

## 11<sup>η</sup> Ενότητα:

### **Οριακές Τιμές των Ρύπων στην Ατμόσφαιρα. Μακρόχρονη και Βραχύχρονη Οριακή Τιμή. Όριο Συναγερμού ενός Ρύπου. Ισχύουσα Νομοθεσία για Ρύπους στην Ατμόσφαιρα. Smog ή «Νέφος» Τύπου Λονδίνου. Smog ή «Νέφος» Τύπου Λος - Άντζελες**

#### **Σύντομη Περίληψη για τη Διασπορά των Ρύπων στην Ατμόσφαιρα**

Μέχρι τώρα έχουμε περιγράψει όλα, όσα σχετίζονται με την διασπορά (δηλαδή την εξάπλωση) των ρύπων στην ατμόσφαιρα. Την διασπορά αυτήν την περιγράψαμε για όλες τις συνθήκες (κανονικές και ειδικές) που επικρατούν είτε στο έδαφος (ομαλό ή όχι) είτε στην ατμόσφαιρα (κανονικές ή ειδικές, δηλαδή άπνοια, ή στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή, ή άπνοια και στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή).

Έτσι ξέρουμε πλέον τι συμβαίνει από τη στιγμή που ρύποι καταλήγουν στην ατμόσφαιρα (μέσω μίας καπνοδόχου, ή μέσω μίας εξάτμισης ενός οχήματος, ή μέσω των ακροφυσίων ενός αεροπλάνου, ή μέσω ενός κρατήρα ηφαιστείου κ.λπ.).

Επί πλέον ξέρουμε, ότι όταν επικρατούν ειδικές μετεωρολογικές συνθήκες, π.χ. άπνοια και ύπαρξη στρώματος αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή, όπου οι ρυπαντές συνεχίζουν να λειτουργούν, η επιβάρυνση του Περιβάλλοντος συνεχώς μεγαλώνει, έτσι ώστε μπορεί να υπάρξει υπέρβαση των επιτρεπόμενων οριακών τιμών.

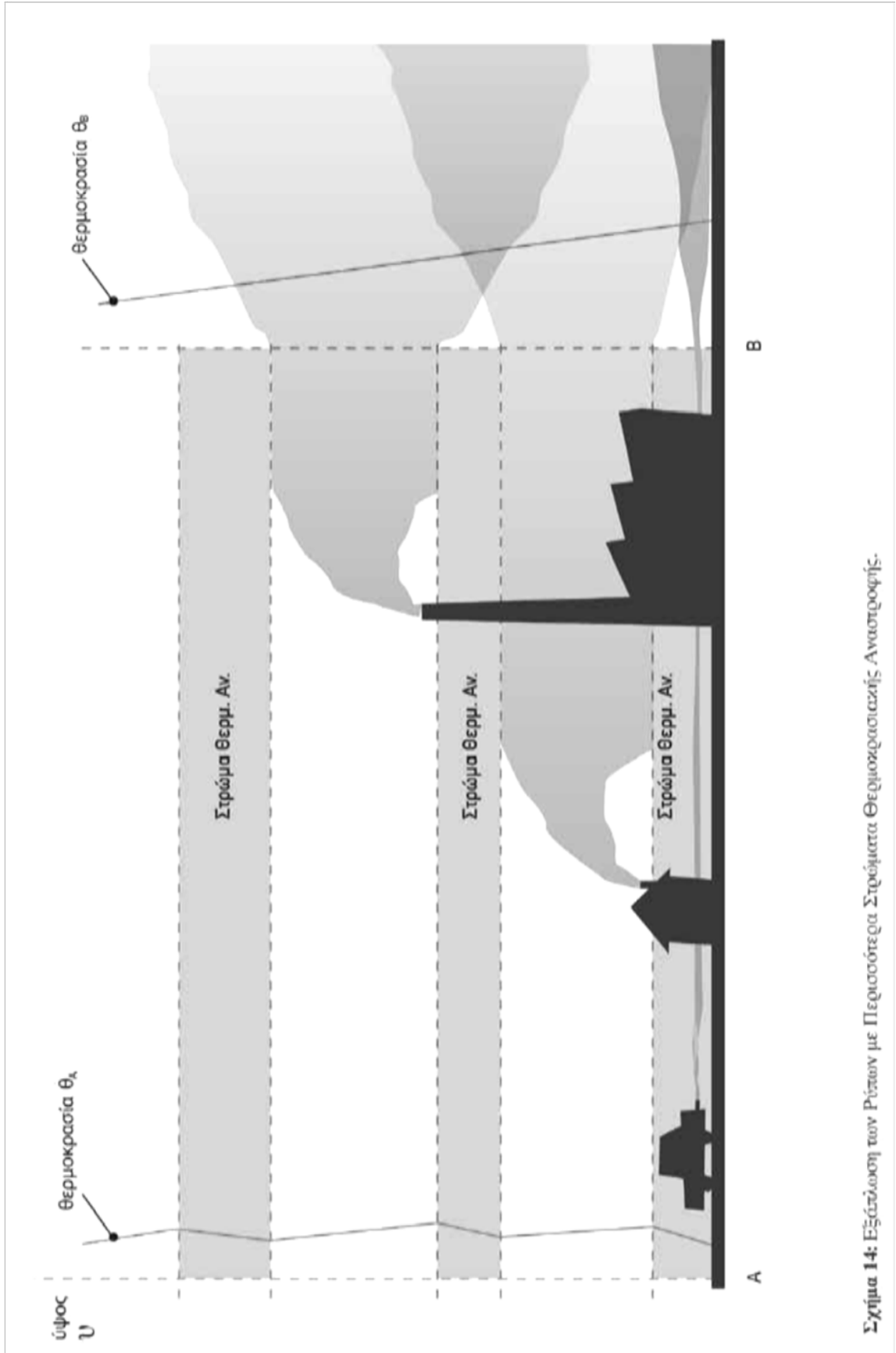
Στη συνέχεια θα Σας περιγράψω τι εννοούμε με την έννοια οριακές τιμές των ρύπων στην ατμόσφαιρα. Πριν όμως γίνει αυτό, βλέπουμε το Σχήμα 14, σελ. 104. Στο Σχήμα αυτό υπάρχουν στην ατμόσφαιρα 3 στρώματα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή, τα οποία στο σημείο Β εξαφανίζονται. Στο αριστερό μέρος του Σχήματος αλλά και στο σημείο Β βλέπετε και τη θερμοκρασία που επικρατεί σε συνάρτηση του ύψους στην ατμόσφαιρα. Το Σχήμα 14 είναι μία καλή ευκαιρία για να ελέγξετε τις αποκτηθείσες γνώσεις Σας στον τομέα της διασποράς των ρύπων στην ατμόσφαιρα.

