

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ
ΑΝΑΠΤΥΞΗ &
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΧΑΛΚΟΣ
ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΚΟΤΣΑΜΑΝΙΔΟΥ ΑΝΝΑ
ΑΜ. 1603140
ΒΟΛΟΣ ΙΟΥΝΙΟΣ 2007**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 5479/1
Ημερ. Εισ.: 26-06-2007
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΟΕ
2007
ΚΟΤ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	4
Εισαγωγή.....	5
Ανατομία περιβαλλοντολογικού προβλήματος.....	5
Πρώτη κλίμακα ρυπάνσεων-Τοπική	6
Δεύτερη κλίμακα ρυπάνσεων-Παγκόσμια ή Πλανητική.....	6
Φαινόμενο θερμοκηπίου.....	7
Ορισμός.....	7
Πηγές Ρύπανσης.....	9
Παράγοντες που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	18
Πηγές Ρύπανσης στην Ελλάδα.....	23
Δείκτης εκπομπών ρυπαντών.....	24
Συνέπειες φαινομένου του θερμοκηπίου.....	27
Συνέπειες για την οικονομία.....	31
Επιπτώσεις από έντονο φαινόμενο θερμοκηπίου.....	32
Ενδείξεις που μαρτυρούν την αλλαγή του κλίματος.....	32
Ενδείξεις ότι ο κίνδυνος αυξάνει.....	35
Παράγοντες επηρεάζουν και διαμορφώνουν το κλίμα της Γης.....	37
Διεθνείς προσπάθειες για τη αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου.....	38
Πλαίσιο: Πρωτόκολλο του Κιότο.....	38
Μέσα εφαρμογής περιβαλλοντικής πολιτικής.....	39
Νομικά μέσα.....	39
Μηχανισμός παρακολούθησης εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο θερμοκηπίου.....	40
Εθνικά προγράμματα και κοινοτικό πρόγραμμα.....	40
Πρότυπα ποιότητας- Όρια συγκέντρωσης.....	42
Οικονομικά μέσα.....	46
Φόροι.....	46
Επίτευξη του άριστου μέσω της φορολογίας.....	47
Περιβαλλοντικοί φόροι στις εκπομπές CO ₂ στην Ευρώπη.....	49
Περιβαλλοντικοί φόροι στην Ελλάδα.....	50

Εμπορεύσιμες άδειες.....	51
Σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων που προκαλούν το φαινόμενο θερμοκηπίου.....	51
Άδειες εκπομπής αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο θερμοκηπίου.....	52
Πλαίσιο: Πράσινη Βίβλος και Πρωτόκολλο του Κιότο.....	53
Απτές προόδους βάσει του Πρωτοκόλλου του Κιότο.....	53
Στρατηγική σχετικά με την αλλαγή του κλίματος.....	55
Στοιχεία μιας στρατηγικής σχετικής με την αλλαγή του κλίματος.....	55
Οφέλη και κόστος της στρατηγικής.....	57
Νομοθετικό πλαίσιο για το περιβάλλον στην Ελλάδα.....	58
Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΘΕ.: Μέτρα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.....	58
Μέτρα αντιμετώπισης.....	60
Πολιτική μείωση του διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂).....	60
Πολιτική μείωση του μεθανίου (CH ₄).....	63
Πολιτική μείωση των οξειδίων του αζώτου (NO _x).....	63
Κυριότερα μέτρα για την αποτροπή της υπερθέρμανσης του πλανήτη.....	65
Σύνοψη.....	66
Όξινη βροχή.....	67
Προέλευση.....	69
Πηγές ρύπανσης.....	70
Πρωτεγενείς.....	70
Δευτερογενείς.....	72
Δημιουργία όξυνσης.....	75
Επιπτώσεις της όξινης βροχής.....	76
Έλεγχος Πηγών Ρύπανσης.....	80
Αρχές καταμερισμού του κόστους ελέγχου.....	81
Μέτρα αντιμετώπισης.....	84
Πολιτική θείου.....	84
Πολιτική μείωσης αζώτου.....	84
Διεθνής συνεργασία.....	85
Ευρωπαϊκή Ένωση και Περιβάλλον.....	86

Περιβαλλοντική Πολιτική για την όξινη βροχή.....	86
Χρηματοδοτικά- Τεχνικά μέσα της Ε.Ε.....	87
Νομοθετικό πλαίσιο για το περιβάλλον στην Ελλάδα.....	88
Μέσα εφαρμογής περιβαλλοντικής πολιτικής.....	89
Νομικά εργαλεία.....	89
Οικονομικά εργαλεία.....	93
Σύνοψη.....	94
Ρίζες της οικολογικής κρίσεως.....	95
Οικονομική αποτίμηση: το κόστος της οικολογικής κρίσεως.....	96
Η κατάσταση σήμερα.....	97
Συμπέρασμα.....	98
Εμπειρική προσέγγιση.....	99
Βιβλιογραφία.....	117

ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΣΗΜΕΡΑ



(φωτογραφία από τον ημερήσιο τύπο)

Πρόλογος

Στη εργασία αυτή παρουσιάζονται τα σημερινά περιβαλλοντικά προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης παγκόσμιας κλίμακας (Global Warming και Acid Rain), καθώς επίσης και τα αίτια που τα προκάλεσαν ή τα προκαλούν. Παρουσιάζονται επίσης τα μέτρα που λαμβάνονται σε νομοθετικό και τεχνολογικό επίπεδο για την προστασία και την αναβάθμιση του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος. Τέλος, παρουσιάζεται και μια εμπειρική προσέγγιση των παραπάνω με τη χρήση του προγράμματος Enviews. Στόχος της εργασίας αυτής είναι η σφαιρική ενημέρωση του πολίτη σε θέματα περιβάλλοντος αλλά και η ευαισθητοποίηση του, ώστε συνειδητά να συμμετάσχει στην εκστρατεία προστασίας του πλανήτη από μια καταστροφή που μαθηματικά είναι βέβαιη ότι θα συμβεί δεν ληφθούν εγκαίρως τα πρέποντα μέτρα.

Εισαγωγή

Η συνεχής δράση του ανθρώπου στην προσπάθεια του να πραγματοποιήσει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ικανοποίηση των υλικών και πνευματικών αναγκών του έχει ως αποτέλεσμα να μεταβάλλεται αναπόφευκτα το περιβάλλον και στις περισσότερες περιπτώσεις να δημιουργούνται προβλήματα που σχετίζονται με την: ποιότητα ζωής, την βιοποικιλότητα στο φυσικό περιβάλλον, την παραγωγή ρύπανσης, την εξάντληση φυσικών πόρων και την αύξηση των κινδύνων από φυσικά ή τεχνολογικά ατυχήματα.

Τα προβλήματα αυτά μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις διαβαθμίσεις ανάλογα με την έκταση των προβλημάτων που προκαλούν σε:

- **Τοπικά** όπως η ρύπανση από τα απόβλητα των ελαιοτριβείων και η χωροθέτηση της χωματερής του πολεοδομικού συγκροτήματος της πρωτεύουσας.
- **Περιφερειακά** όπως η ρύπανση της Μεσογείου ή του Ρήνου και η επέκταση των ερήμων της Αφρικής.
- **Παγκόσμια** (global) όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η οξίνιση της ατμόσφαιρας.

Από την επισήμανση των προβλημάτων αυτών γίνεται σαφές ότι υπάρχει άμεση ανάγκη αλλαγής του περιεχομένου της αναπτυξιακής δράσης του ανθρώπου με στόχο την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον, δεδομένου ότι αυτό αποτελεί πηγή ζωής καθώς και καθοριστικό στοιχείο της ποιότητας ζωής. Γι' αυτό τον λόγο γίνεται οριοθέτηση του περιβαλλοντολογικού προβλήματος σε δύο κλίμακες ρυπάνσεων¹.

Ανατομία περιβαλλοντολογικού προβλήματος

Η διαίρεση του προβλήματος ρυπάνσεως και υποβαθμίσεως του περιβάλλοντος μπορεί να γίνει σε δύο κλίμακες μεγέθους ώστε να οριοθετηθεί το πρόβλημα και να εντοπισθούν ακριβώς οι επιμέρους συνιστώσες του από πλευράς τάξεως, χώρου, χρόνου και μεγέθους επιπτώσεων.

¹Γ.Σπιλάνης, 1996, σ. 10-11

Πρώτη κλίμακα ρυπάνσεων-Τοπική

Αναφέρεται στις τοπικές υποβαθμίσεις μιας περιοχής με την απόρριψη αποβλήτων κάθε μορφής, όπως υγρά λύματα, στερεά απόβλητα (σκουπίδια) και αέριοι ρύποι στο οικοσύστημα (χερσαίο ή θαλάσσιο) χωρίς υγειονομικό καθαρισμό (φυσικό, χημικό, βιολογικό). Είναι δηλαδή αποτέλεσμα άμεσης ανθρώπινης ενέργειας. Η απόρριψη των αποβλήτων αυτών δημιουργεί μεγάλο και καίριο ρυπαντικό φορτίο συντριπτικής ισχύος για τους μηχανισμούς του οικοσυστήματος.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα της μικρής κλίμακας πρέπει να αντιμετωπιστούν σωστά και έγκαιρα ,ειδίλλως τα οικοσυστήματα της περιοχής θα αποδυναμωθούν και η ποιότητάς ζωής θα υποβαθμιστεί. Τα προβλήματα της κλίμακας αυτής αντιμετωπίζονται σήμερα με επάρκεια από τη υγειονομική τεχνολογία. Συγκεκριμένα, απαιτούνται: (α) λυσιτελής τεχνικός σχεδιασμός καθαρισμού λυμάτων με αυστηρή ιεράρχηση χρόνου και χώρου, (β) ορθός οικονομικός προγραμματισμός και εποπτεία εκτελέσεως των έργων και απαιτείται σχετικά μικρό χρονικό διάστημα.

Δεύτερη κλίμακα ρυπάνσεων-Παγκόσμια ή Πλανητική

Αναφέρεται στο χώρο του οικοσυστήματος του πλανήτη Γη. Αφορά το κλίμα, την ατμόσφαιρα, τη κίνηση των θαλάσσιων ρευμάτων στα οικοσυστήματα (ωκεανοί), τη ροή και τη μεταφορά ενέργειας, καθώς και την τροφική αλυσίδα. Είναι δηλαδή αποτέλεσμα ανθρώπινης ενέργειας πολλών ετών, αφού αποτελεί βαθμιαία συσσώρευση οικολογικών παρεμβάσεων που διευρύνει το πρόβλημα σε παγκόσμια κλίμακα.

Τα οικολογικά προβλήματα της κλίμακας αυτής δεν λύνονται εύκολα, αλλά απαιτούν άμεση αντιμετώπιση (έρευνα, μετρήσεις, καθιέρωση standards) και ρυθμίσεις σε παγκόσμιο επίπεδο (global regulation). Απαιτούν κατ' αρχήν, παγκόσμια ρύθμιση και συνεργασία όλων των εθνών για ενιαία οικονομική εισφορά των δαπανών των διορθωτικών μέτρων. Τα προβλήματα αυτά απαιτούν μεγάλες δαπάνες της τάξεως μεγέθους κρατικών προϋπολογισμών και μεγάλη χρονική διάρκεια. Βεβαίως η εισφορά πρέπει να είναι ανάλογη με την οικονομική ισχύ των αναπτυγμένων χωρών που είναι, στις περισσότερες περιπτώσεις, οι κυρίως υπεύθυνες της κλίμακάς αυτής (φαινόμενο

θερμοκηπίου, όξινη βροχή). Ισχύει, με άλλα λόγια η αρχή της θεμελιακής δικαιοσύνης «Ο ρυπαίνων πληρώνει»².

Σήμερα, τα δύο πιο σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα της εποχής μας που ευθύνονται για πολλές καταστροφές είναι το φαινόμενο θερμοκηπίου και η όξινη βροχή.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί την τελευταία δεκαετία αντικείμενο έντονου προβληματισμού τόσο σε επιστημονικό όσο και σε πολιτικό επίπεδο.

Ορισμός

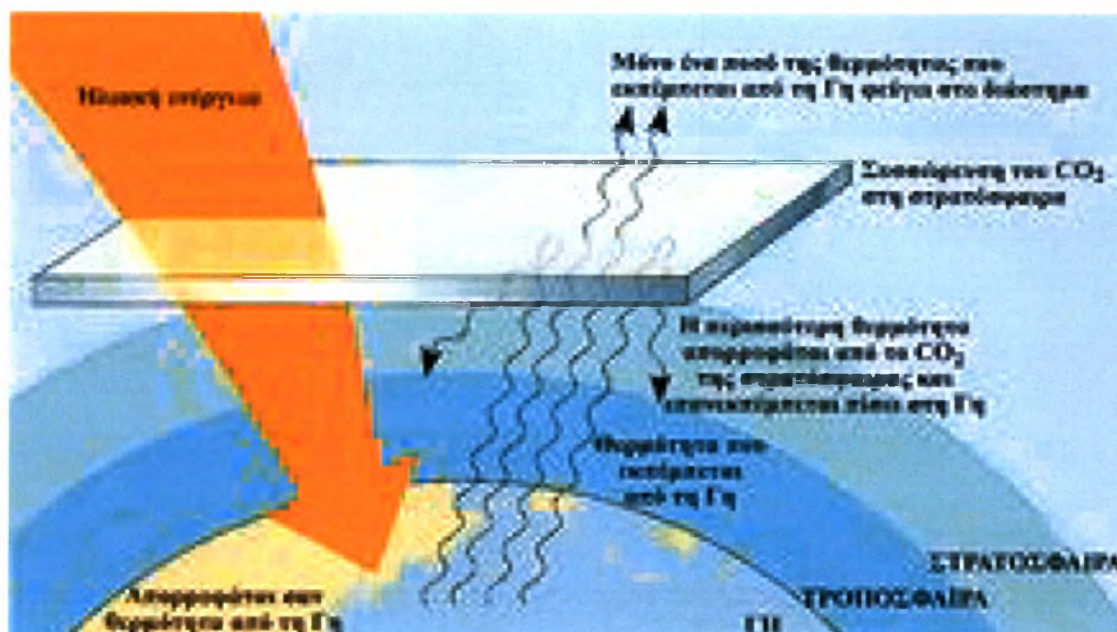
Με τον όρο «φαινόμενο του θερμοκηπίου» εννοούμε την απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα με τη βοήθεια κάποιων συγκεκριμένων αερίων όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), μεθάνιο (CH₄), οξειδία του αζώτου, χλωροφθοράνθρακες (CFS), όζον (O₃) και υδρατμοί, τα οποία παράγονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας να αυξάνεται.

Συγκεκριμένα, οι ρυπαντές αυτοί σχηματίζουν ένα είδος φράγματος που καλύπτει τη γη και λειτουργεί σαν την γυάλινη οροφή του θερμοκηπίου, το οποίο επιτρέπει την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας και αποτρέπει την διαφυγή θερμικής ακτινοβολίας προς το διάστημα. Ζούμε δηλαδή μέσα σε ένα θερμοκήπιο που το σκέπαστρο του αντί να είναι από τζάμι ή πλαστικό, όπως γίνεται στα γνωστά θερμοκήπια, είναι κατασκευασμένο από σύννεφα και από τα συγκεκριμένα ατμοσφαιρικά αέρια, που έχουν ήδη αναφερθεί πιο πάνω. (όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα).

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται πως το διοξείδιο του άνθρακα και το φαινόμενο του θερμοκηπίου συμβάλουν στη αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη μας

²Μ. Μπωναζούντας, 1995, σ. 16.20-21.

Σχήμα 1



Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Από το σχήμα βλέπουμε ότι ένα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται από την ατμόσφαιρα, θερμαίνεται και επανεκπέμπεται με την μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας στην επιφάνεια του εδάφους. Το μεγαλύτερο μέρος της ορατής και υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας που δεν απορροφάται από την ατμόσφαιρα, κινείται διαμέσου της ατμόσφαιρας προς την επιφάνεια της Γης, όπου και απορροφάται προκαλώντας την θέρμανσή της. Η ατμόσφαιρα όμως δεν είναι πλήρως διαφανής σε αυτήν, λόγω κυρίως της περιεκτικότητας σε CO_2 και υδατμούς που απορροφούν το μεγαλύτερο μέρος της (περιοχή μηκών κύματος 7 μέχρι 13 μm) τμήμα του οποίου ακτινοβολούν και πάλι προς την επιφάνεια του εδάφους, προκαλώντας έτσι μεγαλύτερη από την αναμενόμενη θέρμανση τόσο της ατμόσφαιρας όσο και της επιφάνειας του πλανήτη μας.³

Το φαινόμενο αυτό, που επιτρέπει τη διέλευση της ακτινοβολίας αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζει, μοιάζει με τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου γι' αυτό ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε το 1822 «Φαινόμενο Θερμοκηπίου». Αποτελεί μια φυσική διεργασία που εξασφαλίζει στη Γη μια θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους γύρω στους 15°C , ενώ η θερμοκρασία θα ήταν -18°C χωρίς αυτό. Η παραπάνω λειτουργία δηλαδή, συμβάλει στην διαμόρφωση της θερμοκρασίας της επιφάνειας του πλανήτη, που

³ <http://www.aerolab.ntua.gr>

τα τελευταία χρόνια αυξάνεται, και είναι θεμελιώδες για την ύπαρξη και διατήρηση ζωής. Γι' αυτό σήμερα λέγοντας “Φαινόμενο Θερμοκηπίου” δεν αναφερόμαστε στη φυσική διεργασία, αλλά στην έξαρση αυτής λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανίες, αυτοκίνητα κ.ά.), δηλαδή στην **Παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας** (Global Warming).

Από τους πρώτους που διαπίστωσαν την επικινδυνότητα του φαινομένου του θερμοκηπίου λόγω της συνεχούς και ανεξέλεγκτης καύσεως των ορυκτών καύσιμων με πηγή τον άνθρακα ήταν ο Σουηδός Arrhenius το 1890. Επίσης, υπολόγισε ότι διπλασιασμός των συγκεντρώσεων του CO₂ στην ατμόσφαιρα θα οδηγούσε σε αύξηση κατά 16 °C της θερμοκρασίας της γης⁴.

Πηγές Ρύπανσης

Παρά το γεγονός ότι υπάρχει σε σημαντικό βαθμό αβεβαιότητα ως προς τη χρονική εξέλιξη και την ένταση του φαινομένου, όλα συγκλίνουν στην διαπίστωση ότι οι ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων, γνωστών ως αερίων του θερμοκηπίου, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), τα οξειδία του αζώτου (NO_x), το μεθάνιο (CH₄), υδροφθοράνθρακες (HFCs) και άλλες πτητικές ενώσεις διαταράσσουν την οικολογική ισορροπία.

Συγκεκριμένα, έχει διαπιστωθεί ότι οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες έχουν αυξήσει σημαντικά τις συγκεντρώσεις των αερίων των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας με αποτέλεσμα την αύξηση της απορροφούμενης ακτινοβολίας και την επακόλουθη θερμοκρασιακή μεταβολή. Υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της Γης έχει αυξηθεί κατά 0,5 με 0,6°C από το 1880, λόγω της έξαρσης του φαινομένου και μέχρι το έτος 2100, εάν δεν ληφθούν μέτρα, η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι από 1,5 έως 4,5°C.

⁴ S. Faucheux-J - F. Noel. 1993, σ. 53.

Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Σημαντική ευθύνη από όλους τους ρυπαντές για τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου και για τις επιπτώσεις του στην αλλαγή του κλίματος της γης αποτελεί η μεγέθυνση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, το οποίο είναι υπεύθυνο για το 50% της αύξησης, ενώ για το υπόλοιπο ευθύνονται οι άλλοι ρυπαντές.

Το διοξείδιο του άνθρακα, μολονότι φυσιολογικό συστατικό της ατμόσφαιρας θεωρείται σημαντική πηγή θέρμανσης. Αν και είναι τόσο σημαντικός παράγοντας της φωτοσύνθεσης, υπάρχουν τεκμηριωμένες απόψεις ότι είναι σε θέση να αλλάξει το κλίμα του πλανήτη με έμμεση επίδραση στη στάθμη των υδάτων και την κατάσταση που επικρατεί στις ακτές μέσω του φαινομένου του θερμοκηπίου⁵.

Συγκεκριμένα, το 1956 σε ένα άρθρο δημοσιευμένο στο περιοδικό Tellus ο Gilbert Plass του πανεπιστημίου John Hopkins, επισήμανε ότι το διοξείδιο του άνθρακα ελέγχει πράγματι το κλίμα του πλανήτη μας και ότι η αυξανόμενη χρήση των ορυκτών καυσίμων από τον άνθρωπο έχει ήδη συμβάλει στην αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα με επακόλουθο το κλίμα να γίνει πιο θερμό εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου⁶.

Είναι άχρωμο, άοσμο αέριο το οποίο παράγεται κυρίως κατά την τέλεια καύση εξαιτίας των αυτοκινήτων, των πηγών κεντρικής θέρμανσης και των βιομηχανιών.. Η έκλυση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) έχει φτάσει σε τέτοιο σημείο ώστε να μην μπορεί να απορροφηθεί από την ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα ο ρυθμός διάλυσης του στους ωκεανούς να δημιουργεί θερμομονωτικό κάλυμμα.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται το μέσο ετήσιο ισοζύγιο εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα για το έτος 2000, όπου φαίνεται ότι προστίθενται στην ατμόσφαιρα 11,73 Gtn CO₂ ετησίως.

⁵⁵ M. Μποναζούντας, 1995.σ. 216.

⁶ S. Faucheux - J-F. Noel, 1993, σ. 52.

Πίνακας 1.: Ετήσιο μέσο ισοζύγιο ατμοσφαιρικού CO₂

Πηγές	Gtn/έτος
Εκπομπή από καύση ορυκτών καυσίμων και παραγωγή τσιμέντου	20,17 (+_1,83)
Καθαρή εκπομπή από αλλαγές στη χρήση τροπικών εδαφών	5,87 (+_3,67)
Απορρόφηση από ωκεανούς	7,33 (+_2,93)
Απορρόφηση από ανάπτυξη δασών Β. Ημισφαιρείου	1,83 (+_1,83)
Πρόσθετες διάφορες καταβόθρες	5,13 (+_5,5)
Συσσώρευση στην ατμόσφαιρα	11,73 (+_0,73)

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Από στοιχεία του Πίνακα 1 προκύπτει ότι περίπου το 50% του CO₂ το οποίο παράγεται ετησίως, παρέμεινε στην ατμόσφαιρα, ενώ το άλλο 50% μεταφέρθηκε στους ωκεανούς και στη βιόσφαιρα με διάφορους μηχανισμούς.

