

10^η Ενότητα:

Διασπορά των Ρύπων στην Ατμόσφαιρα I I. Διασπορά μέσα σε μία Κοιλιά. Ειδικές Μετεωρολογικές Συνθήκες. «Άπνοια». Στρώμα Αέρα με «Θερμοκρασιακή Αναστροφή». «Άπνοια» και Στρώμα Αέρα με «Θερμοκρασιακή Αναστροφή».

Σύντομη Περίληψη για τη Διασπορά των Ρύπων στην Ατμόσφαιρα (9^η Ενότητα)

Στην 9^η Ενότητα ξεκινήσαμε με την περιγραφή της διασποράς, δηλαδή της εξάπλωσης των ρύπων στην ατμόσφαιρα. Περιγράψαμε δε εκτενώς την διασπορά των ρύπων, όταν αυτοί καταλήγουν μέσω μίας καπνοδόχου στην ατμόσφαιρα. Όλες οι άλλες καταλήξεις στην ατμόσφαιρα (π.χ. από μία εξάτμιση αυτοκινήτου, από τα ακροφύσια των μηχανών ενός αεροπλάνου, από τον κρατήρα ενός ηφαιστείου κ.λπ.) είναι μία ειδική περίπτωση αυτής.

Όλα όσα περιγράψαμε, αφορούσαν στην διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα, όταν οι συνθήκες της διασποράς είναι «κανονικές». «Κανονικές» είναι οι συνθήκες της διασποράς, όταν:

- Η περιοχή γύρω από την καπνοδόχο είναι επίπεδη. Η δε περιοχή γύρω από την καπνοδόχο δεν είναι επίπεδη, όταν π.χ. το εργοστάσιο (και επομένως και η καπνοδόχος) είναι μέσα σε μία κοιλάδα.
- Οι μετεωρολογικές συνθήκες είναι «κανονικές». Μη «κανονικές», δηλαδή «ειδικές» είναι οι μετεωρολογικές συνθήκες, όταν:
 1. Επικρατεί «άπνοια», δηλαδή όταν δεν φυσάει άνεμος.
 2. Υπάρχει στην ατμόσφαιρα ένα στρώμα αέρα με «θερμοκρασιακή αναστροφή».
 3. Επικρατεί και «άπνοια» και υπάρχει ένα στρώμα αέρα με «θερμοκρασιακή αναστροφή».

Όταν τα καυσαέρια καταλήγουν στην ατμόσφαιρα εγκαταλείποντας την καπνοδόχο (βλέπε Σχήμα 3,σελ. 82), καταλαμβάνουν ένα χώρο με ένα ορισμένο σχήμα. Τον χώρο αυτό με το περιεχόμενό του τον ονομάζουμε θύσανο

Κύριο και κοινό χαρακτηριστικό της διασποράς των ρύπων στην ατμόσφαιρα είναι, ότι από τη στιγμή που εγκαταλείπουν την καπνοδόχο και καταλήγουν στην ατμόσφαιρα, μεταφέρονται από τη δύναμη του ανέμου στη διεύθυνση που φυσάει ο άνεμος.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό της διασποράς των καυσαερίων στην ατμόσφαιρα είναι, ότι αυτή συντελείται σε δύο φάσεις.

Στην 1^η φάση ο άξονας του θυσάνου περιγράφει τν καμπύλη AB (βλέπε Σχήμα 3, σελ.82 σε οριζόντια θέση). Η καμπύλη AB είναι συνέπεια τριών δυνάμεων. Δύο δυνάμεων που οδηγούν τα καυσαέρια κατακόρυφα προς τα επάνω (θερμική άνωση και ορμή των καυσαερίων) και μίας δύναμης που οδηγεί τα καυσαέρια προς τα δεξιά (δύναμη του αέρα που μεταφέρει τα καυσαέρια στη διεύθυνσή του. Στο Σχήμα 3, σελ. 82 σε οριζόντια θέση έχουμε παραδεχτεί, ότι ο άνεμος φυσάει από τα αριστερά προς τα δεξιά).

Η 2^η φάση ξεκινάει από το σημείο B προς τα δεξιά και διαρκεί πολύ περισσότερο από την 1^η φάση. Κατά τη δεύτερη φάση εκτός από τη δύναμη του ανέμου, που έτσι και αλλιώς δρα στους ρύπους από τη στιγμή που αυτοί φτάνουν στην ατμόσφαιρα (σημείο A) και μεταφέρει τους ρύπους στην διεύθυνση του ανέμου, καθοριστικό για την διασπορά των ρύπων είναι το φαινόμενο της «διάχυσης».

Η διάχυση είναι η αιτία για την οποία οι διαφορές στην συγκέντρωση ενός ρύπου στην ατμόσφαιρα με την πάροδο του χρόνου εξισώνονται.

Συνέπεια όλων των προηγουμένων είναι ότι το σχήμα του χώρου που καταλαμβάνουν τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρα, δηλαδή ο θύσανος είναι όπως ένα χωνί. Αυτό σημαίνει, ότι τα καυσαέρια, όσο περνάει ο χρόνος, τόσο και πιο πολύ απομακρύνονται από την πηγή δημιουργίας τους. Με αυτόν τον τρόπο (αφού ανοίγει το «χωνί») τα καυσαέρια αραιώνουν όλο και περισσότερο, δηλαδή η συγκέντρωσή τους γίνεται όλο και μικρότερη και επομένως τόσο πιο ακίνδυνα γίνονται για τον άνθρωπο και τους λοιπούς αποδέκτες.

Επί πλέον εξηγήσαμε, ότι τα καυσαέρια μέσα στο θύσανο (εκτός της διάχυσης) μπορούν να υποστούν χημικό μετασχηματισμό, ξηρή απόθεση και υγρή απόθεση.

Τέλος, όσο ένας ρύπος δεν υφίσταται χημικό μετασχηματισμό, ξηρή απόθεση και υγρή απόθεση, τόσο μεγαλύτερη διάρκεια «ζωής» έχει και έτσι τόσο πιο μακριά φτάνει ο ρύπος αυτός.

