα, γενικά εγκυμονεί περισσότερους κινδύνους από εκείνο το οποίο παρουσιάζει μικρή μεταβολή. Τα 15 πρώτα λεπτά μετά τη διείσδυση του πυργοειδούς σωρείτη στο επίπεδο παγοποίησης αποτελεί τη στιγμή εξέλιξης της καταιγίδας κατά την οποία φυσιολογικά εγκυμονεί τους μεγαλύτερους κινδύνους για ιπτάμενο Α/Φ. Το στάδιο του άκμωνα μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να παρατείνεται για πολλές ώρες.

Κατά την εκλογή της απόφασης μετάβασης ή όχι διαμέσου καταιγίδας ο χειριστής πρέπει να σταθμίσει καλά ότι είναι προτιμότερο να φθάσει στον προορισμό του αργότερα παρά καθόλου. Αλλαγή πορείας 180Α έσωσε πολλές ζωές.

#### γ. Είσοδος σε Καταιγίδα

Αν αποφασίσετε να εισέλθετε σε καταιγίδα, οι κατωτέρω ενέργειες έχουν αποδειχθεί πολύ ευεργετικές και κάθε χειριστής πρέπει να τις γνωρίζει προληπτικά.

(1) Ανάψτε τα φώτα πλεύσεως στη μεγαλύτερή τους ένταση. Χρησιμοποιείτε σκοτεινά γυαλιά για την αποφυγή παροδικής τύφλωσης από τις αστραπές.

(2) Ορίστε το ύψος εισόδου. Αποφύγετε ύψη μεταξύ επιπέδου παγοποίησης και  $-10^{\circ}$  C (περίπου 5.000 πόδια πάνω από το επίπεδο παγοποίησης). Αυτή συνήθως είναι η πιο επικίνδυνη περιοχή της καταιγίδας. Εάν δεν έχουν ληφθεί πληροφορίες για το ύψος επιπέδου παγοποίησης πριν την απογείωση, ζητήστε την από τον ΠΕΠ. Το ομαλότερο ύψος ενός νέφους CB είναι συνήθως μεταξύ 4.000 και 6.000 ποδών. Το ελάχιστο ύψος εισόδου θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 4.000 πόδια πάνω από το ψηλότερο σημείο του εδάφους.

(3) Αλλάξτε την ταχύτητα του αεροσκάφους. Κάθε αεροσκάφος έχει ξεχωριστή ταχύτητα εισόδου σε καταιγίδα που υποδεικνύεται από τον κατασκευαστή του. Αυτή η ταχύτητα περιορίζει τις πιέσεις επί του Α/Φ και διευκολύνει τον έλεγχο του.

(4) Αλλάξτε τα στοιχεία πτήσεως του κινητήρα για ελάττωση της ταχύτητας, πριν εισέλθετε στην καταιγίδα.

(5) Διατηρήστε σταθερά στοιχεία μέσα στην καταιγίδα. Τούτο συνιστάται γιατί τα ταχύμετρα δίνουν εσφαλμένες ενδείξεις μέσα σε κατακόρυφα ρεύματα και ισχυρή βροχή.

(6) Διατηρήστε ευθεία και οριζόντια πτήση (ΕΟΠ). Διατηρήστε την πτήση όσο το δυνατό σταθερή αποφεύγοντας άσκοπους ελιγμούς. Τούτο ελαττώνει τις πιέσεις που ασκούνται στο αεροσκάφος.

(7) Εάν χρησιμοποιείται ο αυτόματος πιλότος, ο διακόπτης διατηρήσεως σταθερού ύψους πρέπει να βρίσκεται στη θέση "OFF". Εάν βρίσκεται σε θέση "ON", ο αυτόματος πιλότος θα θέσει το αεροσκάφος σε θέση ανόδου ή καθόδου ή κοινά "την κεφαλή" του αεροσκάφους πάνω ή κάτω από τον ορίζοντα για να αντισταθμίσει ανοδικό ή καθοδικό ρεύμα.

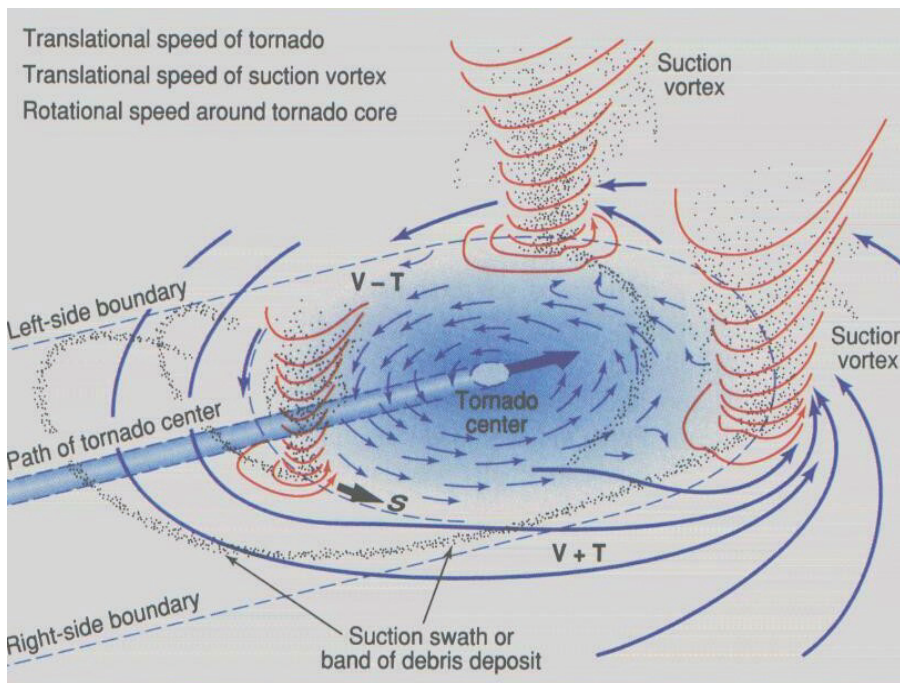
(8) Επιλέξτε σημείο εισόδου του αεροσκάφους μέσα από την καταιγίδα από το οποίο θα περάσετε την καταιγίδα στο μικρότερο χρόνο και διατηρήστε την πορεία σας.

#### 9. Σίφωνες (Tornadoes)

Οι σίφωνες παρατηρούνται σε ισχυρές καταιγίδες. Είναι βίαιοι κυκλικοί στρόβιλοι ή αέρας που μοιάζει με ανεστραμμένο κώνο ή σωλήνα που κρέμεται από νέφος. Αυτές οι βίαιες περιστρεφόμενες στήλες έχουν διάμετρο από 100 πόδια έως μισό μίλι (εικ. 10-11).

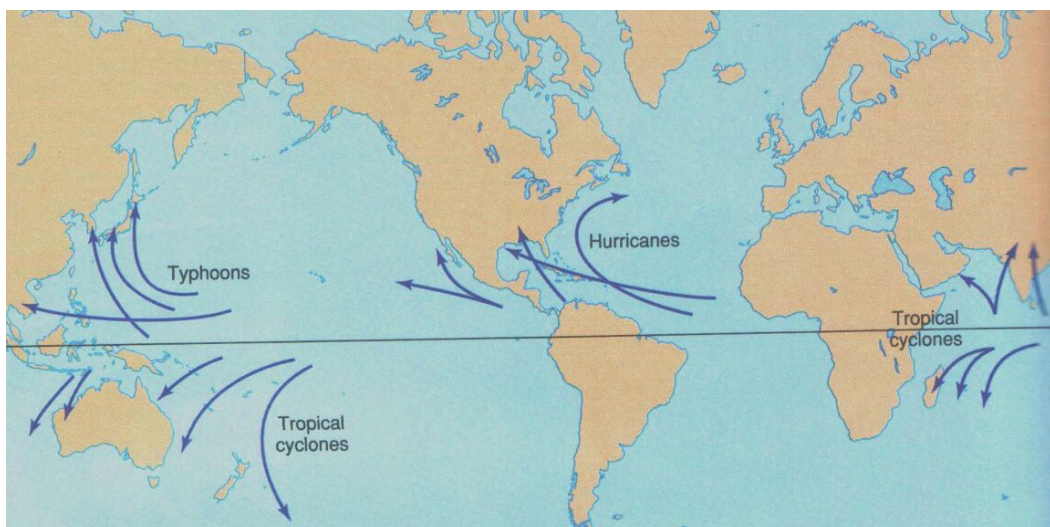
Οι σίφωνες δεν φτάνουν πάντα στο έδαφος αλλά, όταν αυτό συμβεί αποτελούν τα καταστρεπτικότερα ατμοσφαιρικά φαινόμενα τοπικής κλίμακας. Μερικές φορές κατεβαίνουν πολύ περίεργα, αγγίζουν το έδαφος σε μερικά σημεία κατά μήκος της διαδρομής τους και συμπαρασύρουν τα πάντα. Τα ίχνη τους πάνω από το έδαφος έχουν μήκος μερικών μιλίων και η ταχύτητά τους ανέρχεται σε 20-25 κόμβους. Από τεχνική άποψη πρέπει να αγγίζουν το έδαφος για να ονομαστούν σίφωνες. Όταν ο κώνος κατεβαίνει από το νέφος χωρίς να αγγίζει το έδαφος ονομάζεται σίφωνα νέφους (Funnel Cloud).

Οι μεγαλύτερες καταστροφές από σίφωνες προκαλούνται από τις πάρα πολύ χαμηλές πιέσεις στα κέντρα τους και από τη μεγάλη ταχύτητα του ανέμου. Αν και η μέγιστη ταχύτητα ανέμου των σιφώνων δεν έχει υπολογισθεί ακριβώς ποτέ, υλικές ζημιές και άλλα αποτελέσματα δείχνουν ότι πρέ-



**Εικ. 10-11. Μαστοειδής Προεκβολή Νέφους (Σίφωνας)**

πει να υπερβαίνει τους 300 κόμβους. Η πολύ χαμηλή πίεσή τους προσδίδει σ' αυτούς μεγάλη απορροφητική δύναμη. Μερικές φορές ανυψώνουν βαρύτατα αντικείμενα και έχει παρατηρηθεί ακόμη και αναρρόφηση νερού από ρυάκια και μικρούς ποταμούς. Οι σίφωνες συνήθως έχουν μαύρη εμφάνιση η οποία οφείλεται στη σκόνη και στα απορροφούμενα ράκη από τους στροβίλους τους. Στην Οκλαχόμα, Κάνσας, Νεμπράσκα και Αιόβα των ΗΠΑ παρατηρείται ο μεγαλύτερος αριθμός σιφώνων, πλην όμως έχουν παρατηρηθεί κατά καιρούς σίφωνες σ' όλες τις περιοχές της υδρογείου (εικ. 10-12).



**Εικ. 10-12. Περιοχές Εμφάνισης Σιφώνων και Τυφώνων**

Οι σίφωνες παρατηρούνται συχνότερα σε γραμμές καταιγίδων, παρά σε μεμονωμένες καταιγίδες. Σίφωνας πάνω από θάλασσα ονομάζεται σίφωνας θάλασσας. Οι εικ. 10-13 και 10-14 αποτελούν φωτογραφίες σίφωνα ξηράς και θάλασσας αντίστοιχα. Οι σίφωνες ξηράς και θάλασσας διακρίνονται

εύκολα, ιδιαίτερα κατά τη νύχτα εάν υπάρχουν συχνές ηλεκτρικές εκκενώσεις. Περιοχές στις οποίες αναφέρονται ή προβλέπονται σίφωνες πρέπει να παρακάμπτονται από τους χειριστές, αν αυτό είναι δυνατό.



**Εικ. 10-13. Σίφωνας Ξηράς**



**Εικ. 10-14. Σίφωνας Θάλασσας**



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΑ

### ΠΑΓΟΠΟΙΗΣΗ

#### 1. Ορισμός

α. Η παγοποίηση του αεροσκάφους αποτελεί έναν από τους σοβαρότερους κινδύνους καιρού για την αεροπορία. Ο σχηματισμός της τόσο πάνω στα σταθερά όσο και στα μετακινούμενα πτερύγια των αεροσκαφών μπορεί να διαταράξει επικίνδυνα την ομαλή ροή του αέρα και περιορίζει την ικανότητα πτήσης του αεροσκάφους. Άλλος σοβαρός κίνδυνος από τη συσσώρευση πάγου είναι η προκαλούμενη δόνηση τμημάτων του αεροσκάφους, που μπορεί να αποβεί καταστρεπτική. Πάγος που σχηματίζεται πάνω στο σύστημα εισαγωγής, κυριολεκτικά πνίγει τον κινητήρα περιορίζοντας την είσοδο του αέρα.

#### β. Άλλοι κίνδυνοι για την αεροπορία που δημιουργεί ο πάγος είναι:

- (1) Η αδυναμία κατάλληλων χειρισμών του αεροσκάφους στο έδαφος.
- (2) Η χρήση των φρένων.
- (3) Μειωμένη ταχύτητα τροχοδρόμησης.
- (4) Απώλεια ορατότητας μέσα από την καλύπτρα του χειριστή.
- (5) Λανθασμένες ενδείξεις στα όργανα πτήσης.
- (6) Απώλεια ραδιοεπικοινωνίας.

Η παγοποίηση πάνω σε αεροσκάφος μπορεί να ταξινομηθεί σε δύο κύριες ομάδες, την παγοποίηση δομής (σκάφους) και την παγοποίηση κινητήρα. Οι κίνδυνοι από την παγοποίηση θα εξετασθούν με λεπτομέρεια, καθώς επίσης και οι συνθήκες που ευνοούν τον σχηματισμό πάγου, τον βαθμό συσσώρευσης και τους τύπους προκαλούμενης παγοποίησης.

#### 2. Παγοποίηση Δομής (Σκάφους)

Τα αεροσκάφη που βρίσκονται σε πτήση κινδυνεύουν από παγοποίηση δομής, όταν η θερμοκρασία του ελεύθερου αέρα είναι  $0^{\circ}\text{C}$  ή κατώτερη και υπάρχει ορατή σε κατάσταση υπέρτηξης υγρασία ή επάρκεια αεριοποιημένων πυρήνων που συνδυάζονται με υψηλή υγρασία.

#### α. Θερμοκρασία Ελεύθερου Αέρα

Πειράματα σε αεροσωλήνες έδειξαν ότι όταν κορεσμένος αέρας πνέει πάνω από ακίνητο αντικείμενο σχηματίζεται πάγος πάνω στο αντικείμενο εάν η θερμοκρασία του αέρα είναι  $4^{\circ}\text{C}$ . Η θερμοκρασία του αντικειμένου ελαττώνεται με την εξάτμιση και τις μεταβολές πίεσης που προκαλούνται από τη διατάραξη της ροής του αέρα γύρω από το αντικείμενο. Αντίστροφα, το αντικείμενο θερμαίνεται με την τριβή και όταν ο αέρας είναι κορεσμένος από τη σύγκρουση των υδροσταγόνων. Σε αεροσκάφος που εκτελεί πτήση και κινείται με 400 κόμβους το λιγότερο, τα αποτελέσματα αυτής της ψύξης και της θέρμανσης εξισορροπούνται.

Πάγος δομής λοιπόν μπορεί να σχηματισθεί αν η θερμοκρασία του ελεύθερου αέρα είναι  $0^{\circ}\text{C}$  ή μικρότερη. Η σοβαρότερη παγοποίηση παρατηρείται σε θερμοκρασίες μεταξύ  $0^{\circ}\text{C}$  και  $-10^{\circ}\text{C}$ . Η παγοποίηση ωστόσο δεν είναι ασυνήθιστη σε θερμοκρασίες μεταξύ  $-10^{\circ}\text{C}$  και  $-25^{\circ}\text{C}$ , ενώ σε μερικές περιπτώσεις αναφέρθηκε παγοποίηση σε θερμοκρασία  $-60^{\circ}\text{C}$  και μικρότερες σε κάποια υψηλά επίπεδα καταιγίδας και λαίλαπας. Προσοχή πρέπει να δοθεί στον προσδιορισμό της θερμοκρασίας του ελεύθερου αέρα με τα θερμόμετρα του αεροσκάφους, εκτός εάν ο χειριστής είναι βέβαιος για την ακρίβεια ή το μέγεθος των σφαλμάτων τους.

#### β. Ορατή Υγρασία

Τα νέφη αποτελούν την πιο συνηθισμένη μορφή ορατής υγρασίας, αλλά κυρίως τα σωρειτόμορφα νέφη παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευαισθησία στη δημιουργία σοβαρών παγοποιήσεων σε σχέση με άλλους τύπους νεφών. Τα υδροσταγονίδια των νεφών είναι δυνατόν να παραμείνουν σε υγρή κατάσταση, σε θερμοκρασία πολύ κάτω από το σημείο παγοποίησης. Καθώς βρίσκονται σε ασταθή κατάσταση και σε υπέρτηξη μεταβάλλονται γρήγορα σε πάγο, όταν ανακινηθούν από αεροσκάφος που διέρχεται μέσα από αυτά. Οι πιο επικίνδυνες συνθήκες παγοποίησης έχουν σχέση συνήθως με παγωμένη βροχή, που μπορεί να συσσωρεύσει επικίνδυνα ποσά πάγου μέσα σε ελάχιστα λεπτά.

#### γ. **Εξάχνωση ή Αεριοποίηση**

Η διαδικασία αεριοποίησης γίνεται πιο έντονη φαινομενικά όταν υπάρχουν μεγάλες ποσότητες κατάλληλων πυρήνων (βλ. Κεφ. 5). Η κίνηση αεροσκάφους μέσα από περιοχή μεγάλης συγκέντρωσης πυρήνων βάζει συχνά σε κίνηση τη διαδικασία αεριοποίησης και προκαλεί γρήγορη συσσώρευση πάγου. Οποιοδήποτε στρώμα αέρα σε ύψη πάνω από το επίπεδο παγοποίησης, ακόμη και σε κατάσταση αιθρίας, μπορεί να είναι ζώνη παγοποίησης, εάν το εύρος μεταξύ θερμοκρασίας και σημείου δρόσου είναι μικρό. Η παγοποίηση θεωρείται τελείως απίθανη σε θερμοκρασίες  $-40^{\circ}\text{C}$  γιατί οι υδρατμοί του αέρα κρυσταλλοποιούνται αυτόματα σε αυτές τις θερμοκρασίες.

#### δ. **Ρυθμός Συσσώρευσης Πάγου Κατά την Πτήση**

(1) Η τιμή αύξησης (συσσώρευσης) παγοποίησης δομών ποικίλλει από μισή ίντσα και λιγότερο την ώρα, μέχρι μία ίντσα το λεπτό για σύντομα διαστήματα των 2 ή 3 λεπτών. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποσότητα σχηματισμού πάγου είναι:

- (α) Το ποσό του νερού.
- (β) Το μέγεθος των υδροσταγονιδίων.
- (γ) Η ταχύτητα του αεροσκάφους.
- (δ) Το μέγεθος και το σχήμα των αεροτομών.

#### (2) **Ποσότητα Νερού**

Ο πάγος σχηματίζεται πιο γρήγορα μέσα σε πυκνά νέφη παρά σε αραιότερα. Ο ρυθμός σχηματισμού και συλλογής πάγου είναι ανάλογος του νερού που υπάρχει σε κατάσταση υπέρτηξης μέσα στον αέρα.

#### (3) **Μέγεθος Υδροσταγονιδίων**

Μικρές υδροσταγόνες έχουν την τάση να ακολουθούν τη ροή των αερονηματίων, όπως αυτές διαμορφώνονται γύρω από την αεροτομή.

Αντίθετα, μεγαλύτερες υδροσταγόνες ή κανονικές σταγόνες έχουν την τάση να αντισταθούν σε αυτή την παρέκλιση, δηλαδή να ακολουθήσουν τη ροή των αερονηματίων γύρω από την αεροτομή. Για τον λόγο αυτό μεγαλύτερες υδροσταγόνες ή κανονικές σταγόνες συγκεντρώνονται (συσσωρεύονται) ευκολότερα και γρηγορότερα πάνω στην εκτεθειμένη επιφάνεια.

#### (4) **Ταχύτητα του Αέρα**

Ο ρυθμός σχηματισμού αυξάνει καθώς η ταχύτητα του αεροσκάφους φθάνει τους 400 κόμβους. Για ταχύτητες πάνω από τους 400 κόμβους, οι πιθανότητες σχηματισμού πάγου βαθμιαία ελαττώνονται λόγω της προκαλούμενης από την τριβή θερμοκρασίας. Εάν σχηματισθεί πάγος, συνήθως λιώνει γρήγορα. Παγοποίηση δομών είναι ασυνήθιστη για ταχύτητες πάνω από 575 κόμβους, πλην όμως η ταχύτητα που απομακρύνει τον σχηματισμό πάγου λόγω της θερμότητας ποικίλλει, πράγμα που εξαρτάται από τον τύπο του αεροσκάφους και τη θερμοκρασία του αέρα.

Για χαμηλές θερμοκρασίες απαιτείται μεγαλύτερη ταχύτητα για την απομάκρυνση του πάγου. Το ύψος αποτελεί επίσης έναν άλλον παράγοντα που σχετίζεται με τη θερμότητα τριβής. Επειδή ο αέρας είναι αραιότερος σε μεγάλα ύψη, η θερμότητα τριβής είναι μικρότερη απ' ό,τι είναι σε μικρότερα ύψη και αφού βέβαια παραμένουν αμετάβλητοι οι άλλοι παράγοντες. Άρα είναι φρόνιμο κάθε χειριστής να μην υποθέτει ότι μπορεί ν' απαλλαγεί από το πρόβλημα της παγοποίησης αυξάνοντας την θερμότητα τριβής.

#### ε. **Μέγεθος και Σχήμα Αεροτομής**

Ο πάγος που σχηματίζεται πάνω σε αεροσκάφος είναι πιθανότερο να πάρει το σχήμα της αεροτομής εάν αυτή είναι λεπτή, λεία και ευθυγραμμισμένη, παρά εάν είναι πλατιά ή ανώμαλη. Αφού σχηματισθεί στρώμα πάγου σε μια αεροτομή, τότε είναι εύκολη η παραπάνω συσσώρευση πάγου.

### 3. **Τύποι Πάγου Κατά την Πτήση**

α. Τα φυσικά χαρακτηριστικά πάγου που συσσωρεύεται πάνω σε εκτεθειμένες επιφάνειες του αεροσκάφους εξαρτώνται κυρίως από την τιμή συσσώρευσης του πάγου, δηλαδή ο τύπος του σχηματιζόμενου πάγου εξαρτάται από την τιμή με την οποία οι σταγόνες ή τα υδροσταγονίδια προσβάλλουν την επιφάνεια. Έτσι οι παράγοντες που προσδιορίζουν τον τύπο της παγοποίησης που θα σχηματισθεί είναι εντελώς अपαράλλακτοι με αυτούς που καθορίζουν την τιμή συσσώρευσης.

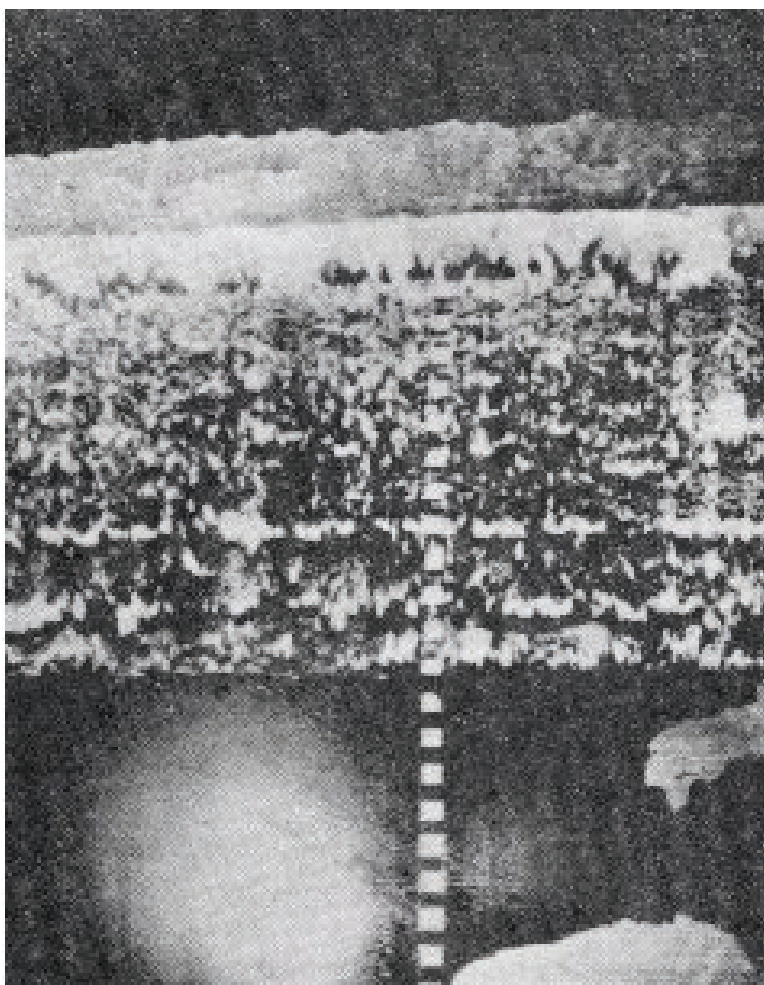
**Οι τύποι πάγου είναι:**

- (1) Καθαρός πάγος (στιλπνός).
- (2) Ομιχλοκρύσταλλος.
- (3) Πάχνη.

**β. Καθαρός Πάγος ή Υαλόπαγος (Clear Ice)**

Αυτός είναι διαφανής πάγος με στιλπνή επιφάνεια (εικ. 11-1) είναι απαράλλακτος σε στιλπνότητα με αυτόν που σχηματίζεται πάνω σε δένδρα ή σε άλλα αντικείμενα μετά από παγωμένη βροχή. Ο καθαρός πάγος μπορεί να είναι ομαλός ή κατά κύματα (κυματοειδής). Είναι λείος και ευθυγραμμισμένος όταν προέρχεται από μεγάλες υδροσταγόνες νέφους σε κατάσταση υπέρτηξης ή υδροσταγόνες βροχής χωρίς συμπαγή υετό. Αν όμως είναι σε ανάμιξη με χιόνι, χιονόνερο ή ψιλό χαλάζι, τότε είναι ανώμαλος, τραχύς και υπόλευκος.

Η συσσώρευση τότε παρουσιάζεται πλατιά, με διογκώσεις που προεξέχουν και αναπτύσσονται αντίθετα με τη ροή του ανέμου. Καθαρός πάγος συνήθως σχηματίζεται στα χείλη προσβολής των φτερών, των κεραιών, των καλυμμάτων των κινητήρων, των ελίκων κλπ σε σχήμα πεπλατυσμένης μύτης με βαθμιαία κωνοειδή κατάληξη προς το ίχνος των άκρων. Είναι η σοβαρότερη μορφή των ποικίλων μορφών πάγου, γιατί κολλάει σταθερά στο αεροσκάφος και είναι δύσκολη η απομάκρυνσή του. Αυτός σχηματίζεται σχετικά αργά από μεγάλες υδροσταγόνες σε κατάσταση υπέρτηξης που εξαπλώνονται και παίρνουν το σχήμα της επιφάνειας πάνω στην οποία παγοποιούνται. Επειδή ελάχιστες φυσαλίδες αέρα παγιδεύονται κατά τη διάρκεια της αργής παγοποίησης, ο υαλόπαγος είναι συνήθως διαφανής.

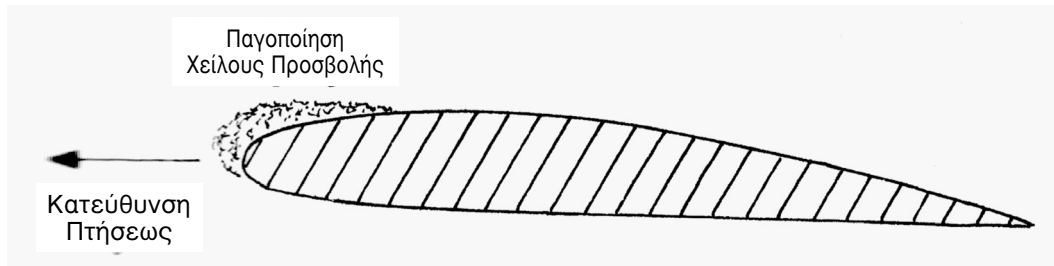


**Εικ. 11-1α. Καθαρός Πάγος στα Φτερά**

**Οι ευνοϊκότερες συνθήκες σχηματισμού καθαρού πάγου είναι:**

- (1) Μεγάλη περιεκτικότητα νερού.
- (2) Μεγάλες υδροσταγόνες.
- (3) Θερμοκρασία λίγο κάτω από το σημείο παγοποίησης.
- (4) Μεγάλη ταχύτητα αεροσκάφους.
- (5) Λεπτές αεροτομές.

Ο καθαρός πάγος συναντάται συχνότερα σε νέφη κατακόρυφης ανάπτυξης και συσσωρεύεται επίσης γρήγορα πάνω σε αεροσκάφη που πετούν μέσα σε παγωμένη βροχή και ψεκάδες.



**Εικ. 11-16. Καθαρός Πάγος στα Φτερά**

**γ. Ομιχλοκρύσταλλος ( Rime Ice)**

Όπως φαίνεται και στην εικ. 11-2 αυτός αποτελεί γαλακτώδη, αδιαφανή και κοκκοειδή συσσώρευση πάγου με τραχεία επιφάνεια.

Επίσης σχηματίζεται με την ακαριαία παγοποίηση μικρών υδροσταγονιδίων σε κατάσταση υπέρτηξης πάνω σε εκτεθειμένες επιφάνειες του αεροσκάφους. Η ακαριαία αυτή παγοποίηση παγιδεύει μεγάλη ποσότητα αέρα, δίνοντας το αδιαφανές του πάγου και καθιστώντας τον εύθραστο.



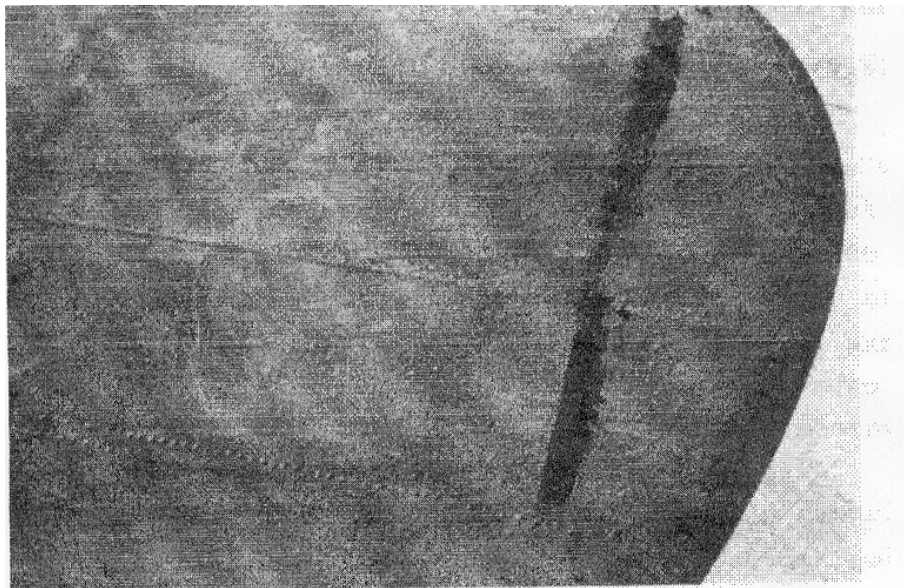
**Εικ. 11-2. Ομιχλοκρύσταλλος**

Συνήθως σχηματίζεται πάνω στα χείλη προσβολής και προεξέχει μέσα στη ροή του αέρα σαν αιχμηρή μύτη. Δεν έχει τάση εξάπλωσης για να πάρει το σχήμα της αεροτομής. Καθώς παγοποιείται μπορεί να συσσωρευθεί όταν η θερμοκρασία είναι μεταξύ  $0^{\circ}\text{C}$  ως  $-40^{\circ}\text{C}$ , αλλά συνηθέστερα μεταξύ  $-10^{\circ}\text{C}$  και  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Συχνότερα συναντάται μέσα σε στρατόμορφα νέφη με θερμοκρασία κάτω από  $-10^{\circ}\text{C}$ . Ο τύπος αυτός συγκριτικά απομακρύνεται εύκολα με συμβατικές μεθόδους, αν και παραμορφώνει την αεροτομή περισσότερο από τον καθαρό πάγο. Συχνά συναντάται σε συνδυασμό με τον τύπο καθαρού πάγου.

#### δ. Πάχνη (Frost)

Ο τύπος αυτός είναι λεπτός, πτερώδης με κρυσταλλική υφή και χαρακτήρα νιφάδας (εικ. 11-3). Σχηματίζεται κατά την πτήση όταν το αεροσκάφος κατεβαίνει από ζώνη αρνητικών θερμοκρασιών και υψηλής σχετικής υγρασίας. Ο αέρας ψύχεται απότομα σε θερμοκρασία κάτω από το σημείο παγοποίησης ερχόμενος σε επαφή με την ψυχρή επιφάνεια του αεροσκάφους και παρατηρείται το φαινόμενο της στερεοποίησης (σχηματισμός κρυστάλλων πάγου απευθείας από υδατμούς). Η καλύπτρα του χειριστή είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στον σχηματισμό πάγου μορφής πάχνης. Αυτό μπορεί να αποβεί επικίνδυνο λόγω της έλλειψης ορατότητας και εάν ο χειριστής δεν έχει πείρα σε πτήσεις με όργανα (ΠΔΟ) μπορεί να βρεθεί σε επικίνδυνη κατάσταση. Μερικές φορές η πάχνη σχηματίζεται στις πλευρές της καλύπτρας και κυρίως όταν υπάρχει ορατή υγρασία ή μεγάλη σχετική υγρασία. Αυτό αποτελεί αναπόφευκτο κίνδυνο αν δεν έχουν ληφθεί έγκαιρα τα κατάλληλα μέτρα. Οι συσσωρεύσεις πάγου αυτής της μορφής είναι λεπτές και αεροποιούνται ή λιώνουν γρήγορα με συνεχή πτήση μέσα σε θερμό αέρα.