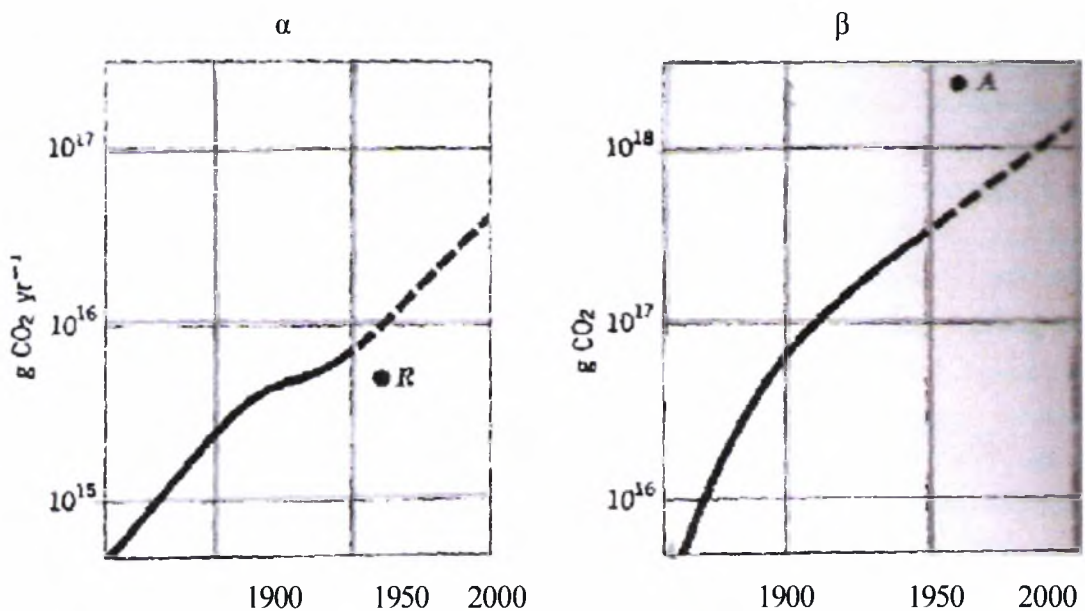
Τα τελευταία 150 χρόνια παρουσιάζεται συνεχή αύξηση της συγκέντρωσης CO₂ στην ατμόσφαιρα, όπου διαπιστώνεται η σχεδόν εκθετική αύξηση των συγκεντρώσεων τα τελευταία 100 χρόνια. Συγκεκριμένα, η αύξηση της συγκέντρωσης CO₂ τον περασμένο αιώνα ήταν 25% (περίπου 1,5 ppmv ανά έτος), ενώ το 2060 προβλέπεται σημαντική παγκοσμία αύξηση των εκπομπών CO₂ με ρυθμό αύξησης εκπομπής 2% ετησίως.

Μια υπέρμετρη αύξηση του CO₂ μπορεί να προκαλέσει ριζική αλλαγή του κλίματος, τήξη των πολικών πάγων, ανύψωση της στάθμης των θαλασσών, ερημοποίηση του εδάφους, μείωση της παραγωγής τροφών (σε περίοδο εκθετικής πληθυσμιακής διογκώσεως) και καταστρεπτικές πλημμύρες παράκτιων περιοχών και πόλεων. Η εξέλιξη αυτή αναμένεται να πραγματοποιηθεί γύρω στο 2050 μ.Χ., αν δεν ληφθούν

μέτρα επιβράδυνσής της. Σε τέτοια περίπτωση αναμένεται μία ανύψωση της στάθμης της θάλασσας κατά 45 εκατοστά (cm)⁷.

Η ισχυρή αυτή αύξηση εκπομπών CO₂ οφείλεται στην αύξηση του πληθυσμού και στην εκβιομηχάνιση στην Ασία, στη Λατινική Αμερική. Περίπου τα τρία τέταρτα της προβλεπόμενης αύξησης εκπομπών CO₂ θα προέλθει από αναπτυσσόμενες χώρες. Η Ευρωπαϊκή Ένωση ευθύνεται σήμερα για το 16% των παγκοσμίων εκπομπών CO₂ που σχετίζονται με την παραγωγή ενέργειας περιλαμβάνοντας μόνο το 6% του παγκόσμιου πληθυσμού. Συγκεκριμένα, οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα από 280 ppm (parts per million) σε 370 ppm (προβιομηχανική και μεταβιομηχανική περίοδος).

Σχήμα 2: Η επίδραση των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στο CO₂



Ο ρυθμός καταναλώσεως στερεών καυσίμων

Η συνολική προσθήκη CO₂ στην ατμόσφαιρα

Όπου: (A) CO₂ στην ατμόσφαιρα,

(R) .μετρημένος ρυθμός αύξησης του CO₂ στην ατμόσφαιρα

⁷ <http://www.aerolab.ntua.gr>

Στα σχήματα 2α και 2β βλέπουμε τα αποτελέσματα αναλύσεως στατιστικών της καταναλώσεως ορυκτών καυσίμων και της επιδράσεως του ανθρώπου στο CO₂ από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης, καθώς και οι ρυθμοί αυξήσεως καταναλώσεως ορυκτών καυσίμων και η προέκταση τους μέχρι το 2000⁸.

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι εκπομπές CO₂ στην Ευρωπαϊκή Ένωση καθώς και η κατανομή κατά οικονομική δραστηριότητα.

Πίνακας 2: Εκπομπές CO₂ στην Ευρωπαϊκή Ένωση (σε ktn)

Εκπομπές CO ₂ σε ktn	1999	% ΕΕ
ΕΕ 15	3097	100
Ηλεκτρισμός και παραγωγή θερμότητας	923,2	30
Ενεργειακός τομέας	143,5	5
Βιομηχανία	504,2	16
Οικιακός τομέας, εμπόριο	632,2	20
Μεταφορές	893,9	29
Από τα οποία		
Οδικές μεταφορές	743,3	24
Αεροπορικές μεταφορές	124,2	4
Θαλάσσιες μεταφορές	18,7	1
Σιδηροδρομικές μεταφορές	7,7	0

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Από τον Πίνακα 2 προκύπτει ότι τη μεγαλύτερη συμβολή στις εκπομπές CO₂ έχουν η ηλεκτροπαραγωγή (χρήση στερεών και υγρών καυσίμων) και οι μεταφορές, κυρίως οι οδικές.

Ο Πίνακας 3 παρουσιάζει τις εκπομπές CO₂ ανά χώρα στην Ευρωπαϊκή Ένωση από τη χρήση ορυκτών καυσίμων.

⁸ Μ. Μποναζούντας, 1995, σ. 220.

Πίνακας 3: Εκπομπές CO₂ από τη χρήση ορυκτών καυσίμων στις χώρες της Ε.Ε.

Εκπομπές CO ₂ σε ktn	1990	1995
Ε.Ε.	3.087,7	3.047,6
Βέλγιο	104,8	111,3
Δανία	52,8	59,9
Γερμανία	952,3	848,9
Ελλάδα	71,1	78,2
Ισπανία	203,8	238,1
Γαλλία	354,1	347,5
Ιρλανδία	30,4	31,9
Ιταλία	390,8	405,1
Λουξεμβούργο	10,6	8,7
Ολλανδία	153,0	170,9
Αυστρία	55,0	56,7
Πορτογαλία	39,1	47,9
Φιλανδία	51,6	56,4
Σουηδία	50,6	53,6
Ηνωμένο Βασίλειο	567,7	532,3

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Παρατηρούμε ότι από τις χώρες της ΕΕ, η Δανία και το Ηνωμένο Βασίλειο παρουσιάζουν συστηματική μείωση εκπομπών, γεγονός που οφείλεται στην ανάπτυξη της τεχνολογίας ηλεκτροπαραγωγής (υπερκρίσιμοι λέβητες, συνδυασμένος κύκλος, χρήση Φ.Α) και την αύξηση του βαθμού απόδοσης των υπαρχόντων σταθμών. Οι εκπομπές της Γαλλίας είναι χαμηλές λόγω του ότι η ηλεκτροπαραγωγή της βασίζεται σε Πυρηνική Ενέργεια⁹.

⁹ <http://www.aerolab.ntua.gr>

Μεθάνιο (CH₄)

Το μεθάνιο παγιδεύει και αυτό την ακτινοβολία που εκπέμπει η Γη και θεωρείται υπεύθυνο για το 12% της αύξησης της ικανότητας της ατμόσφαιρας να απορροφά θερμότητα κατά τη διάρκεια της προηγούμενης εικοσαετίας. Το μεθάνιο αποτελεί τελικό προϊόν βιολογικών διεργασιών και κατά συνέπεια δεν μπορεί να καταναλωθεί από καμία βιολογική διεργασία, όπως συμβαίνει με το διοξείδιο του άνθρακα¹⁰.

Οι εκπομπές μεθανίου είναι κατά ένα ελάχιστο ποσοστό φυσιολογικής προελεύσεως (έλη, τούνδρα, τερμίτες, ωκεανοί, λίμνες, φυτοφάγα ζώα). Αντίθετα, το μεγαλύτερο ποσοστό οφείλεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η καλλιέργεια ρυζιού, καύση βιομάζας, εξόρυξη κάρβουνου και διαρροή Φ.Α. έχουν αυξήσει τις εκπομπές CH₄ στην ατμόσφαιρα. Η συγκέντρωση του μεθανίου στην ατμόσφαιρα αυξάνεται τουλάχιστον κατά 1%ετησίως από το 1950, συνεπώς αποτελεί έναν από τους κυριότερους ρύπους του θερμοκηπίου¹¹.

Πίνακας 4 : Παγκόσμιες εκπομπές CH₄

Πηγή	Ετήσια εκπομπή (Mtn CH ₄)
Φυσικοί υγρότοποι	115
Καλλιέργεια ρυζιού	110
Ζώα	80
Παραγωγή-εξόρυξη αερίου	45
Βιομάζα	40
Πλήρωση γαιών	40
Εξόρυξη άνθρακα	40
Ωκεανοί	35

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι παγκόσμιες εκπομπές μεθανίου, από όπου προκύπτει ότι η καλλιέργεια ρυζιού αποτελεί τη βασικότερη ανθρωπογενή εκπομπή, ενώ η αποσύνθεση στους βιότοπους αποτελεί εξίσου σημαντική πηγή.

¹⁰ Χ. Θ. Μαλλιάρης, 2000, σ. 57-8.

¹¹ S. Faucheux – J - F. Noel, 1993, σ. 108.

Οξείδια του αζώτου (NO_x)

Αρχικά πρέπει να πούμε ότι τα οξείδια του αζώτου NO_x (αλλά και άλλοι ρυπαντές όπως το SO₂) τα έχει δεχθεί η ατμόσφαιρα του πλανήτη μας από την αρχή της ύπαρξης της λόγω ηφαιστειακών εκρήξεων, πυρκαγιών, καθώς και λόγω της βακτηριακής αποσύνθεσης οργανικών ουσιών. Βέβαια τα NO_x που σχηματίζονται με τέτοιου είδους διεργασίες είναι ελάχιστα ως προς αυτά της ανθρώπινης δραστηριότητας αφού για παράδειγμα ένα μεγάλο θερμικό εργοστάσιο παραγωγής ισχύος εκπέμπει ετησίως τόσους ρυπαντές όσους και μια έκρηξη ενός ηφαιστείου. Τα οξείδια του αζώτου παράγονται κυρίως από τους κινητήρες των διαφόρων οχημάτων. Συμφωνά με μελέτες, υπολογίζεται ότι το 50% της συνολικής εκπομπής των NO_x προέρχεται από κινητές πηγές, κυρίως αυτοκίνητα, και το άλλο μισό από εγκαταστάσεις καύσης. Οι εκπομπές NO_x στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 1996 ανέρχονταν σε 12 εκατ. τόνους.

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται οι εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου για το 1995:

Πίνακας 5: Εκπομπές αερίων θερμοκηπίου για το έτος 1995

Έτος: 1995	Συνολικές εκπομπές σε miot	Εκπομπές CO ₂ ισοδύναμο miot	Εκ των οποίων από μεταφορές σε miot
CO ₂ (καθαρό CO ₂)	3037	3037	8,04
Μεθάνιο CH ₄	4,46	93,70	4
Νιτρώδες οξείδιο (N ₂ O)	0,17	52,7	15,5

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Από τον Πίνακα 5 διαπιστώνεται η σημαντική συμβολή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Οι εκπομπές των άλλων αερίων είναι σημαντικά μικρότερες, λόγω όμως της μεγαλύτερης δραστηριότητάς τους στην

απορρόφηση της αντίστοιχης υπέρυθρης ακτινοβολίας η συμβολή τους δεν μπορεί να αγνοηθεί. Για παράδειγμα, ενώ οι εκπομπές μεθανίου αποτελούν μόνο 0,15% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, η αντίστοιχη όμως συμβολή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι σημαντικότερη¹².

Η επίδραση των θερμοσκοπικών αερίων (που είναι υπεύθυνα για την δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου) στην επιτάχυνση των κλιματικών αλλαγών του πλανήτη, εξαρτάται ουσιαστικά από τρεις παράγοντες :1) από την ικανότητα των αερίων αυτών να απορροφούν την υπέρυθρη ακτινοβολία. Από την σκέψη αυτή το μεθάνιο είναι 21 φορές πιο «αποτελεσματικό» ανά μόριο από το διοξείδιο του άνθρακα .2) από την σημερινή και μελλοντική συγκέντρωσή τους .3) από το χρόνο ζωής τους. Π.χ. το διοξείδιο του άνθρακα και τα οξείδια του αζώτου έχουν μακρό χρόνο ζωής , ενώ το μεθάνιο έχει βραχύ χρόνο ζωής¹³.

Σήμερα, εκτιμάται ότι η συμβολή του διοξειδίου του άνθρακα, του μεθανίου και του νιτρώδους οξειδίου στο φαινόμενο του θερμοκηπίου ανέρχεται σε ποσοστά 63,5%, 20,5% και 4,5% αντίστοιχα. Το 80% της αύξησης του διοξειδίου του άνθρακα προέρχεται από τον ενεργειακό τομέα , το υπόλοιπο από την αποψίλωση των δασών και την αύξηση των καλλιεργήσιμων γεωργικών εκτάσεων. Για το 35% των εκπομπών του μεθανίου ενοχοποιείται ο ενεργειακός παράγων (απώλεια φυσικού αερίου κατά την εκμετάλλευσή του, καύση της βιομάζας οφειλόμενη στις γεωργικές πρακτικές).Οι γεωργικές δραστηριότητες είναι υπεύθυνες για το 50% που κατανέμεται ισομερώς στις ρυζοκαλλιέργειες και στην εκτροφή ζώων και το υπόλοιπο 15% προέρχεται από την ζύμωση των αποβλήτων. Το 60% των οξειδίων του αζώτου προέρχεται κυρίως από μικροοργανισμούς του εδάφους και των υδάτων. Για τις εκπομπές από ανθρώπινες δραστηριότητες ευθύνονται τα λιπάσματα κατά 15% και ο ενεργειακός τομέας κατά 25%¹⁴.

¹² <http://www.aerolab.ntua.gr>

¹³ S. Faucheux –J - F. Noel, 1993, σ.58.

¹⁴ ό.π., σ. 108-9.

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΜΒΑΛΛΟΥΝ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ



- Πυρκαγιές και μείωση των δασών
- Αλόγιστη χρήση ορυκτών καυσίμων λόγω βιομηχανικής δραστηριότητας
- Αύξηση των καυσαερίων των οχημάτων
- Αυξημένη χρήση λιπασμάτων

Πυρκαγιές και μείωση των δασών

Σημαντικό ρόλο για την εξέλιξη του φαινομένου παίζει η συνεχής μεγάλη καταστροφή των τροπικών δασών για δυο λόγους:

1) Τα δάση μέσω της φωτοσύνθεσης δεσμεύουν το διοξείδιο του άνθρακα και παράγουν οξυγόνο.

2) Τα τροπικά δάση ρυθμίζουν τις ποσότητες των υδρατμών στην ατμόσφαιρα των τροπικών πλατών και κατά προσέγγιση ολόκληρου του πλανήτη.

Συγκεκριμένα, οι εκπομπές που προκαλούνται από την αποψίλωση των δασών στις αναπτυσσόμενες χώρες αντιπροσωπεύουν το 20% περίπου των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Συνεπώς, απαιτούνται συγκεκριμένες πολιτικές και δράσεις προκειμένου οι εκπομπές αυτές να ανασχεθούν και να αντιστραφούν εντός των επόμενων δύο έως τριών δεκαετιών¹⁵.

Αλόγιστη χρήση ορυκτών καυσίμων λόγω βιομηχανικής δραστηριότητας

Η βιομηχανική δραστηριότητα μιας χώρας αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα που συμβάλλει στην ατμοσφαιρική ρύπανση μέσω των στερεών, υγρών και αερίων

¹⁵ Χ. Θ. Μαλλιαρός, 2000, σ.170.

αποβλήτων της. Κατά την καύση ορυκτών καυσίμων, (πετρέλαιο, κάρβουνο, λιγνίτη) λόγω βιομηχανικής δραστηριότητας, παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του αζώτου και διοξείδιο του θείου, τα οποία συντελούν στην έξαρση του φαινομένου.

Είναι φανερό ότι οι πλέον αναπτυγμένες βιομηχανικές χώρες του κόσμου φέρουν το μεγαλύτερο μέρος της ευθύνης για τη ρύπανση του πλανήτη με αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Μόνο πέντε χώρες εκπέμπουν ετησίως 8,2 δισεκατομμύρια . τόνους CO₂ δηλαδή περίπου το μισό στις συνολικής ποσότητας ρυπαντών στην ατμόσφαιρα. Φυσικά πρωτοπόρος είναι Η.Π.Α. με 23% συνεισφορά (στοιχεία Διεθνούς Υπηρεσίας Ενέργειας 1995). Με βάση στοιχεία του 1996 οι Η.Π.Α εκπέμπουν 1471 εκατομμύρια. μετρικούς τόνους ισοδύναμου άνθρακα ετησίως σε μορφή CO₂, 177 mtic μεθανίου, 32,8 mtic N₂O, 24,4 mtic HF_s, PFC_s, SF₆ με αντίστοιχη εκατοστιαία σύσταση 84%,10,1%,1,9% και 2,4%. Η Κίνα με πληθυσμό πέντε φορές μεγαλύτερο από τον πληθυσμό των ΗΠΑ εκπέμπει το 13,9% των ρυπαντών, ενώ η Βρετανία 2,6% και η Γαλλία 1,6%

Οι κύριες πηγές ρύπανσης λόγω βιομηχανικής δραστηριότητας οφείλονται σε:

- Εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία κυρίως είναι θερμοηλεκτρικά και δημιουργούν σοβαρότατη ρύπανση του περιβάλλοντος είτε με τα καυσαέρια που εκπέμπουν στην ατμόσφαιρα, είτε με το θερμό νερό που διοχετεύουν σε παρακείμενες λίμνες ή ποτάμια. Μάλιστα σε ορισμένες περιπτώσεις η θερμική ρύπανση των ποταμών και λιμνών είναι σχεδόν καταστροφική και ανεπανόρθωτη. Το πρόβλημα της θερμικής ρύπανσης θα γίνει εντονότερο με τη χρησιμοποίηση πυρηνικών αντιδραστήρων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας λόγω του ότι οι σταθμοί αυτοί έχουν πολύ μεγαλύτερη συγκέντρωση ισχύος των θερμικών αποβλήτων. Τέλος με την εξάπλωση των πυρηνικών αντιδραστήρων βέβαια δεν θα υπάρχει μόλυνση της ατμόσφαιρας από θερμά καυσαέρια, αλλά θα υπάρχει επιβλαβέστερη και δυσκολότερα να καταπολεμηθεί, μόλυνση ακτινοβολίας.

Θερμοηλεκτρικούς σταθμούς: Το μέγεθος των προβλημάτων ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις περιοχές όπου λειτουργούν θερμοηλεκτρικοί σταθμοί εξαρτάται από το μέγεθος της ηλεκτροπαραγωγής, από το χρησιμοποιούμενο καύσιμο, λιγνίτη, πετρέλαιο ή φυσικό αέριο, από τη εγγύτητα του σταθμού σε

κατοικημένες περιοχές και από τις επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες. Στη χώρα μας τα κύρια προβλήματα εντοπίζονται στις λιγνιτικές μονάδες της ΔΕΗ που λειτουργούν στους νομούς Φλώρινας, Κοζάνης και Αρκαδίας, αφού το 40% της εκπομπής αερίων, ρύπων του θερμοκηπίου στη χώρα μας, παράγεται από τη ΔΕΗ.

- Μεγάλες βιομηχανικές μονάδες: Στην κατηγορία αυτή, υπάγονται τα διυλιστήρια, οι τσιμεντοβιομηχανίες, τα εργοστάσια παραγωγής λιπασμάτων, οι χαλυβουργίες και οι μονάδες εξόρυξης και επεξεργασίας μετάλλων. Σημαντικότερο ρόλο για την δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου παίζουν τα διυλιστήρια, αφού παράγουν μονοξείδιο του άνθρακα και αζωτούχες ενώσεις, που αποτελούν σημαντικές πηγές ρύπανσης για το φαινόμενο και τα εργοστάσια παραγωγής λιπασμάτων, που παράγουν και αυτές αζωτούχες ενώσεις. Γενικά οι μονάδες αυτές βρίσκονται στην Αθήνα, τη Θεσσαλονίκη, το Βόλο, την Καβάλα και τη Χαλκίδα.

Ο Πίνακας 6 παρουσιάζει την παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανά είδος καυσίμου για το έτος 1998.

Πίνακας 6: Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανά είδος καυσίμου για το 1998

Πηγές ενέργειας	Κατανάλωση (Μtoe)	Ποσοστό %
Πετρέλαιο	3500	41,1%
Φ.Α	1900	22,4%
Κάρβουνο	2100	24,7%
Πυρηνική	800	9,4%
Ηλεκτροπαραγωγή	200	2,4%
Σύνολο	8500	100%
Πίνακας 6: Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας (1 Mtoe=42GJ)		

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Είναι φανερό ότι οι ενεργειακές δραστηριότητες παίζουν καθοριστικό ρόλο στις εκπομπές των θερμοσκοπικών αερίων. Καθώς επίσης φανερή είναι η πετρελαϊκή εξάρτηση της παγκόσμιας οικονομίας για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (κυρίως

μεταφορές) και η μικρότερη συμμετοχή του Φυσικού αερίου και των στερεών καυσίμων (ηλεκτροπαραγωγή)¹⁶.

Αύξηση των καυσαερίων των οχημάτων

Τα αυτοκίνητα προκαλούν περισσότερη ατμοσφαιρική ρύπανση από οποιαδήποτε άλλη ανθρώπινη δραστηριότητα. Αποτελούν την κυριότερη πηγή εκπομπής για πολλούς αέριους ρύπους. Παράγουν τη μισή ποσότητα οξειδίων του αζώτου παγκοσμίως και παραπάνω από μισή ποσότητα του παγκοσμίως παραγόμενου μονοξειδίου του άνθρακα. Η αύξηση των αυτοκίνητων παγκοσμίως μπορεί να οδηγήσει σε εκρηκτική αύξηση εκπομπών των προαναφερθέντων ρυπογόνων ουσιών. Συνεπώς, τα καυσαέρια των οχημάτων αποτελούν σημαντικό παράγοντα ατμοσφαιρικής ρύπανσης και του φαινομένου του θερμοκηπίου¹⁷.

Στην περιοχή της Αθήνας κυκλοφορούν κυρίως δύο κατηγορίες οχημάτων : τα βενζινοκίνητα, τα οποία είναι κυρίως ιδιωτικής χρήσης, και τα πετρελαιοκίνητα, που είναι κυρίως τα ταξί και τα λεωφορεία. Σημαντικότερη ευθύνη για την έξαρση του φαινομένου έχουν τα βενζινοκίνητα, τα οποία παράγουν ρυπαντές, όπως το μονοξείδιο του άνθρακα, αζωτούχες ενώσεις και διοξείδιο του θείου, που συμβάλουν σημαντικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τους εκπεμπόμενους ρύπους ανά χιλιόμετρο κυκλοφορίας των διαφόρων κατηγοριών οχημάτων:

¹⁶ <http://www.aerolab.ntua.gr>

¹⁷ Α. Γεωργόπουλος, 1996. σ. 438-9.

Πίνακας 7: Οι εκπεμπόμενοι ρύποι σε γραμμάρια ανά χιλιόμετρο κυκλοφορίας των διαφόρων κατηγοριών οχημάτων

Κατηγορία οχήματος	Ρύποι	CO (g/km)	HC (g/km)	NO _x (g/km)	Σωματίδια (g/km)
Βενζινοκίνητα		45.8	4	1.62	0
Δίκυκλα		21.4	3.4	0.47	0
Ταξί					
α. LPG (προπάνιο)		11.8	3.6	1,9	0
β. DIESEL		1.34	181	0.69	0.37
Αστικά και τουριστικά λεωφορεία		19.2	5.2	9.5	2.7
Φορτηγά με κυβισμό					
α. <4.000		6.5	2.8	3.2	1.0
β. από 4.000 έως 6.000		10.0	3.6	5.3	1.5
γ. >6.000		19.2	5.2	9.5	2.7

Πηγή: Πέρπα, 1989, τ 2, Ε.Σ.Υ.Ε.