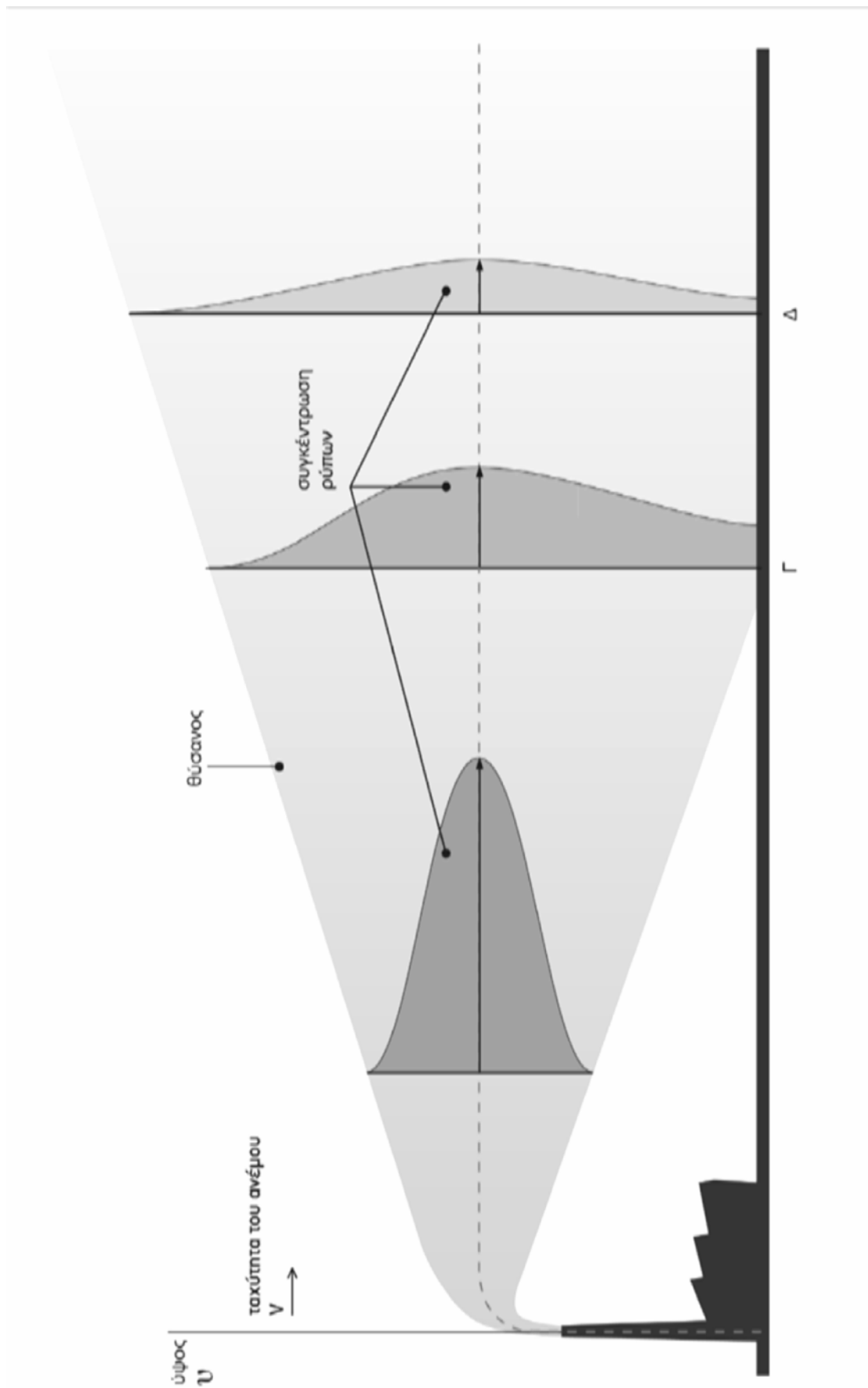
Αυτά ήταν μία σύντομη περίληψη της 9^{ης} Ενότητας, δηλαδή των όσων περιγράψαμε μέχρι τώρα για την διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα.

«Προχωρημένες» Παρατηρήσεις για τη Διασπορά των Ρύπων στην Ατμόσφαιρα

Στη σημερινή 10^η Ενότητα θα ολοκληρώσουμε την διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα, όταν οι συνθήκες, τόσο του εδάφους όσο και οι μετεωρολογικές δεν είναι «κανονικές» αλλά «ειδικές». Πριν όμως ξεκινήσουμε με αυτήν την περιγραφή θα ήθελα πρώτα να Σας εξηγήσω μερικά, που είναι για «προχωρημένους» και αφορούν στην διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα. Ίσως βέβαια διερωτηθείτε: «Είμαστε εμείς προχωρημένοι;». Να είστε βέβαιοι: Ναι είσατε προχωρημένοι! Αρκετά από αυτά που μαθαίνετε Εσείς δεν τα ξέρουν (το έχω ελέγξει αυτό) ούτε οι απόφοιτοι Ανωτάτων Σχολών Περιβάλλοντος στη χώρα μας.

Στο Σχήμα 5, σελ. 93 (φανταστείτε το Σχήμα 5 οριζόντιο) βλέπουμε την διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα από μία καπνοδόχο. Μέσα στον θύσανο έχουμε σχεδιάσει σε 3 διαφορετικές αποστάσεις από την καπνοδόχο την συγκέντρωση των ρύπων (δίχως απόδειξη). Εστιάζουμε σε μία οποιαδήποτε απόσταση από την καπνοδόχο. Η συγκέντρωση των ρύπων είναι μέγιστη στον άξονα του θυσάνου (τη συγκέντρωση των ρύπων την έχουμε σχεδιάσει εκεί με ένα τόξο) και ελάχιστη στα άκρα του θυσάνου. Η καμπύλη της συγκέντρωσης των ρύπων σε μία οποιαδήποτε απόσταση από την καπνοδόχο μοιάζει με «καμπάνα» και είναι η περίφημη «Καμπύλη του Γκάους». Το εμβαδόν και των τριών «Καμπυλών του Γκάους» είναι ίσο, διότι αντιπροσωπεύει τη μάζα των καυσαερίων που περνά από οποιαδήποτε απόσταση από την καπνοδόχο και είναι ίδια.

1. Συμπέρασμα. Όταν οι ρύποι βρίσκονται στην έξοδο από την καπνοδόχο, η συγκέντρωσή τους είναι πολύ μεγάλη (σίγουρα μεγαλύτερη από το βέλος στον άξονα της 1^{ης} «Καμπύλης του Γκάους»). Όταν όμως οι ρύποι φτάσουν στο έδαφος (Σημείο Γ), η συγκέντρωσή τους είναι μικρή. Τώρα γίνεται φανερό γιατί χρησιμοποιούμε καπνοδόχους. Αντί να στέλνουμε στο Περιβάλλον (Σημείο Α) ρύπους με πολύ μεγάλη συγκέντρωση (που είναι επικίνδυνοι), με τη βοήθεια της καπνοδόχου στέλνουμε στο Περιβάλλον (Σημείο Γ) ρύπους με μικρότερη συγκέντρωση (που είναι λιγότερο επικίνδυνοι).
2. Συμπέρασμα. Συγκρίνουμε τις δύο καμπύλες της συγκέντρωσης των ρύπων στα 2 σημεία Γ και Δ, όταν οι ρύποι έχουν φτάσει ήδη στο έδαφος. Η συγκέντρωση των ρύπων στο έδαφος στο σημείο Δ είναι μικρότερη από ότι στο σημείο Γ. Αυτό επιβεβαιώνει τον ισχυρισμό μας στην προηγούμενη 9^η Ενότητα, ότι, όσο απομακρυνόμαστε από την πηγή, η συγκέντρωση των ρύπων μικραίνει και επομένως οι ρύποι γίνονται λιγότερο επικίνδυνοι.