#### **Οριακές Τιμές των Ρύπων στην Ατμόσφαιρα**

Στην συνέχεια θα περιγράψουμε, πώς ορίζονται αυτές οι επιτρεπόμενες οριακές τιμές. Στην 2<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 18 αναφέραμε την Αρχή του Παράκελσου, δηλαδή: «Όλα τα πράγματα είναι δηλητήριο και τίποτα δεν είναι δηλητήριο. Μόνο η δόση ορίζει, αν κάτι είναι δηλητήριο ή όχι...». Στην 9<sup>η</sup> Ενότητα, σελ 80 εξηγήσαμε, ότι η δόση ενός ρύπου της ατμόσφαιρας που δέχεται π.χ. ο άνθρωπος εξαρτάται από τη συγκέντρωση του ρύπου στην ατμόσφαιρα, δηλαδή την ποσότητα του ρύπου μέσα σε έναν όγκο αέρα, π.χ. σε ένα κυβικό μέτρο αέρα. Επομένως προκειμένου να υπολογίσουμε την επιτρεπόμενη οριακή δόση που δέχεται ο άνθρωπος, αρκεί να ορίσουμε την επιτρεπόμενη οριακή συγκέντρωση του ρύπου.

Ονομάζουμε οριακή τιμή της συγκέντρωσης ενός ρύπου στην ατμόσφαιρα π.χ. για τον άνθρωπο, αυτήν τη συγκέντρωση, που αν δεν ξεπεραστεί, δεν έχει καμία επίπτωση στον άνθρωπο.

Τίθεται όμως το ερώτημα με ποιο τρόπο μπορεί να προσδιορισθεί για ένα ρύπο X η οριακή αυτή τιμή της συγκέντρωσης; Είναι φανερό, ότι δεν μπορούμε να κάνουμε πειράματα σε ανθρώπους, δίνοντας τους να αναπνεύσουν αέρα αυξάνοντας τη συγκέντρωση του ρύπου X, μέχρι να παρατηρήσουμε προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου. Έχουν βέβαια υπάρξει και ειδικές περιπτώσεις, που αποκτήθηκαν και τέτοιες εμπειρίες. Μερικά παραδείγματα είναι:

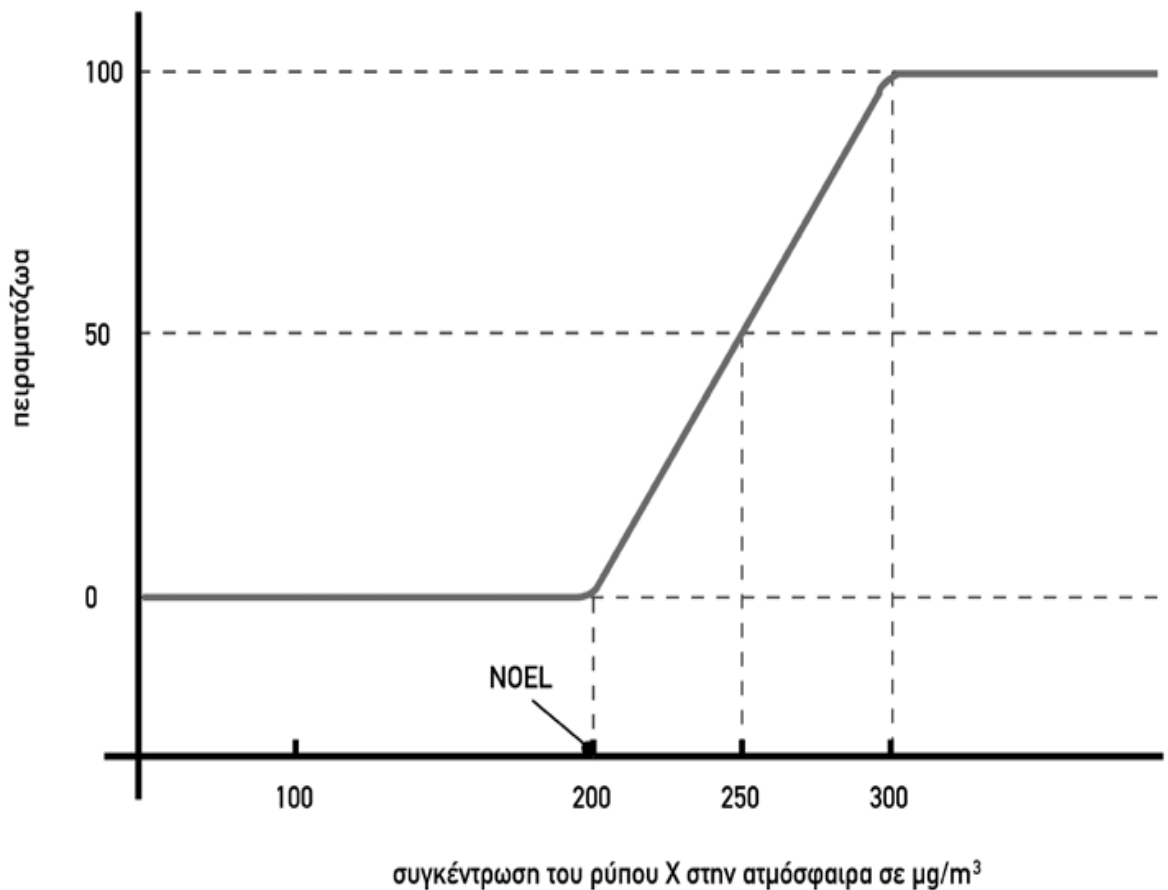


Σχήμα 14: Εξέλιξη των Ρύπων με Περισσότερα Στρώματα Θερμοκρασιακής Αναστρώσης.

- Για το ρύπο ακτινοβολίες οι εκρήξεις των πυρηνικών βομβών στη Χιροσίμα και στο Ναγκασάκι στο τέλος του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, καθώς και το ατύχημα στο Τσερνομπίλ (στις ακτινοβολίες θα αναφερθούμε αργότερα σε άλλη Ενότητα).
- Για τους ρύπους Διοξίνες και Φουράνια το ατύχημα στο Σεβέζο (βλέπε 5<sup>η</sup> Ενότητα, σελ 40).

Σε αυτές τις περιπτώσεις έγινε γνωστή η σχέση δόση του ρύπου που δέχτηκε ο άνθρωπος/επενέργεια του ρύπου στον άνθρωπο.

Οι ειδικές περιπτώσεις, που προαναφέραμε, είναι βέβαια η εξαίρεση στον καθορισμό της οριακής τιμής της συγκέντρωσης ενός ρύπου στην ατμόσφαιρα. Υπάρχει όμως ειδική επιστήμη, η Τοξικολογία, η οποία έχει αναπτύξει μεθόδους προσδιορισμού οριακών τιμών. Στη συνέχεια θα περιγράψουμε με τη βοήθεια του Σχήματος 8, σελ 105 μια τέτοια μέθοδο προσδιορισμού της οριακής τιμής της συγκέντρωσης ενός ρύπου X στην ατμόσφαιρα σε σχέση με τον άνθρωπο (έχοντας επιλέξει για καλύτερη κατανόηση ένα αριθμητικό παράδειγμα).



