

12^η Ενότητα:

Οριακές Τιμές για την Ποιότητα της Ατμόσφαιρας. Οριακές Τιμές για την Εκπομπή των Ρύπων. Μείωση της Ρύπανσης της Ατμόσφαιρας. Προσαρμογή σε Διαδικασίες και Καύσιμα με Μειωμένη Εκπομπή Ρύπων. Πρωτογενείς Μέθοδοι για τη Μείωση της Εκπομπής των Ρύπων. Δευτερογενείς Μέθοδοι για τη Μείωση της Εκπομπής των Ρύπων

Περίληψη των Προηγούμενων 11 Ενοτήτων

Μέχρι τώρα έχουμε περιγράψει τα εξής:

Το φυσικό Περιβάλλον αποτελείται από 3 μέρη, δηλαδή την ατμόσφαιρα (με άλλες λέξεις το στρώμα του αέρα που περιβάλλει τη γη μας), το νερό και το έδαφος.

Ορίσαμε ως ρύπανση του Περιβάλλοντος την είσοδο στο Περιβάλλον (κατ' αρχάς) ουσιών, που είναι σε θέση να βλάψουν τον άνθρωπο και τους λοιπούς «αποδέκτες», δηλαδή τα ζώα, τα φυτά, τα κτήρια, τα λοιπά υλικά, τα οικοσυστήματα, το νερό, το έδαφος κ.λπ. Ονομάσαμε τις ουσίες αυτές ρύπους και τις πηγές, από τις οποίες προέρχονται ρυπαντές.

Ξεκινήσαμε δε με την περιγραφή της ρύπανσης της ατμόσφαιρας, εξηγώντας, ότι η ρύπανση της ατμόσφαιρας μπορεί να είναι είτε φυσική (π.χ. έκρηξη ενός ηφαιστείου, χημικές διαδικασίες κατά την διάρκεια καταιγίδων) είτε ανθρωπογενής. Η ανθρωπογενής ρύπανση της ατμόσφαιρας προέρχεται κατά 90% από διαδικασίες καύσης υλικών που λέγονται καύσιμα. Τα υπόλοιπα 10 % της ανθρωπογενούς ρύπανσης της ατμόσφαιρας προέρχονται από όλες τις άλλες διαδικασίες (εκτός της καύσης) στον οικιακό, γεωργικό και βιομηχανικό τομέα.

Οι σπουδαιότεροι ρύποι που προέρχονται από την καύση των καυσίμων είναι: Το διοξείδιο του άνθρακα (κυρίως ως υπεύθυνο για το «Ανθρωπογενές Φαινόμενο του Θερμοκηπίου»), το μονοξείδιο του άνθρακα, άκαυστοι υδρογονάνθρακες, αιθάλη, μονοξείδιο του αζώτου, διοξείδιο του αζώτου, διοξείδιο του θείου, τριοξείδιο του θείου, υδρόθειο, τέφρα (στερεά σωματίδια), βαρέα μέταλλα (μόλυβδος, κάδμιο, αρσενικό, νικέλιο κ.α.), χλώριο, φθόριο, διοξίνες και φουράνια.

Μία ειδική περίπτωση καύσης είναι το «Κάπνισμα», με το οποίο ασχοληθήκαμε εκτενώς, λόγω της ιδιαίτερης σημασίας που έχει για την υγεία των ανθρώπων.

Ενδιάμεσα, προκειμένου να αποφύγουμε σημεία «κοπώσεως» από την συνεχή περιγραφή ρύπων, ασχοληθήκαμε εντατικά με το «Φαινόμενο του Θερμοκηπίου» και ειδικά με το «Ανθρωπογενές Φαινόμενο του Θερμοκηπίου», που σχετίζεται άμεσα με την «Κλιματική Αλλαγή» του πλανήτη Γη.

Κατόπιν ασχοληθήκαμε με τη Διασπορά, δηλαδή την εξάπλωση των ρύπων στην ατμόσφαιρα, την οποία περιγράψαμε αναλυτικά για την περίπτωση που οι ρύποι είναι καυσαέρια, τα οποία εγκαταλείπουν την πηγή από την οποία προήλθαν (δηλαδή τον ρυπαντή) μέσω μίας καπνοδόχου.

Στη συνέχεια ασχοληθήκαμε με τις οριακές τιμές των ρύπων στην ατμόσφαιρα. Έτσι εξηγήσαμε, ότι για την προστασία π.χ. του ανθρώπου, μας ενδιαφέρει η ρύπανση της ατμόσφαιρας, δηλαδή η μέτρηση της συγκέντρωσης των ρύπων σε ένα ύψος π.χ. 1,5 μέτρων από την επιφάνεια του εδάφους, διότι σε αυτό περίπου το ύψος βρίσκονται τα αναπνευστικά όργανα του ανθρώπου. Έτσι ορίσαμε ποιες είναι οι «οριακές τιμές για την ποιότητα της ατμόσφαιρας», που εξ ορισμού, αν η

συγκέντρωση των ρύπων που μετρήσαμε δεν τις ξεπερνούν, δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα για την υγεία του ανθρώπου.

Την διασπορά των ρύπων την περιγράψαμε για όλες τις συνθήκες (κανονικές και ειδικές) που επικρατούν είτε στο έδαφος (επίπεδο ή μία κοιλάδα) είτε στην ατμόσφαιρα (κανονικές ή ειδικές, δηλαδή άπνοια, ή στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή, ή άπνοια και στρώμα αέρα με θερμοκρασιακή αναστροφή).

Τέλος περιγράψαμε την διασπορά των ρύπων στην ατμόσφαιρα, όταν οι μετεωρολογικές συνθήκες είναι ειδικές, διαρκούν επί αρκετόν χρόνο, οι ρυπαντές συνεχίζουν τη λειτουργία τους και κάποτε αρχίζει να υπάρχει υπέρβαση των επιτρεπόμενων οριακών τιμών. Τότε έχουμε την κατάσταση που διεθνώς ονομάζεται smog (σμογκ) και στα Ελληνικά « Νέφος» χειμερινό ή θερινό (ανάλογα με την εποχή που συμβαίνει, δηλαδή ανάλογα με τους ρύπους που παίζουν ρόλο κατά τη δημιουργία του « Νέφους»).

Αυτά ήταν μία σύντομη περίληψη των όσων έχουμε περιγράψει στις προηγούμενες 11 Ενότητες.