Σχήμα 5: Αραίωση των Ρύπων στην Ατμόσφαιρα

Εξηγήσαμε προηγουμένως, ότι μία καπνοδόχο την χρησιμοποιούμε για να αραιώσουν τα καυσαέρια όταν φτάνουν στο έδαφος και έτσι να γίνουν λιγότερο επικίνδυνα για τον άνθρωπο και το Περιβάλλον.

Υψηλές Καπνοδόχοι

Τώρα θα αποδείξουμε, ότι όσο πιο υψηλή είναι η καπνοδόχος, τόσο πιο πολύ τα καυσαέρια έχουν αραιώσει όταν φτάνουν στο έδαφος. Στο Σχήμα 6, σελ. 95 έχουμε την έξοδο στην ατμόσφαιρα των καυσαερίων ενός εργοστασίου, όπου ενώ όλα παραμένουν ίδια, το ύψος της καπνοδόχου του εργοστασίου τη μία φορά είναι χαμηλό και την άλλη φορά είναι υψηλότερο. Με ευκολία αναγνωρίζουμε, ότι όταν τα καυσαέρια έχουν φτάσει ήδη στο έδαφος (Σημείο E) η συγκέντρωση των ρύπων στο έδαφος είναι για την περίπτωση της υψηλότερης καπνοδόχου μικρότερη. Αυτό σημαίνει, ότι όσο υψηλότερη είναι η καπνοδόχος, τόσο τα καυσαέρια στον ίδιο τόπο του εδάφους γίνονται λιγότερο επικίνδυνα για τον άνθρωπο και το Περιβάλλον.

Είναι λογικό λοιπόν να διερωτηθεί κανείς, γιατί δεν φτιάχνουμε παντού υψηλές καπνοδόχους προκειμένου να επιτύχουμε παντού μία σημαντική μείωση της ρύπανσης του Περιβάλλοντος; Προς τούτο πρέπει να γίνει κατανοητό το εξής: Όσο πιο υψηλή είναι μία καπνοδόχος, τόσο πιο εύκολα είναι δυνατόν τα καυσαέρια να φτάσουν, κάτω από ειδικές μετεωρολογικές συνθήκες, σε τέτοια ύψη της ατμόσφαιρας, απ' όπου γίνεται δυνατή η μεταφορά σε πολύ μακρινές αποστάσεις με τις αρνητικές συνέπειες που εξηγήσαμε στο Κεφάλαιο «Οξινή Βροχή» (βλέπε 8^η Ενότητα, σελ. 73).

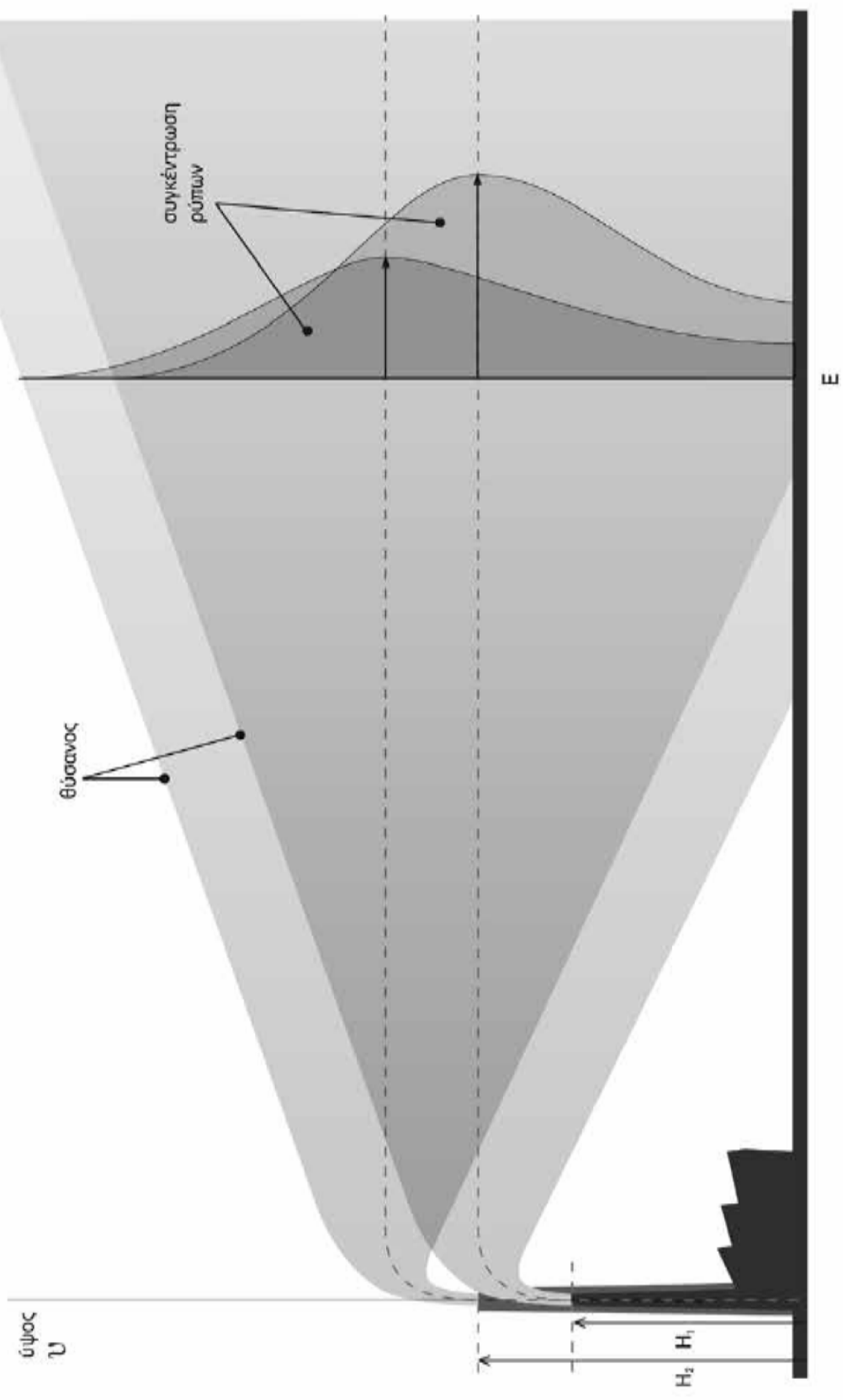
Η αραιώση των ρύπων όπως την περιγράψαμε μέχρι τώρα, προϋποθέτει κανονικές συνθήκες κατά τη Διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα. Τώρα θα ασχοληθούμε με τη Διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα, όταν οι συνθήκες δεν είναι κανονικές.

«Ειδικές» Συνθήκες κατά την Διασπορά των Ρύπων στην Ατμόσφαιρα
Μη κανονικές, δηλαδή «ειδικές» συνθήκες για τη διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα μπορεί να υπάρχουν, είτε επειδή το έδαφος δεν είναι ομαλό, είτε επειδή οι μετεωρολογικές συνθήκες είναι ειδικές.

