

ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ ΜΠΑΡΚΗ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2011

**ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ ΜΠΑΡΚΗ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΕΠΑΜΕΙΝΩΝΔΑΣ ΚΑΡΤΣΩΝΑΣ**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2011

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ.4
1.Ρύπανση φυσικού περιβάλλοντος	σελ.5
2.Αέριοι ρύποι στην Ελλάδα. Πηγές και τάσεις.....	σελ.9
2.1.Οι πηγές των αερίων ρύπων.....	σελ.10
2.1.1.1.Είδη ρυπαντών και πηγές ρύπανσης	σελ.10
2.1.1.2. Επίδραση των κλιματικών συνθηκών στη φυσιολογία των φυτών και στις βλάβες αυτών από ρύπανση	σελ.12
2.1.1.Ο τομέας παραγωγής ενέργειας.....	σελ.15
2.1.2.Ο βιομηχανικός τομέας	σελ.17
2.1.3.Μεταφορές	σελ.19
2.1.4.Δασικές πυρκαγιές	σελ.20
2.1.4.1.Επίδραση των ρυπαντικών ουσιών στη φυσιολογία των δασικών δέντρων	σελ.20
2.1.5.Άλλες πηγές	σελ.27
2.2.Οι τάσεις των αερίων ρύπων	σελ.28
2.2.1.Γενικές τάσεις.....	σελ.28
2.2.2.Η ατμοσφαιρική ρύπανση στο λεκανοπέδιο της Αττικής	σελ.29
2.2.3.Η ατμοσφαιρική ρύπανση στη Θεσσαλονίκη.....	σελ.38
2.2.4.Η ατμοσφαιρική ρύπανση σε άλλες πόλεις	σελ.42
3.Χημική ανάλυση βροχής	σελ.47
3.1.Όξινη βροχή στην Ελλάδα.....	σελ.50
4.Αίτια και εστίες ρύπανσης νερού	σελ.52
4.1.Ρύπανση – επίδραση στις λίμνες και ποταμούς.....	σελ.58
4.2.Ρύπανση και βλάβες στα ζώα.....	σελ.61
4.3.Βιολογική ρύπανση	σελ.64
5.Πρόληψη – καταπολέμηση ρύπανσης	σελ.69
5.1.Η Ευρωπαϊκή ολοκλήρωση.....	σελ.74
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ.76

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Με την ευκαιρία που μου δίνεται να γράψω την πτυχιακή μου εργασία με τίτλο «Ατμοσφαιρική Ρύπανση» του περιβάλλοντος προσπάθησα να δείξω πόσο σοβαρό είναι για όλους μας αυτό το πρόβλημα ιδιαίτερα προσπάθησα ν' αναλύσω το πρόβλημα στην Αθήνα, τη Θεσσαλονίκη, τη Μεγαλόπολη, την Πτολεμαΐδα και γενικότερα για όλη την Ελλάδα, αλλά και για όλο τον κόσμο.

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας που ιδιαίτερα στις μέρες μας παίρνει ανησυχητικές διαστάσεις. Πριν αναφερθώ στην συνέχεια της ανάλυσης της εργασίας μου θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Θεό, τους γονείς μου και όλους τους καθηγητές μου. Υπεύθυνο καθηγητής για την πτυχιακή μου εργασία είχα τον κύριο Επαμεινώνδα Κάρτσωνα.

Παρακάτω θα προσπαθήσω να αναλύσω όσο το δυνατόν πιο κατανοητά μπορώ τα επίμαχα θέματα που αφορούν την Ατμοσφαιρική ρύπανση.

1.Ρύπανση φυσικού περιβάλλοντος

Σε ένα ύψος 8-12 χιλιομ. Υπάρχει το 95% της ατμόσφαιρας που ονομάζεται τροπόσφαιρα. Ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα ονομάζουμε τις ουσίες εκείνες (στερεές, υγρές ή αέριες) που υπάρχουν σε περίσσεια (πάνω από το κανονικό) και προέρχονται από τις δραστηριότητες του ανθρώπου ή από τη φύση (ηφαίστεια, ατμοσφαιρικές αλλαγές, αέρια που εκλύονται από τα φυτά, δασικές πυρκαγιές, άνεμος που παρασύρει σκόνες κλπ γύρη, σπόρους, θαλάσσιες σταγόνες).

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας και γενικά του περιβάλλοντος άρχισε με την βιομηχανική ανάπτυξη, υπήρχε δε και πολύ παλαιότερα (π.χ. στο Λονδίνο, όπου έκαigan πετροκάρβουνο) οι βλάβες όμως συνειδητοποιήθηκαν κυρίως μετά τον 2^ο παγκόσμιο πόλεμο και στην Ελλάδα μόλις τα τελευταία χρόνια (κυρίως μετά το 1975) και είναι η ρύπανση τόσο πιο έντονη όσο πιο τεχνολογικά προοδευμένη είναι μια χώρα. Τα χρόνια αυτά έγιναν πολλά διεθνή Συνέδρια και ανακοινώσεις, ενώ ήδη η τηλεόραση, ο τύπος, το ραδιόφωνο αλλά και πολλά βιβλία και άπειρες επιστημονικές εργασίες αναφέρουν για το σύγχρονο αυτό θέμα, πληγή του πολιτισμένου ανθρώπου.

Τα προβλήματα που προέκυψαν από την ρύπανση του περιβάλλοντος ενδιαφέρουν σοβαρά και άμεσα όχι μόνο τον κοινό άνθρωπο, αλλά κυρίως τους ειδικούς και τις Κυβερνήσεις και είναι ένα πολύπλοκο και σύνθετο πρόβλημα που ενδιαφέρει τους Γιατρούς, Χημικούς, Μηχανικούς, Γεωπόνους, Δασολόγους, Βιολόγους, Μετεωρολόγους, Κτηνιάτρους όπως και Δικαστικούς και Οικονομολόγους. Εννοείται ότι πρέπει να διακριθούν τα είδη και η δόση του κάθε ρυπαντή που προκαλούν βλάβες στον άνθρωπο, στα ζώα και στα φυτά.

Είναι γνωστό ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας αποτελείται από N 78,10%, O 20,90% ευγενή αέρια (ήλιο, κρυπτό, ξίνο, νέο, αργό) 0,96%, CO₂ 0,03% και H 0,01%. Ο αέρας αυτός περιέχει ακόμη κόνινιους εδάφους που μεταφέρονται με τον αέρα, γύρη, διάφορα μικρόβια, μεθάνιο ελών, υδρόθειο από σάπια φυτά κλπ. Από τότε όμως που άρχισε η βιομηχανική ανάπτυξη, τις τελευταίες λίγες δεκαετηρίδες, με τη δημιουργία βιομηχανικών μονάδων και κολοσσιαίων πόλεων, την άνοδο του βιοτικού επιπέδου και την απόκτηση αυτοκινήτων από εκατομμύρια ανθρώπους, καθώς και από τις κεντρικές θερμάνσεις των πόλεων αυτών, ρυπάνθηκε βρώμισε τόσο πολύ η ατμόσφαιρα, ώστε οι

άνθρωποι, φυτά και ζώα άρχισαν να υποφέρουν (Nelson 1967, Tamm Arnosn 1972).

Συνεχής και διακοπτόμενη επίδραση της ρύπανσης

Σε μεγάλες βιομηχανικές περιοχές υπάρχει σοβαρή και συνεχής ρύπανση ανεξάρτητα από τη διεύθυνση, του ανέμου. Σε τέτοιες καταστάσεις, όταν δηλ. υπάρχουν πολλές πηγές ρύπανσης σε μια ορισμένη περιοχή, τότε η καμπύλη πυκνότητας του ρυπαντή η ρυπαντών είναι περίπου ομοιόμορφη (Dreyhaupt, 1970). Όμως όταν υπάρχει μία μοναδική πηγή ρύπανσης, η καμπύλη πυκνότητας του ή των ρυπαντών ποικίλλει στη διάρκεια του 24ώρου και στη διάρκεια του έτους. Έτσι έχουμε στιγμές με μεγάλη συγκέντρωση, με χαμηλή συγκέντρωση ή και περιόδους χωρίς καθόλου ρύπανση (Gouderian, 1977).

Επίδραση ενός ή συνδυασμός περισσότερων ρυπαντών

Η επίδραση ενός μόνον ρυπαντή έχει μελετηθεί πειραματικά, πολλές φορές και είναι αρκετά καλά γνωστή. Πρέπει όμως να έχουμε υπόψη μας ότι σε περιοχές με βαριά βιομηχανία έχουμε έκλυση περισσότερων ρυπαντών. Γενικά θεωρείται ότι συνδυασμός περισσότερων ρυπαντών είναι πολύ πιο βλαπτικός, παρά η επίδρασή τους χωριστά (Gouderian, 1977). Έτσι βρώμη, τριφύλλι και σπανάκι χωριστά σε επίδραση SO₂ ή HCl, παρουσιάζουν μετά την έκθεση ορισμένων ωρών πχ 53 ωρών, νεκρώσεις 0,5 και 1% αντίστοιχα, της επιφάνειας των φύλλων ενώ τα δυο μαζί δηλαδή SO₂ + HCl, μετά από τις ίδιες ώρες παρουσίασαν νέκρωση 25% της επιφάνειας των φύλλων τους, υπάρχει δηλαδή συνέργεια (Gouderian, 1977).

Η εποχή του χρόνου

Τον χειμώνα τα κωνοφόρα είναι ανθεκτικά, και φυσικά πολύ περισσότερο τα φυλλοβόλα.

Η τοπογραφική διαμόρφωση επιδρά ανάλογα με το αν βοηθάει στη συγκέντρωση βλαπτικών ουσιών ή όχι. Η απόσταση από την πηγή ρύπανσης επιδρά στη σοβαρότητα της προσβολής. Έτσι η *Pinus strobes* προσβάλλεται από εργοστάσιο καθαρισμού χαλκού και νικελίου σε απόσταση 40χιλ., ενώ

βλάπτεται σοβαρά σε απόσταση 2χιλ. γύρω από διυλιστήριο πετρελαίου (Linzon 1965, 1966).

Ειδικότερα περισσότερες βλάβες στα δάση προκαλούνται γύρω από εργοστάσια που λιώνουν μέταλλα (χαλκού κλπ), γύρω σε εργοστάσια αλουμινίου (δεν προκαλούνται όμως μεγάλες βλάβες). Προκαλούνται επίσης μεγάλες βλάβες και γύρω από χυτήρια σιδήρου κλπ. Προκαλούνται επίσης μεγάλες βλάβες γύρω από εργοστάσια ηλεκτρισμού που χρησιμοποιούν κάρβουνο, κυρίως λιγνίτη, οπότε οι ρυπάνσεις των εργοστασίων αυτών μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις, ενώ τέλος σοβαρές βλάβες στα δάση προκαλούνται και από το όζον (Miller, Mc Bride, 1975). Τέλος παραδεχόμαστε ότι η ρύπανση της διαφέρει ανάλογα με την εποχή του χρόνου πχ το χειμώνα το ποσό των ρυπαντών που διακρατείται σε ένα δάσος φυλλοβόλων είναι πολύ μικρότερο από το ποσό των ρυπαντών που διακρατείται από ένα δάσος κωνοφόρων και φυσικά πολύ πολύ μικρότερο σε δάσος φυλλοβόλων. Επίσης ένας και μόνος ρυπαντής ρυπαίνει στο χρόνο την γύρω περιοχή διαφορετικά και αυτό εξαρτάται από την τοποθεσία τους ανέμους κλπ. Σε ορισμένη περιοχή της Γερμανίας, το χειμώνα η ρύπανση από SO_2 είναι μέγιστη και αυτό οφείλεται στις κεντρικές θερμάνσεις και στις καιρικές αναστροφές. Σε άλλες περιοχές της Ευρώπης κατά τις καλοκαιρινές ξηρασίες υπάρχει στα μετεωρικά κατακρημνίσματα μέγιστο ποσό και ρύπανσης από Zn και Cd που περιέχουν τα πετρώματα των περιοχών αυτών. Επίσης αυτές αλλά και άλλες περιοχές έχουν το καλοκαίρι στα μετεωρικά κατακρημνίσματα μικρότερες ποσότητες PAN, Pb και Fe, ενώ τοπικά έχουν αυξημένη ποσότητα των εντομοκτόνων α- και γ-BHC (εξαχλωριούχου βενζολίου) επειδή αυτό χρησιμοποιείται το καλοκαίρι στις γύρω αγροτικές περιοχές κλπ. (Thomas et al. 1983). Υπόψη ότι απαγορεύεται η χρήση του εξαχλωριούχου βενζολίου στην Ελλάδα (μαζί με το DDT κλπ) εδώ και περισσότερο από 10 χρόνια.

Ακόμη αναφέρουμε ότι η αντίδραση των φυτών στην ατμοσφαιρική ρύπανση ποικίλλει πολύ και εξαρτάται από γενετικούς παράγοντες, ηλικία φυτών υγεία, όπως και παράγοντες του περιβάλλοντος. Στο ύπαιθρο τα συμπτώματα της βλάβης των φυτών από ατμοσφαιρική ρύπανση γενικά δεν είναι πολύ ενδεικτικά, γιατί και άλλες αιτίες μπορεί να προκαλούν συμπτώματα που μοιάζουν με τις βλάβες από τη ρύπανση, οι άλλες αυτές

αιτίες είναι το είδος του εδάφους αλλά και προσβολή από έντομα ή φυτοπαθολογικές προσβολές.

Τέλος η απλή βλάβη ή και η νέκρωση των δασικών δέντρων μπορεί να επιφέρει τελικά την αλλαγή της φυτοκοινωνικής κλίμακας και την αντικατάσταση πολύτιμων δασοπονικών ειδών με φυτά ανθεκτικά χωρίς όμως αξία ή ακόμη να προκαλέσει και την δημιουργία μόνιμα γυμνού εδάφους. Τα κωνοφόρα είναι πιο ευαίσθητα από τα πλατύφυλλα, επειδή, ως αειθαλή είναι εκτεθειμένα στην επίδραση των βιομηχανικών. (Καϊλίδη, 1985)

2. Αέριοι ρύποι στην Ελλάδα. Πηγές και τάσεις

Οι διαθέσιμες μετρήσεις δεν επαρκούν τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά για την παρουσίαση μιας αξιόπιστης συνολικής εικόνας των διαχρονικών τάσεων των κυριότερων ρύπων στην Ελλάδα.

Κατ' ανάγκη προσφεύγουμε, με επιφυλάξεις, σε ορισμένα συνολικά στοιχεία από διεθνείς πηγές. Οι επιφυλάξεις αναφέρονται στο γεγονός ότι οι πηγές των διεθνών οργανισμών είναι οι αντίστοιχες εθνικές υπηρεσίες. Τα στοιχεία των οργανισμών αυτών είναι λοιπόν τόσο αξιόπιστα, όσο αξιόπιστα μπορεί να θεωρηθούν και τα στοιχεία των εθνικών υπηρεσιών παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής ποιότητας και των εκπομπών. Επιπλέον, η ενασχόληση σχεδόν αποκλειστικά με τα συμβαίνοντα στο λεκανοπέδιο Αττικής δεν επέτρεψε τη δημιουργία ενός εναρμονισμένου, αξιόπιστου πανελλαδικού δικτύου παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής ποιότητας. Σε πανελλαδική κλίμακα δεν διαθέτουμε μέχρι σήμερα κάποια εκτενή καταγραφή των βασικών πηγών ούτε, για μείζονα λόγο, αξιόπιστες συνολικές εκτιμήσεις των κυριότερων ρύπων. Οι συνολικές εκπομπές στην Ελλάδα δυο βασικών θείου (S) για τα έτη 1980, 1989 και διοξειδίου του αζώτου (NO₂) για τα έτη 1985, 1989 συγκριτικά με άλλες χώρες της Ευρώπης. Οι εκτιμήσεις αυτές βασίζονται σε στοιχεία του προγράμματος για τον έλεγχο σε στοιχεία του προγράμματος για τον έλεγχο και την αξιολόγηση της Διασυννοριακής Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης Μεγάλης Εμβέλειας «EMEP». Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά οι εκπομπές των παραπάνω ρύπων σε πανελλαδική κλίμακα ήταν 200.000 τόνοι θείου ή αντίστοιχοι 400.000 τόνοι διοξειδίου του θείου το έτος 1980 και 250.000 τόνοι ή 500.000 τόνοι αντίστοιχα το έτος 1989. Για τις εκπομπές του διοξειδίου του αζώτου είχαμε 746.000 τόνους το έτος 1985.

Σημειώνουμε ότι κατά τη δεκαετία 1980-1989 οι συνολικές εκπομπές διοξειδίου του θείου στην Ευρώπη μειώθηκαν από 25.793χιλ.τόνους σε 19.814χιλ.τόνους δηλαδή κατά 23%, ενώ το ίδιο δεν συνέβη με το διοξείδιο του αζώτου. Οι συνολικές εκπομπές του ρύπου αυτού συνέχισαν την αυξητική τους τάση την πενταετία 1985-1989 κατά 5% δηλαδή από 21.041 σε 22.119χιλ.τόνους.

Η συμμετοχή της Ελλάδας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου παγκοσμίως εκτιμάται στο 0,3%.

2.1.Οι πηγές των αερίων ρύπων

Σαν κύριες ανθρωπογενείς πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης θεωρούνται παραδοσιακά ο τομέας παραγωγής ενέργειας, η βιομηχανική δραστηριότητα οι μεταφορές και η θέρμανση. Μικρότερες αλλά καθόλου ασήμαντες από άποψη συνολικής συμμετοχής στη ρύπανση πηγές είναι τα καθαριστήρια, τα αρτοποιεία, τα ξενοδοχεία, τα νοσοκομεία και άλλες διάσπαρτες δραστηριότητες. Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν επίσης παράγοντας επιδείνωσης της ατμοσφαιρικής ποιότητας.

2.1.1.1.Είδη ρυπαντών και πηγές ρύπανσης

Τα δασικά όπως και τα λοιπά φυσικά οικοσυστήματα ρυπαίνονται κυρίως σήμερα από διάφορες ουσίες που προέρχονται από φυσικές πηγές, οι οποίες όμως πολυχρησιμοποιήθηκαν τελευταία από τον άνθρωπο.

Οι διάφορες ρυπαίνουσες ουσίες προέρχονται από τις δραστηριότητες του ανθρώπου αλλά και από τις σκόνες του εδάφους, άλατα της θάλασσας κλπ κατά του Smith (1981) είναι:

A. Στερεοί Ρυπαντές

1.Κύριοι Ρυπαντές (εκλύονται απευθείας στην ατμόσφαιρα).

Ανόργανοι: σκόνες διάφορες, έδαφος, ασβέστης, άλας.

Οργανικοί: γύρη, σπόροι.

2.Δευτερεύοντες Ρυπαντές (που συνθέτουν στην ατμόσφαιρα).

Ανόργανοι θειούχες, αζωτούχες – ενώσεις.

Οργανικός: υδρογονάνθρακες, αλιφατικά νιτρικά, καρβοξυλικά οξέα, δικαρβοξυλικά οξέα.

B. Αέριοι Ρυπαντές

1.Κύριοι ρυπαντές:

Ανόργανοι: CO, CO₂, SO₂, NO_x, Cl, F, NH₄, H₂S.

Οργανικοί: Υδρογονάνθρακες, κετόνες, μερκαπτόνες, σουλφίδια, αλογωνομένοι άνθρακες (τετραχλωράνθρακες διχλωρομεθάνιο).

2.Δευτερεύοντες Ρυπαντές

Ανόργανοι Ρυπαντές: O₃

Οργανικοί: Αλδεΐδες, Νιτρικούπεροξυακετολένιο κλπ. Ενώσεις N (Smith 1981)

Ενώ ο Ulrich (1983) ταξινομεί τους ρυπαντές όπως παρακάτω:

1. Ουδέτερα θαλασσινά άλατα: Na_j , $\text{Cl} \leq$

2. Θρεπτικά στοιχεία: Mg_j , Ca_j , NH_4j , $\text{NO}_3 \leq$, $\text{SO}_4 \leq$ ιχνοστοιχεία

3. Δημιουργοί οξέων: SO_2 , NO_x , Cl_2

4. Δυνητικές τοξικές ουσίες, SO_2 , HF , βαριά μέταλλα, As , Se , υδρογονάνθρακες

5. Δημιουργοί οξειδώσεων, NO_x , οργανικά αέρια. (Ulrich, 1983)

Υπάρχουν και άλλες ουσίες όμως οι παραπάνω είναι οι σπουδαιότερες που επιδρούν στα δασικά κλπ φυσικά οικοσυστήματα. Οι ουσίες αυτές αποτίθενται στα δασικά οικοσυστήματα και στο υπόλοιπο περιβάλλον με τους παρακάτω τρόπους:

1. Υγρές αποθέσεις, όπως βροχές, χιόνια.

2. Στερεές αποθέσεις όπως στερεές σκόνες.

3. Αποθέσεις αεροζόλς.

4. Αποθέσεις από ομίχλες, σταγονίδια από σύννεφα.

5. Προσρόφηση από αέρια π.χ. SO_2

5.1. Σε υγρές επιφάνειες φύλλων, φλοιών, υγρού χιονιού.

5.2. μέσα στα στομάτια

5.3. μέσα στα τοιχώματα των κυττάρων

5.4. μέσα στις επιφάνειες του μεσόφυλλου και δρυφρακτοειδούς παρεγχόματος

6. Επανάκλυση αερίων.

Στη χώρα μας δεν έχουμε ξεκαθαρίσει ακόμη καλά ποιους και πόσους ρυπαντές έχουμε όπως και τις πηγές ρύπανσης, δηλαδή αν προέρχονται από αυτοκίνητα, ή από τα εργοστάσια ή από τις κεντρικές θερμάνσεις κλπ. Ήδη όμως λειτουργεί στην Αθήνα με το περίφημο «νέφος» της, ο λεγόμενος «δακτύλιος» δηλαδή δεν επιτρέπεται στο κέντρο της πόλης η κυκλοφορία όλων των ΙΧ αυτοκινήτων. Ακόμη στην Αττική από το 1982 καθιερώθηκε τα μισά εργοστάσια να κλείνουν το καλοκαίρι για ένα μήνα και να δίνουν άδεια στο προσωπικό και τα άλλα μισά τον άλλο μήνα. Παραδεχόμαστε δηλαδή ότι κύριοι ρυπαντές της ατμόσφαιρας είναι τα ΙΧ αυτοκίνητα και τα εργοστάσια και

το χειμώνα και οι κεντρικές θερμάνσεις, ενώ λίγο καιρό πριν αμφισβητούσαν – και ακόμα αμφισβητούν αν τα ΙΧ αυτοκίνητα είναι σοβαρές πηγές ρύπανσης κλπ.

Ακόμη οι ρύποι μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις π.χ. από την Γερμανία, Μεγάλη Βρετανία, στη Σουηδία, Νορβηγία, από ΗΠΑ, στον Καναδά και αντιστρόφως (Ulrich, 1983) ενώ οι Montagnini et al (1984) αναφέρουν την σοβαρή παρουσία Cd, Pb, Ni και Cr σε απομακρυσμένες περιοχές στα δάση του Αμαζονίου της ΝΔ Βενεζουέλας που μεταφέρονται εκεί με τους ανέμους και την όξινη βροχή.

Επίσης κατά το 1978-82 στη Μεγάλη Βρετανία από διάφορες πηγές εκλύονται το χρόνο 2.670.000 τόνοι S, από αυτή την ποσότητα λιγότερο από 1/3 αποτίθεται μέσα στη χώρα τα 2/3 παρασύρονται με τους ανέμους μακριά ενώ στη Σουηδία αποτίθενται το χρόνο 595.000 τόνοι θείου, από τους οποίους οι 101.000 τόνοι προέρχονται από εγχώριες πηγές ενώ η υπόλοιπη ποσότητα είναι εισαγόμενη δηλαδή ξένης προέλευσης (Acid Magazine 1984-85).

2.1.1.2 Επίδραση των κλιματικών συνθηκών στη φυσιολογία των φυτών και στις βλάβες αυτών από ρύπανση

Ένταση φωτός

Είναι καλά γνωστό ότι οι αέριοι ρυπαντές εισέρχονται στο μεσόφυλλο των φύλλων από τα στομάτια. Γι' αυτό κάθε παράγοντας που κρατάει τα στομάτια ανοικτά ευνοεί και την είσοδο των ρυπαντιών στα φύλλα. Η ακτινοβολία του ήλιου είναι ένας από τους πιο σπουδαίους παράγοντες που κρατάει τα στομάτια των φύλλων ανοικτά. Πειράματα έδειξαν ότι η ένταση του φωτός και όσο αυτή μεγαλώνει επιδρά στην ένταση της βλάβης από ρυπαντές και γίνεται αυτή μεγαλύτερη ως ένταση φωτός 38.000lux και αυτό αληθεύει και στην επίδραση του SO₂ όπως και με τους ρυπαντές της φωτοχημικής ομίχλης αλλά και με το O₃ (Meck, 1971).

Στο σκοτάδι τα στομάτια είναι κλειστά όμως αποδείχτηκε με επίδραση SO₂ ότι τη νύχτα έχουμε το O₃ προσρόφησης S από αυτό που προσλαμβάνεται την ημέρα (Gaderian 1970) το ίδιο μάλιστα συμβαίνει και με το Cl, αν και με το Cl έχουμε διαφορές ανάλογα με το είδος του φυτού.

Φαίνεται λοιπόν ότι, ενώ αποθέτουμε ότι στο σκοτάδι τα στομάτια είναι κλειστά, όμως συνεχίζεται αρκετά εναλλαγή των αερίων.

Ειδικότερα κατά τη διάρκεια του 24ώρου η πορεία της προσρόφησης ρυπαντών εξαρτάται από την πορεία του ανοίγματος των στοματιών των φύλλων, και η πορεία αυτή εξαρτάται από το φως, άριστη κατάσταση νερού στο έδαφος, υψηλή σχετική υγρασία αέρα και άριστη θερμοκρασία (Gaderian 1977).

Η βλάβη είναι μεγαλύτερη προς το μεσημέρι γενικά έχουμε αύξηση της βλάβης από 4° έως 35° C οπότε και έχουμε τη μεγαλύτερη προσρόφηση CO₂ γιατί και τα στομάτια τότε είναι περισσότερο ανοικτά οπότε έχουμε σύγχρονη αύξηση της αντίστασης στη βλάβη από SO₃ και O₃.

Σχετική υγρασία αέρα

Η σπαργή στα φύλλα είναι ο κύριος παράγοντας για μεγαλύτερο άνοιγμα των στοματιών των φύλλων, απ' όπου εισέρχονται στα φυτά οι ρυπαντές και αυτό εξαρτάται από τη σχετική υγρασία του αέρα (Lange et al 1971).

Ο Nelson (1985) αναφέρει ότι η τοξικότητα του SO₂ αυξάνει όσο αυξάνει η σχετική υγρασία του αέρα και είναι 20 φορές μεγαλύτερη σε σχετική υγρασία 96% παρά σε σχετική υγρασία αέρα 75% ενώ σε συγκέντρωση SO₂ μικρότερες από 100μ. αν εκατ.ακόμη και σχετική υγρασία και υψηλή θερμοκρασία η επίδραση του SO₂ στα φυτά είναι μικρή. Υπόψη ότι στην Ελλάδα και περισσότερο στη Νότια ξερή Ελλάδα η σχετική υγρασία αέρα το καλοκαίρι, το μεσημέρι με ήλιο και ζέστη είναι γενικά κάτω από 50% φτάνει και ως 10-20% πολύ συνηθισμένη είναι η σχετική υγρασία 35% (την νύχτα που τα στομάτια όμως των φύλλων είναι κλειστά η σχετική υγρασία φτάνει 50-60-70-80%) επομένως να ία άλλη σοβαρή αιτία γιατί εμείς δεν έχουμε και δεν θα έχουμε πιθανόν και στο μέλλον παρά ελάχιστες ως καθόλου βλάβες στα φυτά.