Υποχρεώσεις ενός Κράτους

Όπως εξηγήσαμε στην 11^η Ενότητα έχουν καθοριστεί για τους σπουδαιότερους ρύπους που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα «οριακές τιμές για την ποιότητα της ατμόσφαιρας», που αν δεν ξεπεραστούν, τότε εξ ορισμού δεν υπάρχει πρόβλημα υγείας για τους ανθρώπους.

Επομένως ένα Κράτος, που σέβεται τους Πολίτες του, πρέπει να εξετάσει, αν σε όλη την επικράτεια του για κανένα ρύπο, για τον οποίο υπάρχουν «οριακές τιμές για την ποιότητα της ατμόσφαιρας», δεν υπάρχουν υπερβάσεις. Π.χ. στη Γερμανία που έζησα εγώ σχεδόν όλη μου τη ζωή είχα πρόσβαση (λόγω της θέσεως που κατείχα) σε χάρτες για όλη την Γερμανική επικράτεια, στους οποίους αναγράφονταν οι συγκεντρώσεις όλων των σημαντικών ρύπων της ατμόσφαιρας. Όταν αναφέρω όλη την επικράτεια, εννοώ περισσότερο τις περιοχές που υπολογίζεται, ότι υπάρχει μεγάλη επιβάρυνση. Δηλαδή αν αναφερόμαστε στην Ελλάδα, δεν θα κάναμε τέτοιες μετρήσεις π.χ. στα Τέμπη ή στον Παρνασσό ή στην Πάρνηθα κ.λπ., αλλά βεβαίως σε όλη τη μείζονα περιοχή των μεγαλουπόλεων, κατά μήκος των μεγάλων οδικών αρτηριών κ.λπ.

Η εξέταση αυτή γίνεται όπως το περιγράψαμε περιληπτικά στην 11^η Ενότητα στο Κεφάλαιο **Περίληψη για τον Ορισμό «Ορια για τη Συγκέντρωση ενός Ρύπου στην Ατμόσφαιρα»**, σελ. 110. Λόγω της σοβαρότητας του αντικειμένου όμως επαναλαμβάνω και εδώ αλλά πιο αναλυτικά, πως γίνεται αυτός ο έλεγχος:

Υπενθυμίζουμε, ότι όταν για την συγκέντρωση ενός ρύπου γράφουμε την τιμή π.χ. 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, αυτό διαβάζεται: 40 μικρογραμμάρια του ρύπου (δηλαδή 40 εκατομμυριοστά του γραμμαρίου του ρύπου) μέσα σε ένα κυβικό μέτρο αέρα.

Υπενθυμίζουμε επίσης ότι, όταν εξετάζουμε την ποιότητα της ατμόσφαιρας για έναν ρύπο, υπάρχουν για τον ρύπο αυτό 3 διαφορετικές οριακές τιμές, τις οποίες θα περιγράψουμε άλλη μία φορά στη συνέχεια (για κάθε μία από αυτές τις 3 διαφορετικές οριακές τιμές θα αναφέρουμε ως παράδειγμα την αντίστοιχη οριακή τιμή για τον ρύπο διοξείδιο του αζώτου):

α) Η μακρόχρονη οριακή τιμή του ρύπου για την ποιότητα της ατμόσφαιρας (για τον ρύπο διοξείδιο του αζώτου 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

β) Η βραχύχρονη οριακή τιμή του ρύπου για την ποιότητα της ατμόσφαιρας (για τον ρύπο διοξείδιο του αζώτου 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

γ) Το όριο συναγερμού του ρύπου για την ποιότητα της ατμόσφαιρας (για τον ρύπο διοξείδιο του αζώτου 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Για τον ρύπο που θέλουμε να ελέγξουμε, αν δημιουργεί πρόβλημα στην υγεία του ανθρώπου, κάνουμε μία συνεχή μέτρηση της συγκέντρωσης αυτού 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 ωριαίες 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 στην ατμόσφαιρα και τον συγκρίνουμε με την μακρόχρονη οριακή τιμή του ρύπου για την ποιότητα της ατμόσφαιρας (για το διοξείδιο του αζώτου $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Εάν ο μέσος όρος των 8760 ωριαίων τιμών είναι μικρότερος της μακρόχρονης οριακής τιμής του ρύπου για την ποιότητα της ατμόσφαιρας (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 του ρύπου για την ποιότητα της ατμόσφαιρας (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 του ρύπου για την ποιότητα της ατμόσφαιρας (για το διοξείδιο του αζώτου $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) περισσότερες από 18, 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 για την ποιότητα της ατμόσφαιρας (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 του ρύπου για την ποιότητα της ατμόσφαιρας (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 την υγεία του ανθρώπου και πρέπει να ληφθούν μέτρα ενάντια σε αυτήν την κατάσταση.

Δυνατότητες Μείωσης της Επιβάρυνσης του Ανθρώπου από τους Ρύπους της Ατμόσφαιρας

Τίθεται επομένως το σημαντικό ερώτημα: Όταν υπάρχει πρόβλημα για την υγεία του ανθρώπου από τους ρύπους της ατμόσφαιρας (επειδή έστω και μία από τις 3 προηγούμενες συνθήκες δεν πληρούται), τι δυνατότητες αντίδρασης υπάρχουν, με τις οποίες μπορούμε να βελτιώσουμε αυτήν την αρνητική κατάσταση;

Την απάντηση μας την δίνει το Σχήμα 3, σελ. 82. Οι μετρήσεις της συγκέντρωσης του ρύπου στην Ατμόσφαιρα που κάναμε σε ένα ύψος 1,5 μέτρων από την επιφάνεια του εδάφους (επειδή σε αυτό περίπου το ύψος είναι τα αναπνευστικά όργανα του ανθρώπου) είναι μετρήσεις από τις οποίες προκύπτει αυτό που ονομάσαμε «ρυπογόνο επιβάρυνση ή immission». Αυτή δε τη ρύπανση που μετρήσαμε, τη συγκρίναμε με τις «οριακές τιμές της ποιότητας της ατμόσφαιρας». Αυτή όμως η ρύπανση της ατμόσφαιρας που μετρήσαμε, προέρχεται (βλέπε Σχήμα 3, σελ. 82) από τους ρύπους που εγκαταλείπουν την καπνοδόχο του εργοστασίου (εκπομπή των ρύπων του εργοστασίου). Γενικά όμως (βλέπε Σχήμα 2, σελ. 79) η ρύπανση της ατμόσφαιρας που μετρήσαμε, οφείλεται στην εκπομπή των ρύπων **όλων** των ρυπαντών, δηλαδή (βλέπε Σχήμα 2, σελ. 79) των εργοστασίων, των κτηρίων, των οχημάτων, των

αεροπλάνων, μιας πυρκαγιάς ενός δάσους, ενός ηφαιστείου κ.λπ. Δηλαδή με άλλες λέξεις η ρύπανση της ατμόσφαιρας μπορεί να μειωθεί με τη μείωση των εκπομπών των ρύπων από τους διάφορους ρυπαντές, της ατμόσφαιρας μερικούς των οποίων κατονομάσαμε προηγουμένως.