Διασπορά των Ρύπων στην Ατμόσφαιρα, μέσα σε μία Κοιλιάδα

Έτσι κατ' αρχάς θα ασχοληθούμε με ένα παράδειγμα διασποράς ρύπων στην ατμόσφαιρα, όταν το έδαφος δεν είναι ομαλό. Έστω λοιπόν ότι ένα εργοστάσιο βρίσκεται μέσα σε μία κοιλάδα, δηλαδή σε μία περιοχή όπου κοιτώντας στη διεύθυνση της κοιλάδας, αριστερά και δεξιά υπάρχουν βουνά. Κατ' αρχάς από μετρήσεις είναι γνωστό, ότι ανεξάρτητα από τη γενική διεύθυνση του ανέμου, η διεύθυνση του ανέμου μέσα στην κοιλάδα είναι η διεύθυνση που σχηματίζεται ανάμεσα στα δύο βουνά.

Όταν περιγράψαμε την διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα, εξηγήσαμε, ότι κοιτώντας από την έξοδο της καπνοδόχου προς τη διεύθυνση του ανέμου, τα καυσαέρια λόγω της διάχυσης αποκτούν το σχήμα ενός χωνιού, δηλαδή εξαπλώνονται προς τα επάνω, κάτω δεξιά και αριστερά. Στην περίπτωσή μας όμως με το εργοστάσιο στην κοιλάδα, κοιτώντας από την έξοδο της καπνοδόχου προς τη διεύθυνση του ανέμου, δηλαδή στη διεύθυνση της κοιλάδας, τα καυσαέρια μπορούν μεν να εξαπλωθούν λόγω της διάχυσης προς τα επάνω και κάτω, όχι όμως προς τα δεξιά και αριστερά, αφού δεξιά και αριστερά υπάρχουν βουνά. Το αποτέλεσμα είναι ότι το χωνί των καυσαερίων είναι δεξιά και αριστερά στενό, δηλαδή η αραιώση των ρύπων δεν είναι μεγάλη και επομένως οι ρύποι παραμένουν επικίνδυνοι και σε μεγάλη απόσταση από την πηγή τους.



Σχήμα 6: Επίδραση του Ύψους της Καταδόχου στη Συγκέντρωση των Ρύπων στο Έδαφος.

Το παράδειγμα που αναφέραμε, δηλαδή το εργοστάσιο στην κοιλάδα, δεν το αναφέραμε μόνο για διδακτικούς λόγους. Τέτοια εργοστάσια υπάρχουν σε πολλές και Ευρωπαϊκές χώρες, δημιουργώντας με τους ρύπους τους προβλήματα στους κατοίκους της γύρω περιοχής.

Διασπορά των Ρύπων στην Ατμόσφαιρα με ειδικές Μετεωρολογικές Συνθήκες
Τώρα εγκαταλείπουμε το παράδειγμα με το εργοστάσιο στην κοιλάδα και θα ασχοληθούμε με ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα για τον άνθρωπο, το οποίο δημιουργείται, όταν κατά τη διασπορά, δηλαδή την εξάπλωση των ρύπων στην ατμόσφαιρα επικρατούν ειδικές μετεωρολογικές συνθήκες. Η κατάσταση αυτή μπορεί να εξελιχθεί σε αυτό που στις ξένες γλώσσες ονομάζουμε smog και στην απλή Ελληνική γλώσσα ονομάζουμε «Νέφος».

Αλλά ας προχωρήσουμε σιγά-σιγά.

Υπάρχουν σε σχέση με τη Διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα τρεις περιπτώσεις, όπου επικρατούν ειδικές μετεωρολογικές συνθήκες. Οι περιπτώσεις αυτές είναι:

1. Όταν επικρατεί «άπνοια», δηλαδή όταν δε φυσάει άνεμος.
2. Όταν στην ατμόσφαιρα υπάρχει ένα στρώμα αέρα με «θερμοκρασιακή αναστροφή».
3. Όταν συνυπάρχουν και οι δύο προηγούμενες καταστάσεις, δηλαδή και η «άπνοια» και το στρώμα αέρα με «θερμοκρασιακή αναστροφή».

Οι τελευταίες μας εκφράσεις ίσως ακούστηκαν κάπως «επιστημονικές». Στην συνέχεια όμως θα γίνει με πολύ απλό τρόπο τελείως αντιληπτό, τι ακριβώς είναι αυτές οι ειδικές μετεωρολογικές συνθήκες και γιατί μας δημιουργούν προβλήματα.

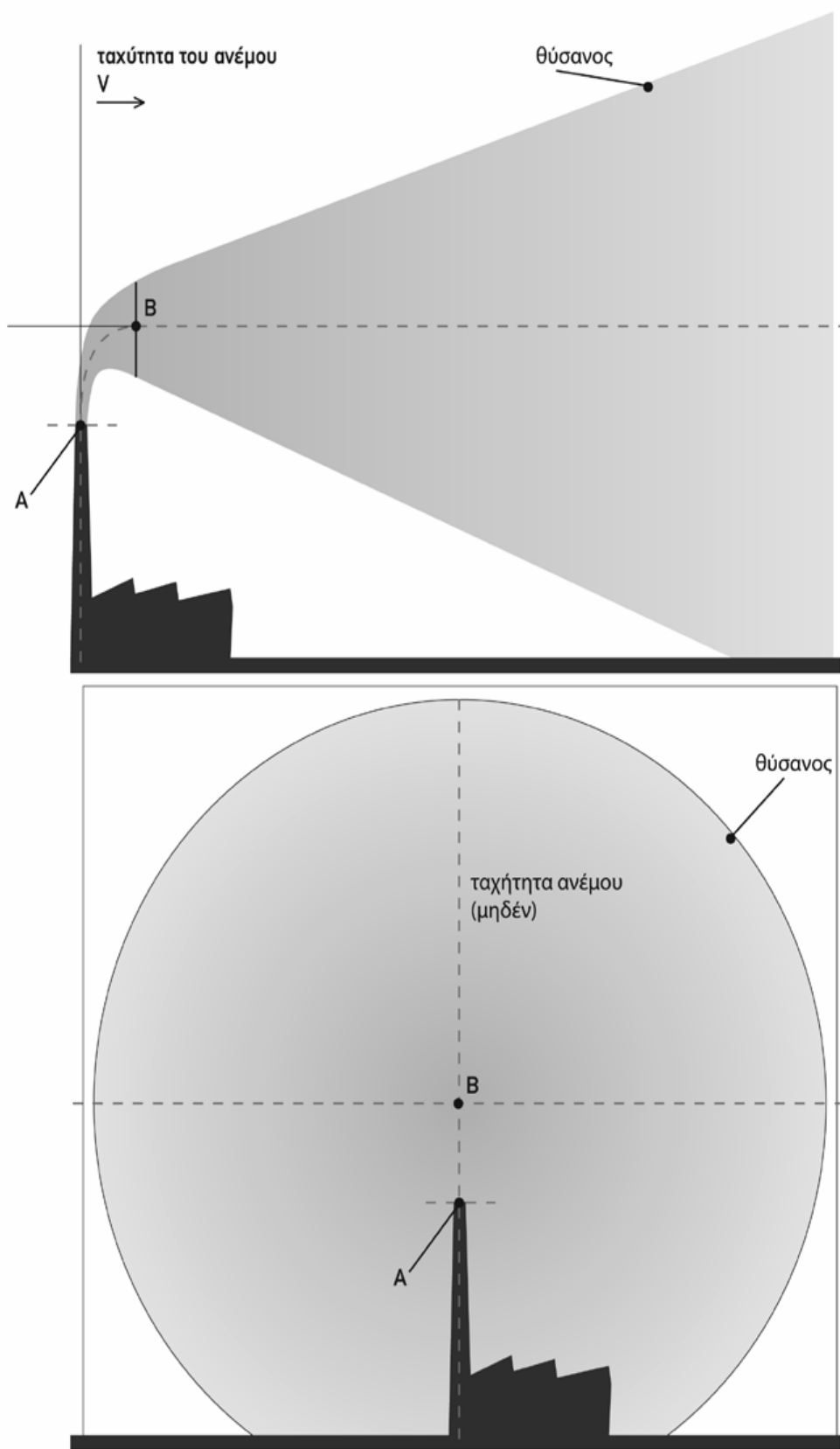
1^η Περίπτωση: «Άπνοια»