Από τον πίνακα συμπεραίνουμε ότι τα μαζικά μέσα μεταφοράς είναι τα πιο οικονομικά, τα λιγότερο ενεργοβόρα (καίνε τα λιγότερα καύσιμα), τα λιγότερο ρυπογόνα, ενώ η αυτοκίνηση είναι ο πιο ακριβός, ο πιο ρυπογόνος και ο πιο ενεργοβόρος τρόπος μετακίνησης. Επομένως, πρώτη προτεραιότητα πρέπει να έχουν πάντα οι ενέργειες που σκοπεύουν στην αναβάθμιση των μαζικών μέσων μεταφοράς των πόλεων, όπως φτηνό εισιτήριο, πυκνά δρομολόγια, ενημέρωση επιβατικού κοινού, παρά αντίστοιχες ενέργειες που σκοπεύουν στη διευκόλυνση της κυκλοφορίας αυτοκινήτων Ι.Χ, στη διαπλάτυση δρόμων κ.λ.π.¹⁸.

Αυξημένη χρήση λιπασμάτων

Τα λιπάσματα περιέχουν κυρίως άζωτο που αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους ρυπαντές για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Μετά την εφαρμογή του στις καλλιέργειες μια μεγάλη ποσότητα παρασύρεται από τα νερά της βροχής και καταλήγει σε λίμνες και σε θάλασσές με αποτέλεσμα να διαταράσσεται η φυσική βλάστηση. Ιδιαίτερα ανησυχητική είναι η κατείσδυση αζώτου με μορφή των νιτρικών αλάτων προς τους

¹⁸ ό.π., σ. 442-3.

υπόγειους υδροφόρες, οι οποίοι εφοδιάζουν μέσω γεωτρήσεων με πόσιμο νερό ανθρώπινες κοινότητες¹⁹.

Πηγές Ρύπανσης στην Ελλάδα

Οι βασικές πηγές εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ελλάδα και η συμβολή τους στις συνολικές εκπομπές σύμφωνα με την τελευταία επίσημη απογραφή που έχει κατατεθεί στη Γραμματεία της Σύμβασης για τη κλιματική αλλαγή (απογραφή έτους 2006, στοιχεία ετών 1990-2004) είναι:

- Ο τομέας "Ενέργεια" με συμμετοχή 78,6% στις συνολικές εκπομπές. Το 2004, η πλειοψηφία των εκπομπών (το 55,3%) προήλθε από την ενεργειακή βιομηχανία, το 20,6% από τις μεταφορές, το 9,1% από τη βιομηχανία, το 13,4% από τον οικιακό, εμπορικό και αγροτικό τομέα, ενώ οι εκπομπές από διαφυγές αερίων συμμετείχαν κατά 1,6%.
- Ο τομέας "Βιομηχανικές Διεργασίες" με συμμετοχή 10,3% στις συνολικές εκπομπές
- Ο τομέας "Χρήση διαλυτών και άλλων προϊόντων" με συμμετοχή 0,1% στις συνολικές εκπομπές
- Ο τομέας "Γεωργία" με συμμετοχή 8,7% στις συνολικές εκπομπές
- Ο τομέας "Απόβλητα" με συμμετοχή 2,4% στις συνολικές εκπομπές.

Οι συνολικές εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου εκφρασμένες σε ισοδύναμες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (δεν συμπεριλαμβάνεται ο τομέας Χρήσεις Γης, Αλλαγές Χρήσεων Γης και Δασοπονία - ΧΓΑΧΓΔ), το 2004 παρουσιάζουν αύξηση κατά 23,9% σε σχέση με τις εκπομπές βάσης που είναι το 1990.

Με βάση τα δεδομένα αυτά, η προσοχή όλων μας επικεντρώνεται στον τομέα της Ενέργειας και ειδικότερα στη ΔΕΗ. Η ΔΕΗ συμμετέχει κατά 73% στο σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών Διοξειδίου του Άνθρακα και συνεπώς εκπέμπει το 40% του συνόλου αερίων ρύπων του θερμοκηπίου της χώρας²⁰.

¹⁹ ό.π., σ. 510.

²⁰ <http://euromoney.gr>

ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΑΝΤΩΝ

Για την εκτίμηση των συγκεντρώσεων των ρυπαντών στην ατμόσφαιρα που εκπέμπονται από διάφορες πηγές απαιτείται η εκτίμηση της ποσότητας των ρυπαντών που εκπέμπονται από την πηγή. Όταν είναι γνωστή σε λεπτομέρεια η διεργασία παραγωγής των ρυπαντών τότε μπορεί να γίνει με ακρίβεια ο σχετικός υπολογισμός. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις αυτό δεν είναι δυνατόν γι' αυτό έχουν καθορισθεί στατιστικά στοιχεία με βάση τα οποία μπορεί να εκτιμηθούν οι εκπομπές. Τα στοιχεία αυτά βρίσκονται στη βάση δεδομένων της υπηρεσίας προστασίας περιβάλλοντος της Αμερικής για διάφορες βιομηχανικές διεργασίες και έχουν υιοθετηθεί από πολλές υπηρεσίες (δημοσίευση EPA-42) ή στον διαδικτυακό τόπο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Είναι φανερό ότι θα υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις στην πράξη από τα στοιχεία αυτά δεδομένου ότι οι πραγματικοί δείκτες εκπομπής, όπως καλούνται τα στοιχεία αυτά, θα εξαρτώνται από την τεχνολογία της παραγωγικής διαδικασίας, το είδος καυσίμου.

Για παράδειγμα στον Πίνακα 8 παρουσιάζονται οι δείκτες εκπομπών για το CO₂ από παραγωγή ενέργειας.

Πίνακας 8: Δείκτης εκπομπών CO₂

Εκπομπές από παραγωγή ενέργειας	Δείκτης CO ₂
Κάρβουνο	99 kg /GJ
Λιγνίτης	105
Φυσικό αέριο	59
Μαζούτ	83
Εκπομπές από μεταφορές	
Βενζίνη	2,31 kg/lt
Diesel	2,58
Υγραέριο	1,64
Αερομεταφορές	0.254 kg CO ₂ /άτομο / χλμ
Σιδηρόδρομος	0,076
Αερομεταφορές	1,56 kg CO ₂ /τόνος /χλμ
Σιδηρόδρομος	0,039
Χερσαίες μεταφορές	0,048

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Ως παράδειγμα εφαρμογής του πίνακα εκτιμάται ότι η ποσότητα CO₂ που εκπέμπεται από θερμοηλεκτρικό σταθμό λιγνίτη 1000 Mw (θερμικά) είναι 105 kg/s.

Ενδεικτικά επίσης παρατίθεται και ο πίνακας 9 για τους δείκτες εκπομπών σταθμού ηλεκτροπαραγωγής

Πίνακας 9: Δείκτης εκπομπών σταθμού ηλεκτροπαραγωγής

Ρυπαντής	Λιγνιτικός σταθμός kg/tn	Σταθμός με Φ.Α kg/10 ⁶ m ³
Σωματίδια	3,5 . A(A % περιεκτικότητα σε άκαυστα)	80-240
SO ₂	15.S(S % περιεκτικότητα σε Θείο)	9,6
NO _x	4	11200
HC	<0.50	16
CO	0.5	272

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Στον πίνακα 10 παρουσιάζονται στατιστικές τυπικές τιμές εκπομπών ρύπων στην ατμόσφαιρα από λειτουργία ατμοηλεκτρικών μονάδων σε mg/MJ θερμικής ενέργειας καυσίμου.

Πίνακας 10: Τυπικές τιμές εκπομπών ρύπων στην ατμόσφαιρα

καύσιμο	Σωματίδια	NO _x	SO ₂	CO	HC
Κάρβουνο	1092	387	450	13	2
Μαζούτ	96	170	1400	14	3
Ντίζελ	6	100	220	16	3
Φ.Α	4	100	0,3	7	1

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Στον Πίνακα 11 παρουσιάζονται δείκτες εκπομπών για διάφορες βιομηχανίες.

Πίνακας 11: Δείκτες εκπομπών kg/tn προϊόντος

Βιομηχανία	Σωματίδια	CO	HC	NO _x	SO ₂
Καουτσούκ	1150	20000	65000	-	20S
Γυαλιού	0,7	0,1	-	3,1	1,7
Αλουμινίου	1,8	-	-	-	-
Κωκ	100	0,5	4	-	-
Ατσαλιού	55	125	-	-	-
Κεραμοποιίας	60	2,7	0,9	2,8	15S
Υαλονημάτων	75	2,5	-	24	25

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Πίνακας 12: Δείκτες εκπομπών επιβατικών αυτοκινήτων (g/kg καυσίμου)		
Ρυπαντές	Βενζινοκινητήρας	Πετρελαιοκινητήρας
CO	165	0
SO ₂	0, 8	7,5
NO ₂	16,5	16,5
Π HC	33	30
η Σωματίδια	0,05	18

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Στον πίνακα 12 παρουσιάζονται δείκτες εκπομπών για αυτοκίνητα για τυπική διαδρομή σύμφωνα με τους κανονισμούς. Είναι φανερό η πολύ καλύτερη καύση που γίνεται στον πετρελαιοκινητήρα έναντι του βενζινοκινητήρα αλλά και η πολύ μεγαλύτερη εκπομπή σωματιδίων που έχει ο πετρελαιοκινητήρας²¹.

²¹ <http://www.aerolab.ntua.gr>

ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες προκάλεσαν τη συσσώρευση ρύπων, οι οποίοι λόγω των συνεχιζόμενων εκπομπών οδηγούν σε σημαντικές μεταβολές του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος σε παγκόσμια κλίμακα, όπως τροποποίηση του κλίματος. Συγκεκριμένα, το φαινόμενο του θερμοκηπίου αναμένεται να οδηγήσει σε ευρείας κλίμακα κλιματικές μεταβολές με χαρακτηριστικά την άνοδο της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας στα κατώτερα ατμοσφαιρικά στρωματά και ταυτόχρονη μείωση της θερμοκρασίας στην στρατόσφαιρα. Τα αποτελέσματα της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι δύσκολο να προβλεφθούν με ακρίβεια και υπάρχουν αρκετές διαφωνίες μεταξύ των επιστημόνων²².

Παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας

Είναι πια παγκοσμίως γνωστό πως η Γη αφήνει πίσω της μια περίοδο ουσιαστικά σταθερού κλιματικού καθεστώτος για να μπει σε μια άλλη που θα χαρακτηρίζεται από γρήγορες και συνεχείς κλιματικές αλλαγές, με σημαντικότερη από αυτές, μια παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας εξαιρετικά γοργή, η οποία ευθύνεται για πολλές καταστροφές (ακραίες κλιματικές συνθήκες, πλημμύρες, ξηρασίες,), ενώ το λιώσιμο των πάγων των πόλων θα οδηγήσει σε αύξηση της θαλάσσιας στάθμης και τελικά σε αφανισμό όλων των παραθαλάσσιων πόλεων (Ν. Υόρκη, Αθήνα, κ.τ.λ.)²³.

Σύμφωνα με την ομάδα εργασίας ΙΙΙ της IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) η αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας του πλανήτη λόγω ανθρωπογενών εκπομπών αερίων για το έτος 2020 θα είναι της τάξεως 1,8°C, με εύρος διακύμανσης από 1,3° μέχρι 2,5°. Προβλέπεται επίσης από πολλούς επιστήμονες, ότι μέχρι το 2050 η θερμοκρασία του πλανήτη θα έχει αυξηθεί από 3-5 βαθμούς (συντηρητική εκτίμηση). Η αύξηση αυτή της θερμοκρασίας είναι 5-10 φορές μεγαλύτερη από την αύξησή της από την εποχή των παγετώνων μέχρι σήμερα. Η αύξηση αυτή της θερμοκρασίας θα μπορούσε να οδηγήσει σε αύξηση των κατακρημνισμάτων και της εξάτμισης (π.χ κατά 3% το 2020) με αποτέλεσμα το λιώσιμο των πάγων και την αύξηση της στάθμης των ωκεανών κατά ένα μέτρο. Υπάρχουν όμως, πολλές περιοχές της γης

²² Μ. Μποναζούντας, 1995, σ. 164.

²³ Α. Γεωργόπουλος, 1996, σ. 471.

όπου η επιφάνεια του εδάφους δεν υπερβαίνει τα δύο μέτρα όπως για παράδειγμα στο Μπαγκλαντές όπου το 18% της έκτασης θα βρίσκεται κάτω από το νερό το έτος 2050²⁴.

Σταδιακό λιώσιμο πάγων-Αύξηση της θαλάσσιας στάθμης

Πάντως, από τις πλέον αποδεκτές αναμενόμενες επιπτώσεις είναι και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας λόγω αφενός της τήξεως των πολικών πάγων και αφετέρου λόγω της διαστολής των θαλάσσιων υδάτων. Σύμφωνα με τη θεωρία, η αύξηση της θερμοκρασίας θα ωθήσει σε λιώσιμο των παγετώνων και σε συνακόλουθη αύξηση της στάθμης της θάλασσας.

Τα τελευταία 100 χρόνια η επιφάνεια της θάλασσας ανεβαίνει κατά 1-1.5 χιλιοστό το χρόνο. Αυτή η άνοδος έχει αποδοθεί στη θερμική διαστολή των νερών των ωκεανών λόγω αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη. Πιστεύεται πως η τάση αυτή θα συνεχιστεί με μερική τήξη των πάγων της Αρκτικής και Ανταρκτικής που θα ανυψώσει το επίπεδο θαλασσών κατά 50-150 εκατοστά γύρω στο 2090. Σύμφωνα με την ομάδα εργασίας III της IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) η ανύψωση της θαλάσσιας στάθμης για το έτος 2030 θα κυμαίνεται μεταξύ 0,10- 0,32 μ, ενώ για το έτος 2070 προβλέπεται ότι η στάθμη της θάλασσας θα ανέλθει από 0,33-0,75 μ. Δηλαδή το λιώσιμο των πάγων λόγω της παγκόσμιας θέρμανσης δικαιολογεί το μισό της αύξησης και η θερμική διαστολή των ωκεανών το άλλο μισό²⁵.

Από την άνοδο αυτή αναμένεται ότι περίπου το 10-20% των παραλιακών εδαφών θα κατακλυστούν από τους ωκεανούς, ενώ τα κεφάλαια που υπολογίζεται να δοθούν για φράγματα, επιχωματώσεις και άλλα αντισταθμιστικά έργα, υπολογίζονται σε πολλά τρισεκατομμύρια δολάρια. Πιο συγκεκριμένα αναμένεται να καλυφθούν μερικώς παραθαλάσσιες περιοχές, οι οποίες ήδη αντιμετωπίζουν προβλήματα και κινδυνεύουν να χαθούν για πάντα κάτω από τα νερά της θάλασσας σαν νέες Ατλαντίδες. (π.χ. ακτές Ολλανδίας, Βενετία κ.λπ.), ενώ παράλληλα θα πληγεί ο υδροφόρος ορίζοντας περιοχών που βρίσκονται κοντά σε εκβολές ποταμών(π.χ. περιοχή Θεσσαλονίκης, δέλτα του Νεΐλου κ.λπ.)²⁶.

²⁴ S. Faucheux – J - F. Noel, 1993, σ. 60.

²⁵ *ό.π.*, σ. 475-6.

²⁶ Μ. Μποναζούνας, 1995, σ. 179

Παραθαλάσσιες πόλεις της Ελλάδας, όπως η Θεσσαλονίκη, αναμένεται να επηρεαστούν από την ενδεχόμενη άνοδο της στάθμης της θάλασσας, από 30 έως 88 εκατοστά εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, ενώ προβλήματα ενδέχεται να αντιμετωπίσουν από τις καθιζήσεις λιμάνια, παράκτιες εγκαταστάσεις, αεροδρόμια και δίκτυα αποχετεύσεων σε ολόκληρη τη χώρα.

Επίσης, από την αλλαγή του κλίματος θα αυξηθεί η ένταση των κυμάτων, ενώ στη βόρεια και κεντρική Ευρώπη οι πολύ κρύοι χειμώνες θα είναι πολύ σπάνιο φαινόμενο, στη δεκαετία του 2020 και σχεδόν ανύπαρκτοι το έτος 2080²⁷.

Αύξηση βροχών και γινοπτώσεων, σε κάποιες περιοχές και επικίνδυνη μείωση σε άλλες.

Οι συνέπειες της ανόδου της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα θα επηρεαστούν με πολύ άνισο τρόπο διαφορές περιοχές της γης. Συγκεκριμένα, η άνοδος της θερμοκρασίας θα είναι τόσο σημαντική όσο η κλιματική ζώνη βρίσκεται σε μεγαλύτερο γεωγραφικό πλάτος. Με άλλα λόγια οι εύκρατες ζώνες ή οι ήδη ερημικές θα υποστούν σοβαρές αλλαγές, ενώ οι ψυχρότερες περιοχές θα ευνοηθούν περισσότερο²⁸.

Στην Ευρώπη, σύμφωνα με τις σημερινές έρευνες και προβλέψεις, για κάθε δεκαετία που διανύουμε θα σημειώνεται αύξηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας, που θα κυμαίνεται μεταξύ 0,1 και 0,4 βαθμών Κελσίου. Ταυτόχρονα, η βροχόπτωση και η χιονόπτωση θα αυξάνεται στη βόρεια Ευρώπη κατά 1-2% (ήδη κατά τον εικοστό αιώνα η βροχόπτωση στη βόρεια Ευρώπη αυξήθηκε σε ποσοστό 10-40%) κάθε δεκαετία που περνάει, και στο νότιο τμήμα της γηραιάς ηπείρου οι βροχές και τα χιόνια θα μειώνονται με μικρότερους ρυθμούς. Σύμφωνα με τις σημερινές έρευνες και προβλέψεις η αλλαγή του κλίματος στην Ελλάδα θα έχει ως αποτέλεσμα ορισμένες περιοχές να έχουν περισσότερες βροχοπτώσεις ή χαμηλότερες θερμοκρασίες. Παρόλο αυτά, οι κλιματικές αλλαγές στην Ευρώπη θα ευνοήσουν την καλλιέργεια δημητριακών στη Βόρεια και Κεντρική Ευρώπη, σε βάρος της Ελλάδας, της Ισπανίας, της Ιταλίας και της Νότιας Γαλλίας.

²⁷ <http://www.skai.gr>

²⁸ S. Faucheux – J - F. Noel. 1993, σ. 115-6.

Μια άλλη σημαντική συνέπεια του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι η μείωση απορρόφησης άνθρακα από δάση και η διάλυση του σε ωκεανούς με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμότητας των θαλασσών, την εξαφάνιση πολλών θαλάσσιων ειδών, καθώς επίσης και την αύξηση του πλήθους των εντόμων.

Επίσης, η αλλαγή του κλίματος του πλανήτη θα περιορίσει τις δυνατότητες διαχείρισης της παραγωγής τροφίμων σε πλανητική κλίμακα, αφού όσο θα ανεβαίνει η θερμοκρασία η ρύπανση της ατμόσφαιρας θα εντείνεται και σε περίπτωση που συνεχιστεί το φαινόμενο θα προκληθούν, μεταξύ άλλων, καταστροφή των καλλιεργειών ελιάς και δημητριακών από την ξηρασία, ενώ και η εθνική οικονομία θα ζημιωθεί άμεσα, από τη μείωση της παραγωγής και της καταστροφής των υποδομών²⁹.

Όσον αφορά τα δάση, οι ξηρασίες θα είναι πιο έντονες, οι πυρκαγιές πιο εκτεταμένες και η δράση των παρασιτικών εντόμων πιο καταστρεπτική. Τα ώριμα δέντρα θα μπορέσουν πιθανότατα να υπομείνουν την αλλαγή της θερμοκρασίας και των βροχών, άλλα η αναγέννηση του δάσους μέσω των σπόρων θα σταματήσει εντελώς σε κάποιες περιοχές, διότι τα νέα δέντρα είναι πολύ πιο ευαίσθητα στις αλλαγές αυτές. Τα αποτελέσματα αυτά ίσως γίνουν πιο αισθητά στα εύκρατα δάση.

Όσον αφορά τη δημόσια υγεία, η θνησιμότητα που σχετίζεται με τα καρδιαγγειακά και αναπνευστικά νοσήματα θα αυξηθεί ιδιαίτερα για τα ηλικιωμένα άτομα κατά την διάρκεια απότομων κυμάτων καύσωνα. Στην Ελλάδα κατά την διάρκεια του καύσωνα το καλοκαίρι του 1987 περισσότερα από 1.000 άτομα πέθαναν από θερμοπληξία εξαιτίας κατά πάσα πιθανότητα και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Έρευνες στις ΗΠΑ έδειξαν πως άνοδος της θερμοκρασίας κατά 3,9° C είχε σαν αποτέλεσμα το θάνατο 4.500 ή 9.000 ατόμων κυρίως; ηλικιωμένων που θα έπασχαν από καρδιαγγειακά και αναπνευστικά νοσήματα αναλόγως του βαθμού προσαρμογής τους στις μεταβαλλόμενες θερμοκρασιακές συνθήκες, ενώ οι "κανονικοί" θάνατοι ήταν 1.100 στο μα του πληθυσμού που εξετάστηκε (Fox 1990). Αλλαγές στη γεωγραφική κατανομή των ασθενειών που μεταδίδονται στον άνθρωπο από φορείς όπως έντομα (π.χ. ελονοσία από τα κουνούπια) πρέπει να αναμένονται επίσης³⁰.

²⁹ [http://www. ideopolis. gr](http://www.ideopolis.gr)

³⁰ Α. Γεωργόπουλος, 1996, σ. 479-81.

Σημαντικές επιπτώσεις εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου αποτελούν επίσης και οι ακόλουθες:

- Λειψυδρία
- Πλημμύρες πολλών δέλτα ποταμών
- Συρρίκνωση ποταμών
- Φονικοί τυφώνες³¹.

ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Οικονομικό κραγ λόγω υπερθέρμανσης

Οι αρνητικές επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος θα παρεμποδίσουν την οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη όλων των χωρών και θα υπονομεύσουν τα πρόσφατα κέρδη από τη μείωση της φτώχειας σε αναπτυσσόμενες χώρες καθώς και την επίτευξη των Αναπτυξιακών Στόχων της Χιλιετίας.

Συγκεκριμένα λόγω των ακραίων αυτών καιρικών φαινομένων προβλέπεται καταστροφή σημαντικών οικονομικών τομέων, όπως η αλιεία, οι υδατοκαλλιέργειες, αλλά και ο τουρισμός. Τα προβλήματα στις υδατοκαλλιέργειες οφείλονται κυρίως στην αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα και στην αύξηση της θερμοκρασίας στο θαλασσίνο νερό. Οι μεταναστεύσεις διάφορων ειδών ψαριών, που παρατηρούνται τα τελευταία χρόνια είναι δυστυχώς μία ένδειξη της επίπτωσης των αλλαγών που επέρχονται στο οικοσύστημα.³²

Τα ανησυχητικά μηνύματα για το περιβάλλον επιτείνουν οι προειδοποιήσεις του διακεκριμένου οικονομολόγου Νίκολας Στέρνς, σύμφωνα με τις οποίες η παγκόσμια οικονομία θα συρρικνωθεί κατά 20%, αν δεν αντιμετωπιστεί άμεσα το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η έκθεση του οικονομολόγου αναφέρει ότι εάν δε ληφθούν άμεσα μέτρα, 200 εκατομμύρια άνθρωποι θα γίνουν πρόσφυγες στις χώρες τους λόγω ξηρασίας και πλημμύρων. Παράλληλα, το 40 % των ειδών της άγριας φύσης θα εξαφανιστούν, ενώ τα αποθέματα πόσιμου νερού θα λιγοστέψουν επικίνδυνα.