Εικ. 11-3. Πάχνη

#### 4. Αποτέλεσμα Παγοποίησης Κατά την Πτήση

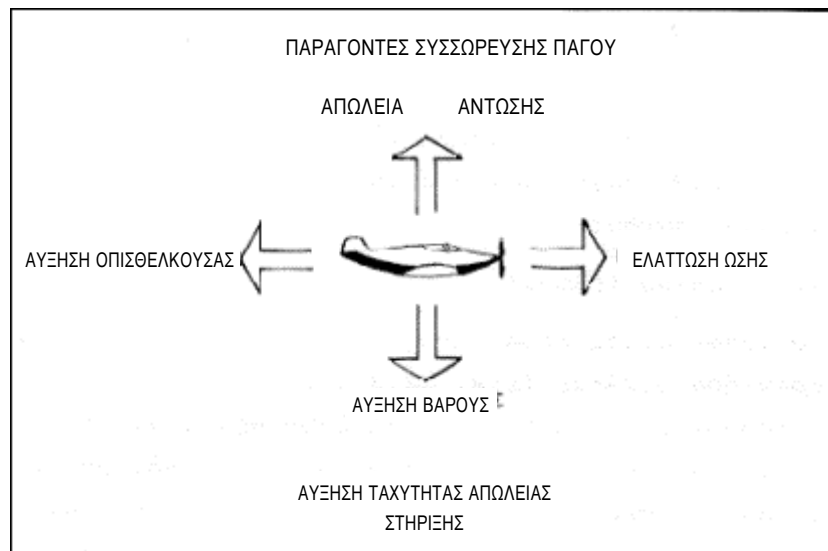
Παρ' όλο ότι και τα ελικόπτερα συναντούν σοβαρούς κινδύνους παγοποίησης εξίσου μεγάλους ή πιθανώς μεγαλύτερους από τα αεροσκάφη σταθερών πτερύγων, η μελέτη της παγοποίησης στο Κεφάλαιο αυτό θα περιοριστεί στα δεύτερα. Θα ήταν βέβαια επιθυμητό να συμπεριληφθεί κατά κάποιο τρόπο η παγοποίηση όλων των τύπων μηχανών οι οποίες κινούνται μέσα στον αέρα, πλην όμως αυτό είναι πέρα από το σκοπό αυτού του εγχειριδίου. Τα κυριότερα μέρη πάνω στα οποία σχηματίζεται πάγος στα αεροσκάφη περιγράφονται στις επόμενες παραγράφους.

##### α. Επιφάνεια Φτερών και Ουραίων Πτερωμάτων

Η συσσωρευση πάγου στις επιφάνειες των φτερών και των ουραίων πτερωμάτων διαταράσσει τη ροή του αέρα γύρω από τις αεροτομές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την απώλεια άντωσης και την αύξηση της οπισθέλκουσας και οδηγεί σε απώλεια στήριξης σε μεγαλύτερη ταχύτητα

από την κανονική (εικ. 11-4). Το βάρος του πάγου που συσσωρεύθηκε αποτελεί κίνδυνο, πλην όμως πρέπει να θεωρηθεί σημαντικότερο ότι χάνεται μεγάλο μέρος της άντωσης και της ισχύος του κινητήρα.

Πειράματα έδειξαν ότι συσσωρεύσεις πάγου της τάξης της  $1/2$  ίντσας πάνω στο χείλος προσβολής των αεροτομών περιορίζει σε ορισμένα αεροσκάφη τη δύναμη της άντωσης μέχρι και 50%, αυξάνει την οπισθέλκουσα στο ίδιο ποσοστό και αυξάνει πολύ την ταχύτητα απώλειας στήριξης. Οι σοβαρές συνέπειες των αποτελεσμάτων αυτών είναι προφανείς. Τέλος θα πρέπει να μνημονευθεί ότι πάγος με πάχος  $1/2$  ίντσας ή και περισσότερο μπορεί να συσσωρευθεί μέσα σε 1 ή 2 λεπτά σε μερικές περιπτώσεις.



**Εικ. 11-4. Αποτελέσματα της Παγοποίησης Δομών**

### β. Έλικες

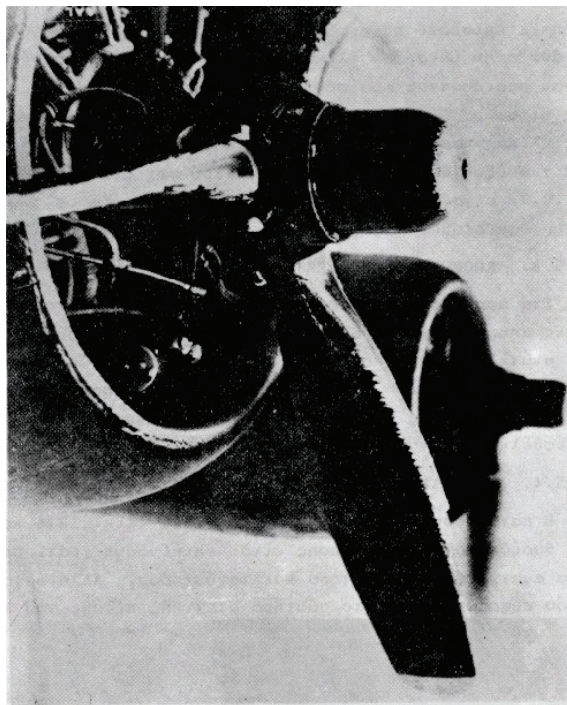
Η συσσώρευση πάγου στον άξονα και στα άκρα της έλικας περιορίζει την απόδοση των ελίκων, η οποία στη συνέχεια περιορίζει την ταχύτητα. Αυξημένα στοιχεία ιπποδύναμης μπορεί τότε να αποτύχουν στη δημιουργία αρκετής ώσης για τη διατήρηση της ταχύτητας της πτήσης και έτσι ξοδεύονται περισσότερα καύσιμα. Άλλος ακόμα μεγαλύτερος κίνδυνος είναι η δόνηση της έλικας που προκαλείται από την ανομοιόμορφη κατανομή του πάγου πάνω στα πτερύγιά της. Η έλικα είναι πολύ ευαίσθητη και ακόμη και μικρό ποσό πάγου μπορεί να προκαλέσει δονήσεις. Η δόνηση που προκύπτει επιφέρει επικίνδυνη κόπωση του κινητήρα, καθώς επίσης και πάνω στην ίδια την έλικα. Έλικες με λίγες στροφές ανά λεπτό (ΣΑΛ) είναι περισσότερο ευαίσθητες στην παγοποίηση από τις έλικες με πολλές στροφές. Ο πάγος συνήθως σχηματίζεται γρηγορότερα στον άξονα της έλικας παρά στα χείλη προσβολής της. Ο χειριστής πρέπει επίσης να γνωρίζει ότι ο σχηματισμός πάγου αρχίζει από τον άξονα. Η εικ. 11-5 είναι μία φωτογραφία ελικοφόρου αεροσκάφους πάνω στο οποίο έχει συσσωρευτεί πάγος κατά τη διάρκεια της πτήσης.

### γ. Απορριπτόμενες και Πρόσθετες Δεξαμενές

Στα αεριωθούμενα αεροσκάφη, ο πάγος συνήθως σχηματίζεται αρχικά στις απορριπτόμενες δεξαμενές καυσίμων. Οι απορριπτόμενες δεξαμενές αποτελούν ευνοϊκές επιφάνειες για τη συσσώρευση πάγου σε όλους ανεξαιρέτα τους τύπους αεροσκαφών. Το σοβαρότερο αποτέλεσμα της παγοποίησης πάνω σ' αυτές τις επιφάνειες είναι η αύξηση της οπισθέλκουσας του αεροσκάφους.

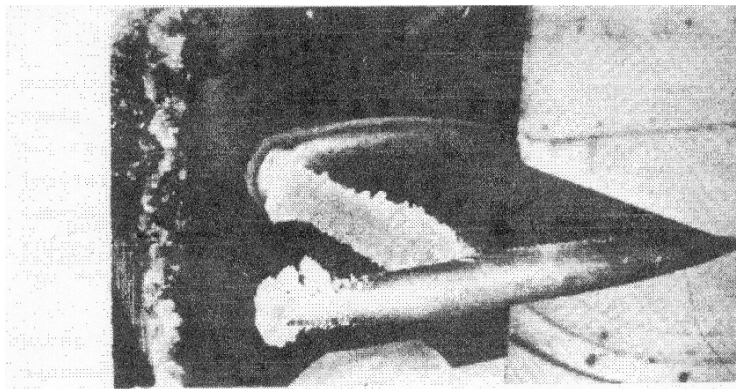
### δ. Σωλήνας ΡΙΤΟΤ και Θυρίδες Στατικής Πίεσης

Η παγοποίηση πάνω στο σωλήνα ΡΙΤΟΤ (εικ. 11-6 και 11-7) και στις θυρίδες στατικής πίεσης είναι επικίνδυνη γιατί προκαλεί λανθασμένες ενδείξεις υψομέτρου και ταχυμέτρου. Άλλα όργανα πτήσης που εξαρτώνται από το σύστημα πίεσης του σωλήνα ΡΙΤΟΤ, όπως ο ενδεικτής ανόδου-καθόδου και ο ενδεικτής στροφών και ολίσθησης γίνονται επίσης ανακριβείς. Αυτό αποτελεί πρόβλημα για οποιοδήποτε αεροσκάφος και ιδιαίτερα για τα αεριωθούμενα αεροσκάφη που έχουν



**Εικ. 11-5. Παγοποίηση Έλικας**

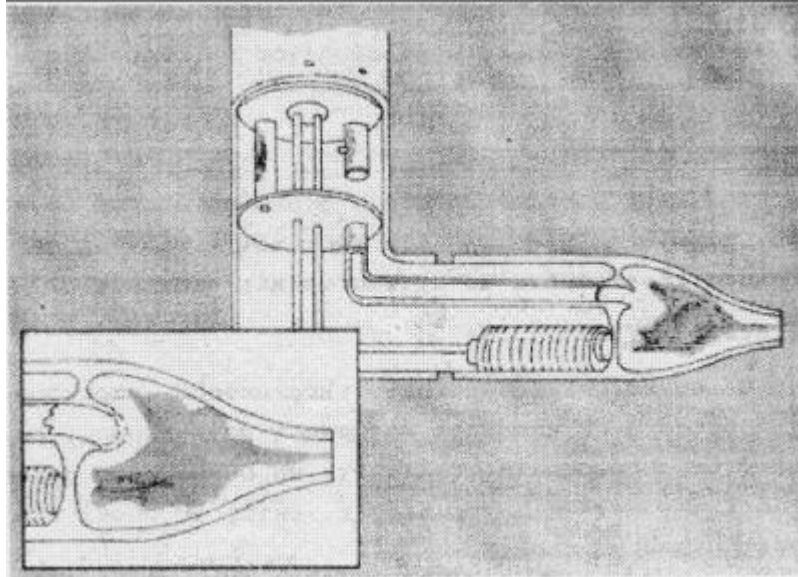
θυρίδα στατικής πίεσης και στις δύο πλευρές του θαλάμου του χειριστή. Όταν παρατηρείται παγοποίηση σε οποιοδήποτε τμήμα του αεροσκάφους, ο χειριστής πρέπει να περιμένει ότι οι θυρίδες στατικής πίεσης θα συσσωρεύσουν πάγο γρήγορα ή γρηγορότερα σε σχέση με άλλα τμήματα του αεροσκάφους.



**Εικ.11-6. Παγοποίηση στην Επιφάνεια του Σωλήνα ΡΙΤΟΤ.**

**ε. Κεραία Σ/Α**

Ο κύριος κίνδυνος από τη συσσώρευση πάγου στην κεραία Σ/Α του αεροσκάφους είναι η πιθανή απώλεια ασύρματης επικοινωνίας. Αυτό είναι πολύ σοβαρό, γιατί η συσσώρευση πάγου στην κεραία θα πραγματοποιηθεί αφού έχει ήδη πραγματοποιηθεί σε άλλα τμήματα του αεροσκάφους, έτσι ο χειριστής χάνει την ικανότητα επικοινωνίας όταν την έχει ανάγκη για να ζητήσει αλλαγή ύψους ή πορείας, ώστε να αποφύγει το συντομότερο δυνατό τη ζώνη παγοποίησης.



**Εικ.11-7. Παγοποίηση στο Εσωτερικό του Σωλήνα ΡΙΤΟΤ**

**στ. Καλύπτρα Χειριστή (Αλεξήνεμο)**

Ο σχηματισμός πάγου ή μορφής πάχνης στην καλύπτρα είναι συχνότερος κατά τη φάση της απο/προσγείωσης, αλλά παρατηρείται επίσης και σε ψηλότερα επίπεδα πτήσης. Αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί από το χειριστή που πετάει IFR μέχρι τη στιγμή της προσγείωσης, όπου απαιτείται προφανώς ορατή επαφή με τον διάδρομο προσγείωσης.

**5. Εντάσεις Παγοποίησης Κατά την Πτήση**

Το ποσό του πάγου που θα συσσωρευθεί σε αεροσκάφος σε δεδομένη κατάσταση, εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τα χαρακτηριστικά του τύπου του αεροσκάφους. Επομένως, οι ταξινομήσεις της έντασης που δίνονται παρακάτω είναι γενικού χαρακτήρα και εφαρμόζονται σε περιπτώσεις καθαρού πάγου και μορφής ομιχλοκρύσταλλου.

**α. Ασθενής**

Αποτελεί συσσώρευση πάγου ο οποίος μπορεί να απομακρυνθεί με αντιπαγωτικά μέσα. Δεν περιέχει σοβαρούς κινδύνους για αεροσκάφη εξοπλισμένα με αντιπαγωτικές συσκευές.

**β. Μέτρια**

Οι συνηθισμένες αντιπαγωτικές μέθοδοι παρέχουν μικρή προστασία σε παρόμοια κατάσταση παγοποίησης. Ο πάγος εξακολουθεί να συσσωρεύεται, αλλά όχι με τόσο γρήγορο ρυθμό ώστε να επηρεάσει την ασφάλεια της πτήσης, εκτός αν συνεχιστεί πέρα από ορισμένη χρονική περίοδο.

**γ. Ισχυρή**

Ο πάγος εξακολουθεί να συσσωρεύεται παρά τις αντιπαγωτικές προφυλάξεις. Ο ρυθμός της συσσώρευσης είναι αρκετά γρήγορος, ώστε μπορεί να προκαλέσει σημαντική ελάττωση της ταχύτητας και του ύψους, που είναι κρίσιμα από την άποψη της ασφάλειας των πτήσεων.

**6. Παγοποίηση Α/Φ στο Έδαφος**

Με την προϋπόθεση ότι οι θερμοκρασίες είναι ευνοϊκές, οι πιθανές καταστάσεις σχηματισμού πάγου στο έδαφος είναι οι ακόλουθες:

α. Παγοποίηση οποιασδήποτε μορφής νερού το οποίο βρίσκεται πάνω στο αεροσκάφος. Δεν συνίσταται προσπάθεια πτήσης του αεροσκάφους πριν αφαιρεθεί ο πάγος.

β. Πάγος που σχηματίζεται σε εκτεθειμένες επιφάνειες κατά την τροχοδρόμηση ή απο/προσγείωση από λιμνάζοντα νερά στους διαδρόμους τροχοδρόμησης και απογείωσης. Αυτό μπορεί να επηρεάσει οποιοδήποτε εκτεθειμένο τμήμα του αεροσκάφους, συμπεριλαμβανομένων του συστήματος



προσγείωσης, των αερόφρενων, των πτερυγίων καμπυλότητας (Flaps), των τροχοπεδών, του ουραίου πτερώματος κλπ.

γ. Παγοποίηση μορφής καθαρού πάγου πάνω στο αεροσκάφος το οποίο παρέμεινε έξω από το υπόστεγο κατά τη διάρκεια παγωμένου υετού.

δ. Συσσώρευση ομιχλοκρύσταλλου στις πάνω επιφάνειες του αεροσκάφους, εάν στάθμυσε τη νύχτα έξω από το υπόστεγο και ο αέρας ήταν υγρός. Ο ομιχλοκρύσταλλος συνήθως εξαπατά, γιατί είναι εντελώς λεπτός και φαίνεται ότι δεν θα μπορούσε να επηρεάσει την άντωση ή την οπισθέλκουσα του αεροσκάφους, ενώ στην πραγματικότητα την επηρεάζει. Αποτελεί πραγματικά κίνδυνο κατά την απογείωση και οποιαδήποτε ποσότητα ομιχλοκρύσταλλου είναι πραγματικά σημαντική.

ε. Παγοποίηση πάνω στην έλικα κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης του κινητήρα, εάν η σχετική υγρασία είναι μεγάλη.

## 7. Αποπαγωτικά και Αντιπαγωτικά

α. Τα στρατιωτικά και πολιτικά αεροσκάφη, καθώς και μεγάλος αριθμός άλλων αεροσκαφών, είναι εξοπλισμένα με αποπαγωτικό και αντιπαγωτικό μηχανισμό. Πάρα πολλά ελαφρά αεροσκάφη δεν έχουν παρόμοιο εξοπλισμό, ειδικά εκείνα τα οποία χρησιμοποιούνται στις θερμές κατά κανόνα περιοχές. Ο χειριστής που πρόκειται να πετάξει με νέο τύπο αεροσκάφους μέσα σε ψυχρό καιρό θα πρέπει πριν την απογείωση να ελέγξει ακριβώς τον εξοπλισμό του αεροσκάφους για την αντιμετώπιση συνθηκών παγοποίησης. Αν και είναι χρήσιμο για τον χειριστή να γνωρίζει ότι βρίσκεται σε ενέργεια ο αντιπαγωτικός εξοπλισμός, αυτό δεν αποτελεί εξασφάλιση ότι θα λύσει όλα τα προβλήματα παγοποίησης του Α/Φ του. Μέχρις ότου βεβαιωθεί ότι πλησιάζει στον προορισμό του είναι φρόνιμο να αποφεύγει κατά το δυνατό πτήση σε συνθήκες παγοποίησης. Η παγοποίηση δομής μπορεί και συσσωρεύεται σε αεροσκάφος με ρυθμό ο οποίος καθιστά τα πιο σύγχρονα αντιπαγωτικά και αποπαγωτικά μέσα αν όχι τελείως, τουλάχιστον κατά μεγάλο μέρος ανίσχυρα.

Οι τρεις πιο συνηθισμένες μέθοδοι αφαίρεσης του πάγου είναι:

- (1) Μηχανική.
- (2) Χρήση ρευστών.
- (3) Θέρμανση.

### β. Μηχανική Μέθοδος

Η μέθοδος αυτή συνιστάται στη χρήση ελαστικών δερμάτων που είναι τοποθετημένα στα χείλη προσβολής των φτερών και των επιφανειών του ουραίου πτερώματος, κατά τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτεται η επιφάνεια της αεροτομής. Πεπιεσμένος αέρας διοχετεύεται με αγωγούς σ' αυτές τις ελαστικές επικαλύψεις, οι οποίες διογκώνονται και αλλάζουν σχήμα. Οι παλλόμενες διογκώσεις ασκούν πίεση στον πάγο και τον σπάζουν. Στη συνέχεια ο σπασμένος πάγος παρασύρεται εύκολα από τον αέρα.

### γ. Ρευστά

Ο τρόπος αυτός αποτελεί αντιπαγωτική μέθοδο η οποία υιοθετείται για περιστρεφόμενες επιφάνειες και ιδιαίτερα για τους έλικες. Η φυγόκεντρη δύναμη που δημιουργείται από την περιστροφή διαχέει το ρευστό ανομοιόμορφα πάνω στην περιστρεφόμενη επιφάνεια. Τα χρησιμοποιούμενα για το σκοπό αυτό ρευστά είναι πολύ αποτελεσματικά στην παρεμπόδιση προσκόλλησης του πάγου στις επιφάνειες και με τη βοήθεια της φυγόκεντρης δύναμης απομακρύνουν τον πάγο κατά τη στιγμή του σχηματισμού (εικ. 11-8).

### δ. Θερμικά

Αποτελεί σχετικά νέα μέθοδο που χρησιμοποιείται βασικά σαν αντιπαγωτικό. Αφού χρησιμοποιήθηκε για επιβατικά αεροσκάφη, η θερμότητα υιοθετήθηκε πρόσφατα για ορισμένους τύπους στρατιωτικών και εμπορικών αεροσκαφών. Μ' αυτή τη μέθοδο οι πιο ευαίσθητες επιφάνειες στην παγοποίηση (φτερά, επιφάνειες ουραίου, έλικες) θερμαίνονται κατάλληλα με ηλεκτρικά μέσα ή με θερμό αέρα που αναρροφάται από τον πολλαπλασιαστή ή από τον συμπιεστή των κινητήρων αεριοθωμένων. Επίσης η θερμότητα χρησιμοποιείται για χρόνια σαν αντιπαγωτικό και αποπαγωτικό στους σωλήνες PITOT.



**Εικ. 11-8. Χρήση Ρευστού Αποπαγωτικού σε Πτέρυγα Πολιτικού Α/Φ**

## **8. Παγοποίηση Συστήματος Ισχύος**

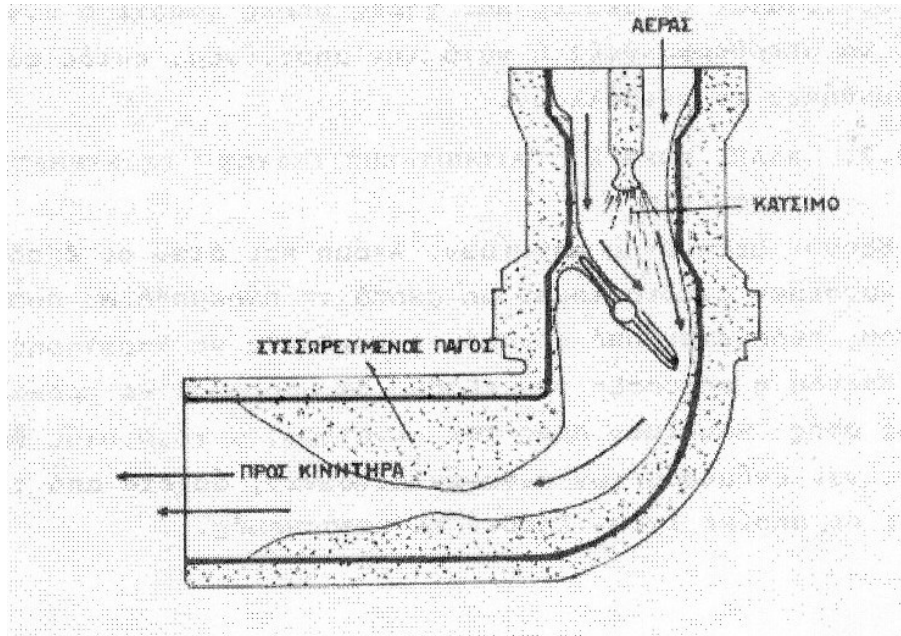
Εκτός από τους κινδύνους που μπορεί να προκληθούν από την παγοποίηση δομής, το κάθε αεροσκάφος υπόκειται συχνά σε παγοποίηση του ίδιου του συστήματος ισχύος του. Τα επηρεαζόμενα μέρη σχετίζονται με την τροφοδοσία του κινητήρα με αρκετή ποσότητα καυσίμου αναμειγμένου με την κατάλληλη αναλογία αέρα, γεγονός που επιτρέπει την αποτελεσματική καύση. Ο πάγος μπορεί να σχηματισθεί πάνω στο σύστημα εισαγωγής ή στο σύστημα καυσίμων, αλλά συνηθέστερη είναι η πρώτη περίπτωση. Η παγοποίηση στον αναμικτήρα κυρίως των ελικοφόρων αεροσκαφών αποτελεί πράγματι συνδυασμό και των δύο.

### **α. Παγοποίηση Αναμικτήρα (Καρμπουρατέρ)**

Η μορφή αυτή είναι η πιο ύπουλη συσσώρευση πάγου η οποία συχνά προκαλεί κράτηση του κινητήρα χωρίς προειδοποίηση. Μπορεί να σχηματισθεί υπό συνθήκες οι οποίες δεν θα επέτρεπαν το σχηματισμό παγοποίησης δομής. Εάν η σχετική υγρασία του ελεύθερου αέρα ο οποίος εισέρχεται στον αναμικτήρα είναι μεγάλη, μπορεί να σχηματισθεί πάγος μέσα στον αναμικτήρα σε κατάσταση αιθρίας και σε θερμοκρασία 25° C. Η παγοποίηση είναι σοβαρότερη όταν η διαφορά θερμοκρασίας και σημείου δρόσου πλησιάζει τους 20°C, πλην όμως ο χειριστής θα πρέπει να είναι ενήμερος αυτής της κατάστασης όταν η σχετική υγρασία είναι μεγάλη. Μερικές φορές σχηματίζεται με θερμοκρασία ελεύθερου αέρα -10° C. Ο πάγος αναμικτήρα μπορεί να σχηματισθεί και κατά την εξάτμιση του καυσίμου η οποία συνδυάζεται με τη διαστολή του αέρα καθώς περνά μέσα από τον αναμικτήρα. Από τις δύο μεθόδους ψύξης η εξάτμιση του καυσίμου προκαλεί τη μεγαλύτερη πτώση θερμοκρασίας η οποία μπορεί να είναι 40° C, συνήθως όμως παρουσιάζει πτώση μικρότερη από τους 20° C. Η πτώση της θερμοκρασίας μπορεί να πραγματοποιηθεί σε χρόνο μικρότερο του ενός δευτερολέπτου. Ο πάγος θα σχηματισθεί πάνω στα τοιχώματα του αναμικτήρα, εάν η ψύξη είναι ικανή να κατεβάσει τη θερμοκρασία του αέρα μέσα στον αναμικτήρα στους 0°C ή πιο χαμηλά και εφόσον υπάρχει αρχική υγρασία (εικ. 11-9).

Επίσης ο πάγος μπορεί να σχηματισθεί πάνω και γύρω από τη δικλείδα εισαγωγής ή στις κοίλες διαβάσεις από τον αναμικτήρα προς τον κινητήρα. Η θερμική αντίσταση του αναμικτήρα είναι αντιπαγωτική συσκευή, η οποία προθερμαίνει τον αέρα πριν φθάσει στον αναμικτήρα λιώνοντας πιθανή ποσότητα εισερχόμενου πάγου ή χιονιού και διατηρεί το μίγμα πάνω από το σημείο παγοποίησης. Η θερμική αντίσταση συνήθως επαρκεί για την παρεμπόδιση του πάγου, πλην όμως δεν διαλύει πάντα πάγο που τυχόν σχηματίσθηκε. Κατά τη διάρκεια παρατεταμένων διολισθήσεων με κλειστή τη δικλείδα εισαγωγής, η θερμική αντίσταση του αναμικτήρα πιθανώς να μην εμποδίσει τον σχηματισμό πάγου, εκτός εάν η βαλβίδα ανοίγεται κατά περιόδους με σκοπό τη διατήρηση της θερμότητας του κινητήρα. Η προθέρμανση του αέρα περιορίζει την ισχύ του κινητήρα και αυξάνει τις θερμοκρασίες λειτουργίας. Ως

εκ τούτου, η χρήση της θέρμανσης αναμικτήρα δεν συνιστάται σε θερμές και ξηρές μέρες (οπότε ο κινητήρας μπορεί να υπερθερμανθεί) ή κατά την απογείωση, εκτός εάν οι καιρικές συνθήκες το επιβάλλουν.



Εικ. 11-9. Παγοποίηση Αναμικτήρα (Καρμπυρατέρ)

### β. Άλλες Μορφές Παγοποίησης Ισχύος σε Συμβατικά Αεροσκάφη

Έξοδοι δεξαμενής καυσίμων. Ακόμη και όταν οι έξοδοι δεξαμενής καυσίμων έχουν σχεδιαστεί με σκοπό τη παρεμπόδιση συσσώρευσης πάγου, ενδέχεται υπό ορισμένες συνθήκες να παρατηρηθεί απόφραξη. Επειδή η απόφραξη των εξόδων θα μπορούσε να προκαλέσει διακοπή της ροής καυσίμων προς τον κινητήρα, ο χειριστής θα πρέπει να είναι ενήμερος των πιθανών κινδύνων, άσχετα από τις προφυλάξεις οι οποίες έχουν ληφθεί κατασκευαστικά.

### γ. Παγοποίηση Ισχύος σε Αεριοθούμενα

(1) **Σύστημα καυσίμων.** Επειδή το νερό αναμιγνύεται εύκολα με τα καύσιμα των αεριοθουμένων, τα καύσιμα απορροφούν σημαντική ποσότητα νερού όταν η υγρασία είναι μεγάλη. Ανάλογα με την περίπτωση, αρκετή ποσότητα νερού απορροφάται ώστε να δημιουργήσει πάγο στο σύστημα καυσίμων κατά τη διάρκεια πτήσης μέσα σε ψυχρό αέρα, όπου η θερμοκρασία των καυσίμων είναι κάτω ή κοντά στο σημείο παγοποίησης του νερού. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να εξαλειφθεί με την εφαρμογή του θερμού ρεύματος αέρα πάνω στον διηθητήρα του καυσίμου. Η θερμότητα μπορεί να εξασφαλιστεί είτε με τη χρήση ηλεκτρισμού είτε με τη χρήση αέρα στον κινητήρα.

(2) **Σύστημα εισαγωγής.** Πάγος σχηματίζεται μέσα στο σύστημα εισαγωγής οποτεδήποτε οι ατμοσφαιρικές συνθήκες είναι ευνοϊκές για το σχηματισμό παγοποίησης δομής (ορατή υγρασία και θερμοκρασίες παγοποίησης). Επίσης, η παγοποίηση του συστήματος εισαγωγής μπορεί να σχηματισθεί σε κατάσταση αιθρίας, οπότε ο χειριστής πρέπει να ελέγξει λεπτομερώς τον εξοπλισμό του αεροσκάφους του πριν την απογείωση, ειδικά όταν η σχετική υγρασία είναι μεγάλη και οι θερμοκρασίες ελεύθερου αέρα γενικά είναι 10° C ή χαμηλότερες.

## 9. Αεραγωγοί

Σε πτήσεις μέσα στα νέφη που περιέχουν υδροσταγονίδια σε κατάσταση υπέρτηξης, η παγοποίηση αεραγωγών είναι παρόμοια με την παγοποίηση πτερυγίων. Ωστόσο, οι αγωγοί μπορεί να παγώσουν ακόμη και σε κατάσταση αιθρίας και σε θερμοκρασίες πάνω από το σημείο παγοποίησης.

Κατά την τροχοδρόμηση, απογείωση και άνοδο υπάρχουν περιορισμένες πιέσεις μέσα στο σύστημα εισόδου. Αυτό υποβιβάζει τις θερμοκρασίες σε σημείο στο οποίο πραγματοποιείται η

συμπύκνωση ή και αεροποίηση που καταλήγει σε σχηματισμό πάγου. Η μεταβολή της θερμοκρασίας ποικίλλει σε σημαντικό βαθμό ανάλογα με τους διαφορετικούς τύπους κινητήρων. Ως εκ τούτου εάν η θερμοκρασία του ελεύθερου αέρα είναι 10° C ή μικρότερη (ειδικά κοντά στο σημείο παγοποίησης) και η σχετική υγρασία είναι μεγάλη, υπάρχει πράγματι πιθανότητα παγοποίησης του συστήματος εισαγωγής. Η συσσώρευση πάγου μπορεί να γίνει σοβαρή μέσα σε 2 λεπτά σ' αυτές τις κρίσιμες ατμοσφαιρικές συνθήκες. Στα περισσότερα αεριωθούμενα, μια ταχύτητα κατά προσέγγιση 250 κόμβων ή μεγαλύτερη είναι αναγκαία για την εξάλειψη της συνθήκης.

#### 10. Ρυθμίσεις Εισαγωγής

Παγοποίηση παρατηρείται όταν υδροσταγονίδια σε κατάσταση υπέρτηξης προσκρούσουν στον ρυθμιστή εισαγωγής και παγοποιηθούν. Σαν αποτέλεσμα, η απόφραξη του αέρα προς τον αεροσυμπιεστή αυξάνει με την αύξηση του πάγου. Ο περιορισμός της ροής αέρα προς τον κινητήρα προκαλεί ελάττωση της προωθητικής δύναμης και πιθανώς κράτηση του κινητήρα. Η κατάσταση αυτή μπορεί να αποφευχθεί με θέρμανση κοντά στο έδαφος του συστήματος εισαγωγής.

#### 11. Βλάβη Κινητήρα

Δεν έχει γίνει γνωστή βλάβη που προκλήθηκε από παγοποίηση σε κινητήρες αεριωθουμένων τύπου φυγόκεντρης ροής. Ωστόσο βλάβη λόγω ύπαρξης πάγου μπορεί να προκληθεί σε κινητήρες αεριωθουμένων τύπου αξονικής ροής. Η κάλυψη από μεγάλες ποσότητες πάγου τμημάτων μπροστά από το συμπιεστή εισαγωγής προκαλεί βλάβη στη δομή του κινητήρα και ίσως ακόμη και έκρηξη του κινητήρα. Τα μικρά τεμάχια πάγου θα περάσουν χωρίς συνέπειες μέσα από τον κινητήρα, αλλά τα μεγαλύτερα θα μπορούσαν να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές στον κινητήρα. Η χρήση αποπαγωτικών προφυλάξεων από το χειριστή μπροστά σε μια τέτοια συσσώρευση πάγου θα αποκλείσει παρόμοιες ζημιές. Πάγος που σχηματίστηκε στον συμπιεστή κατά τη διάρκεια στάθμευσης έξω από υπόστεγο μπορεί να οδηγήσει σε βλάβη, εάν γίνει προσπάθεια εκκίνησης πριν από την αποπαγοποίηση του συμπιεστή.