Η πρώτη περίπτωση, που επικρατούν ειδικές μετεωρολογικές συνθήκες κατά τη διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα είναι λοιπόν όπως προαναφέραμε, όταν επικρατεί άπνοια, δηλαδή όταν δε φυσάει άνεμος, με άλλα λόγια όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι μηδέν. Στο Σχήμα 10, σελ. 97, φαίνεται η διασπορά των ρύπων όταν φυσάει άνεμος (επάνω) και όταν επικρατεί άπνοια (κάτω). Στην περίπτωση της άπνοιας (κάτω) όταν τα καυσαέρια εγκαταλείψουν την καπνοδόχο, δεν μεταφέρονται, όπως συνήθως (επάνω), από τον άνεμο μακριά από την πηγή που προήλθαν, αφού τώρα δε φυσάει άνεμος. Το αποτέλεσμα λοιπόν, όταν επικρατεί άπνοια, δηλαδή όταν δε φυσάει άνεμος είναι, ότι τα καυσαέρια παραμένουν στην πηγή που δημιουργήθηκαν και εξαπλώνονται μόνο λόγω της διάχυσης πολύ αργά προς όλες τις διευθύνσεις, δηλαδή προς τα επάνω, κάτω και γύρω από τον ρυπαντή, επιβαρύνοντας έτσι κυρίως την περιοχή κάτω και γύρω από τον ρυπαντή.

Θυμηθείτε το παράδειγμα με το οποίο περιγράψαμε τη διάχυση, όπου στο κέντρο ενός δωματίου πατάμε μία φορά ένα σπρέι, από το οποίο φεύγει μία μικρή ποσότητα αρώματος και μετά από ορισμένη ώρα λόγω της διάχυσης μυρίζουμε το άρωμα σε οποιοδήποτε σημείο του δωματίου γύρω από το σπρέι (βλέπε 9^η Ενότητα, σελ 83).

Το πρώτο συμπέρασμα που βγάζουμε λοιπόν είναι, ότι όταν επικρατεί άπνοια, οι ρύποι δε μεταφέρονται με τον άνεμο μακριά από την πηγή που προήλθαν (αφού δε φυσάει άνεμος), αλλά παραμένουν κάτω και γύρω από την πηγή που προήλθαν επιβαρύνοντας αυτήν την περιοχή. Η δε επιβάρυνση της περιοχής γύρω από τον ρυπαντή γίνεται τόσο μεγαλύτερη όσο περισσότερη ώρα διαρκεί η άπνοια.

Η μόνη δε ανακούφιση για την περιοχή κάτω και γύρω από τον ρυπαντή, όταν επικρατεί άπνοια, είναι ότι μία μικρή αραίωση των καυσαερίων επιτυγχάνεται τουλάχιστον, επειδή τα καυσαέρια μπορούν λόγω της διάχυσης να εξαπλωθούν λίγο γύρω από τον ρυπαντή αλλά κυρίως και προς τα επάνω.



Σχήμα 10: Εξάπλωση των Ρύπων από μια Καπνοδόχο με Άνεμο (επάνω) και Άπνοια (κάτω).

2^η Περίπτωση: «Στρώμα Αέρα με Θερμοκρασιακή Αναστροφή»

Τώρα θα περιγράψουμε τη δεύτερη περίπτωση μη κανονικών μετεωρολογικών συνθηκών. Η περίπτωση αυτή επικρατεί, όταν, όπως προαναφέραμε, στην ατμόσφαιρα υπάρχει ένα στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή. Για να γίνει όμως αυτό κατανοητό, πρέπει πρώτα να αναφερθούμε στη γήινη ατμόσφαιρα ή καλλίτερα να επαναλάβουμε όσα ήδη αναφέραμε για τη γήινη ατμόσφαιρα, αφού στην ατμόσφαιρα είχαμε αναφερθεί και όταν εισαγάγαμε τις έννοιες «καλό όζον» και «κακό όζον» (βλέπε 8^η Ενότητα, σελ. 68).

Τη γήινη ατμόσφαιρα θα την περιγράψουμε αναλυτικά, όταν σε άλλες Ενότητες θα περιγράψουμε λεπτομερώς το πολύ σημαντικό παγκόσμιο πρόβλημα για το Περιβάλλον, που είναι γνωστό, ως η «Τρύπα του Όζοντος». Εδώ θα επαναλάβουμε τα της γήινης ατμόσφαιρας μόνο τόσο, όσο είναι απαραίτητο, προκειμένου να γίνει αντιληπτή η έννοια στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή.

Ο αέρας λοιπόν, που περιβάλλει τη γη λέγεται ατμόσφαιρα. Η ατμόσφαιρα εκτείνεται σε περισσότερες εκατοντάδες χιλιόμετρα επάνω από την επιφάνεια της γης, δίχως όμως να υπάρχει μία αυστηρή άνω οριακή επιφάνεια.

Η ατμόσφαιρα μπορεί να χωριστεί σε περισσότερα στρώματα κατά περισσότερους τρόπους ανάλογα με το ποια ιδιότητα της ατμόσφαιρας μας ενδιαφέρει. Ο πιο συνήθης τρόπος και για τις δικές μας τις ανάγκες ο πιο κατάλληλος είναι ο χωρισμός της ατμόσφαιρας σε στρώματα ανάλογα με το πώς αλλάζει η θερμοκρασία στην ατμόσφαιρα με το ύψος. Με αυτόν τον τρόπο λοιπόν η ατμόσφαιρα χωρίζεται σε 5 στρώματα, όπου για τους σκοπούς μας σημαντικά είναι τα 2 πρώτα στρώματα, δηλαδή η τροπόσφαιρα και η στρατόσφαιρα.