Όπως ήδη έχουμε περιγράψει (αυτό όμως έγινε κατανοητό και με την απαρίθμηση των ρυπαντών προηγουμένως), η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει είτε φυσική είτε ανθρωπογενή προέλευση. Για την ατμοσφαιρική ρύπανση, που έχει φυσική προέλευση (βλέπε 8^η Ενότητα, σελ. 76) οι δυνατότητες μείωσής της από τον άνθρωπο είναι πολύ περιορισμένες. Μόνο στην περίπτωση φυσικών πυρκαγιών μπορούν να ληφθούν προληπτικά μέτρα. Μερικά παραδείγματα είναι παρατηρητήρια για έγκαιρη αναγνώριση της πυρκαγιάς, έγκαιρη δραστηριοποίηση της πυροσβεστικής (οχήματα, ελικόπτερα, υδροπλάνα), εμπόδια εξάπλωσης της πυρκαγιάς (π.χ. αντιπυρικές ζώνες) κ.λπ.

Από τα προηγούμενα προκύπτει τελικά, ότι μείωση της επιβάρυνσης του ανθρώπου από τους ρύπους της ατμόσφαιρας μπορεί να προκύψει σχεδόν αποκλειστικά από τη μείωση της **ΕΚΠΟΜΠΗΣ** των ρύπων, που προέρχονται από ανθρωπογενείς διαδικασίες.

Μείωση των Εκπομπών των Ρύπων

Το μέγεθος της γραμματοσειράς του τίτλου της προηγούμενης γραμμής δεν επελέγη τόσο μεγάλο από λάθος! Έχει το σκοπό να επισύρει την προσοχή Σας στο εξής: Όλα με όσα έχουμε ασχοληθεί μέχρι τώρα, έχουν να κάνουν με τη ρύπανση του Περιβάλλοντος. Σκοπός όμως της προσπάθειάς μας δεν είναι μόνο να περιγράψουμε τη ρύπανση, αλλά και πώς επιτυγχάνεται η προστασία του Περιβάλλοντος, δηλαδή πώς μπορούμε να ελαττώσουμε μία υπάρχουσα ρύπανση του Περιβάλλοντος ή ακόμη καλλίτερα πώς μπορούμε επιτρέποντας τη λειτουργία ενός νέου ρυπαντή να ελαχιστοποιήσουμε την επί πλέον επιβάρυνση. Εξηγήσαμε δε ήδη, ότι μείωση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας σημαίνει μείωση της **εκπομπής** των ρύπων από τους διάφορους ρυπαντές.

Έτσι, ένα Κράτος που σέβεται τους Πολίτες του, δεν περιορίζεται μόνο στο να ορίζει για όλους τους σημαντικούς ρύπους «Ορια Ποιότητας της Ατμόσφαιρας», που αν δεν ξεπεραστούν δεν υπάρχει πρόβλημα για την υγεία των Πολιτών του, αλλά φροντίζει και προνοητικά να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για να ελαχιστοποιήσει την ρύπανση της ατμόσφαιρας. Προς τούτο ορίζει και «Ορια Εκπομπής των Ρύπων». Δηλαδή για διάφορους τύπους ρυπαντών (π.χ. αυτοκίνητα, μικρές θερμικές μονάδες, μεγάλες θερμικές μονάδες, εγκαταστάσεις καύσης απορριμμάτων κ.λπ.) ορίζει με Νομοθεσία τα επιτρεπόμενα «Ορια **Εκπομπής** των Ρύπων» από αυτούς τους ρυπαντές. Αναφέρουμε ένα ρεαλιστικό παράδειγμα: Για μία μεγάλη θερμική μονάδα (π.χ. ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας) η νομοθεσία προβλέπει, ότι η επιτρεπόμενη οριακή τιμή για την **εκπομπή** του ρύπου διοξειδίου του αζώτου είναι 200 mg/m^3 . Αυτό σημαίνει, ότι **τα καυσαέρια που θα εγκαταλείψουν την καπνοδόχο το εργοστασίου, δεν επιτρέπεται να περιέχουν διοξείδιο του αζώτου περισσότερο από 200 μιλιγκράμ, δηλαδή χιλιοστά του γραμμαρίου μέσα σε ένα κυβικό μέτρο καυσαερίων**. Εδώ θα επιμείνω λίγο για να γίνουν αντιληπτές οι διαφορές μεταξύ των οριακών τιμών για την ποιότητα της ατμόσφαιρας και των οριακών τιμών για την εκπομπή των ρύπων:

Α) Οι οριακές τιμές για την ποιότητα της ατμόσφαιρας ελέγχονται σε ένα ύψος περίπου 1,5 μέτρων από την επιφάνεια του εδάφους, ενώ οι οριακές τιμές για την εκπομπή των ρύπων ελέγχονται στην έξοδο από τον ρυπαντή στην ατμόσφαιρα (π.χ. στην έξοδο από μία καπνοδόχο, στην έξοδο από μία εξάτμιση ενός οχήματος, ή στην έξοδο από τα ακροφύσια ενός αεροσκάφους κ.λπ.).

Β) Οι οριακές τιμές για την ποιότητα της ατμόσφαιρας αφορούν στην ποσότητα των ρύπων μέσα σε ένα κυβικό μέτρο αέρα, ενώ οι οριακές τιμές για την εκπομπή των ρύπων, αφορούν στην ποσότητα των ρύπων μέσα σε ένα κυβικό μέτρο καυσαερίων.

Γ) Στις οριακές τιμές για την ποιότητα της ατμόσφαιρας η ποσότητα των ρύπων είναι συνήθως της τάξης mg (μικρογραμμαρίων ,δηλαδή εκατομμυριοστών του γραμμαρίου), ενώ οι οριακές τιμές για την εκπομπή των ρύπων είναι συνήθως της τάξης mg (χιλιοστών του γραμμαρίου, δηλαδή χίλιες φορές πιο μεγάλες).