³¹ <http://www.prasino.gr>

³² <http://www.skai.gr>

Όπως προκύπτει από τις έρευνες σε περίπτωση που συνεχιστεί η αλλαγή του κλίματος θα επηρεασθούν κυρίως τα είδη ψαριών που ζουν σε μεγαλύτερα βάθη λόγω του γεγονότος ότι είναι περισσότερο ευαίσθητα στις αλλαγές της θερμοκρασίας³³.

Επιπτώσεις από έντονο φαινόμενο θερμοκηπίου

α) Αν το φαινόμενο θερμοκηπίου διπλασιαστεί τα επόμενα 100 χρόνια τα μοντέλα κλίματος δίνουν μία αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του εδάφους μεταξύ 1,5-5,5, που θα προκαλέσει περίπου 20-165 cm άνοδο της στάθμης (θερμική εκτόνωση των ωκεανών).

β) Γενικά τα μοντέλα κλίματος προβλέπουν ότι η θέρμανση από την αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου θα καταλήξει σε πιο ζεστές περιοχές στα μεγάλα γεωγραφικά πλάτη το χειμώνα, και αύξηση της ετήσιας βροχόπτωσης. Στα μέσα πλάτη, στις ηπείρους τα καλοκαίρια θα γίνουν πιο ξερά. Στα τροπικά μέρη η εξάτμιση και η βροχόπτωση θα αυξηθούν³⁴.

Ενδείξεις που μαρτυρούν την αλλαγή του κλίματος

1. Αύξηση της θερμοκρασίας:

Σύμφωνα με την έκθεση του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., που δημοσιεύτηκε το 1995, παρατηρούμε ότι η μέση θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης αυξήθηκε στη διάρκεια του περασμένου αιώνα κατά 0,5°C, ενώ τοπικά παρατηρήθηκαν ακόμη μεγαλύτερες υπερβάσεις ως προς τα μέσα επίπεδα θερμοκρασίας που έχουν παρατηρηθεί τα τελευταία 20.000 χρόνια. Έχει υπολογισθεί ότι από το τέλος του 20^{ου} αιώνα μέχρι σήμερα έχει αυξηθεί η μέση ατμοσφαιρική θερμοκρασία κατά 0,6 βαθμούς Κελσίου.

Η τάση αύξησης της θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης από τις αρχές της δεκαετίας του 1970 συνοδεύεται από επαναλαμβανόμενες ξηρασίες στην Ινδία, στην Αυστραλία και στην Αφρική. Το κεντρικό Σουδάν αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα ξηρασίας από τα μέσα της δεκαετίας του 1960. Το 1988 στις κεντροδυτικές πολιτείες των Η.Π.Α. εμφανίστηκε ξηρασία που προκάλεσε σημαντικές καταστροφές στις καλλιέργειες.

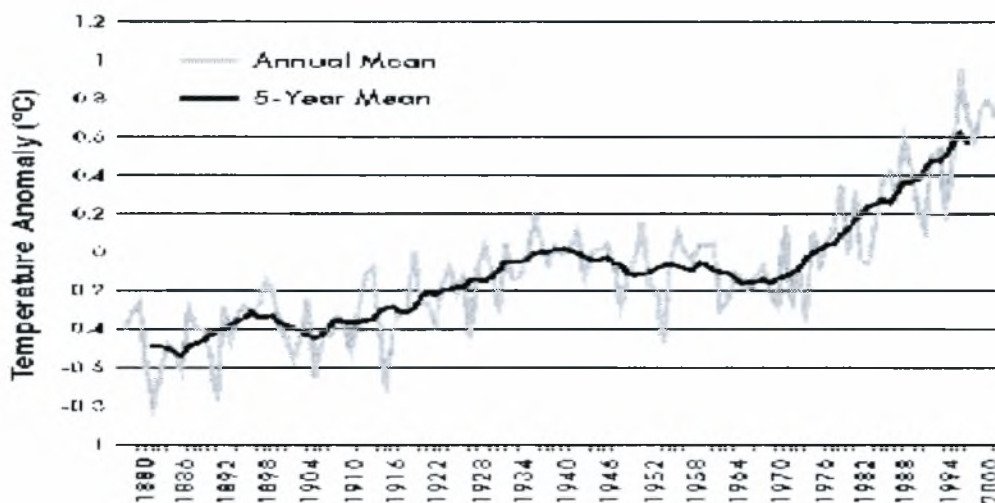
³³ <http://www.consilium.europa.eu.int>

³⁴ <http://www.skai.gr>

Εκτός από τις ξηρασίες που μαρτυρούν την αλλαγή του κλίματος, στα τροπικά κλίματα οι καταιγίδες και οι τυφώνες έχουν γίνει πιο καταστροφικοί. Το 1988 ο τυφώνας Gilbert είχε ταχύτητα 349 km/h και προκάλεσε ζημιές ύψους 10 δισεκατομμυρίων ευρώ στις χώρες της Καραϊβικής. Στα νησιά Fiji από το 1941 μέχρι το 1980 είχαν καταγραφεί πέντε σοβαροί τυφώνες και στην περίοδο Μαρτίου-Απριλίου του 1985 συνέβησαν τρεις. Και στο βόρειο Ατλαντικό όμως, τα τελευταία χρόνια συμβαίνουν ισχυρές καταιγίδες. Πιο συγκεκριμένα στη Βρετανία μεταξύ του Οκτωβρίου του 1987 και του Ιανουαρίου του 1990 συνέβησαν τρεις υποπιέσεις τύπου τυφώνα, με ταχύτητα ανέμου 190 km/h.

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζονται οι μέσες ετήσιες θερμοκρασίες από πολλά μέρη της Γης, για τον προηγούμενο αιώνα:

Σχήμα 3



Πηγή: <http://www.ideopolis.gr>:

Όπως φαίνεται και στο σχήμα παρατηρείται μια αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης της τάξης των $0,5^{\circ}\text{C}$. Από το 1880 μέχρι σήμερα παρατηρούνται τρεις φάσεις: ελάττωση της θερμοκρασίας μέχρι το 1890, αύξηση από το 1890 μέχρι το 1940, ελάττωση μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1960 και αύξηση από τότε μέχρι σήμερα. Ειδικά δε τα τελευταία 40 χρόνια υπάρχει σταθερή αύξηση η οποία αποδίδεται στην αύξηση εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα λόγω της έντονης βιομηχανοποίησης. Τα έτη 1983, 1987 και 1988 ήταν τα πιο θερμά που έχουν παρατηρηθεί.

2 Αύξηση της θαλάσσιας στάθμης

Η στάθμη της θάλασσας, αυξάνεται 10-20 εκατοστά κάθε 100 χρόνια. Πιο συγκεκριμένα, από το 1880 έχει ρυθμό ανύψωσης 10-15 cm ανά αιώνα, από το 1900 μέχρι σήμερα, ο ρυθμός αυξήθηκε σε 1,51 mm το χρόνο.

3. Αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα

Είναι προφανές ότι η αύξηση της βιομηχανικής παραγωγής οδήγησε και σε αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα. Το αέριο αυτό, όπως είδαμε στην αρχή, είναι ένας από τους σημαντικότερους ρυπαντές που ευθύνεται για την δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου, αφού εγκλωβίζει τη θερμότητα στον πλανήτη. Συνεπώς, αν αυξηθεί το αέριο αυτό τότε θα αυξηθεί και η εγκλωβιζόμενη θερμότητα, η οποία θα οδηγήσει με την σειρά της αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη³⁵.

4. Αύξηση ακραίων καιρικών φαινομένων

Σε τοπικό επίπεδο, έχουν υπάρξει φαινόμενα εξαιρετικά ακραίων καιρικών φαινομένων για τα οποία οι επιστήμονες ενοχοποιούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποίησε ο παγκόσμιος μετεωρολογικός οργανισμός, το 2006 ήταν η έκτη πιο θερμή χρονιά από το 1860 που ξεκίνησαν οι συστηματικές μετρήσεις για τη θερμοκρασία

Η θερμότερη χρονιά των τελευταίων ετών αναμένεται να είναι το 2007, σύμφωνα με προβλέψεις των βρετανών μετεωρολόγων. Οι επιστήμονες προβλέπουν ότι το 2007 θα είναι θερμότερο και από την έως σήμερα πιο καυτή χρονιά που θεωρείται ότι είναι 1998. Η μέση θερμοκρασία όλης της γης αναμένεται πως θα αυξηθεί κατά 0,54 βαθμούς Κελσίου και αν τελικά επαληθευτεί, θα έχει γίνει ρεκόρ όλων των εποχών. Το κλίμα αλλάζει προς το καυτό και η ανθρωπότητα θα πρέπει να προετοιμαστεί για ακόμα μεγαλύτερες αλλαγές.

³⁵ <http://www.ideopolis.gr>

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΟΤΙ Ο ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΑΥΞΑΝΕΙ

- Αύξηση της θερμοκρασίας στη Σιβηρία περισσότερο από ποτέ.
- Σταδιακό λιώσιμο των παγετώνων των Άλπεων.
- Αύξηση θερμοκρασίας στην Ανταρκτική.
- Αύξηση καταστροφικών βροχών στη Ρωσία.
- Αύξηση καταστροφικών χιονοπτώσεων στις ΗΠΑ.
- Αύξηση θερμοκρασίας στην Ελλάδα από 1-5 βαθμούς Κελσίου, κίνδυνος λειψυδρίας, ξηρασίας, καυσώνων και καταστροφικών πλημμύρων.

Την πρώτη θέση στον κατάλογο των χωρών με τα υψηλότερα ποσοστά αύξησης εκπομπής αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου κατέχει η Τουρκία, σύμφωνα με στοιχεία έκθεσης της Γραμματείας των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματολογικές αλλαγές. Με βάση μετρήσεις που έγιναν το διάστημα 1990-2004, το ποσοστό αύξησης της Τουρκίας ανέρχεται στο 72,6%, ενώ ακολουθούν η Ισπανία με 49%, η Πορτογαλία με 41%, ο Καναδάς και η Ελλάδα με 26,6% και η Αυστραλία με 25,1%.

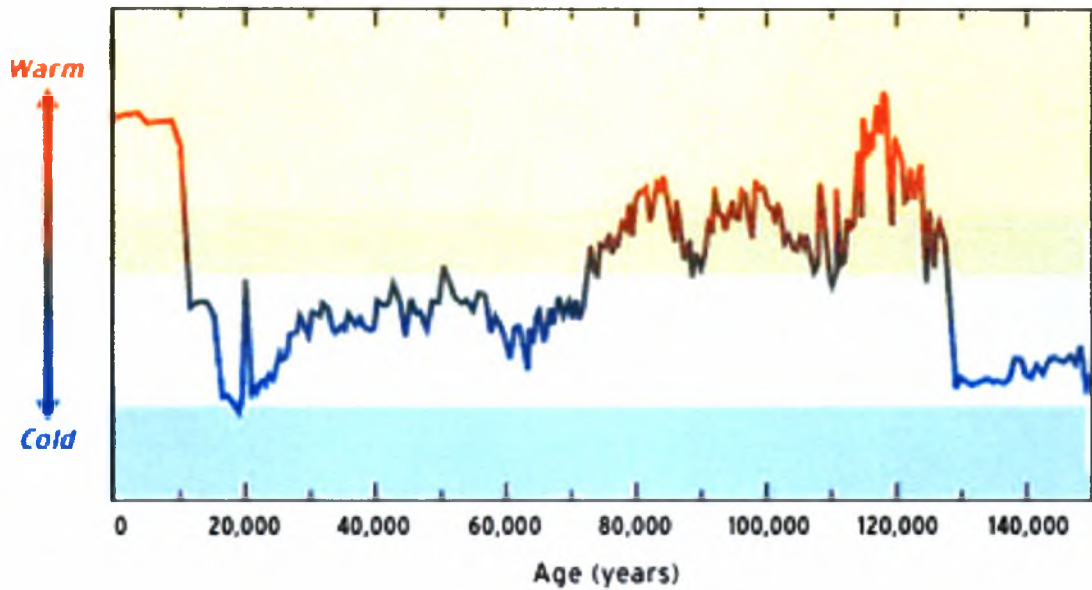
Στις χώρες με τη μεγαλύτερη μείωση εκπομπής των συγκεκριμένων αερίων την πρωτιά κατέχει η Λιθουανία με 60,4% και ακολουθούν η Λετονία με 58,5%, η Ουκρανία με 55,3%, η Εσθονία με 51%, η Βουλγαρία με 49%, η Λευκορωσία και η Ρουμανία με 41% και η Ρωσία με 32%.

Παράλληλα οι ΗΠΑ είναι η χώρα που εκπέμπει τη μεγαλύτερη ποσότητα αερίων. Συγκεκριμένα, το 1990 εξέπεμψαν 6.103,3 τόνους διοξειδίου του άνθρακα και το 2004 η ποσότητα ανήλθε στους 7.067,6 τη στιγμή που η συνολική ποσότητα της εκπομπής στην Ευρώπη από 4.252,5 τόνους το 1990, μειώθηκε στους 4.228 τόνους, το 2004³⁶..

Στο σχήμα 4 βλέπουμε τις εναλλαγές των τελευταίων 140.000 χρόνων, ενώ στο σχήμα 5 των τελευταίων 1.000.000 ετών.

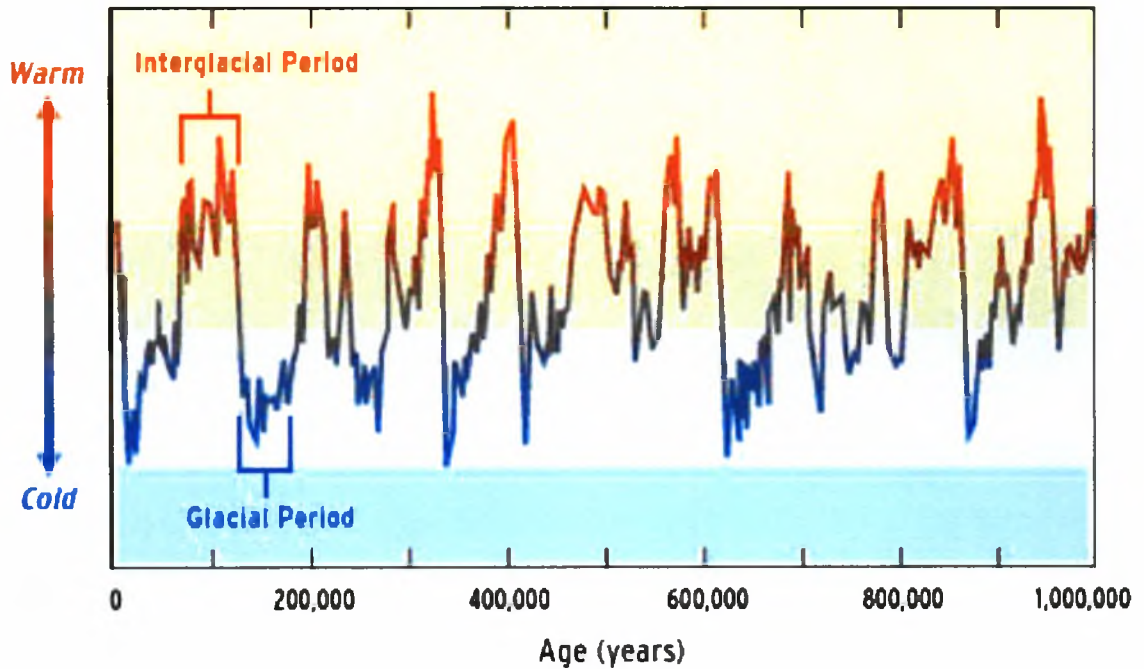
³⁶ <http://www.skai.gr>

Σχήμα 4



Πηγή: <http://www.ideopolis.gr>

Σχήμα 5



Πηγή: <http://www.ideopolis.gr>

Παρατηρώντας τα παραπάνω σχήματα ανακαλύπτουμε ότι κάθε Εποχή Πάγου κρατάει περίπου 100.000 χρόνια η οποία διακόπτεται από εποχές Μέσω-παγετώνων (Interglacials) που διαρκούν 10.000 χρόνια (σήμερα βρισκόμαστε σε μια τέτοια περίοδο κι ήδη έχουμε ξεπεράσει το μέσο όρο κατά 500 χρόνια

Παράγοντες επηρεάζουν και διαμορφώνουν το κλίμα της Γης

Διάφορες ερμηνείες έχουν δοθεί. Σε τοπικό επίπεδο, σίγουρα επηρεάζεται από φαινόμενα όπως η έκρηξη ενός ηφαιστείου. Ευρύτερα, δείχνει να επηρεάζεται από παράγοντες όπως τα θερμά / ψυχρά ρεύματα των ωκεανών και το επίπεδο αλμύρας τους καθώς και από την ακτινοβολία του ήλιου(φαινόμενο θερμοκηπίου) με κύκλους διάρκειας από 10 έως 11,5 έτη.

Νεότερες έρευνες ωστόσο καταδεικνύουν έναν ακόμα παράγοντα, ίσως το σημαντικότερο: Την κοσμική ακτινοβολία! Μοιάζει παράξενο αφού η ενέργεια που έρχεται μέσω της κοσμικής ακτινοβολίας είναι σαφώς μικρότερη αυτής που έρχεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας. Το μυστικό όμως βρίσκεται στα σύννεφα. Όσο περισσότερα σύννεφα έχουμε τόσο περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία εμποδίζεται να φτάσει στον πλανήτη. Όμως, οι κοσμικές ακτίνες καθορίζουν το σχηματισμό νεφών γιατί ionίζουν τα μόρια του αέρα οδηγώντας τα σε συμπύκνωση και δημιουργία σύννεφων. Σ' αυτή την ανακάλυψη προέβησαν οι Δανοί επιστήμονες H. Svensmark & E. Friis-Christensen καθώς παρατήρησαν ότι οι αλλαγές στο επίπεδο συννεφιάς ταυτιζόταν σχεδόν απόλυτα με το επίπεδο της κοσμικής ακτινοβολίας που έπεφτε στην τροπόσφαιρα.

Το δε επίπεδο της κοσμικής ακτινοβολίας που φτάνει σ' εμάς, καθορίζεται με τη σειρά του από το λεγόμενο «ηλιακό άνεμο». Με λίγα λόγια, όταν ο ηλιακός άνεμος δυναμώνει λιγότερη κοσμική ακτινοβολία φτάνει σ' εμάς, λιγότερα σύννεφα δημιουργούνται κι η θερμοκρασία αυξάνεται. Όταν ο άνεμος χαμηλώνει, η Γη ψύχεται³⁷.

³⁷ <http://www.ideopolis.gr>

ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Η βελτίωση της ποιότητας του αέρα αποτελεί παγκόσμια προτεραιότητα. Μια σημαντική μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η οποία ευθύνεται για την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη και την αλλαγή του κλίματος, προϋποθέτει τον συνδυασμό εθνικών και διεθνών μέτρων περιορισμού των εκπομπών ρυπογόνων αερίων.

Υπό αυτό το πρίσμα εγκρίθηκαν η σύμβαση πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική μεταβολή (1992) και το πρωτόκολλο του Κιότο (1997). Τα υπογράφοντα μέρη ανέλαβαν την υποχρέωση να μειώσουν τις οικείες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 5% τουλάχιστον σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, στο διάστημα 2008-2012. Η δέσμευση της ΕΕ αφορά μείωση κατά 8%. Επανειλημμένως, η Ευρωπαϊκή Ένωση επιβεβαίωσε τη σταθερή δέσμευσή της έναντι του πρωτοκόλλου του Κιότο. Κατά τη συνδιάσκεψη του Μαρακές (COP7, από τις 29 Οκτωβρίου έως τις 9 Νοεμβρίου 2001) τα μέρη κατέληξαν σε συμφωνία, με την οποία οι όροι εφαρμογής του πρωτοκόλλου του Κιότο καθίστανται νομικώς δεσμευτικό κείμενο. Την άνοιξη του 2002, η Ευρωπαϊκή Κοινότητα ενέκρινε και κατόπιν επικύρωσε το πρωτόκολλο του Κιότο. Παρά την άρνηση ορισμένων βιομηχανοποιημένων χωρών να επικυρώσουν το πρωτόκολλο, αυτό τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου του 2005, μετά από την επικύρωσή του από τη Ρωσία³⁸.

Πλαίσιο: Πρωτόκολλο του Κιότο

Η παρούσα απόφαση δεσμεύει τα κράτη μέλη της Ε.Ε να περιορίσουν, στο χρονικό διάστημα 2008-2012, τις εκπομπές τους αερίων θερμοκηπίου κατά 8%, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.

Προκειμένου να προχωρήσει προς την επίτευξη του στόχου, όπως καθορίστηκε στο πλαίσιο του πρωτοκόλλου του Κιότο, η Κοινότητα ενέκρινε το 2000 ένα πρόγραμμα για την αλλαγή του κλίματος και μια ανακοίνωση σχετικά με την εφαρμογή του. Στο πρόγραμμα επισημαίνονται, ως τομείς δράσεων προτεραιότητας, ιδίως οι τομείς της ενέργειας, των μεταφορών, της βιομηχανίας και της έρευνας.

Τον Ιούλιο του 2002 εγκρίθηκε το έκτο πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον, το οποίο ορίζει τις προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας έως το 2010. Δίνεται

³⁸ <http://www.ee.gr>

ιδιαίτερη βαρύτητα σε τέσσερις τομείς: αλλαγή του κλίματος, φύση και βιοποικιλότητα, περιβάλλον και υγεία, διαχείριση φυσικών πόρων και αποβλήτων. Προκειμένου να επιτευχθούν αυτές οι προτεραιότητες, προτείνονται οι εξής γραμμές δράσης:

- βελτίωση της εφαρμογής της περιβαλλοντικής νομοθεσίας
- συνεργασία με την αγορά και τους πολίτες
- και βελτίωση της ενσωμάτωσης του περιβάλλοντος στις άλλες κοινοτικές πολιτικές.

Το έκτο πρόγραμμα δράσης στηρίζεται σε επτά θεματικές στρατηγικές: ρύπανση του αέρα, θαλάσσιο περιβάλλον, αειφόρος χρήση των πόρων, πρόληψη και ανακύκλωση αποβλήτων, φυτοφάρμακα, ποιότητα του εδάφους και αστικό περιβάλλον. Οι εν λόγω στρατηγικές ανταποκρίνονται στον στόχο του εξορθολογισμού και του εκσυγχρονισμού σύμφωνα με τον οποίο πολλές επιμέρους νομοθετικές πράξεις εγκαταλείπονται σταδιακά υπέρ ενός ευέλικτου νομοθετικού και στρατηγικού πλαισίου. Οι τομείς που καλύπτονται είναι οι εξής

Τέλος, το 2005 τέθηκαν οι βάσεις για μια ανανεωμένη στρατηγική για την αλλαγή του κλίματος. Η στρατηγική αυτή στηρίζεται στην εφαρμογή των μέτρων που λαμβάνονται κυρίως δυνάμει του πρωτοκόλλου του Κιότο, για τον ορισμό νέων μέτρων σε συνεργασία με τους σχετικούς πολιτικούς τομείς, για την ενίσχυση της έρευνας και τη διεθνή συνεργασία, καθώς και για την ευαισθητοποίηση των πολιτών³⁹.

ΜΕΣΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Δύο ειδικά μέσα τέθηκαν σε εφαρμογή για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου: τα **νομικά** (υιοθέτηση κανονισμών, προτύπων και ποσοτικών περιορισμών στη χρήση πόρων) και τα **οικονομικά** (φόροι και εμπορεύσιμες άδειες).