Η τροπόσφαιρα λοιπόν είναι το κάτω στρώμα της ατμόσφαιρας και αρχίζει από την επιφάνεια της γης. Το επάνω μέρος της τροπόσφαιρας έχει ένα **μέσο** ύψος περίπου 13 χιλιομέτρων επάνω από την επιφάνεια της γης. Στην τροπόσφαιρα συμβαίνουν όλα αυτά τα φαινόμενα, τα οποία χαρακτηρίζουμε ως τον καιρό που επικρατεί επάνω στη γη. Το χαρακτηριστικό για την τροπόσφαιρα είναι, ότι η θερμοκρασία μικραίνει, όσο ανεβαίνουμε πιο ψηλά. Όλοι έχουμε ακούσει, όταν ταξιδεύουμε με αεροπλάνο, τον πιλότο να ανακοινώνει π.χ. «πετάμε σε ένα ύψος 10 χιλιομέτρων και η θερμοκρασία έξω είναι πλην 45 βαθμοί Κελσίου». Στην 8^η Ενότητα, σελ. 69 είχαμε γράψει: «Πετάμε σε ένα ύψος 10 χιλιομέτρων και η εξωτερική θερμοκρασία είναι πλην 60 βαθμοί Κελσίου». Αυτό δε σημαίνει, ότι κάναμε τώρα ένα λάθος. Απλούστατα η θερμοκρασία σε ένα οποιοδήποτε ύψος στην τροπόσφαιρα είναι διαφορετική επάνω από τόπο σε τόπο, αλλά και διαφορετική επάνω από τον ίδιο τόπο τις διάφορες εποχές του έτους.

Βέβαια κάποιος μπορεί να διερωτηθεί: Αφού όσο ανεβαίνουμε πιο ψηλά στην τροπόσφαιρα και επομένως πλησιάζουμε πιο κοντά στον ήλιο, δε θα έπρεπε να μεγάλωνε η θερμοκρασία με το ύψος; Ένα τέτοιο ερώτημα είναι μεν πολύ λογικό, αλλά η σωστή απάντηση είναι όχι, δηλαδή η θερμοκρασία δε μεγαλώνει όσο ανεβαίνουμε πιο ψηλά αλλά πράγματι μικραίνει. Η αιτία είναι, ότι η τροπόσφαιρα δε θερμαίνεται άμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, αλλά έμμεσα από το έδαφος. Δηλαδή το έδαφος θερμαίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία και με τη σειρά του θερμαίνει τον αέρα που είναι από επάνω του, δηλαδή την τροπόσφαιρα. Έτσι, όσο πιο κοντά στο έδαφος βρίσκεται ένα πακέτο αέρα, τόσο περισσότερη θερμότητα δέχεται από το έδαφος και έτσι τόσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του. Αντίθετα, όσο πιο μακριά από το έδαφος, δηλαδή όσο πιο ψηλά στην τροπόσφαιρα βρίσκεται ένα πακέτο αέρα, τόσο λιγότερη θερμότητα δέχεται από το έδαφος και έτσι τόσο μικρότερη είναι η θερμοκρασία του.

Το δεύτερο στρώμα της ατμόσφαιρας προς τα επάνω είναι η στρατόσφαιρα. Δηλαδή η στρατόσφαιρα αρχίζει από το επάνω μέρος της Τροπόσφαιρας και φτάνει μέχρι ένα ύψος περίπου 50 χιλιομέτρων. Η θερμοκρασία στην στρατόσφαιρα, αντίθετα με την τροπόσφαιρα, μεγαλώνει με το ύψος. Το γιατί θα το εξηγήσουμε, όταν ασχοληθούμε με την «Τρύπα του Όζοντος».

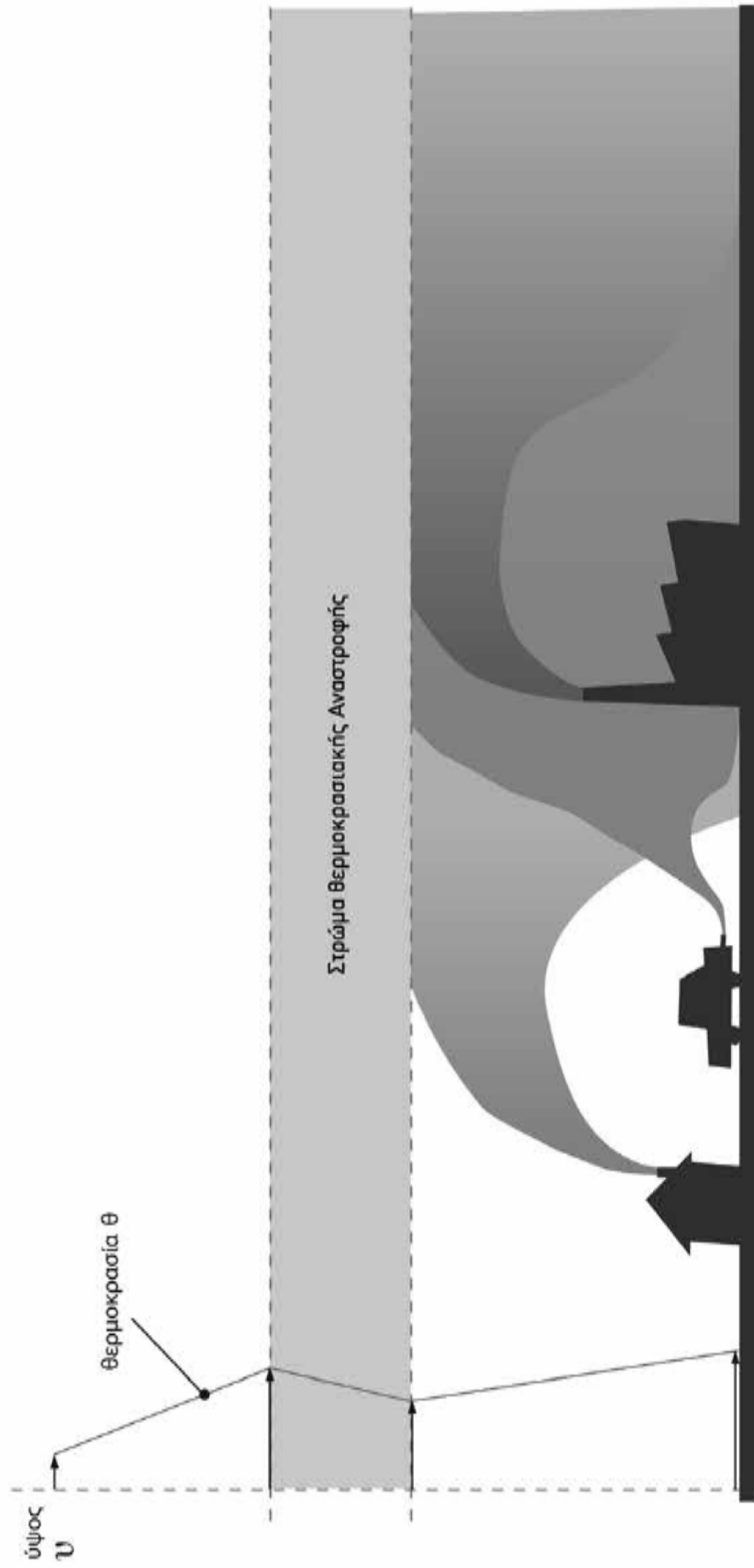
Αφού όμως ήδη περιγράψαμε την ατμόσφαιρα, μπορούμε να επιστρέψουμε στην περιγραφή της διασποράς των ρύπων στην ατμόσφαιρα, όταν επικρατούν ειδικές μετεωρολογικές συνθήκες και συγκεκριμένα όταν στην ατμόσφαιρα υπάρχει ένα λεγόμενο στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή.