Εδώ έχουμε ακόμη να προσθέσουμε ότι η επίδραση της δροσιάς και της βροχής επάνω στα φύλλα δεν έχεις διευκρινισθεί ακόμη καλά. Όμως οι Guderian Stratmann (1962) παρατήρησαν ότι μετά από βροχές με υψηλό περιεχόμενο σε SO₂, προκλήθηκαν στα άκρα των φύλλων νεκρώσεις. Επίσης εδώ έχουμε να παρατηρήσουμε ότι οι ρυπαντές διαλύονται στη δροσιά, στη βροχή ή και πάνω στα υγρά φύλλα, η υγρασία όμως αυτή εξατμίζεται και με

νέα υγρασία έχουμε διάλυση και άλλων ρυπαντών, έτσι οι ρυπαντές αυξάνουν και προκαλούν νεκρώσεις κυρίως στα άκρα των φύλλων που κρέμονται προς τα κάτω. Ακόμη ο Unsworth (1984) αναφέρει ότι στα μεγάλα υψόμετρα στα δάση της Ευρώπης και Βορείου Αμερικής τα οποία συχνά σκεπάζονται από σύννεφα και ομίχλες. Οι βλάβες στα φύλλα είναι μεγαλύτερες από τις όξινες ρυπαντικές ουσίες όπως και από βαρέα μέταλλα γιατί οι σταγόνες υγρασίας που τα φύλλα συγκρατούν πάνω τους είναι μεγαλύτερες παρά οι σταγόνες των κανονικών βροχών.

Τέλος, αναφέρουμε ότι παρατηρήσεις των τελευταίων 10δων χρόνων στη Δυτική Ευρώπη έδειξαν, ότι σε χρονικές υγρές παρουσιάζονται μεγαλύτερες βλάβες από ρυπαντές στα φυτά (Guderian 1977). Επίσης στις ΗΠΑ παρουσιάζονται περισσότερο βλάβες στις Ανατολικές ΗΠΑ, όπου υπάρχει υψηλότερη σχετική υγρασία αέρα από τις ξηρές ακτές των Δυτικών ΗΠΑ π.χ. στην Καλιφόρνια (Haggstad et al 1964). Και ασφαλώς το ίδιο συμβαίνει και στην Ελλάδα (μικρή σχετική υγρασία αέρα, ξηρό κλίμα) όπου και στην πολύ ρυπασμένη Αττική και Πτολεμαίδα για την ώρα παρατηρήσαμε στα δασικά φυτά, καθόλου ως ελάχιστες βλάβες.

Υγρασία εδάφους

Είναι γνωστό ότι σε φυτά που υποφέρουν από έλλειψη υγρασίας (φαινόμενο συνηθισμένο στη χώρα μας, ιδίως στα δάση που δεν ποτίζονται όπως οι γεωργικές καλλιέργειες) η οσμωτική πίεση αυξάνει, όπως αυξάνει και η αντίσταση στην προσβολή από SO_2 και O_3 . Έτσι φυτά που βρίσκονται στο σημείο μαρasmus παύουν να είναι ευπαθή στην προσβολή από ρυπαντές ενώ όταν τα φυτά έχουν το απαραίτητο νερό τότε προσβάλλονται περισσότερο (Guderian 1977).

Φυτά που υποφέρουν από υγρασία, ανοίγουν τα στοματίά τους μόνο τις πρωινές ώρες (McDowall, 1965), επομένως η υγρασία στο έδαφος έχει την ίδια επίδραση στο άνοιγμα των στοματίων και στην αντίστοιχη είσοδο στο φυτό των ρυπαντών. Έτσι στην Ελλάδα, παρατηρούμε ότι η ξηρότητα του κλίματος και η μικρή σχετική υγρασία του αέρα είναι παράγοντες που δεν ευνοούν την βλάβη των φυτών από ρυπαντές, όπως και πιο πάνω αναφέρουμε. Παρατηρούμε ότι το κλίμα της χώρας μας δεν έχει καμία σχέση

με αυτό της Μέσης Ευρώπης όπου έχουν νέκρωση των δασών εκεί δεν υπάρχει καθόλου ξηροθερμική περίοδος.

Ανθεκτικότητα στην ξηρασία και στην ρύπανση

Μετά από τα προηγούμενα αναφέρουμε ότι στα τελευταία χρόνια πολλοί ερευνητές βρήκαν ότι υπάρχει σχέση της ανθεκτικότητας στην ρύπανση με την ανθεκτικότητα στην ξηρασία σε διάφορα φυτά όπως στο *Ligustrum*, *Robinia*, *Morus*, *Ailanthus*, *Populus*, *Sambucus* κλπ δηλαδή τα ανθεκτικά στη ρύπανση φυτά είναι ανθεκτικά και στην ξηρασία και αντίστροφα (Bran 1977, Klein 1980, Kozykina 1971, Nikolaevsky 1979, Schutt et al 1970). Επίσης στις ΗΠΑ αναγνωρίζουν ότι οι βλάβες από ρύπανση SO₂ και O₃ στα δάση και τις γεωργικές καλλιέργειες ποικίλλουν πολύ από τόπο σε τόπο ανάλογα με το κλίμα (Roberts 1984).

Ειδικότερα τα ανθεκτικά φυτά χαρακτηρίζονται ότι έχουν μικρότερη ένταση εναλλαγής των αερίων και μικρότερη προσρόφηση SO₂, έχουν ακόμη ταχύτερο μεταβολισμό και μετακίνηση των οργανικών ουσιών, ένα μεγαλύτερο ποσοστό συγκέντρωσης θειούχων ουσιών στα κύτταρα και μικρότερο αριθμό φυτοσυνθετικών ουσιών κλπ (Nikolaevsky 1979). Ο ίδιος αναφέρει ότι υπάρχει ομοιότητα στα δάση του SO₂ στα φυτά με τη δράση άλλων παραγόντων όπως είναι η ξηρασία, αλμυρά εδάφη, ραδιενέργεια κλπ (Καϊλίδη 1985).

2.1.1.Ο τομέας παραγωγής ενέργειας

Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης συνδέεται στενά με τα πρότυπα παραγωγής και χρήσης της ενέργειας. Όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας, η εξάντληση των συμβατικών ενεργειακών αποθεμάτων σε παγκόσμια κλίμακα είναι ήδη ορατός κίνδυνος. Σύμφωνα με μελέτη της World Energy Conference, η αύξηση της παγκόσμιας ζήτησης της ενέργειας μέχρι το 2020 υπολογίζεται ότι θα είναι τριπλάσιας ή τετραπλάσιας της σημερινής. Παράλληλα, η παραγωγή πετρελαίου θα φθάσει στο ανώτατο επίπεδο γύρω στο 1995 ενώ του φυσικού αερίου το 2010 και στη συνέχεια θα μειωθεί. Η κατά κεφαλή κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα είναι χαμηλή (το 1/3 περίπου των άλλων χωρών της ΕΟΚ και το 1/6 της ενεργειακής κατανάλωσης

της ΗΠΑ) με αυξητικές όμως τάσεις κυρίως λόγω της αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης στον τομέα των μεταφορών που ποσοστιαία υπερβαίνει κατά πολύ την αντίστοιχη των άλλων χωρών της ΕΟΚ. Το ενεργειακό, λοιπόν, πρόβλημα στην Ελλάδα εμφανίζει δυο όψεις, την παγκόσμια που συνδέεται με τη σημαντική εξάρτηση της χώρας από εξαντλούμενες πηγές ενέργειας και την εθνική που συνδέεται με την ανάγκη εξασφάλισης της απαιτούμενης ενεργειακής υποδομής που θα μειώνει κατά το δυνατό την ενεργειακή εξάρτηση. Στη διάρκεια της 60ετίας 1920-1980 το ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας τροποποιήθηκε σημαντικά, ξεκινώντας το 1920 με αυτάρκεια (κυρίως βιομάζα) και καταλήγοντας το 1980 σε ενεργειακή εξάρτηση κατά 73%. Σε απόλυτους αριθμούς, η συνολική πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση εννεαπλασιάστηκε η κατά κεφαλήν πρωτογενής αυξήθηκε 4,5 φορές ενώ η κατά κεφαλή τελική αυξήθηκε μόνο 3,5 φορές, λόγω της χαμηλής απόδοσης παραγωγής θερμικού ηλεκτρισμού (απόδοση τελικής/πρωτογενούς το 1920:92% και το 1980:73%). Η συμμετοχή της βιομάζας (καυσόξυλα, θάμνοι, ξυλάνθρακες) σε υψηλά επίπεδα το 1920 (97%) είχε μειωθεί το 1980 σημαντικά (περίπου 7^οb). Η υδραυλική ενέργεια ήταν και παραμένει σε χαμηλά επίπεδα. Η αιολική ενέργεια (ανεμοαντλίες, ανεμόμυλοι) εκπροσωπεί ένα μικρό ποσοστό της ενεργειακής κατανάλωσης. Η ηλιακή ενέργεια βρίσκεται ακόμα σε χαμηλά επίπεδα. Ξεκίνησε το 1967 με εγκαταστάσεις ηλιακής αφαλάτωσης θαλάσσιου νερού και από το 1974 επεκτάθηκε στους ηλιακούς θερμοσίφωνες. Οι (εγχώριοι) λιγνίτες το 1950 ήταν σε χαμηλά επίπεδα ενώ το 1980 ενώ το 1980 έφτασαν το 18% της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσης. Ο λιθάνθρακας και το (εισαγόμενα) αυξήθηκαν από το 1920 (1%) έως το 1930 (περίπου 25%) και στη συνέχεια μειώθηκαν σταθερά μέχρι το 1980 (2,5%). Τα πετρελαιοειδή (εισαγόμενα) από 7% το 1930 έφτασαν το 71% το 1980.

Τα αποθέματα εξαντλήσιμων ενεργειακών πηγών στην Ελλάδα είναι γενικώς περιορισμένα και αφορούν κυρίως λιγνίτες και τύρφη. Με το επίπεδο κατανάλωσης του 1979 τα γνωστά και πιθανά αποθέματα λιγνίτη και τύρφης θα μπορούσαν να καλύψουν τις ανάγκες στερεών καυσίμων για περίπου 129 χρόνια. Ενώ με μια ετήσια κατανάλωση στερεών καυσίμων κατά 2% ή 4% θα διαρκούσαν 71 ή 50 χρόνια αντίστοιχα.

Σύμφωνα με το πρόσφατο δεκαετές πρόγραμμα ανάπτυξης της ΔΕΗ, περίπου το 60% της ηλεκτροπαραγωγικής ισχύος βασίζεται σε στερεά καύσιμα. Συγκεκριμένα οι λιγνιτικές μονάδες θα καλύψουν περίπου 1500MW και ο εισαγόμενος λιθάνθρακας 600MW. Το φυσικό αέριο θα καλύψει 600 MW και οι υδροηλεκτρικές μονάδες 560 MW (στις οποίες θα προστεθούν και κάποια μικρά υδροηλεκτρικά έργα). Όσο για τις εναλλακτικές (ήπιες και ανανεώσιμες) μορφές ενέργειας, πρόκειται να καλύψουν 200 MW.

Ο ηλεκτροπαραγωγικός τομέας ήταν το 1980 υπεύθυνος για το 66% των εκπομπών SO₂ στην Ελλάδα, λόγω της χρήσης κακής ποιότητας εγχώριου λιγνίτη. Η παραγωγή λιγνίτη αναμένεται να διπλασιαστεί την επόμενη δεκαετία με συνέπεια τη συνεπαγόμενη υπερβολική αύξηση των εκπομπών σωματιδίων που θα προκύψουν από την καύση του. Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος τα εξαντλούμενα αποθέματα και οι συνεχείς ανατιμήσεις υγρών ορυκτών καυσίμων καθώς και η τάση για ενεργειακή αυτόαρκεια και αποκέντρωση προβάλλουν επιτακτική την επιλογή ανάπτυξης και χρήσης των ήπιων μορφών ενέργειας. Η Ελλάδα έχει όλες τις προϋποθέσεις για την αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι οποίες θα αποδώσουν μακροχρόνια οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Σε συνδυασμό με προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας, η οποία μπορεί να φτάσει και το 30% της κατανάλωσης στη χώρα μας, οι ήπιες μορφές ενέργειας φαίνεται να εξασφαλίζουν εθνική ενεργειακή αυτοδυναμία σε περίπτωση μελλοντικής ενεργειακής κρίσης (Πελεκάνη – Σκούρτη 1992).

2.1.2.Ο βιομηχανικός τομέας

Η Ελλάδα είναι η λιγότερο βιομηχανοποιημένη από τις μεσογειακές χώρες που ανήκουν στην Ευρωπαϊκή κοινότητα. Χαρακτηριστική όμως είναι η υπερσυγκέντρωση των βιομηχανικών δραστηριοτήτων στην περιοχή των μεγάλων αστικών κέντρων της Αθήνας και Θεσσαλονίκης. Το 80% της Ελληνικής βιομηχανίας είναι εγκατεστημένο στην παραλιακή ζώνη, ενώ κατά μήκος του αστικοβιομηχανικού άξονα Καλαμάτα – Πάτρα – Αθήνα – Θεσσαλονίκη - Αλεξανδρούπολη απασχολούνται το 1981 76,6% του ελληνικού πληθυσμού στον δευτερογενή τομέα και 75,9% αντίστοιχα στον τομέα υπηρεσιών.

Το βασικό συμπέρασμα είναι ότι το φαινόμενο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης αποτελεί παράγωγο δυο βασικών χαρακτηριστικών του τρόπου εξέλιξης της ελληνικής βιομηχανίας:

1.Της χωροταξικής διάρθρωσης των βιομηχανικών μονάδων και επομένως του τρόπου αστικοποίησης του ελληνικού πληθυσμού. Οι μέσοι ρυθμοί αύξησης του πληθυσμού της Ελλάδας και της Ευρύτερης Περιφέρειας Πρωτευούσης (ΕΠΠ) για το διάστημα 1951-1981 ήταν 0,5% και 4% αντιστοίχως. Ιδιαίτερα, οι ρυθμοί αύξησης του Δήμου Αθηναίων ήταν 38,2% τη δεκαετία 1961-1971 και 2,2% την δεκαετία 1971-1981. Ο χαμηλός ρυθμός πληθυσμιακής αύξησης του Δήμου Αθηναίων για το διάστημα 1971-1981 συνοδεύτηκε όμως με την παράλληλη αύξηση κατά 35,2% του πληθυσμού των υπολοίπων δήμων του Νομού Αττικής. Η τάση βέβαια έχει ανακοπεί τα τελευταία χρόνια, και η συγκέντρωση πληθυσμού και οικονομικών δραστηριοτήτων στην Αττική εξακολουθεί να είναι υπερβολικές. Για τη Θεσσαλονίκη έχουμε ρυθμούς αύξησης 37,8% και 33,1% για τις δεκαετίες 1961-1971 και 1971-1981 αντίστοιχα.

2.Των καθιερωμένων προτύπων ενεργειακής κατανάλωσης. Κατά τη διάρκεια της επέκτασης του ελληνικού ενεργειακού τομέα τις τελευταίες δεκαετίες η τιμολογιακή πολιτική της ΔΕΗ αποσκοπούσε αφενός στην κάλυψη των ελλειμμάτων της, αφετέρου στην επιδότηση του βιομηχανικού και σε ακόμα μεγαλύτερη έκταση του γεωργικού τομέα. Έτσι η πραγματική τιμή της κιλοβατώρας για βιομηχανική χρήση αυξήθηκε από 0,7δρχ. το 1975 μόλις 0,9δρχ. το 1988 ενώ η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος για γεωργική χρήση μειώθηκε σε σταθερές τιμές 1975 από 1,1δρχ. σε 0,62δρχ.

Παράλληλα μια σύγκριση των ρυθμών αύξησης του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος (ΑΕΠ) και της κατανάλωσης ενέργειας στη βιομηχανία δείχνει το μέγεθος της αλόγιστης χρήσης ενεργειακών πόρων με προφανή αποτελέσματα στο αέριο περιβάλλον: την περίοδο 1973-1984 το ΑΕΠ αυξήθηκε κατά 30% ενώ η κατανάλωση ενέργειας ξεπέρασε το 45%. Η συνολική επιβάρυνση της ατμόσφαιρας της χώρας μας για το 1985 από ρύπους που οφείλονται στη βιομηχανική κατανάλωση επιβαρύνουν την περιοχή των Αθηνών.

Οι πηγές διακρίνονται:

- στους μεγάλους λέβητες (βιομηχανική κατανάλωση και ηλεκτροπαραγωγή στους Ατμοηλεκτρικούς Σταθμούς ΑΗΣ)
- στους μικρούς λέβητες (κατανάλωση στις κεντρικές θερμάνσεις)
- στις μεταφορές (έχει γίνει διάκριση σε βενζινοκινητήρες αυτοκινήτων, σε πετρελαιοκινητήρες σε σιδηροδρομικές μηχανές και πλοία καθώς και στην αεροπορία) (Πελεκάνη-Σκούρτος 1992).

2.1.3.Μεταφορές

Στη διάρκεια της τελευταίας εικοσαετίας ο αριθμός των αυτοκινήτων στη χώρα μας, σύμφωνα με επίσημα στοιχεία, παρουσιάζει συνεχή αύξηση. Το γεγονός αυτό οφείλεται τόσο στην πληθυσμιακή διόγκωση των μεγάλων αστικών κέντρων όσο και στην οικονομική ευμάρεια με τα σύγχρονα καταναλωτικά πρότυπα σε συνδυασμό με την υποβάθμιση των μαζικών μέσων μεταφοράς.

Η αύξηση του αριθμού των αυτοκινήτων συνοδεύτηκε από παράλληλη αύξηση της μέσης ηλικίας τους. Έτσι η μέση ηλικία των αυτοκινήτων που κυκλοφορούν σήμερα υπερβαίνει τα 10 χρόνια και σε συνδυασμό με την παλιά τεχνολογία κατασκευής και την κακή συντήρηση αποτελεί σημαντικό παράγοντα ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Ο ετήσιος ρυθμός απόσυρσης αυτοκινήτων στην Ελλάδα ήταν μέχρι πρόσφατα 0,5% με μέσο αντίστοιχο ρυθμό στην ΕΟΚ 5%. Επιπλέον, ενώ για αγορά αυτοκινήτων δαπανώνται 180εκ \$/έτος το δαπανώμενο ποσό για ανταλλακτικά είναι 220εκ.\$/έτος.

Το αυτοκίνητο αποτελεί τον υπ' αριθμό ένα υπεύθυνο για την ατμοσφαιρική ρύπανση των αστικών κέντρων αφού φέρει την κύρια ευθύνη για τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου, μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογονανθράκων. Ιδιαίτερα τα πετρελαιοκίνητα οχήματα είναι υπεύθυνα για τις εκπομπές του καπνού. Σημαντική συνεισφορά στην επιβάρυνση της ποιότητας του αέρα από τη χρήση του αυτοκινήτου έχει η λάθος ρύθμιση του κινητήρα καθώς και ο τρόπος οδήγησης. Στην Ελλάδα τα χρησιμοποιούμενα καύσιμα είναι η βενζίνη, σούπερ και απλή, το ντίζελ τύπου Α (0,3% σε θείο)

τύπου Β (0,5% σε θείο) το ντίζελ λεωφορείων. Η ποιότητα των ελληνικών καυσίμων δεν υστερεί εκείνης των χωρών της ΕΟΚ (Πελεκάνη – Σκούρτος 1992).

2.1.4. Δασικές πυρκαγιές

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν σημαντική πηγή έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα η αύξηση του οποίου έχει συμβάλλει καθοριστικά στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου».

Τα δάση έχουν σπουδαία αντιρρυπαντική σημασία αφού τα διάφορα οξείδια απορροφώνται και συγκρατούνται από φύλλα και τις βελόνες των δέντρων. Το μέγεθος της αντιρρυπαντικής επίδρασης του δάσους εξαρτάται από το δασοπονικό είδος. Ένα εκτάριο δάσους ερυθρελάτης πχ μπορεί να απορροφήσει διοξείδιο του θείου και άλλα οξείδια μέχρι 250 κιλά/εκτάριο, ένα δάσος λεύκης μέχρι 193 κιλά/εκτάριο κοκ.

Εκτός από τις δασικές πυρκαγιές, στην καταστροφή των δασών συντελεί και η ατμοσφαιρική ρύπανση. Η Ελλάδα συμμετέχει από το 1988 στο Κοινοτικό Πρόγραμμα για την φυτοϋγειονομική κατάσταση των δασών το οποίο ξεκίνησε το 1987 και περιλαμβάνει απογραφή των ζημιών των δασικών εκτάσεων και εκτίμηση των πιθανών αιτιών. Αν και το χρονικό διάστημα συμμετοχής είναι μικρό για την εξαγωγή συμπερασμάτων, καθίσταται προφανής η σημασία συνέχισης του προγράμματος για τη συλλογή στοιχείων που αφορούν ιδιαίτερα τη διασυνοριακή ρύπανση των δασικών εκτάσεων.

2.1.4.1. Επίδραση των ρυπαντικών ουσιών στη φυσιολογία των δασικών δέντρων

Η επίδραση των ρυπαντικών ουσιών στη φυσιολογία των δασικών φυτών μελετήθηκε αρκετά τελευταία, χωρίς όμως να έχει δοθεί απάντηση σε όλα τα ερωτήματα. Γενικά μπορεί να έχουμε ελάττωση της αύξησης ή και άλλες βλάβες πριν να παρουσιαστούν τα συμπτώματα της βλάβης, που μπορεί να είναι νέκρωση των άκρων των βελονών ή νέκρωση μεταξύ των νεύρων στίγματα ή χλώρωση, νανισμός των δέντρων ή τέλος και νέκρωση των δέντρων.

Επίδραση του SO₂

Το SO₂ προκαλεί βλάβες στα φυτά (Kadota, Inoue 1972) επειδή μπαίνει στα φύλλα από τα στομάτιά τους, εκεί σιγά – σιγά διαχέεται προς τα μέσα και πλάγια, ανακατεύεται με το νερό των κυττάρων και στις οξείες καταστάσεις μετατρέπεται σε υποθειώδη ενώ σε χρόνιες ρυπάνσεις μεθειικά, επίσης προκαλείται νέκρωση της χλωροφύλλης και καταστροφή διαφόρων άλλων χρωστικών. Ειδικότερα προκειμένου για την ψευδοτσούγκα, γύρω σε εργοστάσιο χαρτοπολτού με τη μέθοδο τουθεικού οξέος και με μεγαλύτερες ποσότητες 1,25μg SO₂/cm²/ημέρα έως 0,26μg SO₂/cm²/ημέρα (όπου και είχαμε τις μικρότερες βλάβες) επήλθε πλασμόλυση και κολλάψους (κατάρριψη, καταπληξία, συντριβή) του μεσόφυλλου των βελονών, που ακολουθήθηκε από υπερτροφίες και κολλάψους του παρεγχύματος στο αγωγό σύστημα (Carlson 1980).

Ακόμη οι Grill, Esterbauer, Scharner Felgitsch (1980) αναφέρουν ότι κατά την επίδραση SO₂ στην *Picea abies*, βρήκαν ότι στις βελόνες είχαν αύξηση της γλουταθειόνης κατά 2,33 συνολικής πρωτεΐνης 1,22 και 1,55 βασικής πρωτεΐνης που για μακρά περίοδο χρόνου είναι ευνοϊκή για τη ζωή των κυττάρων. Επίσης οι Braun et al (1980) αναφέρουν ότι σε δενδρύλλια *Braun pendula* και *Cornus sanguinea* που τοποθετήθηκαν κατά μήκος ενός πολυσύχναστου δρόμου στη Βασιλεία (Ελβετία) όπου περνούν 30.000 αυτοκίνητα την ημέρα την άνοιξη σε μικρά δενδρύλλια είχαν αύξηση της χλωροφύλλης, RNA και πρωτεΐνης, όμως αργότερα είχαν ελάττωση των ουσιών αυτών, το ίδιο ήταν και το φθινόπωρο, πράγμα που σημαίνει ότι πιθανόν ευνοείται η πρόωρη φυλλόπτωση. Ακόμη οι Bucher – Wallin et al (1979) αναφέρουν ότι η οξιά σε συγκεντρώσεις SO₂, 0,2μ. αν εκ (=μέρη ανά εκατομμύριο) μετά 4 ημέρες παρουσιάζει συμπτώματα νέκρωσης, οπότε είχαν αυξημένη ενζυματική δράση της β-13-γλυκανάσης και της β-γλυκοσιδάσης ενώ ερυθρελάτη με SO₂ 0,2μ. αν εκ μετά 4 εβδομάδες το καλοκαίρι ή 18 εβδομάδες τον χειμώνα δεν έδειξε συμπτώματα βλάβης, οπότε και είχαν αυξημένη δράση της α-γαλακτοσιδάσης και β-1,3 βλукανάσης.

Οι Constantinidon et al (1976) αναφέρουν ότι αρτίφυτρα *Pinus resinosa* σε επίδραση SO₂ σε διάφορες ποσότητες (0,5-1-3-4μ. αν.εκ.) και σε διαφόρους χρόνους (15-30-60-120') έκθεσης, παύουν να αναπτύσσονται σε όλες τις συγκεντρώσεις SO₂ σε χρόνο 120' όπως και σε 1μ.αν.εκ. και σε

έκθεση πάνω από 30'. Ακόμη βρήκαν ότι προκαλούν χλώρωση και ότι για το σταμάτημα της αύξησης πιο σπουδαίος παράγοντας είναι η διάρκεια του χρόνου έκθεσης στο SO₂ παρά η αύξηση της ποσότητας του SO₂, οπότε συμπεραίνεται ότι στη φύση, σε ρυπασμένο περιβάλλον, μπορεί να έχουμε όχι μόνο σταμάτημα της αύξησης των αρτιφύτρων αλλά και αποτυχία της αναγέννησης. Εξάλλου οι Katainen et al (1984) αναφέρουν ότι έκθεση δασικής πεύκης 5 χρόνων σε μικρό χρόνο σε μεγάλες συγκεντρώσεις SO₂>500μg προκαλεί μια προσωρινή πτώση της φωτοσύνθεσης ενώ σε έκθεση μικρού και μεγάλου χρόνου, μικρών όμως συγκεντρώσεων SO₂, μεγαλώνει την φωτοσύνθεση. Έτσι οι ερευνητές αυτοί συμπεραίνουν ότι η μέτρηση της δραστηριότητας της υπεροξειδάσης, για πολλούς λόγους, είναι πολύ χρονοβόρα. Επίσης οι Biggs, Davis (1980) αναφέρουν ότι τα στομάτια της *Betula pendula* και *B.lutea* ανοίγουν περισσότερο σε έκθεση SO₂ 0,3μ.αν.εκ για 1 και 2 ώρες και κλείνουν περισσότερο σε όλες τις άλλες δόσεις ενώ στη *B.populifolia* το μεγαλύτερο άνοιγμα έχουμε σε 0,6μ.αν.εκ. SO₂ σε 1 και 3 ώρες, ενώ στις άλλες δόσεις το άνοιγμα μικραίνει. Ακόμη ο Sharma (1979) αναφέρει ότι σε αυξημένη ρύπανση, τα στομάτια του *Acer saccharum* λιγοστεύουν και ότι αυτό αποτελεί προσαρμογή στο νέο περιβάλλον.

Ο Jager (1979) ύστερα από τοποθέτηση δενδρυλλίων ερυθρελάτης σε ατμόσφαιρα με 1,1mg SO₂/m³, βρήκε ότι η νέκρωση των βελονών αρχίζει από τις κορυφές και ότι οι νέες βελόνες απορροφούν περισσότερο S από τις παλαιότερες, τέλος δε ότι το θείο βρίσκεται σε ανόργανη μορφή. Επίσης οι Liese et al (1975) αναφέρουν ότι ερυθρελάτες σε περιοχές με αυξημένο SO₂ παρουσιάζουν μικρότερη ετήσια αύξηση, συγχρόνως όμως έχουν αυξημένο θερινό ξύλο, οι τραχείδες είναι μικρότερες και έχουν περισσότερα αλωφόρα βοθρία.