Νομικά μέσα

Ως νομικά μέσα θεωρούμε την υιοθέτηση κανονισμών, προτύπων και ποσοτικών περιορισμών στη χρήση πόρων, καθώς επίσης την υποχρεωτική χρησιμοποίηση μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας ελέγχου ρύπανσης όπως ο μηχανισμός παρακολούθησης των

³⁹ <http://www.europa.eu.int>

εκπομπών των αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, δυνάμει του οποίου τα κράτη μέλη κοινοποιούν κάθε έτος την κατάσταση στη χώρα τους και τις δράσεις που ανέλαβαν στο θέμα των αερίων του θερμοκηπίου.

Μηχανισμός παρακολούθησης των εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο θερμοκηπίου

Η Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε στις 11 Φεβρουαρίου του 2004, ένα νέο μηχανισμό παρακολούθησης και κοινοποίησης των εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο θερμοκηπίου, ούτως ώστε να καταστεί δυνατή η ακριβέστερη και τακτική αξιολόγηση της προόδου όσον αφορά τη μείωση των εκπομπών. Αποσκοπεί στην τήρηση των υποχρεώσεων που ανελήφθησαν από την Κοινότητα δυνάμει της συμβάσεως-πλαισίου των Ηνωμένων Εθνών για τις αλλαγές του κλίματος (CCNUCC) και του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Η απόφαση θεσπίζει έναν μηχανισμό για:

- την παρακολούθηση στα κράτη μέλη όλων των ανθρωπογενών εκπομπών (συμπεριλαμβανομένης της απορρόφησής τους από τις λεγόμενες «καταβόθρες») αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο θερμοκηπίου
- την αξιολόγηση της προόδου στον τομέα αυτό, με στόχο την τήρηση των υποχρεώσεων που ανελήφθησαν από την Κοινότητα σε ό,τι αφορά τις εκπομπές και την απορρόφησή τους·
- την εφαρμογή της CCNUCC και του Πρωτοκόλλου του Κιότο·
- τη μέριμνα ώστε οι πληροφορίες που διαβιβάζονται από την Κοινότητα στη γραμματεία της CCNUCC να είναι πλήρεις, ακριβείς, συνεκτικές, διαφανείς και συγκρίσιμες.

Εθνικά προγράμματα και κοινοτικό πρόγραμμα

Τα κράτη μέλη και η Κοινότητα καταρτίζουν, δημοσιεύουν και θέτουν σε εφαρμογή, αντιστοίχως, εθνικά προγράμματα και κοινοτικό πρόγραμμα, με σκοπό, αφενός, τον περιορισμό ή τη μείωση των ανθρωπογενών εκπομπών από τις πηγές τους και αφετέρου, την ένταση της απορρόφησης από τις «καταβόθρες» όλων των αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο θερμοκηπίου προκειμένου να συμβάλουν:

- στη σταθεροποίηση του επιπέδου εκπομπών CO₂, μέχρι το έτος 2000, στα επίπεδα του 1990 (αυτός ο στόχος της CCNUCC πραγματοποιήθηκε από την Κοινότητα και τα κράτη μέλη της)·
- στην εκ μέρους της Κοινότητας τήρηση της δέσμευσής της για περιορισμό όλων των εκπομπών της αερίων θερμοκηπίου που δεν ρυθμίζονται από το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ δυνάμει της CCNUCC και του Πρωτοκόλλου του Κιότο·
- στη διαφανή και ακριβή παρακολούθηση της συντελούμενης και προσδοκώμενης προόδου από τα κράτη μέλη εις ό,τι αφορά τον περιορισμό των εν λόγω εκπομπών, συμπεριλαμβανομένης της συμβολής των κοινοτικών μέτρων.

Τα εθνικά προγράμματα πρέπει να περιέχουν πληροφορίες σχετικά με:

- τον αντίκτυπο των εθνικών πολιτικών και μέτρων στις εκπομπές και απορροφήσεις ανά αέριο και ανά τομέα·
- τις εθνικές προβλέψεις εκπομπών και απορροφήσεων CO₂ και άλλων αερίων θερμοκηπίου για τα έτη 2010, 2015 και 2020·
- τα θεσπισθέντα ή προβλεπόμενα μέτρα εφαρμογής των σχετικών κοινοτικών πολιτικών, καθώς και για την τήρηση των υποχρεώσεων που ανελήφθησαν βάσει του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

Τα κράτη μέλη οφείλουν να διαβιβάζουν τις παραπάνω πληροφορίες, σχετικά με τις εκπομπές και τις απορροφήσεις αερίων θερμοκηπίου στην επικράτειά τους, στην Επιτροπή (το αργότερο την 15η Ιανουαρίου κάθε έτους) για να καταστεί δυνατή η αξιολόγηση της συντελεσθείσας προόδου και η σύνταξη των υποχρεωτικών εκθέσεων για το σύνολο της Κοινότητας στο πλαίσιο της CCNUCC και του Πρωτοκόλλου του Κιότο⁴⁰.

⁴⁰ <http://www.europa.eu.int>

ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ–ΟΡΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ

Η συχνότερη και πιο αντιπροσωπευτική μορφή νομικών μέτρων στο πλαίσιο της σύγχρονης περιβαλλοντικής πολιτικής είναι αυτή των πρότυπων (standards).

Τα πρότυπα ποιότητας (standards) του περιβάλλοντος καθορίζουν τα μέγιστα αποδεκτά επιτρεπόμενα μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο ενός ρυπαντή στον αέρα. Τα πρότυπα παρουσιάζουν εύκολα και κατανοητά τις απαιτήσεις καθαρότητας του περιβάλλοντος. Μας πληροφορούν επίσης αν ένα περιβάλλον είναι αποδεκτό ή όχι σε σύγκριση με τις μετρήσεις συγκεντρώσεων των ρυπαντών στο περιβάλλον. Για να καθορισθεί ένα πρότυπο (π.χ. μέγιστη επιτρεπόμενη έκθεση σε κάποιο συγκεκριμένο ρυπαντή για κάποιο χρονικό διάστημα) θα πρέπει να προηγηθεί μια πειραματική, ερευνητική εργασία που θα καταλήξει σε μία καμπύλη δόσης ρυπαντή–συμπτωμάτων.

Εκτός των προτύπων ποιότητας του περιβάλλοντος υπάρχουν και πρότυπα τα οποία καθορίζουν τα επιτρεπτά όρια συγκέντρωσης ρυπαντών στα καυσαέρια από τις καπνοδόχους εργοστασίων ή θερμοηλεκτρικών σταθμών ή από τις μηχανές εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων. Τα όρια αυτά καλούνται όρια εκπομπών. Στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν καθορισθεί όρια εκπομπών για τους σημαντικότερους ρυπαντές της ατμόσφαιρας, έτσι ώστε να μειωθούν οι εκπομπές ρύπων που προέρχονται από διάφορες πηγές, κυρίως από τους πετρελαιοκινητήρες και τις μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης, τα οποία ισχύουν για μετρήσεις που γίνονται με συγκεκριμένες μεθόδους (μέθοδοι αναφοράς), είναι δεσμευτικά ως προς τον καθορισμό των θέσεων δειγματοληψίας και τέλος αναφέρονται και υπολογίζονται με βάση ωριαίες μετρήσεις που γίνονται στη διάρκεια ημερολογιακών χρόνων.

Στους παρακάτω πίνακες δίνονται τα όρια εκπομπών για τους σημαντικότερους ρυπαντές της ατμόσφαιρας που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τα οποία έχουν καθιερωθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και αποτελούν και τα Εθνικά όρια συγκέντρωσης. Το όριο αναφέρεται σε κάποια τιμή ενός ρυπαντή, που έχει καθιερωθεί νομοθετικά λαμβάνοντας υπόψη, εκτός των επιδράσεων του ρυπαντή στο περιβάλλον και τη δυνατότητα επίτευξης της τιμής αυτής από τεχνολογικής και οικονομικής πλευράς. Τα όρια αυτά συνεχώς μειώνονται λόγω της προόδου της τεχνολογίας αντιρρύπανσης και της νέας επιστημονικής γνώσης.

Συγκεκριμένα, η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθετεί συνεχώς αυστηρότερα όρια εκπομπών ρυπαντών στα καινούργια αυτοκίνητα, ακολουθώντας βέβαια την δυνατότητα που προσφέρει η ανάπτυξη της τεχνολογίας των καταλυτών και η σχεδίαση των νέων κινητήρων φτωχού μίγματος.

Πίνακας 13: Οι προδιαγραφές των εκπομπών καυσαερίων για αυτοκίνητα

Μέγιστη τιμή σε gr/km	CO	HC+NO _x	Σωματίδια
1970-1990			
Βενζίνες	45,8	5,6	0
Diesel	8,9	2,5	0,35
Euro 1993 (καταλύτης)			
Diesel	3,16	1,13	0,18
Βενζίνες	3,16	1,13	0,18
Euro 1996			
Diesel	1	0,7	0,08
Βενζίνες	2,2	0,55	-
Euro 2000			
Diesel	0,6	0,56	0,05
Βενζίνες	2,3	0,2+0,15	-
Euro 2005			
βενζίνες	1,0	0,1+0,08	-

Πηγή: <http://www.europa.eu.int>

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα όρια συγκέντρωσης του Όζοντος στον αέρα

Πίνακας 14: Όρια συγκέντρωσης του Όζοντος στον αέρα

ΡΥΠΑΝΤΗΣ	ΧΡΟΝΙΚΗ ΒΑΣΗ ΩΡΕΣ	ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΣΤΑΔΙΟ ΛΗΨΗΣ ΜΕΤΡΩΝ Α' ΒΑΘΜΙΔΑΣ	ΣΤΑΔΙΟ ΛΗΨΗΣ ΜΕΤΡΩΝ Β' ΒΑΘΜΙΔΑΣ
NO ₂ μg/m ³	1 ώρα	400	500	700
CO mg/m ³	8 ώρες	20	25	35
O ₃ μg/m ³	1 ώρα	250	300	500
SO ₂ μg/m ³	24 ώρες	250	300	400
Καπνός μg/m ³	24 ώρες	250	300	400

Πηγή: <http://www.europa.eu.int>

Οι ποινές που συνοδεύουν η τυχόν παραβίαση των προτύπων διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες. Τα κυριότερα συστήματα ποινών είναι:

- **Χρηματικό πρόστιμο:** Στην περίπτωση αυτή η παράβαση προτύπων συνεπάγεται για τον ρυπαίνοντα την καταβολή χρηματικού προστίμου.
- **Υποχρεωτική έκδοση άδειας λειτουργίας της οχλούσας δραστηριότητας:** Στην περίπτωση αυτή για να αρχίσει να λειτουργεί η οχλούσα δραστηριότητα πρέπει να αποδείξει ότι θα τηρεί τα σχετικά πρότυπα. Πολύ γνωστή περίπτωση της κατηγορίας αυτής αποτελεί η κατασκευή αυτοκινήτων. Όπως έχει ήδη ειπωθεί η Ευρωπαϊκή Ένωση ορίζει τα ανώτατα όρια εκπομπών ρύπων για τα αυτοκίνητα. Συνεπώς, για να κατασκευαστεί ένα συγκεκριμένο μοντέλο αυτοκινήτων θα πρέπει πρώτα να αποδείξει ότι τηρεί τα σχετικά πρότυπα- προδιαγραφές, διαφορετικά δεν λαμβάνει τη σχετική άδεια που απαιτείται για την κυκλοφορία του.
- **Κλείσιμο της οχλούσας δραστηριότητας:** Η ποινή μοιάζει με αυτή της προηγούμενης κατηγορίας, με την διαφορά ότι στην περίπτωση αυτή αφορά σε όλη την διάρκεια λειτουργίας της οχλούσας δραστηριότητας. Εάν αυτή δεν τηρεί τις προδιαγραφές εκπομπών ρύπανσης, διακόπτεται η λειτουργία της.
- **Δικαστική δίωξη:** Στην περίπτωση αυτή η παράβαση των προδιαγραφών επιφέρει τη δικαστική δίωξη του ρυπαίνοντα είτε από το κράτος είτε από τους θιγόμενους.

Ο ρυπαίνων θεωρείται υπεύθυνος για το επιπλέον επίπεδο ρύπανσης σε σύγκριση με το ήδη ορισμένο των προτύπων και γι αυτό θα του επιβληθεί ποινή, η οποία θα οριστεί από τα δικαστήρια και θα είναι ανάλογα με τις επιπτώσεις που επέφερε η ρύπανση⁴¹.

Οι προδιαγραφές για την επίτευξη των ορίων εκπομπών πολλές φορές επιβάλλουν την εγκατάσταση αντιρρυπαντικών διατάξεων (π.χ. ηλεκτροστατικά φίλτρα ή καταλύτες) στην περίπτωση που οι συγκεντρώσεις ρυπαντών στα καυσαέρια είναι μεγαλύτερες από τις επιτρεπόμενες από την νομοθεσία. Για παράδειγμα για θερμικές εγκαταστάσεις υπάρχει ένα μέγιστο επιτρεπόμενο όριο συγκέντρωσης SO₂ στα καυσαέρια εκπομπής ανάλογα με την εγκατεστημένη θερμική ισχύ. Αν το όριο αυτό δεν μπορεί να ικανοποιηθεί, τότε ή πρέπει να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγική διαδικασία πετρέλαιο χαμηλότερης περιεκτικότητας σε θείο, ή να υιοθετηθούν έκτακτα περιοριστικά μέτρα όπως αποθείωση των καυσαερίων.

Τα έκτακτα περιοριστικά μέτρα λαμβάνονται όταν οι τιμές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ξεπεράσουν τα όρια, τα οποία έχει καθορίσει η Πολιτεία. Καταστάσεις που δημιουργούν την ανάγκη λήψης εκτάκτων μέτρων περιορισμού της δραστηριότητας στις πηγές ρύπανσης, συνδέονται κατά κανόνα με δυσμενείς για τη διάχυση των ρυπαντών μετεωρολογικές συνθήκες και κυρίως με την ύπαρξη θερμοκρασιακών αναστροφών. Τα έκτακτα μέτρα δεν λύνουν το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, είναι όμως απαραίτητα να λαμβάνονται κατά τη διάρκεια ενός επεισοδίου ρύπανσης για να μη σημειωθούν καταστάσεις απειλητικές για την ανθρώπινη υγεία.⁴²

Στον Πίνακα 15 δίνονται τα όρια έκτακτων μέτρων για διάφορους ατμοσφαιρικούς ρυπαντές.

⁴¹ Κ. Π. Μπίθας, 2003, σ. 187-8.

⁴² <http://www.europa.eu.int>

Πίνακας 15: Όρια εκτάκτων μέτρων

Χαρακτηρισμός επιπέδου ρύπανσης	CO (8ωρη τιμή, mg/m ³)	Καπνός (24ωρη τιμή, μg/m ³)	SO ₂ (24ωρη τιμή, μg/m ³)	O ₃ (ωριαία τιμή, μg/m ³)	NO ₂ (ωριαία τιμή, μg/m ³)
Χαμηλά	C<15	C<250	C<200	C<180	C<200
Μέτρια	15<C<20	250<C<275	200<C<250	180<C<250	200<C<350
Υψηλά	20<C<25	275<C<300	250<C<300	250<C<360	350<C<500
Πολύ υψηλά	C>25	C>300	C>300	C>360	C>500
Πολύ υψηλά	C>25	C>300	C>300	C>360	C>500

Πηγή: <http://www.europa.eu.int>

Οικονομικά μέσα

Τα κυριότερα οικονομικά μέσα αποτελούν οι φόροι, οι επιδοτήσεις και οι εμπορεύσιμες άδειες ρύπανσης. Με τον όρο οικονομικά μέσα εννοούμε ότι τα αντίστοιχα μέσα επιδρούν στην οικονομική συμπεριφορά των σχετικών φορέων (ρυπαίνων–θιγμένους). Τα μέσα αυτά μέσω του μηχανισμού των τιμών αποβλέπουν στην επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων αλλάζοντας τη συμπεριφορά των οικονομικών μονάδων.

Φόροι

Οι οικολογικοί φόροι οι οποίοι μπορούν να αλλάξουν τη συμπεριφορά των οικονομικών μονάδων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι οι ακόλουθοι:

- Φόρος CO₂: που στηρίζεται στην εκπομπή ρύπων άνθρακα ή στη χρήση ορυκτών καυσίμων
- Φόρος ενέργειας: που στηρίζεται στο θερμικό περιεχόμενο των ενεργειακών προϊόντων
- Φόρος μεταφορών: που επιβάλλεται στη βενζίνη και το πετρέλαιο

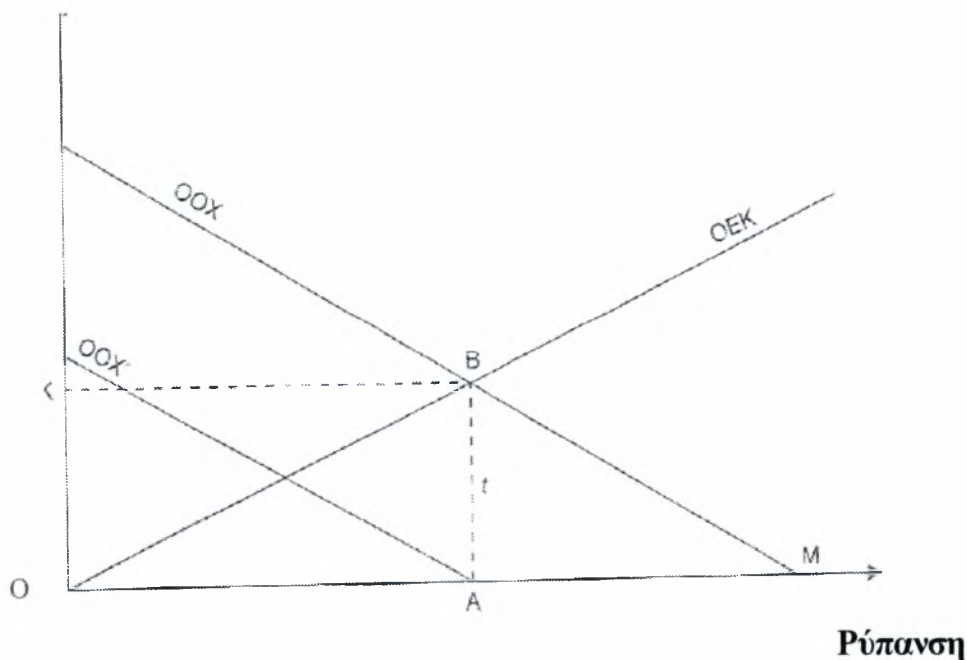
Επίτευξη του άριστου μέσω της φορολογίας

Το σύστημά των φόρων επί της όχλησης εντοπίζεται συνήθως σε καταστάσεις όπου αρχικά τα δικαιώματα ιδιοκτησίας στο περιβάλλον τα προσεταιρίζεται τυπικά ή άτυπα ο ρυπαίνων. Πράγματι, στην πράξη στη συντριπτική πλειονότητα των περιπτώσεων η οχλούσα δραστηριότητα για διάφορους λόγους έχει αποκτήσει το δικαίωμα να χρησιμοποιεί το περιβάλλον και έτσι να προκαλεί όχληση. Για παράδειγμα το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια μη άριστη κατάσταση και το πρόβλημα προκύπτει μέσω μιας διαδικασίας όπου τα δικαιώματα ιδιοκτησίας και επομένως χρήσης του περιβάλλοντος προσεταιρίζονται έμμεσα από τον ρυπαίνοντα

Ξεκινώντας, λοιπόν, από μια κατάσταση όπου ο ρυπαίνων χρησιμοποιεί το περιβάλλον έτσι ώστε να μεγιστοποιεί την ιδιωτική του ευημερία, θα πρέπει μέσω της φορολογίας να επιτευχθεί μια κατάσταση που η χρήση του περιβάλλοντος να είναι αυτή που μεγιστοποιεί την κοινωνική ευημερία. Για να εξηγηθεί πώς θα γίνει αυτό, θα χρησιμοποιήσουμε το υπόδειγμα που παρουσιάζεται διαγραμματικά στο σχήμα 6.

Σχήμα 6.

Κόστη- Οφέλη



Εφόσον τα δικαιώματα ιδιοκτησίας ανήκουν στην οχλούσα δραστηριότητα, αυτή θα χρησιμοποιεί το περιβάλλον έτσι ώστε να μεγιστοποιεί την ευημερία της, άρα μέχρι του επιπέδου που μηδενίζονται τα οριακά οφέλη χρήσης (ΟΟΧ). Έτσι, αρχικά η οχλούσα δραστηριότητα θα χρησιμοποιεί την ποσότητα ΟΜ του φυσικού περιβάλλοντος όπως απεικονίζεται στον οριζόντιο άξονα του Σχήματος 6, και έτσι θα προκαλέσει ΟΜ ποσότητα ρύπανσης.

Η κατανομή αυτή δεν είναι η κοινωνικά άριστη. Γνωρίζουμε ότι η κοινωνικά άριστη κατανομή είναι στο επίπεδο χρήσης ΟΑ, όπου εξισώνονται τα οριακά οφέλη από την όχληση του περιβάλλοντος με το οριακό κόστος που αυτή η όχληση προκαλεί.

Για να επιτευχθεί αυτή η κοινωνικά άριστη κατανομή συνιστάται φορολόγηση της όχλουσας δραστηριότητας κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μην την συμφέρει να επεκταθεί πέραν του άριστου επιπέδου χρήσης ΟΑ. Αυτό θα επιτευχθεί εφόσον μετά την εφαρμογή του φόρου το οριακό όφελος της όχλουσας δραστηριότητας μηδενίζεται στο επίπεδο χρήσης ΟΑ

Διαγραμματικά η συνθήκη αυτή πληρούται όταν η καμπύλη του οριακού οφέλους της οχλούσας δραστηριότητας, μετά την επιβολή της φορολογίας, τέμνει τον οριζόντιο άξονα στο Α. Η νέα καμπύλη οριακού οφέλους που προκύπτει μετά τη φορολογία πρέπει να είναι η ΟΟΧ' του Σχήματος 6. Η ΟΟΧ' προκύπτει από την ΟΟΧ εάν αφαιρεθεί ο φόρος t . Από το Σχήμα 6 φαίνεται ότι για να οδηγηθούμε στην καμπύλη ΟΟΧ' πρέπει σε κάθε μονάδα οχλούσας δραστηριότητας να επιβληθεί φόρος ίσος με το μέγεθος $AB = t$.

Το επίπεδο του φόρου που ωθεί την οχλούσα δραστηριότητα να αυτοπεριορισθεί στο άριστο επίπεδο της καλείται Άριστος Φόρος. Παρατηρούμε ότι ο Άριστος Φόρος είναι ίσος με το οριακό όφελος της οχλούσας δραστηριότητας καθώς επίσης ίσος με το οριακό εξωτερικό κόστος στο άριστο επίπεδο ΟΑ της οχλούσας δραστηριότητας.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι έχουν προταθεί και άλλα εναλλακτικά συστήματα φορολογίας που οδηγούν στον περιορισμό της οχλούσας δραστηριότητας στο άριστο επίπεδο. Όμως, το σύστημα που εφαρμόζεται στη συντριπτική πλειονότητα των περιπτώσεων είναι το σύστημα του «Άριστου Φόρου». Ο Άριστος Φόρος καταβάλλεται από την οχλούσα δραστηριότητα για κάθε μονάδα

λειτουργίας της. Αυτό σημαίνει ότι η οχλούσα δραστηριότητα καταβάλλει φόρο ακόμα και όταν έχει αυτοπεριορισθεί στο άριστο επίπεδο της. Τότε καταβάλλει φόρο για το επίπεδο ΟΑ που εξακολουθεί να λειτουργεί και να οχλεί το περιβάλλον. Το συνολικό ποσό του φόρου που καταβάλλει είναι ίσο $ΟΑ_{\text{μονάδες}} * t_{\text{φόρος ανά μονάδα}}$. Το συνολικό ποσό του φόρου που εξακολουθεί να καταβάλλεται ισούται με το εμβαδόν της επιφάνειας ΟΚΒΑ.

