



# Μάθημα 8<sup>ο</sup> : Η Γήινη Ατμόσφαιρα

Η Δομή της Γήινης Ατμόσφαιρας &  
Στοιχεία Μετεωρολογίας  
Ευσταθές & Ασταθές  
Ατμοσφαιρικό Οριακό Στρώμα

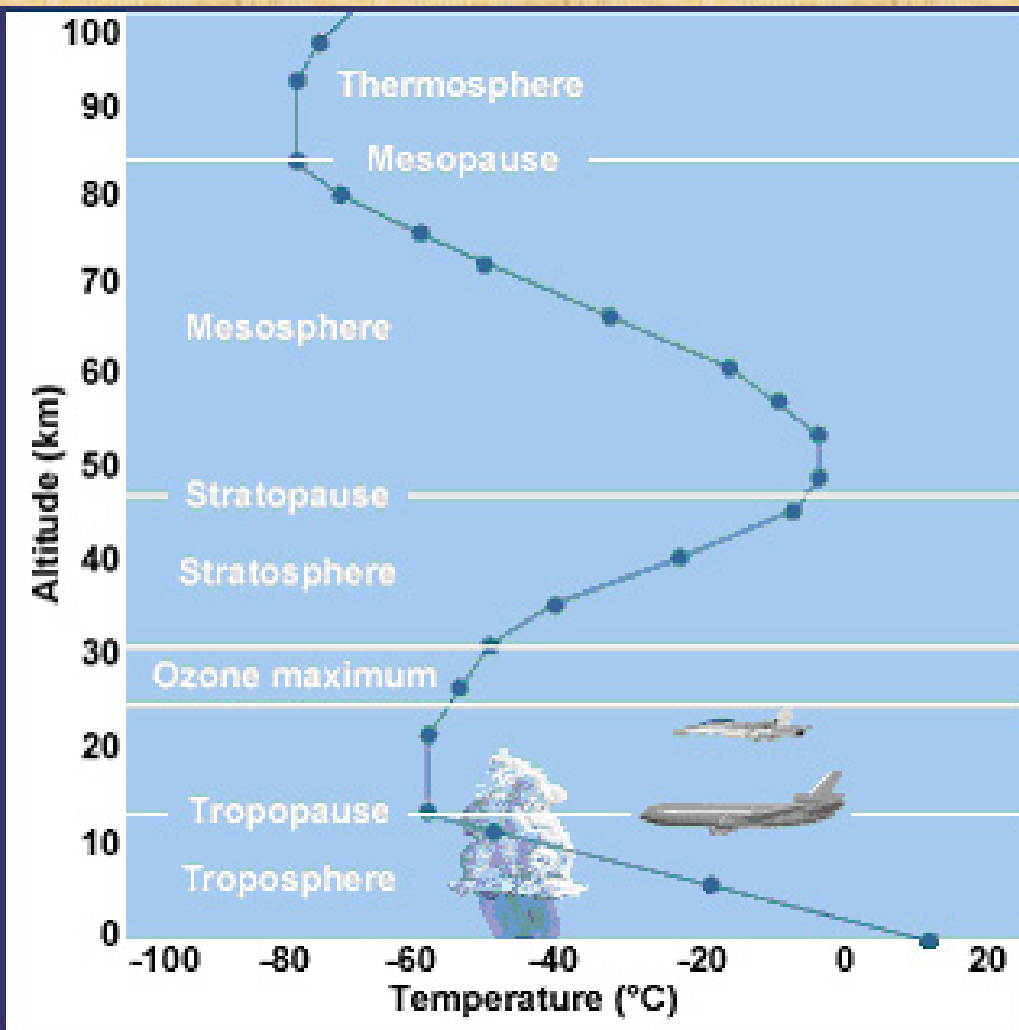
# Εισαγωγή στην δομή της γήινης ατμόσφαιρας

Ως ατμόσφαιρα της Γης ορίζεται η αέρια μάζα που περιβάλλει τη Γη και περιστρέφεται και κινείται μαζί με την Γη. Μια φυσική-καθαρή ατμόσφαιρα είναι άχρωμη, άοσμη, αόρατη και έχει ένα σύνολο ιδιοτήτων που αποτελούν τις συνθήκες εκείνες μέσα στις οποίες αναπτύσσεται κάθε μορφή ζωής στον πλανήτη Γη. Η Γήινη ατμόσφαιρα πήρε τη σημερινή της μορφή και σύνθεση πριν από μισό περίπου δισεκατομμύριο χρόνια [1].

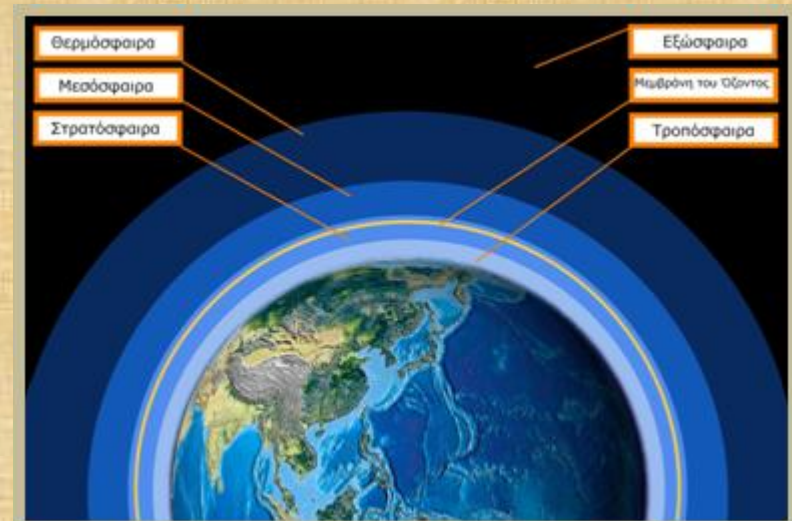


# Εισαγωγή στην δομή της γήινης ατμόσφαιρας

Η Γήινη ατμόσφαιρα χωρίζεται σε τέσσερις βασικές περιοχές, με βάση την μεταβολή της θερμοκρασίας με το ύψος. Συγκεκριμένα, στην **τροπόσφαιρα**, την **στρατόσφαιρα**, την **μεσόσφαιρα** και τη **θερμόσφαιρα**.



Το ύψος των περιοχών αυτών μεταβάλλεται ανάλογα με την εποχή, το γεωγραφικό πλάτος, κλπ. Οι νοητές επιφάνειες διαχωρισμού τους είναι η **τροπόπαυση**, η **στρατόπαυση** και η **μεσόπαυση**.



# Τροπόσφαιρα

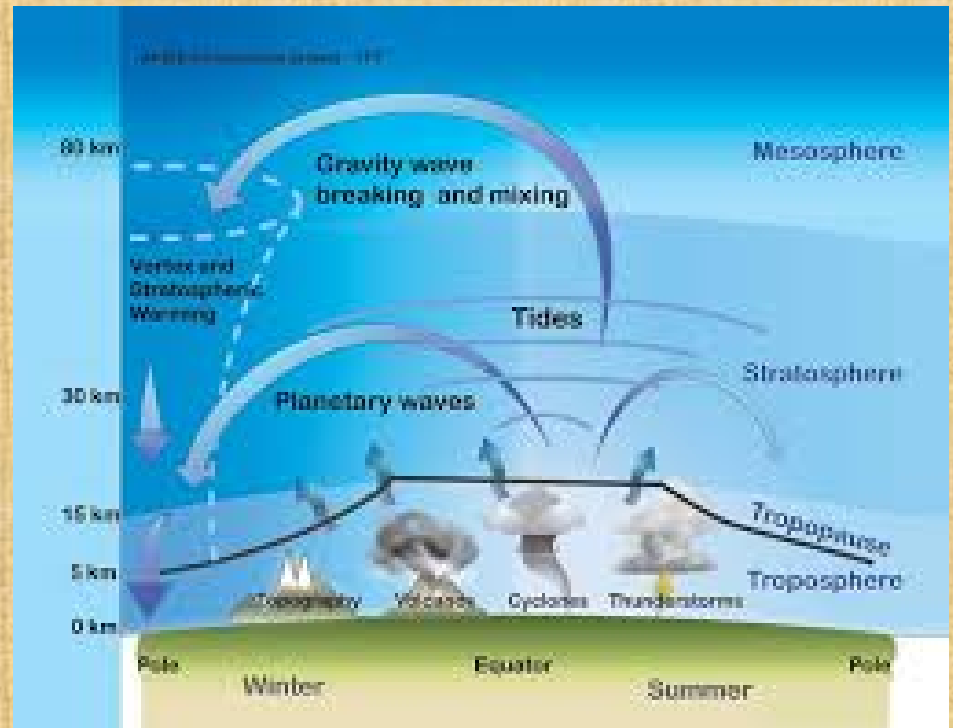
Η τροπόσφαιρα αποτελεί το κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας και το οποίο βρίσκεται σε επαφή με την επιφάνεια της Γης. Κατά κανόνα, μέσα στην τροπόσφαιρα παρατηρείται συνεχής μείωση της θερμοκρασίας με την αύξηση του ύψους. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της τροπόσφαιρας είναι [1]:

1. Η θερμοκρασία μειώνεται με το ύψος με σταθερό σχεδόν ρυθμό της τάξης των  $6.5 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$  (κατακόρυφη θερμοβαθμίδα)
2. Η ταχύτητα του αέρα αυξάνεται με το ύψος με μεγαλύτερες τιμές να εμφανίζονται στην τροπόπαυση
3. Το σύνολο σχεδόν της ποσότητας του νερού στην ατμόσφαιρα (στερεό, υγρό και αέριο) βρίσκεται μέσα στην τροπόσφαιρα και ειδικότερα στα ανώτερα στρώματά της
4. Το σύνολο των μετεωρολογικών-καιρικών φαινομένων συμβαίνουν μέσα στην τροπόσφαιρα
5. Στην τροπόσφαιρα περιέχονται τα  $3/4$  της συνολικής μάζας του ατμοσφαιρικού αέρα και σχεδόν όλων των ατμοσφαιρικών αιωρημάτων (aerosols).

# Τροπόσφαιρα

Το μέσο ύψος της τροπόπαυσης κυμαίνεται αναλόγως της εποχής και της περιοχής [1]:

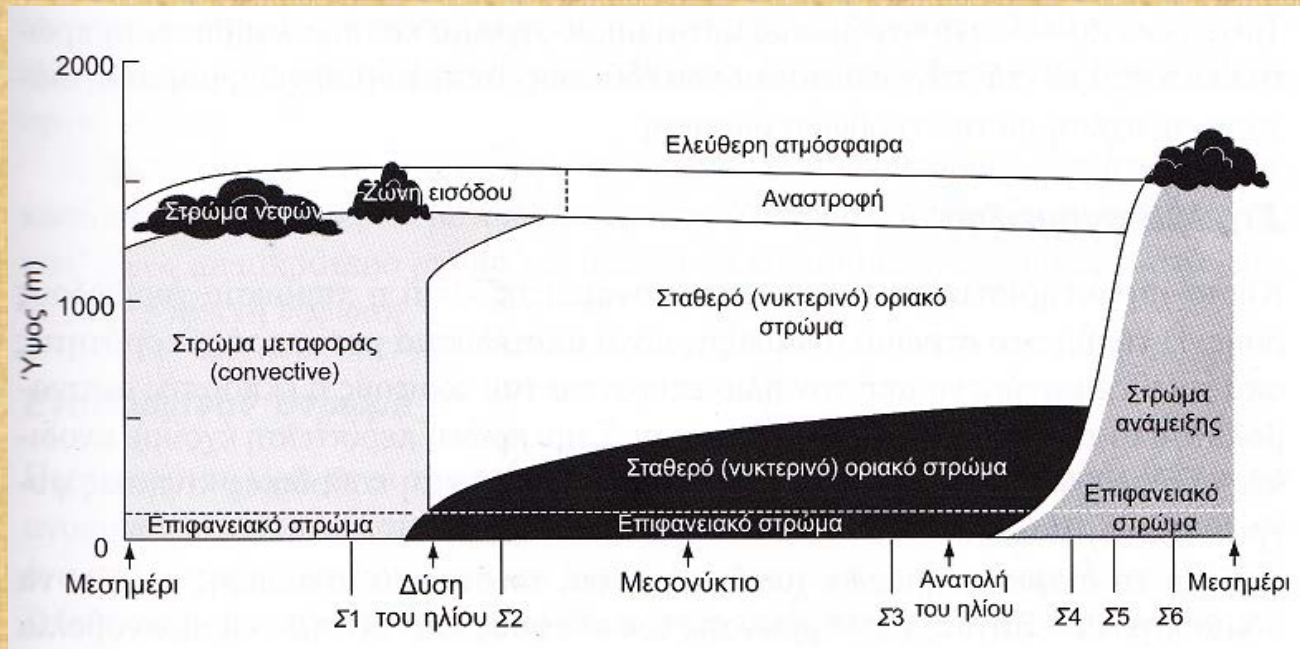
- 16-17km στις περιοχές του Ισημερινού
- 11-12km στις εύκρατες περιοχές και
- 7-8km στις πολικές περιοχές





# Ατμοσφαιρικό Οριακό Στρώμα (ΑΟΣ)

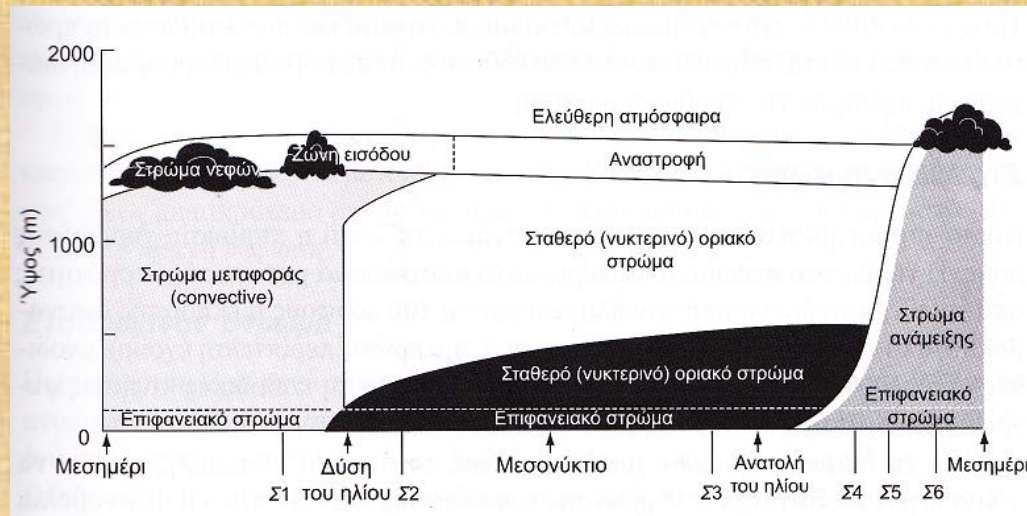
Μέσα στο ΑΟΣ της Γης κυριαρχεί η τυρβώδης ροή. Αυτό επιτρέπει στο ΑΟΣ να ανταποκρίνεται σχετικά γρήγορα σε κάθε μεταβολή που πραγματοποιείται στην επιφάνεια της Γης. Λόγω της επίδρασης του ανάγλυφου, ο άνεμος μέσα στο ΑΟΣ στρέφεται από τις υψηλές προς τις χαμηλές πιέσεις, ενώ πάνω από το ΑΟΣ πνέει παράλληλα προς τις ισοβαρείς. Η στροφή αυτή του ανέμου εντός του ΑΟΣ δημιουργεί μια σπειροειδή κίνηση γνωστή και ως σπείρα Eckman. Το ύψος στο οποίο ο άνεμος σταματάει να στρέφεται, θεωρείται ως το μέγιστο ύψος του ΑΟΣ της Γης. Πάνω δε από τους ωκεανούς, το ύψος του ΑΟΣ μεταβάλλεται πιο αργά, τόσο τοπικά όσο και χρονικά [1].



Σχήμα 1. Ημερήσια μεταβολή του ύψους του ΟΣ και απεικόνιση των τμημάτων του [1]

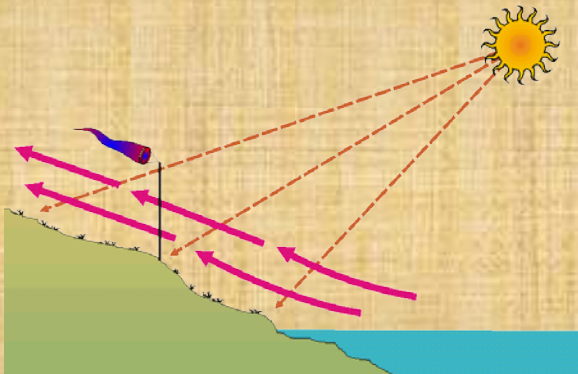
# Ατμοσφαιρικό Οριακό Στρώμα (ΑΟΣ)

Το στρώμα ανάμειξης έχει ως βασικό χαρακτηριστικό την τυρβώδη ροή. Αυτή είναι αποτέλεσμα της μεταφοράς θερμότητας από τον ήλιο στην επιφάνεια της Γης ή από τη βάση των νεφών προς την επιφάνεια της Γης. Στην πρώτη περίπτωση παρατηρούνται ανοδικές κινήσεις θερμού αέρα, ενώ στην δεύτερη περίπτωση έχουμε καθοδικές κινήσεις ψυχρών αέριων μαζών προς την επιφάνεια της Γης [1].