Σχήμα 8: Δόση ενός Ρύπου - Επίπτωση σε Πειραματόζωα.

Εκθέτουμε λοιπόν μια ομάδα ζώων π.χ. 100 λευκά ποντίκια (στη συνέχεια θα τα αποκαλούμε πειραματόζωα) σε μια ατμόσφαιρα, που περιέχει το ρύπο X, του οποίου θέλουμε να προσδιορίσουμε την οριακή τιμή της συγκέντρωσής του στην ατμόσφαιρα. Ξεκινάμε με μια συγκέντρωση του ρύπου X στην ατμόσφαιρα ίση με  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (μικρογραμμάρια του ρύπου X μέσα σε ένα κυβικό μέτρο αέρα) διατηρώντας τη συγκέντρωση αυτή σταθερή για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Στο τέλος του χρονικού αυτού διαστήματος, εξετάζοντας τα πειραματόζωα, διαπιστώνουμε, ότι (βλέπε Σχήμα 8, σελ. 105) κανένα από αυτά δεν υπέστη την οποιαδήποτε επίδραση από τον ρύπο X.

Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία αυξάνοντας τη συγκέντρωση του ρύπου X διατηρώντας όμως τη νέα αυτή τιμή σταθερή πάντα για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Όσο η σταθερή συγκέντρωση του ρύπου X είναι μικρότερη ή ίση της τιμής  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (βλέπε Σχήμα 8, σελ. 105), τα πειραματόζωα δεν δείχνουν καμία επίδραση από το ρύπο X στο τέλος του χρονικού διαστήματος. Όταν η σταθερή για μεγάλο χρονικό διάστημα συγκέντρωση του ρύπου X πάρει τιμή πάνω από  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , παρουσιάζονται οι πρώτες επιπτώσεις σε ένα πειραματόζωο. Όσο αυξάνει η σταθερή για μεγάλο χρονικό διάστημα συγκέντρωση του ρύπου X, τόσο αυξάνει και ο αριθμός των πειραματόζωων που έχουν επιπτώσεις από τον ρύπο X. Έτσι, (βλέπε Σχήμα 8, σελ. 105) με συγκέντρωση  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  έχουν υποστεί επιπτώσεις από το ρύπο X 50 πειραματόζωα, ενώ με συγκέντρωση  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  όλα, δηλαδή και τα 100. Η τιμή της συγκέντρωσης του ρύπου, που αν δεν ξεπεραστεί δεν παρατηρείται οποιαδήποτε επίδραση στους αποδέκτες ονομάζεται NOEL (No Observable Effect Level), δηλαδή συγκέντρωση δίχως αναγνωρίσιμη επίδραση. Η τιμή NOEL στο παράδειγμα μας είναι  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (βλέπε Σχήμα 8, σελ. 105) και αφορά τα ποντίκια.

Προκειμένου να ορίσουμε την οριακή τιμή της συγκέντρωσης του ρύπου X στην ατμόσφαιρα σε σχέση με τον άνθρωπο μειώνουμε την τιμή NOEL διαιρώντας με ένα συντελεστή, η τιμή του οποίου συνήθως είναι 100. Όσο μειώνουμε την τιμή NOEL τόσο πιο πολύ προστατεύουμε τον άνθρωπο. Με τον συντελεστή αυτό, δηλαδή το 100, λαβαίνουμε υπ' όψη κυρίως τη διαφορά ευπάθειας μεταξύ των πειραματόζωων και του ανθρώπου, αλλά και μεταξύ των ανθρώπων μεταξύ τους (υγιείς, νέοι, ηλικιωμένοι, παιδιά, ασθενείς κ.λπ.). Όσο πιο γνωστές είναι οι αιτίες για τις διαφορές, τόσο μεταξύ πειραματόζωων και ανθρώπου, όσο και μεταξύ των διάφορων ομάδων ανθρώπων (υγιείς, νέοι κ.λπ.), τόσο μικρότερος γίνεται ο συντελεστής 100.

Έτσι ορίζουμε στο παράδειγμα μας, ως «Μακρόχρονη Οριακή Τιμή της Συγκέντρωσης του Ρύπου X στην Ατμόσφαιρα σε Σχέση με τον Άνθρωπο», την τιμή  $200 / 100 = 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Η έκφραση μακρόχρονη είναι απαραίτητη, διότι προήλθε από μακρόχρονη επίδραση του ρύπου στα πειραματόζωα. Ένα πραγματικό παράδειγμα είναι ότι, π.χ. η «Μακρόχρονη Οριακή Τιμή της Συγκέντρωσης του Ρύπου Διοξειδίου του Αζώτου ( $\text{NO}_2$ ) στην Ατμόσφαιρα σε σχέση με τον Άνθρωπο» είναι  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Στη συνέχεια θα αντιληφθούμε, ότι υπάρχει και Βραχύχρονη Οριακή Τιμή της Συγκέντρωσης ενός Ρύπου στην Ατμόσφαιρα.

Είναι αυτονόητο, ότι προκειμένου να καθορίσουμε την οριακή τιμή της συγκέντρωσης του ρύπου X στην ατμόσφαιρα σε σχέση με οποιονδήποτε άλλο αποδέκτη, εκτός του ανθρώπου (π.χ. σε σχέση με τα φυτά, τα κτήρια, τα υλικά κ.λπ.) εργαζόμαστε όπως με τα πειραματόζωα απευθείας με τον αποδέκτη (π.χ. απευθείας με τα φυτά) δίχως την ανάγκη χρήσης συντελεστού.

Ό,τι περιγράψαμε για το ρύπο Χ, έχει πραγματοποιηθεί για μια σειρά ρύπων τόσο της ατμόσφαιρας, του νερού και του εδάφους, όσο και σε σχέση με όλους τους αποδέκτες, δηλαδή τον άνθρωπο, τα ζώα, τα φυτά, τα κτήρια και λοιπά υλικά, τα οικοσυστήματα κ.λπ.