Παρόλο αυτά, η οχλούσα δραστηριότητα εξακολουθεί να παράγει στο επίπεδο ΟΑ παρά την ύπαρξη φορολογίας; Ο λόγος είναι ότι στο διάστημα ΟΑ τα οριακά οφέλη της δραστηριότητας (ΟΟΧ) είναι μεγαλύτερα από το φόρο t . Επομένως, και μετά την επιβολή φόρου εξακολουθούν να υπάρχουν καθαρά οφέλη για την οχλούσα δραστηριότητα στο διάστημα ΟΑ. Τα νέα καθαρά οριακά οφέλη είναι τα απεικονιζόμενα από την ΟΟΧ'.

Το αντίθετο συμβαίνει στο διάστημα ΑΜ. Στο διάστημα αυτό, μετά την επιβολή φόρου, τα καθαρά οριακά οφέλη είναι αρνητικά, δηλαδή πρακτικά εάν λειτουργήσει η δραστηριότητα θα αποκομίσει ζημιές. Επομένως, δεν την συμφέρει να λειτουργήσει στο διάστημα ΑΜ και έτσι δεν επεκτείνει τις δραστηριότητες της πέραν του επιπέδου ΟΑ⁴³.

Περιβαλλοντικοί φόροι στις εκπομπές CO₂ στην Ευρώπη

Το 1996 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συμφώνησε να επιβληθεί περιβαλλοντικός φόρος στις εκπομπές CO₂ που προκαλούνται από την χρήση ενέργειας (φυσικό αέριο και λιγνίτης) και ορυκτών καυσίμων σε όλες τις ευρωπαϊκές χώρες. Επιπλέον, προβλεπόταν η εναρμόνιση του ισχύοντος σχετικού φορολογικού συστήματος όλων των χωρών για να μην υπάρχουν στρεβλώσεις στην αγορά και μετακινήσεις δραστηριοτήτων από χώρα σε χώρα προκειμένου να αποφύγουν τη δυσμενέστερη φορολόγηση. Υπήρξε ακόμη ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην αυξηθεί η συνολική φορολόγηση των πολιτών και της οικονομικής δραστηριότητας. Έτσι, η αύξηση των φορολογικών εσόδων από το φόρο στα καύσιμα θα οδηγούσε σε αντίστοιχες μειώσεις φόρων στα ατομικά εισοδήματα και στις εισφορές των εργαζομένων στα συστήματα κοινωνικής ασφάλισης. Για καλύτερη αποτελεσματικότητα

⁴³ Κ. Π. Μπίθας, 2003, σ. 152-5.

προτάθηκε το σύστημα φορολογίας να εφαρμοστεί και στα προϊόντα έντασης ενέργειας που εισάγονται από τρίτες χώρες προς την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η επιβολή ενός «φόρου άνθρακα» σαν εργαλείο οικονομικής πολιτικής, που θα είναι περίπου ίσος με το κόστος μιας παγκόσμιας στρατηγικής περιορισμού των εκπομπών θα μπορούσε να διοχετευθεί για τεχνολογικές καινοτομίες εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτό σημαίνει πως θα μπορούσε να χρηματοδοτηθούν οι επιχειρήσεις του Δυτικού Κόσμου.

Εντέλει, το προτεινόμενο σύστημα δεν έτυχε εφαρμογής σε καθολικό ευρωπαϊκό επίπεδο. Όμως μερικά κράτη-μέλη άρχισαν την εφαρμογή σε εθνικό επίπεδο (όπως η Δανία και η Σουηδία). Η Ολλανδία και η Αγγλία εισήγαγε ένα είδος τέλους στη χρήση ενέργειας σε συνδυασμό με τις εκπομπές CO₂⁴⁴.

Περιβαλλοντικοί φόροι στην Ελλάδα

Το άρθρο 6 του νόμου 1650/86 για την προστασία του περιβάλλοντος ορίζει ότι: Με απόφαση των Υπουργών Εθνικής Οικονομίας, Οικονομικών, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και άλλου κατά περίπτωση αρμόδιου υπουργού, ύστερα από εισήγηση του οικείου νομάρχη, είναι δυνατόν να επιβάλλονται τέλη σε βάρος των επιχειρήσεων που ασκούν δραστηριότητες ή εκτελούν έργα που υποβαθμίζουν το περιβάλλον, προκειμένου να καλυφθούν τα έξοδα κατασκευής και λειτουργίας συγκεκριμένων έργων και προγραμμάτων προστασίας του περιβάλλοντος σύμφωνα με τις διατάξεις των άρθρων 3, 4 και 5. Τα πιο πάνω έργα ή προγράμματα προστασίας του περιβάλλοντος εκτελούνται από τους οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) ή άλλους φορείς.

Τα τέλη αυτά καθορίζονται ανάλογα με το μέγεθος, το ρυπαντικό φορτίο και την ποσότητα των αποβλήτων του έργου ή της δραστηριότητας και δεν μπορούν να υπερβαίνουν τα σχετικά έξοδα προστασίας του περιβάλλοντος. Με την ίδια απόφαση καθορίζονται ο τρόπος και ο χρόνος είσπραξης των τελών και απόδοσης τους στον Ο.Τ.Α. ή σε φορέα που κατασκευάζει ή έχει την ευθύνη λειτουργίας του έργου και κάθε άλλη αναγκαία λεπτομέρεια.

Το άρθρο 18 του νόμου 2052/92 ορίζει ότι τα μέτρα για την αντιμετώπιση του νέφους της Αθήνας μπορούν να περιλαμβάνουν την επιβολή ειδικού φόρου. Ειδικότερα, από τα

⁴⁴ ό.π., σ. 158-60.

έσοδα που εισπράττονται από τον επιβαλλόμενο ειδικό φόρο κατανάλωσης στη βενζίνη και στο πετρέλαιο εσωτερικής καύσης (ντίζελ κίνησης), το ποσό των πέντε (5) δραχμών ανά λίτρο αποδίδεται από 1-1-1992 στο Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, για την κάλυψη μέρους της δαπάνης για την εκπόνηση μελετών και την εκτέλεση έργων που συμβάλλουν στην καταπολέμηση του νέφους και την απόκτηση των αναγκαίων εκτάσεων για τη δημιουργία των σχετικών υποδομών⁴⁵.

ΕΜΠΟΡΕΥΣΙΜΕΣ ΑΔΕΙΕΣ

Ένα άλλο οικονομικό μέσο είναι το σύστημα για την εμπορία των δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, το οποίο καθορίζει εθνικά δικαιώματα εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και το οποίο δημιουργεί μια αγορά για τα δικαιώματα των εκπομπών αυτών των αερίων, ώστε να επιτρέψει στις επιχειρήσεις να μειώσουν με βιώσιμο από οικονομική άποψη τρόπο τις εκπομπές τους.

Σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων που προκαλούν το φαινόμενο θερμοκηπίου

Η Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε στις 13 Οκτωβρίου του 2003 σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου για να επιτευχθεί η μείωση τους στην Κοινότητα με οικονομικά αποδοτικό τρόπο. Η παρούσα οδηγία θεσπίζει κοινοτικό σύστημα ανταλλαγής δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, από την 1η Ιανουαρίου 2005. Στο πλαίσιο αυτό, ως «δικαίωμα» νοείται το δικαίωμα εκπομπής ενός τόνου διοξειδίου του άνθρακα ή οποιουδήποτε άλλου αερίου, ισοδύναμου αποτελέσματος, που συμβάλλει στο φαινόμενο θερμοκηπίου, κατά τη διάρκεια συγκεκριμένης περιόδου.

Με τη βοήθεια του συστήματος αυτού, η Κοινότητα και τα κράτη μέλη της επιδιώκουν την εκ μέρους τους τήρηση των οικείων υποχρεώσεων περιορισμού των εκπομπών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, τις οποίες ανέλαβαν στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Οι εγκαταστάσεις που δραστηριοποιούνται στους τομείς της ενέργειας, της παραγωγής και μεταποίησης των

⁴⁵ ό.π., σ. 170.

σιδηρούχων μεταλλευμάτων, της εξορυκτικής βιομηχανίας και της παραγωγής χαρτιού και χαρτονιού υπόκεινται υποχρεωτικά στο εν λόγω σύστημα ανταλλαγής δικαιωμάτων.

Άδειες εκπομπής αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο θερμοκηπίου

Από την 1^η Ιανουαρίου του 2005, κάθε εγκατάσταση στην οποία ασκείται μια από τις προβλεπόμενες δραστηριότητες της παρούσας οδηγίας (δραστηριότητες στον τομέα της ενέργειας, της παραγωγής και μεταποίησης των σιδηρούχων μεταλλευμάτων, της εξορυκτικής βιομηχανίας και της παραγωγής χαρτοπολτού, χαρτιού και χαρτονιού) και που εκπέμπει τα οφειλόμενα στην εν λόγω δραστηριότητα συγκεκριμένα αέρια θερμοκηπίου, οφείλει να είναι κάτοχος της προς το σκοπό αυτό χορηγούμενης από τις αρμόδιες αρχές άδειας.

Οι αρχές αυτές εκδίδουν τη σχετική άδεια εφόσον κρίνουν ότι ο φορέας εκμετάλλευσης των εγκαταστάσεων είναι σε θέση να παρακολουθεί και να αναφέρει τις εκπομπές. Οι άδειες μπορούν να καλύπτουν μία ή περισσότερες εγκαταστάσεις στον ίδιο τόπο υπό τον ίδιο φορέα εκμετάλλευσης. Περιλαμβάνουν:

- το όνομα και τη διεύθυνση του φορέα εκμετάλλευσης·
- περιγραφή των δραστηριοτήτων και εκπομπών των εγκαταστάσεων·
- τη μέθοδο και τη συχνότητα παρακολούθησης·
- απαιτήσεις για την αναφορά των εκπομπών·
- υποχρέωση επιστροφής, εντός του πρώτου τετραμήνου κάθε έτους, των δικαιωμάτων που αντιστοιχούν στις συνολικές εκπομπές του προηγούμενου έτους.

Κάθε κράτος μέλος καταρτίζει εθνικό σχέδιο με βάση τα κριτήρια της εν λόγω οδηγίας, στο οποίο αναφέρει τα δικαιώματα που σκοπεύει να κατανείμει για την καθορισμένη περίοδο καθώς και τον τρόπο κατανομής τους στις εγκαταστάσεις. Σε περίπτωση που κάποιο σχέδιο δεν πληροί τα κριτήρια της εν λόγω οδηγίας, η Επιτροπή μπορεί να το απορρίψει εντός του τριμήνου που ακολουθεί την κοινοποίησή του. Τουλάχιστον το 95% των δικαιωμάτων της πρώτης τριετούς περιόδου (1η Ιανουαρίου 2005-1η Ιανουαρίου 2008) παρέχεται στις εγκαταστάσεις δωρεάν. Για τις επόμενες πενταετείς περιόδους που αρχίζουν την 1η Ιανουαρίου 2008, τα κράτη μέλη κατανέμουν δωρεάν το 90% των δικαιωμάτων.

Στο τέλος του έτους, ο φορέας εκμετάλλευσης οφείλει να αναφέρει στην αρμόδια αρχή τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου που προήλθαν από τις εγκαταστάσεις του κατά τη διάρκεια του έτους. Οι εκθέσεις που υποβάλλονται από τους φορείς εκμετάλλευσης επαληθεύονται λαμβάνοντας υπόψη τις αρχές που καθορίζονται από την παρούσα οδηγία. Οι φορείς εκμετάλλευσης οι οποίοι, το αργότερο μέχρι τα τέλη Απριλίου, δεν επιστρέφουν (αποδίδουν) αριθμό δικαιωμάτων ισοδύναμο προς τις εκπομπές των εγκαταστάσεών τους κατά τη διάρκεια του προηγούμενου έτους, υπόκεινται στην καταβολή προστίμου για τις καθ' υπέρβαση εκπομπές. Το πρόστιμο ανέρχεται σε 100 ευρώ ανά τόνο ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα και δεν απαλλάσσει το φορέα εκμετάλλευσης από την υποχρέωσή του για την επιστροφή αριθμού δικαιωμάτων ίσου με τις καθ' υπέρβαση εκπομπές του⁴⁶.

Πλαίσιο: Πράσινη Βίβλος και Πρωτόκολλο του Κιότο

Σύμφωνα με την Πράσινη Βίβλο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η θέσπιση συστήματος ανταλλαγής των δικαιωμάτων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου αποτελεί ένα επιτυχές και οικονομικώς αποδοτικό μέσο, το οποίο βοηθά την Κοινότητα και τα κράτη μέλη της να εκπληρώσουν τις εκ μέρους τους αναληφθείσες υποχρεώσεις στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο, κατά τρόπο αποδοτικό και συμφέροντα για την οικονομική ανάπτυξη και την απασχόληση.

Απτές προόδους βάσει του Πρωτοκόλλου του Κιότο

Σύμφωνα με την έκθεση της Επιτροπής της 15ης Δεκεμβρίου 2005 σχετικά με τις απτές προόδους που έχουν επιτευχθεί βάσει του πρωτοκόλλου του Κιότο υπογραμμίζει ότι, αν ληφθεί υπόψη ότι το πρωτόκολλο του Κιότο ετέθη μόλις πρόσφατα σε ισχύ, η ΕΕ επέτυχε σοβαρές προόδους σε ό,τι αφορά τις προσπάθειες για να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις της.

Συγκεκριμένα, οι εκπομπές των αερίων που επιδεινώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου από τα κράτη μέλη της ΕΕ-25 όπως και από την ΕΕ-15 αυξήθηκαν μεταξύ

⁴⁶ <http://www.europa.eu.int>

2002 και 2003, αλλά παρέμειναν χαμηλότερες από τις εκπομπές του έτους αναφοράς (1990), αντιστοίχως κατά 8% και 1,7%. Η απόσταση από το στόχο γραμμικής μείωσης για την ΕΕ-15 ήταν 1,9% το 2003 (λαμβάνομένων υπόψη των μηχανισμών του Κιότο δίχως να συνυπολογίζεται το σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου), αλλά τα αποτελέσματα ποικίλλουν ιδιαίτερα από κράτος μέλος σε κράτος μέλος. Στην ΕΕ-25, δεκατρείς χώρες βρίσκονται σε καλό δρόμο για την επίτευξη των στόχων τους (εξ αυτών 7 συγκαταλέγονται μεταξύ των κρατών που προσχώρησαν στην ΕΕ το 2004), δέκα χώρες όμως υπολείπονται των στόχων τους ως προς τη γραμμική μείωση (με ιδιαίτερα αξιοσημείωτες τις περιπτώσεις της Ισπανίας και της Φινλανδίας).

Ο προβλεπόμενος από το πρωτόκολλο στόχος μείωσης κατά 8% μπορεί να επιτευχθεί εάν εφαρμοσθούν συμπληρωματικά εθνικά μέτρα και εφόσον αξιοποιηθούν δεόντως οι υφιστάμενοι ευέλικτοι μηχανισμοί. Από τις αθροιστικές προβλέψεις για την ΕΕ-25 προκύπτει ότι το 2010 οι συνολικές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου θα είναι χαμηλότερες κατά 5% ως προς τα επίπεδα του 1990 εφόσον εφαρμοσθούν οι ισχύουσες πολιτικές και τα μέτρα σε εθνικό επίπεδο. Η εφαρμογή συμπληρωματικών μέτρων θα επέτρεπε να επιτευχθεί μείωση κατά 9% ως προς τα επίπεδα του 1990.

Τα κράτη μέλη της Ε.Ε υιοθέτησαν πολλά προγράμματα που αποσκοπούν να επιτρέψουν την αποτελεσματική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ιδίως στον τομέα της ενέργειας και των μεταφορών. Όσον αφορά την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας, η ευρωπαϊκή νομοθεσία προσανατολίζεται κυρίως προς την ενεργειακή αποδοτικότητα και την ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στον τομέα των μεταφορών που αντιπροσωπεύει σήμερα πάνω από το 20% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η ευρωπαϊκή δράση στηρίζεται σε πολλά στοιχεία:

- μείωση των ρυπογόνων εκπομπών από τα οχήματα (καταλυτικές εξατμίσεις, τεχνικός έλεγχος).
- μείωση της κατανάλωσης των ιδιωτικής χρήσης αυτοκινήτων (σε συνεργασία με την αυτοκινητοβιομηχανία).
- προαγωγή των καθαρών οχημάτων (φορολογικά μέτρα).

Για την αντιμετώπιση του φαινομένου, εκτός από διεθνή προστατευτικά μέτρα που λαμβάνονται, τα οποία αφορούν περιορισμούς στις εκπομπές πάσης φύσεως

θερμοκηπικών αερίων, γίνονται παράλληλα προσπάθειες για την αποφυγή της συνεχιζόμενης καταστροφής των τροπικών δασών.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, γίνεται απολύτως δεκτό ότι μια παγκόσμια πολιτική με στόχο την αποτροπή της εκδήλωσης των κλιματολογικών αλλαγών που έχουν σχέση με το φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο όργανο παγκόσμιας κλίμακας. Στο σημείο αυτό παρουσιάζονται οι στρατηγικές που γίνονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και από την Ελλάδα σχετικά με την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας αλλά και γενικότερα μέτρα που θα μπορούσαν να μειώσουν τις καταστροφικές συνέπειες για τις οποίες είναι υπεύθυνο το φαινόμενο του θερμοκηπίου⁴⁷.

Στρατηγική σχετικά με την αλλαγή του κλίματος

Σύμφωνα με την ανακοίνωση της Επιτροπής «Επιτυχής καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος του πλανήτη» (Φεβρουάριος 2005) και βάσει αναλύσεως των επιπτώσεων της αλλαγής του κλίματος και του κόστους και των οφελών που θα προέκυπταν από την ανάληψη δράσεως στον τομέα αυτόν, η Επιτροπή εκτιμά ότι ορισμένα στοιχεία θα έπρεπε να ενσωματωθούν στη μελλοντική στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε ό,τι αφορά την αλλαγή του κλίματος.

Στοιχεία μιας στρατηγικής σχετικής με την αλλαγή του κλίματος

Η Επιτροπή θέτει τα θεμέλια μιας μελλοντικής κοινοτικής στρατηγικής σχετικής με την αλλαγή του κλίματος, η οποία στηρίζεται, ιδίως, στην εφαρμογή των υφιστάμενων πολιτικών, στην επεξεργασία νέων μέτρων σε συνδυασμό με τις άλλες ευρωπαϊκές πολιτικές, στην ενίσχυση της έρευνας, στην ενίσχυση της διεθνούς συνεργασίας και στην ευαισθητοποίηση των πολιτών.

Μια στρατηγική αντιμετώπισης της αλλαγής του κλίματος συνιστά τετραπλή πρόκληση: σε επίπεδο του ίδιου του κλιματικού κινδύνου και της πολιτικής βούλησης για την αντιμετώπισή του, σε επίπεδο διεθνούς συμμετοχής στην αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος, σε επίπεδο των αναγκαίων καινοτομιών στην αλλαγή των τρόπων

⁴⁷ <http://www.ee.gr>

παραγωγής και χρήσης της ενέργειας, καθώς και σε επίπεδο προσαρμογής των χωρών στις αναπόφευκτες συνέπειες της αλλαγής του κλίματος.

Με βάση τα ανωτέρω, κάθε στρατηγική θα όφειλε να περιλαμβάνει:

- τη **διεύρυνση** της αντιμετώπισης της αλλαγής του κλίματος σε όλες τις ρυπαίνουσες χώρες (με κοινές αλλά διαφοροποιημένες ευθύνες) και σε όλους τους εμπλεκόμενους τομείς (σύνολο των μέτρων μεταφοράς, αποψίλωση των δασών, κλπ.)·
- την ενίσχυση της **καινοτομίας**, γεγονός που προϋποθέτει την εφαρμογή και εγκατάσταση υφιστάμενων τεχνολογιών καθώς και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών (ιδίως μέσω ενεργών πολιτικών ενίσχυσης που αξιοποιούν την προβλεπόμενη και κανονική αντικατάσταση των υλικών)·
- τη χρήση και ενίσχυση των **αγοροκεντρικών μέσων** (όπως, λόγου χάριν, το σύστημα ανταλλαγής δικαιωμάτων εκπομπών που έχει ήδη θεσπίσει η ΕΕ)·
- την καταβολή προσπαθειών προσαρμογής στην αλλαγή του κλίματος, σε προληπτικό και επανορθωτικό επίπεδο, ανάλογα με τους πλέον πληττόμενους οικονομικούς τομείς και περιφέρειες.

Τα στοιχεία αυτά θα μπορούσαν να υλοποιηθούν μέσω των ακόλουθων δράσεων:

- εξασφάλιση της άμεσης και αποτελεσματικής εφαρμογής των πολιτικών (πολιτική μεταφορών, ενεργειακού εφοδιασμού, οικολογικών τεχνολογιών) που συμφωνήθηκαν, προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος του περιορισμού των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 8% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, όπως καθορίζεται στο πρωτόκολλο του Κιότο .
- περαιτέρω **ευαισθητοποίηση των πολιτών** ούτως ώστε να καταστεί δυνατή μία μεταβολή της συμπεριφοράς τους, ιδίως μέσω της εγκαινίασης εκστρατείας ευαισθητοποίησης σε επίπεδο ΕΕ·
- ενίσχυση και καλύτερη **εστίαση της έρευνας**, προκειμένου, αφενός, να εξασφαλιστεί η εμπάθυνση των γνώσεων των σχετικών με την αλλαγή του κλίματος και των επιπτώσεών του σε πλανητικό και τοπικό επίπεδο και, αφετέρου, να αναπτυχθούν στρατηγικές άμβλυνσης της αλλαγής του κλίματος, διαμορφώνοντας μία ευνοϊκή σχέση κόστους / απόδοσης (ιδίως στους τομείς της

ενέργειας, των μεταφορών, της γεωργίας και της βιομηχανίας), καθώς και στρατηγικές προσαρμογής στην αλλαγή του κλίματος.

- **ενίσχυση της συνεργασίας** με τις τρίτες χώρες, αφενός, σε επιστημονικό επίπεδο και σε επίπεδο μεταφοράς φιλικών προς το κλίμα τεχνολογιών και, αφετέρου, με τις αναπτυσσόμενες χώρες, μέσω της επεξεργασίας φιλικών προς το κλίμα αναπτυξιακών πολιτικών και της ενίσχυσης των δυνατοτήτων προσαρμογής των πλέον ευπρόσβλητων χωρών. Στο πλαίσιο αυτό, η ΕΕ θα διατηρούσε τον ρόλο της ως κινητήριου μοχλού των εν προκειμένω διεθνών διαπραγματεύσεων.