Όταν ένα Κράτος δημιουργεί μία νομοθεσία με όρια για την ποιότητα της ατμόσφαιρας, είναι δεσμευμένο από τις έρευνες των λοιμωξιολόγων, οι οποίοι ορίζουν ποιες συγκεντρώσεις των ρύπων είναι επικίνδυνες για την υγεία των ανθρώπων (βλέπε 11^η Ενότητα, σελ. 103). Αντίθετα όταν ένα Κράτος δημιουργεί μία νομοθεσία με όρια για την εκπομπή των ρύπων στην ατμόσφαιρα, πρέπει να λαβαίνει υπ' όψη αυτό που αποκαλείται «σημερινός βαθμός της εξέλιξης της τεχνολογίας». Δηλαδή το Κράτος δεν μπορεί να θέτει όρια εκπομπής των ρύπων, τα οποία η τεχνολογία δεν μπορεί να τα πραγματοποιήσει. Επ' αυτού θα επανέλθω όμως στη συνέχεια.

Για να δούμε όμως άλλη μια φορά τι πρέπει να κάνουμε για να μειώσουμε τη ρύπανση της ατμόσφαιρας.

Στις Ενότητες 3, 4, 5 και 8 περιγράψαμε την ανθρωπογενή ατμοσφαιρική ρύπανση και εξηγήσαμε, ότι στην Ελλάδα περίπου τα 90% αυτής της ρύπανσης προέρχεται από διαδικασίες καύσης και μόνο τα 10% από όλες τις άλλες διαδικασίες πλην της καύσης. Γι' αυτό το λόγο τους τρόπους μείωσης των εκπομπών των ρύπων θα τους περιγράψουμε κατ' αρχάς και **κυρίως** για τις διαδικασίες καύσης. Αλλά και για τις άλλες διαδικασίες υπάρχουν αντίστοιχοι τρόποι μείωσης της εκπομπής των ρύπων.

Ιστορική Εξέλιξη

Στα πρώτα χρόνια μετά το 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο σε όλες τις χώρες και κυρίως στις βιομηχανικές προείχε η εξασφάλιση ενέργειας για τις πρώτες ανάγκες του πληθυσμού, όπως π.χ. θέρμανση και ηλεκτρικό ρεύμα. Αργότερα προκειμένου να βρουν εργασία τα πλήθη των ανέργων ήταν απαραίτητοι γοργοί ρυθμοί οικονομικής ανάπτυξης, που προϋποθέτουν εξασφάλιση άφθονης ενέργειας. Δε χρειάζεται να εκπλήσσει λοιπόν κανείς, για το ότι οι άνθρωποι ήταν ευτυχείς για τις πηγές ενέργειας που διέθεταν π.χ. λιγνίτη, πετρέλαιο κ.λπ., όπως τις διέθεταν, και δεν τους απασχολούσε αν π.χ. αυτά τα καύσιμα περιείχαν πολύ θείο, που δημιουργεί τον ρύπο διοξείδιο του θείου. Αλλωστε η ατμόσφαιρα τα πρώτα χρόνια «άντεχε» και δεν ήταν «εκδικητική». Θυμάμαι πολύ καλά σαν νεαρός φοιτητής στη Γερμανία πόσο υπερήφανοι ήταν οι Γερμανοί συμφοιτητές μου βλέποντας τις καπνοδόχους των εργοστασίων που **κάπνιζαν**, αφού αυτό το συνέδεαν με το «Οικονομικό Θαύμα» τους. Σήμερα βέβαια για την ίδια εικόνα θα έκαναν επανάσταση!

Με τον καιρό όμως οι άνθρωποι αντιλήφθηκαν ότι ο «χρόνος υπομονής» είχε τελειώσει και τα τραγικά νέα για περιβαλλοντικές καταστροφές έφταναν το ένα μετά το άλλο. Χαρακτηριστικό είναι (βλέπε 11^η Ενότητα, σελ. 112) το επεισόδιο χειμερινού smog στο Λονδίνο το 1952 με 4000 νεκρούς. Έτσι ξεκίνησαν οι προσπάθειες για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Εμπειρίες από τη Γερμανία

Η Γερμανία είναι μία από τις πρώτες χώρες που θέσπισαν με Νομοθεσία «Όρια Εκπομπής των Ρύπων». Συνέπεσε δε περίπου την ίδια περίοδο να ξεκινήσω και εγώ την επαγγελματική μου αφιέρωση στο Περιβάλλον. Έτσι στη συνέχεια θα Σας

μεταφέρω την ιστορική εξέλιξη της Προστασίας του Περιβάλλοντος στην Γερμανία, που είναι και η ιστορική εξέλιξη της Προστασίας του Περιβάλλοντος στην Ευρώπη.

Κατ' αρχάς τη Διδακτορική μου Διατριβή την έκανα στον τομέα των Στροβιλομηχανών και μάλιστα με ιδιαίτερη επιτυχία, οπότε ήταν αυτονόητο, ότι στη συνέχεια θα εργαζόμουν στον τομέα αυτό. Έτσι εργάστηκα πράγματι στην γερμανική Εταιρεία **Kraftwerk Union**, η οποία είχε προέλθει από την συγχώνευση των Τμημάτων για Στροβιλομηχανές των Γερμανικών Εταιρειών SIEMENS και AEG. Εκεί λοιπόν κατασκευάζαμε και προσφέραμε στην παγκόσμια αγορά Αεριοστροβιλομηχανές. Κάτι που με απασχολούσε κατά τη διάρκεια της εκεί εργασίας μου ήταν, ότι το εάν πουλούσαμε ή όχι μία Αεριοστροβιλομηχανή δεν εξαρτάτο τόσο από το πόσο καλή ήταν από μηχανολογικής απόψεως, αλλά περισσότερο από το πόσο επιβάρυνε με τους ρύπους της το Περιβάλλον. Έτσι, μετά από 5 χρόνια παραμονής στην Εταιρεία και μετά από αρκετές σκέψεις για το επαγγελματικό μου μέλλον πήρα τη μεγάλη απόφαση να αλλάξω τελείως αντικείμενο και να ασχοληθώ με τα προβλήματα του Περιβάλλοντος. Βλέποντας προς τα πίσω την επαγγελματική μου εξέλιξη, μπορώ να ισχυρίζομαι, ότι ήταν μία πολύ σωστή απόφαση.

Αρχίζω λοιπόν το 1980 την εργασία μου ως υπεύθυνος για την Προστασία του Περιβάλλοντος στην τότε μεγαλύτερη Εταιρεία της Ευρώπης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας **RWE Energie AG**. Το 1980 ξεκίνησε όμως και ο διεθνής προβληματισμός γύρω από το «Φαινόμενο του Θερμοκηπίου», την «Τρύπα του Οζοντος» αλλά και όχι μόνο.