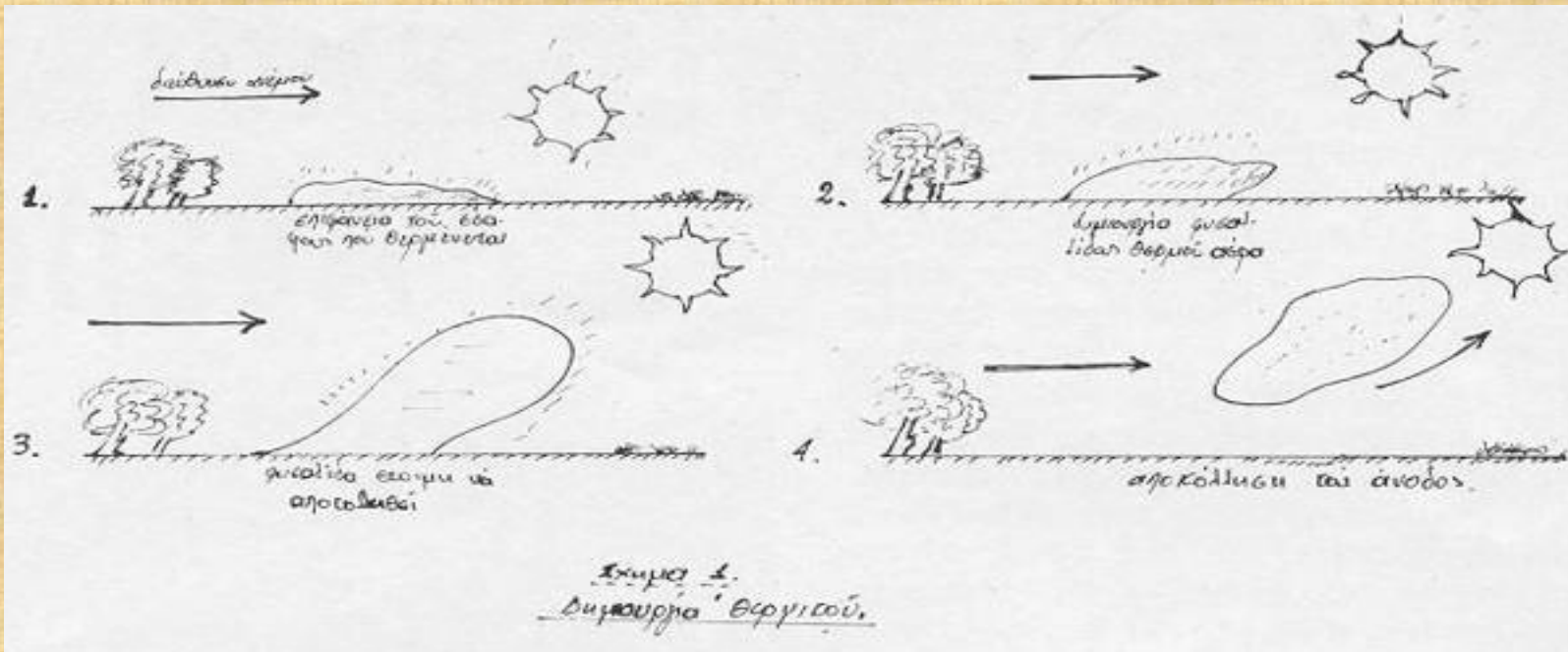


Κατά τη διάρκεια ανέφελων ημερών, το στρώμα ανάμειξης αρχίζει να αναπτύσσεται λίγο μετά την ανατολή του ηλίου (περίπου μισή ώρα). Τότε, θερμές αέριες μάζες αρχίζουν να ανεβαίνουν προς τα πάνω από την θερμαινόμενη επιφάνεια του εδάφους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα έντονα φαινόμενα κατακόρυφης ανάμειξης του αέρα και γενικότερα των αέριων μαζών [1].

# Ατμοσφαιρικό Οριακό Στρώμα (ΑΟΣ)



Το μέγιστο ύψος του στρώματος ανάμειξης παρατηρείται αργά το απόγευμα. Λόγω του γεγονότος ότι οι περισσότερες πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης βρίσκονται στην επιφάνεια της Γης, οι συγκεντρώσεις των ρύπων προφανώς παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές μέσα στο στρώμα ανάμειξης, σε σχέση με τα μεγαλύτερα ύψη μέσα στην ελεύθερη ατμόσφαιρα. Οι ρύποι μεταφέρονται λόγω των ανοδικών κινήσεων του θερμού αέρα [1].

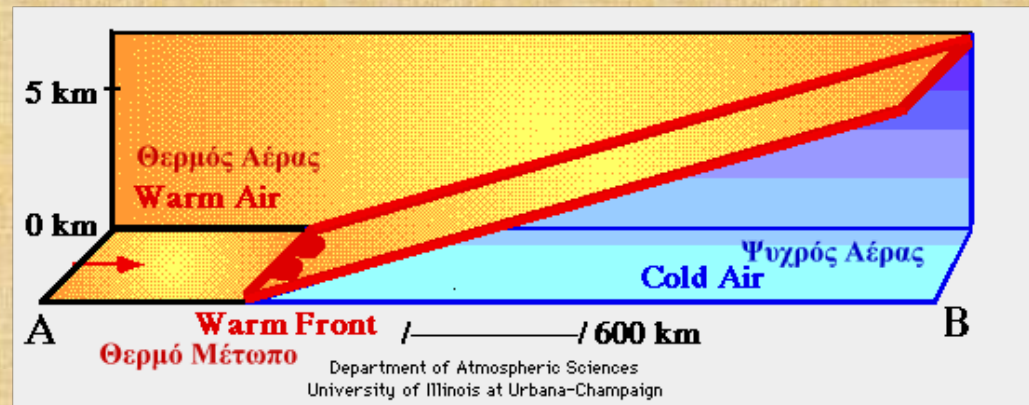


# Ατμοσφαιρικό Οριακό Στρώμα (ΑΟΣ)

Περίπου μισή ώρα μετά τη δύση του ήλιου, σταματά ο μηχανισμός θερμικών ανοδικών ρευμάτων αέρα. Η τύρβη σταδιακά υποχωρεί, δίνοντας τη θέση της σε ένα καλά αναμεμειγμένο στρώμα αέρα. Το στρώμα αυτό ονομάζεται **εναπομείναν στρώμα** γιατί οι αρχικές συγκεντρώσεις των ρύπων είναι ίδιες σχεδόν με τις τιμές του στρώματος ανάμειξης [1].

Καθώς προχωράει η νύχτα, το κατώτερο στρώμα του εναπομείναντος στρώματος μετατρέπεται με την επίδραση του εδάφους σε ένα ευσταθές στρώμα αέρα. Το στρώμα αυτό χαρακτηρίζεται από έναν σταθερό αέρα με ελάχιστες και μικρές σποραδικές αναταράξεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι ρύποι που εκλύονται τις νυχτερινές ώρες να μην διαχέονται κατακόρυφα και προς τα πάνω (fanning) [1].

Το ευσταθές ΑΟΣ μπορεί να εμφανιστεί και κατά τη διάρκεια της ημέρας, στις ημέρες κατά τις οποίες η επιφάνεια του εδάφους είναι ψυχρότερη από το υπερκείμενο στρώμα αέρα (πχ διέλευση θερμού μετώπου) [1].