Ό,τι θα αναφέρουμε στα επόμενα 3 Κεφάλαια (δηλαδή μέχρι την Επικεφαλίδα «Περίληψη για τον Ορισμό Όρια για τη Συγκέντρωση ενός Ρύπου στην Ατμόσφαιρα») είναι μεν εκλαϊκευμένη, αλλά δεν παύει να είναι και εξειδικευμένη Επιστήμη. Διαβάστε τα λοιπόν, αλλά αν έχετε δυσκολία να τα καταλάβετε, μη Σας απασχολήσει αυτό, γιατί στο τέλος των τριών Κεφαλαίων στο Κεφάλαιο που ακολουθεί με τίτλο «Περίληψη για τον Ορισμό Όρια για τη Συγκέντρωση ενός Ρύπου στην Ατμόσφαιρα» θα Σας εξηγήσω περιληπτικά τι πρέπει να κρατήσετε

### **Μακρόχρονη Συγκέντρωση και**

#### **Μακρόχρονη Οριακή Τιμή της Συγκέντρωσης ενός Ρύπου στην Ατμόσφαιρα**

Προκειμένου να εισαγάγουμε την έννοια «οριακή συγκέντρωση του ρύπου Χ στην ατμόσφαιρα με αποδέκτη τον άνθρωπο» παραδεχτήκαμε, ότι ο αποδέκτης δέχεται μια σταθερή συγκέντρωση του ρύπου Χ στην ατμόσφαιρα.

Ένας αποδέκτης όμως σχεδόν ποτέ δεν αντιμετωπίζει μια σταθερή συγκέντρωση ενός ρύπου στην ατμόσφαιρα. Παίρνουμε σαν παράδειγμα μια νοικοκυρά, που μένει σε ένα σπίτι κοντά σε μια λεωφόρο με μεγάλη κυκλοφορία. Παρακολουθούμε την επιβάρυνση της νοικοκυράς για 24 ώρες από ένα ρύπο, που προέρχεται από τον ρυπαντή αυτοκίνητο, π.χ. το διοξείδιο του αζώτου (βλέπε 4<sup>η</sup> Ενότητα, σελ 29). Έστω ότι ο άνεμος έχει σταθερή διεύθυνση από τη λεωφόρο προς το σπίτι της νοικοκυράς. Ήδη το γεγονός, ότι η ένταση της κυκλοφορίας των οχημάτων είναι συνάρτηση του χρόνου (τη νύχτα μικρότερη από τη μέρα και τις ώρες κυκλοφοριακής αιχμής μέγιστη), δείχνει ότι η επιβάρυνση της νοικοκυράς από τον ρύπο διοξείδιο του αζώτου συνεχώς αλλάζει. Ένας άλλος παράγων, που κάνει την επιβάρυνση της νοικοκυράς από το ρύπο διοξείδιο του αζώτου πιο περίπλοκη, είναι, ότι και η διεύθυνση του ανέμου στην πραγματικότητα αλλάζει. Έτσι, είναι δυνατόν η επιβάρυνση της νοικοκυράς από το ρύπο διοξείδιο του αζώτου να είναι ελάχιστη τη στιγμή της κυκλοφοριακής αιχμής, αν ακριβώς εκείνη τη στιγμή η διεύθυνση του ανέμου δεν είναι τώρα από τη λεωφόρο προς το σπίτι, αλλά από το σπίτι της νοικοκυράς προς τη λεωφόρο.

Τίθεται λοιπόν το ερώτημα, πως θα γίνει η αξιολόγηση της επιβάρυνσης της νοικοκυράς από τον ρύπο διοξείδιο του αζώτου; Αυτό θα το εξηγήσουμε με τη βοήθεια ενός αριθμητικού παραδείγματος.

Έστω λοιπόν ότι τοποθετούμε στην αυλή της νοικοκυράς ένα όργανο με το οποίο μετρούμε τη συγκέντρωση του ρύπου διοξείδιο του αζώτου στην ατμόσφαιρα για ένα ολόκληρο ημερολογιακό έτος, δηλαδή από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου (ώρα 00:00) μέχρι την 31<sup>η</sup> Δεκεμβρίου (ώρα 24:00). Για κάθε ώρα (π.χ. από 00:00 μέχρι 01:00) σχηματίζουμε τον μέσο όρο της συγκέντρωσης του διοξειδίου του αζώτου δημιουργώντας έτσι ένα σύνολο από 24 ωριαίες τιμές ημερησίως επί 365 μέρες, δηλαδή συνολικά 8760 ωριαίες τιμές της συγκέντρωσης του διοξειδίου του αζώτου. Αυτά που περιγράφουμε τώρα, δεν είναι θεωρίες. Έτσι ελέγχει ένα συγκροτημένο Κράτος την επιβάρυνση των Πολιτών του. Προκειμένου να γίνουν ευκολότερα κατανοητά όσα ακολουθούν, παραδεχόμαστε ότι στο αριθμητικό μας παράδειγμα (βλέπε Πίνακα 3, σελ. 108) οι 8760 τιμές είναι μόνο 5 (πώς θα μπορούσαμε άλλωστε σε ένα αριθμητικό παράδειγμα να βρούμε το μέσο όρο 8760 τιμών;). Στον Πίνακα 3, σελ. 108 ο ρύπος διοξείδιο του αζώτου παρίσταται με τον χημικό του τύπο NO<sub>2</sub>. Εκτός αυτού επιλέγουμε τρεις χαρακτηριστικές σειρές μετρήσεων της συγκέντρωσης του διοξειδίου του αζώτου. Στην πρώτη περίπτωση οι ωριαίες τιμές της

συγκέντρωσης του διοξειδίου του αζώτου είναι όλες ίδιες και ίσες με 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  έτσι, ώστε και ο μέσος όρος τους είναι ίσος με 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Στη δεύτερη περίπτωση οι τιμές της συγκέντρωσης του διοξειδίου του αζώτου έχουν επιλεγεί έτσι, ώστε να είναι περίπου ίσες με 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  και ο μέσος όρος τους πάλι να είναι ίσος με 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Και στις δύο αυτές περιπτώσεις μπορούμε να πούμε ότι η συγκέντρωση του ρύπου διοξείδιο του αζώτου στην ατμόσφαιρα είναι κατά τη διάρκεια ενός έτους περίπου σταθερή, με μέσο όρο την τιμή 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Τον μέσο όρο της συγκέντρωσης ενός ρύπου κατά τη διάρκεια ενός έτους την ονομάζουμε και «μακρόχρονη επιβάρυνση ή μακρόχρονη συγκέντρωση του ρύπου» αυτού. Προκειμένου δε, να αξιολογήσουμε, αν η συγκέντρωση αυτή δημιουργεί προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου πρέπει να τη συγκρίνουμε με τη «μακρόχρονη οριακή τιμή της συγκέντρωσης του ρύπου διοξείδιο του αζώτου» Η τιμή αυτή για το διοξείδιο του αζώτου είναι 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , όπως αναφέραμε προηγουμένως. Επομένως συμπερασματικά, αφού η νοικοκυρά τόσο στην πρώτη, όσο και στη δεύτερη περίπτωση (βλέπε Πίνακα 3, σελ. 108) εκτίθεται σε μια μακρόχρονη επιβάρυνση 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , ενώ η μακρόχρονη οριακή τιμή της συγκέντρωσης του  $\text{NO}_2$  είναι 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , δεν έχει να φοβηθεί τίποτε από τον ρύπο διοξείδιο του αζώτου.