#### 12. Κατάλογος Ελέγχου Όταν ο Καιρός Είναι Ψυχρός

- α. Φυλάξτε το αεροσκάφος μέσα σε θερμαινόμενο υπόστεγο εάν είναι δυνατό.
- β. Καλύψτε το θάλαμο διακυβερνήσεως, τις πτέρυγες και τον κινητήρα, εάν το αεροσκάφος πρόκειται να παραμείνει εκτός υποστέγου.
- γ. Απομακρύνετε οποιαδήποτε συσσώρευση ομιχλοκρύσταλλου πάνω από το αεροσκάφος με τη χρήση αποπαγωτικών ρευστών πάνω σε ύφασμα. Απομακρύνετε το χιόνι ή τον πάγο, αλλά ποτέ μην χρησιμοποιείτε ζεστό νερό για τον καθαρισμό οποιαδήποτε μορφής πάγου. Είναι πιθανό να παγοποιηθεί και να δημιουργήσει πιο δυσάρεστη κατάσταση σε σχέση με την προηγούμενη.
- δ. Ελέγξτε τις πλευρές του συμπιεστή πριν την εκκίνηση του κινητήρα.
- ε. Ελέγξτε τις NOTAMS, ειδικά για πάγο ή χιόνι πάνω στους δια-δρόμους.
- στ. Ελέγξτε προσεκτικά τον καιρό μέσω των μετεωρολογικών δεδομένων (προβλέψεων καιρού) ή ρωτήστε κάθε χειριστή ο οποίος προσγειώθηκε πρόσφατα.
- ζ. Φορέστε προστατευτικά γυαλιά, εάν υπάρχει στιλπνότητα.
- η. Ελέγξτε τα χειριστήρια για εξακρίβωση ελευθερίας κινήσεων.
- θ. Τροχοδρομείστε αργά και χρησιμοποιείτε τα φρένα με προσοχή.
- ι. Αποφεύγετε τυχόν λιμνάζοντα νερά στους διαδρόμους τροχοδρόμησης και απογειώσεων.
- ια. Ελέγξτε για την ύπαρξη πάγου στους αεραγωγούς εισαγωγής και στους προφυλακτικές συμπιεστών εισόδου.
- ιβ. Ελέγξτε για τυχόν παγοποίηση της έλικας εάν η υγρασία είναι μεγάλη. Μετά την απογείωση μέσα σε ομίχλη ή βροχή, ελέγξτε τα πτερύγια για την ύπαρξη πάγου και την περιοχή των ελίκων.
- ιγ. Βεβαιωθείτε ότι τα αποπαγωτικά και αντιπαγωτικά συστήματα είναι σε ενέργεια πριν την απογείωση.

ιδ. Ελέγξτε τη θερμοκρασία του αναμικτήρα πριν την απογείωση. Εάν είναι γύρω στους 0° C χρησιμοποιείτε τον θερμαντήρα για παρεμπόδιση σχηματισμού πάγου ή για καθαρισμό του αναμικτήρα από τον πάγο. Μη θερμαίνετε τον αναμικτήρα κατά τη διάρκεια της απογείωσης, εκτός εάν υπάρχει απόλυτη ανάγκη. Κατά τη διάρκεια της πτήσης προθερμάνετε τον αναμικτήρα για παρεμπόδιση σχηματισμού πάγου και μην περιμένετε πρώτα την εκδήλωση συνθηκών παγοποίησης.

ιε. Αποφεύγετε την απογείωση με χιόνι ή λάσπη.

ιστ. Ενημερωθείτε για την ύπαρξη ή μη χιονοστιβάδων κατά τη διάρκεια της απο/προσγείωσης.

ιζ. Χρησιμοποιήστε τον θερμαντήρα του σωλήνα PITOT σε πτήσεις μέσα σε βροχή, χιόνι, νέφη ή γνωστές ζώνες παγοποίησης.

ιη. Σε κατάσταση παγωμένης βροχής πετάξτε στο στρώμα όπου οι θερμοκρασίες είναι θετικές. Θα υπάρχει πάντα τουλάχιστον ένα τέτοιο επίπεδο θετικών θερμοκρασιών και είναι η μόνη ασφαλής οδός μέσα σε περιοχή παγωμένης βροχής.

ιθ. Εάν η παγοποίηση δεν είναι δυνατόν να αποφευχθεί, επιλέξτε το ύψος και το ίχνος ελάχιστης παγοποίησης (καθαρός πάγος συναντάται συνήθως σε σωρειτόμορφα νέφη).

κ. Παρατηρείστε την ταχύτητα, γιατί η ταχύτητα απώλειας στήριξης αυξάνει με τη συσσώρευση πάγου.

κα. Αναφέρετε όλες τις επικίνδυνες καταστάσεις καιρού στη διάρκεια της πτήσης.

κβ. Χρησιμοποιήστε με κατάλληλο τρόπο τα αποπαγωτικά πτερυγίων. Αποφεύγετε να τα έχετε σε λειτουργία κατά τη προσγείωση γιατί καταστρέφουν τη ροή του αέρα γύρω από τις αεροτομές.

κγ. Αποφεύγετε απότομους ελιγμούς εάν υπάρχει μεγάλη επικάλυψη πάγου στο αεροσκάφος.

κδ. Πριν από την έναρξη των διαδικασιών προσγείωσης σε συμβατικά αεροσκάφη, μετακινήστε αργά μπρος - πίσω τη δικλείδα για να βεβαιωθείτε ότι η δικλείδα του αναμικτήρα δεν έχει πάγο. Επίσης ελέγξτε πολλές φορές το σύστημα προσγείωσης.

κε. Αν το A/Φ σας έχει πάγο πετάξτε ελέγχοντας περισσότερα στοιχεία πτήσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΒ

### ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

#### 1. Γενικά

Η στατιστική δείχνει ότι οι χαμηλές βάσεις νεφών και η περιορισμένη ορατότητα ευθύνονται για πάρα πολλά αεροπορικά θανατηφόρα ή μη ατυχήματα. Η ομίχλη ή και τα χαμηλά νέφη (ST) δυσχεραίνουν τη ναυτιλία όψεως, συχνότερα από οποιοσδήποτε άλλες μετεωρολογικές συνθήκες. Συνεπώς έχουν άκρως σημαντική επίδραση στις πτήσεις των αεροσκαφών, ιδιαίτερα κατά από τη φάση της απο/προσγείωσης. Ωστόσο η ομίχλη και τα χαμηλά νέφη ST δεν αποτελούν τις αποκλειστικές αιτίες εκτέλεσης μιας πτήσης IFR. Άλλες συνθήκες, οι οποίες είναι πιο συνηθισμένες, συμπεριλαμβάνονται στο παρόν κεφάλαιο. Πάρα πολλά ατυχήματα που προκλήθηκαν λόγω χαμηλών βάσεων νεφών και κακής ορατότητας αναφέρονται σε χειριστές, οι οποίοι δεν ήταν εξοικειωμένοι σε πτήσεις με χρήση οργάνων. Οι χειριστές αυτοί προσπαθούσαν να απο/προσγειωθούν ή να συνεχίσουν να πετούν εξ' όψεως, ακόμη και όταν αυτό ήταν αδύνατο. Χειριστές οι οποίοι πετούν VFR (δηλαδή εκείνοι που δεν είναι διαθέσιμοι σε ΠΔΟ) θα πρέπει να αποφεύγουν πτήση σε καιρικές συνθήκες που απαιτούν χειρισμούς σύμφωνα με τους κανονισμούς πτήσης με χρήση οργάνων (IFR). Αυτοί θέτουν σε κίνδυνο όχι μόνο τη ζωή τους, αλλά και τη ζωή άλλων που πετούν IFR, καθώς και άλλων ατόμων που βρίσκονται στο έδαφος. Ακόμη περισσότερο, χειριστές που πετούν VFR και οι οποίοι συνεχίζουν να πετούν με συνθήκες που απαγορεύουν VFR πτήσεις, είναι παραβάτες των κανόνων εναέριας κυκλοφορίας και υπόκεινται σε έλεγχο. Οι εξ' όψεως (VFR) ή με χρήση οργάνων (IFR) κανόνες πτήσης θεσπίστηκαν με βάση τις παρατηρηθείσες βάσεις νεφών και ορατότητας. Είναι κάτι παραπάνω από χρήσιμο να γνωρίζετε με ακρίβεια τι σημαίνουν οι ανωτέρω μετεωρολογικοί όροι.

#### 2. Ορισμός Βάσης Νεφών και Ορατότητας

Σαν βάση νεφών ορίζεται το ύψος πάνω από την επιφάνεια της γης του χαμηλότερου στρώματος νεφών ή άλλων σκοτεινών φαινομένων. Σαν ορατότητα ορίζεται η μεγαλύτερη απόσταση στην οποία αντικείμενα που προεξέχουν είναι ορατά και αναγνωρίζονται από φυσιολογικά και χωρίς διορθωτικούς φακούς μάτια.

Σαν επικρατούσα ορατότητα ορίζεται η μεγαλύτερη οριζόντια ορατότητα που περιλαμβάνει ή υπερβαίνει το ήμισυ του ορίζοντα χωρίς να απαιτείται το σύνολο να είναι συνεχές. Αυτή αποτελεί την ορατότητα που προσδιορίζει εάν οι πτήσεις πρέπει να εκτελεστούν IFR ή VFR. Ο χειριστής ενδιαφέρεται επίσης και για την ορατότητα που αναμένεται στη διάρκεια της πτήσης. Η ορατότητα πτήσης ορίζεται σαν ορατότητα αέρα. Χειριστές που πλησιάζουν για προσγείωση IFR ενδιαφέρονται ακόμη και για έναν άλλο τύπο ορατότητας. Αυτή είναι η απόσταση από την οποία χειριστής βρισκόμενος στο ίχνος προσέγγισης με όργανα μπορεί να διακρίνει τα βοηθητικά ραδιοβοηθήματα εδάφους (GCA κλπ), καλείται δε ορατότητα προσέγγισης ή πλάγια ορατότητα. Ο χειριστής πρέπει να έχει υπόψη του, ότι η επικρατούσα ορατότητα (ή ορατότητα πτήσης) και η πλάγια ορατότητα μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους σε πάρα πολλές περιπτώσεις. Ο παρατηρητής μπορεί να προσδιορίσει μόνο την οριζόντια ορατότητα επιφάνειας. Στα περισσότερα από τα αεροδρόμια, η αναφερομένη ορατότητα είναι και η επικρατούσα ορατότητα όπως ορίστηκε προηγουμένως, αν και υπάρχουν και άλλοι τρόποι προσδιορισμού της οριζόντιας ορατότητας, οι οποίοι ειδικά εφαρμόζονται για τις φάσεις της απο/προσγείωσης. Οι τρόποι αυτοί θα εξεταστούν στο Κεφ. ΙΕ. Ο όρος ορατότητα όπως χρησιμοποιείται στο παρόν Κεφάλαιο αναφέρεται στην οριζόντια ορατότητα.

#### 3. Ομίχλες

α. Η ομίχλη αποτελεί έναν από τους συνηθέστερους και πιο έμμοιους καιρικούς κινδύνους της αεροναυτιλίας. Επειδή παρατηρείται στην επιφάνεια αποτελεί κυρίως κίνδυνο κατά τη φάση της απο/προσγείωσης. Η ορατότητα πτήσης πάνω από την ομίχλη είναι γενικά καλή. Η ομίχλη είναι η συχνότερη αιτία που η ορατότητα μειώνεται κάτω από 5 χιλιόμετρα. Η ομίχλη είναι νέφος που βρίσκεται στο έδαφος και αποτελείται από υδροσταγονίδια ή παγοκρύσταλλους ανάλογα με τη θερμοκρασία επιφάνειας. Επειδή η ομίχλη φυσιολογικά σχηματίζεται σε ευσταθή αέρα, υπάρχει μικρή απουσία συγκρούσεων μεταξύ υδροσταγονιδίων και παγοκρυστάλλων, δεδομένου ότι τα σωματίδια αυτά είναι πολύ μικρά.

Ως εκ τούτου μεγάλος αριθμός από αιωρούμενα σωματίδια πρέπει να υπάρχει, πριν η ορατότητα περιορισθεί σημαντικά. Ωστόσο ομίχλη που είναι αρκετά πυκνή ώστε να περιορίσει την ορατότητα κάτω

των 2 χιλιομέτρων, δύναται να σχηματισθεί γρήγορα, ενώ δεν παρατηρείται πάντα βαθμιαίος σχηματισμός. Παράδειγμα αυτού του είδους, είναι η απότομη αύξηση της πυκνότητας της ομίχλης που παρατηρείται συχνά μετά την ανατολή του ήλιου.

Ιδανικές ατμοσφαιρικές συνθήκες για το σχηματισμό ομίχλης αποτελούν:

- (1) Η μεγάλη σχετική υγρασία (μικρή διαφορά μεταξύ θερμοκρασίας και σημείου δρόσου).
- (2) Η επάρκεια πυρήνων συμπύκνωσης.
- (3) Ο ασθενής άνεμος επιφάνειας.
- (4) Η διαδικασία ψύξης για την έναρξη της συμπύκνωσης.

Η ομίχλη συνεπώς επικρατεί συνηθέστερα στις παράκτιες περιοχές όπου υπάρχει επάρκεια υγρασίας. Ακόμη και όταν η σχετική υγρασία είναι μικρότερη του 100% διατηρείται σε βιομηχανικές περιοχές, όπου τα υποπροϊόντα καύσης παρέχουν αφθονία πυρήνων συμπύκνωσης.

Γενικά οι παρατηρήσεις ομίχλης είναι συνηθέστερες κατά του ψυχρούς μήνες, αλλά η εποχή και η συχνότητα παρατήρησης ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή. Ομίχλη μπορεί να σχηματισθεί:

- (1) Με τη ψύξη του αέρα μέχρι του σημείου δρόσου.
- (2) Με τη προσθήκη υγρασίας στον παρακείμενο του εδάφους αέρα.

Οι ονομασίες των διαφόρων ομίχλων βασίζονται στον τρόπο σχηματισμού τους. Σε πολλές περιπτώσεις οι ανωτέρω διαδικασίες παρατηρούνται ταυτόχρονα.

#### **β. Ομίχλη Ακτινοβολίας**

Επειδή αυτή σχηματίζεται με την ψύξη από ακτινοβολία του εδάφους τις ήρεμες και αίθριες νύχτες, είναι επίσης πολύ γνωστή και σαν ομίχλη εδάφους. Το έδαφος ψύχει τον αέρα που βρίσκεται σε επαφή μέχρι του σημείου δρόσου. Η ομίχλη ακτινοβολίας περιορίζεται σε χερσαίες περιοχές, γιατί οι θαλάσσιες περιοχές δεν έχουν ικανό εύρος ημερήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας. Επίσης σχηματίζεται αποκλειστικά κατά τη διάρκεια της νύχτας ή κατά τις πρώτες πρωινές ώρες και συνήθως διαλύεται λίγες ώρες μετά την ανατολή του ηλίου. Η δημιουργία ομίχλης εδάφους ευνοείται σε επίπεδες χερσαίες περιοχές. Ασθενής άνεμος γύρω στους 5 κόμβους δημιουργεί ελαφρά ανάμιξη του αέρα, η οποία ενισχύει την ομίχλη που προκαλεί ψύξη σε μεγαλύτερο στρώμα. Η ομίχλη ακτινοβολίας έχει συνήθως μικρό ύψος όπου δεν υπάρχει ροή ανέμου. Η εικ. 12-1 δείχνει κατάσταση ομίχλης ακτινοβολίας. Αυτός ο τύπος ομίχλης είναι συνήθης στη Λάρισα.

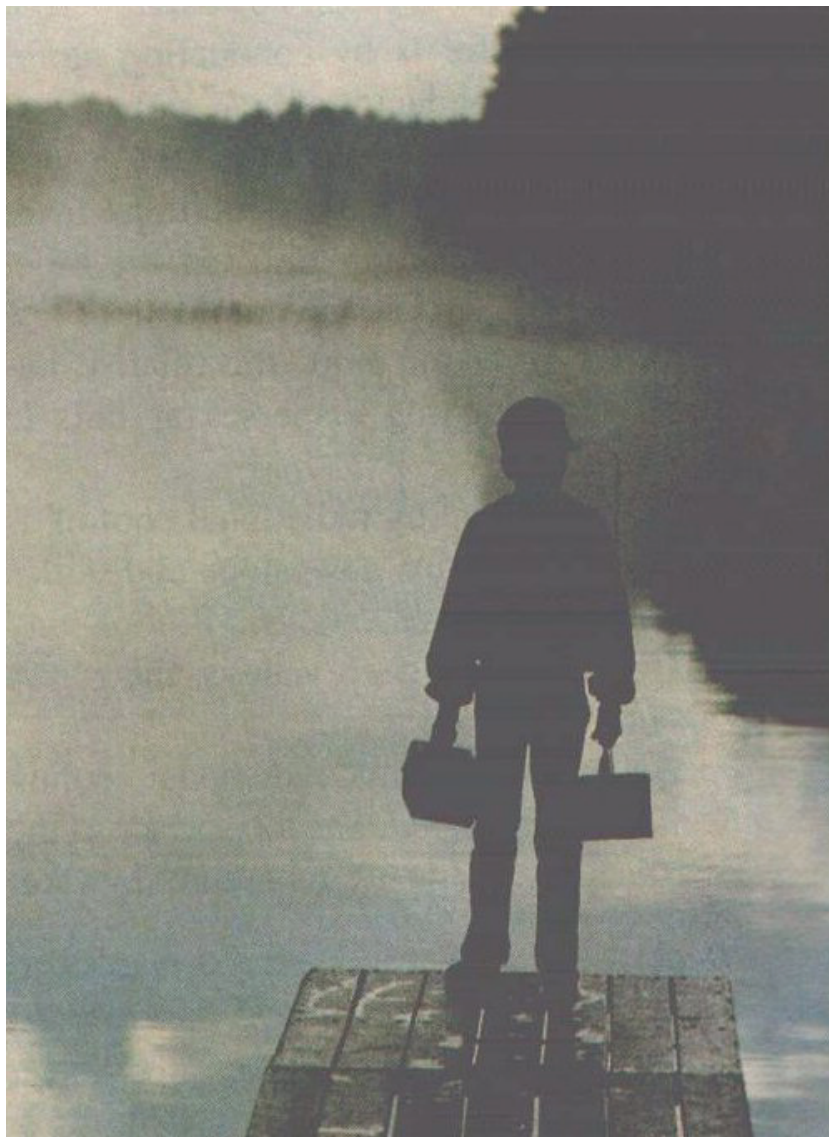


**Εικ. 12-1. Ομίχλη Εδάφους Παρατηρούμενη από Αεροσκάφος**

#### **γ. Ομίχλη Μεταφοράς**

Ο τύπος αυτός της ομίχλης σχηματίζεται όταν υγρός αέρας κινείται πάνω από ψυχρότερη χερσαία ή υδάτινη επιφάνεια. Είναι συνηθέστερη σε παράκτιες περιοχές και καλείται

ομίχλη θάλασσας, όταν παρατηρείται πάνω από θάλασσα. Επίσης μπορεί να παρατηρηθεί συγχρόνως με τον σχηματισμό ομίχλης ακτινοβολίας. Η ομίχλη μεταφοράς ενισχύεται με αύξηση του ανέμου μέχρι τους 15 κόμβους. Άνεμοι ισχυρότεροι των 15 κόμβων, ανυψώνουν την ομίχλη δημιουργώντας στρώμα χαμηλών ST. Οι δυτικές ακτές είναι πλέον επιρρεπής στην ομίχλη μεταφοράς (εικ. 12-2). Συχνά παρατηρείται εκτός ακτής κυρίως σαν αποτέλεσμα της ψυχρής υδάτινης μάζας, η οποία αναδύεται από τα βαθύτερα στρώματα του ωκεανού και μεταφέρεται στην ξηρά από ανέμους. Θαλάσσιες περιοχές σε βορειότερα πλάτη εμφανίζουν συχνά κατά το θέρος ομίχλη θάλασσας. Οι θαλάσσιες αυτές περιοχές δεν παρουσιάζουν μεγάλο εύρος θερμοκρασίας από εποχή σε εποχή, αλλά ο υγρός τροπικός αέρας κινείται βορειότερα κατά το θέρος. Έτσι η ομίχλη σχηματίζεται σαν αποτέλεσμα της ψύξης του τροπικού αέρα από κάτω.

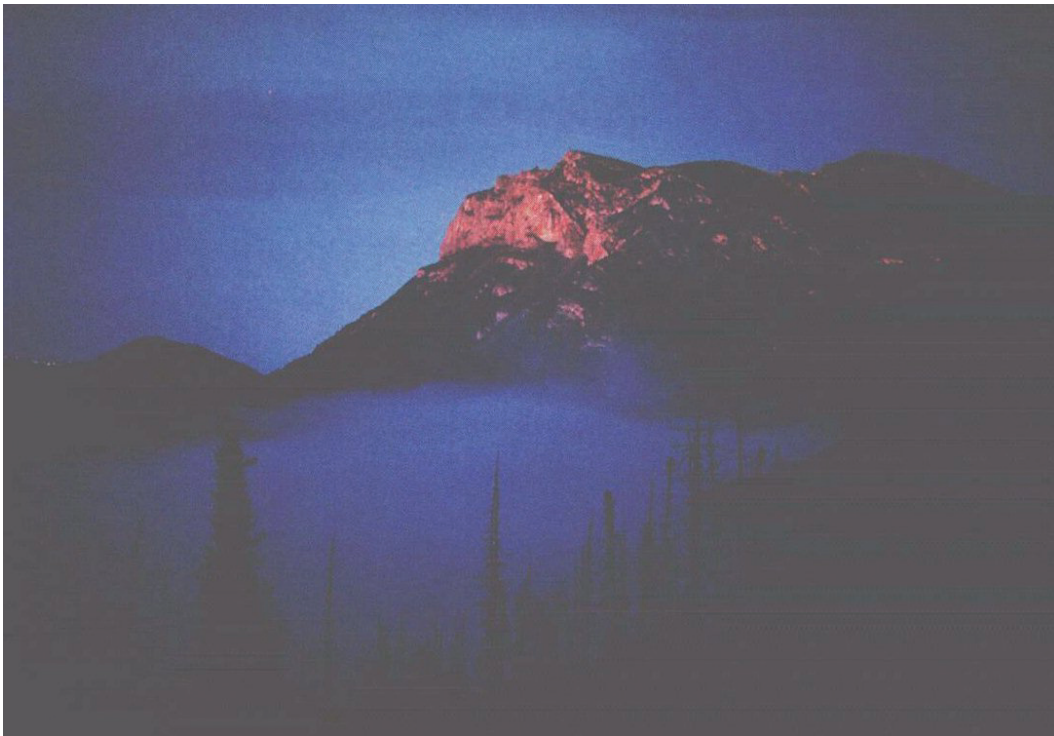


**Εικ. 12-2. Ομίχλη Μεταφοράς**

#### **δ. Ομίχλη στις Πλαγιές των Βουνών**

Η ομίχλη αυτή σχηματίζεται σαν αποτέλεσμα υγρού σταθερού αέρα που ψύχεται με την άνοδο σε κεκλιμένη επιφάνεια εδάφους. Η ύπαρξη ανέμου στην κεκλιμένη επιφάνεια είναι απαραίτητη όχι μόνο για το σχηματισμό, αλλά και για τη διατήρησή της. Αν ο άνεμος ενισχυθεί, η ομίχλη ανέρχεται μεταβαλλόμενη σε νέφη Stratus. Η ομίχλη πλαγιάς είναι συνήθης στις ανατολικές και δυτικές πλαγιές των ορεινών συγκροτημάτων της Ελλάδας (εικ. 12-3).





**Εικ. 12-3. Ομίχλη στις Πλαγιές των Βουνών**

**ε. Ομίχλη Εξάτμισης**

Η κίνηση αέρα πάνω από θερμότερη υδάτινη επιφάνεια προκαλεί έντονη εξάτμιση. Αυτό συνήθως προσθέτει ικανή ποσότητα υδρατμών στον ψυχρό αέρα, ώστε τον καθιστά κορεσμένο και σχηματίζει ομίχλη. Η ομίχλη εξάτμισης ανέρχεται από την υδάτινη επιφάνεια σαν καπνός και μερικές φορές χαρακτηρίζεται σαν καπνός θάλασσας.

Επειδή η ομίχλη εξάτμισης, σε αντίθεση προς την ομίχλη μεταφοράς, σχηματίζεται πάνω από θερμή επιφάνεια η από κάτω θέρμανση κάνει τον αέρα ασταθή. Ως εκ τούτου σ' αυτόν τον τύπο της ομίχλης απαντώνται αναταράξεις και παγοποίηση. Η ομίχλη εξάτμισης μερικές φορές παρατηρείται πάνω από ποταμούς και λίμνες στα μέσα πλάτη κατά το φθινόπωρο, όπου υδάτινες επιφάνειες ψύχονται πολύ πιο αργά από τις ψυχρές αέριες μάζες που εισβάλλουν. Παρατηρούνται συχνά τον χειμώνα πάνω από ανοικτές υδάτινες περιοχές και κυρίως στις πολικές.

**στ. Ομίχλη Βροχής ή Μετωπική Ομίχλη**

Η ομίχλη αυτή προκαλείται με την προσθήκη υγρασίας στον αέρα από την εξάτμιση βροχής ή ψεκάδων. Η εξάτμιση μπορεί να παρατηρηθεί κατά την πτώση της βροχής μέσω του αέρα και κατά την επικάλυψη στο έδαφος. Συχνότερα εμφανίζεται σε θερμά μέτωπα, αλλά μπορεί να σχηματισθεί και σε ψυχρά ή στάσιμα μέτωπα. Όταν υπάρχουν άλλοι ευνοϊκοί παράγοντες μπορεί να παρατηρηθεί και μέσα σε μέτωπο με ή χωρίς υετό. Όταν σχετίζεται με θερμά μέτωπα σχηματίζεται γρήγορα και καλύπτει μεγάλη περιοχή.

**ζ. Ομίχλη Πάγου**

Η ομίχλη πάγου σχηματίζεται σε αέρα υγρό κατά τη διάρκεια πάρα πολύ ψυχρών και ήρεμων συνθηκών. Οι λεπτοί παγοκρύσταλλοι οι οποίοι την αποτελούν, καλούνται βελόνες ή αιχμές και όταν ο ήλιος ακτινοβολεί πάνω στα αιωρούμενα σωματίδια προκαλούνται λαμπρές ανακλάσεις ή ακτινοβολίες. Εδώ η ορατότητα εξαρτάται πάρα πολύ από το αν κανείς βλέπει προς τον ήλιο ή όχι. Η ομίχλη πάγου η οποία παρατηρείται κυρίως στις Αρκτικές περιοχές δεν είναι ασυνήθης και στα νοτιότερα πλάτη. Για παράδειγμα, είναι σύνηθης ο απότομος σχηματισμός ομίχλης πάγου πάνω από τοπικές πηγές παραγωγής υδρατμών και πυρήνων συμπύκνωσης, όπως οι προκαλούμενες από αεροσκάφη, αυτοκίνητα, εργοστάσια, πλυντήρια κλπ. Όταν ο άνεμος είναι αποπνέων και οι θερμοκρα-

σίες περίπου  $-30^{\circ}\text{C}$  (ή πιο κάτω), η ομίχλη πάγου σχηματίζεται σχεδόν ακαριαία από τα αέρια εξαγωγής των αυτοκινήτων και των αεροσκαφών. Μερικές φορές διαρκεί για ημέρες, αλλά η διάρκειά της μπορεί να είναι και λίγων λεπτών.

#### 4. Χαμηλά Νέφη

Τα νέφη Stratus (ST) όπως και η ομίχλη, αποτελούνται από πάρα πολύ μικρά υδροσταγονίδια ή παγοκρυστάλλους που αιωρούνται στον αέρα. Η κύρια διάκρισή τους από την ομίχλη, είναι το ότι αποτελούν στρώμα πάνω από το έδαφος και δεν περιορίζεται η οριζόντια ορατότητα στο έδαφος κάτω από αυτά. Παρατηρητής πάνω από βουνό καλυπτόμενο από στρώμα ST θα τα ονόμαζε ομίχλη, ενώ άλλα νέφη στην επιφάνεια θα τα ονόμαζε ST. Τα νέφη ST και η ομίχλη συχνά απαντώνται μαζί.

Εγκάρσια τομή παρόμοιας κατάστασης θα φαινόταν σαν στρώμα από αιωρούμενα υδροσταγονίδια που εκτείνεται από το έδαφος μέχρι ένα ύψος μερικών εκατοντάδων ποδών ή και περισσότερο, που γίνονται απότομα πυκνότερα με την είσοδο στα νέφη. Ένεκα των περιορισμών της κατακόρυφης ορατότητας, ο παρατηρητής στο έδαφος χαρακτηρίζει την κατάσταση σαν ST.

#### 5. Αχλή και Καπνός

Η αχλή παρατηρείται όταν τα χαμηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας είναι ευσταθή και στον αέρα αιωρούνται σωματίδια σκόνης ή άλλες προσμίξεις εκτός καπνού. Μεγάλο μέρος του περιορισμού της ορατότητας κοντά στις μεγαλουπόλεις οφείλονται στον καπνό των εργοστασίων ή άλλων βιομηχανικών δραστηριοτήτων. Όταν παρατηρείται αχλή και καπνός ταυτόχρονα με ομίχλη και νέφη ST, ο συνδυασμός καλείται SMOG ή καπνομίχλη, δηλαδή μίγμα ομίχλης και καπνού. Τούτο προκαλεί πολύ περιορισμένη ορατότητα. Η αχλή ανάλογα με τις περιπτώσεις εκτείνεται μέχρι τα 15.000 πόδια περίπου από την επιφάνεια της γης. Το στρώμα της αχλής εμφανίζει ευκρινή κορυφή και η οριζόντια ορατότητα πάνω από την κορυφή είναι καλή. Η ορατότητα από το ύψος πτήσεως προς το έδαφος είναι κακή, ακόμη και πάνω από το στρώμα της αχλής. Η ορατότητα στην πυκνή ομίχλη ποικίλλει πάρα πολύ και αυτό εξαρτάται από το αν ο χειριστής είναι αντιμέτωπος με τον ήλιο ή όχι. Κατά την ύπαρξη πυκνής ομίχλης είναι δύσκολη η προσγείωση με κατεύθυνση προς τον ήλιο. Ο καπνός περιορίζει την ορατότητα με τον ίδιο τρόπο της πυκνής ομίχλης, αν και ο καπνός από πυρκαγιές δασών συγκεντρώνεται σε ψηλά στρώματα με άριστη οριζόντια ορατότητα πίσω από τον καπνό.

#### 6. Περιορισμός της Ορατότητας Λόγω Κονιορτοθύελλας, Αμμοθύελλας και Χιονοθύελλας

Παρασυρόμενος κονιορτός παρατηρείται σε σχετικά ξηρές περιοχές, όταν ο αέρας είναι ασταθής και ο άνεμος ισχυρός. Ο άνεμος και τα κατακόρυφα ρεύματα μπορεί να εξαπλώσουν τον κονιορτό πάνω από μεγάλες περιοχές και να τον ανυψώσουν μέχρι και τα 15.000 πόδια. Ο παρασυρόμενος κονιορτός περιορίζει την οριζόντια και πλάγια ορατότητα πτήσης πάρα πολύ. Οι αμμοθύελλες είναι περισσότερο τοπικές από τις κονιορτοθύελλες και η άμμος σπάνια ανυψώνεται από ισχυρό άνεμο. Το παρασυρόμενο χιόνι μπορεί να επιφέρει τις ίδιες δυσκολίες στον χειριστή, όπως και η ομίχλη εδάφους. Σε διάκριση από το παρασυρόμενο χιόνι οι μετεωρολόγοι καθόρισαν ότι το χιόνι που ανυψώνεται από τον άνεμο σε ύψος 6 ποδών ή περισσότερο καλείται πνέον χιόνι. Γενικά το παρασυρόμενο χιόνι μεταβάλλεται σε πνέον, όταν ο άνεμος είναι ισχυρός.

#### 7. Υετός

Η βροχή, οι ψεκάδες και το χιόνι αποτελούν τους τύπους υετού, οι οποίοι συνήθως δημιουργούν σοβαρό πρόβλημα στην ορατότητα. Οι ψεκάδες και το χιόνι συνήθως περιορίζουν την ορατότητα σε μεγαλύτερο βαθμό από τη βροχή. Οι ψεκάδες πέφτουν μέσα σε ευσταθή αέρα και ως εκ τούτου συνοδεύονται συνήθως από ομίχλη, αχλή ή καπνό, που καταλήγουν σε περιορισμό της ορατότητας. Η ορατότητα μηδενίζεται μέσα σε ισχυρή χιονόπτωση. Η βροχή σπάνια περιορίζει την ορατότητα κάτω από τα 2 km, ενώ εξαίρεση αποτελούν οι σύντομοι όμβροι βροχής.

Πάντως η βροχή αποτελεί πρόβλημα ορατότητας για τον χειριστή όταν πετάει μέσω αυτής. Όταν η βροχή πέφτει ραγδαία πάνω στην καλύπτρα του αεροσκάφους παγώνει ή μετατρέπεται σε ομίχλη εσωτερικά της καλύπτρας και η ορατότητα από τη θέση του χειριστή περιορίζεται πάρα πολύ.

#### 8. Αόρατος Ουρανός

Όταν ο ουρανός ή τα νέφη τμηματικά ή καθ' ολοκληρία αποκρύπτονται από τον παρατηρητή, ο ουρανός χαρακτηρίζεται σαν αόρατος. Ο υετός, ο καπνός, η αχλή, η ομίχλη ή άλλοι περιορισμοί της ορατότητας δημιουργούν απόκρυψη του ουρανού που ανέρχεται από το έδαφος.

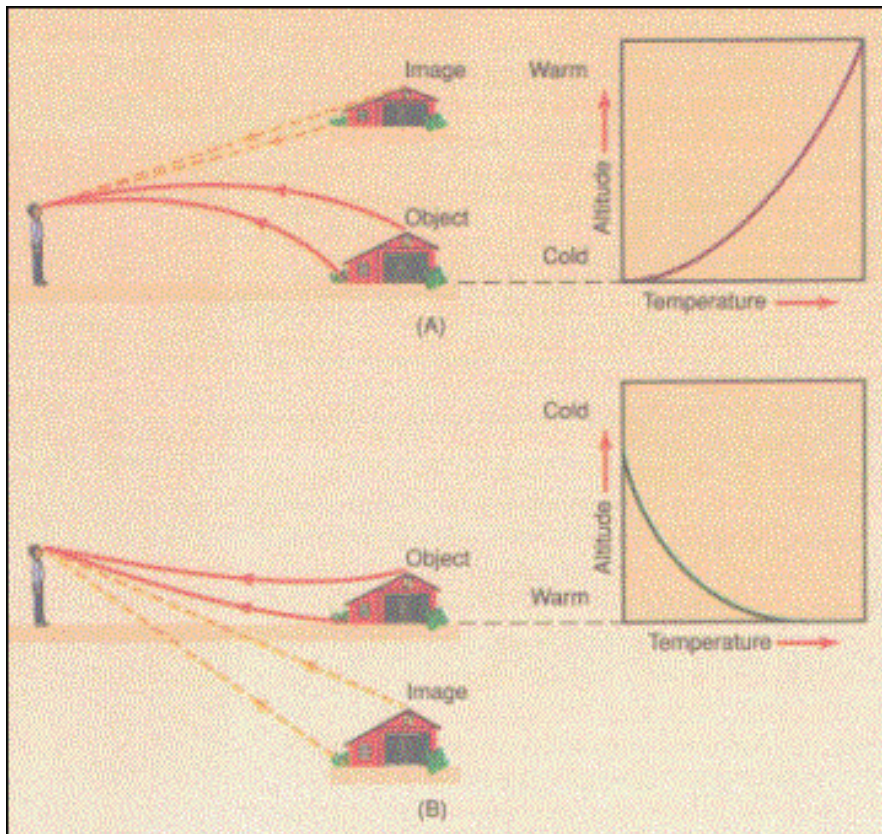
**α. Ολική Απόκρυψη του Ουρανού**

Εάν τα νέφη ή ο ουρανός είναι καθ' ολοκληρία αόρατος, η αναφερόμενη βάση είναι η κατακόρυφη ορατότητα από το έδαφος, π.χ. όταν ο ουρανός είναι εντελώς αόρατος λόγω καπνού και ο παρατηρητής μπορεί να δει σε ύψος 600 ποδών, θα αναφέρει αδιαφανή βάση ύψους 600 ποδών. Το κύριο σημείο εδώ είναι ότι η αόρατη βάση ύψους 600 ποδών του προηγούμενου παραδείγματος είναι εντελώς διαφορετική από τη βάση των νεφών ύψους 600 ποδών. Με χαμηλή βάση νεφών ο χειριστής μπορεί να αναμένει ότι θα δει το έδαφος και τον διάδρομο, αφού κατέλθει σε επίπεδο κάτω από τη βάση των νεφών. Η ορατότητα μπορεί να είναι άριστη, αλλιώς ο παρατηρητής θα ήταν αδύνατο να διακρίνει τη βάση του νέφους.