# Αναστροφή Θερμοκρασίας εντός του ΑΟΣ

Ο ρυθμός μεταβολής της θερμοκρασίας με το ύψος, εκφράζεται με την κατακόρυφη θερμοβαθμίδα (ΚΘ). Η ΚΘ ορίζεται ως η ελάττωση της θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού αέρα στη μονάδα του ύψους και συμβολίζεται με το ελληνικό γράμμα ( $\gamma$ ). Συνεπώς ισχύει ότι [1]:

$$\gamma = -\frac{\partial T}{\partial z}$$

Το πρόσημο (-) δηλώνει ότι με την αύξηση του ύψους εντός του ΑΟΣ η θερμοκρασία γενικά μειώνεται με ρυθμό ( $\gamma$ ). Συνηθίζεται δε να εκφράζεται αυτός ο ρυθμός μείωσης της θερμοκρασίας με μονάδα ύψους τα 100m. Δηλαδή η ΚΘ  $\gamma$  έχει μονάδα μέτρησης  $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ . Επειδή η σχετική υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα επηρεάζεται πάρα πολύ από τη θερμοκρασία και τις μεταβολές της και αντιστρόφως, για αυτό το λόγο έχει εισαχθεί και η έννοια της **ξηρής και της υγρής αδιαβατικής ΚΘ**.

# Αναστροφή Θερμοκρασίας εντός του ΑΟΣ

## Ξηρή Αδιαβατική Κατακόρυφη Θερμοβαθμίδα

Στην περίπτωση αυτή θεωρείται ότι μια ανερχόμενη εντός του ΑΟΣ αέρια μάζα δεν περιέχει καθόλου υδρατμούς και δεν ανταλλάσσει ποσά θερμότητας (αδιαβατική) με τον περιβάλλοντα ατμοσφαιρικό αέρα. Έτσι, η ανερχόμενη αέρια μάζα συνεχώς ψύχεται με ρυθμό περίπου  $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$  ή  $6^{\circ}\text{C}/1\text{km}$ .

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι σε γειτονικά προς το έδαφος στρώματα του ατμοσφαιρικού αέρα, μπορεί να παρατηρηθεί και μεγαλύτερη ΚΘ της τάξης των  $1.8\sim 2.0^{\circ}\text{C}/10\text{m}$ .

## Υγρή Αδιαβατική Κατακόρυφη Θερμοβαθμίδα

Η υγρή αδιαβατική ΚΘ αφορά μια μάζα αέρα ή οποία είναι κορεσμένη από υδρατμούς και ψύχεται αδιαβατικά καθώς ανέρχεται κατακόρυφα εντός του ατμοσφαιρικού αέρα. Η υγρή αδιαβατική ΚΘ είναι μικρότερη από την αντίστοιχη ξηρή αδιαβατική ΚΘ και είναι της τάξης περίπου των  $0.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ , λόγω της λανθάνουσας θερμότητας που απελευθερώνεται εντός της ανερχόμενης αέριας μάζας εξαιτίας της συμπύκνωσης εντός της των υδρατμών ώστε να καταστεί κορεσμένη.

# Αναστροφή Θερμοκρασίας εντός του ΑΟΣ

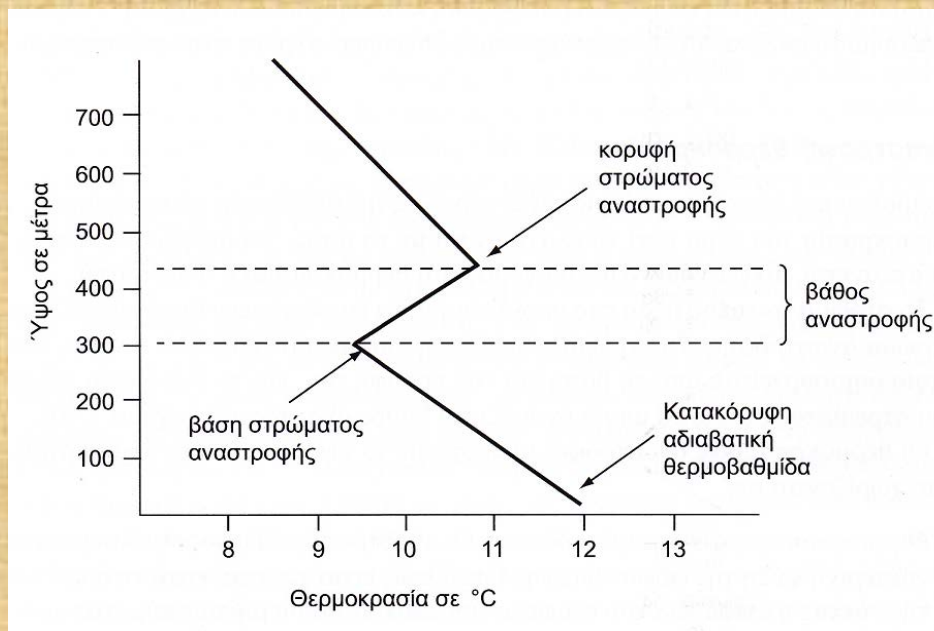
## Αναστροφή Θερμοκρασίας

Σύμφωνα και με τα παραπάνω και σε γενικές γραμμές με την αύξηση του ύψους εντός του ΑΟΣ η θερμοκρασία μειώνεται. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις όπου αυτό συμβαίνει μέχρι κάποιο ύψος και στη συνέχεια, ενώ αναμένεται περαιτέρω μείωση της θερμοκρασίας, παρατηρείται στην πραγματικότητα αύξηση της θερμοκρασίας με το ύψος. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **θερμοκρασιακή αναστροφή** ή απλά **αναστροφή θερμοκρασίας (ΑΘ)**. Ανάλογα με το ύψος στο οποίο συμβαίνουν αυτές εντός του ΑΟΣ, διακρίνονται στις παρακάτω περιπτώσεις ΑΘ [1]:

# Αναστροφή Θερμοκρασίας εντός του ΑΟΣ

## •Θερμοκρασιακές αναστροφές εδάφους

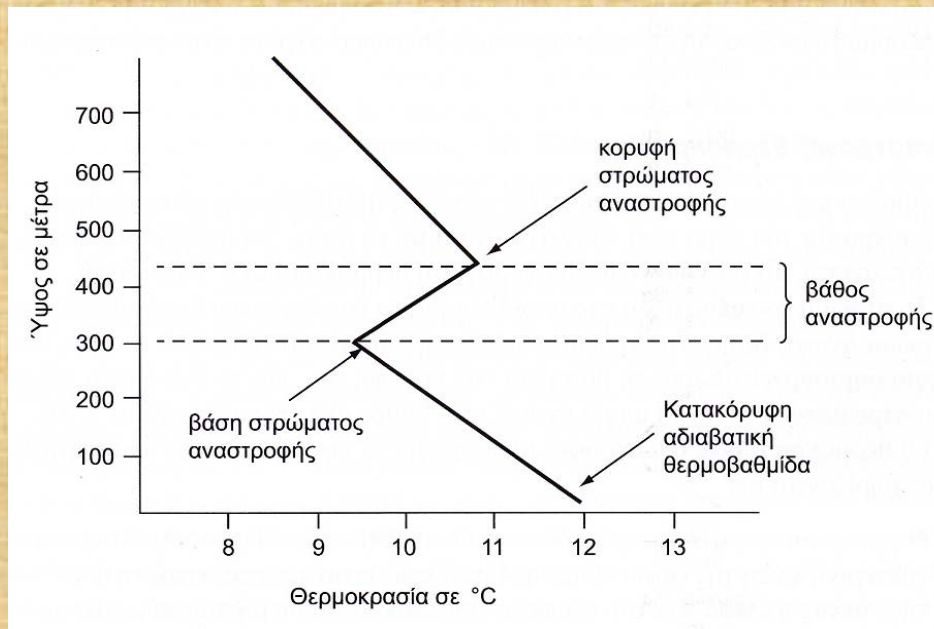
Κατά τη διάρκεια κυρίως των νυχτερινών ωρών, το θερμότερο έδαφος εκπέμπει προς το ψυχρότερο περιβάλλον μεγάλου μήκους κύματος θερμική ακτινοβολία με συνέπεια να ψύχεται. Έτσι, και τα μόρια του ατμοσφαιρικού αέρα που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος ή πολύ κοντά σε αυτό ψύχονται και αυτά, με αποτέλεσμα να πέφτει η θερμοκρασία των χαμηλότερων στρωμάτων του αέρα σε σχέση με τα υπερκείμενα στρώματα αέρα. Μέσω αυτής της διαδικασίας δημιουργείται εντός του ΑΟΣ ένα στρώμα θερμοκρασιακής αναστροφής που έχει βάση το έδαφος και φτάνει μέχρι και το ύψος των 100~200m, ενώ έχουν αναφερθεί και περιπτώσεις με μέγιστο ύψος ΑΘ εδάφους στα 400m.