Συγκεκριμένα, στις αρχές της δεκαετίας του 1980 η Γερμανική κοινή γνώμη αντιμετώπισε το οικολογικό πρόβλημα της «Καταστροφής των Δασών». Με αυτήν την έννοια έγινε η περιγραφή της προσβολής των δένδρων (κυρίως των κωνοφόρων, αλλά όχι μόνο αυτών) από μία ασθένεια, που μέχρι τότε δεν ήταν γνωστή. Σαν αιτία θεωρήθηκαν οι ατμοσφαιρικοί ρύποι. Έτσι υπό την πίεση τόσο της κοινής γνώμης όσο και ενός Πολιτικού Κόμματος, το οποίο έκανε «σημαία» του το πρόβλημα της «Καταστροφής των Δασών», η τότε Κυβέρνηση εισήγαγε μία σειρά νομοθεσιών, που στόχευαν στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Επειδή δε το εν λόγω Κόμμα αύξανε συνεχώς τα ποσοστά του, η Κυβέρνηση, προκειμένου «να πάρει τον αέρα από τα πανιά, του εν λόγω Κόμματος», αυστηροποιούσε συνεχώς τα όρια εκπομπής των ρύπων, μη λαβαίνοντας καν υπ' όψη, αυτό που προηγουμένως αποκαλέσαμε «σημερινό βαθμό της εξέλιξης της τεχνολογίας» (όπως θα δούμε στη συνέχεια).

Σπουδαιότερο μέτρο ήταν η «Διάταξη για Μεγάλες Θερμικές Μονάδες», διότι αφορούσε στους μεγάλους ρυπαντές και επομένως αποσκοπούσε σε σημαντική μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (επί πλέον οι Πολιτικοί ήξεραν, ότι οι μεγάλοι ρυπαντές ... είχαν αρκετά χρήματα!). Στον Πίνακα 5, σελ. 120 βλέπουμε τα όρια εκπομπής των ρύπων ιπτάμενη τέφρα, μονοξειδίου του άνθρακα, οξειδία του αζώτου και διοξειδίου του θείου, τα οποία δεν επιτρέπονταν να ξεπεραστούν. Ο Πίνακας αυτός ίσχυε για θερμικές εγκαταστάσεις, που λειτουργούσαν ήδη, όταν η διάταξη αυτή τέθηκε σε ισχύ, δηλαδή την 1^η Ιουλίου του 1983 και χρησιμοποιούσαν για καύσιμο λιγνίτη. Τα όρια των εκπομπών των ρύπων, που περιέχονται στον Πίνακα 5, σελ. 120 έπρεπε να τηρούνται το αργότερο πέντε χρόνια μετά την ημέρα, που η διάταξη τέθηκε σε ισχύ (1.7.1983), δηλαδή την 1.7.1988.

Αφήνουμε για λίγο τη Γερμανική «Διάταξη για Μεγάλες Θερμικές Μονάδες» και θέτουμε το ερώτημα με ποιους τρόπους είναι δυνατή η μείωση των εκπομπών των ρύπων στην ατμόσφαιρα. Γενικά η μείωση των εκπομπών των ρύπων στην ατμόσφαιρα είναι δυνατή με τρεις τρόπους, οι περισσότεροι των οποίων είναι λογική

συνέπεια των όσων εκθέσαμε στις Ενότητες 3, 4, 5 και 8 «Ρύπανση από την Καύση Καυσίμων»:

1. Προσαρμογή σε διαδικασίες και καύσιμα με μειωμένη εκπομπή ρύπων.
2. Βελτίωση της διαδικασίας της καύσης έτσι, ώστε στο τέλος της καύσης να έχει μικρύνει ο αριθμός των ρύπων ή/και να έχει λιγοστέψει η ποσότητα των ρύπων. Τα μέτρα προς τούτο ονομάζονται πρωτογενή μέτρα.
3. Αφού έχει ολοκληρωθεί η καύση και έχουν δημιουργηθεί οι ρύποι, απομακρύνουμε τα καυσαέρια και τα καθαρίζουμε από τους ρύπους. Τα μέτρα αυτά ονομάζονται δευτερογενή μέτρα.

1. Προσαρμογή σε Διαδικασίες και Καύσιμα με Μειωμένη Εκπομπή Ρύπων

Έχουμε εξηγήσει ότι, κάθε φορά που καίμε σκόπιμα ένα καύσιμο, παράγεται ένα ποσό θερμότητας, που το χρησιμοποιούμε για έναν ορισμένο σκοπό. Υπάρχουν όμως δυνατότητες να επιτύχουμε τον ίδιο σκοπό μειώνοντας την εκπομπή των ρύπων. Αυτό είναι εφικτό είτε προσαρμόζοντας τη διαδικασία (θα το εξηγήσουμε αμέσως) είτε χρησιμοποιώντας καύσιμα πιο φιλικά στο Περιβάλλον.

Ρύπος	Όριο εκπομπής
Ιπτάμενη Τέφρα	80 mg/m ³ ¹⁾
Μονοξείδιο του Άνθρακα CO	250 mg/m ³ ¹⁾
Οξείδια του Αζώτου NO _x ²⁾	200 mg/m ³ ^{1), 3)}
Διοξείδιο του Θείου SO ₂	400 mg/m ³ ¹⁾

Πίνακας 5 : Γερμανική Διάταξη του 1983: Όρια Εκπομπής Ρύπων σε mg/m³ για Μεγάλες Θερμικές Μονάδες (που ήδη λειτουργούσαν) με βάση το λιγνίτη.

1) mg/m³ χιλιοστά του γραμμαρίου ενός ρύπου σε ένα κυβικό μέτρο καυσαερίων

2) υπολογισμένα σε διοξείδιο του αζώτου (NO₂) (βλέπε κεφάλαιο 3.1.1.3 και 3.3.3)

3) συν τη συμπληρωματική νομοθεσία του 1984

Προσαρμογή σε Διαδικασίες με Μειωμένη Εκπομπή Ρύπων

Στη συνέχεια, θα περιγράψουμε με τρία παραδείγματα επιλεγμένα από τους τομείς των μεταφορών, της βιομηχανίας και τον οικιακό, πώς είναι δυνατόν προσαρμόζοντας τη διαδικασία, να επιτύχουμε τον ίδιο σκοπό μειώνοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση.