Εξάλλου ο Keller (1980) έβαλε 3/τη δενδρύλλια ερυθρελάτης σε θαλάμους με SO₂ και βρήκε ότι σε περιβάλλον (0,05 και 0,01 ως έλεγχο) και σε 0,2 μέρη ανά εκατομμύρια είχε ελάττωση του πλάτους του ανοιξιάτικου ξύλου, όπως και ελάττωση της ποσότητας και πυκνότητας του ανοιξιάτικου επίσης ξύλου. Επίσης οι Butcher, Keller (1978) βρήκαν ότι το SO₂ προκαλεί επίσης ελάττωση στην προσρόφηση CO₂ το οποίο προκαλεί ελάττωση του μήκους των βελονών και της ξερής ουσίας.

Ακόμη οι Grill et al (1980) αναφέρουν ότι στις βελόνες της ερυθραλάτης το SO₂ προκαλεί αυξημένη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη –SH (=θειούδριλη) το φαινόμενο δεν είναι περιοδικό και περισσότερο υπάρχει τον χειμώνα. Επίσης οι Brenninger Tranguillini (1983) αναφέρουν ότι η φωτοσύνθεση του *Frax excelsior*, *Picea abies*, *Abies alba* και *P.sylverstris* λιγοστεύει ύστερα από 6-12 ώρες σε περιβάλλον SO₂ πυκνότητας 5 και 9 mg/m³, η διαπνοή επίσης λιγοστεύει ως 38%. Τα στομάτια αρχίζουν και κλείνουν σε περιβάλλον 1mg SO₂/m³ για 6 ώρες κλπ. Ακόμη οι Härtel, Grill (1972) αναφέρουν ότι το SO₂ απορροφάται από το φλοιό της ερυθρελάτης. Έτσι από αιωρήματα νερού – φλοιού μπορούμε να ανιχνεύσουμε την ύπαρξη SO₂ γιατί το αιώρημα αυτό έχει μεγαλύτερη αγωγιμότητα, ενώ οι ενδείξεις του pH δεν είναι ενδεικτικές. Επίσης ο Wainwright (1979) αναφέρει ότι έξω από εργοστάσιο παρασκευής τούβλων από όπου εκλύεται SO₂ και κάτω από συστάδα *Acer pseudoplatanus* σε απόσταση μισού χιλιομέτρου, το έδαφος περιείχε περισσότερο S και μύκητες, που οξειδώνουν θείο και θειοβακίλλους, απ' ότι σε απόσταση 2,5χιλιομέτρων. Οι Noland, Zozlowski (1979) αναφέρουν ότι όταν δενδρύλλια *Ulmus Americana* τοποθετήθηκαν σε περιβάλλον SO₂ 1 μέρας ανά εκατομμύρια για 8 ώρες εμπόδισαν το κλείσιμο των στοματίων των φύλλων, ενώ σε 2μ. αν.εκ. για 12 ώρες προκάλεσαν το κλείσιμο των στοματίων. Επίσης η πρόσληψη S ήταν μεγαλύτερη από τα ανοικτά στομάτια και επίσης ήταν μεγαλύτερη στο φως παρά στο σκοτάδι.

Τέλος οι Keller, Beda (1984) σε τελευταία εργασία τους αναφέρουν ότι συγκεντρώσεις 0,225μ.αν.εκ. SO₂ η γύρη των *Pinus mugo* και δασικής δεν βλαστάνει και ότι σε συγκεντρώσεις SO₂ 0,075μ.αν.εκ. (που είναι μια συνηθισμένη ποσότητα σε θερμικό αναστροφές στην Ελβετία), η γύρη της μαύρης και δασικής πεύκης είναι πιο ευπαθής από αυτή τη *Pinus mugo* και της *Abies alba*.

Για την επίδραση στην ενζυματική δραστηριότητα του F (ή καλύτερα του HF) στα δασικά δένδρα ο Keller (1975) βρήκε ότι το F μετακινείται από το φύλλωμα στο ξύλο και πάλι πίσω την ερχόμενη άνοιξη στα νέα φύλλα. Επομένως το F είναι πολύ βλαπτικό στα ξυλώδη φυτά ακόμη και τον χειμώνα. Επίσης οι Keller, Schwager (1971) αναφέρουν ότι το F αυξάνει την αντίδραση υπεροξειδάσης και όταν δεν υπάρχουν ορατά συμπτώματα στα φύλλα (*Acer pseudoplatanus*, *Picea abies*).

Ακόμη ο Butcher (1981) αναφέρει ότι φυτάρια σε γλάστρες της δασικής πεύκης, *Picea abies* και *Larix decidua* και σε συγκεντρώσεις SO₂ από 0,025-0,225 μέρη ανά εκατομμύριο στην ποσότητα 0,2 μ.αν.εκ. SO₂, τα πρώτα συμπτώματα στα δενδρύλλια παρουσιάστηκαν ύστερα από 6 ημέρες, όταν η έκλυση αιθυλενίου βρισκόταν ήδη σε πτώση, άρα δεν υπάρχει σχέση μεταξύ της βλάβης των βελονών και της έκλυσης του αιθυλενίου. Ακόμη η D.Yee-Meiler (1978) αναφέρει ότι SO₂, σε μικρές ποσότητες 0,05 ή 0,1 ή 0,2μ.αν.εκ. σε *Picea abies*, σε δενδρύλλια σε γλάστρες, παρουσιάζουν στις βελόνες πολύ μεγαλύτερη ποσότητα φενόλης, πολλούς μήνες πριν παρουσιαστούν ορατές βλάβες στις βελόνες. Επίσης η *Alnus flutinos* παρουσιάζει στα φύλλα μεγαλύτερη δραστηριότητα φενολοξειδάσης, η οποία παρουσιάστηκε 2 εβδομάδες πριν να παρουσιαστούν νεκρώσεις στα φύλλα. Τέλος η *Betula pendula* δεν παρουσίασε καμία από τις δύο προηγούμενες φυσιολογικές δραστηριότητες. Ο Jäger (1973) βρήκε ότι το SO₂, επιδρά στην ενζυματική δραστηριότητα των φυτών και συγκεκριμένα, αυξάνει στην ερυθρελάτη και στα μπιζέλια τα ελεύθερα αμινοξέα. Επειδή διαταράσσεται η δραστηριότητα της γλουταμινικής Δ-υδρογονάσης. Κατόπιν οι Jäger, Grill (1975) αναφέρουν ότι το SO₂, που επιδρά στις βελόνες της ερυθρελάτης, προκαλεί αυξημένη σύνθεση ποσοτήτων γλουταμικού οξέος, το οποίο προκαλεί τον σχηματισμό γλουταμίνης, προλίνης, αργινίνης, γ-αμινο-βουτυρικών οξέων και γλουταθειόνης, ενώ η μικρότερη ποσότητα γλυκίνης και σηρίνης αποδίδεται στο ότι το SO₂, εμποδίζει τη δημιουργία γλυκολητεοξειδάσης.

Επίσης το MF-λέγουν προκαλεί αντίστοιχες επιδράσεις όμως προκαλεί μεγαλύτερη ποσότητα ελεύθερων αμινοξέων. Οι Grill, Esterbaner (1973) αναφέρουν ότι το SO₂, προκαλεί στις βελόνες της ερυθρελάτης αύξηση των ομάδων SH που περιέχονται στη γλουτοθειόνη και κυστεΐνη.

Ο Makaron (1978) αναφέρει ότι η ποσότητα της βλάβης ή η ανθεκτικότητα της δασικής πεύκης στο SO₂, είναι εποχιακή και μεγαλύτερη αντίσταση ή λιγότερες βλάβες έχουμε το καλοκαίρι και τις πιο μικρές βλάβες στις αρχές Σεπτεμβρίου αυτό δε οφείλεται ίσως στο ότι υπάρχει μια μεταβολή στην αρχή του χειμωνιάτικου μεταβολισμού.

Ακόμη οι Keller, Schwäger (1977) αναφέρουν ότι το ασκορβικό οξύ, που υπάρχει στους χλωροπλάστες των φύλλων και παίζει ρόλο στη φωτοσύνθεση, πολλαπλασιάζεται στο πολύ φως, είναι λιγότερο στα

σκιαζόμενα δάση, είναι όμως συγχρόνως ισχυρό μέσο αποτοξίνωσης των φυτών από την ρύπανση από SO₂, κλπ.

Τέλος οι Carlson, Gilligan (1983) αναφέρουν ότι οι βλάβες από SO₂, σε ψευδοτσούγκα και *Pinus ponderosa* προκαλούν κατάρριψη (κολλάψους) της ενδοδερμίδας που βρίσκεται σε επαφή με το μεσόφυλλο που υπέστη επίσης κατάρριψη, προκαλείται επίσης υπερτροφία και υπερπλασία στο αγωγό παρέγχυμα, ενώ με χρώμα χρωματίζεται ο αγωγός ιστός που εκτείνεται ως το υγιές μεσόφυλλο. Αντίθετα, στις βλάβες από παγετό, ξηρασία ή από NaCl που εξωτερικά μοιάζουν με τις προηγούμενες βλάβες έχουμε κατάρριψη του μεσοφύλλου, όμως δεν επηρεάζεται η ενδοδερμίδα, επίσης το αγωγό παρέγχυμα παθαίνει κατέρευση, όχι όμως του υπερτροφία ή υπερπλασία, τέλος σχετικά με το χρώμα ο χρωματισμός δεν προχωρεί στους αγωγούς ιστούς βαθεία.

Οι Pospisil, Richtarc (1970) αναφέρουν ότι το SO₂, προέρχεται από χυτήρια, χημικά εργοστάσια, ηλεκτρικούς σταθμούς κλπ η γύρη της λάρικας παρουσιάζει 20-80% σοβαρές ανωμαλίες και παραμορφώσεις.

Στην καναδική λεύκη *Sambucus nigra* και *Syringa vulgaris* οι Gronenbaum – Turk, Mathé (1975) αναφέρουν ότι ευπαθής είναι μόνο η καναδική λεύκη που παρουσιάζει στα φύλλα της μετά την επίδραση του F μικρότερη ποσότητα χλωροφύλλης α και β και καροτινοειδή. Ακόμη οι ίδιοι (Gronenbaum – Turk et al 1976) βρήκαν στην κανονική, ότι όσο αυξάνει η περιεκτικότητα των φύλλων σε F, η χλωροφύλλη ελαττώνεται έως 30% ενώ δεν βρέθηκε σχέση μεταξύ ποσότητας F και ποσότητας χλωροφύλλης α και β. Ακόμη ο Yee-Meiler (1975) σημειώνει ότι κοντά σε εργοστάσιο όπου εκλύεται F η συμύδα δεν παθαίνει τίποτε, αντίθετα προσβάλλονται οι βελόνες της *Picea abies* που παρουσιάζουν αυξημένη δραστηριότητα εστεράσης. Επίσης ο Keller (1974) αναφέρει ότι το F που εκλύεται από εργοστάσιο παραγωγής αλουμινίου αυξάνει την δραστηριότητα της υπεροξειδάσης, επίσης κατά μήκος αυτοκινητόδρομου στη Ζυρίχη (Ελβετία) βρήκε ότι τα φύλλα της *Fraxinus Americana* παρουσιάζουν αυξημένη δραστηριότητα υπεροξειδάσης πριν ακόμη παρουσιαστούν στα φύλλα συμπτώματα ρύπανσης. Ο Yee-Meiler (1974) αναφέρει ότι F που εκλύεται από εργοστάσιο παραγωγής αλουμινίου αυξάνει τις βελόνες της ερυθρελάτης – που βρίσκεται κοντά στο εργοστάσιο – την ποσότητα της φαινόλης.

Οι Jacobson et al (1966) και Bligny et al (1972) εξάλλου αναφέρουν ότι το F μπαίνει μέσα στα φυτά από τα στομάτια των φύλλων και ειδικότερα στη μαύρη λεύκη συγκεντρώνεται στο κάτω μέρος του κορμού και στις χονδρές ρίζες, ενώ σε ποσότητα 600μg/g ξερής ουσίας φύλλων δεν έχουμε φανερές βλάβες, επομένως η λεύκη αυτή είναι ανθεκτική στο φθόριο (Garrec, Vavasseur 1978).

Οι Fluchiger et al (1978) επίσης αναφέρουν ότι κατά μήκος ενός δρόμου στη Βασιλεία της Ελβετίας, όπου διέρχονται 85.000 αυτοκίνητα την ημέρα σε δενδρύλλια στιμώδος και σε απόσταση 0 έως 40 μέτρα, τα φύλλα σε απόσταση 0 είχαν 48% περισσότερο αμινοξέα από αυτά που ήταν στα 40μ. Αντίθετα τα σε 0 μέτρα φύλλα είχαν 12% λιγότερες φαινόλες 20% περισσότερο χλωροφύλλη και χλωροφύλλη b 53% λιγότερη β-καροτίνη, 20% περισσότερα σάκχαρα και 34% βιταμίνη C. Ακόμη τα φύλλα στα 40μ. είχαν 1/9 της ποσότητας μολύβδου από αυτά σε 0 μέτρα. Επίσης οι Fluckiger et al (1977) αναφέρουν ότι τα αυτοκίνητα με τις εξατμίσεις τους θέρμαιναν το έδαφος, επομένως στους ξηρούς μήνες, η έλλειψη υγρασίας στο έδαφος είναι πιο μεγάλη.

Ακόμη αποδείχτηκε ότι το όζον αυξάνει την έκλυση από τα φυτά της φυτοορμόνης αιθολενίου (Graker 1971) που αυτή με τη σειρά της προκαλεί στα φυτά βιοτικό και αβιοτικό στρες (= καταπίεση) (Abelew 1973). Επίσης ο Wentzel (1969) παρατηρεί ότι τα συμπεράσματα για την ανθεκτικότητα διαφόρων φυτών σε πειραματικά περιβάλλοντα όπως και στη φύση, αφορούν μόνο τις συνθήκες που επικρατούν εκεί. Είναι δύσκολο να βγάλουμε συμπεράσματα όταν δρουν περισσότεροι παράγοντες, γι' αυτά σε πολύ ευπαθή, ευπαθή και αρκετά ανθεκτικά. Ακόμη ο Lichnell (1968) αναφέρει ότι η ποσότητα του εκλυομένου ρυπαντή- π.χ. SO₂- από ορισμένη ή ορισμένες πηγές ποικίλλει από εποχή σε εποχή, ποικίλλει ανάλογα με την τοπογραφική διαμόρφωση, τον άνεμο, την λειτουργία π.χ. της πηγής (εργοστασίου) όπως και από τον συνδυασμό 2^{ης} ή και 3^{ης} πηγής κλπ και ότι ανάλυση από φύλλα σημύδας, μηλιάς και ερυθρελάτης δίνουν ανάλογα αποτελέσματα (Lichnell 1968).

Τέλος η σκόνη σε εργοστάσιο τσιμέντων στην Αυστρία (Maier et al 1979) προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας στα πλατύφυλλα είδη κατά 1-4° C, η διαπνοή στα πλατύφυλλα είδη αυξάνει στο μέγιστο νωρίτερα δηλαδή στις 11

το πρώι, επίσης η σκόνη προκαλεί το κλείσιμο των στοματίων των βελονών κλπ.

Λοιποί ρυπαντές και παρατηρήσεις

Οι Ignatenko, Tarabrin (1980) αναφέρουν ότι έξω από ένα μεταλλουργικό εργοστάσιο στην αρχή της βλαστικής περιόδου, στα ανθεκτικά στη ρύπανση ακακία και *Quercus robur*, τα δεσμευμένα αμινοξέα ήταν λιγότερα παρά στα ευπαθή είδη *Aesculus Hippocastanum* και *Tilia cordata*, ενώ τα ελεύθερα αμινοξέα είναι περισσότερα στα ανθεκτικά παρά στα ευπαθή δασοπονικά είδη, το αντίθετο δε συμβαίνει το φθινόπωρο. Οι ερευνητές αυτοί θεωρούν ότι η αύξηση των αμινοξέων ίσως δρα ως προστατευτικός παράγοντας. Γύρω σε χυτήρια ψευδαργύρου στην Πολωνία παρουσιάστηκαν βλάβες στη δασική πεύκη. Σε μετρήσεις της δραστηριότητας του ενζύμου υπεροξειδάσης στις βελόνες βρέθηκε, ότι οι διάφορες προελεύσεις των πεύκων παρουσιάζουν διαφορές στη δράση της υπεροξειδάσης, πράγμα που μπερδεύει το ποσό της βλάβης στις βελόνες, ενώ δείχνει ότι σχετικά με την ανθεκτικότητα έχουν γενετικές διαφορές (Niemtur 1979) (Δ.Σ. Καϊλίδη 1985)

2.1.5. Άλλες πηγές

Μεγάλο ποσοστό της συγκέντρωσης των αιωρούμενων σωματιδίων μεγάλου μεγέθους αποτελεί η σκόνη εδαφικής προέλευσης. Σ' αυτό συντελούν οι ακάλυπτοι χώροι, η ανεπαρκής φυτοκάλυψη, το μη συστηματικό πλύσιμο των δρόμων και άλλοι παράγοντες. Ιδιαίτερη επιβάρυνση προκαλούν οι οικοδομικές δραστηριότητες καθώς και η ακάλυπτη μεταφορά των υλικών. Η ανεξέλεγκτη διάθεση των απορριμμάτων στις χωματερές προκαλεί συχνά πυρκαγιές, με αποτέλεσμα να εκλύονται στην ατμόσφαιρα αέρια όπως διοξείδιο του άνθρακα διοξείδιο του θείου, υδρογονάνθρακες και βαρέα μέταλλα. Συγκριτικά με άλλες χώρες, η Ελλάδα έχει μεγάλη ηλιοφάνεια με αποτέλεσμα να παρατηρούνται εκπομπές ρύπων από το εσωτερικό στο εξωτερικό περιβάλλον των χώρων, αφού τα παράθυρα των κτιρίων παραμένουν για μεγάλα διαστήματα ανοικτά. Από τα φωτοτυπικά μηχανήματα εκπέμπονται σημαντικές ποσότητες αμμωνίας, τα οικοδομικά υλικά περιέχουν και εκπέμπουν επικίνδυνες ουσίες, το ίδιο και τα χρώματα και οι διαλύτες.

Επίσης, τα στεγνοκαθαριστήρια, τα πρατήρια βενζίνης βαφεία και συνεργεία αυτοκινήτων αποτελούν πηγές πτητικών υδρογονανθράκων που είναι διάσπαρτα και δύσκολα προσδιορίζονται ποσοτικά.

2.2.Οι τάσεις των αερίων ρύπων

Στα παρακάτω δίνονται οι τάσεις των βασικών αερίων ρύπων τα τελευταία χρόνια στην πατρίδα μας. Ο όγκος της πληροφόρησης αφορά μεν την Αττική αλλά έχει γίνει προσπάθεια να παρουσιαστεί μια αξιόπιστη εικόνα για τη Θεσσαλονίκη και τις περιοχές της Πτολεμαΐδας και της Μεγαλόπολης.

2.2.1.Γενικές τάσεις

Από τα μέσα της δεκαετίας του '70, δεκαετία κατά την οποία τα προβλήματα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, άρχισε να παίρνει ανησυχητικές διαστάσεις, οι συγκεντρώσεις των αερίων ρύπων έχουν παρουσιάσει μέχρι σήμερα αρκετές διακυμάνσεις τόσο στα μεγάλα αστικά κέντρα όσο και σε άλλες περιοχές. Η παρουσίαση των τάσεων των ατμοσφαιρικών ρύπων στην Ελλάδα βασίζεται, κυρίως όσο αφορά το διοξείδιο του θείου και τους φωτοχημικούς ρύπους, σε μελέτη της ερευνητικής ομάδας του καθηγητή του ΑΠΘ Χ.Τερεφού.

Στην Αθήνα (πληθυσμός 4.000.000) το διοξείδιο του θείου μειώθηκε από το 1974 έως το 1986 ρυθμό 10% κατά μέσο όρο ετησίως. Η σημαντική μεταβολή έγινε μετά το 1977, περίοδο κατά την οποία τα καύσιμα της κεντρικής θέρμανσης περιεκτικότητας 3,5% σε θείο αντικαταστάθηκαν με ντίζελ περιεκτικότητας 1% σε θείο. Από το 1987 και μετά σημειώθηκε αύξηση της συγκέντρωσης διοξειδίου του θείου κατά 10% περίπου ετησίως.

Στη Θεσσαλονίκη (πληθυσμός 800.000) από το 1984 έως σήμερα το διοξείδιο του θείου αυξάνεται κατά 5% ετησίως. Στην ίδια πόλη επρόκειτο να εφαρμοστεί για πρώτη φορά το 1989 η νομοθεσία για καύσιμα χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο και ο έλεγχος των κεντρικών θερμάνσεων.

Στην περίοδο 1980-1989 το επιφανειακό όζον και τα οξειδία του αζώτου παρουσιάζουν αυξητικές τάσεις σε όλη τη χώρα. Στην Αθήνα, την περίοδο 1984-1989, το όζον σχεδόν διπλασιάστηκε την καλοκαιρινή περίοδο

και τα επίπεδα έφτασαν τα 50ppb κατά μέσο όρο. Επίσης, στη Βόρεια Ελλάδα (Θεσσαλονίκη και Νέα Καρβάλη) το όζον αυξάνεται κατά 8-13ppb ετησίως. Οι αυξητικές τάσεις του όζοντος είναι μεγαλύτερες στη Ν.Καρβάλη απ' ότι σε άλλες αστικές περιοχές. Τα οξειδία του αζώτου παρουσιάζουν επίσης αύξηση περίπου 30% ετησίως στα αστικά κέντρα η οποία οφείλεται κυρίως στην αύξηση του στόλου των αυτοκινήτων. Πάντως, ο σχετικά μικρός χρόνος που γίνονται οι μετρήσεις για τα οξειδία του αζώτου και το όζον δεν επιτρέπουν την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων σχετικά με τη διαχρονική μεταβολή των ρύπων αυτών.

2.2.2. Η ατμοσφαιρική ρύπανση στο λεκανοπέδιο της Αττικής

Το οικιστικό συγκρότημα της Αθήνας καταλαμβάνει έκταση περίπου 350km και εκτείνεται στις περιοχές του λεκανοπεδίου της Αττικής, όπου και βρίσκεται ο κύριος αστικός όγκος, του Θριάσιου πεδίου και των Μεσογείων. Το λεκανοπέδιο είναι διατεταγμένο στον ΒΑ άξονα και περικλείεται από τα βουνά του Υμηττού, της Πάρνηθας, της Πεντέλης και του Αιγάλεω, ενώ στα νότια ορίζεται από την ακτή του Σαρωνικού κόλπου. Μεταξύ των βουνών υπάρχουν μικρά φυσικά γεωγραφικά ανοίγματα. Επίσης, υπάρχουν κάποιοι λόφοι με σημαντικότερα την Ακρόπολη και τον Λυκαβηττό. Ο ορεινός όγκος που περιβάλλει το λεκανοπέδιο της Αθήνας δημιουργεί φυσικό φράγμα στη διασπορά της ρύπανσης και έτσι η μόνη διέξοδος είναι η θάλασσα, η οποία όμως δεν λειτουργεί πάντα λυτρωτικά στην περίπτωση αυτή.

Η γεωγραφική εξάπλωση της πόλης δημιουργεί αυξανόμενα προβλήματα ρύπανσης σ' όλο το λεκανοπέδιο (Εικ.1). Ειδικά στο κέντρο της πόλης, η πυκνότητα του κτιριακού όγκου λειτουργεί σε βάρος της, ύπαρξης ελεύθερου χώρου, χώρου πρασίνου, πλατιών δρόμων και γενικά εμποδίζει την ομαλή λειτουργία των δραστηριοτήτων της πόλης, δεδομένου ότι όλες οι κρατικές υπηρεσίες είναι συγκεντρωμένες στο κέντρο.

Οι επικρατέστεροι άνεμοι είναι βόρειοι. Σημαντικοί είναι επίσης οι νότιοι και νοτιοδυτικοί άνεμοι, που αποδίδονται στην επίδραση της θάλασσας. Σχετικά με την ένταση του ανέμου αυτή ποικίλλει για τις διάφορες θέσεις του λεκανοπεδίου με χαρακτηριστική συχνότητα άπνοιας στο εσωτερικό του

(κυρίως την άνοιξη και το φθινόπωρο). Η πρωτεύουσα χαρακτηρίζεται από έντονη ηλιοφάνεια.

Μετρήσεις για τις αναστροφές της θερμοκρασίας γίνονται μόνο σ' ένα σταθμό της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας και η επεξεργασία τους (1969-81) έδειξε ότι η ετήσια πορεία της συχνότητας εμφάνισης των νυχτερινών αναστροφών επιφανείας εμφανίζει ένα πρωτεύον μέγιστο στο διάστημα Απριλίου – Ιουνίου και ένα δευτερεύον το Νοέμβριο. Τις μεσημβρινές ώρες εμφανίζονται λιγότερες επιφανειακές αναστροφές σχετικά με τις νυχτερινές και λαμβάνουν τις μεγαλύτερες τιμές τους την περίοδο Μαρτίου – Ιουνίου.

Ο ρόλος των αναστροφών στη δημιουργία υψηλών τιμών ρύπανσης είναι καθοριστικός. Οι νυκτερινές αναστροφές είναι υπεύθυνες για τη συσσώρευση πρωτογενών ρύπων ενώ οι μεσημβρινές για τη συσσώρευση φωτοχημικών ρύπων.

Οι πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Αθήνα μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες: α) τη βιομηχανία, β) τις μεταφορές και γ) τη θέρμανση. Προφανώς, σημαντικό ρόλο στις εκπομπές ρύπων απ' όλες τις κατηγορίες ρύπων παίζουν τα καύσιμα.

Οι περιοχές με τη μεγαλύτερη βιομηχανική συγκέντρωση και συμβολή στη ρύπανση είναι τα νοτιοδυτικά άκρα του λεκανοπεδίου της Αθήνας (Δραπετσώνα) και το Θριάσιο Πεδίο (Σκαρμαγκάς, Ασπρόπυργος, Ελευσίνα). Στις υπόλοιπες περιοχές υπάρχουν βιομηχανίες και βιοτεχνίες διασκορπισμένες στον αστικό ιστό με συνέπεια να καθίσταται δύσκολος τόσο ο έλεγχος τους όσο και η έρευνα της ειδικής συμμετοχής τους στο πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Ειδικά για το Θριάσιο Πεδίο, έχει καταδειχθεί η μεταφορά αερίων μαζών και κατά συνέπεια ρύπων από τις βιομηχανικές μονάδες στα δυτικά προάστια της Αθήνας. Η σημαντικότερη πηγή ρύπανσης στην Αθήνα από μεταφορές αποδείχτηκε το αυτοκίνητο, του οποίου η συμβολή στη ρύπανση από μονοξειδίο του άνθρακα και μόλυβδο φτάνει το 100% και στους άλλους ρύπους είναι σημαντικότερη. Σύμφωνα με στοιχεία των τελευταίων 17 χρόνων (1970-1986) ο στόλος των αυτοκινήτων στην πρωτεύουσα παρουσιάζει συνεχή αύξηση, αποτέλεσμα όχι τόσο της πληθυσμιακής αύξησης όσο των κοινωνικο-οικονομικών συνθηκών. Στα επόμενα χρόνια ο ρυθμός αύξησης των αυτοκινήτων θα γίνει πολύ

εντονότερος. Παράλληλα, τα μαζικά μέσα μεταφοράς διατηρούν τον αριθμό τους, ενώ ο αριθμός των διακινούμενων επιβατών τους μειώνεται σταθερά. Αυτό θα έπρεπε να ληφθεί σοβαρά υπόψη στην πολιτική των μεταφορών, αφού η ανά μεταφερόμενο επιβάτη με τα δημόσια μέσα μεταφοράς παραγόμενη ρύπανση είναι σημαντικά μικρότερη από την αντίστοιχη των άλλων μέσων μεταφοράς.