Σχήμα 2. Σχηματική απεικόνιση μιας αναστροφής θερμοκρασίας

# Αναστροφή Θερμοκρασίας εντός του ΑΟΣ

Οι θερμοκρασιακές αναστροφές εδάφους ονομάζονται και αναστροφές ακτινοβολίας και συμβαίνουν όταν κατά τη διάρκεια της νύχτας έχουμε ξάστερο ουρανό (έντονη ακτινοβολία) και ταχύτητες ανέμου μικρότερες των 3m/s. Μπορεί όμως μια τέτοια ΑΘ να συμβεί και κατά τη διάρκεια της ημέρας, όταν για παράδειγμα ένα στρώμα αέρα περνάει πάνω από μια χιονισμένη ή παγωμένη επιφάνεια εδάφους. Τέλος, οι θερμοκρασιακές αναστροφές εδάφους διαρκούν μερικές ώρες και καταργούνται όταν πλέον ο ήλιος κάνει την εμφάνισή του και θερμαίνει τα στρώματα της ατμόσφαιρας.

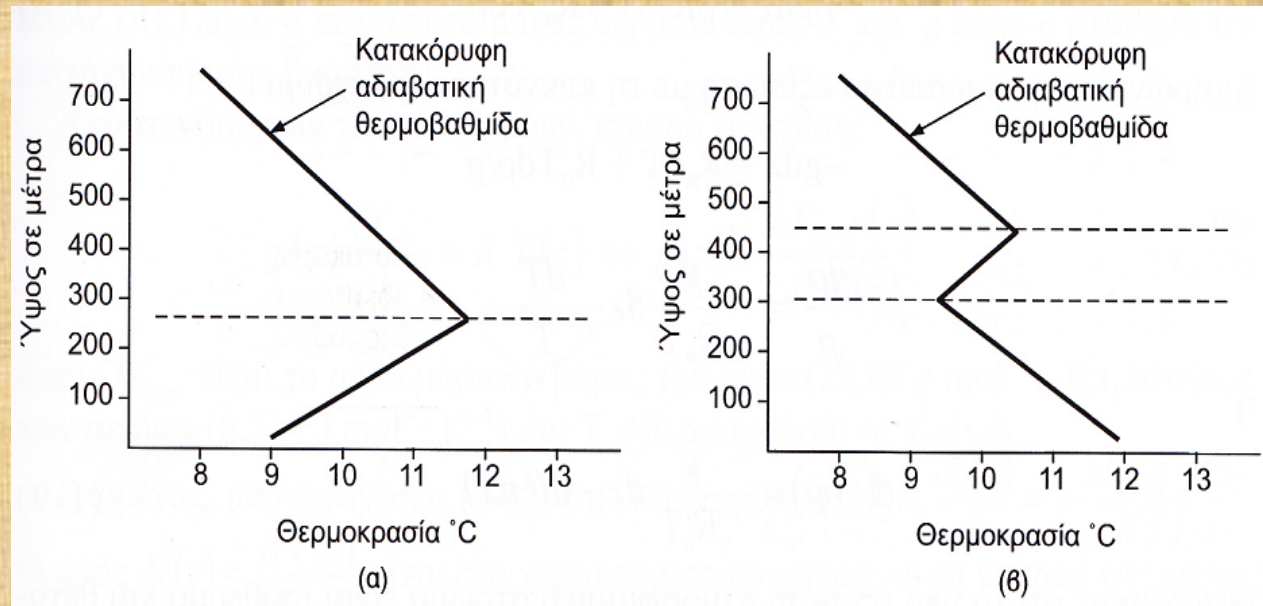


**Σχήμα 2.** Σχηματική απεικόνιση μιας αναστροφής θερμοκρασίας

# Αναστροφή Θερμοκρασίας εντός του ΑΟΣ

## •Θερμοκρασιακές αναστροφές κατάπτωσης

Η θερμοκρασιακές αναστροφές κατάπτωσης (Σχήμα 3) οφείλονται κατά κύριο λόγο στην κάθοδο ψυχρών αέριων μαζών σε χαμηλότερα ύψη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο αέρας που βρίσκεται σε χαμηλά ύψη να ψύχεται απότομα και να εμφανίζει θερμοκρασίες χαμηλότερες σε σχέση με τα υπερκείμενα στρώματα αέρα. Σε αντίθεση με τις αναστροφές εδάφους-ακτινοβολίας που διαρκούν μερικές ώρες, οι αναστροφές κατάπτωσης μπορεί να έχουν διάρκεια μερικές ημέρες ή και ακόμα περισσότερο. Κάτι τέτοιο προφανώς δημιουργεί πολύ δυσμενείς συνθήκες σε περιπτώσεις ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

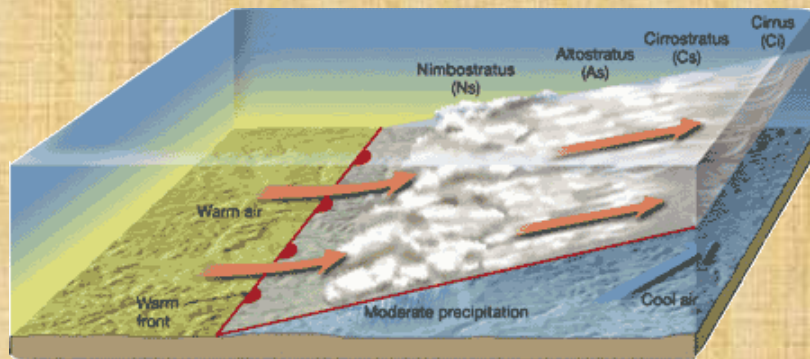


Σχήμα 3. Σχηματική απεικόνιση μιας αναστροφής θερμοκρασίας εδάφους-κατάπτωσης (α) και ύψους (β)

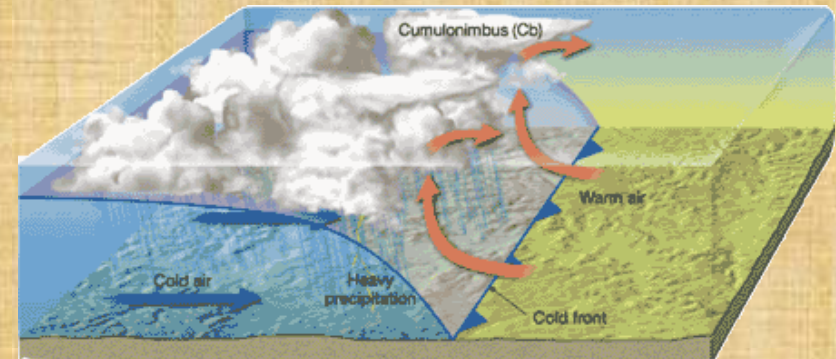
# Αναστροφή Θερμοκρασίας εντός του ΑΟΣ

## •Θερμοκρασιακές αναστροφές ύψους

Οι ΘΑ αυτού του είδους εμφανίζονται όταν θερμά στρώματα αέρα με ανοδικές κινήσεις μεταφέρονται και εγκαθίστανται πάνω από ψυχρότερα στρώματα αέρα εντός του ΑΟΣ. Αυτό το ψυχρό στρώμα αέρα μπορεί σε πολλές περιπτώσεις να φτάσει μέχρι και την επιφάνεια του εδάφους. Μια τέτοια ΑΘ δημιουργείται και κατά την δημιουργία θερμών και ψυχρών μετώπων (Σχήμα 4).



α

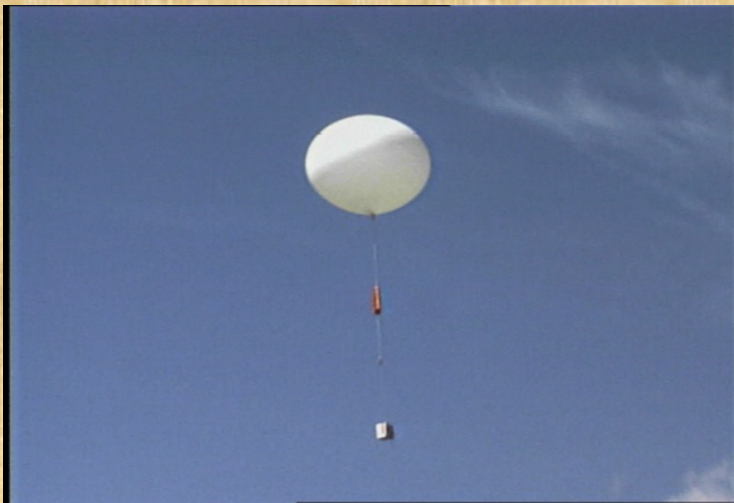


β

Σχήμα 4. Σχηματική αναπαράσταση ενός θερμού μετώπου (α) και ενός ψυχρού μετώπου (β)

# Ευστάθεια και αστάθεια εντός του ΑΟΣ

Η ευστάθεια ή αστάθεια της ατμόσφαιρας εξαρτάται από την κατακόρυφη θερμοβαθμίδα της  $\gamma$ . Για το σκοπό αυτό, ώστε να καθοριστεί η κατακόρυφη ευστάθεια ή αστάθεια της ατμόσφαιρας, απαιτούνται μετρήσεις της κατακόρυφης διανομής της θερμοκρασίας. Οι μετρήσεις αυτές γίνονται είτε παραδοσιακά με ραδιοβολίδες, είτε με πιο σύγχρονα μέσα και τρόπους μέτρησης όπως η μέθοδος LIDAR.