α) Τομέας Μεταφορών

Έστω ότι μέχρι τώρα χρησιμοποιούσαμε ένα αυτοκίνητο για την καθημερινή μας μετακίνηση καλύπτοντας μία απόσταση 100 χιλιομέτρων ημερησίως και καταναλώνουμε 10 λίτρα βενζίνης ημερησίως. Από τώρα και στο εξής αποφασίζουμε να χρησιμοποιήσουμε ένα άλλο αυτοκίνητο νεώτερης τεχνολογίας, που καταναλώνει για την ίδια απόσταση 100 χιλιομέτρων ημερησίως μόνο 7 λίτρα βενζίνης. Με αυτόν τον τρόπο προσαρμόζοντας τη διαδικασία μετακινήσεώς μας λιγοστέψαμε την ατμοσφαιρική ρύπανση κατά 30%.

β) Τομέας Βιομηχανίας

Έστω ότι μέχρι τώρα σε ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παράγαμε μία κιλοβατώρα καίγοντας 1,5 χιλιόγραμμα λιγνίτη. Από τώρα και στο εξής κλείνουμε αυτό το εργοστάσιο και θέτουμε σε λειτουργία ένα πιο σύγχρονο εργοστάσιο, παράγοντας την κιλοβατώρα με μόνο 1,0 χιλιόγραμμα λιγνίτη. Προσαρμόζοντας λοιπόν τη διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, πετύχαμε τον ίδιο σκοπό μειώνοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση κατά 33%.

γ) Τομέας Οικιακός

Σε μία κεντρική θέρμανση έχουμε, για να διατηρήσουμε την εσωτερική θερμοκρασία μίας πολυκατοικίας σταθερή στους 21 βαθμούς Κελσίου, μία κατανάλωση πετρελαίου π.χ. 50 λίτρα ημερησίως. Προσαρμόζουμε τη διαδικασία καλύπτοντας την πολυκατοικία με εξωτερική μόνωση και επιτυγχάνουμε με τις ίδιες καιρικές συνθήκες να διατηρήσουμε την σταθερή εσωτερική θερμοκρασία των 21 βαθμών Κελσίου καταναλώνοντας μόνο 40 λίτρα πετρελαίου ημερησίως. Με αυτόν τον τρόπο πετύχαμε τον ίδιο σκοπό μειώνοντας την ατμοσφαιρική ρύπανση κατά 20%.

Προσαρμογή σε Καύσιμα με Μειωμένη Εκπομπή Ρύπων

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε με δύο παραδείγματα πώς είναι δυνατόν προσαρμόζοντας το καύσιμο να μειώσουμε την ατμοσφαιρική ρύπανση.

α) Καύσιμο με Μικρότερο Ποσοστό Θείου

Όπως περιγράψαμε εκτενώς στην 4^η Ενότητα, σελ. 30 οι περισσότεροι ρύποι δημιουργούνται, επειδή τα καύσιμα, εκτός από τον άνθρακα και το υδρογόνο, που είναι επιθυμητά κατά την καύση (αφού από την καύση τους δημιουργείται η θερμότητα, που είναι ο σκοπός της καύσης), περιέχουν και άλλες προσμείξεις, που καιγόμενες και αυτές κατά την καύση του καυσίμου δημιουργούν τους ρύπους. Κλασσικό παράδειγμα είναι το θείο, κοινώς θειάφι, που υπάρχει ως πρόσμειξη σε πολλά καύσιμα. Αυτό το θείο καιγόμενο κατά την καύση του καυσίμου, δημιουργεί έναν από τους σπουδαιότερους ρύπους, το διοξείδιο του θείου (βλέπε 4^η Ενότητα, σελ. 32)

Έστω λοιπόν ότι μέχρι τώρα χρησιμοποιούσαμε ένα καύσιμο, του οποίου το θείο ήταν το 1,0% της μάζας του καυσίμου. Προσαρμόζουμε το καύσιμο χρησιμοποιώντας τώρα μίαν άλλη παρτίδα καυσίμου του οποίου το θείο δεν είναι 1,0%, αλλά 0,5% της μάζας του καυσίμου. Είναι λοιπόν φανερό ότι καίγοντας το νέο καύσιμο μειώνουμε το διοξείδιο του θείου, με το οποίο επιβαρύναμε την ατμόσφαιρα κατά 50%. Η χρήση πετρελαίου με συνεχώς ελαττούμενο επιτρεπτό όριο περιεκτικότητας σε θείο, τόσο στο βιομηχανικό, όσο και στον οικιακό τομέα συνέτεινε αποφασιστικά στη μείωση

της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις μεγαλουπόλεις των βιομηχανικών χωρών αλλά π.χ. και της Αθήνας.

β) Καύσιμο με Μικρότερο Ποσοστό Άνθρακα

Όπως εξηγήσαμε στην 3^η Ενότητα, σελ.23 η θερμότητα, που κερδίζουμε από την καύση ενός καυσίμου, προέρχεται από την καύση του άνθρακα και του υδρογόνου, που περιέχονται στο καύσιμο. Από την καύση του άνθρακα προκύπτει διοξείδιο του άνθρακα, που είναι η κυριότερη αιτία για το «Ανθρωπογενές Φαινόμενο του Θερμοκηπίου» (βλέπε 6^η Ενότητα, σελ. 51). Από την καύση του υδρογόνου προκύπτει υδρατμός, που δεν είναι επιβλαβής για το Περιβάλλον. Έτσι αντικαθιστώντας το καύσιμο (π.χ. λιγνίτη που έχει πολύ άνθρακα και λίγο υδρογόνο) με φυσικό αέριο (που έχει λιγότερο άνθρακα και περισσότερο υδρογόνο) επιτυγχάνουμε τη μείωση της εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για την αντιμετώπιση του «ανθρωπογενούς φαινομένου του θερμοκηπίου».

2. Πρωτογενή Μέτρα για τη Μείωση των Εκπομπών των Ρύπων

Όπως αναφέραμε προηγουμένως, τα πρωτογενή μέτρα αποσκοπούν στη βελτίωση της διαδικασίας της καύσης έτσι, ώστε στο τέλος της καύσης ή η μάζα των ρύπων να έχει λιγοστενεί ή/και ο αριθμός των ρύπων να έχει γίνει μικρότερος. Αυτό επιτυγχάνεται με την κατάλληλη διαμόρφωση του χώρου της καύσης και την κατάλληλη εξέλιξη της καύσης.

Από την προηγούμενη παράγραφο μπορεί να γίνει κατανοητό, ότι η εφαρμογή τέτοιων πρωτογενών μέτρων είναι υπόθεση Ειδικών Επιστημόνων στο αντικείμενο της καύσης των καυσίμων. Έτσι η περιγραφή τέτοιων πρωτογενών μέτρων γενικά για τη μείωση των εκπομπών των ρύπων υπερβαίνει τα πλαίσια της παρούσης μελέτης.