Ωστόσο στην περίπτωση αόρατου ουρανού οι συνθήκες ορατότητας, οι οποίες κρύβουν τον ουρανό και τα νέφη φθάνουν μέχρι το έδαφος. Ο χειριστής δεν θα μπορέσει να δει το διάδρομο ή τα φώτα προσέγγισης καθαρά, ακόμη και όταν κατέλθει από το αναφερθέν ύψος της αόρατης βάσης. Η διαφορά των δύο περιπτώσεων βάσης νεφών φαίνεται στην εικ. 12-4. Η μεγαλύτερη φροντίδα του χειριστή κατά την προσέγγισή του για προσγείωση είναι να μπορέσει να διακρίνει το διάδρομο ή τα φώτα προσέγγισης του διαδρόμου. Δηλαδή η πλάγια ορατότητα του πρέπει να είναι καλή, ώστε να τον υποβοηθήσει στον εντοπισμό του διαδρόμου ή των φωτών του διαδρόμου, σε χρόνο ικανό πριν από τη στιγμή προσέγγισης του σημείου επανακύκλωσης του διαδρόμου (αποτυχημένη προσέγγιση).

**β. Μερική Απόκρυψη του Ουρανού**

Εάν ο παρατηρητής διακρίνει μέρος του ουρανού ή των νεφών σε περίπτωση αόρατου ουρανού, τότε πρέπει να αναφέρει τμηματική απόκρυψη. Στην περίπτωση αυτή σε αντίθεση προς την περίπτωση της ολικής απόκρυψης, η κατακόρυφη ορατότητα δεν αναφέρεται. Εάν υπάρχουν νέφη, αναφέρεται το ποσό και το ύψος τους. Οι τμηματικές αποκρύψεις περιέχουν επίσης πρόβλημα πλάγιας ορατότητας για τον προσεγγίζοντα χειριστή, αλλά σε μικρότερο βαθμό από την ολική απόκρυψη.



**Εικ. 12-4. Περιορισμός της Πλάγιας Ορατότητας Λόγω Διαθλάσεως της Ατμόσφαιρας**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΓ

### ΚΑΙΡΟΣ ΣΕ ΜΕΓΑΛΑ ΥΨΗ

#### 1. Ορισμός

Στην προσπάθειά του ο άνθρωπος να πετάξει σε μεγαλύτερα ύψη αντιμετωπίζει ατμοσφαιρικά φαινόμενα τα οποία πρέπει να κατανοήσει πλήρως, προκειμένου να πετάξει με ασφάλεια στα ύψη αυτά.

Εμπορικά και στρατιωτικά αεριωθούμενα Α/Φ πετούν σε μεγάλα ύψη εδώ και πολλά χρόνια. Σήμερα ειδικοί στα αεροσκάφη μεγάλων ταχυτήτων στρέφουν όλο και περισσότερο τις προτιμήσεις τους προς τα TURBOPROP και τα αεριωθούμενα αεροσκάφη. Ακόμα και μερικοί από τους πολύ μικρούς συμβατικούς τύπους αεροσκαφών είναι εξοπλισμένοι για πτήσεις στην ανώτερη τροπόσφαιρα και την κατώτερη στρατόσφαιρα.

Χειριστές που ίπτανται στα ύψη αυτά βρίσκονται αντιμέτωποι με ατμοσφαιρικά φαινόμενα όπως η τροπόπαυση, ο αεροχείμαρρος, οι αναταράξεις σε αίθριο καιρό κλπ.

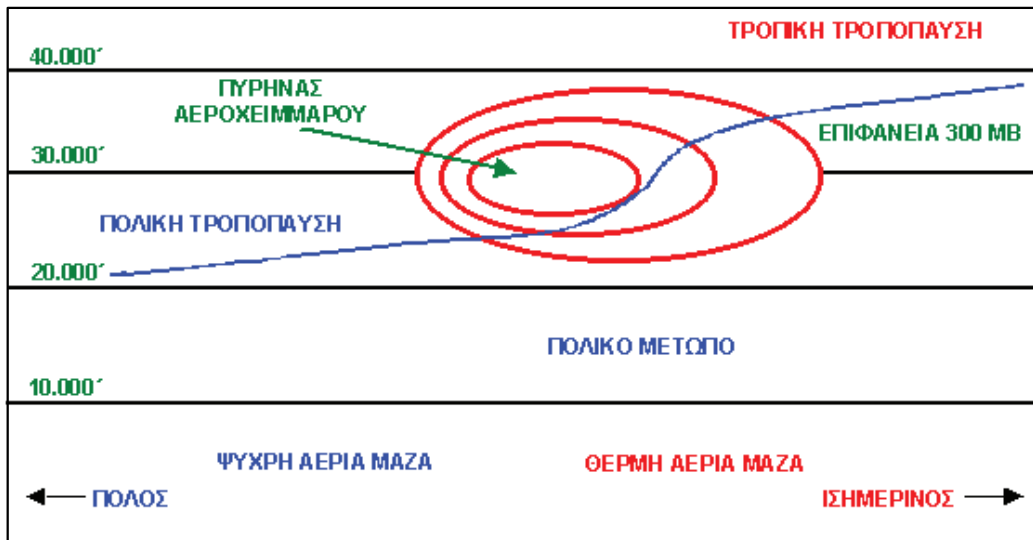
#### 2. Τροπόπαυση

Η τροπόπαυση είναι οριακή ζώνη μεταξύ τροπόσφαιρας και στρατόσφαιρας, βρίσκεται σε ύψη 50.000 - 60.000 πόδια πάνω από τα τροπικά πλάτη, 25.000 - 30.000 πόδια πάνω από τους πόλους και 35.000 - 45.000 πόδια πάνω από τα εύκρατα πλάτη.

Μερικές φορές εκτείνεται αδιάσπαστη από τα τροπικά πλάτη μέχρι τους πόλους, πλην όμως διακοπή της τροπόπαυσης στα μέσα πλάτη αποτελεί τη συνηθέστερη κατάσταση, όπου η πολική και η τροπική τροπόπαυση διατάσσονται σε βαθμιαία επικλινή επίπεδα και μερικές φορές υπερκαλύπτουν η μία την άλλη σε μεγάλες αποστάσεις.

Ενεκα της συχνής παρουσίας ισχυρών διατμητικών ανέμων (Wind Shear) στην περιοχή της τροπόπαυσης, η οριακή ζώνη αποτελεί περιοχή αναταράξεων. Επειδή δε η ζώνη αυτή στερείται νεφών, η κατάσταση χαρακτηρίζεται κοινά σαν αναταράξεις σε αίθριο καιρό.

Οι ισχυρότεροι αεροχείμαρροι απαντώνται πλησίον της τροπόπαυσης, ιδιαίτερα δε στην περιοχή διακοπής μεταξύ της πολικής και τροπικής τροπόπαυσης (εικ. 13-1).



Εικ. 13-1. Πολική και Τροπική Τροπόπαυση

#### 3. Αεροχείμαρρος (Jet Stream)

Ο αεροχείμαρρος (εικ. 13-2α) αποτελεί στενό και ρηχό ρεύμα ισχυρών ανέμων, το οποίο συνήθως εκτείνεται γύρω από την εύκρατη ζώνη, πλην όμως μπορεί να απαντηθεί και στις υποτροπικές

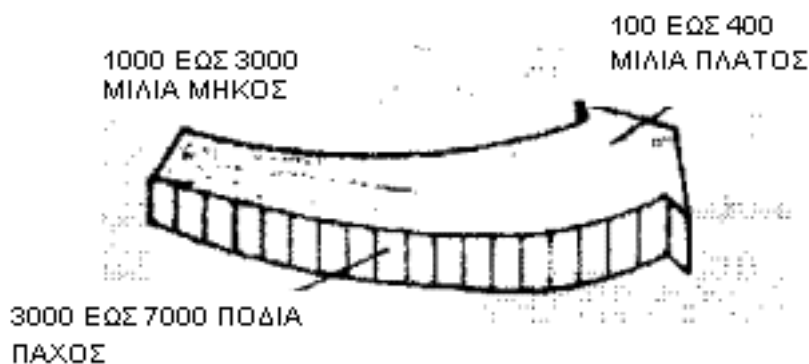
ζώνες. Ακολουθεί κυματοειδές ίχνος σαν τμήμα της γενικής ροής των ανέμων και απαντάται σε περιοχές όπου υπάρχουν πάρα πολλές, κατά την οριζόντια έννοια, διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ θερμών και ψυχρών αερίων μαζών.



**Εικ. 13 - 2α. Αεροχείμαρρος**

Σαν αεροχείμαρρος θεωρείται άνεμος 58 κόμβων ή ισχυρότερος, μέσα στην ανώτερη ή στη χαμηλότερη στρατοσφαιρική γενική κυκλοφορία, που παρατηρείται σε ζώνη μήκους τουλάχιστον 300 ναυτικών μιλίων. Η ταχύτητα του ανέμου στον αεροχείμαρρο κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 100 και 150 κόμβων (εικ. 13-2β και 13-2γ).

Επειδή ο αεροχείμαρρος, όπως και το πολικό μέτωπο, είναι ισχυρότερος σε μερικά τμήματα, σπάνια διατρέχει ολόκληρο το ημισφαίριο σαν συνεχές ρεύμα αέρα. Συχνότερα απαντάται σε τμήματα μήκους 1.000-3.000 μιλίων, 100-400 μιλίων πλάτους και 3.000 - 7.000 ποδών πάχους (ύψους).

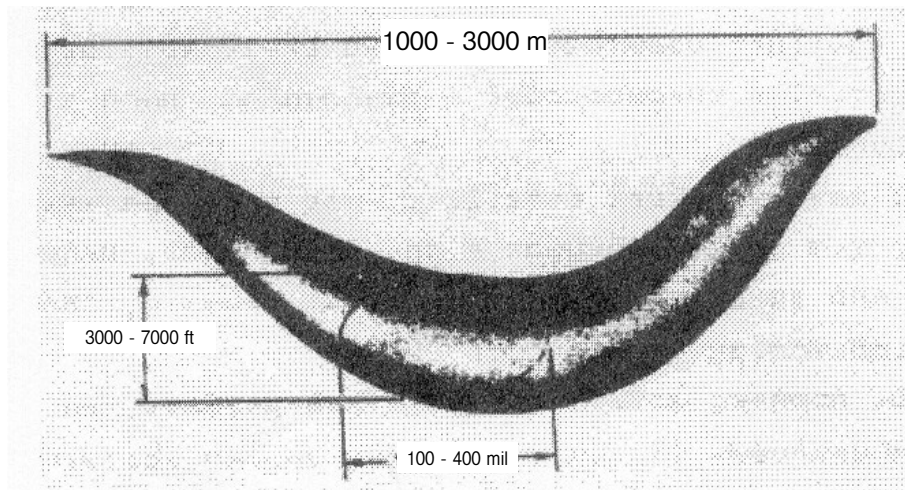


**Εικ. 13 - 2β. Διαστάσεις Τμήματος Αεροχειμάρρου**

Ο κύριος αεροχείμαρρος παρουσιάζει κύκλο ζωής σχηματισμού, ενίσχυσης, κίνησης και διάλυσης που σχετίζεται με το πολικό μέτωπο. Ο προσανατολισμός, η θέση, οι ζώνες μεγίστων ανέμων και το πάχος του ποικίλλουν γενικά ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος-μήκος, ύψος και χρόνο.

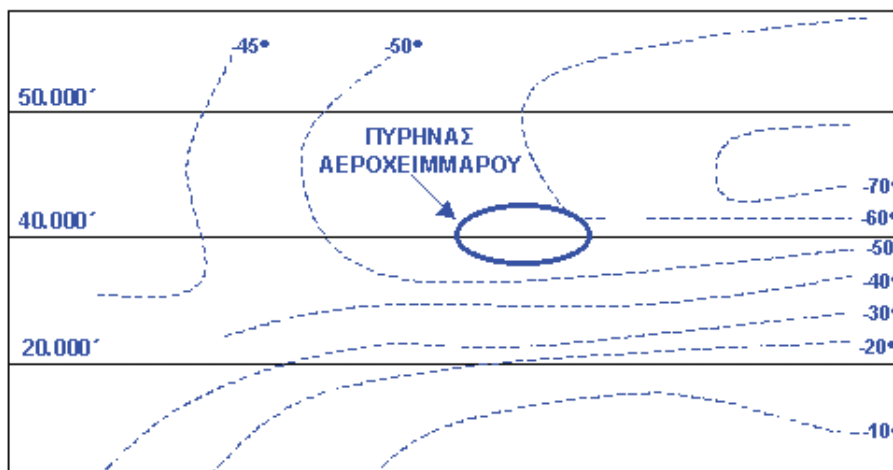
Στα μέσα και ψηλά πλάτη, η ισχύς των αεροχειμάρρων είναι μεγαλύτερη το χειμώνα παρά το καλοκαίρι. Η μέση θέση του αεροχειμάρρου μετακινείται νότια κατά το χειμώνα και βόρεια κατά το καλοκαίρι, κίνηση που ακολουθεί την εποχιακή μετακίνηση του πολικού μετώπου. Κατά την κίνηση του αεροχειμάρρου νότια, ο πυρήνας του ανέρχεται ψηλότερα και κατά μέσο όρο η ταχύτητά του αυξάνει.

Οι χειμερινοί αεροχειμάρροι απαντώνται νότια μέχρι του 20ου παραλλήλου. Ο πυρήνας των ισχυρότερων ανέμων απαντάται γενικά σε ύψος 25.000 - 40.000 ποδών και εξαρτάται από το πλάτος και



**Εικ. 13-2γ. Διαστάσεις Τμήματος Αεροχειμάρρου**

την εποχή. Στην εικ. 13-3 φαίνεται ότι οι μεγαλύτερες ταχύτητες αεροχειμάρρου πολικού μετώπου απαντώνται περίπου 5.000 πόδια κάτω από την τροπική τροπόπαυση και πλησίον του τέλους της πολικής τροπόπαυσης. Επίσης φαίνεται ότι η τιμή ελάττωσης της ταχύτητας είναι σημαντικά μεγαλύτερη στην πολική πλευρά παρά στην τροπική, δηλαδή το μέγεθος του διατμητικού ανέμου (Wind Shear) είναι μεγαλύτερο στην πολική πλευρά παρά στην πλευρά του Ισημερινού.

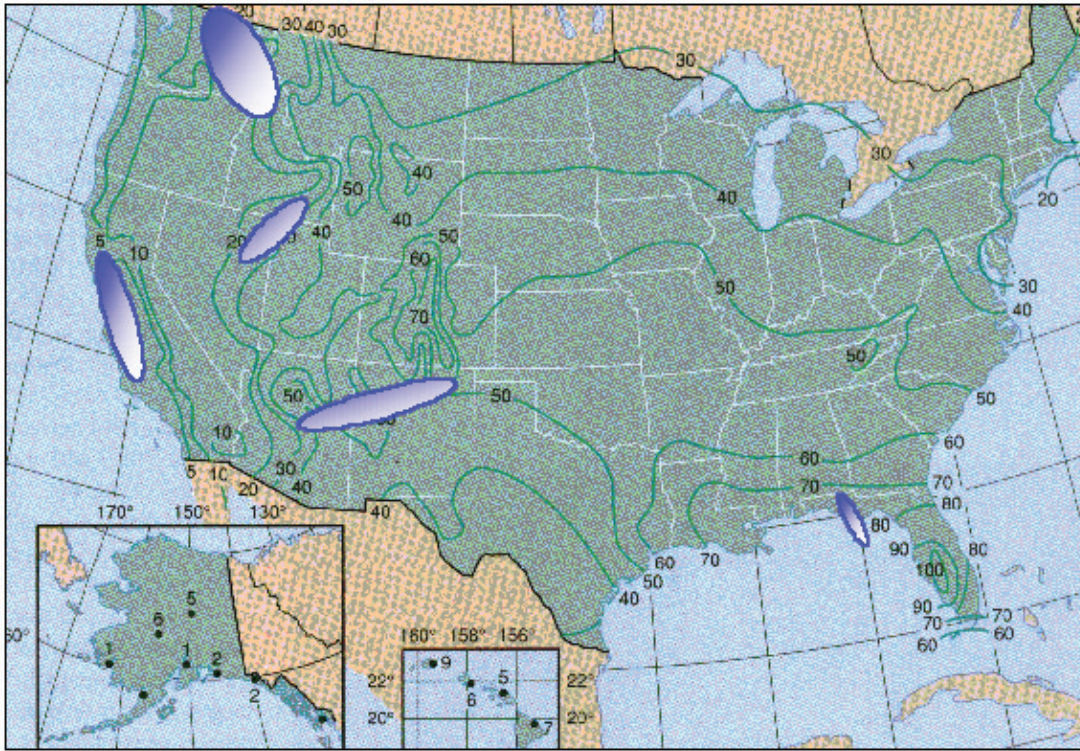


**Εικ. 13-3. Οι Άνεμοι του Αεροχειμάρρου σε Σχέση προς την Πολική και Τροπική Τροπόπαυση**

Είναι δυνατόν να παρατηρηθούν δύο ή περισσότεροι αεροχειμάρροι ταυτόχρονα, όπως π.χ. φαίνεται στην εικ. 13-4, όπου ένας αεροχειμάρρος βρίσκεται πάνω από τον Καναδά και τέσσερις άλλοι, εξ ίσου καλά οργανωμένοι, στις ΗΠΑ. Η εικ. 13-5 δείχνει κατακόρυφες τομές ταχυτήτων μεταξύ σταθμών, μέσω πλατών.

#### **4. Αναταράξεις σε Αίθριο Καιρό**

Ο όρος αναταράξεις σε αίθριο καιρό χρησιμοποιείται για να περιγράψουμε τις ανώμαλες δονήσεις που υφίστανται τα αεροσκάφη σε αίθριο καιρό. Η δόνηση μπορεί να είναι σημαντικής έντασης, ώστε να προκαλέσει σοβαρό κλυδωνισμό στο αεροσκάφος, ιδιαίτερα όταν οι αναταράξεις απαντώνται χωρίς οποιαδήποτε ορατή προειδοποίηση (εικ. 13-6).



Εικ. 13- 4. Πολλαπλοί Αεροχειμάροι

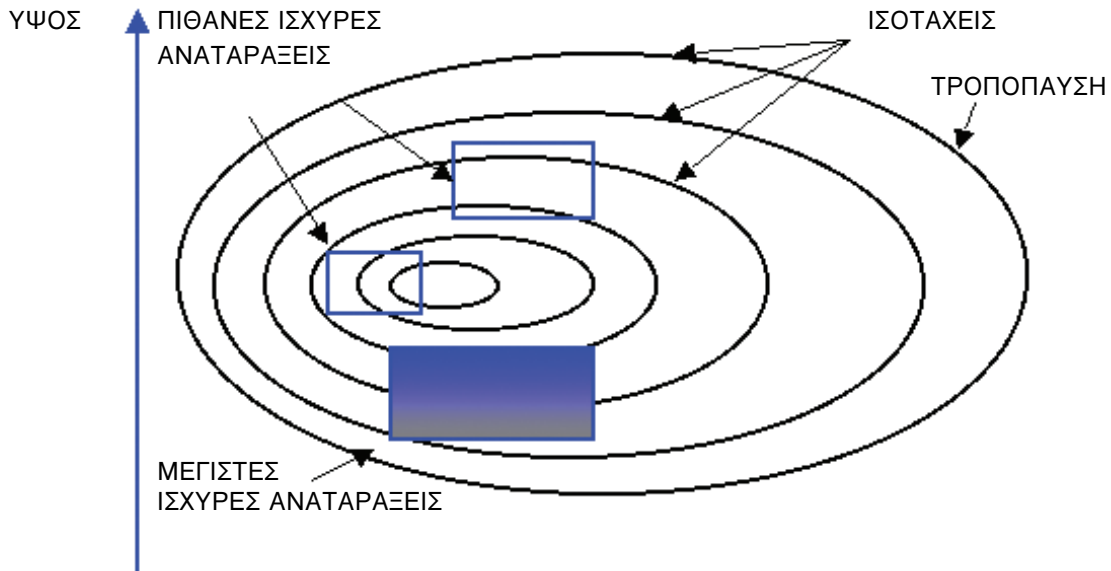


Εικ. 13-5. Κατακόρυφες Τομές των Ταχυτήτων του Ανέμου

Οι αναταράξεις σε αίθριο καιρό μπορεί να απαντηθούν σε οποιοδήποτε ύψος. Ωστόσο το φαινόμενο παρατηρείται συχνότερα σε μεγάλα ύψη με αξιοσημείωτη κατακόρυφη αλλαγή της έντασης του ανέμου (κατακόρυφο Shear ανέμου) ή και οριζόντια (οριζόντιο Shear ανέμου).

Οι συνθήκες αυτές παρατηρούνται συχνά μέσα ή κοντά στα κέντρα μέγιστης ταχύτητας του αεροχειμάρρου και υπάρχουν ενδείξεις ότι το μέγιστο των αναταράξεων σε αίθριο καιρό των αεροχειμάρρων του πολικού μετώπου, βρίσκεται στην περιοχή του ψυχρού πολικού αέρα κοντά στην

πολική τροπόπαυση και κάτω από το επίπεδο του πυρήνα του αεροχειμάρρου (εικ.13-6). Η εμφάνιση αναταράξεων σε αίθριο καιρό μπορεί να επεκτείνεται σε ψηλά επίπεδα και σχετίζεται με άλλα χαρακτηριστικά της ατμόσφαιρας, όπως οι αναταράξεις κοντά στην περιφέρεια των ανώτερων χαμηλών πάνω και κάτω από την τροπόπαυση, της περιοχής αυλώνων χαμηλής πίεσης ή πάνω από όρη και λόφους, ιδιαίτερα όταν υπάρχει κύμα όρους.



**Εικ. 13-6. Εγκάρσια Τομή Αεροχειμάρρου μετά των Περιοχών Αναταράξεων**

Οι περιοχές αναταράξεων σε αίθριο καιρό περιορίζονται σε πάχος λιγότερο από 2.000 πόδια.

#### 5. Ίχνη Συμπύκνωσης

α. Τα ίχνη συμπύκνωσης, γνωστά από τη σύντμηση Contrails, ορίζονται γενικά σαν ταινίες νεφών, οι οποίες δημιουργούνται από την κίνηση αεροσκάφους μέσα σε αίθριο, ψυχρό και υγρό αέρα.

Παρατηρούνται δύο ευδιάκριτοι τύποι :

- (1) Ίχνη αερίων εξαγωγής.
- (2) Αεροδυναμικά ίχνη.

Τα ίχνη διαλύσεως δημιουργούνται με εντελώς διαφορετικό τρόπο, ο οποίος αναφέρεται συνοπτικά παρακάτω.

#### β. Ίχνη Αερίων Εξαγωγής

Ο τύπος αυτός των ιχνών σχηματίζεται με την προσθήκη στην ατμόσφαιρα ικανού ποσού υδρατμών από τα καυσαέρια που προκαλούν κορεσμό ή υπερκορεσμό του αέρα. Επειδή προστίθεται επίσης θερμότητα στην ατμόσφαιρα κατά μήκος του ίχνους του αεροσκάφους, η προσθήκη υδρατμών πρέπει να είναι τέτοιου μεγέθους, ώστε να κορεσθεί ή υπερκορεσθεί η ατμόσφαιρα παρά την αύξηση της θερμοκρασίας.

Υπάρχουν επίσης ενδείξεις ότι οι απαραίτητοι πυρήνες συμπύκνωσης για την αεροποίηση, μπορούν να εξασφαλιστούν από τα αέρια εξαγωγής του αεροσκάφους, υποβοηθούμενης έτσι της διαδικασίας σχηματισμών ιχνών.

Οι πυρήνες αυτοί είναι σχετικά μεγάλοι και πρόσφατα πειράματα αποκάλυψαν ότι τα ορατά ίχνη αερίων εξαγωγής μπορεί να προκληθούν με τη προσθήκη πολύ μικρών πυρήνων (π.χ. σκόνης). Η συμπύκνωση και η αεροποίηση σ' αυτούς τους μικρούς πυρήνες καταλήγει σε πολύ μικρά αόρατα ίχνη.

#### γ. Αεροδυναμικά Ίχνη

Μέσα σε κορεσμένο και χωρίς νέφη αέρα, η αεροδυναμική πτώση πίεσης που συνοδεύει τη ροή του αέρα γύρω από τα άκρα των ελίκων, πτερύγων και συναφών μερών, μπορεί να ψύξει τον



αέρα μέχρι σημείου κορεσμού, όποτε προκαλείται συμπύκνωση. Ο τύπος αυτών των ιχνών συνήθως δεν είναι ούτε έμμοнос ούτε πυκνός, όπως των αερίων εξαγωγής. Τα αεροδυναμικά ίχνη, όπως τα ίχνη των αερίων εξαγωγής, συνηθέστερα παρατηρούνται τον Ιανουάριο και λιγότερο τον Ιούλιο. Δεν παρουσιάζουν δε προβλήματα στην πτήση. Τα ίχνη δημιουργούν πρόβλημα μόνο όταν αποκαλύπτουν την παρουσία του αεροσκάφους, το οποίο προσπαθεί να πετάξει απαρατήρητο ή όταν παρεμποδίζουν την χρήση του σχεδίου "ορών και οράσθαι" σε VFR χειρισμούς.

#### **δ. Ίχνη Διάλυσης**

Ο όρος αυτός εφαρμόζεται σε σπασίματα νεφών, τα οποία προκαλούνται από τη θερμότητα των ελκυόμενων αερίων από αεροσκάφη που πετούν μέσα σε λεπτό στρώμα νεφών. Τα ελκυόμενα αέρια μερικές φορές θερμαίνουν τον αέρα μέχρι σημείου, ώστε να μην είναι πλέον κορεσμένος και το επηρεαζόμενο τμήμα του νέφους να εξατμίζεται. Το νέφος πρέπει να είναι λεπτό και ταυτόχρονα σχετικά θερμό με την ύπαρξη ιχνών διάλυσης και ως εκ τούτου δεν είναι σύνθητες φαινόμενο.

#### **6. Στρώματα Αχλής**

Στρώματα αχλής αόρατα στους παρατηρητές επιφανείας παρατηρούνται συνήθως στην ανώτερη ατμόσφαιρα. Τα στρώματα αυτά δεν εμφανίζουν την πυκνότητα των συνήθων θυσσάνων. Οι κορυφές των στρωμάτων είναι περισσότερο χαρακτηριστικές από τις βάσεις τους και η ορατότητα πάνω από τα στρώματα αχλής μερικές φορές μηδενίζεται, γεγονός που εξαρτάται από τη θέση του ήλιου σχετικά με την προς τα εμπρός όραση του χειριστή. Τα στρώματα αχλής σε ψηλά επίπεδα παρατηρούνται σε νεοσχηματισθείσες πολικές αέριες μάζες. Αχλή θυσσάνων είναι συνηθισμένη κατά το χειμώνα στον αρκτικό πόλο και εκτείνεται μερικές φορές από την επιφάνεια έως την τροπόπαυση.

#### **7. Συνθήκες Παγοποίησης**

Αν και δεν είναι τόσο συνηθισμένη και ισχυρή όσο των χαμηλών υψών, η παγοποίηση αυτή μπορεί να παρατηρηθεί κατά την πτήση σε μεγάλα ύψη. Μπορεί να σχηματισθεί τάχιστα στην αεροτομή και στα εκτιθέμενα τμήματα των κινητήρων. Η παγοποίηση μεγάλων υψών παρατηρείται στις κορυφές των ανεπτυγμένων σωρειτών CU, τους άκμωνες των CB και ακόμα στα αποσπασμένα από αυτά νέφη CI. Νέφη πάνω από ορεινές περιοχές περιέχουν περισσότερο νερό και ως εκ τούτου προκαλούν παγοποίηση σε υψηλά επίπεδα.

Παγοποίηση σκάφους σε μεγάλο ύψος είναι συνήθως της μορφής του ομιχλοκρύσταλλου, χωρίς τούτο να αποκλείει τη δημιουργία καθαρού πάγου. Συνήθως μπορεί να εξαλειφθεί με την αλλαγή ύψους ή με ελιγμούς προς αποφυγή των νεφών. Τα αντιπαγωτικά συστήματα δεν αποτελούν πάντα επαρκή προστασία για όλες τις συνθήκες παγοποίησης.

#### **8. Καταιγίδες**

Οι καταιγίδες συνήθως εισέρχονται στην ανώτερη ατμόσφαιρα και μερικές φορές στην στρατόσφαιρα. Καταλαμβάνουν πολύ μεγάλη έκταση και έχουν μεγάλη κατακόρυφη ανάπτυξη, είναι δε ικανές να δημιουργήσουν πολύ ισχυρές αναταράξεις, ισχυρό χαλάζι και ισχυρό υετό. Οι αναταράξεις μπορεί να απαντηθούν εν αιθρία ιδιαίτερα από τις αναπτυσσόμενες καταιγίδες, τόσο οριζόντια όσο και κάθετα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΔ

### ΑΡΚΤΙΚΟΣ ΚΑΙΡΟΣ

#### 1. Ορισμός

Η Αρκτική περιοχή γίνεται γρήγορα το εναέριο σταυροδρόμι μεταξύ των κυριότερων πόλεων του κόσμου. Τούτο ήλθε σαν φυσική συνέπεια της παράλληλης αύξησης της ικανότητας των αεροσκαφών για πτήσεις μεγαλύτερης απόστασης και ύψους. Οι αεροδιάδρομοι μέγιστου πολιτικού κύκλου είναι συντομότεροι των διαδρόμων πάνω από τους ωκεανούς, είναι μεταξύ των κυριότερων και σε μεγάλα ύψη προσφέρουν σημαντικά καλύτερες συνθήκες πτήσεων.

Η αεροναυτιλία πάνω από την Αρκτική δεν περιορίζεται σε αεροσκάφη τα οποία πετούν σε μεγάλα ύψη και αποστάσεις. Χειριστές εταιρειών έρευνας πετρελαίου και μελετητές της γεωλογίας, βοτανολογίας, ζωολογίας, παγετών, αποστολών αναγνώρισεως πάγων και άλλων επιστημονικών ερευνών, συνεχώς παρακολουθούν και ερευνούν την αγριότητα του Αρκτικού.

Ακόμη στην εναέρια δραστηριότητα πάνω από τον μακρινό βορρά προστίθεται και η υποστήριξη:

- α. Των απομακρυσμένων οικισμών των ιθαγενών.
- β. Των μετεωρολογικών σταθμών.
- γ. Των στρατιωτικών καταυλισμών.

Η πλειονότητα από αυτούς τους χειριστές υποχρεώνεται να αγωνισθεί με τον καιρό σε χαμηλά ύψη πάνω από την Αρκτική, όπου στην περιοχή αυτή ο καιρός παρουσιάζεται με τη δυσμενέστερή του μορφή. Οι καιρικές συνθήκες στις περιοχές των Αρκτικών αεροδρομίων μερικές φορές είναι πάρα πολύ καλές, αλλά συχνά παρουσιάζουν σοβαρούς κινδύνους για τις πτήσεις. Η περιορισμένη ορατότητα που προκαλείται από την τραχύτητα του καιρού και από την απώλεια αντίληψης του προσανατολισμού κάνουν συχνά δύσκολες τις απο/προσγειώσεις, αν όχι εξαιρετικά επικίνδυνες. Οι παγωμένοι διάδρομοι απαιτούν ειδικές τεχνικές πτήσης και οι αναταράξεις αποτελούν άλλο πρόβλημα, όταν ο άνεμος επιφάνειας είναι ισχυρός. Αυτά όπως και άλλα προβλήματα πτήσης θα εξετασθούν στην μελέτη των γενικών χαρακτηριστικών του Αρκτικού καιρού.

#### 2. Φυσική Γεωγραφία της Αρκτικής και Κλιματολογικές Επιδράσεις

Η Αρκτική είναι περιοχή η οποία ορίζεται βόρεια του Αρκτικού κύκλου (66,5ο γεωγραφικό πλάτος, εικ. 14-1). Ωστόσο στο παρόν Κεφάλαιο δίνονται επιπρόσθετες πληροφορίες για τον καιρό της Αλάσκας, αν και αυτή βρίσκεται νότια του Αρκτικού κύκλου.