Οφέλη και κόστος της στρατηγικής

Τα οφέλη από έναν περιορισμό των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου προκύπτουν κυρίως από την πρόληψη των ζημιών που προκαλεί η αλλαγή του κλίματος, όπως είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και η αύξηση των πλημμυρών, ο περιορισμός των πηγών πόσιμου νερού, τα προβλήματα υγείας, η αλλοίωση των οικοσυστημάτων, οι ζημίες στις οικονομίες που βασίζονται στη γεωργία και στον τουρισμό, ο πολλαπλασιασμός των κινδύνων πυρκαγιών και ακραίων καιρικών φαινομένων (θύελλες, κύματα καύσωνα), η επακόλουθη αύξηση του κόστους και των δαπανών ασφάλισης, κλπ. Είναι ωστόσο δύσκολο να εκτιμηθεί επακριβώς το μέγεθος των οφελών μιας τέτοιας δράσης. Εξάλλου, οι διάφορες περιφέρειες και οι οικονομικοί τομείς στην Ευρωπαϊκή Ένωση, δεν θα επηρεαστούν στον ίδιο βαθμό. Δύσκολη είναι επίσης η εκτίμηση του κόστους της ανάληψης δράσης. Συνίσταται κυρίως στην αναδιάρθρωση των συστημάτων μεταφορών καθώς και των συστημάτων παραγωγής και χρήσης ενέργειας. Εξάλλου, το κόστος αυτό θα αυξανόταν σημαντικά σε περίπτωση αδράνειας εκ μέρους των άλλων χωρών που αποτελούν μεγάλους παραγωγούς αερίων θερμοκηπίου.

Σύμφωνα με την Επιτροπή, μία λιγότερο φιλόδοξη πολιτική αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής δεν αποτελεί καλή εναλλακτική επιλογή, δεδομένου ότι δεν θα επέτρεπε την επίτευξη των καθορισθέντων στόχων και θα είχε ως αποτέλεσμα συμπληρωματικό κόστος οφειλόμενο στην αλλαγή του κλίματος.

Συνεπώς, τα οφέλη που θα προκύψουν από σθεναρή παγκόσμια έγκαιρη δράση σχετικά με την αλλαγή του κλίματος υπερβαίνουν κατά πολύ το οικονομικό κόστος της

δράσης· η διεθνής συλλογική δράση θα έχει ζωτική σημασία προκειμένου να υπάρξει αποτελεσματική, αποδοτική και δίκαιη ανταπόκριση στην απαιτούμενη κλίμακα⁴⁸.

Νομοθετικό πλαίσιο για το περιβάλλον στην Ελλάδα

Την ανάληψη δράσης για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ζητούν από την ελληνική κυβέρνηση οι περιβαλλοντικές οργανώσεις, καθώς τα στοιχεία καταδεικνύουν ότι η χώρα μας έχει ξεπεράσει κατά πολύ το όριο που προβλέπει το πρωτόκολλο του Κιότο για τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Εξάλλου, η ελληνική πλευρά δεν καταβάλλει προσπάθειες για ανεξάρτησή της από το λιγνίτη, η χρήση του οποίου - κυρίως από τη ΔΕΗ, η οποία ευθύνεται για τις εκπομπές τουλάχιστον 43 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου του άνθρακα.

Μεγάλα βήματα θα πρέπει να γίνουν και για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη χώρα μας, ώστε να αρχίσει σταδιακά η ανεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα. Η χρήση των καθαρών πηγών ενέργειας στην Ελλάδα καλύπτει το 11,1% της παραγωγής και το ποσοστό θα πρέπει να διπλασιαστεί μέχρι το 2010⁴⁹

Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΘΕ.: Μέτρα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Ο υπουργός ΠΕΧΩΔΕ, Γιώργος Σουφλιάς, πρότεινε να δοθούν κίνητρα για την ανανέωση του στόλου των ταξί και των επιβατηγών δημοσίας χρήσεως στο πακέτο των νέων μέτρων για την αναθεώρηση του Εθνικού Προγράμματος για τις κλιματικές αλλαγές και το φαινόμενο του θερμοκηπίου που έγινε στις 13/3/2007. Επίσης, πρότεινε την προώθηση των σιδηροδρομικών και εμπορευματικών μεταφορών, καθώς η Ελλάδα βρίσκεται στην τελευταία θέση σε επίπεδο ΕΕ, καθώς και την προώθηση συστημάτων διαχείρισης ζωικών αποβλήτων και τη δάσωση γεωργικών γαιών.

Η Ελλάδα, σύμφωνα και με απόφαση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, είναι υποχρεωμένη να περιορίσει την αύξηση των εκπομπών ρύπων του θερμοκηπίου στο 25%, με βάση το 1990 για ορισμένους ρύπους και το 1995 για άλλους, για το διάστημα 2008-2012.

⁴⁸ <http://www.europa.eu.int>

⁴⁹ <http://www.skai.gr>

Σύμφωνα με τον κ. Σουφλιά μέχρι στιγμής η Ελλάδα, προκειμένου να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις που απορρέουν από το Πρωτόκολλο του Κιότο, έχει κάνει τα εξής:

1. Έγινε αξιολόγηση και αναθεώρηση του Εθνικού Προγράμματος, προκειμένου να θεσπιστούν νέα, αναγκαία μέτρα για την επίτευξη του στόχου της χώρας. Η σχετική πρόταση αναθεώρησης τέθηκε σε διαβούλευση από τις αρχές Δεκεμβρίου 2006 και στο β' δεκαπενθήμερο Ιανουαρίου του 2007. Από τη μελέτη διαπιστώνεται ότι η Ελλάδα έχει ουσιαστικά τη δυνατότητα σχεδόν αποκλειστικά με εγχώρια μέτρα και με εφαρμογή του συστήματος εμπορίας εκπομπής ρύπων θερμοκηπίου, να πετύχει τους στόχους του Κιότο. Από την αξιολόγηση προκύπτει ότι προτεραιότητες πρέπει να είναι:

- η μεγαλύτερη διείσδυση του φυσικού αερίου.
- η ουσιαστική προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).
- η προώθηση της χρήσης του μετρό και των άλλων αστικών συγκοινωνιών.
- Μέτρα στον οικιακό και τριτογενή τομέα.
- Η προώθηση των βιολογικών καλλιεργειών.
- Προώθηση βιοκαυσίμων και βιομάζας.

2. Έγινε κατάρτιση και εφαρμογή του πρώτου Εθνικού Σχεδίου Κατανομής Ρύπων για την περίοδο 2005-2007 το οποίο εγκρίθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και το οποίο προβλέπει μείωση των εκπομπών ρύπων θερμοκηπίου κατά 2,1%.

3. Για την περίοδο 2008-2012, ο κ. Σουφλιάς πρότείνει μια ακόμη αυστηρότερη κατανομή μέσω του 2ου Εθνικού Σχεδίου Κατανομής, το οποίο ήταν ένα από τα δέκα Σχέδια κρατών-μελών της Ε.Ε που υπεβλήθησαν την 1η Σεπτεμβρίου 2006. Το 2^ο Εθνικό Σχέδιο αποσκοπεί στην μείωση κατά 8,9% των εκπομπών των επιχειρήσεων που συμμετέχουν κατά 54% στην εκπομπή αερίων θερμοκηπίου κατά την ίδια περίοδο.

4. Σε ό,τι αφορά τη βιομηχανία, κατ' αρχήν έχει αρχίσει η έκδοση αποφάσεων έγκρισης περιβαλλοντικών όρων που προβλέπουν την έως τον Οκτώβριο 2007 προσαρμογή των εγκαταστάσεων των πλέον ρυπογόνων βιομηχανικών κλάδων στις Βέλτιστες Διαθέσιμες Τεχνικές. Στόχος ο περιορισμός των εκπομπών ρύπων προς το περιβάλλον, η εξοικονόμηση ενέργειας και η παρακολούθηση της περιβαλλοντικής επίδοσης. Ταυτόχρονα, γίνεται προσπάθεια δημιουργίας βάσης δεδομένων για τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

5. Επίσης έχει τεθεί σε λειτουργία το Μητρώο Δικαιωμάτων Εκπομπών Αερίων Θερμοκηπίου, το οποίο θεωρείται ως ένα βασικό εργαλείο για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων Θερμοκηπίου.
6. Το ΥΠΕΧΩΔΕ ως επισπεύδον υπουργείο, ενσωμάτωσε το 2005 στο Εθνικό μας Δίκαιο τις Οδηγίες για τις μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης για τα εθνικά ανώτατα επίπεδα εκπομπών ορισμένων ατμοσφαιρικών ρύπων.
7. Εκπονήθηκαν επιχειρησιακά σχέδια αντιμετώπισης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης για τα μεγάλα αστικά κέντρα της χώρας : Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Λάρισα, Ηράκλειο, Πάτρα κ.ά.
8. Εντατικοποιήθηκαν οι περιβαλλοντικοί έλεγχοι στις βιομηχανίες από τους Επιθεωρητές του ΥΠΕΧΩΔΕ και πλέον επιβάλλονται αυστηρότερα πρόστιμα. Στο πλαίσιο αυτά οι Επιθεωρητές Περιβάλλοντος από 18 γίνονται 45 και σε επόμενη φάση 66.
9. Σε ό,τι αφορά στα αυτοκίνητα, τα οποία δυστυχώς αυξάνεται γρήγορα ο αριθμός τους, για τη μείωση της ρύπανσης από αυτά γίνεται προσπάθεια προώθησης των μεταφορικών μέσων σταθερής τροχιάς, όπως είναι το μετρό, στο οποίο γίνεται ήδη διεύρυνση του μήκους αλλά αυξάνεται και ο αριθμός των σταθμών (Αθήνα - Θεσσαλονίκη)⁵⁰.

ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

Για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου καθίσταται αναγκαίος ο περιορισμός του διοξειδίου του άνθρακα, του μεθανίου και των οξειδίων του αζώτου.

Πολιτική μείωση του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)

Επιστήμονες του EPA (Environmental Protection Agency) των Η.Π.Α. υπολόγισαν πως για να τερματιστεί η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα πρέπει να περικοπούν οι εκπομπές κατά 50-80%. Η στρατηγική περιορισμού των εκπομπών θα επέβαλε περιορισμό 3% ετησίως για τις ΗΠΑ και πρώην ΕΣΣΔ, 1-2% για Ευρώπη και Ιαπωνία, σταθεροποίηση εκπομπών για Ινδονησία, Μεξικό, Κορέα, ενώ προβλέπει κάποια αύξηση εκπομπών 1,5-3% για Κίνα, Νιγηρία, Φιλιππίνες, Κένυα. Όλα αυτά,

⁵⁰ <http://www.euromoney.gr>

βέβαια, σε συνδυασμό με πρόγραμμα περιορισμών, ειδάλλως υπονομεύεται η αποτελεσματικότητα του προγράμματος σταθεροποίησης των εκπομπών.

Η Ελλάδα προκειμένου να μειώσει τις εκπομπές CO₂ στην ατμόσφαιρα έχει δεσμευτεί να λάβει μέτρα για εξοικονόμηση ενέργειας, για την εισαγωγή του φυσικού αερίου στο ενεργειακό σύστημα της χώρας και την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που εμφανίζουν τεράστιες δυνατότητες λόγω των ευμενών κλιματολογικών συνθηκών. Επίσης θα πρέπει να υιοθετήσει νέες τεχνολογίες αποδοτικότερης καύσης του λιγνίτη.

Η ενθάρρυνση μιας ουσιαστικής βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, τόσο από πλευράς προσφοράς όσο και από πλευράς ζήτησης, καθώς επίσης και η εκτεταμένη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, θα βελτιώσει την ενεργειακή ασφάλεια και θα μειώσει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Ο δρόμος της μεγαλύτερης ενεργειακής αποτελεσματικότητας: μπορεί να συνδυαστεί με οικονομία σε ενέργεια και συνεχιζόμενη οικονομική ανάπτυξη, τουλάχιστον για κάποιους τομείς. Έτσι οι λάμπες φθορίου αν αντικαταστήσουν τις λάμπες πυράκτωσης, αποδίδουν ίδιο φωτισμό αλλά με οικονομία ενέργειας, άρα και με παραγωγή λιγότερου διοξειδίου του άνθρακα. Αυτοκίνητα που καίνε λιγότερη βενζίνη ανά χιλιόμετρο έχουν παρόμοια αποτελέσματα. Οι ΗΠΑ είναι κατά 50% λιγότερο αποτελεσματικές ενεργειακά από τη Δυτ. Ευρώπη και την Ιαπωνία (αλλά παρ' όλα αυτά δύο φορές αποδοτικότερες από την Κίνα), οπότε είναι λογικό να αναμένεται αύξηση της αποτελεσματικότητας στο προσεχές μέλλον. Επιπλέον βελτιώσεις στον τομέα της αποδοτικότερης παραγωγής ενέργειας μειώνουν τις ανάγκες για αύξηση της παραγωγής της, γεγονός το οποίο με τη σειρά του αποτελεί, από μόνο του οικονομικό κίνητρο⁵¹.

Ταυτόχρονα, όμως η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα συνεχίζει να αυξάνεται στην ατμόσφαιρα με την καύση κάρβουνου και υγρών καυσίμων έτσι ώστε να είναι πιο ορατός ο κίνδυνος του φαινομένου του θερμοκηπίου. Τα διάφορα, καύσιμα έχουν διαφορετικό περιεχόμενο σε άνθρακα. επομένως, ένας τρόπος για να μειωθεί το διοξείδιο του άνθρακα, είναι η στροφή προς εναλλακτικά προς την βενζίνη καύσιμα όπως είναι η μεθανόλη, η αιθανόλη, το φυσικό αέριο, οι υδροποιημένοι υδρογονάνθρακες, το υδρογόνο και οι ηλεκτρικές μπαταρίες μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές ρύπων κατά 90% σε πολλές περιπτώσεις. Συγκεκριμένα, η στροφή προς το φυσικό αέριο, το οποίο

⁵¹ <http://www.europa.eu.int>

αποδίδει κατά την καύση τη μισή ποσότητα CO₂ ανά μονάδα ενέργειας. Όμως πρώτον, η διανομή του εξαρτάται από πολιτικές επιλογές των κρατών που το παράγουν και δεύτερον, αν υπάρξουν διαρροές των δικτύων διανομής κατά 3% ή 4% θα αναιρέσουν τα θετικά αποτελέσματα από μείωση του CO₂, διότι το μεθάνιο το οποίο περιέχεται στο φυσικό αέριο είναι κατά 20 έως 30 φορές πιο ισχυρό αέριο θερμοκηπίου.

Η χρήση βιομάζας έχει επίσης, προταθεί, είτε με καύση υπολειμμάτων ξύλου είτε με χρήση μεθανόλης για τα αυτοκίνητα, υποκαθιστώντας το 40-50% της βενζίνης είτε με τη (δύσκολη) εκμετάλλευση του μεθανίου που εκλύεται από τις χωματερές.

Η χρήση καταλυτικών μετατροπέων για την μετατροπή των καυσαερίων σε λιγότερο ή καθόλου επικίνδυνα αέρια είναι ίσως το πιο σημαντικό εργαλείο για τον έλεγχο των ρυπογόνων εκπομπών των αυτοκινήτων. Ένας τέτοιος μετατροπέας μπορεί να μείωση την έκλυση υδρογονανθράκων και μονοξειδίου του άνθρακα κατά 85% και των οξειδίων του αζώτου κατά 60% κατά την διάρκεια του αυτοκινήτου⁵².

Προτεραιότητα στην επιδίωξη ανανέωσης του στόλου των οχημάτων που κυκλοφορούν είναι ένα βασικό μέτρο, έτσι ώστε τα παλιά να αντικατασταθούν με νέα. Επίσης, χρειάζεται τακτική συντήρηση και ρύθμιση των κινητήρων, γενίκευση όσο το δυνατόν γρηγορότερα της χρήσης της αμόλυβδης βενζίνης, προώθηση της χρήσης υγραερίου και της χρήσης παγίδων καπνού στα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα και αναβίωση της ηλεκτροκίνησης ιδιαίτερα με τα τραμ Παράλληλα, επιδιωκόμενοι στρατηγικοί τρόποι είναι η προώθηση του τραμ και γενικότερα των μαζικών μέσων μετακίνησης που θα εξυπηρετούν το κοινό με πυκνά, φτηνά και με 24ωρη βάση δρομολόγια. Χρειάζεται, επίσης κατάλληλη τιμολογιακή πολιτική για τα ταξί, αστυνόμευση της στάθμισης και η ύπαρξη προγράμματος συστηματικής επισκευής και συντήρησης των οδοστρωμάτων⁵³.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει η καταστροφή δασικών εκτάσεων ευθύνεται για το ένα τρίτο περίπου του διοξειδίου του άνθρακα που φτάνει στην ατμόσφαιρα.. Τα τροπικά δάση όπως είναι φυσικό προσελκύουν το κύριο ενδιαφέρον λόγω της τεράστιας έκτασης τους. Έτσι ο περιορισμός της μετατροπής δασών σε χωράφια και ο περιορισμός της υλοτόμησής τους θα "φρενάρει" την αύξηση του CO₂. Η διαταραχή της ισορροπίας εξαιτίας

⁵² Α. Γεωργόπουλος, 1996, σ. 449.

⁵³ *ό.π.*, σ. 445-7.

της καταστροφής των δασικών εκτάσεων μπορεί να διορθωθεί μόνο μερικώς από την αναδάσωση και την διάχυση του διοξειδίου του άνθρακα στους ωκεανούς⁵⁴.

Μια αμιγώς οικονομική λύση για μείωση του διοξειδίου του άνθρακα θα μπορούσε να επιτευχθεί με τη λήψη μέτρων για την διατήρηση και έλεγχο της ενέργειας που χρησιμοποιείται κυρίως για βιομηχανική δραστηριότητα και τη λήψη φορολογικών μέτρων τα οποία πρόβλεπαν την επιβολή ενός σύνθετου φόρου στην ενέργειά και στον άνθρακα, ενός φόρου στα αυτοκίνητα και την ισόποση μείωση από άλλες υποχρεωτικές εισφορές⁵⁵.

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι, ακόμα και αν οι ανθρωπογενείς εκπομπές CO₂ σταματούσαν, η ατμοσφαιρική συγκέντρωση θα μειωνόταν πολύ αργά, και δεν θα προσέγγιζε την προ-βιομηχανική της τιμή για εκατοντάδες χρόνια. Για να σταθεροποιηθεί η συγκέντρωση στη σημερινή τιμή μια άμεση μείωση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στα 60-80% είναι απαραίτητη.

Πολιτική μείωση του μεθανίου (CH₄)

Η σημερινή συγκέντρωση του μεθανίου CH₄ στην ατμόσφαιρα έχει αυξηθεί σημαντικά από 0,7 ppmv που ήταν στην προ-βιομηχανική εποχή (1750-1800) σε 1,9 ppmv σήμερα, σχεδόν τριπλάσια της προβιομηχανικής εποχής.

Για τη σταθεροποίηση των εκπομπών CH₄ στα σημερινά επίπεδα, απαιτείται άμεση μείωση των ανθρωπογενών εκπομπών κατά 15-20%. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η διάρκεια ζωής του μεθανίου στην ατμόσφαιρα είναι περίπου 12 έτη, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι μια αυστηρή πολιτική μείωσης των εκπομπών μεθανίου στην ατμόσφαιρα θα είχε άμεσα αποτελέσματα στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Πολιτική μείωση των οξειδίων του αζώτου (NO_x)

Οι συγκεντρώσεις του οξειδίου του αζώτου στην ατμόσφαιρα αυξάνουν συστηματικά από 275 ppbv στην προ-βιομηχανική εποχή σε 312 ppbv σήμερα.

⁵⁴ ό.π., σ. 487-90.

⁵⁵S. Faucheux – J - F. Noel, 1993, σ 124.

Η πιο αποτελεσματική μέθοδος για την μείωση και πιο συγκεκριμένα για την απομάκρυνση του αζώτου απ' τα καυσαέρια γίνεται με την χρήση του καταλύτη, με σχετικά μικρό κόστος χωρίς να επηρεάζει υπερβολικά την απόδοση του οχήματος και την κατανάλωση καυσίμου.

Το νιτρώδες οξείδιο N_2O όπως και το διοξείδιο του άνθρακα, έχει διάρκεια ζωής στην ατμόσφαιρα 120 χρόνια και μια δραστική μείωση των εκπομπών του δεν θα είχε άμεση επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Το μεθάνιο και το νιτρώδες οξείδιο αν και σε πολύ μικρότερες συγκεντρώσεις έναντι του διοξειδίου του άνθρακα συνεισφέρουν κατά 30% στο φαινόμενο του θερμοκηπίου λόγω της μεγαλύτερης απορροφητικότητας τους στην υπέρυθη ακτινοβολία 300 K μέλανος σώματος⁵⁶.

Στον πίνακα 16 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι παγκόσμιες φυσικές και ανθρωπογενείς εκπομπές διαφόρων αερίων.

Πίνακας 16: Φυσικές και ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων στην ατμόσφαιρα

Αέριο	Φυσικές πηγές (Mt/έτος)	Ανθρωπογενείς Πηγές (Mt/έτος)	Συνολικές εκπομπές (Mt/έτος)	Ευρωπαϊκή Ένωση (Mt/έτος)
CO ₂	700000	23000	720000	3250
CH ₄	160	375	535	27,2
CO	430	1815	2245	45,1
SO ₂	15	146	161	14,4
N ₂ O	26	16	42	1,4
NOx	24	85	109	12,9
NH ₃	15	30	45	3,7
H ₂ S	1,5	4	5	-
Πηγή: http://www.aerolab.ntua.gr				

⁵⁶ <http://www.aerolab.ntua.gr>

Στην συνέχεια ακολουθούν συνοπτικά τα κυριότερα μέτρα που αποσκοπούν στην αποφυγή της έξαρσης του φαινομένου του θερμοκηπίου, δηλαδή στην αποτροπή της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ

Με λίγα λόγια τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για την μείωση ή αποτροπή της υπερθέρμανσης του πλανήτη είναι:

- Υιοθέτηση πολιτικής εξοικονόμησης ενέργειας σε όλους τους τομείς.
- Προώθηση νέων τρόπων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ χρήση φυσικού αερίου και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας) με στόχο την υποκατάσταση συμβατικών καυσίμων.
- Η καινοτομία και η ενισχυμένη συνεργασία για την ανάπτυξη, τη χρήση και τη μεταφορά τεχνολογίας για τον εκσυγχρονισμό της ενεργειακής υποδομής διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο για τη μείωση της αύξησης της ενεργειακής ζήτησης και την καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος
- Η ενίσχυση των προσπαθειών για προσαρμογή στα νέα δεδομένα, συμπεριλαμβανομένων των μέσων διαχείρισης του κινδύνου, της χρηματοδότησης και των τεχνολογιών
- Η μείωση των εκπομπών από την αποψίλωση και βελτίωση των μηχανισμών δέσμευσης αερίων του θερμοκηπίου μέσω πρακτικών για την αειφόρο διαχείριση των δασών και τη χρήση της γης
- Απαιτείται διαφοροποιημένη προσέγγιση όσον αφορά τις συνεισφορές των κρατών μελών, η οποία να αντανάκλα τη δικαιοσύνη, λαμβάνοντας υπόψη τις εθνικές ιδιαιτερότητες και τα ανάλογα έτη βάσης της πρώτης περιόδου δεσμεύσεων του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

ΣΥΝΟΨΗ

Η συνεχής οικονομική ανάπτυξη και η αυξητική πορεία του τεχνικού πολιτισμού εξαρτιούνται απόλυτα και καθοριστικά από τις διάφορες μορφές ενέργειας που καταναλίσκονται κατά την διάρκεια διάφορων και ποικίλων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Με το ρυθμό που αυξάνει η οικονομική ανάπτυξη και επομένως και η ενέργεια που απελευθερώνεται στο περιβάλλον, το αργότερο στις αρχές του 22^{ου} αιώνα η μέση θερμοκρασία της Γης θα φτάσει σε επίπεδο που θα δημιουργεί κατακλυσμικά φαινόμενα και θα καταστεί αδύνατη η ζωή (μεταβολή κλίματος, κατακλυσμός από τις θάλασσες, ανατίναξη οικοσυστημάτων). Η μόνη αποτελεσματική δυνατότητα αντιμετώπισης της επερχόμενης βιβλικής καταστροφής είναι η ανακοπή της ανάπτυξης και η σταθεροποίηση της σε εκείνο το επίπεδο όπου η χρησιμοποιούμενη ενέργεια να μην παρεμβαίνει στη θερμική οικονομία του πλανήτη. Η αναγκαία επομένως και ικανή συνθήκη είναι η ανακοπή και η σταθεροποίηση της αυξητικής πορείας της ανάπτυξης. Για να γίνει αυτό χρειάζονται κολοσσιαίες και πρωτόγνωρες αλλαγές της νοοτροπίας και της συμπεριφοράς, καθώς επίσης και αλλαγές του νομοθετικού πλαισίου σε παγκόσμια κλίμακα..