Περίπτωση	Τιμές της Συγκέντρωσης του Ρύπου $\text{NO}_2$ στην Ατμόσφαιρα σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
	00.00 - 01.00	01.00 - 02.00	02.00 - 03.00	03.00 - 04.00	04.00 - 05.00	κ.λπ.	Μέσος Όρος
1 <sup>η</sup>	30	30	30	30	30	κ.λπ.	30
2 <sup>η</sup>	28	29	30	31	32	κ.λπ.	30
3 <sup>η</sup>	0	0	30	30	90	κ.λπ.	30

**Πίνακας 3: Συγκέντρωση του Ρύπου  $\text{NO}_2$  στην Ατμόσφαιρα σε  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

#### **Βραχύχρονη Συγκέντρωση και**

#### **Βραχύχρονη Οριακή Τιμή της Συγκέντρωσης ενός Ρύπου στην Ατμόσφαιρα**

Τώρα παρατηρώντας την τρίτη περίπτωση στον Πίνακα 3, σελ. 108, διαπιστώνουμε ότι αυτή είναι τελείως διαφορετική από τις δύο προηγούμενες περιπτώσεις. Ναι μεν η

συγκέντρωση του NO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα έχει μέσο όρο ίσο με 30 μg/m<sup>3</sup>, πλην όμως οι επί μέρους ωριαίες τιμές του ρύπου διαφέρουν πολύ μεταξύ τους. Είναι δε φανερό, ότι η τρίτη περίπτωση είναι πολύ πιο επιβαρυντική από τις δύο προηγούμενες, διότι οι οργανισμοί ανταποκρίνονται με ιδιαίτερα αυξημένη δυσκολία σε βραχύχρονες ακραίες καταπονήσεις σε σχέση με παρατεταμένες καταπονήσεις ηπιότερης μορφής. Ας αναλογιστούμε: Αν ήμασταν μποξέρ, τι θα προτιμούσαμε, να δεχόμασταν 10 χτυπήματα με δύναμη ενός κιλού ή 9 χτυπήματα με δύναμη 0,1 κιλού και ένα χτύπημα 9,1 κιλών, με το οποίο σίγουρα θα βγαίναμε νοκ άουτ (και οι δύο περιπτώσεις έχουν τον ίδιο μέσο όρο, δηλαδή τη δύναμη ενός κιλού);

Από την προηγούμενη παράγραφο προκύπτει, ότι προκειμένου να αξιολογήσουμε την επιβάρυνση, που έχουμε από ένα ρύπο στην ατμόσφαιρα, δεν αρκεί μόνο να αξιολογήσουμε την μακρόχρονη επιβάρυνση του ρύπου (δηλαδή τον μέσον όρο της συγκέντρωσης του ρύπου στην ατμόσφαιρα π.χ. κατά τη διάρκεια ενός ημερολογιακού έτους) συγκρίνοντας τη με τη μακρόχρονη οριακή τιμή της συγκέντρωσης του ρύπου. Επί πλέον είναι απαραίτητο ένα δεύτερο κριτήριο.

Το επί πλέον κριτήριο είναι το εξής: Ορίζουμε σαν «βραχύχρονη, δηλαδή ωριαία οριακή τιμή της συγκέντρωσης ενός ρύπου στην ατμόσφαιρα» τη συγκέντρωση αυτή, που δεν επιτρέπεται να ξεπεραστεί περισσότερο από *a* φορές, ανάλογα με το ρύπο, στο σύνολο των 8760 ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του ρύπου κατά τη διάρκεια ενός ημερολογιακού έτους.

Η βραχύχρονη οριακή τιμή στο παράδειγμα του διοξειδίου του αζώτου είναι η ωριαία συγκέντρωση 200 μg/m<sup>3</sup> και δεν επιτρέπεται να ξεπεραστεί περισσότερες από 18 φορές ανά ημερολογιακό έτος. Δηλαδή, προκειμένου να ελέγξουμε, αν η επιβάρυνση της νοικοκυράς από το ρύπο διοξείδιο του αζώτου ξεπερνά την ωριαία οριακή τιμή, μετράμε επί ένα ημερολογιακό έτος την συγκέντρωση του διοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα (σε ένα ύψος περίπου 1,5 μέτρα), σχηματίζουμε 8760 ωριαίες τιμές και δεν επιτρέπεται είτε μεμονωμένα, είτε συνεχόμενα οι ωριαίες αυτές τιμές να είναι μεγαλύτερες από 200 μg/m<sup>3</sup> περισσότερες από 18 φορές. Αν πράγματι η τιμή 200 μg/m<sup>3</sup> δεν έχει ξεπεραστεί περισσότερες από 18 φορές (δηλαδή αν στην περίπτωση μας η υπέρβαση ήταν συνεχόμενη, οι 18 φορές ανταποκρίνονται σε ¾ μιας από τις 365 ημέρες), τότε η νοικοκυρά και πάλι δεν έχει να φοβηθεί τίποτε από τον ρύπο διοξείδιο του αζώτου.

### **Όρια Συναγερμού ενός Ρύπου στην Ατμόσφαιρα**

Στο προηγούμενο Κεφάλαιο αναφέραμε ότι οι οργανισμοί δεν είναι σε θέση να ανταποκριθούν σε ακραίες καταπονήσεις.

Όταν όμως στο προηγούμενο Κεφάλαιο ορίσαμε την «βραχύχρονη οριακή τιμή» του διοξειδίου του αζώτου, αναφέραμε ότι οι ωριαίες τιμές της συγκέντρωσης του διοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα δεν επιτρέπεται να ξεπερνούν περισσότερες από 18 φορές την τιμή 200 μg/m<sup>3</sup>. Υπερβάλουμε σκοπίμως ρωτώντας: δηλαδή είναι όλα εν τάξει, αν μόνο 16 φορές η ωριαία συγκέντρωση του διοξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα είναι 3000 μg/m<sup>3</sup>; Όχι βέβαια! Άρα τουλάχιστο για ορισμένους ρύπους πρέπει να υπάρχει ακόμη ένα κριτήριο. Το κριτήριο αυτό λέγεται «όριο συναγερμού της συγκέντρωσης του ρύπου» και για το παράδειγμα του διοξειδίου του αζώτου είναι ίσο με 400 μg/m<sup>3</sup>, μετρούμενα επί 3 συνεχείς ώρες

Σε περίπτωση, που υπάρχει κίνδυνος υπέρβασης των οριακών τιμών ή/και των ορίων συναγερμού, οι αρμόδιες αρχές εκπονούν σχέδια δράσης, που επιτρέπουν τη βραχυπρόθεσμη λήψη μέτρων με τα οποία θα μειωθεί είτε το ύψος της συγκέντρωσης των ρύπων, είτε η διάρκεια υπέρβασης των ορίων. Αυτό βέβαια προϋποθέτει και μέτρα ελέγχου αλλά και δυνατότητα εφαρμογής μέτρων αναστολής δραστηριοτήτων, συμπεριλαμβανομένης της κυκλοφορίας αυτοκινήτων.