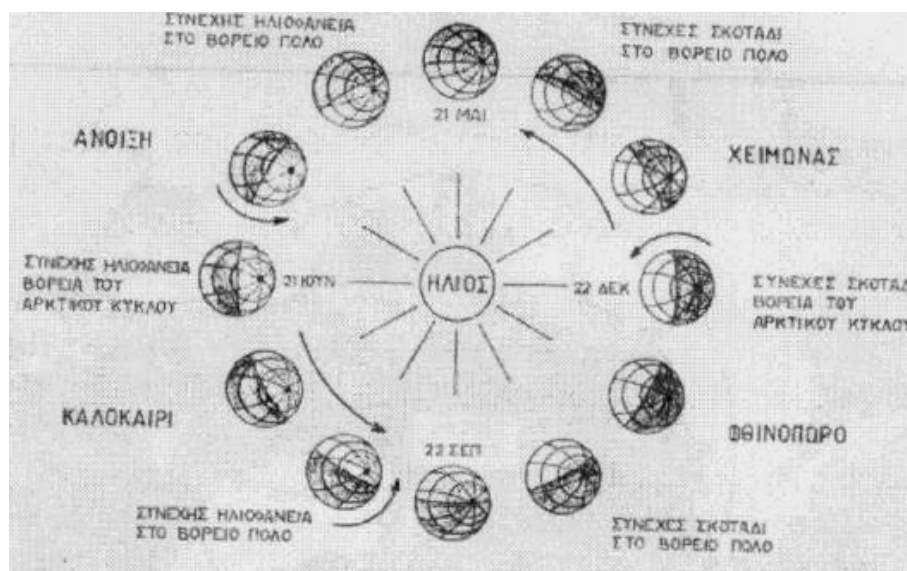
Εικ. 14-1. Η Αρκτική

Αυτός που έρχεται για πρώτη φορά στην Αρκτική συγκλονίζεται από την τρομερά άγονη περιοχή, από το αχανές της έκτασης, της σφοδρότητας του ανέμου, του παρασυρόμενου χιονιού και του διαπεραστικού ψύχους. Οι βετεράνοι ωστόσο αντί του μεγαλείου των χειμερινών νυκτών που φωτίζονται από το βόρειο σέλας, περιμένουν το σύντομο καλοκαίρι με τα αποδημητικά πουλιά και τη διέλευση της αμερικανικής ελάφου. Δεν είναι ασυνήθιστη μία απόλαυση μιας ή δύο εβδομάδων, αίθριων, ηλιόλουστων, θερμών ημερών με θερμοκρασία ίδια μ' αυτή των μέσων πλατών. Είναι η καλύτερη εποχή της Αρκτικής.

Γενικά το κλίμα οποιασδήποτε περιοχής προσδιορίζεται από τη λαμβανόμενη από τον ήλιο ενέργεια. Η λαμβανόμενη ηλιακή ενέργεια εξαρτάται από:

- (1) Τη διάρκεια της ηλιακής ακτινοβολίας.
- (2) Τη γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων.
- (3) Την ηλιοφάνεια.

Το μέγιστο ποσό θερμικής ενέργειας από τον ήλιο προσλαμβάνεται ως γνωστό από την ισημερινή περιοχή και ελαττώνεται προς τους πόλους. Επίσης το ποσό αυτό της θερμότητας ποικίλλει από εποχή σε εποχή. Όπως φαίνεται στην εικ. 14-2 το μεγαλύτερο μέρος της Αρκτικής περιοχής παίρνει ελάχιστη ή καθόλου θερμότητα απευθείας από τον ήλιο κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Στην εικ. 14-3 παρατηρήστε την διαφορά της λαμβανόμενης ηλιακής ακτινοβολίας από τις νοτιότερες περιοχές.



**Εικ. 14-2. Διάρκεια Ημέρας του Β. Ημισφαιρίου**

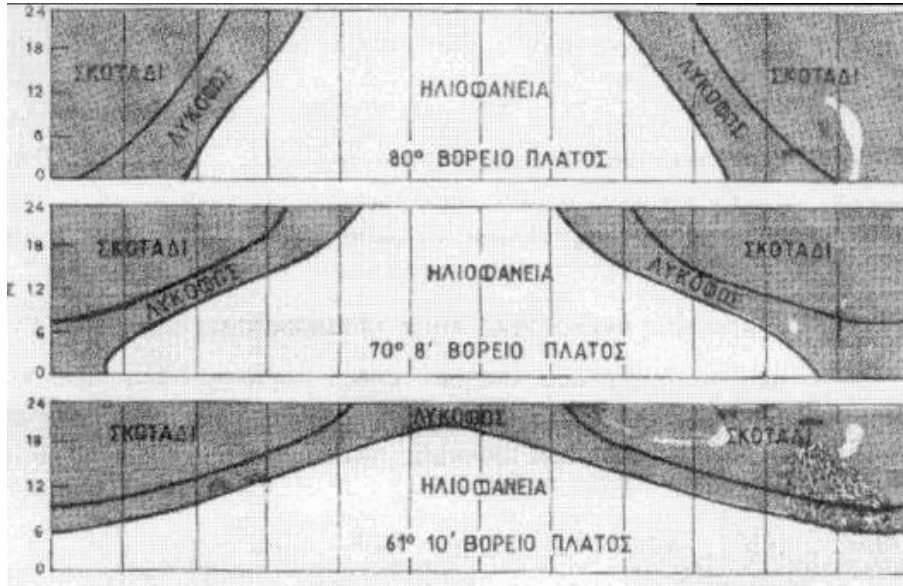
Το κλίμα κάθε μιας περιοχής δεν προσδιορίζεται πλήρως από την ηλιακή ενέργεια. Εάν τούτο αποτελούσε την μοναδική αιτία δεν θα υπήρχαν μεταβολές κλίματος από τόπο σε τόπο του ίδιου πλάτους. Οι χαρακτηριστικές μεταβολές αποδίδονται:

- (1) Στη διανομή των θαλασσών και των ξηρών.
- (2) Στο φυσικό ανάγλυφο του εδάφους.
- (3) Στα ωκεάνια ρεύματα.
- (4) Στις διαφορετικές απώλειες θερμότητας των ποικίλων υδάτινων και χερσαίων επιφανειών με την ακτινοβολία.

Η εικ. 14-1 δείχνει την κατανομή ξηράς και θάλασσας της Αρκτικής περιοχής.

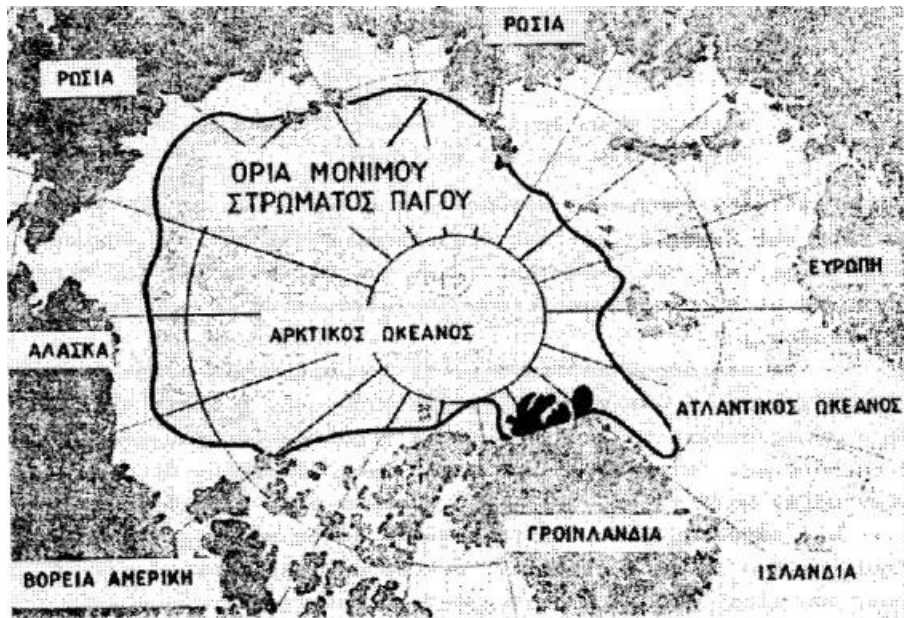
#### **α. Χαρακτηριστικά Υδάτινων Επιφανειών**

Ο Αρκτικός Ωκεανός και τμήματα του Β. Ατλαντικού και Β. Ειρηνικού Ωκεανού αποτελούν τις κύριες υδάτινες περιοχές της Αρκτικής. Μεγάλο μέρος της υδάτινης περιοχής που περικλείει τον πόλο βρίσκεται σε στερεή κατάσταση (πάγοι) σε σημαντικό βάθος καθ' όλο το έτος. Το μέρος αυτό



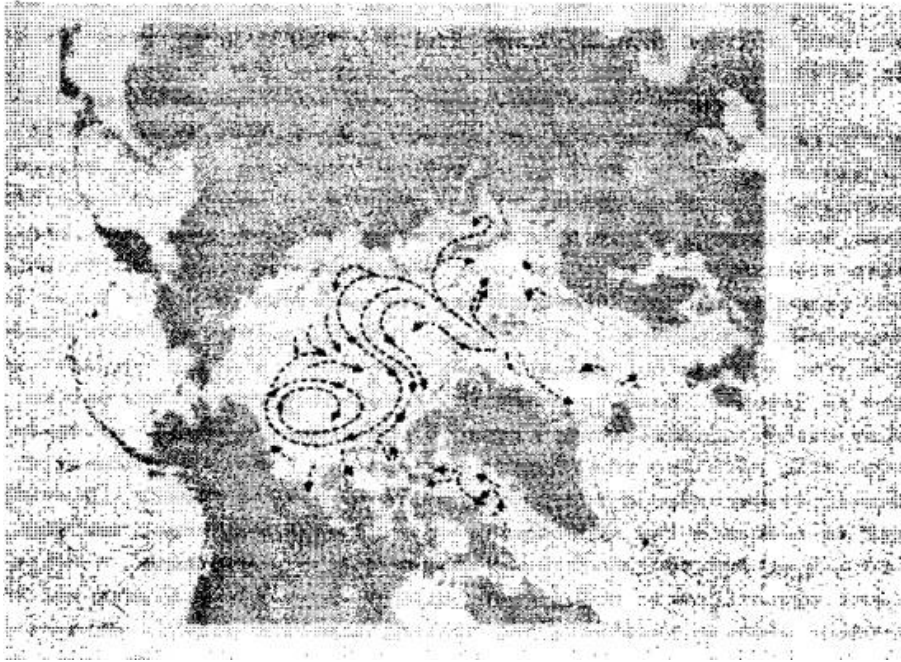
**Εικ. 14-3. Αριθμός Ωρών Κατά τις Οποίες ο Ήλιος Βρίσκεται Κάτω ή Πάνω από τον Ορίζοντα**

γνωστό σαν μόνιμο στρώμα πάγου (εικ. 14-4) αποτελείται από το μέρος του πάγου που επιπλέει και από τα μέρη του πάγου που προεξέχουν. Το καλοκαίρι ο πάγος αυτός διασπάται από τις σχισμές και τις μεγάλες ρωγμές.



**Εικ. 14-4. Μόνιμο Κάλυμμα Πάγου**

Όταν επηρεάζεται από τον άνεμο, τις παλίρροιες και τα ρεύματα, διατηρεί συνεχή μετακίνηση με γενική κυκλική γύρω από τον πόλο κίνηση σ' όλη την Αρκτική περιοχή. Όπως φαίνεται στην εικόνα, η κάλυψη από πάγο διευρύνεται κατά τους χειμερινούς μήνες. Ακόμη και όταν καλύπτονται από πάγο, οι υδάτινες μάζες μετριάζουν τη θερμοκρασία, επειδή η θερμότητα εισχωρεί μέσω του πάγου και ανέρχεται στην ατμόσφαιρα. Έτσι η αχανής έκταση της Αρκτικής είναι θερμότερη από ότι θα αναμενόταν φυσιολογικά. Η θερμοκρασία της επηρεάζεται επίσης και από τα θαλάσσια ρεύματα. Στην εικ. 14-5 φαίνονται τα κυριότερα θαλάσσια ρεύματα.



**Εικ. 14-5. Ρεύματα του Αρκτικού Ωκεανού**

### **β. Χαρακτηριστικά Ξηράς**

Η Ξηρά της Αρκτικής (εικ. 14-1) περιλαμβάνει τα βορειότερα τμήματα της Ευρώπης και της Ασίας, το Καναδικό Αρχιπέλαγος, μεγάλο μέρος της Γροιλανδίας και το Αρχιπέλαγος του Svalbard. Καθώς αντιτίθενται στις υδάτινες μάζες, οι μεγαλύτερες περιοχές της Ξηράς έχουν άμεσα αποτελέσματα στα εποχιακά εύρη των θερμοκρασιών, με πολύ μεγάλες εποχιακές μεταβολές της θερμοκρασίας. Οι Αρκτικές οροσειρές της Σιβηρίας και της Β. Αμερικής συντελούν στη δημιουργία του κλίματος και των χαρακτηριστικών των αερίων μαζών της περιοχής, επειδή οι οροσειρές αποτελούν αποτελεσματικά σύνορα της κίνησης του αέρα.

Σε περιόδους ασθενούς πνοής του ανέμου, ο αέρας εγκλωβίζεται από τα βουνά και γίνεται σχεδόν στάσιμος. Σ' αυτές τις περιόδους ο αέρας αποκτά τα χαρακτηριστικά θερμοκρασίας και υγρασίας της επιφάνειας. Έτσι οι Αρκτικές περιοχές αποτελούν άριστες πηγές αερίων μαζών κατά τη διάρκεια του χειμώνα, όταν η επιφάνεια καλύπτεται από πάγο και χιόνι. Η Γροιλανδία καθώς καλύπτει περιοχή μεγαλύτερη των 1.000.000 τετρ. μιλίων αποτελεί μεγάλο φραγμό στην κίνηση του αέρα. Ανώμαλες οροσειρές και σειρές παγετώνων κατά τη μεγαλύτερή τους εξωτερική περίμετρο εκτείνονται πάνω από τα 9.000 πόδια. Συμπαγές οροπέδιο από πάγο καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της Γροιλανδίας, που βαθμιαία ανέρχεται μέχρι το ύψος των 10.000 ποδών στο κέντρο της περιοχής. Ο από Βορρά προς Νότο προσανατολισμός της, μήκους περίπου 1.600 μιλίων, παρεμβάλλεται στην από δυσμάς προς ανατολές γενική ροή του ανέμου και του καιρού. Έτσι σε συνδυασμό προς τις υδάτινες αέριες μάζες της άλλης πλευράς, ο φραγμός αυτός ενεργεί σαν καταλύτης για τις περιοχές χαμηλής πίεσης προς τα δυτικά και σαν δημιουργός για τα σχηματιζόμενα νέα χαμηλά, ανατολικά.

Βαθιά κέντρα χαμηλών πιέσεων κινούνται βόρεια κατά μήκος της δυτικής ακτής της Γροιλανδίας και καταλήγουν σε μερικά από τα βαθύτερα συστήματα πιέσεων που παρατηρούνται στον κόσμο, εκτός βέβαια απ' αυτά που σχετίζονται με λαιλαπες και σίφωνες.

### **γ. Απώλεια Θερμότητας Λόγω Ακτινοβολίας**

Το μεγαλύτερο μέρος της Αρκτικής παίρνει πάρα πολύ λίγη ή καθόλου ηλιακή ακτινοβολία κατά τον χειμώνα και καθώς παρατείνεται η διάρκεια της νύκτας, υπάρχει συνεχής απώλεια θερμότητας λόγω ακτινοβολίας.

Οι χιονοσκεπείς επιφάνειες ακτινοβολούν πάρα πολύ και συμβάλλουν έτσι σημαντικά στο δριμύ ψύχος του αρκτικού χειμώνα.

Η απώλεια θερμότητας λόγω ακτινοβολίας θεωρείται σαν κλιματολογική επίδραση πάρα σαν κλιματική κατάσταση, γιατί είναι ένα συνεχές και παρατεταμένο φαινόμενο κατά τον χειμώνα.

### 3. Γενικές Συνθήκες Καιρού Αρκτικής Περιοχής

#### α. Αέριες Μάζες

Κατά τον χειμώνα οι αέριες μάζες σχηματίζονται πάνω από τους εκτεταμένους πάγους και από τις χιονοσκεπείς περιοχές της ξηράς (εικ. 14-6).

Οι αέριες μάζες χαρακτηρίζονται από πάρα πολύ ψυχρό αέρα επιφάνειας, χαμηλή υγρασία και εμφανείς αναστροφές θερμοκρασίας στα χαμηλά στρώματα. Επειδή το ποσό της υγρασίας το οποίο συγκρατεί ο αέρας εξαρτάται άμεσα από τη θερμοκρασία, ο ψυχρός αρκτικός αέρας είναι πολύ ξηρός. Σε μερικές περιπτώσεις κατά τον χειμώνα οι αέριες μάζες σχηματίζονται πάνω από τους μη παγωμένους ωκεανούς. Οι μάζες δεν έχουν αναστροφές θερμοκρασίας στα κατώτερα στρώματα ένεκα των θερμότερων επιφανειών. Έχουν όμως μεγαλύτερο ποσό υγρασίας εξαιτίας του οποίου προκαλείται η νέφωση και ο υετός της Αρκτικής κατά τον χειμώνα. Κατά το καλοκαίρι η διάκριση μεταξύ των αερίων μαζών σχεδόν εξαφανίζεται, λόγω των ομοιόμορφων σχεδόν συνθηκών επιφάνειας πάνω από την Αρκτική και από τις υποπολικές περιοχές. Αρκετές ίντσες πάχους του μόνιμου παγετού (Perma Frost) λιώνουν κατά τη διάρκεια της περιόδου των συνεχών ημερών. Μέρος του χιονιού λιώνει από τους παγετώνες και το συσσωρευμένο πάγο. Ο πάγος λιώνει σχηματίζοντας πολυάριθμες μικρές και μεγάλες λίμνες και η ελεύθερη υδάτινη επιφάνεια της πολικής περιοχής αυξάνει σημαντικά. Έτσι η περιοχή γίνεται υγρότερη, σχετικά ήπια και ημιθαλάσσια στο χαρακτήρα. Οι θερμοκρασίες κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 0° και 50° F. Τυχαίες ισχυρές διαταραχές από τον νότο αυξάνουν τις θερμοκρασίες σε μεγαλύτερες τιμές για μικρές περιόδους. Το εύρος της ημερήσιας θερμοκρασίας διαφέρει ελαφρώς από τόπο σε τόπο ή από ημέρα σε ημέρα. Το μεγαλύτερο ποσό νέφωσης και υετού παρατηρείται κατά τη διάρκεια αυτών των μηνών.



**Εικ. 14-6. Τυπικοί Αρκτικοί Ωκεανοί, Χιονοσκεπές Έδαφος και Κορυφές Νεφών**

#### β. Μέτωπα

Τα μέτωπα στην Αρκτική έχουν πάρα πολλά παρόμοια χαρακτηριστικά καιρού με εκείνα των μετώπων των μέσων πλατών, εκτός από τα μέσα και υψηλά νέφη, τα οποία παρουσιάζονται γενικά σε πολύ χαμηλότερα ύψη και ο υετός είναι συχνά της μορφής του χιονιού. Οι άνεμοι επιφάνειας είναι συνήθως ισχυρότατοι κατά τη διέλευση και ακριβώς μετά τη διάβαση του μετώπου και δημιουργούν κινδύνους από το παρασυρόμενο χιόνι και τις μηχανικές αναταράξεις.

#### γ. Θερμοκρασία

Η Αρκτική περιοχή είναι πολύ ψυχρή κατά τον χειμώνα, αλλά σε μερικές περιπτώσεις ορισμένες περιοχές είναι εκπληκτικά θερμές. Τούτο παρατηρείται όταν βαθιά χαμηλά κινούνται μέσα στην περιοχή αυτή συνδυαζόμενα με τη θέρμανση που προκαλείται από τη συμπίεση του αέρα κατά την κάθοδό του από τις οροσειρές (άνεμος Φεν). Αντίθετα προς αυτό που πιστεύει η κοινή γνώμη, οι εσωτερικές περιοχές της Σιβηρίας, του Βόρειου Καναδά και της Αλάσκας έχουν ευχάριστα θερμά καλοκαίρια με αρκετή ηλιοφάνεια. Σημειώστε ότι οι εσωτερικές περιοχές παρουσιάζουν περισσότερες

θερμές ημέρες από τις παράκτιες περιοχές. Οι χαρακτηριστικές θερμοκρασίες της Αρκτικής για το καλοκαίρι και το χειμώνα δίνονται παρακάτω:

(1) **Εσωτερικές περιοχές.** Όσο διαρκεί το καλοκαίρι οι θερμοκρασίες της ενδοχώρας ανέρχονται συχνά σε 60 ως 70° F ή 80° F και σε ορισμένες περιπτώσεις στους 90° F. Σε περιοχή της Αλάσκας που βρίσκεται ακριβώς βόρεια του Αρκτικού πόλου, παρατηρήθηκε θερμοκρασία 100° F. Σε περιοχή επίσης της βόρειας κεντρικής Σιβηρίας σημειώθηκε τιμή 94° F.

Κατά τον χειμώνα οι θερμοκρασίες είναι συνήθως πολύ κάτω από το μηδέν στα βόρεια τμήματα της ηπειρωτικής ενδοχώρας. Κατά τις μικρές αυτές νυκτερινές περιόδους, οι θερμοκρασίες φυσιολογικά πέφτουν στους -20 ή -30° F και σε μεμονωμένες περιοχές η ημερήσια ελάχιστη θερμοκρασία κατέρχεται στους -40° F. Η κανονική χαμηλότερη ημερήσια θερμοκρασία στη βόρεια κεντρική Σιβηρία τον χειμώνα κυμαίνεται μεταξύ -45° F και -55° F. Στο Verkhojansk που βρίσκεται στην περιοχή αυτή, καταγράφηκε η μικρότερη θερμοκρασία του Β. Ημισφαιρίου (-94° F). Στο Snay στην περιοχή του Υυκοπ του Καναδά, καταγράφηκε η χαμηλότερη θερμοκρασία της Β. Αμερικής (-83° F).

(2) **Υδάτινες και Παράκτιες Περιοχές.** Η παράκτια περιοχή της Αρκτικής που συμπεριλαμβάνει και το Καναδικό Αρχιπέλαγος έχει σχετικά ψυχρό και σύντομο καλοκαίρι. Οι θερμοκρασίες ανέρχονται στους 40 ή 50° F και σε ορισμένες περιπτώσεις φθάνουν τους 60° F. Δεν υπάρχουν εποχές κατά μήκος των ακτών και η θερμοκρασία βρίσκεται κάτω από τους 0 AC σε όλο το έτος. Η ελάχιστη θερμοκρασία στο Barrow της Αλάσκας πέφτει κάτω από τους 0° C περίπου 42 ημέρες κατά έτος. Κατά τον χειμώνα αποτελεί σπάνια περίπτωση η άνοδος της θερμοκρασίας πάνω από τους 0° C σ' όλη την έκταση των ακτών.

Αν και είναι πολύ ψυχρή η περιοχή αυτή, ωστόσο δεν είναι τόσο ψυχρή όσο μερικές περιοχές της ενδοχώρας του Καναδά και της Σιβηρίας, όπου οι μέσες ημερήσιες τιμές ελάχιστης θερμοκρασίας είναι 20° F ψυχρότερες.

Ο πόλος δεν είναι τόσο ψυχρός όσο μερικές περιοχές εσωτερικού λόγω της θερμότητας του υποκείμενου ύδατος. Οι θερμοκρασίες πάνω από τον Αρκτικό Ωκεανό είναι παρόμοιες με εκείνες κατά μήκος των ακτών, αν και οι θερινές θερμοκρασίες είναι κάπως μικρότερες, που σπάνια υπερβαίνουν τους 35° F. Τούτο δεν είναι παράδοξο επειδή ο συσσωρευμένος πάγος καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος του Αρκτικού Ωκεανού όλο το χρόνο.

#### δ. Νέφη και Υετός

Όπως μνημονεύθηκε προηγουμένως, η νέφωση πάνω από την Αρκτική είναι η ελάχιστη κατά τον χειμώνα, ενώ είναι η μέγιστη κατά το καλοκαίρι και το φθινόπωρο, αν και παρατηρούνται αρκετές νεφελώδεις ημέρες κατά την άνοιξη. Πάνω από την εσωτερική περιοχή κατά τα θερμά καλοκαιρινά απογεύματα σχηματίζονται διεσπαρμένοι σωρρείτες. Ανάλογα με την περίπτωση αναπτύσσονται σε καταιγίδες, πλην όμως οι καταιγίδες σπάνια διατάσσονται σε συνεχή γραμμή.

Κατά μήκος της Αρκτικής ακτής και πάνω από τον Αρκτικό Ωκεανό πολύ σπάνια παρατηρούνται καταιγίδες. Αν και έχουν παρατηρηθεί κυκλώνες κοντά στον Αρκτικό κύκλο, η εμφάνισή τους είναι πάρα πολύ σπάνια. Ο υετός στην Αρκτική είναι γενικά ασθενής. Τα ετήσια ύψη υετού στις χιονοσκεπείς περιοχές και κατά μήκος της παράκτιας περιοχής ανέρχονται μόνο σε 3 ως 7 ίντσες. Η ενδοχώρα είναι κάπως υγρότερη, με ετήσια ύψη 5-15 ίντσες. Τα ύψη υετού δείχνουν ότι το κλίμα πάνω από τον Αρκτικό Ωκεανό και στις παράκτιες περιοχές που συνορεύουν μ' αυτόν είναι τόσο ξηρό, όσο και σε αυτές τις Αρκτικές περιοχές των ΗΠΑ. Ο υετός ο οποίος πέφτει σε αυτές τις Αρκτικές περιοχές είναι συνήθως της μορφής χιονιού. Οι περιοχές του εσωτερικού δέχονται κυρίως βροχή.

#### ε. Παγοποίηση

Ενώ πάρα πολλές Αρκτικές αέριες μάζες παρουσιάζουν έκδηλη ξηρότητα σε όλα τα επίπεδα εκτός από τα χαμηλότερα, υγρασία μπορεί να απαντηθεί σε σημαντικά ύψη μέσα στις θαλάσσιες πολικές αέριες μάζες. Τούτο στη συνέχεια δημιουργεί συνθήκες παγοποίησης, τις οποίες ο χειριστής θα πρέπει να υπολογίσει, όταν κατέρχεται μέσα από πυκνά στρώματα νεφών πάνω από τις ελεύθερες υδάτινες περιοχές. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να παρατηρηθεί παγοποίηση κατά τη διέλευση μέσα από νέφη τα οποία εμφανίζονται με σχετική λεπτή υφή. Ενώ οι μάζες που περιέχουν νέφη απαντώνται πάντα κατά μήκος των ακτών, τα νέφη που είναι ικανά να δημιουργήσουν παγοποίηση μεταφέρονται πολύ βαθιά στην ξηρά από ισχυρούς ανώτερους αποθαλάσσιους ανέμους. Σημαντική παγοποίηση απαντάται σε μορφή ομιχλοκρύσταλλου (αν και ο συνδυασμός αυτού με καθαρό πάγο δεν είναι ασυνήθης σε παράκτιες ορεινές περιοχές) και κάτω από ορισμένες συνθήκες μπορεί να αναπτυχθεί επικίνδυνα.

#### στ. **Πάχνη**

Στις παράκτιες περιοχές κατά την άνοιξη, το φθινόπωρο και τον χειμώνα σχηματίζεται ισχυρή πάχνη και ομιχλοκρύσταλλος σε αεροσκάφη που σταθμεύουν έξω από υπόστεγα. Τούτο είναι συνηθέστερο όταν παρουσιάζεται ομίχλη πάγου. Ισχυρές συσσωρεύσεις πάχνης και ομιχλοκρυστάλλου επιδρούν στην αεροτομή και προκαλούν απώλεια ισχύος, κατάσταση η οποία μπορεί να αποβεί επικίνδυνη, εάν το περιβάλλον απαιτεί μεγάλο βαθμό ανόδου για την υπερπήδηση των κορυφών βουνών.

#### ζ. **Άνεμος**

Ισχυροί άνεμοι παρατηρούνται συχνότερα κατά μήκος της ακτής στην Αρκτική και έχουν πολλές φορές μεγάλη ένταση. Ταχύτητες μεγαλύτερες από 70 κόμβους έχουν παρατηρηθεί σε πολλούς παράκτιους σταθμούς.

Η συχνότητα των ισχυρών ανέμων στις παράκτιες περιοχές είναι μεγαλύτερη κατά το φθινόπωρο και τον χειμώνα. Κατά μήκος της ακτής της Γροιλανδίας, άνεμοι 90 κόμβων δεν είναι ασυνήθιστοι του χειμερινούς μήνες, ενώ ισχυροί άνεμοι είναι σπάνιοι πάνω από την παγωμένη περιοχή.

Από τις παρατηρήσεις του ανέμου κατά τη διάρκεια ενός έτους στο νησί Fletcher (εικ 14-7) κοντά στο Β. Πόλο, ο άνεμος ανέβηκε μια φορά πάνω από τους 28 κόμβους. Ωστόσο ο άνεμος πνέει σταθερά ένεκα της μη ύπαρξης λόφων ή ορέων. Οι άνεμοι σε συνδυασμό με τις χαμηλές θερμοκρασίες κάνουν την Αρκτική παράκτια περιοχή και την περιοχή των πάγων ακατάλληλη για διαμονή, γιατί περιορίζουν σοβαρά τις υπαίθριες ανθρώπινες δραστηριότητες.

Οι ταχύτητες του ανέμου γενικά είναι ασθενείς όλο τον χρόνο, αλλά φυσιολογικά το μέγιστο παρουσιάζεται κατά το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Κατά τον χειμώνα στις περιοχές αυτές αναπτύσσονται συστήματα υψηλών πιέσεων με ασθενείς ανέμους.

#### η. **Ορατότητα**

Ο κίνδυνος της λευκότητας είναι οπτικό φαινόμενο που περιορίζει την ορατότητα, το οποίο αντίθετα προς τη χιονόπτωση, το παρασυρόμενο χιόνι, την ομίχλη ή τον καπνό, παρατηρείται ιδιαίτερα στην Αρκτική και Ανταρκτική περιοχή. Τα απαραίτητα συστατικά της λευκότητας είναι περιοχή καλυμμένη από χιόνι ή πάγο και στρώμα νέφωσης ομοιόμορφου πάχους, που καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος του ουρανού. Οι παράλληλες ακτίνες του ήλιου διαθλούμενες διαχέονται και διερχόμενες μέσω του στρώματος των νεφών προσπίπτουν στο χιονοσκεπές έδαφος από πολλές διαφορετικές γωνίες. Το διάχυτο φως μετά από αλληπάλληλες ανακλάσεις πάνω στο νεφικό στρώμα της επιφάνειας γίνεται λευκό, δηλαδή εξαφανίζει κάθε φωτοσκίαση (το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να προκληθεί μέσα σε λευκό δωμάτιο με καθρέπτες πολλαπλών γωνιών στο δάπεδο και στην οροφή).

Η λευκότητα παρουσιάζει τη μέγιστη έντασή της όταν το νεφικό κάλυμμα είναι σχετικά χαμηλά και ο ήλιος βρίσκεται σε γωνία περίπου 20° πάνω από τον ορίζοντα. Το αποτέλεσμα είναι η απώλεια αντίληψης του βάθους, όπου κτίρια, άνθρωποι και σκοτεινά αντικείμενα εμφανίζονται να επιπλέουν μέσα στην ατμόσφαιρα και ο ορίζοντας εξαφανίζεται. Η διέλευση πάνω από το χιόνι γίνεται επικίνδυνη ειδικά σε περιοχές όπου το έδαφος έχει ρωγμές. Η χαμηλή πτήση πάνω από περιοχή με πάγους και οι προσγειώσεις σε χιονοσκεπείς επιφάνειες είναι επικίνδυνες. Πολλά ατυχήματα αεροσκαφών καταγράφηκαν κατά τα τελευταία χρόνια, στα οποία η επικίνδυνη λευκότητα υπήρξε ένας από τους παράγοντες οι οποίοι τα προξένησαν.

#### θ. **Ομίχλες**

Η ομίχλη περιορίζει τις απο/προσγειώσεις στην Αρκτική περισσότερο από κάθε άλλο παράγοντα περιορισμού της ορατότητας.

##### (1) **Ομίχλη Πάγου**

Η ομίχλη πάγου αποτελεί τον κύριο παράγοντα περιορισμού των πτήσεων αεροσκαφών κατά τον χειμώνα ένεκα της συχνής εμφάνισής της και της τάσης εμμονής της. Η ομίχλη πάγου παρατηρείται σπάνια εκτός από την Αρκτική περιοχή και αποτελείται από μικροσκοπικούς παγοκρυστάλλους, σε αντίθεση με την κοινή ομίχλη που αποτελείται από υδροσταγονίδια. Σχηματίζεται μέσα σε υγρό και πάρα πολύ ψυχρό αέρα και με συνθήκες νηνεμίας. Οι μικροσκοπικοί παγοκρύσταλλοι καλούνται βελόνες ή αιχμές. Όταν ο ήλιος λάμπει πάνω σ' αυτά τα αιωρούμενα μόρια δημιουργούνται πολύ λαμπρές αντανάκλασεις ή αναλαμπές μεταβαλλόμενης έντασης.

Η επίδραση στην ορατότητα εξαρτάται πάρα πολύ από το αν βλέπουμε προς τον ήλιο ή αντίθετα σ' αυτόν. Αν και η ομίχλη πάγου μπορεί να σχηματισθεί τόσο φυσικά όσο και τεχνικά, εκείνη η οποία επηρεάζει τις πτήσεις δημιουργείται συχνότερα από τα ελκυόμενα καύσιμα των αεροσκαφών σε ψυχρό



αέρα. Όταν ο άνεμος είναι πολύ ασθενής και η θερμοκρασία κυμαίνεται γύρω στους 30° F ή λιγότερο, σχηματίζεται ομίχλη σχεδόν ακαριαία με την έξοδο των καυσαερίων του αεροσκάφους.

Κάποιες φορές η ομίχλη αυτή διαρκεί για ημέρες, αλλά τις περισσότερες φορές η διάρκειά της μπορεί να περιορίζεται μόνο σε λίγα λεπτά.

#### (2) Ομίχλη Μεταφοράς

Η ομίχλη μεταφοράς αποτελείται από υδροσταγονίδια ή παγοκρυστάλλους, παρατηρείται δε ακόμα συχνότερα απ' αυτήν που περιγράφηκε πιο πάνω. Παρατηρείται συνήθως κατά τον χειμώνα και είναι πολύ επίμονη. Η ομίχλη μεταφοράς σχηματίζεται κατά μήκος των παράκτιων περιοχών αντίθετα από τη ροή των ανέμων. Συνήθως έχει διάταξη παράλληλης ζώνης προς την ακτή και σχηματίζεται καθώς συγκριτικά θερμός και υγρός αέρας κινείται πάνω από ψυχρή επιφάνεια, που προέρχεται από τέτοιες υδάτινες επιφάνειες. Εάν η ξηρά είναι λοφώδης ή ορεινή, η ανύψωση του αέρα θα καταλήξει σε χαμηλά νέφη Stratus σε συνδυασμό με την ομίχλη. Τα νέφη Stratus και η ομίχλη ελαττώνονται γρήγορα στην ξηρά. Τα υπήνεμα μέρη των νησιών και βουνών συνήθως δεν καλύπτονται από ομίχλη μεταφοράς, λόγω των μηχανισμών αναταράξεων και στις θέρμανσης του αέρα με τη συμπίεση κατά την κάθοδό του στις πλαγιές.