Σημαντική πηγή ρύπανσης στην Αθήνα αποτελούν τα ταξί, τα οποία αν και λίγα συγκριτικά με τα άλλα οχήματα, καλύπτουν σημαντικό αριθμό των συνολικών οχηματοχιλιόμετρων καθότι κινούνται συνεχώς. Οι μεταφορές με τα πλοία στο λιμάνι του Πειραιά προκαλούν ρύπανση με τις μετακινήσεις και τον ελλιμενισμό τους καθώς και εξαιτίας του κυκλοφοριακού φόρτου λόγω επιβατικής κίνησης. Τα ντιζελοκίνητα τρένα δημιουργούν πρόβλημα στο τμήμα Πειραιά – Ρέντη όπου υπάρχουν τα μηχανοστάσιά τους, ενώ οι υπεραστικές λεωφορειακές συγκοινωνίες αφορούν κυρίως τις περιοχές του Κηφισού και της Λιοσίων, όπου και αποτελούν πόλους συνωστισμού κυκλοφορίας άρα και ρύπανσης. Η ύπαρξη του αεροδρομίου και των οδικών αρτηριών μεγάλης κυκλοφορίας αποτελούν σοβαρές πηγές τοπικής ρύπανσης.

Η θέρμανση συνεισφέρει σημαντικά στο πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης της Αθήνας και ιδιαίτερα στην περιοχή του κέντρου που είναι ήδη επιβαρημένη. Η συμβολή της έχει εποχιακό χαρακτήρα, αφού λειτουργεί μόνο τη χειμερινή περίοδο, εκτός από κάποιες περιπτώσεις εγκαταστάσεις θέρμανσης νερού καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Ο ημερήσιος κύκλος της θέρμανσης προσομοιάζει με τον ημερήσιο κύκλο της κυκλοφορίας. Οι αιχμές παρουσιάζονται τις πρώτες πρωινές και πρώτες βραδινές ώρες και συμπίπτουν με τις αιχμές της κυκλοφοριακής ρύπανσης, οι οποίες σε συνδυασμό με τις δυσμενείς μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν εκείνες τις ώρες δυσχεραίνουν τη διάχυση των ρύπων και ευνοούν τη συσσώρευσή τους. Οι εστίες θέρμανσης είναι διάσπαρτο στον αστικό χώρο και έτσι η συνεισφορά τους στη ρύπανση του λεκανοπεδίου μπορεί να θεωρηθεί ομοιόμορφη.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση από τη βιομηχανία, τη θέρμανση και το αυτοκίνητο προέρχεται κύρια από τις καύσεις υγρών καυσίμων, η ποιότητα και το είδος των οποίων διαμορφώνει το είδος και την ένταση της

ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Έτσι στη βιομηχανία χρησιμοποιείται το ντίζελ και το μαζούτ, στη θέρμανση μόνο το ντίζελ και όσο αφορά τις μεταφορές στα αστικά μέσα μεταφοράς χρησιμοποιείται το ντίζελ, στα περισσότερα επιβατικά η βενζίνη, στα ταξί το ντίζελ και σε μικρό ποσοστό το υγραέριο, στα πλοία το μαζούτ και στα τρένα το ντίζελ. Κάθε καύσιμο συνδέεται κυρίως με κάποιο είδος ρύπανσης: το ντίζελ με τη φωτοχημική ρύπανση και το μονοξειδίο του άνθρακα το ντίζελ και το μαζούτ με τον καπνό και το θείο, η βενζίνη με τη φωτοχημική ρύπανση και το μόλυβδο καθώς επίσης και με το μονοξειδίο του άνθρακα.

Η έρευνα της ρύπανσης της ατμόσφαιρας της Αθήνας ξεκίνησε στη δεκαετία του '60 με μετρήσεις συγκεντρώσεων διαφόρων ρύπων, κυρίως όμως διοξειδίου του θείου και καπνού. Από το 1969 η ερευνητική ομάδα του Εθνικού Αστεροσκοπείου ξεκίνησε μετρήσεις διοξειδίου του θείου και καπνός ενώ από το 1972 το ΠΕΡΠΑ (Πρόγραμμα Ελέγχου Ρυπάνσεως Περιοχής Αθηνών) μετρά τις συγκεντρώσεις πολλών ρύπων που συμμετέχουν στη δημιουργία του «νέφους» της Αθήνας.

Αιωρούμενα σωματίδια (TSP)

Μετρήσεις για αιωρούμενα σωματίδια με τους δειγματολήπτες μεγάλου όγκου αέρα γίνονται στο ΠΕΡΠΑ από το 1974. Διαχρονικά εκτός από κάποιες αυξομειώσεις λόγω μετεωρολογικών συνθηκών, υπάρχει σημαντική πτωτική τάση ειδικά κατά τη δεκαετία του 1980. Αυτή οφείλεται σε μια σειρά μέτρων όπως η απαγόρευση εργασιών λατόμευσης στο λεκανοπέδιο, η μείωση των οικοδομικών δραστηριοτήτων, η διακοπή του εργοστασίου τσιμέντων στη Δραπετσώνα και οι έλεγχοι που γίνονται από το ΠΕΡΠΑ σε βιομηχανικές δραστηριότητες. Παρ' όλα αυτά, τα επίπεδα ρύπανσης εξακολουθούν να παραμένουν υψηλά.

Εποχικά, οι συγκεντρώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων παρουσιάζουν σταθερότητα τιμών, γιατί αφενός η επίδραση των μετεωρολογικών συνθηκών σε αυτά είναι μικρή, αφετέρου οι πηγές από τις οποίες παράγονται είναι στην πλειοψηφία τους σταθερές (βιομηχανία). Ο εβδομαδιαίος κύκλος χαρακτηρίζεται επίσης από σταθερότητα τιμών.

Μόλυβδος (Pb)

Μετρήσεις μολύβδου στο ΠΕΡΠΑ γίνονται από το 1974, χρονιά κατά την οποία ξεκίνησαν και οι δειγματοληψίες για τα αιωρούμενα σωματίδια. Στο χρονικό διάστημα 1974-79, εκτός από την υψηλή περιεκτικότητα μολύβδου στη βενζίνη, σημειώθηκε σταδιακή άνοδος του αριθμού των αυτοκινήτων με αύξηση ρεκόρ το 1978, η οποία οδήγησε τις τιμές των συγκεντρώσεων μολύβδου σε κρίσιμα επίπεδα, αν αναλογισθεί κανείς ότι το επιτρεπόμενο όριο της ΕΟΚ είναι τα $2\mu\text{g}/\text{m}^3$. Στο διάστημα, από το 1980 μέχρι σήμερα, οι τιμές μολύβδου, παρ' όλη την αύξηση του στόλου των αυτοκινήτων, παρουσιάζουν πτωτική τάση, η οποία οφείλεται στη χαμηλή περιεκτικότητα μολύβδου στη βενζίνη. Από το 1984 μέχρι σήμερα παρατηρείται σταθεροποίηση στις τιμές στα επίπεδα του $1\mu\text{g}/\text{m}^3$. Εποχικά, ο μόλυβδος δεν παρουσιάζει διακυμάνσεις. Σε γενικές γραμμές οι συγκεντρώσεις μολύβδου είναι κάτω από τα όρια της ΕΟΚ εκτός από το Λαύριο, προφανώς λόγω της βιομηχανικής δραστηριότητας της περιοχής.

Καπνός

Συστηματικές μετρήσεις καπνού από το ΠΕΡΠΑ γίνονται μεν από το 1974 αλλά μόλις το 1984 ξεκίνησαν οι μετρήσεις με τη μέθοδο της ανακλασιμότητας (επικρατέστερη στον Ευρωπαϊκό χώρο). Έτσι οι αναφορές για τις συγκεντρώσεις καπνού γίνονται από τότε.

Διαχρονικά το 1984 και 1985 εμφανίζονται οι μεγαλύτερες τιμές της περιόδου 1984-1989. Το 1986 υπάρχει αισθητή πτώση που ακολουθείται από αύξηση τα επόμενα δύο χρόνια. Η γενική πτωτική τάση οφείλεται πιθανόν στην απόδοση των μέτρων ελέγχου των καύσεων, λαμβάνοντας υπόψη την αύξηση τόσο του πληθυσμού όσο και της κατανάλωσης ενέργειας. Εποχικά, υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης καπνού παρατηρούνται τον χειμώνα λόγω κεντρικής θέρμανσης. Όμως, σε σταθμούς όπως της Πατησίων ο οποίος επηρεάζεται άμεσα από τη ρύπανση λόγω κυκλοφορίας, οι εποχικές διακυμάνσεις δεν γίνονται αισθητές. Εβδομαδιαία, ο καπνός παρουσιάζει ύφεση κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου, η οποία συνδέεται με την αντίστοιχη ύφεση στις λειτουργίες της πόλης (ειδικά της κυκλοφορίας). Όσον αφορά τις υπερβάσεις των ανωτάτων ορίων υπήρχαν αρκετές τα πρώτα χρόνια στους σταθμούς του κέντρου. Τα δυο τελευταία χρόνια μόνο ένας

σταθμός (Πατησίων) παρουσιάζει υπερβάσεις, ενώ οι περιφερειακοί σταθμού παραμένουν κάτω από τα όρια.

Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Εάν εξαιρέσει κανείς κάποιες σποραδικές μετρήσεις με φορητά όργανα που ξεκίνησαν το 1970, το μονοξείδιο του άνθρακα μετριέται συστηματικά στους αυτόματους σταθμούς του ΠΕΡΠΑ απ το 1984. Διαχρονικά δεν υπάρχουν σαφείς τάσεις αύξησης ή μείωσης για όλους τους σταθμούς. Οι μεταβολές των συγκεντρώσεων αντανακλούν κυρίως τις μετεωρολογικές συνθήκες κάθε χρονιάς. Εποχικά οι ψηλότερες τιμές παρατηρούνται το χειμώνα λόγω κυκλοφοριακών συνθηκών και δυσμενών συνθηκών διάχυσης. Είναι φανερό ότι τα περιθώρια ελέγχου είναι περιορισμένα, τούτο η ρύπανση από CO θα αποτελεί στο μέλλον σοβαρό πρόβλημα. Βέβαια, ειδικά για το CO η αντιπροσωπευτικότητα των σταθμών μέτρησης είναι πολύ περιορισμένη. Η εβδομαδιαία διακύμανση του CO ακολουθεί την αντίστοιχη διακύμανση της κυκλοφοριακής κίνησης που χαρακτηρίζει την τοποθεσία κάθε σταθμού. Ο ημερήσιος κύκλος χαρακτηρίζεται από τέσσερις φάσεις: Δυο με υψηλές τιμές (πρωί και απόγευμα) και δυο με χαμηλές τιμές (μεταμεσημβρινές και μεταμεσονύκτιες ώρες). Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (ΠΟΥ) έχει καθορίσει όριο για το CO, σε οκτάωρη βάση, περίπου $10\text{mg}/\text{m}^3$. Υπερβάσεις των ορίων παρατηρούνται σε σταθμούς του κέντρου (κυρίως στην Πατησίων) ενώ στους περιφερειακούς σταθμούς είναι ασήμαντες.

Όσο αφορά στον στοιχειώδη και οργανικό άνθρακα, μετρήσεις που έγιναν στα σωματίδια τα έτη 1982-1983 έδειξαν ότι εμφανίζει υψηλές συγκεντρώσεις σε συνθήκες μεγάλης κυκλοφορίας αυτοκινήτων.

Διοξείδιο του θείου (SO₂)

Οι μετρήσεις συγκεντρώσεως διοξειδίου του θείου στην περιοχή της Αθήνας άρχισαν να γίνονται με δίκτυο ημιαυτόματων σταθμών συστηματικά από το 1974. Το 1984 εγκαταστάθηκε από το ΠΕΡΠΑ παράλληλο δίκτυο αυτομάτων σταθμών.

Διαχρονικά, υπάρχει μια πτωτική τάση των τιμών στο σταθμό Υπουργείου που σχετίζεται άμεσα με τα μέτρα αποθροιστικής των καυσίμων

που έχουν ληφθεί την τελευταία δεκαπενταετία. Η πτωτική αυτή τάση στο σταθμό Υπουργείου αρχίζει να αντιστρέφεται ήδη από το 1988, στους περισσότερους σταθμούς μέτρησης.

Εποχικά, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις διοξειδίου του θείου παρατηρούνται το χειμώνα κυρίως λόγω της λειτουργίας της κεντρικής θέρμανσης και της αυξημένης κυκλοφορίας σε σχέση με το καλοκαίρι. Εξαιρέση αποτελούν οι σταθμοί Ρέντη και Δραπετσώνας, πιθανώς λόγω ιδιαίτερων μετεωρολογικών συνθηκών της περιοχής αυτής, οι οποίες ευνοούν τη συγκέντρωση του SO₂ κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Σε εβδομαδιαία βάση, ιδιαίτερα το χειμώνα, το διοξείδιο του θείου δεν παρουσιάζει αξιόλογη μεταβολή. Παρ' όλα αυτά, κάθε σταθμός έχει τις δικές του ιδιομορφίες. Ημερήσια, στη διάρκεια του χειμώνα, το SO₂ παρουσιάζει δυο μέγιστα: ένα στις ώρες 9-10 το πρωί (κυκλοφοριακός φόρτος) και ένα τις βραδινές ώρες (λειτουργία κεντρικής θέρμανσης). Το καλοκαίρι στους περισσότερους σταθμούς υπάρχει μόνο το πρωινό μέγιστο (δεν λειτουργούν οι κεντρικές θερμάνσεις). Όσον αφορά τα όρια της ΕΟΚ για τη διαχρονική εξέλιξη του S, παρ' όλο που δεν υπάρχουν υπερβάσεις, υπάρχει μια ανοδική τάση ειδικά το διάστημα 1988-89 που αγγίζει τα όρια και είναι ιδιαίτερα ανησυχητική.

Φωτοχημική ρύπανση

Σημαντική συμβολή στο πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης της περιοχής της Αθήνας έχουν οι φωτοχημικοί ρύποι, ενώσεις που προκύπτουν από πρωτογενείς ρύπους, όπως οι υδρογονάνθρακες και το μονοξείδιο του αζώτου, με την επίδραση κυρίως της ηλιακής ακτινοβολίας. Γνωστοί φωτοχημικοί ρύποι είναι το διοξείδιο του αζώτου, το όζον, τα νιτρικά και θειικά άλατα, το νιτρικό οξύ καθώς και οργανικές ενώσεις όπως το PAN, τα παράγωγα πολυκυκλικού αρωματικών υδρογονανθράκων κλπ.

Η παρουσία του «φωτοχημικού νέφους» στην περιοχή της Αθήνας άρχισε να γίνεται αισθητή από τις αρχές της δεκαετίας του '80. Από το 1983 και εφεξής, αφού ξεκίνησαν συστηματικά μετρήσεις, το πρόβλημα παραμένει αρκετά σοβαρό. Στη δημιουργία του προβλήματος συντελούν τόσο η παρατεταμένη ηλιοφάνεια, όσο και η ύπαρξη κυρίως του μεγάλου στόλου των αυτοκινήτων, που είναι και η κύρια πηγή που συμβάλλει στη φωτοχημική

ρύπανση. Ο αριθμός του αυτοκινήτου αυξάνεται συνεχώς, ενώ η συσσώρευση της κυκλοφορίας σε μια περιορισμένη κεντρική περιοχή της πόλης, όπου συγκεντρώνεται το μεγαλύτερο μέρος των λειτουργιών και δραστηριοτήτων της, δημιουργεί υπερπαραγωγή των πρωτογενών ρύπων που συμβάλλουν στην δημιουργία της φωτοχημικής ρύπανσης.

Οξειδία του αζώτου (NO_x)

Στην εξέταση του φαινομένου της φωτοχημικής ρύπανσης σπουδαίο ρόλο κατέχουν τα οξειδία του αζώτου και ιδιαίτερα το NO και το NO₂. Το NO₂ θεωρείται ρύπος, ενώ το NO είναι πρόδρομος του NO₂. Συστηματικές μετρήσεις γίνονται από το 1984. Για τα 4 πρώτα χρόνια δεν έχει καταδειχθεί εξελικτική τάση, θετική ή αρνητική, ενώ το 1988 υπάρχει μια σχετική αύξηση στις μέσες ετήσιες τιμές σ' όλους τους σταθμούς. Το NO₂ ως δευτερογενής ρύπος, παρουσιάζει γενικά μικρότερες διαφορές από περιοχή σε περιοχή. Το NO, ως πρωτογενής ρύπος, παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές στις περιοχές που υπάρχει έντονη δραστηριότητα πηγών απ' ότι στις περιοχές οι οποίες δεν επηρεάζονται άμεσα από εκπομπές.

Εποχικά, υπάρχουν αρκετές διαφορές από σταθμό σε σταθμό που οφείλονται κυρίως στην ανομοιόμορφη εποχιακή διακύμανση της κυκλοφορίας, την κύρια πηγή αζωτοξειδίων στην Αθήνα.

Γενικά οι μεγαλύτερες τιμές του NO₂ παρουσιάζονται τους ανοιξιάτικους και καλοκαιρινούς μήνες, ενώ οι μεγαλύτερες τιμές του NO τους χειμερινούς μήνες με εντονότερη λειτουργία των πηγών και μετεωρολογικές συνθήκες που δεν ευνοούν την καταστροφή του.

Όσον αφορά την εβδομαδιαία διακύμανση, ο εβδομαδιαίος κύκλος του NO₂ χαρακτηρίζεται από αξιοσημείωτη σταθερότητα σε αντίθεση με το NO για το NO για το οποίο η διακύμανση από μέρα σε μέρα είναι πολύ σημαντικότερη. Στη διάρκεια του Σαββατοκύριακου η μείωση των τιμών του NO είναι αισθητή, ενώ δεν συμβαίνει το ίδιο και για το NO₂. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ως πρωτογενής ρύπος το NO αντανακλά όλες τις λειτουργίες της πόλης ενώ το NO₂ ως δευτερογενής ρύπος, επιδεικνύει ένα σημαντικό «background» ρύπανσης το οποίο εξομαλύνει τις διαφορές των τιμών από μέρα σε μέρα.

Ο ημερήσιος κύκλος, τόσο του NO όσο και του NO₂ χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη 4 συνολικά φάσεων. Δυο φάσεων ήπιων τιμών, που παρατηρούνται τις πρώτες πρωινές και τις μετά μεσημβρινές ώρες. Το ανώτατο επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης για το NO₂ υπερβαίνεται σταθερά για το σταθμό των Πατησίων και συχνά για τους υπόλοιπους σταθμούς του κέντρου. Οι υπόλοιποι σταθμοί παραμένουν κάτω από το όριο αν και οι συγκεντρώσεις αυξάνονται ανησυχητικά.

Όζον (O₃)

Το όζον είναι σημαντικός δείκτης φωτοχημικής ρύπανσης. Μετρήσεις όζοντος ξεκίνησαν συστηματικά από το 1987. Σε αντίθεση με το NO₂, το όζον εμφανίζει τις υψηλότερες συγκεντρώσεις όχι στο κέντρο της πόλης, αλλά στην περιφέρεια. Αυτό οφείλεται τόσο στο μηχανισμό καταστροφής του από το NO που υπάρχει στο κέντρο της πόλης, όσο και στο ότι οι χημικές αντιδράσεις που οδηγούν στο σχηματισμό του χρειάζονται ορισμένο χρόνο για την ολοκλήρωσή τους και στο διάστημα αυτό μεταφέρονται με τον άνεμο σε αποστάσεις μερικών χιλιομέτρων. Διαχρονικά, το όζον παρουσιάζει ανοδική τάση της τάξης του 15% ειδικά στην περιφέρεια. Εποχικά, οι υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται στην περίοδο του καλοκαιριού λόγω έντασης και διάρκειας της ηλιακής ακτινοβολίας. Η μέρα της εβδομάδας δεν φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στις συγκεντρώσεις του όζοντος. Ο ημερήσιος κύκλος του, σε αντίθεση με τον ημερήσιο κύκλο των πρωτογενών ρύπων, είναι μετατοπισμένος κατά 3-4 ώρες αργότερα, όσο χρόνο δηλαδή απαιτείται για την ολοκλήρωση των φωτοχημικών αντιδράσεων απ' τις οποίες προέρχεται. Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας έχει προτείνει τα 200μg/m³ σαν όριο που δεν πρέπει να υπερβαίνεται από το όζον στη διάρκεια μιας ώρας.

Από τα στοιχεία του 1988, προκύπτει ότι παρατηρήθηκαν εντός 47 ημερών, δηλαδή στο 13% των ημερών του χρόνου, ωριαίες τιμές οι οποίες σε τουλάχιστον έναν από τους υπάρχοντες σταθμούς μέτρησης ξεπέρασαν το όριο αυτό.

Πολυκυκλικός Αρωματικός Υδρογονάνθρακες.

Μια κατηγορία ενώσεων με σημαντική επίδραση στην ανθρώπινη υγεία είναι οι Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (ΠΑΥ). Έχει αποδειχθεί

ότι οι ενώσεις αυτές είναι δυνατόν να προκαλέσουν καρκίνο στον άνθρωπο. Οι συγκεντρώσεις των ΠΑΥ στην ατμόσφαιρα της ευρύτερης περιοχής Αθηνών μετρήθηκαν για το διάστημα από Φεβρουάριο 1984 έως και Ιανουάριο 1986. οι συγκεντρώσεις αυτές καθώς και η μεταλλακτική δράση των σωματιδίων εμφανίζονται αυξημένες στην κεντρική περιοχή της πόλης και η βιομηχανία για τις βιομηχανικές περιοχές, ενώ το καλοκαίρι κύρια πηγή είναι τα αυτοκίνητα (κυρίως τα πετρελαιοκίνητα). Οι συγκεντρώσεις των ΠΑΥ καθώς και η μεταλλογονική δράση των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα της Αθήνας βρίσκονται στα ίδια επίπεδα με αυτά άλλων ευρωπαϊκών πόλεων ή χαμηλότερα.

Άλλοι ρύποι

Τα τελευταία χρόνια στο επίκεντρο του διεθνούς ερευνητικού ενδιαφέροντος βρίσκεται η εκτίμηση του επιπέδου και άλλων ρύπων σε αστικό μη περιβάλλον. Τέτοιοι ρύποι είναι το νιτρικό οξύ, τα νιτρικά και θειικά άλατα, τα ιόντα αμμωνίου, η αμμωνία καθώς επίσης και ιχνοστοιχεία διαφόρων μετάλλων.

Το ενδιαφέρον πηγάζει από το γεγονός ότι οι παραπάνω ρύποι, λόγω κυρίως των πολύ μικρών διαστάσεων τους, παίζουν σημαντικό ρόλο: α) στη διαμόρφωση της οξύτητας της ατμόσφαιρας με συνέπεια την υποβάθμιση οικοσυστημάτων,

β) στη μείωση της ορατότητας,

γ) στη φθορά των υλικών (π.χ. ταχύτατη καταστροφή μνημείων),

δ) στην επιδείνωση παθήσεων του αναπνευστικού συστήματος. σε πρόσφατες εργασίες.

Σε πρόσφατες εργασίες, όπου παρουσιάζονται οι πρώτες μετρήσεις των παραπάνω ειδών, φαίνεται ότι οι συγκεντρώσεις τους στην ατμόσφαιρα της Αθήνας κυμαίνονται από φυσιολογικά έως υψηλά επίπεδα αστικής ρυπασμένης περιοχής.

2.2.3. Η ατμοσφαιρική ρύπανση στη Θεσσαλονίκη

Το Πολεοδομικό συγκρότημα της Θεσσαλονίκης εκτείνεται κατά μήκος των ακτών του όρμου Θεσσαλονίκης στον Θερμαϊκό κόλπο. Νότια η πόλη

συνορεύει με τη θάλασσα, ενώ ανατολικά υπάρχουν κάποιοι λόφοι. Στα σύνορα του πολεοδομικού συγκροτήματος στα βόρεια και βορειοδυτικά της πόλης είναι εγκατεστημένες βιομηχανικές μονάδες.

Στη συσσώρευση ρύπων στην ατμόσφαιρα συμβάλλουν γενικά παράγοντες όπως οι συχνές άπνοιες και οι ασθενείς Β-ΒΔ άνεμοι (ακριβώς στον άξονα των βιομηχανικών εγκαταστάσεων) οι συχνές ομίχλες που δημιουργούνται από την έντονη εξάτμιση του Θερμαϊκού και η σημαντική ηλιοφάνεια στη διάρκεια όλου του χρόνου. Κύριες πηγές ρύπανσης είναι τα αυτοκίνητα, η βιομηχανία και η θέρμανση.

Ο ήδη μεγάλος στόλος αυτοκινήτων της Θεσσαλονίκης – υπάρχουν περίπου 200.000 αυτοκίνητα – που συνεχώς αυξάνει συμβάλλει σημαντικά στη δημιουργία φωτοχημικής κυρίως ρύπανσης στην πόλη. Οι βιομηχανικές μονάδες, συγκεντρωμένες κύρια στις Β-ΒΔ συνοικίες της πόλης, δημιουργούν σοβαρή ρύπανση O_2 . Περισσότερες καμινάδες των εργοστασίων έχουν ύψος μικρότερο των 20μ και έτσι η εκπομπή των ρύπων γίνεται κάτω από το επίπεδο της θερμοκρασιακής αναστροφής με συνέπεια την παγίδευσή τους. Κλιμάκια του Οργανισμού Ρυθμιστικού Σχεδίου Θεσσαλονίκης με ελέγχους και μετρήσεις που έκαναν κατά το διάστημα από 10.11.1989 έως 31.3.1990, περίοδο ιδιαίτερης ατμοσφαιρικής ρύπανσης, έδειξαν ότι μόνο το 22,3% των βιομηχανιών και το 26,3% των κεντρικών θερμάνσεων εκπέμπουν ρύπους εντός ορίων ενώ το 72,5% των πετρελαιοκίνητων οχημάτων βρέθηκαν να εκπέμπουν ρύπους που υπερβαίνουν τα επιτρεπόμενα από τη νομοθεσία όρια.

Στη Θεσσαλονίκη λειτουργούν συνολικά 7 σταθμοί μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης 3 του Υπουργείου Μακεδονίας – Θράκης, 2 του Δήμου Θεσσαλονίκης και 2 του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Οι τιμές των ατμοσφαιρικών ρύπων που έχουν προσδιοριστεί, η κατανομή τους στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης καθώς και οι χρονικές τους διακυμάνσεις παρουσιάζονται στο κείμενο που ακολουθεί.

Ολικά αιωρούμενα σωματίδια (TSP)

Παρουσιάζουν τιμές μεγαλύτερες των ορίων της ΕΟΚ στο σύνολο σχεδόν της Θεσσαλονίκης, αλλά κυρίως στα βιομηχανικά συγκροτήματα.

Σύμφωνα με μετρήσεις που έγιναν τα έτη 1987 και 1988 προκύπτει ότι το 50% περίπου των ημερήσιων τιμών τους κατά τη διάρκεια του έτους σε όλους τους σταθμούς μέτρησης είναι πάνω από το όριο $150-230\mu\text{g}/\text{m}^3$ που προτείνει η ΠΟΥ. Οι υπερβάσεις αυτές φθάνουν το 78% των τιμών στο κέντρο της πόλης και το 90% στη βιομηχανική περιοχή.

Από δείγματα ολικών αιωρούμενων σωματιδίων κατά τη περίοδο Ιούλιος '87-Ιούνιος '88 οποία έγινε ανάλυση για τον προσδιορισμό βαρέων μετάλλων προέκυψε ότι τα μέταλλα μόλυβδος, ψευδάργυρος και χαλκός εκπέμπονται από ανθρωπογενείς πηγές (κυκλοφορία, θέρμανση, βιομηχανία) τα μέταλλα βανάδιο, νικέλιο και κοβάλτιο προέρχονται τόσο από φυσικές όσο και από ανθρωπογενείς πηγές, ενώ το χρώμιο είναι κυρίως εδαφικής προέλευσης.