α



β

Σχήμα 5. Ραδιοβολίδα (α) και σύστημα LIDAR (β)

# Ευστάθεια και αστάθεια εντός του ΑΟΣ

Επειδή όμως για προφανείς πρακτικούς λόγους η μέτρηση της κατακόρυφης διανομής της θερμοκρασίας σε οποιοδήποτε σημείο δεν είναι εφικτή, για τον καθορισμό της ευστάθειας ή αστάθειας της ατμόσφαιρας έχει προταθεί ο ακόλουθος Πίνακας κατηγοριών ευστάθειας της ατμόσφαιρας (Πίνακας 1) κατά Pasquill [2,3]:

Ημέρα				Νύχτα	
Ταχύτητα ανέμου ( $m \cdot s^{-1}$ )	Ισχυρή ηλιοφάνεια	Μέση ηλιοφάνεια	Ελαφρά ηλιοφάνεια	Ελαφριά ή χαμηλή νέφωση (<3/8)	Νέφωση (>4/8)
<2	A	A-B	B	F	G
2~3	A-B	B	C	E	F
3~4	B	B-C	C	D	E
4~6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Πίνακας 1. Κατηγορίες ευστάθειας της ατμόσφαιρας κατά Pasquill [2,3]

# Ευστάθεια και αστάθεια εντός του ΑΟΣ

Ημέρα				Νύχτα	
Ταχύτητα ανέμου ( $m \cdot s^{-1}$ )	Ισχυρή ηλιοφάνεια	Μέση ηλιοφάνεια	Ελαφρά ηλιοφάνεια	Ελαφριά ή χαμηλή νέφωση (<3/8)	Νέφωση (>4/8)
<2	A	A-B	B	F	G
2~3	A-B	B	C	E	F
3~4	B	B-C	C	D	E
4~6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Πίνακας 1. Κατηγορίες ευστάθειας της ατμόσφαιρας κατά Pasquill [2,3]

όπου:

- A** : Πολύ ασταθής κατάσταση της ατμόσφαιρας
- B** : Ασταθής κατάσταση της ατμόσφαιρας
- C** : Λίγο ασταθής κατάσταση της ατμόσφαιρας
- D** : Ουδέτερη κατάσταση της ατμόσφαιρας
- E** : Λίγο ευσταθής κατάσταση της ατμόσφαιρας
- F** : Ευσταθής κατάσταση της ατμόσφαιρας
- G** : Πολύ ευσταθής κατάσταση της ατμόσφαιρας

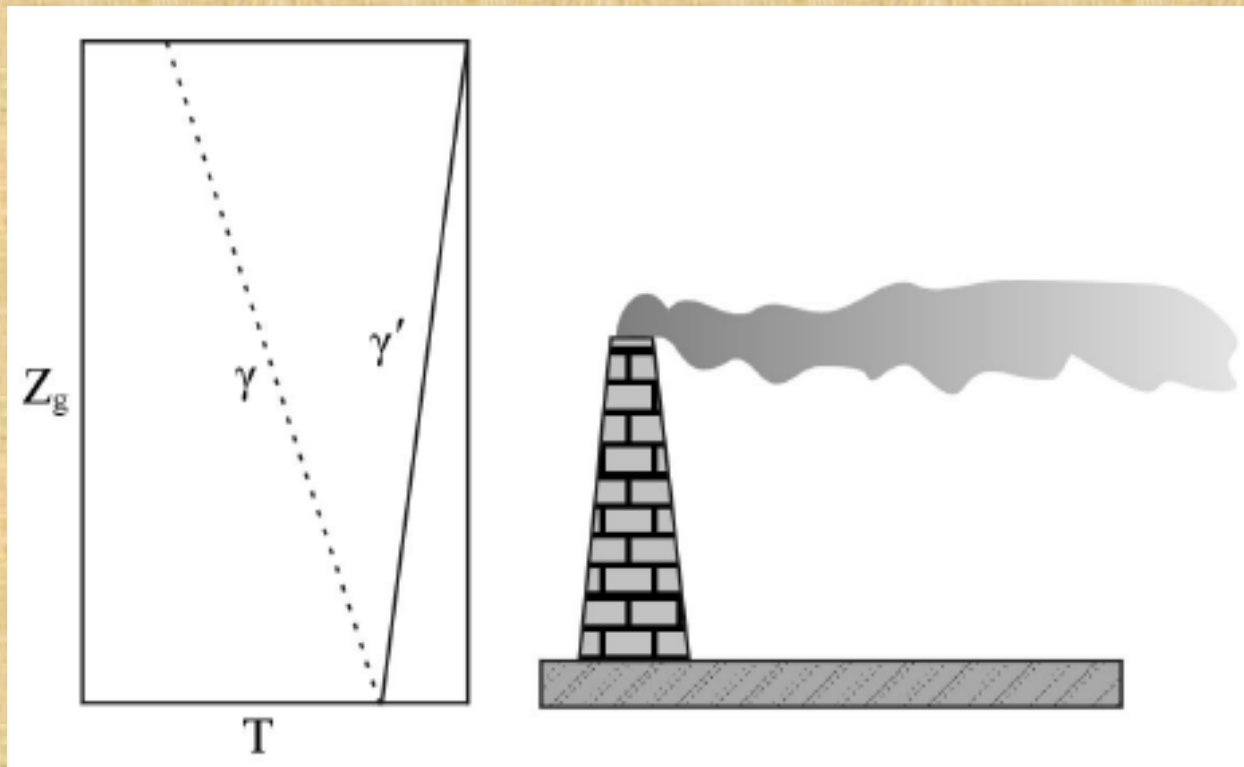
# Μορφές και τροχιές θυσάνου

Η ευστάθεια της ατμόσφαιρας, η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα της και οι θερμοκρασιακές αναστροφές παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ατμοσφαιρική ρύπανση και στη διάχυση και διασπορά των αέριων ρύπων σε μια περιοχή. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την μορφή και την τροχιά ενός θυσάνου μιας καμινάδας (σημειακή πηγή) ή μιας πυρκαγιάς (επίπεδη σημειακή πηγή) σε σχέση με τους παραπάνω παράγοντες είναι και η θερμοβαθμίδα του θυσάνου ( $\gamma'$ ). Για μια δεδομένη ταχύτητα του ανέμου, η μορφή και η τροχιά του θυσάνου σε σχέση με τη διαφορά μεταξύ της κατακόρυφης θερμοβαθμίδας του ΑΟΣ και της θερμοβαθμίδας του θυσάνου είναι διαφορετική ως ακολούθως [4]:

# Μορφές και τροχιές θυσάνου

## •Ελικοειδής διασπορά (Fanning)

Στην περίπτωση αυτή ισχύει ότι  $\gamma' < \gamma$  και τις περισσότερες φορές έχουμε ΑΘ η βάση της οποίας ξεκινάει από πολύ χαμηλά και σχεδόν από το έδαφος, πράγμα που δηλώνει έντονη ευστάθεια της ατμόσφαιρας. Η μορφή του θυσάνου θυμίζει την μορφή που έχουν τα απόνερα πίσω από την προπέλα ενός πλοίου (ελικοειδής τροχιά). Με την διακεκομμένη γραμμή απεικονίζεται η κατακόρυφη θερμοβαθμίδα της ατμόσφαιρας  $\gamma$  και με συνεχή γραμμή η θερμοβαθμίδα  $\gamma'$  του θυσάνου.