Παρ' όλα ταύτα στη συνέχεια θα περιγράψουμε ένα παράδειγμα μείωσης της εκπομπής του ρύπου διοξείδιο του θείου με πρωτογενή μέτρα σε ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο τον λιγνίτη από την περιοχή της Κολωνίας στη Γερμανία. Την μέθοδο αυτή την εφαρμόσαμε για πρώτη φορά στην Εταιρεία RWE Energie AG, στις προσπάθειές μας να ικανοποιήσουμε την Γερμανική «Διάταξη για Μεγάλες Θερμικές Μονάδες», όπως την περιγράψαμε προηγουμένως στο Κεφάλαιο «Εμπειρίες από τη Γερμανία», σελ. 118.

Με την περιγραφή αυτής της μεθόδου θα γίνει αντιληπτό, τι προβλήματα αντιμετωπίζει κάποιος, όταν εργάζεται στο «μέτωπο» της αντιμετώπισης των προβλημάτων του Περιβάλλοντος.

Μείωση του Διοξειδίου του Θείου

Έχουμε αναφέρει περισσότερες φορές, ότι από το θείο, κοινώς θειάφι, που υπάρχει ως πρόσμειξη σε αρκετά καύσιμα, δημιουργείται κατά την καύση αυτών των καυσίμων ένας από τους πιο επικίνδυνους ρύπους, το διοξείδιο του θείου. Μία υπόδειξη για μία μέθοδο μείωσης της εκπομπής του διοξειδίου του θείου προέκυψε, όπως συχνά στην Τεχνολογία, μάλλον με τη βοήθεια της τύχης.

Όταν έγιναν οι πρώτες σκέψεις για τη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του θείου στους μεγάλους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς της εταιρείας RWE Energie της Γερμανίας, έγιναν και οι πρώτες μετρήσεις για την εξακρίβωση της συγκέντρωσης της εκπομπής του διοξειδίου του θείου στα καυσαέρια, που προέρχονταν από την καύση του λιγνίτη της περιοχής της Κολωνίας. Στις μετρήσεις αυτές παρουσιάστηκε το εξής, καταρχάς μη αναμενόμενο, φαινόμενο: Σε διαφορετικές παρτίδες λιγνίτη, ο οποίος όμως είχε πάντα την ίδια περιεκτικότητα σε θείο, η συγκέντρωση της εκπομπής του διοξειδίου του θείου στην έξοδο της καπνοδόχου δεν ήταν, όπως καταρχάς αναμενόταν, η ίδια αλλά διαφορετική. Περαιτέρω έρευνες απέδειξαν, ότι η

συγκέντρωση του διοξειδίου του θείου στα καυσαέρια ήταν τόσο μικρότερη (παρ' ότι η περιεκτικότητα σε θείο του λιγνίτη ήταν η ίδια), όσο μεγαλύτερη ήταν η περιεκτικότητα του λιγνίτη σε ασβέστιο. Έτσι, έγινε κατανοητό, ότι το ασβέστιο αντιδρούσε με ένα μέρος του διοξειδίου του θείου και το μετέβαλλε σε γύψο, ο οποίος εντοπίστηκε πράγματι στην τέφρα, που συγκεντρώνεται κάτω από το λέβητα.

Έτσι προέκυψε η εξής πρωτογενής μέθοδος μείωσης της εκπομπής του διοξειδίου του θείου. Στο λιγνίτη αναμειγνύουμε, πριν φτάσει στο θάλαμο καύσης κονιορτοποιημένο ασβεστίτη. Ο ασβεστίτης είναι ορυκτό (ανθρακικό ασβέστιο) και κύριο συστατικό πολλών πετρωμάτων του γήινου φλοιού. Όπως εξηγήσαμε, το ασβέστιο αντιδρά με ένα μέρος του διοξειδίου του θείου, που δημιουργήθηκε από την καύση του θείου που περιείχε ο λιγνίτης και δημιουργεί γύψο, που τον βρίσκουμε στην τέφρα του λέβητα. Η μείωση της εκπομπής του διοξειδίου του θείου είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη γίνεται η αναλογία του ασβεστίτη, που αναμειγνύουμε στο λιγνίτη, μέσα όμως σε ορισμένα όρια πέραν των οποίων δημιουργούνται προβλήματα.

Πριν εφαρμοστεί η πρωτογενής αυτή μέθοδος μείωσης της εκπομπής του διοξειδίου του θείου στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη της Εταιρείας RWE Energie AG με λιγνίτη από την περιοχή της Κολωνίας, η συγκέντρωση της εκπομπής του διοξειδίου του θείου στην έξοδο από την καπνοδόχο ήταν ανάλογα με την παρτίδα του λιγνίτη της Κολωνίας κατά μέσο όρο 1200 mg διοξειδίου του θείου /m³.

Με την εφαρμογή της πρωτογενούς μεθόδου μείωσης της εκπομπής του διοξειδίου του θείου με την βοήθεια του ασβεστίτη η συγκέντρωση της εκπομπής του ρύπου διοξειδίου του θείου στην έξοδο από την καπνοδόχο ήταν περίπου 600-650 mg διοξειδίου του θείου/m³.

Την ίδια αυτή περίοδο το όριο της εκπομπής του ρύπου διοξειδίου του θείου, όπως το όριζε η «Διάταξη για Μεγάλες Θερμικές Μονάδες» (πριν όμως αυτή η διάταξη οριστικοποιηθεί) ήταν 750 mg διοξειδίου του θείου /m³. Επομένως η πρωτογενής μέθοδος μείωσης της εκπομπής του ρύπου διοξειδίου του θείου με τον ασβεστίτη ικανοποιούσε την «Διάταξη για Μεγάλες Θερμικές Μονάδες». Έτσι η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε επί σειρά ετών σε πολλές μονάδες της εταιρείας RWE Energie AG συμβάλλοντας σημαντικά στη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του θείου.

Δυστυχώς όμως, όταν οριστικοποιήθηκε η «Διάταξη για Μεγάλες Θερμικές Μονάδες» το όριο εκπομπής διοξειδίου του θείου έγινε 400 mg διοξειδίου του θείου /m³. Έτσι τελικά έπρεπε προκειμένου να ικανοποιηθεί το όριο εκπομπής του ρύπου διοξειδίου του θείου των 400 mg διοξειδίου του θείου /m³ να χρησιμοποιηθεί μία δευτερογενής μέθοδος μείωσης της εκπομπής του διοξειδίου του θείου.