Διοξείδιο του θείου (SO_2)

Για το SO_2 δεν υπάρχουν συστηματικές μετρήσεις σε πολλά σημεία της πόλης. Στο ΑΠΘ έγιναν μετρήσεις για την περίοδο 1984-88. οι τιμές κυμαίνονταν από 5 έως $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ χωρίς να υπερβαίνουν ποτέ τα όρια επιφυλακής ($250\mu\text{g}/\text{m}^3$). Στις μετρήσεις του Υπουργείου Μακεδονίας – Θράκης για το 1987 δεν σημειώθηκαν υπερβάσεις του ορίου της ΕΟΚ. Από μετρήσεις όμως που έγιναν τον Σεπτέμβριο του 1987 από το ερευνητικό κέντρο ISPRA της ΕΟΚ στην Ιταλία στη διάρκεια διάφορων διαδρομών μέσα στην ευρύτερη περιοχή Θεσσαλονίκης, διαπιστώθηκαν υψηλές τιμές SO_2 στη πόλη και μάλιστα σε εποχή χωρίς θέρμανση. Στο κέντρο της πόλης (Αγία Σοφία) παρατηρήθηκε το 1988 με έξαρση των τιμών άνω του ορίου ΠΟΥ ($100-150\mu\text{g}/\text{m}^3$ μέση ημερήσια συγκέντρωση) ενώ στη βιομηχανική περιοχή σημειώθηκε μια σταθερή αύξηση. Το 1989 και στις δύο περιοχές περίπου το 40% των τιμών υπερέβησαν το όριο, αλλά μόνο στο κέντρο υπήρχαν τιμές άνω των $350\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα προέρχεται σχεδόν αποκλειστικά από τα βελζινοκίνητα αυτοκίνητα και εκπέμπεται κύρια στην κεντρική Θεσσαλονίκη. Οι αξιοσημείωτα μεγάλες τιμές CO στους κεντρικούς δρόμους της

Θεσσαλονίκης αυξάνονται δραματικά ακολουθώντας τη συνεχή αύξηση του στόλου των αυτοκινήτων. Μετρήσεις που έγιναν σε διάφορα σημεία της πόλης στη δεκαετία 1973-83 δείχνουν ότι οι τιμές του CO μέσα σε μια δεκαετία αυξήθηκαν στο διπλάσιο μέχρι και τετραπλάσιο. Η συσχέτιση με το γεγονός του τετραπλασιασμού του αριθμού των οχημάτων που κυκλοφορούν στη Θεσσαλονίκη μέσα στην ίδια δεκαετία είναι προφανής.

Καπνός

Ο καπνός στη Θεσσαλονίκη εμφανίζει μέσες ετήσιες τιμές κάτω των ορίων. Σε αρκετές όμως ημέρες του έτους, οι τιμές του καπνού είναι ιδιαίτερα υψηλές σε διάφορα σημεία της πόλης.

Φωτοχημική ρύπανση

Συστηματικές μετρήσεις για τους φωτοχημικούς ρύπους δεν έχουν γίνει στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Μετρήσεις του κινητού σταθμού της ISPRA που πραγματοποιήθηκαν σε διάφορες διαδρομές της ευρύτερης περιοχής Θεσσαλονίκης, έδειξαν ότι οι υψηλότερες τιμές NO₂ παρατηρήθηκαν στους δρόμους με έντονη κυκλοφορία και σε βιομηχανικές περιοχές (Κορδελιό, Σίνδος). Μετρήσεις του εργαστηρίου Φυσικής της Ατμόσφαιρας από ΑΠΘ διαπίστωσαν ότι το NO₂ εμφανίζει μέγιστη μηνιαία συγκέντρωση τον Σεπτέμβριο λόγω της μεγάλης κυκλοφορίας των οχημάτων εξαιτίας της Διεθνούς Έκθεσης Θεσσαλονίκης.

Όζον (O₃)

Για το όζον οι μετρήσεις είναι ελάχιστες. Οι μετρήσεις ενός μηνός (Ιούνιος 1987) του O₃ στην Αγία Σοφία έδειξαν συγκεντρώσεις κάτω του ορίου, λογική συνέπεια του γεγονότος ότι διεξήχθησαν στο κέντρο της πόλης. Οι μετρήσεις του κινητού σταθμού του ερευνητικού κέντρου της ISPRA που έγιναν κατά το 1987 ακολουθώντας διάφορες διαδρομές στην περιοχή Θεσσαλονίκης έδειξαν ότι οι μεγαλύτερες τιμές του O₃ παρουσιάζονται γύρω από την πόλη, ενώ εντός του πολεοδομικού συγκροτήματος είναι χαμηλότερες. Το O₃ παρουσιάζει μέγιστο το καλοκαίρι και ελάχιστο το χειμώνα λόγω της φωτοχημικής παραγωγής του στη θερμή περίοδο του έτους.

Υδρογονάνθρακες

Για τους υδρογονάνθρακες, οι μόνες μετρήσεις που υπάρχουν είναι για τον Ιανουάριο και Φεβρουάριο του 1987 στην περιοχή της Αγ. Σοφίας. Οι διαπιστωθείσες συγκεντρώσεις κυμάνθηκαν γύρω στα $5\text{mg}/\text{m}^3$, τιμές αρκετά υψηλές για χειμερινούς μήνες σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές πόλεις.

Από τα παραπάνω στοιχεία γίνεται αντιληπτό ότι το πρόβλημα της φωτοχημικής ρύπανσης έχει κάνει αισθητή την παρουσία του στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Βεβαίως, για την καλύτερη μελέτη του και κατά συνέπεια την αντιμετώπισή του χρειάζονται συστηματικές μετρήσεις στην ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης και συντονισμός όλων των αρμόδιων φορέων που διεξάγουν μετρήσεις.

2.2.4. Η ατμοσφαιρική ρύπανση σε άλλες πόλεις

Τα τελευταία χρόνια το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης άρχισε να γίνεται αισθητό και σε άλλες πόλεις της Ελλάδας. Η τάση για αστικοποίηση, οι καινούργιες κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες που επικράτησαν και τα σύγχρονα καταναλωτικά πρότυπα, με κυρίαρχο τη χρήση του ΙΧ αυτοκινήτου, συνέβαλαν στην χωρική επέκταση του προβλήματος.

Σε αρκετές Νομαρχίες και στα Τμήματα Πολεοδομίας και Πολεοδομικών Εφαρμογών, οι υπεύθυνοι των Γραφείων Περιβάλλοντος έχουν οργανώσει την εγκατάσταση σταθμών αυτόματων και ημιαυτομάτων οργάνων με σκοπό τη παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα στις πόλεις τους. Σε αυτές περιλαμβάνονται οι Νομαρχίες Καβάλας, Μαγνησίας (Βόλος), Λαρίσης, Ευβοίας (Χαλκίδα), Αχαΐας (Πάτρα), Ηρακλείου, Αρκαδίας (Μεγαλόπολη), Ιωαννίνων και Κοζάνης, (Κοζάνη, Πτολεμαΐδα). Σκόπιμο είναι να κρατηθούν ορισμένες επιφυλάξεις για την πιστότητα των μετρήσεων ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις ελληνικές πόλεις. Η έλλειψη κρατικού προγραμματισμού για οργανωμένο και συντονισμένο εθνικό δίκτυο μετρήσεων δεν εξασφαλίζει την αντιπροσωπευτικότητα των σημείων δειγματοληψίας ούτε την αξιοπιστία των μετρήσεων. Επιπλέον, δεν έχει γίνει ποτέ μέχρι σήμερα διαβαθμονόμηση των οργάνων σε πανελλαδικό επίπεδο.

Θα σταθούμε λοιπόν σε εκπομπές με αρνητικές επιπτώσεις, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνει εμφανώς την ποιότητα της ατμόσφαιρας γύρω από τους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς. Στα παρακάτω εξετάζουμε ξεχωριστά την περιοχή της Μεγαλόπολης και της Πτολεμαΐδας.

Μεγαλόπολη

Σημαντικές επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα της περιοχής Μεγαλόπολης προκαλεί η λειτουργία των παρακείμενων τριών ατμοηλεκτρικών μονάδων (ΑΗΣ) της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) σε απόσταση 2,5 από την πόλη, σχεδόν σε επαφή με τα λιγνιτωρυχεία. Οι τρεις μονάδες σε λειτουργία είναι συνολικής ισχύος 550MW και η ετήσια παραγωγή λιγνίτη είναι 8.000.000τόνοι. Ο ατμοηλεκτρικός σταθμός έχει διάρκεια ζωής μέχρι το 2020 ή 2030 και καλύπτει σήμερα το 11,6% περίπου της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής της Ελλάδας.

Από τη λειτουργία του σταθμού εκπέμπονται ουσιαστικά δυο μόνο ρύποι: το διοξείδιο του θείου και τα αιωρούμενα σωματίδια, σε σημαντικές όμως ποσότητες συγκριτικά με το μέγεθος των μονάδων. Η αιτία βρίσκεται στη δομή του ΑΗΣ και τα χαρακτηριστικά του λιγνίτη που έχει πολύ χαμηλή θερμογόνο δύναμη (860-1060kcal/kg), με μεγάλη περιεκτικότητα σε θείο (1,5%). Από την καύση του λιγνίτη παράγονται 250.000 τόνοι SO₂ ετήσια και η συνολική εκπομπή στερεών από τα καυσαέρια υπολογίζεται σε 850kg/h περίπου. Το μεγαλύτερο ποσοστό SO₂ (περίπου 80%) καταλήγει στην ατμόσφαιρα γιατί δεν υπάρχει μονάδα για την αποθείωση των καυσαερίων.

Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποίησε η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας το 1986-87 στις εγκαταστάσεις της ΔΕΗ, η συγκέντρωση SO₂ στην περιοχή του σταθμού βρισκόταν σε πολύ υψηλά επίπεδα χωρίς να υπερβαίνει όμως τις οριακές τιμές της ΕΟΚ. Οι μετρήσεις της ΔΕΗ για το ίδιο θέμα δείχνουν ότι ο ετήσιος μέσος όρος των ετών 1984-89 δεν ξεπερνάει το όριο της ΠΟΥ (50μg/m³). Ανάλογα συμπεράσματα για το επίπεδο του SO₂ προκύπτουν και από τις μετρήσεις της Νομαρχίας Αρκαδίας.

Οι τιμές για το NO₂ κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα, στις μετρήσεις τόσο της ΔΕΗ όσο και της Νομαρχίας.

Για τα αιωρούμενα σωματίδια μετρήσεις αρκετών χρόνων της ΔΕΗ δείχνουν ότι ο ετήσιος μέσος όρος κυμαίνεται μεταξύ $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Στις εικοσιτετράωρες μετρήσεις έχουμε πολύ σπάνια υπερβάσεις του ορίου των $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ που ορίζουν οι κανονισμοί της ΕΟΚ, αλλά το 60% περίπου των μετρήσεων υπερβαίνουν τα $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Κάθε ρύπος ξεχωριστά, αλλά και η συνεργιστική δράση κάποιων από αυτούς κάνουν φανερές τις επιπτώσεις τους στην υγεία των κατοίκων και κυρίως των εργαζομένων στο εργοστάσιο της ΔΕΗ. Έρευνα που διεξήχθη από 7-12-87 έως 7-1-88 έδειξε ότι ποσοστό 36,7% των ατόμων που επισκέφτηκαν το γιατρό της ΔΕΗ βρέθηκε να πάσχει από λοιμώξεις του αναπνευστικού συστήματος. Ανησυχίες υπάρχουν επίσης για τις επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης της περιοχής στα ιστορικά μνημεία με επίκεντρο το αρχαίο θέατρο. Πρόσφατα ανετέθη μελέτη για τα αίδια διάβρωσης και τους τρόπους προστασίας του θεάτρου.

Πτολεμαΐδα

Η Πτολεμαΐδα είναι ένα από τα μεγαλύτερα ενεργειακά κέντρα της χώρας. Ο λιγνίτης της περιοχής, η συστηματική εκμετάλλευση του οποίου άρχισε το 1955, έπαιξε και συνεχίζει να παίζει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της περιοχής. Εξαιτίας του λιγνίτη και της λειτουργίας των μεγάλων βιομηχανικών μονάδων που ιδρύθηκαν κοντά στην πόλη, η Πτολεμαΐδα παρουσίασε τα τελευταία 30 χρόνια έντονη πληθυσμιακή και οικονομική ανάπτυξη.

Κύρια πηγή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή είναι η χρήση καυσίμων για τις ενεργειακές ανάγκες των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και του εργοστασίου αζωτούχων λιπασμάτων από την αεριοποίηση του λιγνίτη (ΑΕΒΑΛ). Υπάρχουν δυο ατμοηλεκτρικοί σταθμοί της Πτολεμαΐδας και της Κερδιάς. Ο ΑΗΣ Πτολεμαΐδας αποτελείται από τέσσερις μονάδες συνολικής ισχύος 620MW. Η μέση ετήσια κατανάλωση λιγνίτη είναι 8.000.000 τόνοι.

Ο ΑΗΣ Κερδιάς αποτελείται από 4 μονάδες συνολικής ισχύος 120MW και η σημερινή κατανάλωση λιγνίτη είναι ίδια με τους ΑΗΣ Πτολεμαΐδας.

Η ΑΕΒΑΛ παράγει αζωτούχα λιπάσματα με πρώτες ύλες λιγνίτη (3.500 τόνοι το 24ωρο), θειάφι (120 τόνοι το 24ωρο), ασβεστόλιθο (140 τόνοι το

24ωρο), γη διατομών, φωνόλιθο (2,8 τόνοι το 24ωρο), θειικό σίδηρο (10 τόνοι το 24ωρο), μαγνησίτη (4,8 τόνοι το 24ωρο). Τα προβλήματα ρύπανσης από την παραγωγική διαδικασία εντοπίζονται κυρίως στην τέφρα από την καύση του λιγνίτη, στην παραγωγή διάφορων οξειδίων (SO₂, NO₂, κα) και στη σκόνη από τη λειοτρίβιση.

Στα τέλη της δεκαετίας 1970 η ΔΕΗ ίδρυσε το Κέντρο Συλλογής Στοιχείων Περιβάλλοντος με σκοπό, εκτός των άλλων, τη συστηματική παρακολούθηση με μετρήσεις της ρύπανσης από τους σταθμούς της. Σύμφωνα με τα στοιχεία της εταιρίας για τη χρονική περίοδο 1984-89, το SO₂ και το NO₂ κυμαίνονται σε τιμές κάτω από τα όρια της ΠΟΥ και της ΕΟΚ αντίστοιχα. Οι μετρήσεις για τα αιωρούμενα σωματίδια μαρτυρούν υψηλές τιμές.

Εκτός από τη ρύπανση η οποία προκαλείται κατά την παραγωγή ενέργειας, πηγή ρύπανσης σε σωματίδια και σκόνη αποτελούν επίσης και η μεταφορά, το σπάσιμο και άλεσμα του λιγνίτη καθώς και η διαδικασία μεταφοράς και διάθεσης της τέφρας στους χώρους απόρριψης, έντονο είναι και το πρόβλημα της δυσσομίας από υδρόθεια που δημιουργείται στους κατοίκους καθώς και αυτό της βαθμιαίας μείωσης της ορατότητας στην πόλη. Πρέπει να αναφερθεί τέλος και η συμβολή της θέρμανσης χώρων κατοικίας στην αστική ρύπανση όπου χρησιμοποιούνται (σύμφωνα με εκτιμήσεις του Δήμου Πτολεμαΐδας) αναλογικά 20% μαζούτ, 50% πετρέλαιο ντίζελ και 30% λιγνίτης και μπριγκέτες 23 Ρύπανση εργασιακών και εσωτερικών χώρων.

Η άποψη ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση στις πόλεις αποτελεί ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα για την υγεία του ανθρώπου αμφισβητείται πλέον, αφού είναι διαπιστωμένο ότι οι συγκεντρώσεις τοξικών, καρκινογόνων και μεταλλαξογόνων ουσιών είναι υψηλότερες σε εσωτερικούς χώρους απ' ότι στο εξωτερικό περιβάλλον. Με δεδομένο το γεγονός ότι ο άνθρωπος παραμένει το μεγαλύτερο μέρος του 24ώρου του σε εσωτερικούς χώρους (σπίτια, γραφεία, κοινόχρηστοι χώροι, συγκοινωνιακά μέσα), το πρόβλημα της ρύπανσης στους χώρους αυτούς απασχολεί σοβαρά τους επιστήμονες. Συστηματικές έρευνες για το θέμα αυτό διενεργούν η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας και το Υπουργείο Περιβάλλοντος (EPA) των ΗΠΑ. Η Γενική Διεύθυνση Επιστήμης, Έρευνας και Ανάπτυξης των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων ανέθεσε το 1987 στο ISPRA σχετικό πρόγραμμα το COST613, για την καταγραφή και την

έρευνα της ρύπανσης των εσωτερικών χώρων, στο οποίο συμμετέχει επίσημα και η Ελλάδα.

Συγκεκριμένα, επιδημιολογικές μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν καταγράψει ερεθισμούς, αλλεργίες, νοσήματα και κλινικά συμπτώματα από την έκθεση ατόμων σε εξαιρετικά χαμηλές συγκεντρώσεις τοξικών ρύπων στο εργαστασιακό περιβάλλον – πτητικές οργανικές ενώσεις, φορμαλδεύδη, όζον, αμίαντος κα. Εδώ και αρκετά χρόνια έχουν καθοριστεί όρια για την έκθεση των εργαζομένων σε διάφορους χημικούς παράγοντες.

Σχετικά με το πρόβλημα της ρύπανσης σε εσωτερικούς και εργασιακούς χώρους στην Ελλάδα ούτε καταγραφή των τάσεων ούτε σχετική μελέτη έχει γίνει μέχρι σήμερα (Πελεκάση – Σκούρτας 1992)

3.Χημική ανάλυση βροχής

Η ανάλυση της βροχής, κατά κανόνα, περιλαμβάνει μέτρηση του pH και της αγωγιμότητας και προσδιορισμό των κύριων ιοντικών συστατικών. Σπανιότερα γίνεται προσδιορισμός της ολικής οξύτητας, διαφόρων οργανικών ενώσεων (π.χ. οργανικών οξέων) ή μετάλλων.

Η μέτρηση του pH και της αγωγιμότητας είναι καλά να γίνεται επί τόπου και πριν τη μεταφορά του δείγματος στο εργαστήριο, ώστε να μπορούν να ελεγχθούν σφάλματα επιμόλυνσης ή διάφορες μικροβιακές επιδράσεις.

Προκατεργασία

Όλα τα δείγματα βροχής περιέχουν σωματίδια σαν αποτέλεσμα της απομάκρυνσής τους από την ατμόσφαιρα. Η απομάκρυνση αυτή μπορεί να λάβει χώρα τόσο κατά το σχηματισμό της βροχής μέσα στο σύννεφο, όπου μικρά σωματίδια δρουν ως κέντρα συμπύκνωσης της υγρασίας και σχηματισμού σταγονιδίων, όσο και κατά την πτώση της βροχής, κατά την οποία παρασύρονται και ξεπλένονται σημαντικές ποσότητες αεροζόλ. (Εκτιμάται ότι το 70%-80% της μάζας των αεροζόλ της ατμόσφαιρας κάτω από το σύννεφο απομακρύνεται με τη βροχή).

Τα σωματίδια αυτά παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της περιεκτικότητας της βροχής σε ιόντα, μέταλλα ή οργανικές ενώσεις. Η διήθηση της βροχής πριν την ανάλυση επιτρέπει την εφαρμογή των βασικών αρχών της Χημείας που ισχύουν για μια φάση (π.χ. ισοστάθμιση φορτίων) εμποδίζει την αργή εξουδετέρωση των οξέων από αλκαλικά σωματίδια, και διευκολύνει την εύρεση των συντελεστών κατανομής των διαφόρων συστατικών ανάμεσα στην υγρή και στερεή φάση.

Η διήθηση (από φίλτρο μεμβράνης με μέγεθος πόρων 0,45μm) πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή προς αποφυγή επιμόλυνσης του δείγματος. Η διήθηση γίνεται, κατά κανόνα, στο εργαστήριο, ενώ ορισμένοι τελευταίου τύπου δειγματολήπτες παρέχουν τη δυνατότητα διήθησης της βροχής κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας.

Προσδιορισμός οξύτητας

Η οξύτητα της βροχής οφείλεται κατά κύριο λόγο στην παρουσία ισχυρών οξέων H_2SO_4 , HNO_3 , HCl αλλά και σε διάφορα ασθενέστερα οξέα

όπως H_2SO_3 , HNO_2 , H_2CO_3 οργανικά οξέα $\text{Fe}(\text{OH})_2^+$, $\text{S}(\text{OH})_4$, NH_4^+ κ.α. Η οξύτητα της βροχής εξαρτάται σημαντικά από την παρουσία στην ατμόσφαιρα αλκαλικών συστατικών (NH_3 και CaCO_3).

Η οξύτητα της βροχής διακρίνεται σε ελεύθερη οξύτητα, ισχυρή οξύτητα και ολική οξύτητα.

Στην ισχυρή οξύτητα συμβάλλουν, εκτός από τα ελεύθερα H^+ , και άλλα συστατικά όπως HNO_2 , HF , M_2SO_3 και MS_{-4} . Τα συστατικά αυτά, όμως, σε μια τυπική βροχή με $\text{pH} = 4-5$ βρίσκονται σε αμελητέες συγκεντρώσεις και μόνο σε πολύ χαμηλό pH ($\leq 2,5$ όπως συμβαίνει στην όξινη ομίχλη) μπορούν ορισμένα πχ HSO_4^- και H_2SO_3 να υπάρξουν σε συγκεντρώσεις σημαντικές. Έτσι στα περισσότερα δείγματα βροχής, η ισχυρή οξύτητα εκφράζεται από τη συγκέντρωση του ελεύθερου H^+ (ελεύθερη οξύτητα).

Η ολική οξύτητα περιλαμβάνει την ολική συγκέντρωση H^+ , ελεύθερων και μη διιστάμενων. Στην ολική οξύτητα της βροχής συμμετέχουν συστατικά όπως H_2CO_3 , HCO_3^- , HSO_3^- , NH_4^+ , H_4SiO_4 και οργανικά οξέα.

Μέτρηση pH

Ο συνηθέστερος τρόπος εκτίμησης της οξύτητας της βροχής είναι ο υπολογισμός της ελεύθερης οξύτητας ($[\text{H}^+]$) με μέτρηση του pH της βροχής.

Η μέτρηση του pH στα δείγματα της βροχής παρουσιάζει ορισμένα προβλήματα, επειδή η βροχή, γενικά είναι ένα διάλυμα χαμηλής ρυθμιστικής χωρητικότητας και ιοντικής ισχύος. Η διαφορά ιοντικής ισχύος ανάμεσα στο ρυθμιστικό διάλυμα με το οποίο βαθμονομείται το ηλεκτρόδιο και στο δείγμα βροχής προκαλεί την ανάπτυξη πρόσθετων δυναμικών, κυριότερα από τα οποία είναι το παράσιτο δυναμικό. Τα δυο αυτά δυναμικά μπορούν να προκαλέσουν σημαντικό σφάλμα στη μέτρηση του pH .

Το δυναμικό ρεύματος μπορεί να διατηρηθεί σταθερό αν εφαρμόζεται συνεχής ανάδευση του δείγματος κατά την πεχαμέτρηση, ενώ το σφάλμα που προκαλείται από το παράσιτο δυναμικό μπορεί να περιορισθεί με επιλογή του κατάλληλου ηλεκτροδίου αναφοράς, με ελάττωση της περιεκτικότητάς του σε KCl ή με προσθήκη ενός ουδέτερου άλατος στο δείγμα της βροχής, ώστε να αυξηθεί η ιοντική ισχύς του.

Γι' αυτό, συχνά συνιστάται η προσθήκη KCl στα δείγματα της βροχής, ώστε οι μετρήσεις pH να διεξάγονται σε παρόμοιο ιοντικό περιβάλλον. Η

διαδικασία αυτή παρέχει, επιπλέον, τη δυνατότητα μετατροπής των τιμών pH σε συγκέντρωση H^+ και όχι σε ενεργότητα. Δυστυχώς η διαδικασία αυτή δεν έχει υιοθετηθεί από την πλειονότητα των ερευνητών. Επιπλέον, η προσθήκη του άλατος μπορεί να προκαλέσει καινούργια προβλήματα, όπως επιμόλυνση με όξινες ή αλκαλικές προσμίξεις, ενώ δεν έχει διευκρινισθεί πλήρως η επίδραση του στα ιόντα του δείγματος. Για όλους αυτούς τους λόγους, η βαθμονόμηση με πρότυπα δείγματα βροχής είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη λήψη αξιόπιστων μετρήσεων.

Προσδιορισμός του ιοντικού περιεχομένου της βροχής.

Λέγοντας κύρια ιοντικά συστατικά της βροχής εννοούμε, εκτός από το H^+ , τα εξής ιόντα: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , SO_4^{2-} , NO_3^- και Cl^- . Από τα κατιόντα επικρατέστερα συνήθως είναι τα Ca^{2+} και NH_4^+ , ενώ από τα ανιόντα SO_4^{2-} και NO_3^- .

Ο προσδιορισμός του ιοντικού περιεχομένου της βροχής αποτελεί τη βάση για την εκτίμηση της επίδρασης διαφόρων πηγών στη χημική σύσταση της βροχής και των μηχανισμών εξουδετέρωσης των όξινων συστατικών.

Δυο φυσικές πηγές επηρεάζουν τη χημική σύσταση της βροχής: τα θαλάσσια σπρέι (ιδίως στις παραθαλάσσιες περιοχές) και η σκόνη εδάφους. Υψηλή συγκέντρωση Ca^{2+} , αλκαλικότητα HCO_3^- και pH 2,5 γενικά αποτελεί ένδειξη επίδρασης σκόνης εδάφους, ενώ αυξημένες συγκεντρώσεις Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- και SO_4^{2-} υποδηλώνουν κάποια επίδραση από τη θάλασσα.

Η εξουδετέρωση των όξινων συστατικών γίνεται με την αέρια αμμωνία και με αλκαλικά σωματίδια ($CaCO_3$, CaO) που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα της περιοχής όπου πέφτει η βροχή ή μεταφέρονται με το σύννεφο της βροχής από μακριά (π.χ. λασποβροχές).

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των κύριων ιόντων της βροχής χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, κυρίως χρωματομετρία, ποτενσιομετρία (με χρήση ειδικών ηλεκτροδίων) φασματοφωτομετρία ατομικής απορρόφησης και ιοντική χρωματογραφία (Θ. Κουιμτζή, Κ. Σαμαρά – Κωνσταντίνου 1994).

3.1. Όξινη βροχή στην Ελλάδα

Η όξινη βροχή αποτελεί παγκοσμίως ένα από τα οξύτερα περιβαλλοντικά προβλήματα της τελευταίας εικοσαετίας και παράλληλα το αντικείμενο συστηματικών ερευνών λόγω των σοβαρών αρνητικών επιπτώσεών του. Σε διεθνές επίπεδο, οι μελέτες απέδειξαν ότι το φαινόμενο της όξινης βροχής παρατηρείται εντονότερα σε περιοχές όπου οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι αυξημένες ή κοντά σε τέτοιες περιοχές όπου οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι αυξημένες ή κοντά σε τέτοιες περιοχές.

Αν και δεν υπάρχει αυστηρά καθορισμένη τιμή οξύτητας πέραν της οποίας η βροχή θεωρείται όξινη, συνήθως λαμβάνεται η τιμή pH 5,6. Η μέτρηση του pH αποτελεί μόνο μια ενδεικτική παράμετρο. Για τον καθορισμό των επιπτώσεων της όξινης βροχής απαιτείται η πλήρης χημική ανάλυση, η μελέτη του ισοζυγίου ανιόντων και κατιόντων καθώς και οι συσχετίσεις των συγκεντρώσεων των ιόντων με σκοπό τον πιθανό καθορισμό των πηγών προέλευσης των συστατικών των υγρών και ξηρών κατακρημνίσεων. Στην Ελλάδα η μελέτη του φαινομένου έχει αρχίσει εδώ και δέκα χρόνια μετά από παρατηρήσεις επιδείνωσης της καταστροφής σε μάρμαρα και δάση.