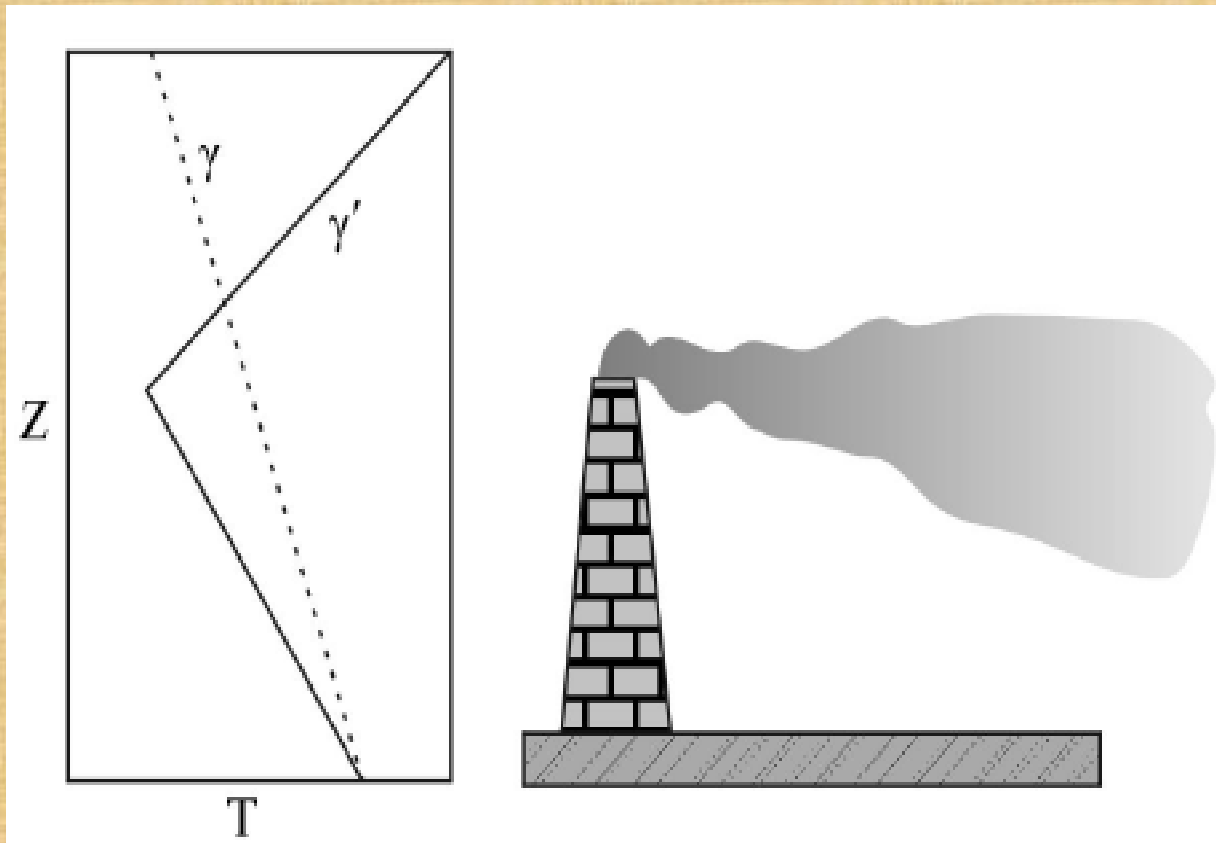


Σχήμα 6. Ελικοειδής τροχιά θυσάνου [4]

# Μορφές και τροχιές θυσάνου

## •Καπνισμός (Fumigation)

Η περίπτωση του καπνισμού εμφανίζεται όταν η βάση της ΑΘ είναι περίπου στο ίδιο ύψος με αυτό της καμινάδας. Στο στρώμα της ατμόσφαιρας μεταξύ του εδάφους και του ύψους του χείλους της καμινάδας που συμπίπτει με την βάση της ΑΘ, επικρατεί αστάθεια ( $\gamma' > \gamma$ ). Μετά το ύψος του χείλους της καμινάδας η ΑΘ και του γεγονότος ότι  $\gamma' < \gamma$ , δημιουργούνται ευσταθείς συνθήκες (Σχήμα 7).

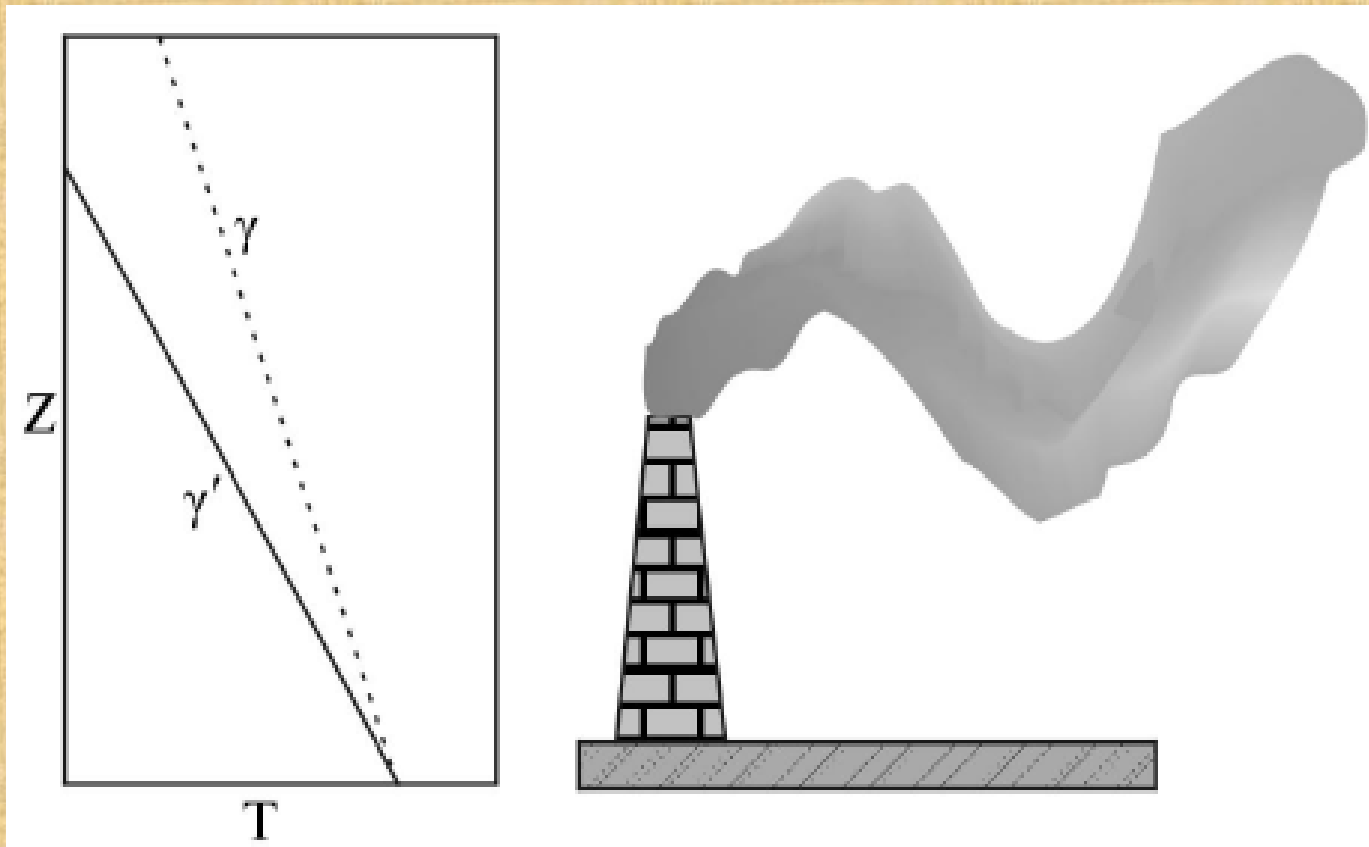


Σχήμα 7. Καπνισμός (Fumigation) [4]

# Μορφές και τροχιές θυσάνου

## •Κατακόρυφη κυκλική διασπορά (Looping)

Στην περίπτωση της κατακόρυφης κυκλικής διασποράς (looping) έχουμε εντός του ΑΟΣ έντονα ασταθείς συνθήκες που εμφανίζονται κατά κύριο λόγο το μεσημέρι ή νωρίς το απόγευμα. Οι συνθήκες αυτές δημιουργούν μια έντονη κατακόρυφη κυκλοφορία του αέρα με διαδοχικά ανοδικά και καθοδικά ρεύματα αέρα (Σχήμα 8).