Το σημαντικότερο αποτέλεσμα των όσων εξηγήσαμε προηγουμένως για το κάτω στρώμα της ατμόσφαιρας, δηλαδή την τροπόσφαιρα είναι ότι η θερμοκρασία μικραίνει με το ύψος. Αυτό π.χ. σημαίνει, ότι στην τροπόσφαιρα όσο πιο κάτω είναι ένα στρώμα αέρα τόσο πιο ζεστό είναι και αντίθετα όσο πιο επάνω είναι ένα στρώμα αέρα τόσο πιο κρύο είναι. Ο αέρας όμως όσο πιο ζεστός είναι, είναι τόσο ελαφρύτερος. Οπότε στην Τροπόσφαιρα ο ζεστός αέρας που βρίσκεται κάτω είναι ελαφρύτερος από τον κρύο αέρα που βρίσκεται επάνω και επομένως ο ζεστός αέρας που βρίσκεται κάτω και είναι πιο ελαφρύς ανεβαίνει εύκολα προς τα επάνω. Αυτό όμως είναι κάτι πολύ σημαντικό για τον άνθρωπο, διότι έτσι τα καυσαέρια που δημιουργούνται κοντά στην επιφάνεια της γης ανεβαίνουν προς τα επάνω και έτσι απομακρύνονται από τους αποδέκτες και γίνονται λιγότερο βλαβερά.

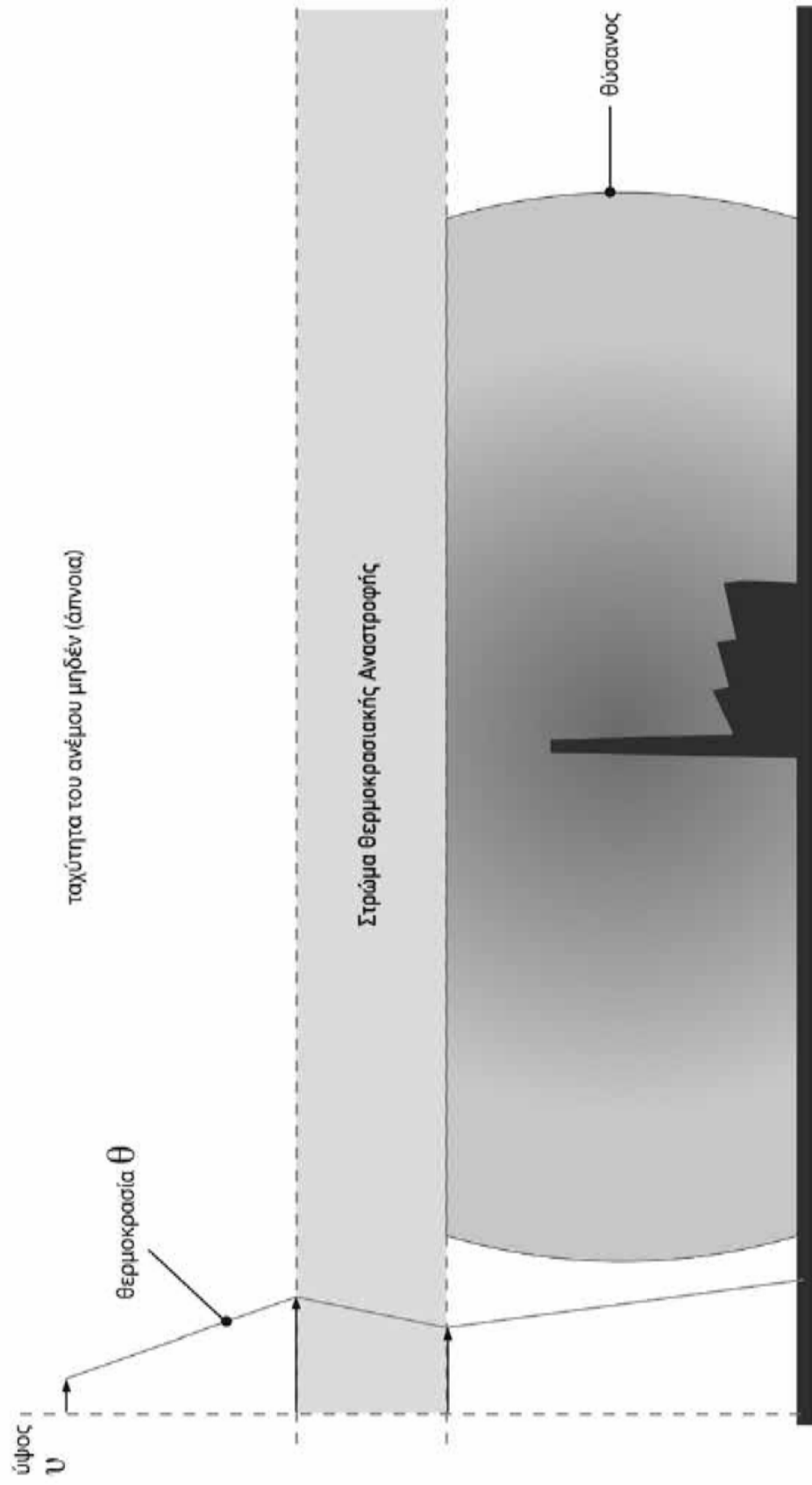
Υπάρχουν όμως περιπτώσεις, που σε ένα στρώμα αέρα στην τροπόσφαιρα, π.χ. από τα 100 μέτρα επάνω από την επιφάνεια της γης μέχρι τα 150 μέτρα, η θερμοκρασία δε μικραίνει με το ύψος, όπως περιγράψαμε, αλλά αντί να μικραίνει η θερμοκρασία μεγαλώνει με το ύψος. Τότε λέμε ότι έχουμε ένα στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή, επειδή η θερμοκρασία δε μικραίνει με το ύψος (ως συνήθως στην τροπόσφαιρα), αλλά αναστρέφεται, δηλαδή μεγαλώνει. Κάτι τέτοιο όμως έχει μεγάλη σημασία για την διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα. Διότι ο αέρας που βρίσκεται στο κάτω μέρος του στρώματος με θερμοκρασιακή αναστροφή είναι πιο κρύος και επομένως πιο βαρύτες από τον αέρα που βρίσκεται στο πάνω μέρος του στρώματος με θερμοκρασιακή αναστροφή. Αυτό σημαίνει, ότι μέσα στο στρώμα με θερμοκρασιακή αναστροφή δεν μπορεί να υπάρξει κίνηση του αέρα από κάτω προς τα επάνω, αφού κάτω είναι ο κρύος, δηλαδή ο βαρύτες αέρας και επάνω ο ζεστός, δηλαδή ο ελαφρύτες αέρας. Αυτό όμως έχει σα συνέπεια, ότι το στρώμα του αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή δρα όπως ένα τοίχος μη επιτρέποντας στα καυσαέρια που είναι κάτω από το στρώμα με θερμοκρασιακή αναστροφή να το διαπεράσουν.