Στην Αθήνα, σποραδικές μετρήσεις του pH της όξινης βροχής ξεκίνησαν μετά το 1981. Η πρώτη συστηματική μελέτη χημικής ανάλυσης της βροχής έγινε από το Πανεπιστήμιο Αθηνών για το διάστημα Μάρτιος – Νοέμβριος 1986. Το μέσο pH των δειγμάτων βρέθηκε 6,14. Το 26,2% των δειγμάτων παρουσίασε τιμές του pH μικρότερες από 5,6. Στο κτίριο του ΠΕΡΠΑ το 1987 ξεκίνησαν δειγματοληψίες και προσδιορισμός της χημικής σύστασης υγρής και ξηρής εναπόθεσης. Για το διάστημα Σεπτέμβριος 1987 έως Αύγουστος 1988, η μέση τιμή pH ήταν 4,75% το 37% των δειγμάτων είχε pH μικρότερο του 5,5. Η συσχέτιση των ιόντων με μετεωρολογικές παραμέτρους έδειξε υψηλές συγκεντρώσεις θεικών να προέρχονται από τη βιομηχανοποιημένη ζώνη του Λεκανοπεδίου, ενώ τα νιτρικά και μέρος των θεικών προέρχονταν από την αστική περιοχή. Για το χρονικό διάστημα Δεκέμβριος 1989- Ιούνιος 1990 το 57% των δειγμάτων είχε pH < 5,6.

Κατά τα ίδια διαστήματα έγιναν δειγματοληψίες και στο σταθμό Αλιάρτου Βοιωτίας, όπου υπάρχει σταθμός μέτρησης της διασυνοριακής ρύπανσης. Και εδώ το 54% των δειγμάτων είχαν pH < 5,6 ενώ το μέσο pH ήταν 4,82. Γενικά τη βροχή μπορεί να χαρακτηριστεί όξινη τόσο για το

σταθμό των Αθηνών, όσο και για το σταθμό της Αλιάρτου. Τα θειικά ιόντα σε μοριακή συγκέντρωση είναι περισσότερα από τα νιτρικά και στους δυο σταθμούς, οπότε η παραδοχή ότι τα θειικά προέρχονται από μεταφορά είναι βάσιμη.

Στη Θεσσαλονίκη οι μετρήσεις για όξινη βροχή κατά το διάστημα Οκτώβριος 1984- Απρίλιος 1987 έδειξαν το 25% των δειγμάτων με $\text{pH} < 5$ και το 44% με $5,0 < \text{pH} < 6,0$. Επίσης στο διάστημα Μάρτιος 1989-Δεκέμβριος 1989, οι δειγματοληψίες βροχής έδειξαν ότι το 23% είχε μέσο $\text{pH} = 4,85$ και ότι οι περισσότερες ήταν αλκαλικές με μέσον όρο $\text{pH} = 6,51$.

Στην Πάτρα, μετρήσεις της περιόδου 1980-82 έδειξαν ποσοστό δειγμάτων περίπου 27% με $\text{pH} < 5,6$. Επίσης, μετρήσεις για την περίοδο 1985-86 έδειξαν το 26% των δειγμάτων με $\text{pH} < 5$ το 39% με $5,5 < \text{pH} < 6,5$ και το 25% με $\text{pH} > 7$. Στην Κεντρική Ελλάδα (Ευρυτανία) κατά το διάστημα 4-10-80 σε 27 περιπτώσεις βροχόπτωσης μετρήθηκε μέσο $\text{pH} = 6,8$.

Σε μελέτη που έγινε με τις επιπτώσεις της όξινης βροχής στα δάση της Πάρνηθας διαπιστώθηκε ότι η ανάπτυξη των δέντρων εκείνων που βρίσκονται προς τα πλευρά της Αθήνας παρουσίασαν επιβράδυνση σε σχέση με τα δέντρα της βόρειας πλευράς της Πάρνηθας.

Συμπερασματικά, οι μετρήσεις και οι μελέτες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα για τον ελλαδικό χώρο δείχνουν ότι το φαινόμενο της όξινης βροχής δεν είναι ακόμα έντονο. Βέβαια, οι μέχρι σήμερα μετρήσεις ήταν αρκετά σποραδικές. Αντίθετα, στην περίπτωση της Αθήνας, όπου υπήρχαν συστηματικότερες δειγματοληψίες, το πρόβλημα καθίσταται φανερό. Για μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της σύστασης τόσο της υγρής όσο και της ξηρής εναπόθεσης σε όλη την Ελλάδα απαιτούνται μετρήσεις μεγάλης χρονικής διάρκειας με οργανωμένο και αξιόπιστο δίκτυο σταθμών τόσο σε αστικές όσο και σε μη αστικές περιοχές για να ερμηνευτούν τα πιθανά φαινόμενα μεταφερόμενης ρύπανσης.

Οι συνέπειες και συντονισμένες προσπάθειες κάθε χώρας – σύμφωνα και με τις συμβάσεις που έχουν υπογραφεί και κυρίως όλων των χωρών της ΕΟΚ – για μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων από το σύνολο των δραστηριοτήτων είναι αναγκαίες πριν οι επιπτώσεις της όξινης βροχής εκδηλωθούν με όλες τις αρνητικές τους συνέπειες (Πελεκάση – Σκούρτος 1992).

4. Αίτια και εστίες ρύπανσης νερού

Το νερό είναι το βασικό στοιχείο ανάπτυξης και διατήρησης της ζωής στον πλανήτη μας, όπως επίσης και το βασικό υλικό για τη σύγχρονη βιομηχανική ανάπτυξη. Με τους φυσικούς του χαρακτήρες σαν διαλυτικό έχει οδηγήσει στη σύγχρονη ανάπτυξη της χημικής βιομηχανίας και της μεταλλουργίας, ενώ οι φυσικές και χημικές του ιδιότητες αποτελούν τη βάση των βιολογικών κύκλων και οι θερμικές του ιδιότητες ελέγχουν τις κλιματολογικές συνθήκες και στηρίζουν το μέγιστο των δραστηριοτήτων του ανθρώπου και της βιομηχανίας. Σαν οικολογική έννοια το νερό αποτελεί το αίμα της γήινης ζωής και ρύπανση του ή έλλειψή του θα προκαλούσε ανατροπή της ζωής και της τεχνολογικής δραστηριότητας στον πλανήτη μας.

Πρόβλημα δεν αποτελεί η ύπαρξη αρκετού νερού σε λογική τιμή για την ικανοποίηση των σύγχρονων και των μελλοντικών αναγκών σε πόσιμο νερό, σε νερό για άρδευση και σε νερό για χρήση και ανάπτυξη της βιομηχανίας και για το σκοπό αυτό προσφέρεται μόνο το 0,75% του συνολικού στη γη νερού.

Το νερό έχει και μία άλλη βασική αποστολή εκτός από την εξυπηρέτηση του ανθρώπου και των δραστηριοτήτων του. Αποτελεί και το μέσο στο οποίο διεξάγονται οι βιολογικές δράσεις όλων των γήινων κύκλων ζωής και από όπου λαμβάνεται το βιολογικό υδρογόνο.

Το νερό σαν μέσο συντήρησης και ανάπτυξης ζωής, οφείλει να εμφανίζει φυσική καθαριότητα και να είναι ελεύθερο από τοξίνες και δηλητηριώδεις ουσίες. Οφείλει επίσης να περιέχει αρκετό οξυγόνο για τη συντήρηση σε αυτό λειτουργικότητας ζωής αερόβιου χαρακτήρα με ανάπτυξη υδρόβιου και ειδικά αλιευτικού πλούτου. Εφόσον το νερό δεν εμφανίζει τους προηγούμενους χαρακτήρες από αίμα ζωής μετατρέπεται σε μέσο αργού θανάτου και ορίζεται σαν ρυπασμένο νερό ρύπανση νερού μπορεί να προέλθει:

(α) με τη διάλυση σε αυτό τοξικών και δηλητηριωδών ουσιών. Αυτό αποτελεί περίπτωση χημικής ρύπανσης του νερού,

(β) με την ελάττωσή του σε διάλυση οξυγόνου σε επίπεδα κατώτερα των 4χλγρ O₂/λίτρο νερού, με αύξηση σε αυτό καταλυτών για βιολογική ενεργοποίηση. Αυτές οι περιπτώσεις ορίζουν τη βιολογική ρύπανση του νερού.

Για τις προηγούμενες αιτίες ρύπανσης του νερού, κύριες πηγές πρόσκλησης είναι:

(α) οι βιομηχανίες που δημιουργούν χημική, τοξική αλλά και βιολογική ρύπανση,

(β) οι θερμοηλεκτρικές μονάδες και οι ατομικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρισμού που δημιουργούν θερμική – βιολογική και ραδιενεργή ρύπανση,

(γ) οι ανθρώπινες δραστηριότητες σε βιομεταβολισμό και σε συνθήκες ζωής που δημιουργούν βιολογική, κύρια ρύπανση,

(δ) οι γεωργικές δραστηριότητες, που από τη χρήση χημικών λιπασμάτων και χημικών φυτοφαρμάκων δημιουργούν χημική και βιολογική ρύπανση.

Βιομηχανική ρύπανση νερού

Η βιομηχανία χρησιμοποιεί μεγάλες ποσότητες νερού για βιομηχανική επεξεργασία και ψύξη και είναι η βασικότερη σύγχρονη αιτία ρύπανσης νερού. Μια μεγάλη βιομηχανική μονάδα, που σε μερικά βιομηχανικά συγκροτήματα εκφράζει και μέγεθος για σύγχρονη ανταγωνιστικότητα, μπορεί να καταναλώνει νερό σε ποσότητα, που συγκρίνονται με την κατανάλωση νερού στις ΗΠΑ, για παράδειγμα υπολογίζεται σήμερα σε 150Χ10⁹ημ μιας πόλης 2.000.000 κατοίκων.

Το νερό από βιομηχανική κατεργασία εμπεριέχει προσμίξεις σε υλικά της βιομηχανικής παραγωγής με σοβαρά μεταβαλλόμενες ποσότητες σε είδος και ποικιλία. Το νερό ψύξης δεν παραλαμβάνει ξένες προσμίξεις, μεταφέρει όμως θερμότητα, που αποτελεί επίσης αίτιο ρύπανσης και μάλιστα βιολογικής. Τα βιοχημικά απόβλητα διαφέρουν σημαντικά και μεταξύ τους και καθένα απ' αυτά ορίζει ιδιαίτερο πρόβλημα που απαιτεί ιδιαίτερες λύσεις και ποσοτικές διαφορές στο στερεό υπόλειμμα, στην αιωρούμενη ύλη, στα τοξικά συστατικά κλπ. Όλα αυτά καθορίζουν το μέγεθος της ρύπανσης και τη μέθοδο που θα επιλεγεί για καθαρισμό.

Η βιομηχανική ρύπανση νερού, αποτελεί σήμερα και μια πρόσθετη απειλή, γιατί όπου δημιουργείται υπάρχει υψηλή ανθρώπινη παρουσία επειδή η βιομηχανία έχει αποτελέσει τη βάση της αστικής συγκέντρωσης και ανάπτυξης. Κατά τη μέχρι σήμερα αστική και βιομηχανική ανάπτυξη, τα αναπτυξιακά κέντρα δημιουργήθηκαν στις όχθες ποταμών και λιμνών και

τούτο μέχρι ένα βαθμό αποτελούσε πλεονέκτημα, γιατί το κινούμενο νερό έχει δυναμικό αυτοκαθαρισμού αλλά και συγκεκριμένη χωρητικότητα, που σήμερα έχει γενικά ξεπεραστεί.

Σήμερα η αρχή αυτή συνύπαρξης αστικών κέντρων και βιομηχανιών σε όχθες ποταμιών και λιμνών δεν ευνοείται παραγωγικά.

Κατά μια άλλη περίπτωση, τα αναπτυξιακά αστικά και βιομηχανικά κέντρα δημιουργούνται παραθαλάσσια σε κλειστά λιμάνια, που μαζί αποτελούν μεταφορικά και τουριστικά κέντρα. Αυτό αποτελεί και εγχώρια ειδική συνθήκη αφού όλες οι μεγάλες μας πόλεις με βιομηχανική υποδομή είναι λιμάνια σε κλειστές αβαθείς θάλασσες, που έχουν μικρή χωρητικότητα σε αποδοχή ρύπανσης με αυτοκαθαρισμό. Οι συνθήκες αυτές δείχνουν σε πρώτη όψη πως δεν είναι ευνοϊκές επιτρέπουν όμως ωφέλιμους συνδυασμούς για κοινή αστική και βιομηχανική απορρύπανση με τη δημιουργία κοινών εγκαταστάσεων καθαρισμού αστικών λυμάτων, βιομηχανικών αποβλήτων και στερών απορριμμάτων.

Στην αντιμετώπιση της ρύπανσης σημαντικό ρόλο παίζει το κλίμα και η θερμοκρασία. Οι περισσότερες λύσεις για απορρύπανση είναι βιολογικές επεξεργασίες, που όπως είναι γνωστό επιταχύνονται μέχρι 2,5 φορές για κάθε διαφορά θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά 10°. Έτσι στις θερμότερες χώρες η βιομηχανική απορρύπανση μπορεί να αντιμετωπιστεί οικονομικότερα και τούτο δημιουργεί μια σημαντική, θετική παράμετρο για βιομηχανική και φυσικά για οικονομική ανάπτυξη.

Η βιομηχανική ρύπανση νερού κατά είδος βιομηχανίας σε είδος ρύπανσης και σε ποσότητα κατανάλωσης νερού, αποτελεί γενικά τη βάση σε κατάταξη της ρυπαντικότητας της καθεμιάς και τη βάση του σχεδιασμού για αντιμετώπιση του ρυπαντικού της προβλήματος.

Αστική ρύπανση νερού

Βασικό πρόβλημα ρύπανσης περιβάλλοντος δημιουργείται και από την αστικοποίηση του πληθυσμού. Τούτο αποδείχτηκε να ισχύει με την ατμοσφαιρική ρύπανση, όπως αναπτύχθηκε στα προηγούμενα. Το ίδιο και σε μεγαλύτερο βαθμό συμβαίνει και με τη ρύπανση νερού από την αστική συγκέντρωση.

Ο άνθρωπος κατά την εξέλιξή του από τη νομαδική ζωή στη ζωή των οικισμών και ακολούθως στη ζωή των πόλεων, μετέβαλλε συνέχεια τον κύκλο δραστηριοτήτων του. Όταν οι μεταβολές του τρόπου ζωής είχαν αργή εξέλιξη, τούτο επέτρεπε εξισορρόπηση με το περιβάλλον σε βαθμό που να μην προκαλούν διαταραχές στα υδρόβια οικολογικά συστήματα. Από τις αρχές όμως του 20^{ου} αιώνα και μετά σε επιταχυνόμενο ρυθμό, εμφανίστηκε μια τεράστια αστική συγκέντρωση, που σήμερα στις βιομηχανικές χώρες καλύπτει το 70% του πληθυσμού. Στη χώρα μας η αστική συγκέντρωση αντιπροσωπεύει πλέον το 60% του συνολικού πληθυσμού και όπως υπολογίζεται από τους πολεοδόμους, το 2000 θα καλύπτει το 90%. Φαίνεται όμως πως η απειλή από τη ρύπανση και το πρόβλημα της επάρκειας σε ενέργεια θα αποστρέψουν αυτή τη μαζική αστικοποίηση του πληθυσμού, γιατί με τα προβλήματα αυτά ορίζεται σαν ανάγκη η μεγαλύτερη διασπορά πληθυσμού και η διατήρηση αστικών κέντρων με λογικό όγκο πληθυσμού και ελεγχόμενο ύψος παραγωγικών δραστηριοτήτων.

Η κατανάλωση νερού από τον άνθρωπο των μεγαλουπόλεων είναι ειδικά μεγάλη και ανέρχεται σε 150-200 λίτρα/κάτοικο/ημέρα με ετήσια υπολογιζόμενη αύξηση 8% περίπου. Το νερό αυτό βαριά ρυπασμένο κατά ένα μεγάλο ποσοστό, απορροφάται από το έδαφος σε συστήματα βόθρων και σε ποσότητα 650-700.000κμ/ημέρα απάγεται σαν λύμα από το κύκλωμα των υπονόμων της περιοχής. Το κύκλωμα των υπονόμων στην περιοχή Αθηνών είναι ακόμη ανεπαρκές με κάλυψη του 50-60% περίπου των αναγκών. Η εξέλιξη του αποχετευτικού συστήματος της περιοχής της πρωτεύουσας σαν ποσότητα λυμάτων καταλήγουν στον κεντρικό αποχετευτικό αγωγό στο Κερατσίνι (Ακρανιέραμο). Η κατάσταση του αποχετευτικού της Αθήνας όπως διαμορφώνεται σήμερα εκφράζει και την κατάσταση του αποχετευτικού των άλλων πόλεων μας και ειδικά των παραλιακών, που είναι το ίδιο τραγική από άποψη ρύπανσης της θάλασσας και στον ίδιο πρωτογονισμό από άποψη κάλυψης με σύστημα υπονόμων. Από το 1982 πάντως έχει προωθηθεί ταχύρρυθμη κατασκευή υπονόμων στην πρωτεύουσα και στις άλλες πόλεις μας, που θα βελτιώσει σημαντικά την υπάρχουσα τραγική κατάσταση.

Τα αστικά λύματα δημιουργούνται κύρια από την ανθρώπινη δραστηριότητα που ορίζεται από τα προϊόντα μεταβολισμού και από τα απορρίμματα τροφής και καθαριότητας.

Η κατοικία σήμερα έχει εξελιχτεί σε χώρο κατανάλωσης ποικίλων προϊόντων φυσικής και βιομηχανικής προέλευσης, προϊόντων φυσικής και βιομηχανικής προέλευσης, έτσι που τα αστικά λύματα να περιέχουν μεγάλη ποικιλία συστατικών με σοβαρά μεταβαλλόμενη βιοαποικοδομητικότητα. Πρόκειται για τα υδατοδιαλυτά και τα αιωρήματα που απάγονται με το νερό και που πάντως κατά το μέγιστο μέρος δημιουργούνται από ανθρώπινα περιττώματα και από υπόλοιπα τροφίμων.

Το πρόβλημα των αστικών λυμάτων περιπλέκεται και από τη διοχέτευση σε αυτή βιομηχανικών απόβλητων σε μεγάλες ποσότητες (Εικ.2). Σε αναπτυγμένα αποχετευτικά συστήματα που καταλήγουν σε εγκαταστάσεις καθαρισμού λαμβάνεται φροντίδα, ώστε τα βιομηχανικά απόβλητα που διοχετεύονται στο σύστημα των υπονόμων να μην περιέχουν τοξικές ύλες και να εμφανίζουν καλούς θρεπτικούς χαρακτήρες για τους μικροοργανισμούς. Τα αμιγή αστικά λύματα εμφανίζουν πληρότητα σε θρεπτικά συστατικά για βιολογικό καθαρισμό τους, ενώ τα βιομηχανικά εμφανίζουν πάντως μεγάλη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων και οργανικής ύλης, πράγμα που επιτρέπει μερική αραίωσή τους σε βιομηχανικά απόβλητα όταν βέβαια δεν περιέχουν τοξικότητα. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις με τη σημερινή συνύπαρξη πόλης και βιομηχανίας, η προσθήκη βιομηχανικών αποβλήτων είναι μεγαλύτερη από το δυναμικό των αστικών λυμάτων σε θρεπτικά συστατικά με συνέπεια τη δημιουργία εμπλοκών στη λειτουργία της εγκατάστασης του βιολογικού καθαρισμού. Για τη διασφάλιση αυτής της ανάγκης, η λειτουργία των υπονόμων των πόλεων απαιτεί σήμερα επιστημονική παρακολούθηση για διατήρηση ελεγχόμενης επιτρεπτής μικτής αποχέτευσης αστικών λυμάτων και βιομηχανικών απόβλητων.

Τα αστικά λύματα εμφανίζουν σαφή μέγιστα και ελάχιστα, μέγιστα κατά τις ώρες των φαγητών και ελάχιστα κατά τις νυχτερινές ώρες. Ουσιαστική μεταβολή στη ροή των λυμάτων δημιουργείται με τις βροχοπτώσεις οπότε το σύστημα των υπονόμων μεταφέρει και μεγάλα ποσά βρόχινου νερού. Εφόσον τα αστικά λύματα υποβάλλονται σε καθαρισμό, τα μέγιστα παροχής και το μέγιστο σε ρυπαντικό φορτίο αποτελούν τις βασικές παραμέτρους πάνω στις οποίες στηρίζεται η έκταση και η διάταξη των εγκαταστάσεων καθαρισμού.

Τα σε χρήση συστήματα υπονόμων είναι τρία: το δυαδικό, το μικτό και το ενδιάμεσο με ειδικούς καθένα λειτουργικούς χαρακτήρες.

Στο δυαδικό σύστημα τα νερά της βροχής παραλαμβάνεται σε ίδιο κύκλωμα υπονόμων και δεν αναμιγνύεται με το κύκλωμα των αστικών λυμάτων, που αποτελούν έτσι κλειστό κύκλωμα. Η δυαδική εγκατάσταση υπονόμων προφανώς είναι δαπανηρή, προσφέρει όμως σταθερότητα ροής λυμάτων, που αξιοποιείται ωφέλιμα στη μείωση του όγκου και επομένως των δαπανών της εγκατάστασης καθαρισμού. Ελάττωμα σε αυτή τη λύση είναι η απαγωγή της ρύπανσης των δρόμων και των λοιπών υπαίθριων χώρων σε λάδια, τρόφιμα κλπ μαζί με το νερό της βροχής στον αποδοχέα ποταμό, λίμνη ή θάλασσα. Το δυαδικό σύστημα υπονόμων προσφέρεται σαν λύση προτίμησης για μικρές συνήθως πόλεις με μικρή διαδρομή και μικρό αριθμό υπόγειων κυκλωμάτων.

Το σύστημα υπονόμων των μεγαλουπόλεων είναι συνήθως μικτό. Τα απαιτούμενα μεγάλα μήκη υπονόμων, οι περιορισμοί σε υπόγειο χώρο, το κόστος των εκσκαφών κλπ επιβάλλουν σαν οικονομικότερη λύση την εγκατάσταση ενός αγωγού μεγαλύτερης διατομής για μικτή μεταφορά. Βέβαια στην περίπτωση αυτή κατά τις βροχοπτώσεις οι υπόνομοι ανάλογα με τη διατομή τους και την έκταση της βροχής υπερχειλίζουν. Αυτό αποτελεί σοβαρό μειονέκτημα, επειδή μετά τη βροχή απαιτείται καθαρισμός των εγκαταστάσεων καθαρισμού από τα στερεά υλικά και τις λάσπες. Η παρεμβολή διαφραγμάτων για συγκράτηση των αιωρούμενων δεν αποτελεί λύση, γιατί οι όγκοι είναι μεγάλοι αν και σήμερα εφαρμόζονται αποτελεσματικότερες εγκαταστάσεις με διάφραγμα που διαθέτουν μηχανισμό αυτοκαθαρισμού. Σε άλλες περιπτώσεις η πλημμυρίδα, που είναι η ποσότητα νερού η ανώτερη του δυναμικού των εγκαταστάσεων καθαρισμού, αποβάλλεται στον αποδοχέα με παρακαμπτήριο αγωγό χωρίς καθαρισμό. Οι όγκοι του νερού της βροχής στην ειδική αυτή περίπτωση θα μεταφέρουν και ρύπανση από το σύνολο των λυμάτων.

Σαν ενδιάμεσο ορίζεται το σύστημα υπονόμων που κατά τμήματα εργάζεται σαν δυαδικό και κατά τμήματα σαν μικτό. Σήμερα στις μεγάλες πόλεις τα συστήματα των υπονόμων είναι του ενδιάμεσου τύπου με τμήματα δυαδικού και τμήματα μικτού κυκλώματος.

Τα αστικά λύματα της περιοχής της πρωτεύουσας αποβάλλονται στον Σαρωνικό χωρίς καθαρισμό. Λύματα σε ποσότητα 650-700.000ημ/24ωρο αποβάλλονται με διαδρομή από κατοικημένη περιοχή στο Κερασίни, σε

θάλασσα μεγάλης ναυτικής κίνησης και οικονομικής σημασίας. Με κάλυψη υπονόμων ολόκληρης της περιοχής της πρωτεύουσας ο όγκος των ημερήσιων λυμάτων θα υπερβεί τα 900.000κμ/24ωρο. Στο μεταξύ το Σαρωνικό σαν θάλασσα με αισθητική, τουριστική και εμπορική σημασία σταθερή και με μεγάλη ταχύτητα, χρόνο με το χρόνο καταστρέφεται. Πλέον όλη η περιοχή του Σαρωνικού από το Πέραμα μέχρι την είσοδο του λιμανιού του Πειραιά και πέρα από την Ψυτάλλεια, είναι οικολογικά νεκρή και κάτω από 10-25μ. βάθος η θάλασσα καλύπτεται από αναερόβια ιλύ σε σήψη που αναδίδει υδρόθειο.

Τραγικό για το εσωτερικό Σαρωνικό είναι η διασύνδεση του με τη θάλασσα της Ελευσίνας, όπου προστίθενται κάθε χρόνο τεράστιοι όγκοι τοξικών βιομηχανικών απόβλητων, που με την παλίρροια και τα θαλάσσια ρεύματα μεταφέρονται στον εσωτερικό και τον εξωτερικό Σαρωνικό. Η θάλασσα της Ελευσίνας κάθε 2-3 μήνες ανανεώνεται σε θαλάσσιο νερό και διατηρεί έτσι θαλάσσια ανάμιξη με τον εσωτερικό Σαρωνικό. Προφανώς στα σχέδια για καθαρισμό των λυμάτων της περιοχής της πρωτεύουσας θα πρέπει πρωταρχικά να αντιμετωπιστεί η θάλασσα της Ελευσίνας σαν βασική πηγή τοξικής ρύπανσης. Πρόσθετα ο οποιοσδήποτε καθαρισμός θα πρέπει να είναι ουσιώδης και η περιοχή Κερατσικίου με έκταση κάπου 70 στρέμματα δεν επαρκεί για ουσιαστικό καθαρισμό λυμάτων όγκου 800.000-1.000.000κμ/24ωρο. Η λύση του αποχετευτικού της πρωτεύουσας είναι φανερό πως απαιτεί σφαιρική αντιμετώπιση και πειραματικά τεκμηριωμένη λύση. Ανάλογα προβλήματα που απαιτούν σφαιρική και τεκμηριωμένη λύση. Ανάλογα προβλήματα που απαιτούν σφαιρική και τεκμηριωμένη αντιμετώπιση, εμφανίζονται στο αποχετευτικό όλων των μεγάλων παραλιακών πόλεών μας, όπως η Θεσσαλονίκη, η Πάτρα, ο Βόλος, η Καβάλα, το Ηράκλειο και όλα τα τουριστικά μας νησιά. (Βαλκανάς 1992)

4.1.Ρύπανση – επίδραση στις λίμνες και ποταμούς

Η όξινη βροχή και οι ρυπαντές που μεταφέρονται με τον άνεμο πέφτουν τελικά και κατακάθονται πάνω σε πόλεις, σε αγρούς, δάση, λίμνες και ποτάμια. Οι λίμνες, οι ποταμοί (αλλά και η θάλασσα) υποφέρουν περισσότερο από τις διάφορες ρυπάνσεις, επειδή, λόγω του είδους του μέσου

δηλαδή του νερό, ξαπλώνουν προς όλες τις διευθύνσεις πλάγια και κάτω πολύ γρήγορα και εύκολα (πράγμα που δεν γίνεται τόσο εύκολα στο έδαφος) και αυτό βέβαια έχει άμεση επίδραση στα φυτά, τα ψάρια και λοιπούς οργανισμούς που ζουν μέσα στα γλυκά νερά.