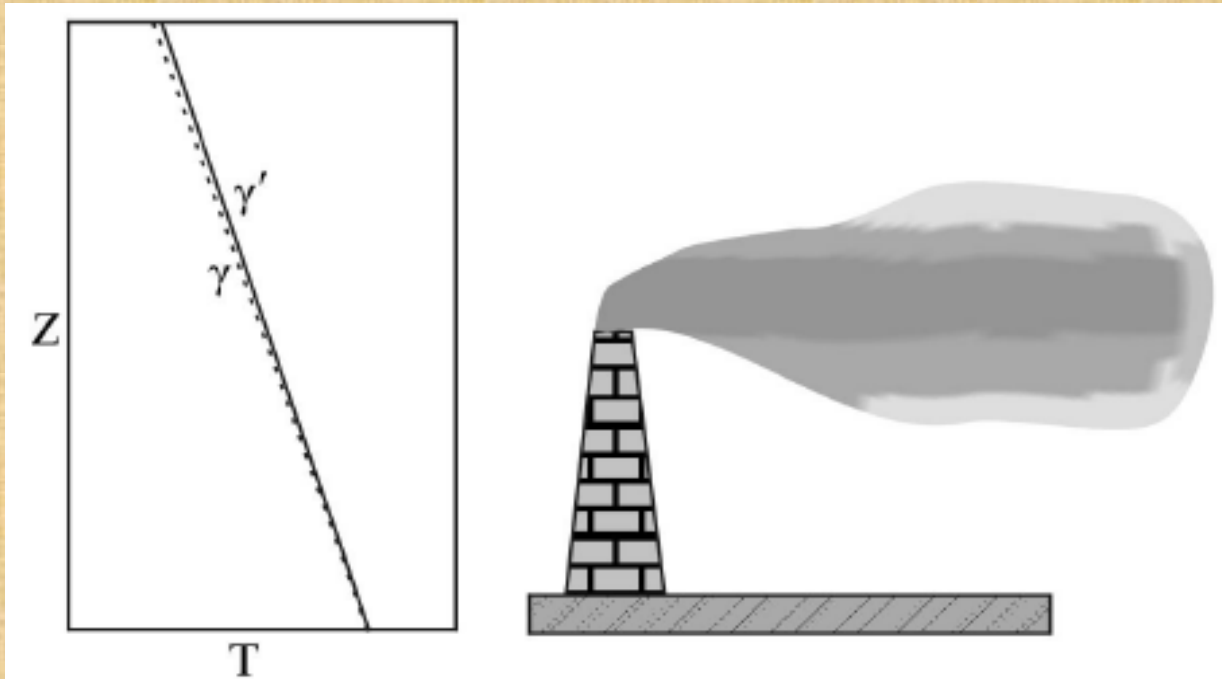


Σχήμα 8. Κατακόρυφη κυκλική διασπορά (Looping) [4]

# Μορφές και τροχιές θυσάνου

## •Κωνική διασπορά (Coning)

Στην περίπτωση κατά την οποία  $\gamma' \approx \gamma$  ο θύσανος μετά την έξοδό του από το χείλος της καμινάδας παρουσιάζει μια κωνική μορφή (Σχήμα 9). Η μορφή αυτή του θυσάνου παρατηρείται συνήθως όταν έχουμε συννεφιά, άνεμο και μια σχετικά ευσταθή ατμόσφαιρα. Τέτοιες καταστάσεις παρατηρούνται κυρίως κατά τη διέλευση μιας καταιγίδας που οφείλεται σε χαμηλό βαρομετρικό (κυκλώνας) ή κατά την διέλευση ενός μετώπου και μπορεί να συμβεί οποιαδήποτε ώρα μέσα στο 24ωρο.

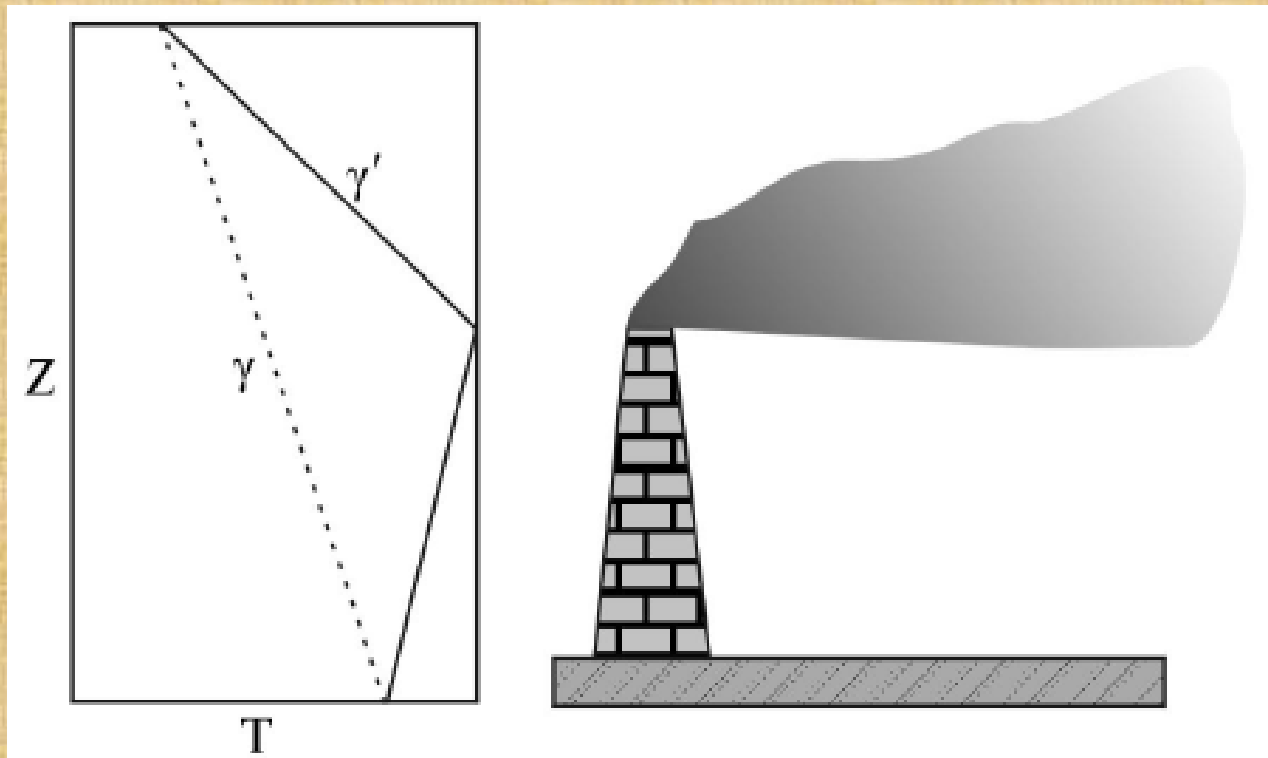


Σχήμα 9. Κωνική διασπορά (Coning) [4]

# Μορφές και τροχιές θυσάνου

## • Διασπορά πάνω από την αναστροφή (Lofting)

Στην περίπτωση αυτή, ο θύσανος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης εμποδίζεται από την αναστροφή να κινηθεί προς τα κάτω και περιορίζεται πάνω από την βάση της αναστροφής (Σχήμα 10). Μια τέτοια κατάσταση παρατηρείται κυρίων κοντά στο ηλιοβασίλεμα όπου παρατηρείται μετάβαση από ασταθείς σε ευσταθείς συνθήκες κοντά στο έδαφος. Το πάχος του θυσάνου εξαρτάται από τις συνθήκες και την ένταση της τύρβης πάνω από την βάση της αναστροφής.



Σχήμα 10. Διασπορά πάνω από την αναστροφή (Lofting) [4]

# Βιβλιογραφία

- [1] Λαζαρίδης Μιχάλης, 2010. Ατμοσφαιρική ρύπανση με στοιχεία μετεωρολογίας. Εκδόσεις Τζιόλα, 2<sup>η</sup> έκδοση, ISBN 978-960-418-246-6
- [2] Μπεργελές Γ., 2006. Πηγές, Διασπορά και Έλεγχος Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ. ISBN: 960-254-660-3
- [3] Pasquill F., 1961. The estimation of the dispersion of windborne material, The Meteorological Magazine, 90, 1063, 33-49
- [4] Ατμοσφαιρική Ρύπανση-Κεφάλαιο 5ο. Πανεπιστήμιο Πατρών. Διαθέσιμο στο:  
[http://www.physics.upatras.gr/UploadedFiles/course\\_109\\_2195.pdf](http://www.physics.upatras.gr/UploadedFiles/course_109_2195.pdf)