#### (3) Ομίχλη Εξάτμισης

Η ομίχλη εξάτμισης που ονομάζεται συνήθως καπνός θάλασσας σχηματίζεται το χειμώνα όταν ψυχρός και ξηρός αέρας που προέρχεται από την ξηρά διέρχεται πάνω από σχετικά θερμά ωκεάνια ύδατα. Η υγρασία εξατμίζεται γρήγορα από την υδάτινη επιφάνεια, αλλά επειδή ο ψυχρός αέρας μπορεί να συγκρατήσει μικρό ποσό υγρασίας πραγματοποιείται συμπύκνωση ακριβώς πάνω από την υδάτινη επιφάνεια, που εμφανίζεται σαν ατμός που ανέρχεται από τον ωκεανό. Η ομίχλη αποτελείται εξ ολοκλήρου από υδροσταγονίδια τα οποία πήζουν γρήγορα και πέφτουν εκ νέου στη θάλασσα σαν παγοκρύσταλλοι.

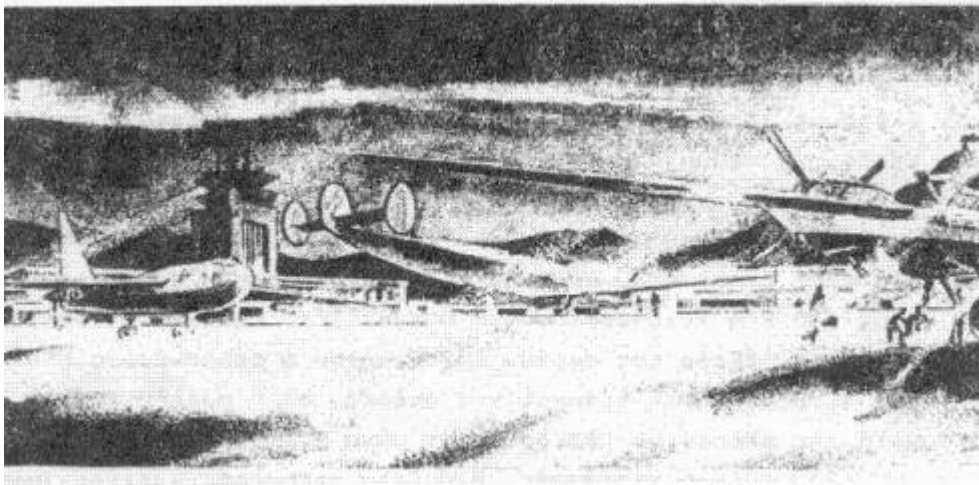
#### (4) Αρκτική Πυκνή Ομίχλη

Χειριστές που πετούν πάνω από την Αρκτική έχουν μερικές φορές περιορισμένη ορατότητα κατά την οριζόντια διεύθυνση, όταν παρατηρούν τα αντικείμενα επιφάνειας υπό γωνία μικρότερη των 90°. Έγχρωμες φωτοσκιάσεις υποδηλώνουν ότι πολύ μικρά σωματίδια προκαλούν τα φαινόμενα αυτά.

Το φαινόμενο καλείται Αρκτική αχλή ή καπνός πάχνης (Frost Smoke) όταν παρατηρείται κοντά στο έδαφος. Όταν ο ήλιος ακτινοβολεί επάνω στους παγοκρυστάλλους, τότε ονομάζεται σκόνη διαμαντιών.

#### (5) Παρασυρόμενο και Ανυψούμενο Χιόνι

Το παρασυρόμενο χιόνι συνιστά μεγαλύτερο κίνδυνο για τις πτήσεις στην Αρκτική παρά στα μέσα πλάτη, γιατί το χιόνι είναι ξηρό και καθαρό και παρασύρεται εύκολα από τον άνεμο. Άνεμοι 8-12 κόμβων μπορεί να ανυψώσουν το χιόνι πολλά μέτρα από το έδαφος, οπότε πολλά αντικείμενα στο έδαφος δεν είναι ορατά και κυρίως τα φώτα των διαδρόμων (εικ. 14-7).



Εικ. 14-7. Περιορισμός Ορατότητας Λόγω Πνέοντος Χιονιού

Κάτω από ορισμένες συνθήκες απότομη αύξηση των ανέμων επιφάνειας μπορεί να περιορίσει την ορατότητα στο μηδέν μέσα σε λίγα μόνο λεπτά. Τούτο παρατηρείται συχνά και χωρίς κάποια προειδοποίηση στην Αρκτική. Ισχυρότεροι άνεμοι ανυψώνουν το παρασυρόμενο χιόνι σε ύψη μεγαλύτερα των 1.000 ποδών και δημιουργούν σωρούς ύψους 30 ποδών. Αν και το παρασυρόμενο χιόνι επιφάνειας μπορεί να παρατηρηθεί χωρίς περιορισμό από της κατακόρυφης ορατότητας, οι σωροί περιορίζουν την οριζόντια ορατότητα κατά από απο/προσγειώσεις .

#### (6) Καπνός

Άλλος πιθανός κίνδυνος είναι ο καπνός και θεωρείται σοβαρός για την Αρκτική μόνο σε περιοχές μεγάλων πόλεων. Παρατηρείται συχνά κατά τον χειμώνα, σε συνδυασμό με ασθενή ομίχλη ακτινοβολίας.

### 4. Ιδιομορφίες του Αρκτικού Καιρού

#### α. Αποτελέσματα των Αναστροφών Θερμοκρασίας

Η γρήγορη αύξηση της θερμοκρασίας καθ' ύψος στα χαμηλά επίπεδα της Αρκτικής κατά το μεγαλύτερο μέρος του χειμώνα, προκαλεί πολλά αξιοσημείωτα φαινόμενα. Οι ήχοι μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις κάτω απ' αυτές τις συνθήκες. Όταν η αναστροφή είναι πολύ ισχυρή, οι φωνές ακούγονται σε μεγάλες αποστάσεις σε σύγκριση με τη συνήθη απόσταση ακοής της ανθρώπινης φωνής. Ασθενείς ακτίνες κάμπτονται διερχόμενες μέσω αναστροφής κάτω από μικρή γωνία. Τούτο προκαλεί την εμφάνιση αντικειμένων πάνω από τον ορίζοντα τα οποία φυσιολογικά βρίσκονται πέρα από αυτόν. Το αποτέλεσμα αυτό είναι γνωστό σαν οφθαλμαπάτη (Looming) και αποτελεί παραλλαγή του αντικατοπτρισμού. Αντικατοπτρισμοί οι οποίοι παραμορφώνουν το σχήμα του ήλιου, της σελήνης και άλλων αντικειμένων είναι συνήθεις στις αναστροφές αυτές.

#### β. Βόρειο Σέλας (Aurora Borealis)

Περισσότερο γνωστό σαν βόρειο φως, το βόρειο σέλας έχει το αντίστοιχό του στην Ανταρκτική όπου ονομάζεται νότιο σέλας (Aurora Australis) ή νότιο φως. Ενώ το βόρειο φως παρατηρείται στην Αρκτική περιοχή, επειδή δημιουργείται σε μεγάλα ύψη πάνω από τη γήινη επιφάνεια (οι ακτίνες του υπολογίστηκαν άνω των 600 μιλίων υπεράνω της γης) έχει παρατηρηθεί και από τη Φλώριδα.

Οστόσο η μεγαλύτερη συχνότητα παρατηρήσεων σημειώνεται στα πλάτη των βόρειων πολιτειών των ΗΠΑ και ακόμα βορειότερα. Η φωτεινότητά του ποικίλλει από ασθενή αναλαμπή μέχρι το φωτισμό της πανσέληνου. Συχνά μεταβάλλει το σχήμα και τον τύπο του εμφανιζόμενο σαν ακτίνες, αψίδες, στρέμματα ή παραπετάσματα με πτυχές. Κατά τη διάρκεια της ενεργούς εμφάνισής του συνοδεύεται από παλλόμενες επιφάνειες οι οποίες αστράφτουν γρήγορα και σε όλη την έκταση από τον ορίζοντα μέχρι το ζενίθ. Το επικρατέστερο χρώμα είναι το ανοικτό πράσινο, αλλά μερικές φορές παρατηρείται και το κίτρινο ή κόκκινο, το κυανούν και το ιώδες.

Μετά από έρευνα αποδείχθηκε ότι υπάρχει σχέση μεταξύ σέλατος και ηλιακών κηλίδων. Θεωρητικά μόρια ενέργειας από τον ήλιο προσκρούουν πάνω στο μαγνητικό πεδίο της γης και μεταφέρονται κατά μήκος των δυναμικών γραμμών, οι οποίες χαμηλώνουν συγκλίνουσες κοντά στους μαγνητικούς πόλους. Στις περιοχές αυτές οι γραμμές διερχόμενες μέσω αραιωμένων αερίων της εξωτερικής ατμόσφαιρας φωτίζουν τα μόρια αυτά ομοίωμα, όπως τα ηλεκτρικά φορτία λειτουργούν στους λαμπτήρες αερίων τύπου Neon.

#### γ. Ανάκλαση Φωτός από Χιονοσκεπείς Επιφάνειες

Από χιονοσκεπείς επιφάνειες ανακλάται περισσότερο φως από ότι από τις σκιερότερες επιφάνειες που απαντώνται στα μέσα και χαμηλά πλάτη. Η Αρκτική περιοχή ως εκ τούτου φωτίζεται περισσότερο από τις πηγές φωτός, αν συγκριθεί με τις περιοχές οι οποίες φωτίζονται με την ίδια ένταση φωτός. Όταν ο ήλιος ακτινοβολεί ένα μεγάλο μέρος του φωτός ανακλάται από τις χιονοσκεπείς επιφάνειες και εξαλείφει σχεδόν τις σκιές. Το γεγονός αυτό ελαττώνει σημαντικά την αντίθεση μεταξύ των αντικειμένων και κάνει πολύ δύσκολη τη διάκριση μεταξύ τους. Το τοπίο φαίνεται γενικά σαν να καταδύεται χωρίς φωτοσκιάσεις μέσα σε γκριζόλευκο πεδίο. Σκοτεινά όρη που βρίσκονται σε αρκετή απόσταση διακρίνονται εύκολα, πλην όμως οι σχισμές (παγετώνων ή μάζας πάγου και ξηράς) δεν διακρίνονται και τούτο οφείλεται στην έλλειψη αντιθέσεων.

#### δ. Φως από Ουράνια Σώματα

Οι χειριστές διαπιστώνουν ότι το φως της ημισελήνου πάνω από χιονοσκεπείς επιφάνειες είναι αρκετό για τις ανάγκες προσγειώσης στην Αρκτική. Σε μερικές περιπτώσεις μπορούμε ακόμη και να διαβάσουμε εφημερίδα υπό το φως της πανσέληνου. Ακόμα και φωτισμός από τα αστέρια

παρέχει φωτισμό μεγαλύτερο απ' αυτόν που απαντάται σε άλλα μέρη. Μόνο σε περιόδους νεφοσκεπών ημερών η σκοτεινότητα της νύχτας στην Αρκτική προσεγγίζει το βαθμό σκοτεινότητας των χαμηλότερων γεωγραφικών πλατών. Υπάρχουν συχνά μεγάλες περιόδοι σεληνόφωτος, όπου η σελήνη παραμένει πάνω από τον ορίζοντα αρκετές ημέρες συνεχώς.

## **5. Καιρός Αρκτικής και Επιχειρήσεις Αεροπορίας**

α. Για το μεγαλύτερο μέρος της Αρκτικής ελλοχεύουν λιγότεροι και μικρότερης σοβαρότητας κίνδυνοι καιρού για τα αεροσκάφη κατά την πτήση σε σχέση με άλλες περιοχές. Αλλά ορισμένες περιοχές της Γροιλανδίας συναγωνίζονται τις Αλεούτιες Νήσους στην εμφάνιση του χειρότερου καιρού για πτήσεις. Γενικά οι συνθήκες πτήσεως στην Αρκτική είναι καλές σ' όλη τη διάρκεια του έτους. Κατά τις απο/προσγειώσεις στην Αρκτική οι χειριστές συναντούν δυσκολίες λόγω των χαμηλών βάσεων νεφών και της ορατότητας καθώς επίσης και το σοβαρότερο κίνδυνο της έλλειψης εκτίμησης βάθους λόγω της λευκότητας.

### **β. Γενικές Καιρικές Συνθήκες Πτήσεως στην Αρκτική**

Η ομίχλη πάγου αποτελεί τον κύριο περιορισμό για τις επιχειρήσεις των αεροσκαφών κατά τον χειμώνα. Ενώ αυτή δεν αποτελεί ιδιαίτερο κίνδυνο σε σχέση με τη συνήθη ομίχλη, εκτός από τον περιορισμό της ορατότητας, αποτελεί εντούτοις σοβαρό πρόβλημα ένεκα της συχνότητάς της και της εμμονής της. Συνήθεις ομίχλες υδροσταγονιδίων παρουσιάζουν επίσης προβλήματα και μπορούν να προκαλέσουν παγοποίηση στο αεροσκάφος και περιορισμό της ορατότητας.

Επίσης το χιόνι που πέφτει καθώς και το παρασυρόμενο μειώνουν κατά πολύ την ορατότητα. Ο χειμώνας χαρακτηρίζεται από συχνές καταιγίδες και από την διάβαση καλά οργανωμένων μετώπων. Ωστόσο, ένεκα της ξηρότητας του αέρα η νέφωση και η βροχή περιορίζονται στο ελάχιστο. Οι αναταράξεις απαντώνται μόνο σε ορεινές περιοχές. Αντίθετα ο καιρός για πτήσεις είναι γενικά καλός. Παγοποίηση μερικές φορές παρατηρείται κατά το χειμώνα, πλην όμως είναι πιθανότερη κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο, όταν οι συνθήκες πτήσεως είναι συνήθως δυσμενέστερες. Η παγοποίηση κατά τις μεταβατικές αυτές περιόδους μεταξύ χειμώνα και καλοκαιριού, εκτείνεται σε μεγάλα ύψη, ενώ οι μετωπικές ζώνες είναι συνήθως ενεργές. Πάνω από τον Αρκτικό ωκεανό και κατά μήκος των παράκτιων περιοχών, παρασυρόμενο χιόνι και ισχυροί άνεμοι επιφάνειας αποτελούν τους κύριους κινδύνους κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου και του χειμώνα. Το παρασυρόμενο χιόνι μπορεί να εξαπατήσει τον άπειρο χειριστή, γιατί η ρηχότητα του στρώματος του χιονιού συνήθως επιτρέπει την κατακόρυφη ορατότητα, ενώ ταυτόχρονα η οριζόντια ορατότητα μέσα στο στρώμα του χιονιού είναι πολύ περιορισμένη.

Η ομίχλη αποτελεί τον κύριο κίνδυνο για τα αεροσκάφη στις παράκτιες περιοχές κατά το καλοκαίρι, όπου παρατηρείται κατά μέσο όρο 19 ημέρες στον καθ' ένα από τους μήνες του καλοκαιριού. Η ομίχλη αποτελεί δυναμική πηγή παγοποίησης στο αεροσκάφος, όταν η θερμοκρασία βρίσκεται μεταξύ 0° C και -23° C (-10° F). Πάνω από την ηπειρωτική ενδοχώρα διατηρούνται καλές συνθήκες πτήσης στο μεγαλύτερο μέρος του έτους. Από άποψη ύψους βάσεως νεφών και ορατότητας οι θερινοί μήνες εξασφαλίζουν άριστες συνθήκες πτήσης. Ωστόσο ο αριθμός των νεφελωδών ημερών κατά το θέρους υπερβαίνει εκείνες του χειμώνα. Η νέφωση και η βροχή είναι μεγαλύτερες παρ' ότι κατά τον χειμώνα, ένεκα των υψηλότερων θερμοκρασιών οι οποίες μπορούν να εξασφαλίσουν μεγαλύτερη υγρασία.

Τα χαμηλά συστήματα και τα μέτωπα είναι λιγότερα και ασθενέστερα το καλοκαίρι και σπάνια προκαλούν σοβαρές αναταράξεις, παγοποίηση ή ισχυρούς ανέμους. Οι αναπτυσσόμενες καταιγίδες το καλοκαίρι συνήθως είναι δυνατόν να παρακαμφθούν χωρίς ουσιώδη παρέκκλιση από τα σχέδια πτήσεων.

Απογειώσεις δε θα πρέπει να επιχειρούνται όταν κατακαθίζει πάχνη, πάγος ή χιόνι πάνω στις πτέρυγες του αεροσκάφους. Ακόμα και λεπτό στρώμα χιονιού μπορεί να προκαλέσει σοβαρές δονήσεις. Πάχνη σχηματίζεται στις πτέρυγες όταν τα αεροσκάφη παραμένουν στην ύπαιθρο σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Η πάχνη θα πρέπει να απομακρύνεται πάντα πριν από την εκκίνηση του Α/Φ.



## ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΕ

#### ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ

ΑΤΟ 1/1993

#### (ΤΑΦ-ΠΡΟΓΝΩΣΕΙΣ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΩΝ)

##### 1. Σκοπός

Σκοπός της παρούσας αεροναυτικής τεχνικής οδηγίας (ΑΤΟ) είναι να καθορίσει το περιεχόμενο και τη διάρκεια ισχύος των προγνώσεων (ΤΑΦ) που εκδίδονται από τα μετεωρολογικά κέντρα της χώρας, καθώς και τα μετεωρολογικά βοηθήματα και στοιχεία που απαιτούνται γι' αυτό.

##### 2. Γενικά Στοιχεία

α. Η πρόγνωση αεροδρομίου περιγράφει με συντομία την προβλεπόμενη μετεωρολογική κατάσταση κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης περιόδου. Περιλαμβάνει στοιχεία για άνεμο επιφάνειας, καιρό και νέφωση.

β. Λόγω του ευμετάβλητου των μετεωρολογικών στοιχείων και των δυσκολιών που υπάρχουν στην πρόγνωση μικρής διάρκειας, καταβάλλεται προσπάθεια ώστε η τιμή για κάθε στοιχείο που παρέχεται στις προγνώσεις, να αντιπροσωπεύει την πιο πιθανή μέση τιμή που είναι δυνατόν να πάρει το στοιχείο αυτό για τη χρονική περίοδο στην οποία αναφέρεται η πρόγνωση και για το συγκεκριμένο τόπο.

##### 3. Προγνώσεις Αεροδρομίων (ΤΑΦ)

α. Οι προγνώσεις για τα διεθνή ελληνικά αεροδρόμια, καθώς επίσης και για όλα τα πολιτικά αεροδρόμια εκδίδονται από το αεροναυτικό μετεωρολογικό γραφείο του Εθνικού Μετεωρολογικού Κέντρου (ΕΜΚ). Για τα στρατιωτικά αεροδρόμια που δεν είναι διεθνή, οι αντίστοιχες προγνώσεις εκδίδονται από το ΜΚ/ΑΤΑ.

β. Η χρονική περίοδος ισχύος των προγνώσεων αεροδρομίων (ΤΑΦ) είναι 9 ή 18 ώρες. Οι προγνώσεις αεροδρομίων ισχύος 9 ωρών εκδίδονται κάθε 3 ώρες, ενώ οι ισχύος 18 ωρών κάθε 6 ώρες.

##### 4. Τελικές Διατάξεις

α. Οι ώρες έκδοσης των ΤΑΦ και η καλυπτόμενη περίοδος φαίνονται στο Παράρτημα "Α".

β. Παράδειγμα ΤΑΦ περιλαμβάνεται στο Παράρτημα "Β".

γ. Η ΑΤΟ 1/1993 ισχύει από 0001 UTC της 1ης Ιουλίου 1993 και καταργεί την ΑΤΟ 1/1979.

##### 5. Παράρτημα "Α" της ΑΤΟ 1/1993 (Ώρες Έκδοσης των ΤΑΦ - Καλυπτόμενη Χρονική Περίοδος).

α. Η χρονική περίοδος ισχύος των ΤΑΦ είναι 9 ή 18 ώρες. Οι προγνώσεις Α/Δ 9 ωρών εκδίδονται ανά 3 ώρες, ενώ οι 18 ωρών εκδίδονται κάθε 6 ώρες.

β. Τα 9ωρα ΤΑΦ εκδίδονται στις ώρες:

- (1) 0300 UTC
- (2) 0900 UTC
- (3) 1500 UTC
- (4) 2100 UTC

και μία (1) ώρα πριν την έναρξη της ισχύος τους.

γ. Τα 18ωρα ΤΑΦ εκδίδονται στις ώρες:

- (1) 0400 UTC
- (2) 1000 UTC

(3) 1600 UTC

(4) 2200 UTC

επικαλύπτοντας δηλαδή κατά μία (1) ώρα το τέλος των 9ώρων TAF.

## 6. Παράρτημα "B" της ΑΤΟ 1/1993 (Συνοπτικός Οδηγός Αποκωδικοποιήσεως του TAF)

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ TAF

ZCZC 502 00000

FCGR31 LGAT 300900Z

LGAT 1019 23010KT 9999 SCT010 BKN018 BECMG 1113

6000-RA BKN012 TEMPO 1418 2000 DZRA OVC004

FM18 30020G30KT 9999-SHRA BKN015=

NNNNN

ZCZC : Αρχή μηνύματος για μετεωρολογική τηλετυπική επικοινωνία.

502 : Αύξων αριθμός μηνύματος.

0000 : Κωδικός αναγνώρισεως TAF.

FC : Κωδικός αναγνώρισεως TAF (FC=TAF διάρκειας 9 ωρών FT=TAF διάρκειας 18 ωρών)

GR : Ελλάδα-Χώρα εκδόσεως του TAF.

31 : Τηλεπικοινωνιακός κωδικός αριθμός(EMY).

: 31= INTERNATIONAL 55= DOMESTIC 22= Π.Α. (ΛΑΡΙΣΑ)

LGAT : Μετεωρολογικό Κέντρο εκδόσεως (Α/Δ Αθηνών).

300900Z : Ημερομηνία-Ωρα εκδόσεως.

30 : 30η μέρα του μηνός που διανύουμε.

0900Z : Ώρα εκδόσεως- ώρα UTC.

LGAT : Ταυτότητα του σταθμού του Ελληνικού σύμφωνα με τον διεθνή τοπωνυμικό ενδείκτη του Α/Δ που είναι καταχωρημένος στον ICAO. Όταν ο Μετεωρολογικός Σταθμός είναι Α/Δ, αντί του τοπωνυμικού ενδείκτη του Α/Δ, καταχωρείται με τρία ψηφία ο αριθμός του εκτός Μετεωρολογικού Σταθμού με τον οποίο είναι δηλωμένος στον WMO, π.χ. 675 (βλέπε Ερμηνεία Κωδικών - Προσθήκη 1).

1019 : Καλυπτόμενη περίοδος ισχύος του TAF από 1000 UTC έως 1900 UTC, (βλ. Παράρτημα "Α").

23010KT **Ομάδα Περιγραφής των Στοιχείων Ανέμου.**

230 : Αναφέρεται η μέση διεύθυνση από την οποία πνέει ο άνεμος σε μοίρες. Στην περίπτωση όπου η διεύθυνση του ανέμου μεταβάλλεται και η έντασή του είναι μέχρι 3KT τότε θα αναφέρεται VRB02KT. Στην περίπτωση όπου η διεύθυνση του ανέμου μεταβάλλεται κατά 60Α ή περισσότερο και η έντασή του είναι μεγαλύτερη των 3KT τότε θα αναφέρονται οι ακραίες διευθύνσεις μεταξύ οποίων των κυμαίνεται ο άνεμος π.χ. 270V360.

10 KT : Μέση ένταση του ανέμου στα τελευταία 10 λεπτά. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται η μονάδα KT. Εάν κατά τη διάρκεια της παρατήρησης που είναι δεκάλεπτη, ο μέγιστος άνεμος υπερβαίνει την ταχύτητα του μέσου ανέμου κατά 10 KT ή περισσότερο, τότε ονομάζεται ριπαίος (G) και θα αναφέρεται 20G34KT (δηλαδή ριπαίος από 20 έως 34 κόμβους).

9999 **Ομάδα Περιγραφής της Ορατότητας.**

: Η εκτίμηση της οριζόντιας ορατότητας μετρούμενη σε χιλιάδες μέτρα, π.χ. 6.000 μέτρα. Στην περίπτωση που η ορατότητα είναι μεγαλύτερη από 10 km, π.χ. 12.000 μέτρα, θα αναφέρεται 9999. Στην περίπτωση που η ορατότητα έχει αξιοσημείωτες μεταβολές προς διάφορες διευθύνσεις, τότε θα αναφέρεται η μικρότερη και η μεγαλύτερη ορατότητα ακολουθούμενη από ένα ή δύο γράμματα σαν ένα από τα οκτώ σημεία της πυξίδας (N, NE, E, SE, W, SW, W, NW) για να δεικνύει την κατεύθυνση που παρατηρήθηκαν, π.χ. 1400S, 6000E. Στην περίπτωση που η ορατότητα είναι κάτω από 1.000 μέτρα, θα αναφέρεται σαν ΟΜΙΧΛΗ. Σε Α/Δ με περισσότερους από έναν διαδρόμους και όταν η ορατότητα είναι μικρότερη των 1.500 μέτρων, τότε θα αναφέρεται στο TAF η ορατότητα για κάθε διάδρομο που είναι σε χρήση, π.χ. η ορατότητα στον RWY 09 είναι 800m και στον παράλληλο αριστερό RWY 1200m. Στο TAF θα δίδεται R09/800 RWY 36L/1200. Παράλληλοι διάδρομοι θα διαχωρίζονται με την πρόσθεση των γραμμάτων L,C,R τα οποία θα δεικνύουν τον αριστερό (L), κεντρικό (C), δεξιό (R) και παράλληλο διάδρομο αντίστοιχα.

SCT010 **Ομάδα Περιγραφής των Νεφών.**

BKN018 Μέχρι τρεις συντομογραφίες χρησιμοποιούνται για να περιγραφεί η νεφοκάλυψη.

SCT010 : Scattered (3-4/8 νεφοκάλυψη) με βάση στα 1.000 πόδια.

BKN018 : Broken (5-7/8 νεφοκάλυψη) με βάση στα 1.800 πόδια. Το ποσό της νεφοκάλυψης θα αναφέρεται στο TAF, όπως στη Προσθήκη "2/B". Η συντομογραφία CAVOK θα αντικαθιστά τις ομάδες της ορατότητας, του σημαντικού καιρού και των νεφών ή της κατακόρυφης ορατότητας όταν πληρούνται κάποιες προϋπο-θέσεις (βλέπε Προσθήκη "3/B").

**Ομάδα Περιγραφής Σημαντικού Καιρού.**

BECMG : Επέρχεται μεταβολή (βλέπε στην Προσθήκη "4/B", Ομάδες Μεταβολών).  
1113 : Αναμενόμενη περίοδος.  
6000 : Η ορατότητα θα γίνει 6.000 μέτρα.  
-RA : Λόγω ασθενούς βροχής (βλέπε Συντομογραφίες - Προσθήκη "5/B")  
BKN012 : Η νεφοκάλυψη θα είναι Broken (5-7/8) στα 1.200 πόδια.  
TEMPO : Παροδικά θα υπάρξει νέα μεταβολή στις καιρικές συνθήκες.  
1418 : Αναμενόμενη περίοδος της νέας μεταβολής από 1400 UTC ως 1800 UTC.  
2000 : Η ορατότητα θα γίνει 2.000 μέτρα.  
DZRA : Λόγω μετρίων ψεκάδων βροχής.  
OVC004 : Overcast (8/8 νεφοκάλυψη) με βάση στα 400 πόδια.  
1418 : Αρχή της προβλεπόμενης μεταβολής 1800 UTC. Χρησιμοποιούμε τις συντομογραφίες FM (From), TL (Until), AT (At) για να καθορίσουμε την ακριβή ώρα της μεταβολής.  
30020G 30 KT : Από την ώρα που αναφέρεται αμέσως παραπάνω (1800), ο άνεμος θα πνέει από 300A μίρες, εντάσεως 2 έως 30 KT ριπαιός. Το γράμμα G υποδηλώνει ριπαίο άνεμο.  
9999 : Η ορατότητα θα γίνει μεγαλύτερη των 10.000 μέτρων.  
-SHRA : Θα υπάρχουν ασθενείς όμβροι βροχής.  
BKN015 : BROKEN (5-7/8) νεφοκάλυψη με βάση στα 1.500 πόδια.  
= : Τέλος παρατήρησης.  
NNNNN : Τέλος μηνύματος για τηλετυπική επικοινωνία.

7. Προσθήκη "1/Β" της ΑΤΟ 1/1993

α. Στοιχεία Μετεωρολογικών Σταθμών

ΚΩΔ. ΣΤΑΘ.	ΣΤΑΘΜΟΣ	ΓΕΩΓΡ. ΠΛΑΤΟΣ	ΓΕΩΓΡ. ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ
547	ΑΓΡ/ΧΑΝΙΩΝ			
606	ΣΕΡΡΕΣ	41 05	23 34	34
607	ΔΡΑΜΑ	41 09	24 09	74
609	ΞΑΝΘΗ	41 08	24 53	43
610	ΚΟΜΟΤΗΝΗ	41 07	25 09	30
611	ΣΟΥΦΛΙ	41 07	26 11	21
613	ΦΛΩΡΙΝΑ	40 47	21 24	650
614	ΚΑΣΤΟΡΙΑ	40 27	21 27	604
616	ΠΤΟΛΕΜΑΪΔΑ	40 30	21 40	601
618	ΕΔΕΣΣΑ	40 48	22 03	237
619	ΤΡΙΚΑΛΑ ΗΜ.	40 36	22 33	237
622	ΜΙΚΡΑ	40 31	22 56	5
625	ΚΑΒΑΛΑ	40 56	24 23	6
626	ΘΑΣΟΣ	40 47	24 23	2
627	ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗ	40 51	25 57	3
628	ΚΟΝΙΤΣΑ	40 03	20 45	542
632	ΚΟΖΑΝΗ	40 18	21 47	625
637	ΠΟΛΥΓΥΡΟΣ	40 23	23 26	545
638	ΠΟΤΙΔΑΙΑ	40 16	23 23	
640	ΑΥΛΙΩΤΕΣ	39 47	19 41	132
641	ΚΕΡΚΥΡΑ	39 37	19 55	2
642	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	39 40	20 51	483
643	ΑΚΤΙΟ	38 58	20 46	4
644	ΚΑΛΑΜΠΑΚΑ	39 42	21 38	217
645	ΤΡΙΚΑΛΑ ΘΕΣ.	39 33	21 46	116
646	ΣΚΟΤΙΝΑ	40 03	22 33	3
647	ΚΑΡΔΙΤΣΑ	39 22	20 48	
648	ΛΑΡΙΣΑ	39 38	22 28	72
650	ΛΗΜΝΟΣ	39 45	25 14	3
654	ΚΩΣΤΑΚΟΙ ΑΡΤΑ	39 10	21 01	3
656	ΑΡΤΑ	39 18	21 00	42
657	ΔΟΜΟΚΟΣ	39 08	22 18	615
659	ΦΑΡΣΑΛΑ	39 18	22 23	148
660	ΣΚΙΑΘΟΣ	39 10	23 30	
661	ΒΟΛΟΣ	39 22	22 57	3
662	ΣΚΟΠΕΛΟΣ	39 07	23 44	11
665	ΑΓΧΙΑΛΟΣ	39 13	22 48	15
666	ΑΡΑΧΩΒΑ	38 29	22 35	950
667	ΜΥΤΙΛΗΝΗ	39 06	24 03	4
669	ΛΕΥΚΑΔΑ	38 50	20 43	1
672	ΑΓΡΙΝΙΟ	38 37	21 23	47
674	ΑΛΙΑΡΤΟΣ	38 25	23 06	110
675	ΛΑΜΙΑ	38 54	22 24	144
676	ΛΕΥΚΑΣ ΦΘ.	38 55	22 01	320
677	ΛΙΔΩΡΙΚΙ	38 31	22 08	600
678	ΚΑΡΠΕΝΗΣΙ	38 54	21 47	1000



679	ΩΡΕΟΙ	38 57	23 06	4
681	ΑΙΔΗΨΟΣ	38 15	23 01	2
682	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ	37 45	21 18	16
683	ΚΥΜΗ	38 38	24 06	224
684	ΣΚΥΡΟΣ	38 54	24 33	18
685	ΑΡΓΟΣΤΟΛΙ	38 11	20 29	22
686	ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ	38 22	21 26	1
687	ΑΡΑΞΟΣ	38 10	21 25	1
689	ΠΑΤΡΑ	38 15	21 44	3
690	ΣΙΚΥΩΝΑ	38 02	22 44	150
692	ΑΙΓΙΟ	38 15	22 05	64
693	ΔΕΣΦΙΝΑ	38 25	22 39	590
694	ΚΑΛΑΒΡΥΤΑ	38 02	22 06	739
695	ΦΥΧΤΙΑ	37 42	22 49	92
697	ΧΑΛΚΙΔΑ	38 28	23 36	4
698	ΠΑΙΑΝΙΑ	37 57	23 52	152
699	ΤΑΝΑΓΡΑ	38 19	23 32	139
700	ΑΝΑΒΡΥΤΑ	38 04	23 48	29
701	Ν. ΦΙΛΑΔΕΛΦΙΑ	38 03	23 40	138
707	ΑΘΗΝΑ	37 58	23 43	138
703	ΚΑΡΥΣΤΟΣ	38 00	24 25	2
705	ΖΑΚΥΝΘΟΣ	37 47	20 54	8
706	ΧΙΟΣ	38 22	26 09	10
707	ΠΥΡΓΟΣ	37 40	21 27	12
708	ΜΕΓΑΡΑ	38 00	23 21	1
709	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ	38 08	24 00	
710	ΤΡΙΠΟΛΗ	37 31	22 24	662
711	ΣΤΕΦΑΝΙ	37 45	22 50	860
712	ΚΟΡΙΝΘΟΣ	37 56	22 57	15
713	ΝΑΥΠΛΙΟ	37 24	22 49	2
715	ΤΑΤΟΪ	38 07	23 47	237
716	ΕΛΛΗΝΙΚΟ	37 54	23 44	15
717	ΠΕΙΡΑΙΑΣ	37 59	23 34	2
718	ΕΛΕΥΣΙΝΑ	38 04	23 33	31
720	ΙΚΑΡΙΑ	37 34	26 08	2
723	ΣΑΜΟΣ	37 42	25 55	6
724	ΑΡΓΟΣ	37 36	22 47	11
725	ΣΠΑΡΤΗ	37 04	22 25	212
726	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	37 04	22 06	8
727	ΛΕΩΝΙΔΙΟ	37 10	22 51	2
729	ΣΠΕΤΣΕΣ	37 16	23 09	4
730	ΣΥΡΟΣ	37 27	24 57	1
731	ΠΑΡΟΣ	37 02	25 09	1
732	ΝΑΞΟΣ	37 06	25 23	9
734	ΜΕΘΩΝΗ	36 50	21 42	33
736	ΤΙΡΥΝΘΑ	37 34	22 48	4
737	ΓΥΘΕΙΟ	36 46	22 34	2
738	ΜΗΛΟΣ	36 45	24 27	183
739	ΑΣΤΥΠΑΛΛΙΑ	36 32	26 21	73
740	ΚΩΣ	36 40	27 06	1
741	ΣΠΑΤΑ	37 58	23 55	