## Περίληψη για τον Ορισμό

### «Όρια για τη Συγκέντρωση ενός Ρύπου στην Ατμόσφαιρα»

Τα 3 προηγούμενα Κεφάλαια μπορούμε να τα συνοψίσουμε ως εξής: Προκειμένου να κρίνουμε, αν ένας ρύπος στην ατμόσφαιρα (σαν παράδειγμα ασχολούμεθα με τον ρύπο διοξειδίου του αζώτου) είναι επικίνδυνος π.χ. για τον άνθρωπο, πρέπει να κάνουμε μία συνεχή μέτρηση της συγκέντρωσης του ρύπου στην ατμόσφαιρα σε ένα ύψος π.χ. 1,5 μέτρων (σε αυτό το ύψος περίπου είναι τα αναπνευστικά όργανα του ανθρώπου) για το χρονικό διάστημα ενός έτους. Για τη συνεχή αυτή μέτρηση, ορίζουμε για κάθε ώρα τη μέση τιμή της συγκέντρωσης του ρύπου. Έτσι, δημιουργούνται 24 τιμές για μία ημέρα επί 365 ημέρες τον χρόνο, δηλαδή 8760 ωριαίες τιμές σε ένα χρόνο.

1. Σχηματίζουμε τον μέσον όρο των 8760 ωριαίων τιμών της συγκέντρωσης του ρύπου και τον συγκρίνουμε με την Μακρόχρονη Οριακή Τιμή της Συγκέντρωσης του Ρύπου στην Ατμόσφαιρα (για το διοξείδιο του αζώτου  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Εάν ο μέσος όρος είναι μικρότερος της Μακρόχρονης Οριακής Τιμής της Συγκέντρωσης του Ρύπου στην Ατμόσφαιρα (για το διοξείδιο του αζώτου  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), τότε (εξ ορισμού) δεν υπάρχει **προς το παρόν** κανένα πρόβλημα. Το προς το παρόν έχει την έννοια, ότι ακόμη δεν τελειώσαμε!
2. Συγκρίνουμε τις 8760 τιμές της ωριαίας συγκέντρωσης του ρύπου στην ατμόσφαιρα με την Βραχύχρονη Οριακή Τιμή της Συγκέντρωσης του Ρύπου στην Ατμόσφαιρα (για το διοξείδιο του αζώτου  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Εάν από τις 8760 τιμές της ωριαίας συγκέντρωσης του ρύπου στην ατμόσφαιρα δεν ξεπερνούν την βραχύχρονη Οριακή Τιμή της Συγκέντρωσης του Ρύπου στην Ατμόσφαιρα (για το διοξείδιο του αζώτου  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) σε περισσότερες από 18 φορές, τότε δεν υπάρχει επίσης **προς το παρόν** κανένα πρόβλημα. για τον άνθρωπο, διότι επίσης ακόμη δεν τελειώσαμε!.
3. Συγκρίνουμε τις 8760 τιμές της ωριαίας συγκέντρωσης του ρύπου στην ατμόσφαιρα με το Όριο Συναγερμού του Ρύπου στην Ατμόσφαιρα (για το διοξείδιο του αζώτου  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Εάν σε καμία περίπτωση 3 συνεχόμενες ωριαίες τιμές της συγκέντρωσης του ρύπου στην ατμόσφαιρα δεν ξεπερνούν το όριο συναγερμού (για το διοξείδιο του αζώτου  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), τότε **τελικά** (εξ ορισμού) δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα. για τον άνθρωπο.
4. Αν **έστω και μία** από τις 3 προηγούμενες συνθήκες δεν πληρούται, τότε υπάρχει πρόβλημα για τον άνθρωπο και πρέπει να ληφθούν μέτρα ενάντια σε αυτήν την κατάσταση.

### **Ισχύουσα Νομοθεσία για Ρύπους στην Ατμόσφαιρα**

Αναφέραμε προηγουμένως, ότι προκειμένου να ορίσουμε την επιβάρυνση του ανθρώπου από ρύπους που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα, μετράμε τη συγκέντρωση του ρύπου σε ένα ύψος περίπου 1,5 μέτρων από την επιφάνεια του εδάφους, επειδή σε αυτό περίπου το ύψος βρίσκονται τα αναπνευστικά όργανα του ανθρώπου. Η μετάβαση όμως ενός ρύπου από την ατμόσφαιρα στους αποδέκτες και συγκεκριμένα στον άνθρωπο ονομάζεται ρυπογόνος επιβάρυνση ή immission (βλέπε 9<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 87 και το Σχήμα 3, σελ. 82). Γι' αυτό αυτές οι οριακές τιμές για την συγκέντρωση των ρύπων στην ατμόσφαιρα ονομάζονται οριακές τιμές των ρύπων για τη ρυπογόνο επιβάρυνση ή για την immission ή και για την ποιότητα της ατμόσφαιρας. Στη συνέχεια αυτές τις οριακές τιμές θα τις ονομάζουμε μόνο οριακές τιμές για την ποιότητα της ατμόσφαιρας

Η Τοξικολογία έχει ορίσει οριακές τιμές για πολλούς ρύπους της ατμόσφαιρας. Η κατάσταση όμως στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) ως προς τη νομοθεσία, τον αριθμό των ρύπων για τους οποίους ισχύουν οριακές τιμές ποιότητας της



ατμόσφαιρας, το εάν τηρούνται οι τιμές αυτές, το εάν τηρούνται οι νόμοι και το εάν υπάρχουν κυρώσεις στη μη τήρηση των νόμων, ήταν μέχρι πρότινος ιδιαίτερος ανόμοια. Προκειμένου όμως να εξισωθεί τόσο η ποιότητα ζωής των κατοίκων της Ε.Ε., όσο και η ανταγωνιστικότητα των χωρών της Ε.Ε., έχει υπάρξει πρόοδος τα τελευταία χρόνια στη δημιουργία Οδηγιών της Ε.Ε., με τις οποίες ορίστηκαν οριακές τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας. Επειδή δε οι Οδηγίες αυτές πρέπει εντός συγκεκριμένων χρονικών ορίων να μεταφερθούν στην εθνική νομοθεσία κάθε χώρας της Ε.Ε. (με κυρώσεις στην ενάντια περίπτωση), σύντομα θα υπάρξει ομοιομορφία των Οδηγιών αυτών σε όλες τις χώρες της Ε.Ε.