Οι Willen (1972), Anon (1972) αναφέρουν ότι από το 1965 ως το 1970 το νερό της λίμνης Waner στη Σουηδία από την όξινη βροχή κλπ έγινε περισσότερο όξινο, ενώ οι Jensen, Snekvic (1976) αναφέρουν στη Νορβηγία ότι από το 1955-1970 η οξίνιση των νερών των ποταμών άρχισε από Νότο προς Β, ΒΑ και είχε για αποτέλεσμα την εξαφάνιση των πληθυσμών των σολομών και πέστροφας. Ακόμη ο Nilson (1983) παραδέχεται για τις λίμνες στη Σουηδία, ότι μπορεί η οξίνιση των νερών τους να προέρχεται κυρίως από προσθήκες από την ατμόσφαιρα SO_4^{2-} και SO_2 , όμως πρέπει να εξεταστούν και άλλοι παράγοντες, όπως η οξίνιση των γύρω από τις λίμνες δασικών εδαφών, που οφείλεται στην συσσώρευση φυτομάζας, και χούμου.

Στη Σουηδία όπου εγκατέστησαν Σταθμούς Ελέγχου Ρύπανσης Υδάτων από το 1965 (35 τέτοιους σταθμούς αναφέρουν οι Oden, Ahl 1980 ενώ εμείς αρχίζουμε μόνο τώρα) οι Oden, Ahl 1980 αναφέρουν, ότι σε όλη τη Σουηδία το χρόνο αποτίθενται 667.900 τόνοι θείου, ότι κάθε χρόνο η ποσότητα αυτή αυξάνει κατά 19.300 τόνους και αν προτεθούν και τα λιπάσματα, τότε η ποσότητα S αυξάνει το χρόνο κατά 20.800 τόνους. Επίσης το θείο αυτό προέρχεται από την ατμόσφαιρα εκλυόμενο από τις βιομηχανίες, από τον ωκεανό, από την επίδραση του καιρού στα πετρώματα, από τα λιπάσματα και τελικώς σημειώνουν ότι το θείο στην Σουηδία προέρχεται από τις Ευρωπαϊκές βιομηχανίες σε ποσότητα 80%.

Στην Κεντρική, Δυτική, Βόρεια και Ανατολική Ευρώπη, όπως και στις ΗΠΑ και Καναδά, πρώτα νεκρώθηκαν (δεν έχουν δηλαδή πλέον ψάρια) οι 20.000 λίμνες της Σουηδίας, οι 4.600 λίμνες του Καναδά και άλλες 12.000 κινδυνεύουν. Επίσης κινδυνεύουν 18% των λιμνών και 21% των ρευμάτων ανατολικά του Μισισσιπή (ΗΠΑ), ενώ στη βόρεια περιοχή της Νέας Υόρκης 180 λίμνες είναι ήδη νεκρές (Roberts 1983). Για το ίδιο θέμα οι Gorham, McFee (1980) αναφέρουν ότι στη Νότια Σκανδιναβία την περίοδο 1920-1940 μόνο λίγες λίμνες είχαν pH κάτω από 5,0 ενώ το 1974 το 40% των 115 λιμνών της Νότιας Νορβηγίας είχαν pH κάτω από 5. Στη Νότιο Σουηδία και Νορβηγία τα τελευταία χρόνια είχαν συνεχή πτώση του pH κατά 0,02-0,05/χρόνο. Επίσης

στα βουνά Adirondack στις ΒΑ ΗΠΑ ως το 1940 μόνο το 4% των λιμνών είχαν pH κάτω από 5,0 ενώ το 1970 το 51% των λιμνών αυτών είχαν pH κάτω του 5, η πτώση του pH ήταν 0,05/χρόνο. Είναι άγνωστο ακόμη και χρειάζεται διεθνής έρευνα για να διαπιστωθεί κατά πόσο τα όξινα κατακρημνίσματα είναι υπεύθυνα ή η παράσυρση με τα νερά της βροχής από τις λεκάνες των ποταμών και λιμνών ή η έκλυση από τα εδάφη είναι συνυπεύθυνα της απόθεσης S, βαρέων μετάλλων, οργανικών ουσιών κλπ. Γιατί εκτός από το S και την οξίνιση των νερών των ποταμών και λιμνών, στις λίμνες της Νότιας Νορβηγίας βρήκαν και αυξημένες ποσότητες Pb και Zn σε σχέση με τις βόρειες λίμνες (Henriksen, Wright 1977). Ακόμη στο πυθμένα (πάτο) της λίμνης Κωνσταντίας της Ελβετίας βρήκαν, ότι υπάρχει 3-4 φορές περισσότερο Cd, Hg, Pb, Zn που προέρχονται από την ρυπασμένη ατμόσφαιρα και από την καύση κάρβουνα (Muller et al 1977). Επίσης στις ΝΑ ΗΠΑ στον πυθμένα των λιμνών της περιοχής βρήκαν αυξημένες ποσότητες Ag, Au, Cr, Ni, Pb, Sb και V (Galloway 1977, Galloway, Likens 1977). Αλλά τα όξινα κατακρημνίσματα περιέχουν επίσης και θρεπτικά στοιχεία των φυτών, όπως Ca, K, S, N, (Gorham 1958) και μερικές φορές P (Gorkam 1976) στην περίπτωση αυτή πιθανόν έχουμε μεταφορά των στοιχείων αυτών με νερά που προέρχονται από την γύρω λεκάνη, όπως και με έκπλυση από την γύρω μη με όξινα διαλύματα. Ακόμη τα όξινα κατακρημνίσματα περιέχουν διάφορες οργανικές ουσίες όπως αλκάνες, πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, όξινους φθαλικούς εστέρες, λιπαρούς όξινους αιθυλεστέρες, καθώς και μερικές βιομηχανικές χημικές ουσίες, όπως πολυχλωρι-μπιφενόλια. Οι ουσίες αυτές αναφέρονται στη Νορβηγία σε ποσότητες από λίγα ως μερικές εκατοντάδες hg/l (Lunde et al 1976) ενώ στη λίμνη Κωνσταντία (Ελβετίας) βρήκαν αρωματικούς υδρογονάνθρακες 50 φορές περισσότερους από τους προηγούμενους ερευνητές (Mulleret al 1977).

Εκτός όμως από όλα τα προηγούμενα πρέπει να προσθέσουμε, ότι η νέκρωση των λιμνών δεν οφείλεται μόνο στο SO₂ που κάνει το νερό όξινο, αλλά και στο φαινόμενο που λέγεται κυτροφισμός, δηλαδή στην υπεραύξηση των φυκών στο P ή το N (υπάρχει σχετική διαφωνία). Βρήκαν όμως ότι όπου υπάρχει ρύπανση και ρεύματα, πράγμα που σημαίνει ότι στον Καναδά ΗΠΑ πρέπει να ελαττώσουν κατά 50% την έκλυση ρυπαντών από τις πηγές ρύπανσης (Robets 1983). Ακόμη υπόψη ότι οι λίμνες ανάλογα με το

φώσφορο που περιέχουν στο νερό τους (Vollenweider 1965) ονομάστηκαν ως ολιγοτροφικές λίμνες αυτές που περιέχουν στο νερό τους P κάτω από 10μg/λίτρο, οι μεσοτροφικές περιέχουν P 10-20 μg/λίτρο νερού και οι εκτροφικές λίμνες.

Τέλος στη χώρα μας ο Μουρκίδης και συνεργάτες (1978) αναφέρουν στη Μακεδονία ότι ευτροφισμός παρατηρείται και στις λίμνες του Αγίου Βασιλείου, Καστοριάς και οδηγείται προς ευτροφισμό και η Βεργορίτιδα. Αποδίδουν δε τον ευτροφισμό αυτόν στη Λίμνη Αγίου Βασιλείου στις αζωτούχες, φωσφορικές ενώσεις από τη γύρω γεωργική περιοχή στα απόβλητα και τις αποχετεύσεις της Καστοριάς και των βιοτεχνιών της για τη λίμνη Καστοριάς, ενώ η Βεργορίτιδα δέχεται φωσφορικά από την Πτολεμαίδα και Αμύντοκο. Εμείς προσθέτουμε ότι όλες οι λίμνες αυτές πρέπει να δέχονται και όξινες βροχές.

4.2.Ρύπανση και βλάβες στα ζώα

Οι διάφορες ρυπαντικές ουσίες που εκλύονται στην ατμόσφαιρα και ιδιαίτερα το F και οι φθοριούχες ενώσεις, οι μεταλλικές σκόνες, τα διάφορα οξειδία και οι άλλες ενώσεις του Fe, το Pb, το βιρίλλιο, το μαγνήσιο, ο μόλυβδος, το μολυβδένιο, ο χαλκός, ο ψευδάργυρος αλλά και τα μη μεταλλικά στοιχεία όπως το θείο, σελίνιο, αρσενικό και οι διάφορες οργανικές ουσίες υπάρχουν σε σοβαρές ποσότητες στον καπνό και στη σκόνη.

Στην Ευρώπη ήδη από το 1949, στη Σκωτία αναγνωρίστηκε και άρχισε να συζητείται το θέμα της φθορίωσης στα ζώα (Ender 1968). Εξάλλου ο Stockinger (1962) αναφέρει για τις βλάβες από τη πουλιά του Ζωολογικού κήπου, όπου τα πιο ευαίσθητα ήταν τα καναρίνια, ενώ προκαλούνται βλάβες και στα μοσχάρια και λαγούς που έτρωγαν χόρτο ρυπασμένο από καπνό.

Ο Bombosch (1983) αναφέρει ότι στο έδαφος των δασών της Γερμανία υπάρχει 10 φορές περισσότερος υδράργυρος, από ότι στις παρακείμενες γεωργικές γαίες και αυτό προέρχεται ή από φυσικές πηγές ή από ρύπανση.

Επίσης τα δασικά δέντρα και ιδιαίτερα οι βελόνες κλπ είναι ρυπασμένες με αρκετές ποσότητες Hg. Επομένως και τα άγρια ζώα του δάσους που τρέφονται από χόρτα, φύλλα, βελόνες, φλοιούς δέντρων πρέπει να έχουν περίσσια Hg. Έτσι από 2.000 άγρια ζώα (ζαρκάδια, ελάφια, αρκούδες,

λαγούς, κουνέλια, αλεπούδες) και από το χρονικό διάστημα 1975-79 βρήκε ότι το λιγότερο Hg περιείχαν τα σπλάχνα και οι μυς των ελαφιών, ενώ την μεγαλύτερη ποσότητα βρήκε στις αρκούδες και λαγούς. Υπόψη όμως ότι οι αρκούδες πχ όταν δεν βρίσκουν αρκετή τροφή στο δάσος, πηγαίνουν στις κοντινές πεδινές περιοχές και τρέφονται με καλλιεργούμενα φυτά που ραντίστηκαν πχ με φυτοφάρμακα που περιείχαν Hg. Ακόμη πειραματικά βρήκαν ότι σε πέστροφες και σολωμούς, όταν η τροφή τους είναι λίγη τότε στα περιπτώματά τους η ποσότητα του Hg είναι μικρή, ενώ όταν τρέφονται με πολλή τροφή τότε 50-80% του Hg εξέρχεται με τα περιπτώματα. Επομένως σε παρόμοιες μελέτες πρέπει κανείς να είναι πολύ προσεκτικός.

Μελέτες εξάλλου έδειξαν, ότι τα αέρια των μηχανών προκαλούν καρκίνο στα πνευμόνια και στο σώμα των ποντικών, με κύρια αιτία τις νιτροσαμίνες. Επίσης καρκινογόνες ιδιότητες στα ζώα έχουν και οι πολυκυκλικές αρωματικές ενώσεις του άνθρακα όπως η βενζιπυρίνη που προέρχεται από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων (Tesink 1968). Ιδιαίτερα για το Παρίσι ο Lebb (1968) αναφέρει ότι η βενζο-3,4-πυρίνη περιέχεται σε ένα κύριο δρόμο το πρωί $0,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ και το απόγευμα $0,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ στον αέρα.

Οι Balozona και Hluchan (1968) γύρω από εργοστάσιο αλουμινίου στη Τσεχοσλοβακία βρήκαν σε μέρες χωρίς άνεμο, πράγμα που συμβαίνει το 30,5% του χρόνου, ότι η περιεκτικότητα σε F στο ατμ.αέρα ήταν $0,02-0,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ενώ τη σκόνη η συγκέντρωση ήταν 7,34 τόνους F ανά τετραγ.χιλ. το χρόνο. Στην περιοχή αυτή τα κόκαλα των σπουργιτιών, βατράχων και ποντικών περιείχαν 2-14 φορές περισσότερο F ήταν δυο φορές υψηλότερη. Αντίθετα στα κόκαλα των περιστεριών και στα αυγά των ορνίθων δεν υπήρχε αξιολόγηση διαφορά με την καθαρών περιοχών. Επίσης ο Verwey (1968) αναφέρει ότι στις όχθες του Ρήνου (Ολλανδία) αγελάδες που έβοσκαν γύρω σε εργοστάσιο οξειδίου του μολυβενίου ασθένησαν από διάρροια, παρήγαγαν λίγο γάλα, είχαν ξερό δέρμα, σταμάτησε η αύξηση τους και παρουσίασαν αποχρωματισμό. Το χορτάρι σε ξερή ουσία περιείχε 16μ.αν.εκ. Cu ενώ στο αίμα των ζώων υπήρχε πολύ μικρή ποσότητα 14-20γ/100cc Cu. Ακόμη στο φρέσκο χόρτο υπήρχε 29-80μ.αν.εκ. Mo. Τα ζώα έγιναν καλά με χρήση CuSO_4 .

Ο Ender (1968) αναφέρει στη Νορβηγία ότι τα ζώα βλάπτονται από μικρές ποσότητες F, S, Se, Mo, Be, Mn, Mg, Zn, Cu, Pb και ότι γύρω από ένα

εργοστάσιο αλουμινίου που παράγει το χρόνο 500.000 τόνους, εκλύονται 20χιλ.F για κάθε τόνο παραγόμενου αλουμινίου δηλ. ποσότητα μεγάλη. Η ποσότητα μάλιστα αυτή διαφέρει από περιοχή σε περιοχή, πιο πολύ 237-509 μέρη αν.ενιατ.ξερού χόρτου βρήκαν στα 800 μέτρα τον Ιούνιο και Σεπτέμβρη αντίστοιχα και πιο λίγο ήταν πχ στα 3,5 χιλιομ.87-302μ.αν.εκ. ξερού χόρτου τον υπόλοιπο χρόνο αντίστοιχα δηλ. η ποσότητα κυμαίνεται και κατά την διάρκεια του έτους. Φυσικά βρήκε αυξημένες ποσότητες F στα κόκαλα, δόντια, ούρα και σπλάχνα των σφαζόμενων ζώων. Ο ίδιος ερευνητής βρήκε γύρω από εργοστάσιο ψευδαργύρου, Zn σε κοντινή απόσταση κατά μέσο όρο 3100μ.αν.εκ. σε ξερή ουσία χόρτου, σε απόσταση 670μ. και σε καθαρή περιοχή 38μ.αν.εκ. σε ξερή ουσία χόρτου, σε απόσταση 670 και σε καθαρή περιοχή 38μ.αν.εκ.Cu σε κοντινή απόσταση 116, σε απόσταση 16,9 και σε ελεύθερη περιοχή 6,5μ.αν.εκ και Pb σε κοντινή απόσταση 700μ.αν.εκ., σε απόσταση 57 και σε ελεύθερη περιοχή K 2μ.αν.εκ. σε ξερή ουσία χόρτου.

Ο Hupka (1955) στη Γερμανία αναφέρει ότι 5 χιλιομ.γύρω από 2 εργοστάσια μολύβδου και ψευδαργύρου, που ελκύουν μεγάλες ποσότητες των δυο προηγούμενων στοιχείων, τα άλογα και οι αγελάδες που βοσκούσαν εκεί αρρώστησαν. Επίσης ο Stockinger (1962) αναφέρει δηλητηριάσεις προβάτων από αρσενικό γύρω από χυτήριο χαλκού. Τέλος στη χώρα μας το Πρωτοδικείο Αθηνών δικάωσε κτηνοτρόφο που τα 270 κατσίκια του πόφησαν από φθορίωση από το F που εκπέμπεται σε ακτίνα 20 χιλιομ.γύρω από το εργοστάσιο αλουμίνιο της Ελλάδας κατά την επεξεργασία του βωξίτη. Ο κτηνοτρόφος έλαβε αποζημίωση 2.500.000 δρχ (εφημερ.19-9-81).

Ακόμη ότι αφορά τη σχέση των πουλιών και όξινων λιμνών της Σουηδίας ο Eriksson (1985) βρήκε ότι στις λίμνες αυτές έχουμε αύξηση ρυπαντών – μετάλλων που βρίσκουν στα υδρόβια έντομα και ψάρια και ιδιαίτερα υδράργυρο. Γενικά οι όξινες λίμνες έχουν λιγότερα ψάρια και καλύτερη διαύγεια νερού. Επίσης, όσο ο πληθυσμός των ψαριών γίνεται μικρότερος, τόσο μεγαλώνει ο πληθυσμός των εντόμων, που δεν τρώγονται πια από τα ψάρια, έτσι η τροφή για ορισμένες πάπιες που τρέφονται με έντομα γίνεται αφθονότερη. Σε 45 ολιγοτροφικές λίμνες της Σουηδίας οι πάπιες *Gavia arcica* και *Mergus merganser* δεν υπάρχουν σε λίμνες με πολλά ψάρια, αλλά σε λίμνες όπου ο συνδυασμός αριθμού ψαριών και διαύγειας είναι ευνοϊκός για τα παραπάνω πουλιά. Ακόμη για πουλιά που πετούν ενώ

ψάχνουν για τροφή η ικανότητα σύλληψης ψαριών δεν έχει σχέση με την διαύγεια, αλλά με το πόσο βαθειά μπορούν να βουτήξουν, οπότε ο μικρός πληθυσμός των ψαριών δεν αντικαθίσταται με την καλύτερη διαύγεια κλπ.

4.3. Βιολογική ρύπανση

Σημαντικός τομέας της ρύπανσης είναι η βιολογική ρύπανση η οποία έχει αρχίσει και παίρνει μεγάλες διαστάσεις στην εποχή μας. Σύμφωνα με τον Britton, (2004), η γεωργία άρχισε ως καλλιέργεια αυτοφυών φυτών, αλλά δεν πήρε πολύ χρόνο στους ανθρώπους για να ανακαλύψουν ότι είναι καλύτερο να χρησιμοποιούν τους σπόρους από τα καλύτερα φυτά για την επόμενη φύτευση. Επί μακρό χρονικό διάστημα, αυτό το είδος της επιλογής απέδωσε βελτιωμένα φυτά. Είναι σχεδόν βέβαιο ότι οι άνθρωποι εμπορεύονταν βελτιωμένα φυτά και τα πήραν μαζί όταν μετακινήθηκαν.

Αλλά η μετακίνηση τότε ήταν σε δεκάδες ή, το πολύ, εκατοντάδες χιλιόμετρα. Τυχόν προβλήματα που προκαλούντο από πρόωρη εισαγωγή των φυτών σε νέες περιοχές χάνονται στα βάθη του χρόνου. Κατά τα τελευταία 2.500 χρόνια, οι άνθρωποι μετακινούνται όλο και περισσότερο. Έπαιρναν μαζί τους τα καλύτερα φυτά, και έφεραν πίσω τα καλύτερα φυτά από τις νέες χώρες. Οι δραστηριότητες αυτές επέκτειναν την ποικιλία και την παραγωγικότητα των καλλιεργειών της διατροφικής σοδειάς. Επιπλέον, καθώς η ανθρώπινη κατάσταση βελτιώθηκε, η χρήση των εξωτικών φυτών ως καλλωπιστικά φυτά έγινε πάθος, ειδικά στην Ευρώπη.

Όταν οι Ευρωπαίοι εξερεύνησαν και εγκαταστάθηκαν στην Αμερική, έφεραν τις βελτιωμένες ποικιλίες των φυτών τους μαζί τους. Μόνο οι άγριοι πρόγονοι των εν λόγω φυτών όπως ηλιοτρόπια, τα βακκίνια, βατόμουρα, φράουλες, πεκάν, λυκίσκος, σταφύλια, και μερικά χόρτα βοσκοτόπων πιστεύεται ότι προέρχονται από τις Ηνωμένες Πολιτείες. Στο δεύτερο ταξίδι του, ο Κολόμβος ξεκίνησε την τακτική να φέρνει Ευρωπαϊκά φυτά στο Νέο Κόσμο. Συγχρόνως, τα ωφέλιμα φυτά του Νέου Κόσμου, όπως καλαμπόκι, πατάτες και ντομάτες, μεταφέρθηκαν στην Ευρώπη για καλλιέργεια.

Κατά το δέκατο ένατο και αρχές του εικοστού αιώνα, η εξερεύνηση των φυτών ήταν επίσημη πολιτική της αμερικανικής κυβέρνησης. Για παράδειγμα, ο Πρόεδρος John Quincy Adams διέταξε οι Αμερικανοί διπλωμάτες να στείλουν στην Αμερική σπάνιο υλικό φυτών. Όταν το 1862 ιδρύθηκε το

Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ (USDA), ένας από τους στόχους ήταν να εισαγάγει νέα φυτά στην Αμερική. Το 1887 ιδρύεται στο Υπουργείο Γεωργίας ΗΠΑ [ΥΓΗΠΑ] το Γραφείο Εισαγωγής Φυτών και Σπόρων. Μέχρι το 1923, το ΥΓΗΠΑ είχε εισαγάγει περίπου 50.000 είδη φυτών και ποικιλιών στις Ηνωμένες Πολιτείες, πολλά από αυτά πολύ χρήσιμα. Ορισμένα, ωστόσο, έχει αποδειχθεί ότι προκαλούν περισσότερο κακό παρά καλό. Εισαγωγή νέων φυτών συνεχίζεται ακόμα και τώρα.

Τα παράσιτα τους συνόδευαν συχνά τα νέα φυτά. Τότε, η εισαγωγή επιβλαβών οργανισμών δεν φαινόταν να είναι πολύ σημαντική. Έχουμε μάθει από την οδυνηρή εμπειρία ότι μπορεί να είναι εξαιρετικά επιζήμια. Σήμερα, ο έλεγχος των φυτικών υλικών για γεωργικά παράσιτα αποτελεί συνήθη πρακτική. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, χιλιάδες παράσιτα ανιχνεύθηκαν καθημερινά κατά τη διάρκεια συνοριακών ελέγχων. Σε πολλές περιπτώσεις, η εύρεση αυτών των παρασίτων είναι αρκετά εύκολη, διότι συγγενικά είδη παρασίτων επιτίθενται στο ίδιο είδος των καλλιεργειών σε πολλές περιοχές. Η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των χωρών βοηθά στη ανίχνευση γεωργικών παρασίτων. Όμως, τα προβλήματα των παρασίτων του δάσους είναι πιο δύσκολο να προβλεφθούν, επειδή τα δάση είναι σύνθετα οικοσυστήματα. Πολλοί ξενιστές θα αλληλεπιδράσουν με τα παράσιτα που δεν έχουν πριν συναντήσει.

Είδη παρασίτων ξεγλιστρούν μέσα από τα συστήματα ελέγχου μας, και είναι δυνατόν να δημιουργηθεί μεγάλο πρόβλημα όταν γίνει αυτό. Καλλιεργήσιμα φυτά είναι ιδιαίτερα ευάλωτα επειδή φύονται σε μεγάλες εκτάσεις που περιέχουν μόνο γενετικά παρόμοια μέλη του είδους ξενιστών. Εάν αυτά τα φυτά ξενιστές είναι ευπαθή, ο πληθυσμός των επιβλαβών οργανισμών μπορεί να αυξηθεί γρήγορα και να καταστρέψει ένα μεγάλο μέρος της καλλιέργειας. Πολλοί αγρότες αμέσως γυρίζουν μια φορά διαφορετικά είδη καλλιεργειών μεταξύ των χωραφιών τους, έτσι ώστε τα ίδια είδη δεν καλλιεργούνται σε ένα αγρό κατά διαδοχικά έτη. Η αμειψισπορά μειώνει τη συσσώρευση παρασίτων. Τώρα, οι αγρότες καλλιεργούν συχνά τα ίδια είδη στο ίδιο έτος έδαφος μετά χρόνο, στηριζόμενοι κυρίως στις χημικές ουσίες για τον έλεγχο παρασίτων.

Δασοφυτείες παράγουν ίνες ξύλου πολύ γρήγορα, αλλά είναι εξαιρετικά ευάλωτες στα παράσιτα, επειδή ένα μόνο είδος καλύπτει μια ευρεία περιοχή.

Κατά τα τελευταία 50 χρόνια, με τις φυτείες ευκαλύπτου, πεύκου, ιτιάς, λεύκας και έχουν δημιουργηθεί μισό κόσμος μακριά από το περιβάλλον της πατρίδας τους. Απαλλαγμένα από τα παράσιτα της πατρίδας τους, αυτά τα δέντρα μεγαλώνουν συχνά εκπληκτικά γρήγορα. Όμως η ζημιά μπορεί να είναι εξίσου εντυπωσιακή αν εμφανισθεί ο επιβλαβής οργανισμός. Για άλλη μια φορά, ο κίνδυνος μπορεί να μειωθεί με την ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τα διαφορετικά παράσιτα είδη. Όταν ξέρουν τι να αναζητήσουν, οι επιθεωρητές στα σύνορα συχνά μπορεί να αναγνωρίσουν γνωστά παράσιτα.

ΜΙΑ ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Σύμφωνα πάντα με τον Britton, (2004), Δεν έχει σημασία πόσο προσεκτικοί είναι οι επιθεωρητές στα σύνορα, αν η διαδικασία την οποία εφαρμόζουν είναι λανθασμένη. Οι ταξιδιώτες ερωτώνται συχνά εάν έχουν οποιοδήποτε είδος φυτού. Αν αυτό γίνεται με βιασύνη και δοθεί λίγη σημασία στο θέμα, μπορεί να είναι μικρότερη από την ειλικρίνεια των απαντήσεων τους. Επιπλέον, είναι σχεδόν αδύνατο να καταρτιστεί ένας πλήρης κατάλογος των επιβλαβών οργανισμών που μπορεί να προκαλέσει βλάβη σε μια χώρα. Μερικά παράσιτα, όπως οι νηματώδεις, είναι πολύ δύσκολο να ανιχνευθούν. Μπορούν να υπάρχουν στο έδαφος και στα φυτικά προϊόντα. Άλλα παράσιτα προκαλούν μικρή βλάβη στην πατρίδα τους, αλλά «πηδούν» σε πιο ευπαθή είδη σε μια νέα γη. Ένα κλασικό παράδειγμα είναι ο μύκητας που προκαλεί σήψη του κάστανου.

Υπό αυτές τις συνθήκες, ορισμένα παράσιτα πρόκειται να ξεγλιστρήσει μέσα από οποιαδήποτε εμπόδια τεθούν. Συνεπώς, είναι επίσης απαραίτητο να διαθέτουν αποτελεσματικά μέσα για την εξάλειψη εξωτικών παρασίτων που κάνουν το δρόμο τους στα οικοσυστήματα μας. Και το πρόβλημα είναι εκεί που τα παράσιτα συνήθως έχουν ένα σημαντικό προβάδισμα πριν αναγνωρισθούν ως απειλές.

ΕΙΔΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Ως ζιζάνιο μπορεί να οριστεί σαν μια ανάπτυξη φυτών σε ένα μέρος όπου δεν το θέλουμε, και είδος ζιζανίου εισβολέα είναι ένα που είναι σε θέση να εγκατασταθεί σε πολλές τοποθεσίες στις οποίες εμείς δεν το θέλουμε. Μερικά φυτά που εκ προθέσεως εισήχθησαν στις Ηνωμένες Πολιτείες έχουν

γίνει ενοχλητικά ζιζάνια. Δύο παραδείγματα είναι τα Kudzu και Melaleuca. Έκανε τη δουλειά του και στη συνέχεια, ορισμένα, ξεφεύγοντας σε περιοχές από όπου με μεγάλη δυσκολία μπορούμε να απαλλαγούμε από αυτό. Melaleuca το έφεραν στην νότια Φλόριντα ως διακοσμητικό κατά την αλλαγή του αιώνα. Η ικανότητα της να σπύρων προς σπορά, μετά τις συχνές πυρκαγιές στην περιοχή είναι τεράστια, και καταλαμβάνει κατά μέσο όρο περίπου 50 νέων στρεμμάτων ημερησίως. Φύεται σε πολύ πυκνές συστάδες που αλλάζουν τα χαρακτηριστικά του εδάφους και των μοντέλων που αποστράγγισης, καταστρέφοντας το βιότοπο άγριας φύσης και βοσκοτόπια και γύρω από το Εθνικό Πάρκο 'Everglades National Park'. Εισαγόμενο χόρτο και γρασίδι αποτελούν τώρα το 80% της αναφύτευσης σε μέρη του Εθνικού Πάρκου Ηφαιστειών της Χαβάης. Καίγονται εύκολα και ξαναφυτρώνουν γρήγορα μετά την πυρκαγιά. Οι συχνές πυρκαγιές στο πάρκο αυξάνει την αφθονία αυτών των αγρωστωδών, προκαλώντας σπειροειδή καταστροφή της ενδημικής χλωρίδας.

ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΚΑΙ ΚΑΛΥΤΕΡΕΣ

Πώς μπορούμε να προστατεύσουμε τους εαυτούς μας από τη βιολογική ρύπανση; Βεβαίως, οι μεθοριακές επιθεωρήσεις αποτελούν μέρος της λύσης. Άμεση εκρίζωση, όταν τα ανεπιθύμητα είδη υπεισέρχονται σε άλλο μέρος. Αλλά όμως ήδη έχουμε κάνει αυτά τα πράγματα. Φαίνεται λίγο αμφίβολο ότι πρέπει να κάνουμε ό, τι έχουμε ήδη κάνει, αλλά ότι πρέπει να το κάνουμε καλύτερα. Πιστεύουμε ότι οικολόγοι μπορούν να έχουν ένα μεγαλύτερο ρόλο. Χρειαζόμαστε την κατανόηση τους και την υποστήριξη τους. Μπορούν να μας βοηθήσουν να διαδώσουμε το γεγονός ότι η βιολογική ρύπανση είναι πολύ σοβαρή. Η έρευνα μπορεί να προσφέρει τη γνώση για να αντιμετωπισθεί ορθολογικά με τις επιμέρους απειλές που προέρχονται από βιολογικούς ρύπους. Αλλά η έρευνα είναι δαπανηρή και η χρηματοδότηση της πρέπει να είναι ευρείας υποστήριξης. Οι περιβαλλοντολόγοι μπορεί να παρέχουν αυτήν την ενίσχυση. Και μπορεί να είναι σε θέση να μας βοηθήσουν άμεσα στις προσπάθειες μας για την εξάλειψη εισαγόμενων παράσιτων.

Η εισαγωγή εξωτικών ειδών έχει αυξήσει κατακόρυφα την παραγωγικότητα της γεωργίας στις Ηνωμένες Πολιτείες. Εξωτικά

καλλωπιστικά φυτά μας έδωσαν πιο όμορφα και ποικίλα τοπία. Αλλά ίσως να είναι καιρός να έχουμε ρίξουμε μια καινούργια ματιά στα εισαγόμενα είδη φυτών. Ίσως θα πρέπει να εξετάσουμε πολύ ισχυρότερους περιορισμούς όσον αφορά αυτές τις εισαγωγές. Βεβαίως, θα πρέπει να επιχειρείται μόνο όταν οι επιπτώσεις είναι προβλέψιμες. Και πάλι, οι οικολόγοι μπορεί να βοηθήσουν στην πολιτική διαδικασία, στην οποία οι νόμοι αλλάζουν, καθώς και στην προβολή της αξίας των αυτοφυών φυτών στην αρχιτεκτονική τοπίου. Αν ενδιαφέρεστε για τα προβλήματα που περιγράφονται στην παρούσα έκδοση, μπορείτε να βοηθήσετε. Στην πραγματικότητα, δεν μπορούμε να επιτύχουμε χωρίς τη βοήθεια σας (Britton, 2004).

5. Πρόληψη – καταπολέμηση ρύπανσης

Κατά τα τελευταία χρόνια και ύστερα από τη ρύπανση της ατμόσφαιρας των πόλεων από τις κεντρικές θερμάνσεις, αυτοκίνητα, εργοστάσια, αλλά και της υπαίθρου από εργοστάσια και αυτοκίνητα και μετά την διεθνή κατακραυγή για την προστασία της υγείας των ανθρώπων, φυτών και ζώων και γενικά για την καλύτερευση της ποιότητας ζωής, έχουν δημιουργηθεί σε πολλά κράτη του κόσμου ειδικά Υπουργεία με Ειδικές Υπηρεσίες και Πειραματικοί Σταθμοί. Υπήρχαν προ ετών πχ 1300 σταθμοί μέτρησης της ρύπανσης της Ατμόσφαιρας στην Μεγάλη Βρετανία, ειδικεύσεις στα Πανεπιστήμια, θεσπίστηκαν προστατευτικοί Νόμοι κλπ. Στη Βαυαρία (Δυτ.Γερμανία) υπάρχουν σήμερα 65 σταθμοί μετρήσεις της ρύπανσης, ήδη από το 1968 λειτούργησαν μόνο στο Μόναχο 8 σταθμοί ενώ για μεμονωμένες μετρήσεις υπάρχουν και 5 κινητές μονάδες μέτρησης.

Στη χώρα μας, στην Αθήνα, Πειραιά και περίχωρα υπάρχουν 4-5 σταθμοί μέτρησης της ρύπανσης με προοπτική να γίνουν περισσότεροι. Στις πόλεις αυτές μαζεύτηκε το 1/3 και περισσότερο του πληθυσμού της χώρας και είναι γνωστό, ήδη από το 1975, το περίφημο νέφος που βασάνιζε στις πόλεις αυτές τους κατοίκους των πόλεων.

Ακόμη υπάρχει στη χώρα μας το τεράστιο θέμα της προστασίας των μνημείων της αρχαιότητας: ήδη οι Καρυάτιδες μεταφέρθηκαν σε κλειστό ελεγχόμενο χώρο. Ενδιαφέρει όμως πολύ και η υγεία των κατοίκων και έτσι απαγορεύτηκε η χρησιμοποίηση μαζούτ στις κεντρικές θερμάνσεις, όπου ήδη χρησιμοποιείται ακάθαρμο πετρέλαιο. Επίσης θεσπίστηκε στην Αττική η παύση περιοδικά των βιομηχανιών όπως και η απαγόρευση και η εκ περιτροπής κυκλοφορία των αυτοκινήτων. Υπάρχει ήδη το Προεδρικό Διάταγμα 1180 (ΦΕΚ 293 τεύχος Α 6-10-81) που υποχρεώνει τις βιομηχανίες να πάρουν μέτρα, δηλαδή να τοποθετήσουν κατάλληλα φίλτρα, ώστε να προστατεύσουν το περιβάλλον, ενώ προετοιμάζεται και άλλα πιο αυστηρό νομοθέτημα. Ακόμη και ενώ το βιβλίο αυτό τυπώνεται στο τυπογραφείο (Ιαν.-Φεβρ.1986) το αρμόδιο Υπουργείο ανακοίνωσε ότι σε λίγο ολοκληρώνεται, η εγκατάσταση σταθμών αυτόματων οργάνων μέτρησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Πτολεμαίδα και το Ηράκλειο, ενώ λειτουργούν πειραματικοί σταθμοί στη Θεσσαλονίκη, Καβάλα, Κοζάνη, Ξάνθη, Ιωάννινα, Λάρισα, Βόλο, Πάτρα και Μεγαλόπολη. Κάθε σταθμός αποτελείται από: Αναλυτές διοξειδίου

του θείου, οξειδίων του αζώτου, όζοντος, μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογονανθράκων. Σύστημα αυτόματης βαθμονόμησης, καθώς και συλλογή και επεξεργασίας των τιμών της ρύπανσης. Ο εξοπλισμός των σταθμών θα ολοκληρωθεί με την εγκατάσταση και ημιαυτόματων οργάνων μέτρησης του καπνού και των αιωρούμενων σωματιδίων. Τα όργανα έχουν, ήδη παραληφθεί και το γενικό έλεγχο θα έχει το ΠΕΡΠΑ.

Ακόμη στη Δυτική Γερμανία, όπου υπάρχει το τεράστιο πρόβλημα της νέκρωσης των δασών της όπου η κύρια αιτία θεωρείται η ρύπανση από το SO₂, NO_x, ψηφίστηκε επίσης νομοσχέδιο (Φεβρ.1983) που προβλέπει ότι 1500 παλιά εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής που καίνε πετροκάρβουνο και λιγνίτη, να κλείσουν στα επόμενα 10 χρόνια και να τοποθετηθούν φίλτρα σε 96 εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος επειδή τη στιγμή αυτή μόνο σε 4 από αυτά υπάρχουν φίλτρα.

Ακόμη προβλέπει ότι ο καπνός των εργοστασίων ηλεκτρικού ρεύματος πρέπει να περιέχει 400μg S ανά ημ καπνού έναντι 650μg που ίσχυαν ως σήμερα. Επίσης προβλέπει τη μείωση κατά 15% του θείου που περιέχεται στα καύσιμα των παραπάνω εργοστασίων. Ακόμη κατά την Σύνοδο του Ελσίνκι από 8-12 Ιουλίου 1985, που αποτελεί την 3^η Σύνοδο του Εκτελεστικού Σώματος της Σύμβασης της Γενεύης για την διασυνοριακή ρύπανση, η Ελλάδα δεν υπέγραψε το σχετικό πρωτόκολλο που προβλέπει ελάττωση των εκπομπών του SO₂ ως το 1993 κατά 30% με βάση τις ποσότητες του 1980.

Η υπογραφή του πρωτοκόλλου θα υποθήκευε την ανάπτυξη της χώρας μας ιδίως όσον αφορά τον ενεργειακό τομέα που βασίζεται στην αξιοποίηση των εγχώριων πηγών ενέργειας κυρίως λιγνιτών, ή ιδιαιτερότητα των οποίων δημιουργεί σοβαρά τεχνολογικά προβλήματα. Ακόμη γίνονται σοβαρές προσπάθειες για τον έλεγχο του SO₂ ενώ παράλληλα παίρνονται μέτρα για μεγάλο οικονομικό κόστος, για τη μείωση άλλων ρύπων, όπως τα σωματίδια, που στη χώρα μας έχουν άμεση προτεραιότητα. Τέλος ο υπουργός αναφέρει ότι οι συνολικές εκπομπές SO₂ από την Ελλάδα είναι και θα παραμείνουν αμελητέες χωρίς να δημιουργηθούν προβλήματα στις γειτονικές χώρες.

Για την αποτροπή έκλυσης βλαπτικών αερίων από τις καμινάδες των εργοστασίων πρέπει:

- 1) Να χρησιμοποιούνται υγρά καύσιμα με μικρή περιεκτικότητα θείου

- 2) Τα εργοστάσια που εκλύουν επικίνδυνους καπνούς πρέπει να έχουν καπνοδόχους έως και 200 μέτρα
- 3) Μετατροπή του C σε αέριο και απομάκρυνση του S πριν από την καύση.
- 4) Διήθηση των αερίων με χημικές διαδικασίες και δέσμευση του θείου ως αερίου ή ως H_2SO_4 (Abelson 1967).

Οι Σουηδοί οι οποίοι πιθανόν βρίσκονται από τους πρώτους στον κατάλογο των κρατών που άρχισαν να παίρνουν σωστά μέτρα κατά της ρύπανσης, ενώ πριν από τη λήψη των μέτρων είχαν έκλυση SO_2 που έδινε 25% της όλης ρύπανσης της χώρας (η υπόλοιπη 75% είναι ξένη δηλαδή εισαγόμενη) την περιορίσαν ήδη στο 15% το 1993 κατά 30% και το 1995 κατά 65%. Στα εργοστάσιά τους του χαρτοπολτού εκλύονται 6 χιλιόγραμμα SO_2 κατά παραγόμενο τόνο χαρτοπολτού με την θειική μέθοδο και 11 χιλιογρ.με την θειώδη μέθοδο πρέπει στα επόμενα χρόνια να ελαττώσουν τις εκλυόμενες ποσότητες SO_2 σε 4 και 10 χιλιόγραμμα ανά τόνο χαρτοπολτού ή ακόμη και σε 3 και 5-6 χιλιόγραμμα.

Διυλιστήρια

Στα διυλιστήρια εκλύονται μεγάλες ποσότητες SO_2 προβλέπονται καλύτερη οικονομία στη καύση των καυσίμων, μεγαλύτερη χρησιμοποίηση πετρελαίου με μικρή ποσότητα θείου, σύλληψη του θείου κατά την βιομηχανική διαδικασία και καθαρισμό των καπνοδόχων.

Σιδηροβιομηχανίες

Στις σιδηροβιομηχανίες συνιστάται η εγκατάσταση καταλλήλων συλλεκτών για τη σύλληψη των εκλυόμενων αερίων, με κόστος ανά ελαττωμένο τόνο SO_2 περίπου 5200 κορώνες (=83.000δρχ)

Αποθείωση πετρελαίου

Ακόμη ότι αφορά τη χρησιμοποίηση πετρελαίου με μικρή ποσότητα του θείου, στη Σουηδία απαγορεύεται η χρησιμοποίηση βαρέως ακαθάρτου πετρελαίου με θείο περισσότερο από 1% επίσης πέτυχαν την ελάττωση της έκλυσης SO_2 στο μισό, ενώ περιορίστηκε η περιεχόμενη ποσότητα S σε

ελαφρά πετρέλαια στο 0,3%. Μεταξύ 1980 και 1983 ελαττώθηκε η εκλυόμενη ποσότητα SO₂ κατά 120.000 τόνους, που προήλθε από τη χρησιμοποίηση ορυκτών ανθράκων, τη μεγαλύτερη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας, την καλύτερη συντήρηση της θερμοκρασίας, όπως και τη χρησιμοποίηση της εκλυόμενης θερμοκρασίας που αλλιώς πετιέται ή εκλύεται ως άχρηστη. Ειδικότερα για τη χρησιμοποίηση ανθράκων πρέπει να επεκταθεί λίγο η χρησιμοποίησή τους, πρέπει όμως να ληφθεί μέριμνα για τα εκλυόμενα αέρια και καπνούς (Acid Magazine 1984-85). Τέλος στην Ιαπωνία (Essman 1985) που ως γνωστόν είναι μια από τις πιο βιομηχανοποιημένες χώρες του κόσμου, ήδη από το 1970 άρχισαν να εφαρμόζονται αυστηρά μέτρα για περιορισμό της ρύπανσης στις πηγές της, ώστε σήμερα δεν υπάρχει νέκρωση δασών όπως στην Ευρώπη έχουν όμως βλάβες στα δέντρα μέσα και γύρω στις μεγάλες πόλεις, όπως και γύρω από μεγάλες βιομηχανικές μονάδες που εκπέμπουν μεγάλες ποσότητες SO₂ και F.

Δασοκομικά μέτρα

Για την αποφυγή και μείωση των βλαβών που προκαλεί η ρύπανση της ατμόσφαιρας στα δάση έχουν γραφεί σχετικά λίγα, ενώ πάρα πολλά έχουν γραφεί για τις βλάβες των δασών από ρύπανση. Η καλύτερη προφύλαξη είναι η ελάττωση ή η εξαφάνιση της ρύπανσης στην πηγή τους δηλαδή η τοποθέτηση διαφόρων φίλτρων κλπ που ελαττώνουν πολύ ή και –σπάνια– εκμηδενίζουν την έκλυση των βλαπτικών ουσιών. Ενώ τα γνωστά δασοκομικά μέτρα όπως αραιώσεις, ανανέωση συστάδων, λιπάνσεις και γενικά η διατήρηση νέων, καλά αυξανόμενων συστάδων βοηθούν, όμως δεν λύνουν το πρόβλημα που το κυριότερο είναι η ελάττωση των ρυπαντών στις πηγές τους (Schutz 1984). Ακόμη το δάσος δρα ως αποθήκη ή υπόνομο όπου κατακάθονται μεγάλες ποσότητες ρυπαντών. Το δάσος στο φύλλωμα του κρατάει αρκετά μεγάλη ποσότητα βιομηχανικής σκόνης. Με τις βροχές οι σκόνες αυτές παρασύρονται στο έδαφος.

Στην Ευρώπη φαίνεται ότι η απόθεση S κυμαίνεται από 10-100χιλ N/ha/έτος ενώ στις Βόρειες Άλπεις είναι 2-20χιλ N/ha/έτος. Στη Νορβηγία η απόθεση N είναι 2-20χιλ N/ha/έτος (Dovland et al 1976. Wright et al 1976). Στη Νότιο Σουηδία σε μελέτη ενός χρόνου η απόθεση N ήταν 8,2χιλ N/ha/έτος και S ήταν 7,9χιλ N/ha/έτος (Nihlgard 1970). Οι αποθέσεις αυτές περιέχονται

σε βροχές με pH 5,2. Η απόθεση S και N από την ατμόσφαιρα στα βόρεια δάση πλατυφύλλων στις ΒΑ ΗΠΑ υπολογίζονται ότι είναι 6,1 και 6,5 χιλ N/ha/έτος (Linkens et al 1977). Εννοείται ότι η απόθεση στο δάσος των παραπάνω στοιχείων όπως και άλλων έχουν γι' αποτέλεσμα τη λίπανση, κυρίως φτωχών εδαφών και την πιθανή διαδοχή της φυτοκοινωνίας από είδη που ζουν σε πλουσιότερα εδάφη (Fuhner, Fuhner Fries 1982).

Τέλος όπως και για την προφύλαξη των δασών από προσβολές από ασθένειες και έντομα ισχύει, είναι η διατήρηση και ενίσχυση των φυσικών δασών, γιατί στη Γερμανία και λοιπή κεντρική Ευρώπη, όπου τα δάση νεκρώνονται από τη ρύπανση εκτός των άλλων τα δάση είναι κυρίως τεχνητά ασκείται έντονη Δασοπονία και αλλάζουν τα αρχικά δασοπονικά είδη, αντίθετα στις ΗΠΑ όπου οι βλάβες από ρύπανση είναι μικρή έχουν φυσικά δάση, επίσης εμείς στη χώρα μας έχουμε κυρίως φυσικά δάση τα οποία πρέπει να τα διατηρήσουμε και να τα προστατέψουμε.

Ανθεκτικά υβρίδια και είδη

Ένας ακόμη τρόπος προστασίας των δασών από τις ρυπάνσεις είναι η χρησιμοποίηση ανθεκτικών δασοπονικών ειδών. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθούν ανθεκτικά υβρίδια. Έτσι ο Pollanschutz (1983) αναφέρει ότι ένα δένδρο ερυθρελάτης από φυσική αναγέννηση παρουσιάζει σε πολύ ρυπασμένη από SO₂ και HF περιοχή της Αυστρίας ιδιαίτερη αντοχή, ενώ τα γύρω δένδρα νεκρώνονται κλπ.

Ακόμη ο Rychona (1980) ανέλυσε τις βελόνες της *Picea abies*, *Picea pungens* και *P. omorica* από διάφορες θέσεις της Τσεχοσλοβακίας με διάφορο βαθμό ρύπανσης από SO₂ και βρήκε ότι μεταξύ των ειδών η ευπάθεια στη ρύπανση έδειξε διαφορετική αγωγιμότητα στο νερό που έβρασε πρώτα τις βελόνες, μάλιστα την μικρότερη τιμή είχε η ανθεκτική *Picea pungens* και τη μεγαλύτερη η ευπαθείς *Picea abies*. Άλλη σημαντική διαφορά υπήρχε στην περιεχόμενη ποσότητα του αμύλου που έδειξε επίσης μεγάλη εποχιακή διαφορά επίσης διαφορά έδειξε η προσρόφηση του φωτός από το υδατικό εκχύλισμα, όπως και το βάρος των φρέσκων βελονών, ενώ δεν βρήκε διαφορά στη σχέση ανθεκτικότητας στα διάφορα είδη με την περιεχόμενη ποσότητα της χλωροφύλλης α και β και της κηρώδους ουσίας των βελονών (Δ.Σ. Καϊλίδη 1985).

5.1.Η Ευρωπαϊκή ολοκλήρωση

Για την καλύτερη όμως εικόνα των συνθηκών μέσα στις οποίες θα πρέπει να κινηθεί μελλοντικά η ελληνική πολιτική αντιρύπανσης δεν θα πρέπει να ξεχνιέται η προοπτική της Ευρωπαϊκής ολοκλήρωσης. Η μελέτη 4 πιθανών σεναρίων της κοινωνικο-οικονομικής εξέλιξης των ευρωπαϊκών κρατών δείχνει ότι η συνέχιση στο μέλλον των σημερινών τάσεων θα οδηγήσει σε σοβαρή υποβάθμιση του ευρωπαϊκού περιβάλλοντος. Ιδιαίτερα πρέπει να προσεχθεί το γεγονός ότι όσον αφορά την αέρια ρύπανση ο κίνδυνος προέρχεται βασικά από τις κινητές πηγές και τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου. Αυτό συμβαίνει διότι τόσο η αστικοποίηση όσο και η αύξηση των μεταφορών παραμένουν οι πλέον ανελαστικές παράμετροι και στα τέσσερα σενάρια εξέλιξης.

Υπολογίζεται ότι η πλήρης ένταξη της χώρας μας στις ευρωπαϊκές κοινότητες θα επηρεάσει αυξητικά τις συνολικές εκπομπές διοξειδίου του S και οξειδίων του N. Στην περίπτωση αυτή η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του S και οξειδίων του N κατά 10%, 20%, 30% και 40%, σε σύγκριση με μια υποθετική περίπτωση κατά την οποία δεν θα ελάμβανε χώρα η ενοποίηση της ευρωπαϊκής αγοράς. Η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του S και οξειδίων του N κατά 10% θα απαιτούσε το 1995, στο πλαίσιο της ενιαίας αγοράς ένα ποσό κατά 7,2% (6,1% για τη βιομηχανία και 1,1% για την παραγωγή ενέργειας) υψηλότερο του αντίστοιχου ποσού σε περίπτωση μη ολοκλήρωσης της Ευρώπης.

Η μείωση των ιδίων ρύπων κατά 40% θα απαιτούσε για το έτος 1995 ένα ποσό κατά 66,3% υψηλότερο του αντίστοιχου ποσού σε περίπτωση μη ολοκλήρωσης της ευρωπαϊκής αγοράς. Τα ποσοστά αυτά για το έτος 2000 θα είναι αρνητικά, ενώ του 2010 θα κυμανθούν σε ασήμαντα ποσά.

Γενικά η αύξηση των εκπομπών και του κόστους ελέγχου τους θα αποτελέσει, σύμφωνα με τα παραπάνω σενάρια, άμεσο προϊόν των θετικών επιδράσεων της ευρωπαϊκής ενοποίησης στα συνολικά μακροοικονομικά μεγέθη της Ελλάδας. Το πρόβλημα όμως παραμένει με ποιο τρόπο θα χρηματοδοτηθεί ο αυξημένος έλεγχος των εκπομπών, δηλαδή εάν αυτό πρόκειται να γίνει μέσω αυστηρότερων ρυθμίσεων ή σχεδιασμού οικονομικών εργαλείων. Όσον αφορά το τελευταίο σημείο, το πέμπτο κοινοτικό πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον, το οποίο αναμένεται να ξεκινήσει το 1992, θα

περιστρέφεται σύμφωνα με όλες τις ενδείξεις γύρω από δυο άξονες: την τάση εναρμονισμού των κρατικών πολιτικών και συμπλήρωσης του υπάρχοντος θεσμικού πλαισίου με πολιτικές οικονομικών κινήτρων αφενός και την ενασχόληση με σφαιρικά προβλήματα, όπως η αλλαγή του κλίματος και το φαινόμενο του θερμοκηπίου αφετέρου. Υπό αυτές τις συνθήκες, οι διεθνείς τάσεις για συμπλήρωση της μέχρι τώρα άμεσης πολιτικής ελέγχου με εργαλεία οικονομικών κινήτρων θα πρέπει να μελετηθούν σοβαρά και στη χώρα μας. Τα εργαλεία αυτά χωρίς να αποτελούν πανάκεια, συντελούν κατά γενική ομολογία σε εξοικονόμηση πόρων και εκφράζουν καλύτερα από οτιδήποτε άλλο τον καταμερισμό ευθυνών σε θέματα ρύπανσης. Επιπλέον η εφαρμογή μεθοδολογιών αποτίμησης του κόστους και του οφέλους κάθε μέτρου μπορεί να συμβάλει στην τόνωση της περιβαλλοντικής συνείδησης και στην επίτευξη κοινωνικής συναίνεσης στην εφαρμογή πιθανών αποφάσεων.

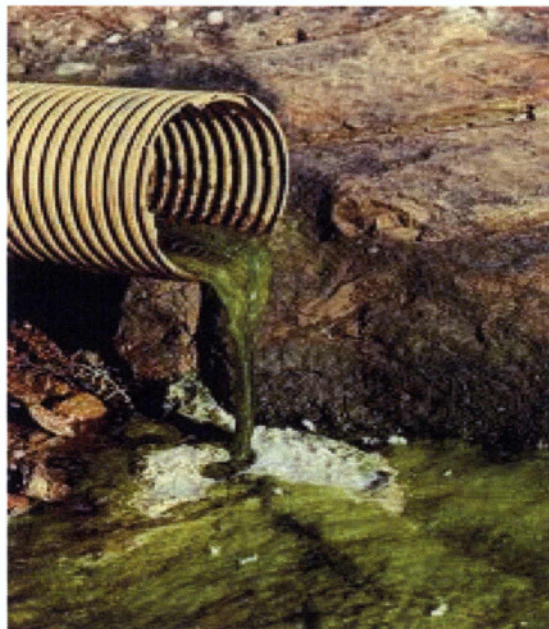
Σε κάθε περίπτωση, η αναθεώρηση της σημερινής περιβαλλοντικής πολιτικής στην Ελλάδα προς την κατεύθυνση ενός πλέον αποκεντρωμένου από άποψη αρμοδιοτήτων, ευέλικτου από άποψη επιλογής αντιρρυπαντικής τεχνολογίας και δίκαιου από άποψη κατανομής βαρών πλαισίου, αποτελεί τη μόνη σοβαρή προϋπόθεση αντιμετώπισης του οξυμένων περιβαλλοντικών προβλημάτων τα οποία καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε (Πελεκάση – Σκούρτης 1992)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Κουιμτζή Θ., Κ. Σαμαρά – Κωνσταντίνου, 1994. Έλεγχος ρύπανσης περιβάλλοντος. Εκδόσεις Ζήτη.
2. Βαλκανά Γ., 1992. Ρύπανση περιβάλλοντος επιστήμη και τεχνική αντιμετώπιση. Εκδόσεις Παπαζήση.
3. Πελεκάση Κ., Μ. Σκούρτος 1992. Η ατμοσφαιρική ρύπανση στην Ελλάδα. Εκδόσεις Παπαζήση.
4. Καϊλίδη Δ.Σ., 1985. Ρύπανση φυσικού περιβάλλοντος. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη.
5. Kerry O. Britton 2004 Biological Pollution – An Emerging Global Menace.



Εικόνα 1. Ρύπανση στο Λεκανοπέδιο της Αττικής



Εικόνα 2 Ρύπανση υδάτων