743	ΚΥΘΗΡΑ	36 08	23 08	167
744	ΘΗΡΑ	36 25	25 26	208
745	ΣΑΜΟΣ	35 15	24 14	240
746	ΣΟΥΔΑ	35 33	24 07	151
747	ΧΑΝΙΑ	35 30	24 02	62
749	ΡΟΔΟΣ Α/Δ	36 24	28 07	12
750	ΜΥΚΟΝΟΣ			
751	ΠΑΛΛΙΟΧΩΡΑ	35 14	23 40	3
752	ΑΝΩΓΕΙΑ	35 17	24 53	740
753	ΓΟΡΤΥΝΟΣ	35 20	25 11	39
754	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	35 20	25 11	39
755	ΦΟΥΡΝΗ	35 16	25 20	316
756	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑ	35 00	24 45	1
757	ΣΗΤΕΙΑ	35 12	26 06	11
758	ΡΕΘΥΜΝΟ	35 02	24 03	5
759	ΤΥΜΠΑΚΙ	35 00	24 45	7
760	ΚΑΣΤΕΛΙ	35 12	25 20	335
761	ΖΑΡΟΣ	37 08	25 54	345
763	ΤΖΕΡΜΙΑΔΕΣ	35 12	25 29	820
765	ΚΑΡΠΑΘΟΣ	35 31	27 15	9
768	ΛΕΡΟΣ			

β. Ερμηνεία Κωδικών Μετεωρολογικών Σταθμών - Ταυτότητα Α/Δ

LGAT	ΑΘΗΝΑ	
LGEL	ΕΛΕΥΣΙΝΑ	ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ
LGTS	ΘΕΣ / ΝΙΚΗ (ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ )	
LGAD	ΑΝΔΡΑΒΙΔΑ	ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ
LGRP	ΡΟΔΟΣ ΠΑΡ.( ΔΙΑΓΟΡΑΣ )	
LGIR	ΗΡΑΚΛΕΙΟ (Ν. ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗΣ)	
LGKR	ΚΕΡΚΥΡΑ (Ι.ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΣ)	
LGKO	ΚΩΣ	
LGSA	ΣΟΥΔΑ	ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ
LGLM	ΛΗΜΝΟΣ	
LGSM	ΣΑΜΟΣ	
LGAL	ΑΛΕΞ / ΠΟΛΗ (ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ )	
LGKL	ΚΑΛΑΜΑΤΑ	ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ
LGMT	ΜΥΤΗΛΗΝΗ	
LGSR	ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ	
LGZA	ΖΑΚΥΝΘΟΣ	
LGSK	ΣΚΟΠΕΛΟΣ	
LGKV	ΚΑΒΑΛΑ (Μ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ )	
LGPZ	ΠΡΕΒΕΖΑ	
LGRX	ΑΡΑΞΟΣ	ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ
LGMR	ΜΑΡΑΘΩΝΑΣ	
LGST	ΣΗΤΕΙΑ	
LGLR	ΛΑΡΙΣΑ	ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ
LGBL	ΒΟΛΟΣ (Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΣ)	ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ
LG TG	ΤΑΝΑΓΡΑ	ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ
LGSY	ΣΚΥΡΟΣ	ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ
LGAG	ΑΓΡΙΝΙΟ	ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ
LGHI	ΧΙΟΣ	
LGIO	ΙΩΑΝΝΙΝΑ	
LGKA	ΚΑΣΤΟΡΙΑ (ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ )	
LGKC	ΚΥΘΗΡΑ	
LGKF	ΚΕΦΑΛΛΟΝΙΑ	
LGKJ	ΚΑΣΤΕΛΛΟΡΙΖΟ	
LGKP	ΚΑΡΠΑΘΟΣ	
LGKS	ΚΑΣΟΣ	
LGKZ	ΚΟΖΑΝΗ (ΦΙΛΙΠΠΟΣ )	
LGLE	ΛΕΡΟΣΑ	
LG MK	ΜΥΚΟΝΟΣ	
LGML	ΜΗΛΟΣ	
LG NX	ΝΑΞΟΣ	
LGPA	ΠΑΡΟΣ	
LGSO	ΣΥΡΟΣ	
LGTL	ΚΑΣΤΕΛΙ	
LGTP	ΤΡΙΠΟΛΗ	ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ
LGTT	ΤΑΤΟΪ	ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ
LGPL	ΑΣΤΥΠΑΛΛΙΑ	
LG MG	ΜΕΓΑΡΑ	ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ ΣΤΡΑΤΟΥ
LGHL	ΠΟΡΤΟ ΧΕΛΙ	
LGAX	ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑ	ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ ΣΤΡΑΤΟΥ
LGAM	ΑΜΦΙΑΛΗ	ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
LG SV	ΣΤΕΦΑΝΟΒΙΚΕΙΟ	ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ ΣΤΡΑΤΟΥ
LGKN	ΚΟΤΡΩΝΙ	ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
LGSD	ΣΕΔΕΣ	ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ
LGKN	ΑΜΥΓΔΑΛΕΩΝΑΣ	ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ
LGSP	ΣΠΑΡΤΗ	ΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ

**8. Προσθήκη "2/B" της ΑΤΟ 1/1993 (Ποσό Νεφοκάλυψης)**

Το προβλεπόμενο ποσό της νεφοκάλυψης θα δίνεται σαν:

- α. FEW : Σχεδόν Αίθριος 1-2/8 (Few).
- β. SCT : Λίγο Νεφελώδης 3-4/8 (Scattered).
- γ. BKN : Νεφελώδης 5-7/8 (Broken).
- δ. OVC : Νεφοσκεπής 8/8 (Overcast).
- ε. SKC : Καθαρός Ουρανός (Sky Clear).

Το SKC (Sky Clear) θα χρησιμοποιείται εάν δεν υπάρχουν νέφη και η σύντμηση CAVOK δεν είναι κατάλληλη.

**9. Προσθήκη "3/B" της ΑΤΟ 1/1993 (Ερμηνεία Κωδικής Λέξης CAVOK).**

α. Η λέξη CAVOK (Ceelling And Visibility OK) θα αντικαθιστά της ομάδες της ορατότητας, του παρόντος καιρού και των νεφών, όταν πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- (1) Η ορατότητα είναι πάνω από 10 χιλιόμετρα.
- (2) Δεν υπάρχει νέφος κάτω από τα 5.000 πόδια και δεν υπάρχει νέφος CB.
- (3) Δεν υπάρχει υετός, καταιγίδα, αμμοθύελλα, ρηχή ομίχλη, σκόνη ή χιόνι.

β. Εκτός από τους τύπους των νεφών CB και TCU που θα προσδιορίζονται στο τέλος της ομάδας των νεφών, κανένας άλλος τύπος νέφους δεν προσδιορίζεται στα TAF και METAR.

γ. Η σειρά με την οποία αναφέρονται οι ομάδες θα είναι από τα χαμηλότερα προς τα υψηλότερα νεφικά στρώματα.

δ. Όταν δεν προβλέπονται επίσης νέφη κάτω από τα 5.000 πόδια και οι συντμήσεις CAVOK και SKC δεν είναι κατάλληλες, η ομάδα των νεφών θα αντικαθιστάται από την σύντμηση NSC (No Significant Change).

**10. Προσθήκη "4/B" της ΑΤΟ 1/1993 (Ομάδες Μεταβολών).**

α. Η συντομογραφία BECMG χρησιμοποιείται για να δείχνει αναμενόμενες αλλαγές είτε με κανονικό είτε με ακανόνιστο ρυθμό.

β. Η συντομογραφία TEMPO χρησιμοποιείται για να περιγράψει αναμενόμενες παροδικές διαταραχές στις μετεωρολογικές συνθήκες που διαρκούν για περίοδο μικρότερη της 1 ώρας κάθε φορά που συμβαίνουν.

γ. Η συντομογραφία PROB2C2C χρησιμοποιείται με σκοπό να δείχθει η πιθανότητα εμφάνισης μιας διαφορετικής τιμής ενός στοιχείου που προβλέπεται. Για το C2C2 μόνον τα μεγέθη 30 και 40 θα χρησιμοποιούνται για να δείχνουν την πιθανότητα 30% και 40% αντίστοιχα.

δ. Η πιθανότητα μπορεί επίσης να σχετίζεται με την εμφάνιση παροδικών διαταραχών. Σε αυτή την περίπτωση η συντομογραφία PROB τοποθετείται αμέσως πριν την ομάδα αλλαγής TEMPO, π.χ. PROB 30 TEMPO 1216.

ε. Η συντομογραφία PROB δε χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την συντομογραφία BEGMC ή την ομάδα που δεικνύει την ώρα αλλαγής (FMGG).

**11. Προσθήκη "5/B" της ΑΤΟ 1/1993 (Συντομογραφίες - Επεξήγηση Καιρικών Φαινομένων και Συμβόλων στο Χάρτη Σημαντικού Καιρού -TAF - METAR).**

CS		Μικρό χαλάζι και / ή χιονοσφαιρίδια.
IC		Σκόνη / Διαμαντόσκονη.
FU	Fume	Καπνός.
HZ	Haze	Ξηρά Αχλή.
BR	Mist	Υγρά Αχλή.
DZ	Drizzle	Ψεκάδες.
TS	Thunderstorm	Καταιγίδα - Αστραπή.
SS	Sandstorm	Αμμοθύελλα.

FG	Fog	Ομίχλη.
RA	Rain	Βροχή.
SN	Snow	Χιόνι.
SH	Showers	Όμβροι.
GR	Hail	Χαλάζι
SA	Sand	Άμμος.
SQ		Λαίλαπα.
SG		Κρύσταλλοι Χιονιού.
VA		Ηφαιστιακή Σκόνη.
FC		Νέφη Σίφωνες.
PE		Παγοσφαιρίδια.
DS		Κονιορτοθύελλα.
MI		Ρηγή.
RE	Recent	Παρελθόντα Φαινόμενα.
PO		Καλά διαμορφωμένοι στρόβιλοι σκόνης-άμμου.
BC		Κατά ζώνες.
DR		Παρασυρόμενοι.
BL		Μεταφερόμενη.
DU		Διασκορπισμένη σκόνη.
VC		Στην περιοχή.
FZ		Υπέρηξη.
VC		Εγγύς.
WS	Wind Shear	Ισχυρός κάθετος άνεμος.
LDG	Landing	Κατά την προσγείωση.
+		Ισχυρή.
-		Ασθενής.
SKC	Sky Clear	Αίθριος καιρός.
FEW	Few	Σχεδόν Αίθριος 1 -2/8 νεφοκάλυψη.
SCT	Scattered	Λίγο Νεφελώδης 3-4/8 νεφοκάλυψη.
BKN	Broken	Νεφελώδης 5-7/8 νεφοκάλυψη.
OVC	Overcast	Νεφοσκεπής 8/8 νεφοκάλυψη.
BECMG	Becoming	Επέρχεται κάποια αλλαγή φαινομένου.
TEMPO	Temporary	Παροδικά.
CRADY		Βαθμιαία.
TREND		Τάση αλλαγής κάποιου φαινομένου
INTER	Intermittent	Κατά διαλείμματα
NOSIG	No Significant Change	Καμία αξιόλογη μεταβολή στο επόμενο 2ωρο
VRB	Variable	Μεταβλητός
PROB	Probability	Πιθανότητα 30% - 40%
CAVOK	Ceelling And Visibility OK	Βάση νεφών πάνω από 5.000 πόδια και ορατότητα πάνω από 10Km
NIL		Δεν υπάρχει παρατήρηση από το σταθμό αυτό.
LOC	Local	Τοπικά
RWY	Ranway	Διάδρομος
ISOL	Isolated	Μεμωμένα CB
OCNL	Occasional	Καλώς διαχωρισμένα CB
FRQ	Frequency	Κολλημένα CB
EMB	Embedded	Εμπεριέχονται CB σε άλλα νέφη
CAT	Clear Air Turbulence	Αναταράξεις εν αιθρία
	Moderate Turbulence	ασθενείς αναταράξεις
		Μέτριες αναταράξεις

	Severe Turbulence	Ισχυρές Ασθενής Παγοποίηση
	Moderate Icing	Μέτρια » Ισχυρή » Ομίχλη Αχλή Χιόνι Καταιγίδα Όμβροι Χαλάζι Αμμοθύελλα - Κονιορτοθύελλα Ορογραφικά κύματα Ψεκάδες Βροχή Παγωμένη βροχή Καπνός Τροπικός Κυκλώνας Γραμμή Λαίλαπας Χιονοπτώσεις επικρατούντος ανέμου Έντονη θόλωση από σκόνη ή άμμο Έντονη θόλωση Ψυχρό Μέτωπο Θερμό Μέτωπο Συνεσφιγμένο Μέτωπο Στάσιμο Μέτωπο
MOV	Above Mountains	Πάνω από τα βουνά
MAR	At Sea	Στη θάλασσα
COT	At The Cost	Στις ακτές
VAL	Valleys	Στις κοιλάδες
LAN	Island	Στην ενδοχώρα.
CIT	Near or Over Towns Large	Κοντά ή πάνω από πόλεις
VIS	Visibility	Ορατότητα
1500M IN RAIN DUE TO MIST OR PRECIPITATION		1.500 μέτρα στην βροχή. Εξαιτίας της αχλής ή βροχής
TC		Τροπικοί Κυκλώνες
LSQ		Γραμμή λαιλαπας
SEVERE		Ισχυρό
MTW		Κύματα Όρους
OBS	Observed	Παρατηρούνται.
MOV	Moving	Κινούνται
FCST	Forecast	Προβλέπονται
INTSF	Intnsifying	Σε ενίσχυση
WKN	Weakining	Σε εξασθένηση
NC	No Change	Χωρίς μεταβολή

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΣΤ

### ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ

#### ΑΤΟ 2/1993

#### Μ Ε Τ Α Ρ

##### 1. Σκοπός

Σκοπός της παρούσας αεροναυτικής οδηγίας (ΑΤΟ) είναι να καθορισθούν οι διαδικασίες και τεχνικές προϋποθέσεις με τις οποίες θα εκτελούνται και θα διαβιβάζονται οι Τακτικές Αεροναυτικές Μετεωρολογικές Παρατηρήσεις (Metar) από τους Αεροναυτικούς Μετεωρολογικούς Σταθμούς, σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς.

##### 2. Γενικά Στοιχεία

α. Οι Αεροναυτικοί Μετεωρολογικοί Σταθμοί εκτελούν παρατηρήσεις METAR σε τακτά χρονικά διαστήματα μισής ή μιας ώρας ανάλογα με τις διαταγές που ισχύουν.

β. Οι χρόνοι εκτέλεσης των παρατηρήσεων METAR θα είναι HH+50 και HH+20 για τις ωριαίες και ημωριαίες αντίστοιχα.

γ. METAR είναι το όνομα του κώδικα που χρησιμοποιείται για τακτική μετεωρολογική παρατήρηση για την αεροπορία. Οι παρατηρήσεις METAR μπορούν να έχουν στο τέλος τους και μια πρόγνωση TREND.

δ. Το όνομα του κώδικα METAR θα περιλαμβάνεται στην αρχή κάθε αναφοράς, ακολουθούμενο από την ταυτότητα του Μετεωρολογικού Σταθμού και την ώρα της παρατήρησης.

##### 3. Τελικές Διατάξεις

α. Το METAR θα καταχωρείτε σε ειδικό βιβλίο που θα κρατείτε στο αρχείο του σταθμού για αόριστο διάστημα.

β. Παράδειγμα METAR περιλαμβάνεται στο Παράρτημα "Γ".

γ. Η ΑΤΟ-2/1993 ισχύει από 0001 UTC της 1ης Ιουλίου 1993 και καταργεί την ΑΤΟ 3/1984.

##### 4. Παράρτημα "Γ" της ΑΤΟ 2/1993 (Παράδειγμα METAR)

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ METAR ή SPECI

```
ZCZC 483 55555  
SAGR31LGAT140350Z  
LGAT 140350Z 30025G37KT 270V360 1200S, 6000N  
R09/0800, R36L/1200 + SHSNRA SCT050 BKN080 OVC120  
03/M01 Q0999 RETS WS LDG RWY27 NOSIG
```

ZCZC	:	Αρχή μηνύματος για μετεωρολογική τηλετυπική επικοινωνία.
483	:	Αύξων αριθμός μηνύματος.
55555	:	Κωδικός αναγνώρισης των METAR.
SA	:	Κωδικός αναγνώρισης των METAR.
GR	:	Χώρα εκδόσεως των METAR (Ελλάδα).
31	:	Τηλεπικοινωνιακός κωδικός αριθμός (EMY) (31 INTERNATIONAL, 55 DOMESTIC, 22 Π.Α. ΛΑΡΙΣΑ).
LGAT	:	Μετεωρολογικό κέντρο εκδόσεως-Α/Δ Αθηνών.
140350	:	Ημερομηνία-Ωρα εκδόσεως.
14	:	14η ημέρα του μηνός που διανύουμε.
0350	:	Ωρα εκδόσεως τρεις και πενήντα πρώτα λεπτά UTC.
LGAT	:	Ταυτότητα του σταθμού του Ελληνικού σύμφωνα με τον διεθνή τοπωνυμικό ενδείκτη του αεροδρομίου που είναι κατοχυρωμένος στον ICAO. Όταν ο Μετεωρολογικός Σταθμός είναι εκτός αεροδρομίου, αντί του τοπωνυμικού ενδείκτη του Α/Δ, καταχω-

- ρείται με ψηφία ο αριθμός του Μετεωρολογικού Σταθμού με τον οποίο είναι δηλωμένος στον WMO  
π.χ. 674 (Βλέπε Ερμηνεία Κωδικών -Προσθήκη "1/B").
- 140350Z : Ημερομηνία και χρόνος εκτέλεσης της παρατήρησης, σε ώρες και λεπτά UTC ακολουθούμενα χωρίς κενό από το γράμμα Z.
- 30025G37KT  
300o : **Ομάδα Περιγραφής των Στοιχείων Ανέμου**  
Αναφέρεται η μέση διεύθυνση από την οποία πνέει ο άνεμος σε μοίρες. Στην περίπτωση όπου η διεύθυνση του ανέμου μεταβάλλεται και η έντασή του είναι μέχρι 3KT τότε θα αναφέρεται VRB02KT. Στην περίπτωση όπου η διεύθυνση του ανέμου μεταβάλλεται κατά 60A ή περισσότερο και η έντασή του είναι μεγαλύτερη των 3KT, τότε θα αναφέρονται οι ακραίες διευθύνσεις μεταξύ των οποίων κυμαίνεται ο άνεμος π.χ. 270V360.
- 25G37KT : Η μέση ένταση του ανέμου στα τελευταία 10 λεπτά. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται η μονάδα KT. Εάν κατά την διάρκεια της 10λεπτης παρατήρησης, ο μέγιστος άνεμος υπερβαίνει την ταχύτητα του μέσου ανέμου κατά 10 KT ή περισσότερο τότε ονομάζεται ριπαίος και θα αναφέρεται 300 25 O 37 KT .
- Ομάδα Περιγραφής της Ορατότητας.**
- 1200S, 6000N : Η εκτίμηση της οριζόντιας ορατότητας μετρούμενη σε χιλιάδες μέτρα, π.χ. 8000 μέτρα. Στην περίπτωση που η ορατότητα είναι μεγαλύτερη από 10 χιλιόμετρα τότε θα αναφέρεται σαν 9999. Στην περίπτωση που η ορατότητα έχει αξιοσημείωτες μεταβολές προς τις διάφορες διευθύνσεις τότε θα αναφέρεται η μικρότερη και η μεγαλύτερη ορατότητα, ακολουθούμενη από ένα ή δύο γράμματα, σαν ένα από τα οκτώ σημεία της πυξίδας (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW) για να δεικνύει την κατεύθυνση που παρατηρήθηκαν, π.χ. στο METAR θα δίδεται 1400S, 6000E.
- R09/0800,  
R3 6L/1200 : Σε Α/Δ με περισσότερους από έναν διαδρόμους και όταν η ορατότητα είναι μικρότερη των 1500 μέτρων, τότε θα αναφέρεται στο METAR η ορατότητα για κάθε διάδρομο που είναι σε χρήση. Π.χ. η ορατότητα στο RWY 09 είναι 800m και στον παράλληλο αριστερό RWY 36 1200m, οπότε στο METAR θα δίνεται R09/0800 και R36L/1200. Παράλληλοι διάδρομοι θα διαχωρίζονται με την πρόσθεση των γραμμάτων L, C ή R, τα οποία θα δεικνύουν τον αριστερό, κεντρικό ή δεξιό παράλληλο διάδρομο αντίστοιχα.
- Ομάδα Περιγραφής του Παρόντος Καιρού.**
- +SHSNRA : Μέχρι 3 συντομογραφίες καιρικών φαινομένων θα χρησιμοποιούνται για να περιγραφούν όλα τα καιρικά φαινόμενα.
- +/- : Εάν η ένταση των φαινομένων που αναφέρονται είναι ισχυρά ή ασθενή αυτό θα δεικνύεται με το συν (+) ή το πλην (-). Βλέπε Συντομογραφίες-Επεξήγηση Καιρικών Φαινομένων και Συμβόλων - Προσθήκη "5/B".
- : Όμβροι.  
SH : Χιόνι.  
SN RA : Βροχή.
- Ομάδα Περιγραφής των Νεφών.**
- SCT050 : Scattered (3-4/8), χαμηλά νέφη με βάση τα 5000 πόδια.  
BKN080 : Broken (5-7/8), μεσαία νέφη με βάση τα 8000 πόδια.  
OVC120 : Overcast (8/8) μεσαία νέφη με βάση τα 12000 πόδια. Το ποσό της νεφοκάλυψης θα αναφέρεται στο METAR όπως στην Προσθήκη "2/B").
- Ομάδα Περιγραφής Θερμοκρασίας -Σημείου Δρόσου.**
- 03 : Θερμοκρασία ελευθέρου αέρα 3 βαθμοί Κελσίου.  
M01 : Αρνητική θερμοκρασία (-1oC) το σημείο δρόσου. Το γράμμα M δεικνύει αρνητικές θερμοκρασίες κάτω του μηδενός
- Ομάδα Περιγραφής της Βαρομετρικής Πίεσης.**
- Q0999 : QNH 999 Hectopascal ή παλιότερα Milibars. Η τιμή του QNH που περιλαμβάνεται στο METAR των Ελληνικών Μετεωρολογικών Σταθμών θα δίδεται σε Hpa με τέσσερα ψηφία, των οποίων θα προηγείται το γράμμα Q. Εάν η πίεση QNH δίδεται σε ίντσες τότε θα προηγείται το γράμμα A αντί του Q, π.χ. A2992.
- Ομάδα Περιγραφής των Συμπληρωματικών Πληροφοριών (6L. Προσθήκη "6/Γ").**  
Στις διεθνείς εκπομπές, το τμήμα των συμπληρωματικών πληροφοριών πρέπει να χρησιμοποιείται για την αναφορά πληροφοριών σχετικά με την ύπαρξη Wind Shear στα κατώτερα στρώματα, καθώς και για πρόσφατα καιρικά φαινόμενα που εκδηλώθηκαν, π.χ. RETS WS LDG RWY27.
- RE : Φαινόμενο που πέρασε.  
TS : Καταιγίδα.



WS : Αναφέρθηκε Wind Shear (Ισχυρός άνεμος).  
LDG : Κατά την προσγείωση (Landing).  
RWY27 : Στον διάδρομο 27.  
NOSIG : No Significant Change. Καμιά αξιόλογη μεταβολή του καιρού δεν αναμένεται για το επόμενο 2ωρο.  
= : Τέλος παρατηρήσεως (METAR).  
NNNNN : Τέλος μηνύματος για τηλετυπική επικοινωνία.

## 5. Προσθήκη "6/Γ" της ΑΤΟ 2/1993 (Συμπληρωματικές Ομάδες).

### α. Πρόγνωση Θερμοκρασίας

- (1) Το γράμμα T θα προηγείται της θερμοκρασίας χωρίς κενό.
- (2) Το 0 θα προηγείται πάντοτε των θερμοκρασιών από  $-9^{\circ}\text{C}$  έως  $+9^{\circ}\text{C}$ . Π.χ. το  $+9^{\circ}\text{C}$  θα κωδικοποιείται σαν 09. Των θερμοκρασιών κάτω του μηδενός θα προηγείται πάντοτε το M (Minus), π.χ. οι  $-9^{\circ}\text{C}$  θα κωδικοποιούνται σαν M09 και οι  $-0.5^{\circ}\text{C}$  θα κωδικοποιούνται σαν M00.

### β. Ομάδα Παγοποίησης

- (1) Εφόσον απαιτείται η ομάδα αυτή, θα επαναλαμβάνεται όσο συχνά είναι απαραίτητο για να δείξει έναν ή περισσότερους τύπους παγοποίησης ή μία ή περισσότερες στάθμες παγοποίησης.
- (2) Η επεξήγηση των συμβόλων είναι:
  - (α) Ic = είδος παγοποίησης των εξωτερικών μερών του αεροσκάφους (Κώδικας 1733).
  - (β) hihih = ύψος χαμηλότερης στάθμης παγοποίησης-αναταράξεων (Κώδικας 1690).
  - (γ) tl = πάχος στρώματος (Κώδικας 4013).

### γ. Ομάδα Αναταράξεων

- (1) Για την ομάδα των αναταράξεων ισχύουν τα ίδια που ισχύουν και για την ομάδα παγοποίησης.
- (2) Η επεξήγηση των συμβόλων είναι:
  - (α) B = είδος αναταράξεων (Κώδικας 0300).
  - (β) hbhbhb = ύψος χαμηλότερης στάθμης αναταράξεων (Κώδικας 1690).
  - (γ) tl = πάχος στρώματος (κώδικας 4013).

### δ. Κώδικες

- (1) "1" Κώδικας 1733 (είδος παγοποίησης).
- (2) "2" Κώδικας 1690 (ύψος χαμηλότερης στάθμης παγοποίησης - αναταράξεων).
- (3) "3" Κώδικας 4013 (πάχος στρώματος νεφών).
- (4) "4" Κώδικας 0300 (είδος αναταράξεων).

### ε. Κώδικας 1733

Ic : Προβλεπόμενος τύπος παγοποίησης στα εξωτερικά τμήματα του αεροσκάφους.

#### Κώδικας

- |    |                                 |
|----|---------------------------------|
| 0  | Όχι παγοποίηση.                 |
| 1  | Ασθενής παγοποίηση.             |
| 2  | Ασθενής παγοποίηση εντός νεφών. |
| 3  | Ασθενής παγοποίηση εντός υετού. |
| 4  | Μέτρια παγοποίηση.              |
| 5  | Μέτρια παγοποίηση εντός νεφών.  |
| 6  | Μέτρια παγοποίηση εντός υετού.  |
| 7  | Ισχυρή παγοποίηση.              |
| 8. | Ισχυρή παγοποίηση εντός νεφών   |
| 9  | Ισχυρή παγοποίηση εντός υετού.  |

στ. **Κώδικας 1690**

hihihi : Ύψος της χαμηλότερης στάθμης παγοποίησης.

hbhbhb : Ύψος της χαμηλότερης στάθμης αναταράξεων.

**Κώδικας**

000	< 30
001	30
002	60
003	90
004	120
005	150
006	180
007	210
008	240
009	270
010	300
011	330
κλπ	κλπ
099	2970
100	3000
110	3300
120	3600
κλπ	κλπ
990	29700
999	30000 ή περισσότερο.

ζ. **Κώδικας 4013**

tl : Πάχος στρώματος.

**Κώδικας**

0	Έως την κορυφή του νέφους
1	300 m
2	600 m
3	900 m
4	1200 m
5	1500 m
6	1800 m
7	2100 m
8	2400 m
9	2700 m

η. **Κωδικός 0300**

B : Αναταράξεις.

**Κώδικας**

0	Καμία.
1	Ασθενείς αναταράξεις.
2	Μέτριες αναταράξεις εν αιθρία, περιστασιακά.
3	Μέτριες αναταράξεις εν αιθρία, συχνές.
4	Μέτριες αναταράξεις εντός νεφών, περιστασιακά.
5	Μέτριες αναταράξεις εντός νεφών, συχνές.
6	Ισχυρές αναταράξεις εν αιθρία, περιστασιακά.
7	Ισχυρές αναταράξεις εν αιθρία, συχνές.
8	Ισχυρές αναταράξεις εντός νεφών, περιστασιακά.
9	Ισχυρές αναταράξεις εντός νεφών, συχνές.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΖ

### ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ

ΑΤΟ 3/1993

#### ΠΡΟΓΝΩΣΕΙΣ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟΥ ΤΥΠΟΥ TREND

##### 1. Γενικά Στοιχεία

- α. Η πρόγνωση αεροδρομίου τύπου TREND προστίθεται στο τέλος του METAR ή του SPECI.
- β. Η πρόγνωση TREND θα δίνει μία σύντομη περιγραφή της αναμενόμενης τάσης μεταβολής της μετεωρολογικής κατάστασης του Α/Δ για τις επόμενες 2 ώρες, από την ώρα έκδοσης του αντίστοιχου METAR ή SPECI. Η έκδοσή τους έχει σαν σκοπό την ενημέρωση των γραφείων μετεωρολογικής ενημέρωσης, των γραφείων καιρού, των πληρωμάτων και των ιπταμένων Α/Φ, καθώς και των εμπλεκόμενων με τις πτήσεις.
- γ. Με την πρόγνωση τύπου TREND θα δηλώνονται αναμενόμενες μεταβολές σε ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω μετεωρολογικά στοιχεία:
  - (1) Άνεμος επιφάνειας.
  - (2) Ορατότητα.
  - (3) Καιρός.
  - (4) Νέφη.
- δ. Στην περίπτωση μείωσης της ορατότητας θα αναφέρεται και το φαινόμενο που την προκαλεί.
- ε. Η πρόγνωση αεροδρομίου τύπου TREND αρχίζει πάντοτε με τη συντομογραφία BECMG ή TEMPO.
  - στ. Μετά από τη συντομογραφία BECMG ή TEMPO θα ακολουθεί η ομάδα της ώρας, έχοντας μπροστά χωρίς κενό κάποιες από τις συντομογραφίες FM (from), TL (Until) ή AT (At), οι οποίες θα δείχνουν την αρχή (FM), το τέλος (TL) της προβλεπόμενης μεταβολής ή την ώρα (AT) αντίστοιχα κατά την οποία η προβλεπόμενη κατάσταση(σεις) αναμένεται(νονται).
  - ζ. Η συντομογραφία BECMG θα χρησιμοποιείται για να δείχνει αναμενόμενες αλλαγές οι οποίες πληρούν τα κριτήρια της παρούσας, είτε με κανονικό είτε με ακανόνιστο ρυθμό.
  - η. Η συντομογραφία TEMPO θα χρησιμοποιείται για να περιγράψει αναμενόμενες παροδικές διαταραχές στις μετεωρολογικές συνθήκες.

##### 2. Τελικές Διατάξεις

- α. Παράδειγμα METAR με πρόγνωση τύπου TREND περιλαμβάνεται στο Παράρτημα "Δ".
- β. Η παρούσα ΑΤΟ 3/1993 ισχύει από 0001 UTC της 1ης Ιουλίου 1993 και καταργεί την ΑΤΟ 3/1990 με το ίδιο θέμα.

##### 3. Παράρτημα "Δ" της ΑΤΟ 3/1993 (Συνοπτικός Οδηγός Αποκωδικοποίησης METAR-TREND).

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ METAR TREND

SAGR 31 LGAT 311220Z  
LGEL 24015KT 200V280 8000 -RA SCT010  
BKNO25 OVC080 18/15 Q0983  
TEMPO 3000 RA BKN008 OVC020=

- SA : Κωδικός αναγνώρισης των METAR.  
GR : Χώρα εκδόσεως του METAR.  
31 : Τηλεπικοινωνιακός κωδικός αριθμός (EMY).  
31. INTERNATIONAL, 55 : DOMESTIC (εσωτερικού Α/Δ), 22 : Π.Α. (ΛΑΡΙΣΑ).

LGAT	: Μετεωρολογικό Κέντρο εκδόσεως - Αθηνών.
311220Z	: Ημερομηνία - Ώρα εκδόσεως UTC.
31	: 31η ημέρα του μηνός που διανύουμε.
1220Z	: Ώρα εκδόσεως - Δώδεκα και είκοσι πρώτα λεπτά UTC.
LGEL	: Α/Δ Ελευσίνας (Βλέπε Ερμηνεία Κωδικών Μετεωρολογικών Σταθμών - Ταυτότητα Α/Δ Προσθήκη "1/B").
24015KT	<b>Ομάδα Περιγραφής των Στοιχείων Ανέμου.</b>
240	: Μέση διεύθυνση 240Α.
15KT	: Μέση ένταση 15 ΚΤ.
200V280	: Κυμαινόμενος μεταξύ 200Α και 280Α.
	<b>Ομάδα Περιγραφής Ορατότητας.</b>
8000	: Ελάχιστη ορατότητα 8000 μέτρα.
	<b>Ομάδα Περιγραφής Παρόντος Καιρού.</b>
-RA	: Ασθενής βροχή (βλ. Συντομογραφίες-Επεξηγήσεις Καιρικών Φαινομένων και Συμβόλων, Προσθήκη "5/B").
	<b>Ομάδα Περιγραφής Νεφών.</b>
SCT010	: Νέφη 2-4/8 με βάση στα 1000 πόδια, (βλέπε ποσό νεφοκάλυψης, Προσθήκη "2/B").
BKN025	: Νέφη 5-7/8 με βάση στα 2500 πόδια, (βλέπε ποσό νεφοκάλυψης, Προσθήκη "2/B").
OVC080	: Νέφη 8/8 με βάση στα 8000 πόδια.
	<b>Ομάδα Περιγραφής Θερμοκρασίας - Σημείου Δρόσου.</b>
18/15	: Θερμοκρασία ελεύθερου αέρα / σημείου δρόσου.
18	: Θερμοκρασία 18° C.
15	: Σημείο δρόσου 15°C.
	<b>Ομάδα Περιγραφής Βαρομετρικής Πίεσης :</b>
Q0983	Βαρομετρική πίεση 983 Hpa
	<b>Πρόγνωση TREND.</b>
TEMPO	: Παροδικά (επέρχεται μεταβολή).
3000	: Η ορατότητα θα φτάσει τα 3000 μέτρα.
RA	: Μέτρια βροχή.
BKN008	: Νέφη 5-7/8 με βάση στα 800 πόδια.
OUG	: Νέφη 8/8 με βάση στα 2000 πόδια.
=	: Τέλος παρατηρήσεως του METAR - TREND.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΗ

### ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ

ΑΤΟ 4/1993

### ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΩΝ

#### (AERODROME WARNINGS)

#### 1. Σκοπός

Η παρούσα Αεροναυτική Τεχνική Οδηγία (ΑΤΟ) έχει σκοπό να καθορίσει το περιεχόμενο και τις διαδικασίες έκδοσης των Προειδοποιήσεων Αεροδρομίων (Aerodrome Warnings).