Σε αυτή τη θέση αναφέρω συνήθως περισσότερες Ευρωπαϊκές Οδηγίες με οριακές τιμές για την ποιότητα της ατμόσφαιρας διαφόρων ρύπων της ατμόσφαιρας. Εδώ δεν θα αναφέρω τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες, αλλά μόνο τους ρύπους για τους οποίους υπάρχουν οριακές τιμές και όρια συναγεμού για την ποιότητα της ατμόσφαιρας:

Διοξείδιο του θείου, διοξείδιο του αζώτου και οξείδια του αζώτου (μονοξείδιο του αζώτου και διοξείδιο του αζώτου μαζί), σωματίδια, μόλυβδος, βενζόλιο, μονοξείδιο του άνθρακα, όζον, αρσενικό, κάδμιο, υδράργυρος, νικέλιο, πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, βενζοπυρένιο.

#### **Άλλα Είδη Οριακών Τιμών στην Ατμόσφαιρα**

Εξηγήσαμε προηγουμένως, ότι για την υγεία του ανθρώπου πρέπει να τηρούνται τα όρια για την ποιότητα της ατμόσφαιρας. Προς τούτο μετράμε την συγκέντρωση των ρύπων σε ένα ύψος περίπου 1,5 μέτρων από το έδαφος, αφού εκεί βρίσκονται τα αναπνευστικά όργανα του ανθρώπου.

Αν όμως η συγκέντρωση ενός ρύπου, που μετράμε στην ατμόσφαιρα, είναι μεγαλύτερη από την οριακή τιμή για την ποιότητα της ατμόσφαιρας, τότε πρέπει να ληφθούν μέτρα για την προστασία της υγείας των Πολιτών. Εκτός των άλλων μέτρων επιδιώκεται και η απομάκρυνση ρυπαντών από την περιοχή. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις που αυτό δεν είναι σκόπιμο, π.χ. αν κάπου υπάρχουν κοιτάσματα ενός καυσίμου (π.χ. λιγνίτη) και κοντά στην περιοχή εκείνη υπάρχει ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και μια κατοικημένη περιοχή. Τότε ενδείκνυται η επιβολή ορίων για την εκπομπή (emission) των ρύπων (βλέπε 9<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 87 και το Σχήμα 3, σελ. 82).

Σε διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες έχουν τεθεί σε ισχύ Διατάξεις, που επιβάλλουν οριακές τιμές για την εκπομπή (emission) των ρύπων στην ατμόσφαιρα σε συγκεκριμένα είδη εγκαταστάσεων, όπως:

- Μικρές θερμικές εγκαταστάσεις.
- Μεγάλες θερμικές εγκαταστάσεις. Με τις οριακές τιμές για την εκπομπή (emission) των ρύπων από αυτές τις Εγκαταστάσεις θα ασχοληθούμε σε άλλες Ενότητες, όταν θα περιγράψουμε τρόπους με τους οποίους μπορούμε να μειώσουμε την εκπομπή των ρύπων
- Εγκαταστάσεις για την καύση απορριμμάτων (βλέπε 1<sup>η</sup> Ενότητα, σελ.13).
- Μείωση της εκπομπής υδρογονανθράκων κατά τη μετάγγιση και την αποθήκευση βενζίνης (βλέπε 3<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 28).

Υπάρχουν και άλλα είδη οριακών τιμών ρύπων στην ατμόσφαιρα. Ένα παράδειγμα είναι οι οριακές τιμές για διάφορους ρύπους στο χώρο εργασίας, όταν ο ρύπος εκπέμπεται από τη διαδικασία αυτής της εργασίας.

#### **Άπνοια και Στρώμα Αέρα με Θερμοκρασιακή Αναστροφή. Κατάσταση Smog «Νέφους»**

Στο τέλος της 10<sup>ης</sup> Ενότητας περιγράψαμε την περίπτωση, που κατά την διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα επικρατεί άπνοια και συγχρόνως υπάρχει στην

ατμόσφαιρα ένα στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή (βλέπε 10<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 102 και Σχήμα 15, σελ.101 ).

Όσο διαρκεί αυτή η μετεωρολογική κατάσταση και οι ρυπαντές συνεχίζουν την λειτουργία τους τόσο περισσότερο αυξάνει η συγκέντρωση των ρύπων και επομένως τόσο πιο επικίνδυνοι γίνονται. Έτσι, όταν η συγκέντρωση των ρύπων υπερβεί τις οριακές τιμές, τότε έχουμε αυτό που στις ξένες γλώσσες λέγεται smog (σμογκ) και στην απλή Ελληνική γλώσσα «Νέφος». Η λέξη Νέφος προέκυψε από το χρώμα των ρύπων που συσσωρεύονται κάτω από το στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή το οποίο (στρώμα), όπως εξηγήσαμε δρα σαν τείχος, μη επιτρέποντας στα καυσαέρια να το προσπεράσουν προς τα επάνω.

Αναφέραμε δε, ότι 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.

#### **Smog. Χειμερινό «Νέφος» ή «Νέφος» Τύπου Λονδίνου**

Κατ' αρχάς θα ασχοληθούμε με το Νέφος τύπου Λονδίνου. Το Νέφος τύπου Λονδίνου λέγεται και χειμερινό Νέφος, διότι παρουσιάζεται τους μήνες του χειμώνα. Οι ρύποι, που χαρακτηρίζουν το χειμερινό νέφος είναι το διοξείδιο του θείου και τα αιωρούμενα σωματίδια (δηλαδή ο καπνός) συνοδευόμενοι από υψηλή υγρασία. Η λέξη smog προήλθε από την ένωση των δύο Αγγλικών λέξεων **smo(ke)** (καπνός) και **(fo)g** (ομίχλη), αφού έτσι αντιλαμβάνονταν οι κάτοικοι αυτήν την κατάσταση . Η συνεργία του διοξειδίου του θείου και των αιωρουμένων σωματιδίων, δηλαδή η επίδραση συγχρόνως και των δύο αυτών ρύπων, είναι ιδιαίτερα βλαβερή για την υγεία των ανθρώπων (βλέπε 4<sup>η</sup> Ενότητα, σελ.32). Μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του θείου και αιωρουμένων σωματιδίων προκύπτουν από την καύση κυρίως κάρβουνου και πετρελαίου. Κάρβουνο και πετρέλαιο χρησιμοποιήθηκαν πολύ σε διάφορους περιόδους για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας για τη θέρμανση κτηρίων.

Η πρώτη περίπτωση χειμερινού Νέφους, που κατεγράφη, συνέβη το **1873** στο Λονδίνο. 7 χρόνια αργότερα, δηλαδή το **1880** υπήρξε στο Λονδίνο άλλο ένα χειμερινό Νέφος, όπου όμως τώρα αναφέρθηκε και ο αριθμός των νεκρών. Δηλαδή την πρώτη εβδομάδα του Φεβρουαρίου του 1880 πέθαναν στο Λονδίνο από τις συνέπειες ενός χειμερινού Νέφους 1000 άτομα περισσότερο του συνήθους, όπου ο αριθμός των θανάτων ήταν διπλάσιος σε σχέση με αντίστοιχες κανονικές περιόδους.