Μετά τα όσα μάθαμε για ένα στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή επιστρέφουμε στο παράδειγμά μας της διασποράς των ρύπων στην ατμόσφαιρα για την περίπτωση αυτή, που οι ρύποι έχουν δημιουργηθεί κατά την καύση οποιουδήποτε καυσίμου και έχουν καταλήξει στην ατμόσφαιρα μέσω μιας καπνοδόχου ή π.χ. μέσω της εξάτμισης ενός οχήματος (βλέπε Σχήμα 13, σελ 100). Παραδεχόμαστε λοιπόν τώρα, ότι επάνω από την έξοδο των καυσαερίων από την καπνοδόχο ή την εξάτμιση υπάρχει στην ατμόσφαιρα ένα στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή και διερωτώμεθα τι συνέπειες έχει αυτό στην διασπορά των ρύπων του παραδείγματός μας;

Έχουμε αναφέρει επανειλημμένως, ότι κοιτώντας από την έξοδο της καπνοδόχου προς τη διεύθυνση του ανέμου, τα καυσαέρια εξαπλώνονται λόγω της διάχυσης προς όλες τις διευθύνσεις, δηλαδή προς τα επάνω, κάτω, δεξιά και αριστερά παίρνοντας το σχήμα ενός χωνιού. Αφού όμως τώρα υπάρχει επάνω από τα καυσαέρια, δηλαδή επάνω από το θύσανο ένα στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή, τα καυσαέρια μπορούν μεν να εξαπλωθούν προς τα κάτω, αριστερά και δεξιά, όχι όμως και προς τα



Σχήμα 13: Εξάπλωση των Ρύπων με Στρώμα Θερμοκρασιακής Αναστρώφης.



Σχήμα 15: Συνθήκες για Κατάσταση Smog.

επάνω, αφού όπως εξηγήσαμε προηγουμένως το στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή δρα όπως ένα τοίχος μη επιτρέποντας στα καυσαέρια που είναι κάτω από το στρώμα με θερμοκρασιακή αναστροφή να το διαπεράσουν. Αυτό σημαίνει, ότι αφού τα καυσαέρια δε μπορούν να εξαπλωθούν και προς τα επάνω, δεν αραιώνουν γρήγορα, δημιουργώντας προβλήματα στον άνθρωπο και στο Περιβάλλον, ακόμη και σε μεγαλύτερες αποστάσεις από τον ρυπαντή, δηλαδή την πηγή προέλευσής των.

3^η Περίπτωση: «Άπνοια» και «Στρώμα Αέρα με Θερμοκρασιακή Αναστροφή»
Η τρίτη περίπτωση μη κανονικών μετεωρολογικών συνθηκών, είναι, όταν συνυπάρχουν και η άπνοια και το στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή (βλέπε Σχήμα 15, σελ 101). Τότε λέμε, ότι επικρατεί στις ξένες γλώσσες smog (σμογκ) και στην απλή Ελληνική «Νέφος». Αυτή βέβαια είναι η χειρότερη περίπτωση για τη ρύπανση της ατμόσφαιρας, διότι τώρα τα καυσαέρια εγκαταλείποντας την καπνοδόχο δε μεταφέρονται με τον άνεμο μακριά από την καπνοδόχο, αφού επικρατεί άπνοια, επιβαρύνοντας έτσι την περιοχή κάτω και γύρω από την καπνοδόχο. Επί πλέον όμως τα καυσαέρια, λόγω της ύπαρξης του στρώματος αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή δεν μπορούν να αραιώσουν ούτε προς τα επάνω.

Έτσι, όσο η άπνοια και το στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή διατηρούνται, και ο ρυπαντής εξακολουθεί να λειτουργεί, η ρύπανση της περιοχής κάτω και γύρω από την καπνοδόχο αυξάνεται. Επομένως οι συγκεντρώσεις των ρύπων συνεχώς αυξάνουν με αποτέλεσμα οι δόσεις των ρύπων που δέχονται π.χ. οι άνθρωποι συνεχώς να μεγαλώνουν, ίσως να ξεπεράσουν τις επιτρεπόμενες οριακές τιμές με καταστάσεις που έχουν οδηγήσει ακόμη και σε περισσότερες χιλιάδες νεκρούς, όπως στο Λονδίνο το Δεκέμβριο του 1952.

Η κατάσταση αυτή στην τροπόσφαιρα κατά τη οποία επικρατεί και άπνοια και ένα στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή ονομάζεται όπως ήδη είπαμε στις ξένες γλώσσες smog (σμογκ) και στην απλή Ελληνική «Νέφος». Το νέφος μπορεί να εμφανιστεί είτε τον χειμώνα και λέγεται Νέφος τύπου Λονδίνου είτε το καλοκαίρι και λέγεται νέφος τύπου Λος - Άντζελες. Οι ονομασίες προήλθαν από τις πόλεις που πρωτοεμφανίστηκαν τα δύο διαφορετικά «Νέφη». Λέμε δε δύο διαφορετικά νέφη, διότι οι ρύποι που παίζουν ρόλο στα δύο αυτά νέφη είναι τελείως διαφορετικοί από νέφος σε νέφος.

Όλα αυτά όμως θα τα εξηγήσουμε ως συνήθως με απλό και κατανοητό τρόπο στην επόμενη 11^η Ενότητα.

Και μία παρατήρηση.

Θα ήταν τελείως φυσιολογικό, αν Κάποια ή Κάποιος από Εσάς έχανε τον ειρμό των όσων περιγράφω. Κάτι τέτοιο συμβαίνει και με τους Φοιτητές Ανωτάτων Ιδρυμάτων (δεν παίρνουν όλοι Άριστα). Σε μία τέτοια περίπτωση θα ήταν λάθος, αν εγκαταλείπατε την προσπάθειά Σας να ενημερωθείτε για τα προβλήματα του Περιβάλλοντος. Σκοπεύω να Σας παρουσιάσω τόσα διαφορετικά πράγματα, που είναι ανεξάρτητα αλλήλων και θα εμπλουτίσουν τις γενικές Σας γνώσεις, ώστε και αν χάσετε κάπου τον ειρμό, συνεχίστε. Οι επόμενες Ενότητες θα περιγράφουν τελείως διαφορετικά αντικείμενα, που δεν θα προϋποθέτουν κάτι που ίσως στο ενδιάμεσο δεν το καταλάβατε.

Άλλωστε, αν επιθυμείτε, δεδομένου, ότι στην Ιστοσελίδα μου υπάρχει και το link Επικοινωνία, μπορείτε να επικοινωνήσετε μαζί μου και, αν έχετε κάποια ερωτήματα, να προσπαθήσω να Σας τα απαντήσω.