#### 2. Γενικά

α. Οι Προειδοποιήσεις Αεροδρομίων εκδίδονται από το Γραφείο Μετεωρολογικής Επαγρύπνησης του ΕΜΚ (ΜWΟ) και δίνουν λακωνικές πληροφορίες σε απλή αγγλική γλώσσα χωρίς συντμήσεις, για τα μετεωρολογικά φαινόμενα που είναι δυνατόν να επηρεάσουν δυσμενώς:

(1) Τα αεροσκάφη ή τις εγκαταστάσεις που βρίσκονται στο έδαφος, συμπεριλαμβανομένων και των αεροσκαφών που είναι σταθμευμένα.

(2) Τις υπηρεσίες εξυπηρέτησης των αεροσκαφών που βρίσκονται στο έδαφος.

β. Το Γραφείο Μετεωρολογικής Επαγρύπνησης του ΕΜΚ (ΜWΟ) εκδίδει προειδοποιήσεις αεροδρομίων για όλα τα διεθνή αεροδρόμια της χώρας όταν επηρεάζονται ή προβλέπεται ότι θα επηρεαστούν από ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω μετεωρολογικά φαινόμενα:

(1) Τροπικό Κυκλώνα.

(2) Καταιγίδα.

(3) Χιόνι.

(4) Χαλάζι.

(5) Παγωμένη Βροχή.

(6) Ομιχλοκρύσταλλο ή Παγοκρύσταλλο.

(7) Αμμοθύελλα.

(8) Κονιορτοθύελλα.

(9) Ανυψούμενη άμμο ή σκόνη.

(10) Άνεμο επιφανείας ταχύτητας ίσης ή μεγαλύτερης από 30 Knots.

(11) Λαίλαπα.

(12) Παγετό.

#### 3. Τρόπος Έκδοσης-Διάρκεια Ισχύος

α. Στην επικεφαλίδα κάθε προειδοποίησης αεροδρομίου υπάρχει το πρόθεμα AWGR55 LGAT, ο αύξοντας αριθμός της προειδοποίησης αεροδρομίου και η ημέρα και ώρα έκδοσης, π.χ. AWGR55 LGAT NR 1 220800.

β. Για τον αύξοντα αριθμό των προειδοποιήσεων αεροδρομίων λαμβάνεται σαν αρχή μέτρησης η ώρα 0001 UTC της ημέρας έκδοσής των. Η περίοδος που καλύπτει κάθε προειδοποίηση αεροδρομίου δεν υπερβαίνει τις 4 ώρες.

γ. Στην προειδοποίηση αεροδρομίου θα προσδιορίζεται όσο το δυνατόν ακριβέστερα ο χρόνος έναρξης και λήξης του φαινομένου. Η ανανέωση γίνεται κάθε 4 ώρες ή συντομότερα, ανάλογα με τη διάρκεια ισχύος της προειδοποίησης αεροδρομίου.

δ. Σε περίπτωση που το φαινόμενο για το οποίο εκδόθηκε προειδοποίηση αεροδρομίου εξασθενήσει πριν από τον χρόνο που προβλέπεται ή από νεότερα στοιχεία προκύψει ότι το φαινόμενο τελικά δεν θα εκδηλωθεί, τότε εκδίδεται νέα προειδοποίηση που ακυρώνει την προηγούμενη.

#### 4. Τελικές Διάταξεις

α. Παραδείγματα προειδοποιήσεων αεροδρομίων περιέχονται στο Παράρτημα "Ε" της ΑΤΟ 4/1993.

β. Οι επίσημες ονομασίες των αεροδρομίων, όπως αυτές διαμορφώθηκαν ύστερα από Υπουργική Απόφαση, φαίνονται στο Παράρτημα "ΣΤ", της ΑΤΟ 4/1993.

γ. Το ΕΜΚ θα τηρεί στο αρχείο τις εκδιδόμενες Προειδοποιήσεις Αεροδρομίων για 2 μήνες.

δ. Η ΑΤΟ 4/1993 ισχύει από λήψεως και καταργεί την ΑΤΟ 5/1993 με το ίδιο θέμα.

#### 5. Παράρτημα "Ε" της ΑΤΟ 4/1993 (Παραδείγματα Aerodrome Warnings).

α. AWGR55 LGAT151030

AERODROME WARNING NR 1 VALID 1030/1040  
THUNDERSTORMS ARE EXPECTED OVER ATHINAI  
AERODROME DURING THE NEXT FOUR HOURS.

β. AWGR 55 LGAT 081500

AERODROME WARNING NR 3 VALID 1500/1900  
TEMPERATURE BELOW ZERO CENTIGRADE IS  
EXPECTED IN MAKEDONIA AERODROME.

γ. AWGR 551 LGAT 260830

5500 AERODROME WARNING NR 1 VALIDI 0830/1230  
HAIL IS EXPECTED OVER IOANNIS KAPODISTRIAS AERODROME.

δ. AWGR55 LGAT 292000

AERODROME WARNING NR 5 VALID 2000/2400  
STRONG SURFACE WIND 40 KNOTS WITH GUSTS UP TO 50  
KNOTS.  
PREVAILING NOW OVER NIKOS KAZANTZAKIS AERODROME  
WILL MAINTAIN.

#### 6. Παράρτημα "ΣΤ" της ΑΤΟ 4/1993 (Επίσημες Ονομασίες Κρατικών Αερολιμένων).

α.	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ
β.	ΗΡΑΚΛΕΙΟ	ΝΙΚΟΣΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗΣ	ΝΙΚΟΣ ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΙΣ
γ.	ΚΕΡΚΥΡΑ	ΙΩΑΝΝΗΣ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΣ	ΙΟΑΝΝΙΣ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΣ
δ.	ΡΟΔΟΣ	ΔΙΑΓΟΡΑΣ	ΔΙΑΓΟΡΑΣ
ε.	ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ	ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ	ΔΙΜΟΚΡΙΤΟΣ
στ.	ΚΑΒΑΛΑ	ΜΕΓΑΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ	ΜΕΓΑΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
ζ.	ΚΑΣΤΟΡΙΑ	ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ	ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΙΣ
η.	ΚΟΖΑΝΗ	ΦΙΛΙΠΠΟΣ	ΦΙΛΙΠΠΟΣ
θ.	ΚΩΣ	ΙΠΠΟΚΡΑΤΗΣ	ΙΠΠΟΚΡΑΤΙΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΘ

### ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ

ΑΤΟ 5/1993

#### SIGMET

##### 1. Γενικά

Το SIGMET ορίζεται σαν πληροφορία που εκδίδεται από το MWO (Meteorological Watch Office) και αφορά την εκδήλωση ενός καιρικού φαινομένου που είναι δυνατό να επηρεάσει δυσμενώς την ασφάλεια των πτήσεων.

##### 2. Παράδειγμα SIGMET

WSGR31 LGAT 151010  
LGAT SIGMET 1 VALID 151015/151415 LGAT - TS OBS  
A PART OF ATHINAI MOVE 10 KT

WS : Κωδικός αναγνώρισης των SIGMET.  
GR : Ελλάδα-Χώρα εκδόσεως των SIGMET.  
31 : Τηλεπικοινωνιακός κωδικός αριθμός (EMY).  
LGAT : Μετεωρολογικό Κέντρο Εκδόσεων (Αθήνα).  
151010 : Ημερομηνία-Ωρα εκδόσεως.  
22 : 15η ημέρα του μηνός που διανύουμε.  
1010 : Ωρα εκδόσεως 1010 UTC.  
LGAT : Ταυτότητα του σταθμού του Ελληνικού (βλέπε Ερμηνεία Κωδικών Μετεωρολογικών Σταθμών - Ταυτότητα Α/Δ, Προσθήκη "1/B").  
SIGMET 1 VALID : Αναγνωριστικό σήματος με αύξων αριθμό 1.  
151015/151415 : Περίοδος ισχύος του σήματος όχι μεγαλύτερη από 4 ώρες, 15η του μηνός από ώρα 1015 έως 15η του μηνός και ώρα 1415.  
LGAT : Τοπωνυμικός ενδείκτης του εκδότη.  
- : Διαχωρίζει από το κυρίως κείμενο.  
TS : Φαινόμενο που προκάλεσε την έκδοση SIGMET (καταιγίδα). Βλέπε Συντομογραφίες-Επεξηγήσεις Καιρικών Φαινομένων και Συμβόλων, Προσθήκη "5/B".  
: Παρατηρείται (ένδειξη αν το φαινόμενο παρατηρήθηκε ή προβλέπεται). Βλέπε Συντομογραφίες-Επεξηγήσεις Καιρικών Φαινομένων και Συμβόλων, Προσθήκη "5/B".  
A PART OF : Θέση που παρατηρήθηκε το φαινόμενο (σε ένα κομμάτι του FIR Αθηνών).  
ATHINAI  
MOVE 10 KT : Κίνηση του φαινομένου και ταχύτητα (κινούνται με 10 KT).  
INTSF : Μεταβολές στην ένταση του φαινομένου (βρίσκεται σε ενίσχυση).  
= : Τέλος του σήματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Κ

### ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ

ΑΤΟ 6/1993

#### ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ ΠΡΟΓΝΩΣΗ

##### 1. Σκοπός

Η παρούσα Αεροναυτική Τεχνική Οδηγία (ΑΤΟ) έχει σκοπό να καθορίσει το περιεχόμενο και τις διαδικασίες έκδοσης των αεροναυτικών προγνώσεων που αφορούν τις πτήσεις της Γενικής Αεροπορίας (General Aviation).

##### 2. Ορισμός

###### α. Γενική Αεροπορία (General Aviation)

Σ' αυτήν εντάσσονται όλες οι πτήσεις πολιτικών Α/Φ, εκτός από τις προγραμματισμένες πτήσεις για τη μεταφορά επιβατών, ταχυδρομείου ή φορτίου και τις μη προγραμματισμένες αερομεταφορές για κερδοσκοπικούς σκοπούς ή σκοπούς ναύλωσης. Δηλαδή, ο όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα ευρύ φάσμα της πτητικής δραστηριότητας, εξαιρουμένων των εμπορικών πτήσεων.

β. Στην παρούσα τεχνική οδηγία ο όρος Γενική Αεροπορία χρησιμοποιείται με ευρύτερη έννοια και περιλαμβάνει και τις πτήσεις των ελαφρών στρατιωτικών αεροσκαφών και ελικοπτέρων.

##### 3. Διαδικασίες

α. Οι προγνώσεις επ' ωφελεία της Γενικής Αεροπορίας μπορούν να έχουν τη μορφή της πρόγνωσης διαδρομής, εφόσον πρόκειται για μεμονωμένη πτήση ή της πρόγνωσης περιοχής, από την οποία μπορούν να εξαχθούν οι σχετικές πληροφορίες. Όταν ο όγκος των αιτουμένων προγνώσεων διαδρομών είναι μεγάλος είναι πρακτικότερο να εκδίδεται πρόγνωση περιοχής.

β. Οι παραπάνω προγνώσεις καλύπτουν μέρος ή το σύνολο του ελληνικού FIR ή μία συγκεκριμένη διαδρομή από την επιφάνεια του εδάφους έως το FL 100.

γ. Η πρόγνωση περιοχής είναι 12ώρου διάρκειας με 6ωρη προοπτική, ενώ η πρόγνωση διαδρομής δεν υπερβαίνει τις 6 ώρες και έχει 3ωρη προοπτική.

δ. Προγνώσεις επ' ωφελεία της Γενικής Αεροπορίας εκδίδουν το ΕΜΚ, το ΜΚ/ΑΤΑ, τα Γραφεία Καιρού, καθώς και τα Γραφεία Μετεωρολογικής Ενημέρωσης Α' και Β' τάξης, εφόσον σε αυτά υπάρχει προγνώστης, αλλιώς αιτούνται την πρόγνωση από το προϊστάμενο γραφείο.

ε. Η χρησιμοποιούμενη γλώσσα για τη σύνταξη των προγνώσεων είναι η ελληνική ή η αγγλική και χρησιμοποιούνται είτε οι συντομογραφίες που προβλέπονται στην Προσθήκη "5/Β", είτε ανοικτή γλώσσα.

στ. Οι προγνώσεις διαδρομής εκδίδονται όχι νωρίτερα των 3 ωρών από την ώρα της απογείωσης.

ζ. Οι προγνώσεις των ανωτέρων ανέμων δίνονται ανά διαστήματα των 1.000 ft έως 3.000 ft και ανά 2.000 ft ή 5.000 ft από εκεί και πάνω, ώστε ο χειριστής να μπορεί να διαλέξει το κατάλληλο ύψος πτήσης.

##### 4. Περιεχόμενο

α. Τα στοιχεία που θα περιλαμβάνονται απαραίτητα σε μία αεροναυτική πρόγνωση περιοχής ή διαδρομής είναι:

(1) Συνοπτική κατάσταση, δηλαδή περιγραφή της βαρομετρικής κατάστασης του τελευταίου χάρτη επιφανείας.

(2) Καιρός.

(3) Νέφωση.

(4) Ορατότητα.

(5) Αναταράξεις (ένταση - βάση, ύψος στρώματος).



- (6) Άνεμος επιφανείας.
- (7) Παγοποίηση (ένταση - βάση, ύψος στρώματος).
- (8) Ανώτεροι άνεμοι και θερμοκρασίες στα ύψη των 1.000 -2.000 - 3.000 - 5.000 και 10.000 ft.

β. Μαζί με την πρόγνωση διαδρομής ή περιοχής, παρέχονται επίσης στον χειριστή ή τον αντιπρόσωπό του:

- (1) Οι παρατηρήσεις των αεροδρομίων σε κώδικα METAR ή σε ανοικτή γλώσσα.
- (2) Οι προγνώσεις των αεροδρομίων σε κώδικα TAF ή σε ανοικτή γλώσσα.
- (3) Τα SIGMET ή τα Έκτακτα Δελτία Κακοκαιρίας (ΕΔΚ), εφόσον αφορούν την πτήση ή τη διαδρομή για την οποία εκδίδεται η πρόγνωση.
- (4) Οι Προειδοποιήσεις Αεροδρομίων (Aerodrome Warnings) για φαινόμενα επικίνδυνα για τα αεροσκάφη στο έδαφος ή κατά τη διάρκεια της προσγείωσης ή απογείωσης, εφόσον τα αεροδρόμια για τα οποία εκδόθηκε η προειδοποίηση είναι αεροδρόμια αναχώρησης, προορισμού ή εναλλακτικά.

γ. Κατά την προετοιμασία της πρόγνωσης πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις μεταβολές που συμβαίνουν στα καιρικά φαινόμενα και τους ανέμους μέσα στην περιοχή για την οποία εκδίδεται η πρόγνωση ή κατά μήκος της διαδρομής. Για την καλύτερη ενημέρωση του χειριστή και εφόσον οι καιρικές συνθήκες το επιβάλλουν, η πρόγνωση θα υποδιαιρείται σε επιμέρους διαδρομές ή περιοχές, ώστε η πληροφόρηση να γίνεται λεπτομερέστερη. Πάνω από την κάθετη γραμμή που χωρίζει στα δύο το κύριο σώμα της πρόγνωσης, θα αναγράφεται εφόσον είναι απαραίτητο, ένα γνωστό σημείο από το οποίο και πέρα ο καιρός παρουσιάζει διαφορετικά χαρακτηριστικά π.χ. Πίνδος, 26ΑΕ, Λάρισα.

δ. Υπόδειγμα εντύπου πρόγνωσης περιοχής ή διαδρομής φαίνεται στο Παράρτημα "Ζ".

ε. Υπόδειγμα συμπληρωμένου εντύπου πρόγνωσης περιοχής ή διαδρομής φαίνεται στο Παράρτημα "Η".

#### 5. Τελικές Διατάξεις

α. Το Μ/Κ ΑΤΑ μπορεί να προσαρμόζει κατάλληλα τις εκδιδόμενες από αυτό αεροναυτικές προγνώσεις περιοχής ή διαδρομής, ώστε να καλύπτει τις ειδικές ανάγκες των Ενόπλων Δυνάμεων.

β. Οι προγνώσεις περιοχής ή διαδρομής επ' ωφελεία της Γενικής Αεροπορίας κρατούνται στο αρχείο για 2 μήνες.

γ. Η παρούσα ισχύει από 0001UTC της 1ης Ιουλίου 1993 και καταργεί την ΑΤΟ 6/1979 με το ίδιο θέμα.

6. Παράρτημα "Z" της 6/1993 (Υπόδειγμα Εντύπου Πρόγνωσης Περιοχής - Διαδρομής).

<b>DATE</b> (ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ)		<b>HEIGHTS IN FEET MSL</b> (ΥΨΗ ΣΕ ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΠΟΔΙΑ ΕΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΗΝ MSL)	
<b>ROUTE FROM</b> (ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΑΠΟ)	<b>TO</b> ΣΕ	<b>VIA</b> ΜΕΣΩ	
<b>VALID FOR DEPARTURE BETWEEN</b> (ΙΣΧΥΕΙ ΓΙΑ ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ ΜΕΤΑΞΥ)	<b>UTC AND</b>	<b>UTC AND</b>	
<b>FOR ARRIVAL BETWEEN</b> (ΑΦΙΞΗ ΜΕΤΑΞΥ)	<b>UTC AND</b>	<b>UTC</b>	
<b>SPECIAL FEATURES OF THE METEOROLOGICAL SITUATION:</b> (ΕΙΔΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ):			
<b>ZONE</b> (ΔΙΑΔΡΟΜΗ)			
<b>UPPER WINDS</b> (DEGREES TRUE AND KNOTS) 10000 FT			
<b>TEMPERATURES</b> 5000 FT (DEGREES CELSIUS) 3000 FT 2000 FT 1000 FT			
<b>CLOUD</b> (ΝΕΦΗ)			
<b>SURFACE VISIBILITY</b> (ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ)			
<b>SIGNIFICANT WEATHER</b> (ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ ΚΑΙΡΟΣ)			
<b>HEIGHT OF 0° ISOTHERM</b>			
<b>SUPPLEMENTARY INFORMATION</b>			

7. Παράρτημα "Η" της ΑΤΟ 6/1993 (Υπόδειγμα Συμπληρωμένου Εντύπου Αεροναυτικής Πρόγνωσης Περιοχής ή Διαδρομής).

<b>DATE</b> 3 FEB 93 (ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ)		<b>HEIGHTS IN FEET MSL</b> (ΥΨΗ ΣΕ ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΠΟΔΙΑ ΕΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΗΝ MSL)	
<b>ROUTE FROM</b> ΙΟΑΝΝΙΝΑ (ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΑΠΟ)	<b>TO</b> ATHENS ΣΕ	<b>VIA</b> LARISA ΜΕΣΩ	
<b>VALID FOR DEPARTURE BETWEEN</b> 1500 (ΙΣΧΥΕΙ ΠΑ ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ ΜΕΤΑΞΥ)	<b>UTC AND</b> 1700	<b>UTC AND</b>	
<b>FOR ARRIVAL BETWEEN</b> 1700 (ΑΦΙΞΗ ΜΕΤΑΞΥ)	<b>UTC AND</b> 2100	<b>UTC</b>	
<b>SPECIAL FEATURES OF THE METEOROLOGICAL SITUATION :</b> (ΕΙΔΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ) : ACTIVE COLD FRONT FROM THESSALONIKI TO GRETE AT 1000UTC MOVING EAST AT 10 KNOTS			
<b>ZONE</b> (ΔΙΑΔΡΟΜΗ)	ΙΟΑΝΝΙΝΑ	PINDOS	ATHENS
<b>UPPER WIDS</b> (DEGREES TRUE AND KNOTS)			
10000 FT	280/30 MS12		250/45 MS09
<b>TEMPERATURES</b> 5000 FT	290/25 MS03		240/35 00
(DEGREES CELSIUS) 3000 FT	290/20 PS03		230/35 PS06
2000 FT	270/15 PS09		230/25 PS10
1000 FT	290/20 PS13		230/30 PS16
<b>CLOUD</b> (ΝΕΦΗ)	SCT CU <u>18000</u> 1500 <u>10000</u> BKN SC 2500 <u>18000</u> BKN 12000 AC LVR		<u>30000</u> ISOL 1000 EMBD CB BKN ST <u>800</u> 500 OVC SC <u>24000</u> AS LVR <u>2000</u>
SURFACE VISIBILITY (ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ)	1500 MIN SHOWERS		5000MIN RAIN AND THUNDERSTORMS 1000 MIN
<b>SIGNIFICANT WEATHER</b> (ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΣ ΚΑΙΡΟΣ)	OCNL RAIN SHOWERS MODERATE OCNL <u>10000</u> 3500 SEVERE ICING MODERATE TURBU LENCE <u>18000</u> IN CU 1500		MODERATE/HEAVY RAIN ISOL THUNDERSTORMS MODERATE OCNL <u>13000</u> 5000 SEVERE ICING MODERATE OCNL SEVERE TURBULENCE IN CB AND FRONTAL
			<b>ZONE</b> <u>30000</u> 1000
HEIGHT OF 0° ISOTHERM	3500		5000
SUPPLEMENTARY INFORMATION			

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΚΑ

### ΧΑΡΤΗΣ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΥ ΚΑΙΡΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ

#### 1. Γενικά

α. Ο χάρτης σημαντικού καιρού Ελλάδας καλύπτει το FIR Αθηνών από την επιφάνεια μέχρι τα 39.000 ft.

β. Περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

(1) **Μέτωπα και Ζώνες Σύγκλισης**

Καταχωρούνται οι θέσεις επιφάνειας. Η διεύθυνση κίνησης παριστάνεται με βέλος και αναγράφεται η μέση ταχύτητα σε knots.

(2) **Περιοχές και Στάθμες Επικινδύνων Φαινομένων**

Περικλείονται με συνεχείς κυματοειδής κλειστές γραμμές και τα ύψη εκφράζονται σε επίπεδα πτήσεως.

(3) **Ποσό, Είδος και Ύψος Νεφών**

Χρησιμοποιούνται οι συντμήσεις:

(α) **Για όλα τα νέφη πλην CB:**

- 1/ SKC - (SKY CLEAR) Αίθριος (0/8).
- 2/ FEW - Σχεδόν αίθριος (1 - 2/8).
- 3/ SCT - (SCATTERED) Διασκορπισμένα (3/8 έως 4/8)
- 4/ BKN - (BROKEN) Με μικρά ανοίγματα (5/8 έως 7/8).
- 5/ OVC - (OVERCAST) Νεφοσκεπής (8/8).

(β) **Για τα νέφη CB:**

- 1/ ISOL - (ISOLATED) Μεμονωμένα.
- 2/ OCNL - (OCCASIONALLY) Καλώς διαχωρισμένα - Διασκορπισμένα.
- 3/ FRQ - (FREQUENTLY) Με μικρό ή καθόλου διαχωρισμό.
- 4/ EMBD - (EMBEDDED) Περιεχόμενα σε στρώματα νεφών.

(γ) Για το είδος των νεφών χρησιμοποιούνται οι συντμήσεις του "κώδικα 0500", όπως στο Παράρτημα "Θ", εκτός αν περιέχονται σε νεφικό στρώμα Lyr (LAYER).

γ. **Ορατότητα Επιφάνειας**

Αναγράφεται σε M ή KM και αναφέρεται το αίτιο.

δ. **Κέντρα Πίεσεων**

Η θέση τους σημειώνεται με ένα X και με ένα βέλος η διεύθυνση και η ταχύτητα και το γράμμα L (Low - Χαμηλό) ή H (High - Υψηλό) με την τιμή πίεσης στο κέντρο σε Hpa.

ε. **Ύψος Ισόθερμου**

Σημειώνεται με διακεκομμένη γραμμή και το ύψος σε FL ή εντός ορθογωνίου, π.χ. 0AC:060.

στ. Εκδίδεται από την EMY ή MK/ATA κάθε 6 ώρες και ισχύει για 6 ώρες (1000 UTC - 1600 UTC - 2200 UTC - 0400 UTC).

ζ. **Οι συντελεστές και εκφράσεις που χρησιμοποιούνται είναι:**

LOC (LOCALLY) = Τοπικά

MON (ABOVE MOUNTAINS) = Πάνω από βουνά.

MAR (AT SEA) = Στη θάλασσα.

COT (AT THE COST) = Στις ακτές.

VAL (VALLEYS) = Στις κοιλάδες.

LAN (ISLAND) = Στην ενδοχώρα.

CIT (NEAR OR OVER LARGE TOWNS) = Κοντά ή πάνω από πόλεις.

VIS (VISIBILITY) = Ορατότητα.

DUE TO MIST OR PRECIPITATION = Εξαιτίας της αχλής ή της βροχής.

1500 MIN RAIN = Ορατότητα 1.500 μέτρα στη βροχή

## 2. Παράρτημα "Θ" στον Χάρτη Σημαντικού Καιρού.

Κώδικας 0500

CIRRUS	(CI)
CIRROCUMULUS	(CC)
CIRROSTRATUS	(CS)
ALTOCUMULUS	(AC)
ALTOSTRATUS	(AS)
NIMBOSTRATUS	(NS)
STRATOCUMULUS	(SC)
STRATUS	(ST)
CUMULUS	(CU)
CUMULONIMBUS	(CB)

## 3. Προσθήκη "7/Θ" στο Χάρτη Σημαντικού Καιρού Ελλάδας

### α. Τύποι Νεφών

St: Είναι νέφη που παρατηρούνται από πολύ χαμηλά μέχρι τα 2.000' περίπου.

Παρατηρούνται συνήθως στην επιφάνεια και ιδιαίτερα στις πλαγιές και στις κορυφές των βουνών. Έχουν λευκό χρώμα και είναι νέφη που δε δίνουν βροχή, παρά μόνο ψεκάδες.

---

Cu: Είναι νέφη που παρατηρούνται από 2.000' - 18.000' περίπου. Τα διακρίνουμε από τις από τις κορυφές τους που μοιάζουν σαν κουνουπίδια ή βαμβάκια. Έχουν χρώμα λευκό και είναι νέφη που δίνουν όμβρους βροχής όταν είναι αναπτυγμένα.

---

CB: Είναι νέφη κατακόρυφου αναπτύξεως από 2.000'-40.000' περίπου.

Τα διακρίνουμε από τον άκμωνα που σχηματίζουν στην κορυφή τους, η μύτη του οποίου δείχνει την κίνηση του νέφους. Έχουν σκούρο χρώμα και είναι νέφη που δίνουν όμβρους και καταιγίδες. Όταν όμως έχουν μεγάλο ύψος πάνω από 30.000' περίπου έχουμε κατά πάσα πιθανότητα χαλάζι.

---

Sc: Είναι νέφη που παρατηρούνται από 2.500' - 10.000' περίπου. Εμφανίζονται στον ουρανό κατά στρώματα και καλύπτουν τα 3-4/8 αυτού. Δίνουν βροχή, αλλά κυρίως ψεκάδες και είναι σκούρου χρώματος.

---

Ns: Είναι νέφη με χαμηλές βάσεις 4.000'-5.000'. Τα διακρίνουμε από το έντονο γκριζο χρώμα που έχουν και καλύπτουν τα 5-8 /8 του ουρανού. Συνήθως δίνουν χιόνι όταν έχουμε ιδανικές συνθήκες (θερμοκρασίας - υγρασίας).

---

As: Είναι νέφη που παρατηρούνται από 6.000' - 16.000' και καλύπτουν τα 5-8/8 του ουρανού. Είναι στρωματόμορφα νέφη γκριζου χρώματος και δίνουν βροχές όλων των ειδών (ασθενή - μέτρια ισχυρά).

---

Ac: Είναι νέφη που παρατηρούνται από 8.000'-13.000' περίπου. Είναι χαρακτηριστικά διότι παρουσιάζονται στον ουρανό υπό μορφή μεγάλων δίσκων και καλύπτουν από 1-6/8. Τα νέφη αυτά δίνουν μικρές πιθανότητες για ψεκάδες βροχής όταν είναι αναπτυγμένα.

---

Cs: Είναι νέφη που παρατηρούνται από τα 15.000'-25.000' περίπου. Είναι στρωματόμορφα νέφη γκριζου χρώματος και καλύπτουν τα 5-8/8 του ουρανού. Δίνουν συνήθως ασθενή βροχή.

---

Cc: Είναι νέφη που παρατηρούνται από 18.000'-21.000' και καλύπτουν τα 3-5/8 του ουρανού. αυτά είναι σαν μικροί δίσκοι μικρότεροι σε μέγεθος από το δίσκο του ηλίου και είναι ενωμένα μεταξύ τους σαν μωσαϊκό. Έχουν χρώμα λευκό.

---

---

Ci: Είναι νέφη που παρατηρούνται από 18.000'-20.000' περίπου και καλύπτουν τα 1-5/8 του ουρανού. Παρουσιάζονται στον ουρανό υπό μορφή λεπτών ινών λευκού χρώματος.

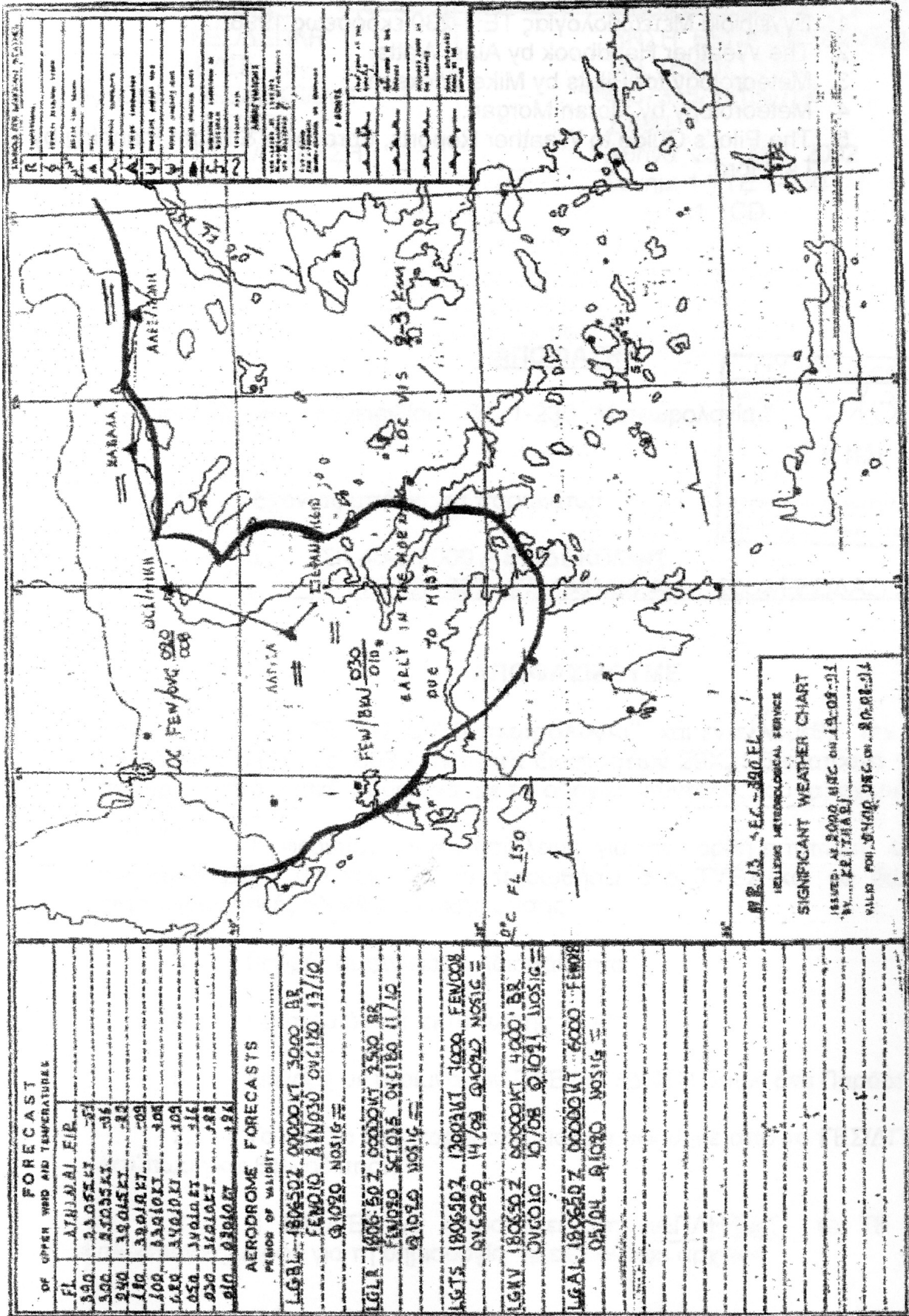
---

**β. Κατηγορίες Νεφών**

<b>Χαμηλά νέφη:</b>	<b>St - CB - Cu - Sc - NS</b>	<b>0 - 6500'</b>
<b>Μεσαία νέφη:</b>	<b>As-Ac-Ns</b>	<b>6500' - 18000'</b>
<b>Υψηλά νέφη:</b>	<b>Cs-Cc-Ci</b>	<b>18000 και άνω</b>
<b>Νέφη Κατακόρυφου Αναπτύξεως :</b>	<b>CB-TCU</b>	<b>2000' - 60000'</b>

---

4. Παράρτημα "I" στο Χάρτη Σημαντικού Καιρού Ελλάδας



**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. The Weather Handbook by Alan Watts.
2. Meteorology for Pilots by Mike Wickson.
3. Meteorology by Moran Morgan.
4. The Pilot's Guide to Weather Reports, Forecasts & Flight Planning by Terry Lankford.