Τη μέθοδο αυτή θα την περιγράψουμε στη επόμενη 13^η Ενότητα. Εκεί βέβαια θα γίνει κατανοητό, ότι η δευτερογενής αυτή μέθοδος βασίστηκε κατά πολύ στην πρωτογενή μέθοδο, αφού και η δευτερογενής μέθοδος χρησιμοποιεί ασβεστίτη.

3. Δευτερογενή Μέτρα για τη Μείωση των Εκπομπών των Ρύπων

Όταν αναφερόμαστε σε δευτερογενή μέτρα για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από ανθρωπογενείς διαδικασίες (σε αυτήν την Ενότητα αναφερόμαστε μόνο σε διαδικασίες καύσης), εννοούμε ότι η διαδικασία της καύσης έχει ήδη τελειώσει και έχουν δημιουργηθεί ρύποι, την εκπομπή των οποίων θέλουμε να μειώσουμε. Το εάν έχουν προηγηθεί πρωτογενή μέτρα για τη μείωση των ρύπων είναι αδιάφορο, αν και η σφαιρική οικολογική αντιμετώπιση των προβλημάτων του Περιβάλλοντος προτείνει, τα δευτερογενή μέτρα για τη μείωση των εκπομπών των ρύπων να εφαρμόζονται μετά την εξάντληση όλων των δυνατών πρωτογενών μέτρων.

Κατά τα δευτερογενή μέτρα τα καυσαέρια οδηγούνται μετά την καύση και πριν την έξοδό τους στην ατμόσφαιρα σε μία περαιτέρω διαδικασία «καθαρισμού» των από τους ρύπους, την εκπομπή των οποίων θέλουμε να μειώσουμε. Οι εγκαταστάσεις για τον καθαρισμό των καυσαερίων έχουν πολύ μεγαλύτερο επενδυτικό κόστος και κόστος λειτουργίας από τα πρωτογενή μέτρα για τη μείωση των εκπομπών των ρύπων. Γι' αυτό δευτερογενή μέτρα εφαρμόζονται, όταν τα πρωτογενή μέτρα δεν αρκούν για τη μη υπέρβαση των οριακών τιμών της εκπομπής των ρύπων. Ένα σοβαρό πρόβλημα σχεδόν όλων των δευτερογενών μέτρων είναι η διαχείριση των αποβλήτων, που πάντα τα συνοδεύουν. Στη συνέχεια θα αναφέρουμε δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα δευτερογενών μέτρων μείωσης της εκπομπής των ρύπων.

α) Καταλυτικός Μετατροπέας (Καταλύτης)

Το δευτερογενές μέτρο, που είχε πραγματικά «καταλυτική» επίδραση στη μείωση της ανθρωπογενούς ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι η χρήση του καταλυτικού μετατροπέα (καταλύτη) στα αυτοκίνητα. Η λέξη καταλύτης σημαίνει μία ουσία, που μπορεί να μεταβάλλει την ταχύτητα μίας χημικής αντίδρασης δίχως η ίδια η ουσία να καταναλώνεται. Ο καταλύτης αυτοκινήτου χρησιμοποιήθηκε αρχικά στις ΗΠΑ το 1975. Σήμερα σχεδόν όλα τα νέα αυτοκίνητα είναι εφοδιασμένα με καταλύτη. Η χρήση του είναι ο κύριος λόγος για το ότι η ζωή στις μεγαλουπόλεις της γης είναι ακόμη βιώσιμη, παρά την εκρηκτική αύξηση του αριθμού των αυτοκινήτων, που κυκλοφορούν σε αυτές.

Ο καταλύτης προϋποθέτει τη χρήση αμόλυβδης βενζίνης. Τοποθετείται στη διαδρομή των καυσαερίων πριν από το σιγαστήρα. Αποτελείται από ένα κεραμικό ή μεταλλικό μονόλιθο σε σχήμα κερήθρας, που έχει επιχρισθεί με τις καταλυτικές ουσίες, δηλαδή κυρίως με τα ευγενή μέταλλα πλατίνα, παλλάδιο και ρόδιο. Ο μονόλιθος αυτός έχει ένα μεταλλικό περίβλημα συνήθως από ανοξείδωτο ατσάλι. Η πλατίνα και το παλλάδιο δρα ως καταλύτης οξειδωτικά για τη μείωση των ρύπων της ατελούς καύσης, δηλαδή κυρίως του μονοξειδίου του άνθρακα και των άκαυστων υδρογονανθράκων. Το ρόδιο δρα ως καταλύτης αναγωγικά για τη μείωση των οξειδίων του αζώτου. Επειδή ο καταλύτης μειώνει την εκπομπή των τριών ρύπων μονοξειδίου του άνθρακα, άκαυστων υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου λέγεται και τριοδικός καταλύτης.

Η απόδοση του καταλύτη συνεχώς βελτιώνεται και σήμερα έχει φτάσει περίπου στα 98%. Αν εξαιρέσουμε το μικρό ποσοστό (2%) των τριών ρύπων, μονοξειδίου του άνθρακα, άκαυστων υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου, που εγκαταλείπει τον καταλύτη ανεπηρέαστο, το μεγαλύτερο ποσοστό (περίπου 98%) των τριών αυτών ρύπων, εγκαταλείπει τον καταλύτη σαν διοξείδιο του άνθρακα, υδρατμός και μοριακό άζωτο, τα οποία δεν είναι προβληματικά για τον άνθρωπο. Και ναι μεν ο υδρατμός και το άζωτο είναι αυτονόητο ότι δεν είναι προβληματικά, αφού αποτελούν ένα μεγάλο μέρος του αέρα, που αναπνέουμε. Για το διοξείδιο του άνθρακα ισχύει βέβαια, ότι είναι μία σημαντική αιτία για το «Ανθρωπογενές Φαινόμενο του Θερμοκηπίου (βλέπε 6^η Ενότητα, σελ. 51). Το διοξείδιο του άνθρακα όμως, που παράγεται από τους καταλύτες αυτοκινήτων είναι μηδαμινό στις επιπτώσεις του σε σχέση με τις επιπτώσεις, που θα είχαν οι ρύποι μονοξειδίου του άνθρακα και άκαυστοι υδρογονάνθρακες από τους οποίους προήλθε, αν αυτοί δεν είχαν εξουδετερωθεί από τον καταλύτη. Πρέπει όμως να τονιστεί ιδιαίτερα το πρόβλημα, που μπορεί να προκύψει από τη μη σωστή διαχείριση των καταλυτών μετά το πέρας της χρήσης τους.

Στην 13^η Ενότητα θα ολοκληρώσουμε την περιγραφή των δευτερογενών μέτρων (για τη μείωση των εκπομπών των ρύπων) με τη μείωση του διοξειδίου του θείου.