Το χειρότερο επεισόδιο χειμερινού Νέφους συνέβη στο Λονδίνο το **Δεκέμβριο του 1952**, κατά το οποίο εντός 5 ημερών (που διήρκεσε το Νέφος), πέθαναν 4000 άτομα. Τα άτομα, που πεθαίνουν, από τις συνέπειες του χειμερινού Νέφους είναι άτομα ευαίσθητα π.χ. ηλικιωμένα με προβλήματα του αναπνευστικού και καρδιακού συστήματος. Αυτός είναι ο λόγος για το ότι μιλούν και για πρόωρους θανάτους.

Από το 1873 σημειώθηκαν στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ περίπου 20 σοβαρά επεισόδια χειμερινού Νέφους. Το χρώμα του χειμερινού Νέφους είναι μαύρο από τον ρύπο σωματίδια (καπνός)

#### **Smog. Θερινό «Νέφος» ή «Νέφος» Τύπου Λος - Άντζελες**

Το θερινό Νέφος έγινε για πρώτη φορά ιδιαίτερα αισθητό από τις επιπτώσεις που είχε στους «αποδέκτες» και κυρίως στον άνθρωπο, στα φυτά και στα υλικά στις αρχές της δεκαετίας 1950–1960 στο Λος - Άντζελες των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (από εκεί και η ονομασία Νέφος τύπου Λος – Άντζελες).

Οι ρύποι, που είναι χαρακτηριστικοί για το θερινό Νέφος, είναι μια σειρά δευτερογενών ρύπων, που προέρχονται από τις χημικές αντιδράσεις στην

τροπόσφαιρα των ρύπων διοξειδίου του αζώτου και άκαυστοι υδρογονάνθρακες, αλλά αυτό μόνο υπό την επίδραση ισχυρής ηλιακής ακτινοβολίας, γι' αυτό και η ονομασία θερινό Νέφος. Οι δευτερογενείς ρύποι του θερινού νέφους είναι το όζον, και μία σειρά άλλων φωτοχημικών οξειδωτικών όπως νιτρικά υπεροξυακετυλένια, αλδεΐδες, κετόνες, υπεροξείδιο του υδρογόνου, νιτρικό οξύ,θειικό οξύ κ.λπ.

Το διοξείδιο του αζώτου και οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες δημιουργούνται σε όλες τις καύσεις, κυρίως όμως βρίσκονται στα καυσαέρια των αυτοκινήτων. Οι υδρογονάνθρακες ειδικά προκύπτουν **επιπλέον** από τις απώλειες των καυσίμων κατά τη διύλιση, αποθήκευση, μεταφορά και μετάγγισή τους. Οι επιπτώσεις των ρύπων του θερινού Νέφους στον άνθρωπο είναι ερεθισμοί των βλεννογόνων (κυρίως δάκρυα), πονοκέφαλος, ενοχλήσεις στο αναπνευστικό σύστημα και χειροτέρευση της πνευμονικής λειτουργίας. Οι επιπτώσεις αυτές οφείλονται στο σύνολο των ρύπων, που αναφέραμε, όπου περισσότερο υπεύθυνοι για το δάκρυσμα είναι οι αλδεΐδες ενώ για τις επιπτώσεις στο αναπνευστικό υπεύθυνο είναι το όζον.

Το θερινό Νέφος παρουσιάζεται εκτός από το Λος – Άντζελες και σε άλλες μεγαλουπόλεις όπως π.χ. Τόκιο, Οζάκα, Αθήνα, Μεξικό - Σίτυ κ.λπ.

Το χειμερινό Νέφος, γίνεται με το χρόνο όλο και πιο σπάνιο, αφού οι ρύποι που το δημιουργούν, δηλαδή το διοξείδιο του θείου και τα αιωρούμενα σωματίδια συνεχώς λιγοστεύουν, λόγω χρήσης ποιοτικότερων καυσίμων. Αυτό όμως δεν ισχύει στην Πατρίδα μας, όπου τα τελευταία χρόνια δεν υπάρχουν χρήματα για την αγορά πετρελαίου, με αποτέλεσμα τη χρήση του όχι και τόσο ποιοτικού καυσίμου ξύλο σε σόμπες και τζάκια. Αντίθετα το θερινό Νέφος γίνεται συχνότερο, αφού οι ρύποι που το δημιουργούν, δηλαδή το διοξείδιο του αζώτου και οι υδρογονάνθρακες, που προέρχονται κυρίως από την κυκλοφορία αυτοκινήτων, συνεχώς αυξάνουν λόγω της εκρηκτικής εξέλιξης που έχει λάβει ο αριθμός των οχημάτων που κυκλοφορούν παγκοσμίως.

Το χρώμα του θερινού Νέφους είναι καφετί από το χρώμα που έχει το διοξείδιο του αζώτου.

Στο τέλος κάτι **προσωπικό**. Την 11<sup>η</sup> Ενότητα την αφιερώνω στη μνήμη του Πατέρα μας Ευάγγελου Μπινιάρη (1900-1988), ο οποίος ήταν αξιωματικός του τότε Βασιλικού Ναυτικού (Ηλεκτρολόγος στη Βάση Υποβρυχίων). Ο Στόλος μας εγκατέλειψε την Ελλάδα το 1941 και ακολούθησε τους Συμμάχους στη Μέση Ανατολή. Όταν ζητήθηκε από τον Πατέρα μας να μεταβεί και αυτός στη Μέση Ανατολή, εγκατέλειψε την Οικογένειά του, δηλαδή τη Σύζυγό του και τα 4 Αγόρια του (μετά τον πόλεμο αποκτήσαμε και την πολυπόθητη αδελφούλα μας) και επί 2 χρόνια δεν ήξερε, αν η Οικογένειά του ζει. Τότε έκανε το εξής **Τάμα**: «Αν αξιωθεί να επιστρέψει και η Οικογένειά του ζει,, τότε, όταν θα αποκατασταθούν τα παιδιά του, ο ίδιος θα αφοσιωθεί αποκλειστικά στον Θεό ως Μοναχός». Έτσι και έγινε. Εκάφη Μοναχός με το όνομα Ευσέβιος και **εκοιμήθη το έτος 1988 από τις συνέπειες ενός ισχυρού «Θερινού Νέφους», που συνοδεύτηκε από έναν παρατεταμένο καύσιμα.**

Αναφέροντας τον Πατέρα μας, δε μπορώ να μην αναφερθώ και στην Μητέρα μας Λευκοθέα Μπινιάρη, την Αγία αυτή Γυναίκα, που γοητεύτηκε από τα Διδάγματα της Χριστιανικής Θρησκείας και μας έμαθε όλους να προσφέρουμε στην κοινωνία, δίχως να δεχόμαστε την οποιαδήποτε ανταμοιβή.

**Μακαρία η Μνήμη τους !**