Η βελτίωση της απόδοσης των μηχανών εσωτερικής καύσης, η βελτίωση θερμομονωτικών μεθόδων, η ανάπτυξη των ήπιων πηγών ενέργειας (υδροηλεκτρική, αιολική, ηλιακή) και όλα τα μέτρα τα σχετικά με εξοικονόμηση ενέργειας θεωρούνται τα πλέον κατάλληλα μέτρα για την περιστολή του φαινομένου του θερμοκηπίου. Φυσικά, προτιμητέο θα ήταν μια σημαντική μείωση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, η οποία θα συνεπάγεται και μια άμεση μείωση των εκπομπών αερίων που αυτές προκαλούν.

Ένα εξίσου σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα ατμοσφαιρικής ρύπανσης παγκόσμιας κλίμακας που έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι η όξινη βροχή. Η όξινη βροχή παραμένει ένα από τα σοβαρότερα περιβαλλοντικά προβλήματα της Ευρώπης, αν και η ελάττωση των εκπομπών έχει περιορίσει το βαθμό οξίνισης.

ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ



Ο όρος «**όξινη βροχή**» (acid rain) με την αυστηρή έννοια του, υποδηλώνει την οξίνιση της ατμόσφαιρας που οφείλεται στις ανθρώπινες κυρίως δραστηριότητες και προκαλείται από την αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του θείου SO₂ και οξειδίων του αζώτου NO (πιο συγκεκριμένα NO

& NO₂).

Ο όρος αυτός χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά για να περιγράψει τη ρυπασμένη βροχή στο Μάντσεστερ της Βρετανίας στη διάρκεια της βιομηχανικής επανάστασης τον 19^ο αιώνα και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται παρά το ότι θεωρείται σωστότερος ο όρος «**όξινη κατακρήμνιση**».⁵⁷

Η όξινη βροχή περιέχει ισχυρά οξέα, κυρίως θείο και άζωτο, από όπου παίρνει και το όνομά της. Τα οξέα αυτά βρίσκονται στην ατμόσφαιρα σε μεγάλες ποσότητες και προέρχονται κυρίως από ορυκτά καύσιμα τα οποία χρησιμοποιούνται για την κίνηση των μεταφορικών μέσων, στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης, στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς στα διυλιστήρια πετρελαίου και σε ορισμένες βιομηχανίες που λειτουργούν με κάμινους.

Συγκεκριμένα, η όξινη βροχή εμφανίζεται σαν αποτέλεσμα τεσσάρων διαδοχικών διεργασιών:

- εκπομπή οξειδίων του θείου και αζώτου στην ατμόσφαιρα
- μεταφορά των οξειδίων σε μακρινές αποστάσεις
- οξείδωση των οξειδίων και μετατροπή τους στα αντίστοιχα οξέα
- πτώση των οξέων με το νερό της βροχής.

Οι παραπάνω διεργασίες δικαιολογούν και το γεγονός ότι κατά κανόνα η όξινη βροχή δεν εμφανίζεται στις περιοχές όπου υπάρχει εκπομπή οξειδίων, αλλά σε άλλες μακρινές περιοχές, προς τις οποίες κατευθύνονται τα μέτωπα κακοκαιρίας.

⁵⁷ <http://www.prasino.gr>

Ο όρος όξινη βροχή χρησιμοποιείται επίσης για να χαρακτηρίσει την αυξημένη τιμή του pH της βροχής, η οποία προκαλείται από την παρουσία των ρυπαντικών ουσιών του διοξειδίου του θείου SO_2 και των οξειδίων του αζώτου NO στην ατμόσφαιρα. Το νερό της βροχής φυσιολογικά έχει pH 6,5 έως 5,6. Το φαινόμενο της όξινης βροχής παρουσιάζεται όταν το νερό της βροχής έχει πολύ αυξημένες όξινες ιδιότητες, δηλαδή όταν το pH της βροχής κυμαίνεται μεταξύ 4,6 και 4, ενώ κατά καιρούς μετριούνται και πιο ακραίες τιμές του pH (έως και 2,4), λόγω οξέων τα οποία βρίσκονται στην ατμόσφαιρα.⁵⁸

Η όξινη βροχή έχει διεθνή χαρακτήρα και δεν περιορίζεται μόνο στο μέρος που εκπέμπονται οι ρυπαντές. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι: το διοξείδιο του θείου (SO_2) και τα οξείδια του αζώτου (NO_x) αναμιγνύονται με άλλες αέριες μάζες, αντιδρούν χημικώς μεταξύ τους και με την βοήθεια της υγρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας δίνουν διάφορες θειούχες και αζωτούχες ενώσεις, οι οποίες θα πέσουν στο έδαφος σαν βροχή ή σαν χιόνι αφού πρώτα ταξιδεύσουν χιλιάδες χιλιόμετρα.

Οι πρώτες δημοσιεύσεις για τη σχέση ανάμεσα στις μετρήσεις οξύτητας του θείου στη βροχή και στην οξίνιση νερού και εδάφους έγιναν στα τέλη της δεκαετίας του '60 και στις αρχές του '70 και οδήγησαν στην παρουσίαση μιας μελέτης στο Συνέδριο του Ο.Η.Ε. για το ανθρώπινο περιβάλλον που έγινε το 1972 στη Στοκχόλμη. Το 1973 ο Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη άρχισε να εξετάζει το θέμα της μεταφοράς των αερίων ρυπαντών σε μεγάλες αποστάσεις. Λίγο μετά το 1977 λειτούργησε το Πρόγραμμα Εθνικής Ατμοσφαιρικής Αποθέσεως στις Ηνωμένες Πολιτείες, το 1982 η Σουηδία συγκάλεσε ένα διεθνές συνέδριο για την όξινη βροχή και το 1983 προτάθηκε από κοινού το Αγγλικό, Σουηδικό και Νορβηγικό Πρόγραμμα Οξίνισης Επιφάνειας και Νερού. Επίσης, η επιστήμη της αποθέσεως οξέος εξετάστηκε στο συνέδριο της Γλασκόβης το 1990.⁵⁹

⁵⁸ X. Μαλλιαρός, 2000, σ. 55.

⁵⁹ <http://www.aerolab.ntua.gr>

ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ

Για να καταλάβουμε όμως πώς δημιουργείται η όξινη βροχή θα πρέπει πρώτα να αναφέρουμε από ποιες διεργασίες σχηματίζονται οι εκπομπές θεϊκών και αζωτούχων ενώσεων στην ατμόσφαιρα, οι οποίες αποτελούν κύριες αιτίες σχηματισμού όξινης βροχής.

Αρχικά θα πρέπει να πούμε ότι η ατμόσφαιρα του πλανήτη μας έχει δεχθεί αυτές τις ουσίες από την αρχή της ύπαρξης της, μέσω των ηφαιστειακών εκρήξεων, των πυρκαγιών στα δάση, καθώς ακόμα και μέσω της βακτηριακής αποσύνθεσης οργανικών ουσιών.⁶⁰

Στην εικόνα 7 απεικονίζεται ηφαιστειακή έκρηξη που απειλεί με όξινη βροχή το νότιο Περού

Εικόνα 7: Το Ουμπίνας τρέμει



Λίμα: Τουλάχιστον 1.000 άνθρωποι παρουσίασαν αναπνευστικά προβλήματα και συνολικά 3.500 άτομα απειλούνται από ισχυρή όξινη βροχή λόγω της ενεργοποίησης του ηφαιστείου Ουμπίνας στο νότιο Περού, που εκτοξεύει έναν πίδακα καπνού και τέφρας γεμάτης θειάφι. Το ηφαίστειο Ουμπίνας, ύψους 5.672 μέτρων, παρέμενε αδρανές εδώ και αιώνες. Οι μόνες εκρήξεις που είναι γνωστές από ιστορικές αναφορές συνέβησαν γύρω στον 10^ο και τον 16^ο αιώνα μ.Χ.

Πηγή: <http://www.tech.pathfinder.gr>

Σύμφωνα με έρευνες των επιστημόνων, αποδείχτηκε ότι η ομίχλη, λόγω των πολλών μικρών σταγονιδίων από τα οποία αποτελείται, περιέχει πολλαπλάσιες ποσότητες θειικού και νιτρικού οξέος από ότι άλλες μορφές όξινης κατακρήμνισης.

Αζωτούχες ενώσεις σχηματίζουν ακόμα και οι αστραπές, από το άζωτο που υπάρχει ήδη στην ατμόσφαιρα. Βέβαια, οι ενώσεις αυτές που σχηματίζονται με τέτοιου είδους

⁶⁰ <http://www.tech.pathfinder.gr>



διεργασίες είναι ελάχιστες ως προς αυτές της ανθρώπινης δραστηριότητας. Αφού για παράδειγμα ένα μεγάλο θερμικό εργοστάσιο παραγωγής ισχύος εκπέμπει ετησίως τόσους ρυπαντές όσους και μια έκρηξη ενός ηφαιστείου. Γεγονός είναι ότι το 1980 απελευθερώθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες περισσότεροι από 26.000 τόνοι SO_2 και σχεδόν 22.000 τόνοι NO_x .⁶¹

Πηγές Ρύπανσης

Οι πηγές ρύπανσης διαχωρίζονται σε πρωτογενείς και δευτερογενείς πηγές.

Πρωτογενείς

Διοξείδιο του θείου (SO_2)

Το SO_2 είναι αέριο άχρωμο, με οξεία ερεθιστική οσμή και οξειδώνεται με φωτοχημική ή καταλυτική διαδικασία σε τριοξείδιο του θείου (SO_3). Απορροφώντας την ατμοσφαιρική υγρασία σχηματίζει θειικό οξύ το οποίο είτε πίπτει στο έδαφος με τη βροχή είτε απορροφάται από τα αιωρούμενα σωματίδια, σχηματίζοντας θειικά άλατα σε μορφή σωματιδίων. Το αέριο διοξείδιο του θείου προέρχεται από την καύση καυσίμων που περιέχουν θείο καθώς και από πλήθος βιομηχανικών διεργασιών, όπως η βιομηχανία θειικού οξέος, τα διωλιστήρια, τα εργοστάσια λιπασμάτων κ.τ.λ.. Το 80% του παγκοσμίου παραγομένου διοξειδίου του θείου οφείλεται σε φυσικές διεργασίες και συγκεκριμένα στην οξείδωση του αερίου υδρόθειου και το υπόλοιπο 20% οφείλεται σε ανθρωπογενείς παράγοντες, πηγές ρύπανσης που σε αντιδιαστολή με τις φυσικές πηγές είναι συγκεντρωμένες σε αστικές και βιομηχανικές περιοχές.

Οι ανθρωπογενείς πηγές ρύπανσης για το διοξείδιο του θείου (και γενικότερα τα οξείδια του θείου) μπορούν να ταξινομηθούν στις:

- α) Βιομηχανικές δραστηριότητες : βιομηχανική καύση μαζούτ για θέρμανση ή παραγωγή ατμού, βιομηχανίες οξείδωσης θειούχων ορυκτών για την εξαγωγή μετάλλου, διωλιστήρια πετρελαιοειδών, βιομηχανίες παραγωγής θειικού οξέος.
- β) Εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας: καύση μαζούτ ή άνθρακα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

⁶¹ <http://www.aerolab.ntua.gr>

γ) Κεντρική θέρμανση κατοικιών: καύση μαζούτ, πετρελαίου.

δ) Μεταφορές: διάφορα μεταφορικά μέσα, κυρίως φορτηγά που κινούνται με ακάθαρμο πετρέλαιο.

Τα οξειδία του θείου έχουν αρνητική επίδραση στο περιβάλλον αλλά και στον άνθρωπο. Συγκεκριμένα, προκαλούν σοβαρές βλάβες στο φυτικό κόσμο, καθώς τα οξειδία του θείου μειώνουν την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα. Ενώ ερεθίζουν το αναπνευστικό σύστημα και προκαλούν μείωση της ορατότητας του ανθρώπου. Θεωρούνται ακόμη υπεύθυνα για την καταστροφή των μνημείων λόγω της διαβρωτικής τους ιδιότητας.

Στον πίνακα που ακολουθεί απεικονίζονται οι κύριοι ρυπαντές του θείου και οι επιδράσεις τους στην υγεία

Πίνακας 17: Κύριοι ρυπαντές του θείου και οι επιδράσεις τους στην υγεία

Όνομασία	Χημικός τύπος	Σημαντικότερες ιδιότητες	Σημασία ως αέριος ρυπαντής
διοξείδιο του θείου	SO ₂	άχρωμο, χαρακτηριστικής οσμής, διαλυτό στο νερό σχηματίζοντας θειώδες οξύ H ₂ SO ₃	επιδρά στα φυτά, στις κατασκευές και στην υγεία
τριοξείδιο του θείου	SO ₃	διαλυτό στο νερό σχηματίζοντας θειικό οξύ H ₂ SO ₄	ιδιαίτερα διαβρωτικό
υδρόθειο	H ₂ S	οσμή χαλασμένου αυγού σε μικρές συγκεντρώσεις, άοσμο σε υψηλές	ιδιαίτερα δηλητηριώδες

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Αιωρούμενα σωματίδια

Αποτελούν τον πιο προφανή αλλά και τον πιο σύνθετο ρυπαντή. Προέρχονται κυρίως από βιομηχανίες όπως η χαλυβουργία, η τσιμεντοβιομηχανία κ.τ.λ., αλλά και από την ηλεκτροπαραγωγή, κυρίως από λιγνιτικούς σταθμούς. Τα σωματίδια αυτά κάθονται πάνω στα φύλλα των φυτών με αποτέλεσμα να μειώνεται η ικανότητα απορρόφησης διοξειδίου του άνθρακα και η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στο εσωτερικό των φύλλων. Επίσης, λεκιάζουν υφάσματα, ζωγραφισμένες επιφάνειες και κτίρια και

μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση είτε λόγω της τοξικότητάς τους είτε λόγω των απορροφημένων διαβρωτικών χημικών, κυρίως σε ατμόσφαιρα.

Δευτερογενείς

Οξειδία του Αζώτου (NO_x)



Το άζωτο αποτελεί το 79% του όγκου του αέρα που εισπνέουμε, ενώ σχηματίζει διάφορα οξειδία του αζώτου, κατά την καύση σε μηχανές εσωτερικής καύσης (π.χ. αυτοκίνητα) και σε κλιβάνους όπου καίγονται ορυκτά καύσιμα. Η κύρια ένωση του αζώτου, η οποία περιέχεται στα καυσαέρια των αυτοκινήτων είναι το μονοξείδιο

του αζώτου (NO).

Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία της καύσης, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ποσότητα του οξειδίου του αζώτου που σχηματίζεται. Από τις δυνατές χημικές μορφές των οξειδίων του αζώτου, μόνο το οξείδιο του αζώτου (NO) και το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) δημιουργούν προβλήματα ρύπανσης του αέρα. Από τα δύο αυτά οξειδία μόνο το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) θεωρείται τοξικό στις συνήθεις συγκεντρώσεις. Τα οξειδία του αζώτου θεωρούνται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στην δημιουργία της φωτοχημικής ρύπανσης.

Το NO_2 ερεθίζει τα μάτια, την μύτη, το βρογχικό σύστημα και τους πνεύμονες. Όταν έλθει σε επαφή με υγρασία, είτε στον αέρα είτε στο ανθρώπινο σώμα, τότε σχηματίζεται το εξαιρετικά διαβρωτικό νιτρικό οξύ. Τα οξειδία του αζώτου, μπορούν έμμεσα μέσω της σχέσης τους με την όξινη βροχή, να ελαττώσουν την ανάπτυξη φυτών όπως είναι οι ντομάτες, τα φασολάκια και τα πορτοκάλια.

Τα οξειδία του αζώτου θεωρούνται ότι κατέχουν το δεύτερο ρόλο μετά τις ενώσεις θείου όσον αφορά στη συμβολή τους στη δημιουργία όξινης βροχής.

Στον παρακάτω πίνακα απεικονίζονται οι κύριοι ρυπαντές του αζώτου και οι επιδράσεις τους στην υγεία

Πίνακας 18: Κύριοι ρυπαντές του αζώτου και οι επιδράσεις τους στην υγεία

υποξείδιο του αζώτου	N ₂ O	άχρωμο, προωθητικό στις φυάλες αεροζόλ και σπρέϋ	σχετικά αδρανές, δεν παράγεται κατά την καύση
μονοξείδιο του αζώτου	NO	άχρωμο αέριο	παράγεται σε καύσεις με υψηλή θερμοκρασία και πίεση, οξειδώνεται σε NO ₂
διοξείδιο του αζώτου	NO ₂	καστανόχρωμο αέριο	κύριο συστατικό στον σχηματισμό του φωτοχημικού νέφους

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Στον Πίνακα 19 που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι κύριοι ρυπαντές ανά κλάδο βιομηχανικής δραστηριότητας καθώς και οι επιδράσεις τους στο περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Πίνακας 19: Κύριοι ρυπαντές από βιομηχανική δραστηριότητα και οι επιδράσεις τους

ΡΥΠΑΝΤΗΣ	ΚΥΡΙΕΣ ΠΗΓΕΣ	ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ
Μονοξείδιο του άνθρακα CO	Μηχανές εσωτερικής καύσης αυτοκινήτων. Πολύ μικρότερη συνεισφορά από βιομηχανικές δραστηριότητες.	Πονοκέφαλοι, μειωμένη διαύγεια, θάνατος, καρδιακές αλλοιώσεις
Διοξείδιο του θείου (SO ₂)	Καύση πετρελαίου και γαιανθράκων για ηλεκτροπαραγωγή και θέρμανση κτιρίων. Μικρότερες ποσότητες από βιομηχανικές δραστηριότητες.	Ερεθισμός ματιών, αλλοιώσεις πνευμόνων, καταστροφή υδρόβιας ζωής, όξινη βροχή, καταστροφή δασών, καταστροφή μνημείων
Υδρογονάνθρακες	Μηχανές εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων. Μικρότερες ποσότητες από βιομηχανικές δραστηριότητες.	Συμβολή στο φωτοχημικό νέφος, μείωση ορατότητας, επίδραση στους πνεύμονες (μόλυβδος από μολυβδομενή βενζίνη επίδραση στα νεφρά και στον εγκέφαλο, είσοδο στην τροφική αλυσίδα)
Στερεά σωματίδια ή αεροσωματίδια	Καύση πετρελαίου και γαιανθράκων για ηλεκτροπαραγωγή, βιομηχανικές χρήσεις, θέρμανση κτιρίων. Μικρότερες ποσότητες από αυτοκίνητα.	Ζημιές στους πνεύμονες, ερεθισμός ματιών, ζημιές στη γεωργική παραγωγή, μείωση ορατότητας, αλλοίωση χρωμάτων και μνημείων
Οξείδια του αζώτου μονοξείδιο (NO) και διοξείδιο (NO ₂)	Μηχανές εσωτερικής καύσης και μεγάλες στάσιμες μονάδες καύσεως όπως εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής.	Ζημιές πνευμόνων, όξινη βροχή, καταστροφή μνημείων, καταστροφή δασών, σχηματισμός φωτοχημικής ομίχλης

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Ακολουθεί ο πίνακας 20 στον οποίο σημειώνονται οι βασικότεροι ρυπαντές που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα ανά κλάδο βιομηχανικής δραστηριότητας.

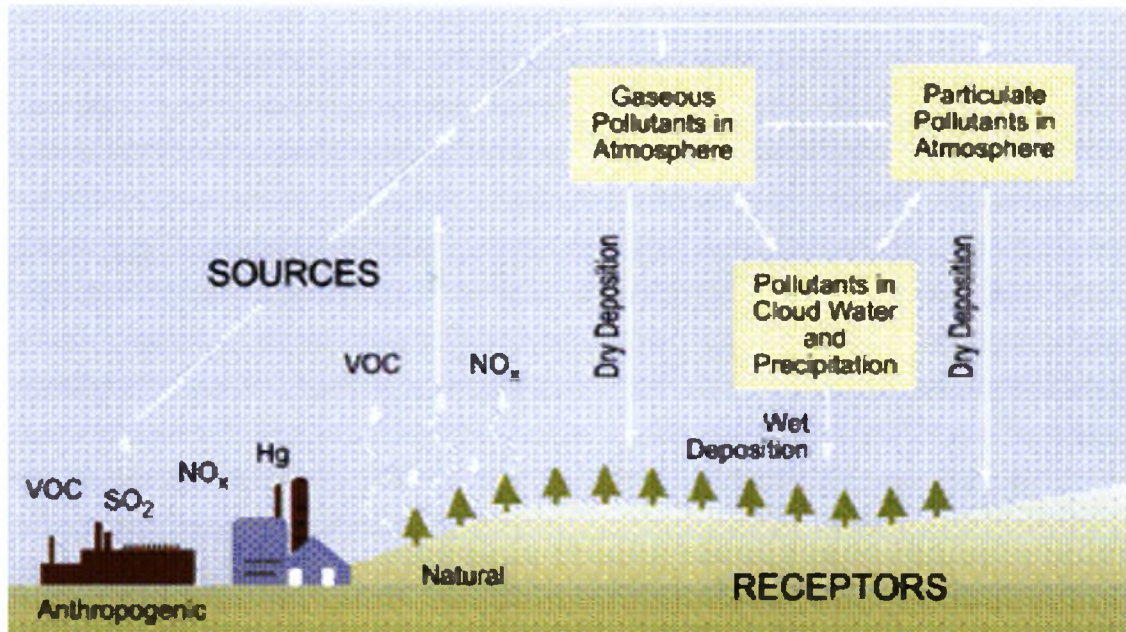
Πίνακας 20: Βιομηχανικές δραστηριότητες και ρυπαντές

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΡΥΠΑΝΤΕΣ
Θερμοηλεκτρικοί σταθμοί	Καπνός, σωματίδια, οξείδια του θείου, οξείδια του αζώτου, υδρογονάνθρακες
διυλιστήρια πετρελαίου	Υδρογονάνθρακες, μονοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του θείου, οξείδια του αζώτου, σωματίδια, υδρόθειο
εργοστάσια τσιμέντου	Σωματίδια, οξείδια του θείου, οξείδια του αζώτου
Χαλυβουργεία	Σωματίδια, μονοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του θείου, οξείδια του αζώτου, υδρογονάνθρακες
λιπάσματα	Σωματίδια, αμμωνία ή / και φθοριούχα ή/και θειικά ή / και νιτρικά παράγωγα
βιομηχανία γυαλιού	οξείδια του θείου, οξείδια του αζώτου, φθοριούχα παράγωγα, σωματίδια
κυκλοφορία	CO, HC , NOx, Διοξείδιο του θείου, Σωματίδια

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Συνεπώς οι εκπομπές του διοξειδίου του θείου SO₂ και των οξειδίων του αζώτου NO οφείλονται σε φυσικές διεργασίες αλλά και σε ανθρωπογενείς, οι οποίες μέσω της ξηρής απόθεσης «dry deposition», που είναι η απευθείας απορρόφηση από μια επιφάνεια, και της υγρής «wet deposition», όπως είναι η βροχή, το χιονόνερο, το χιόνι ή το χαλάζι προσπίπτουν στο έδαφος υπό την μορφή όξινης βροχής. Η παραπάνω διαδικασία απεικονίζεται από την εικόνα 8.

Εικόνα 8: Πηγές ρύπανσης που προκαλούν δημιουργία όξινης βροχής

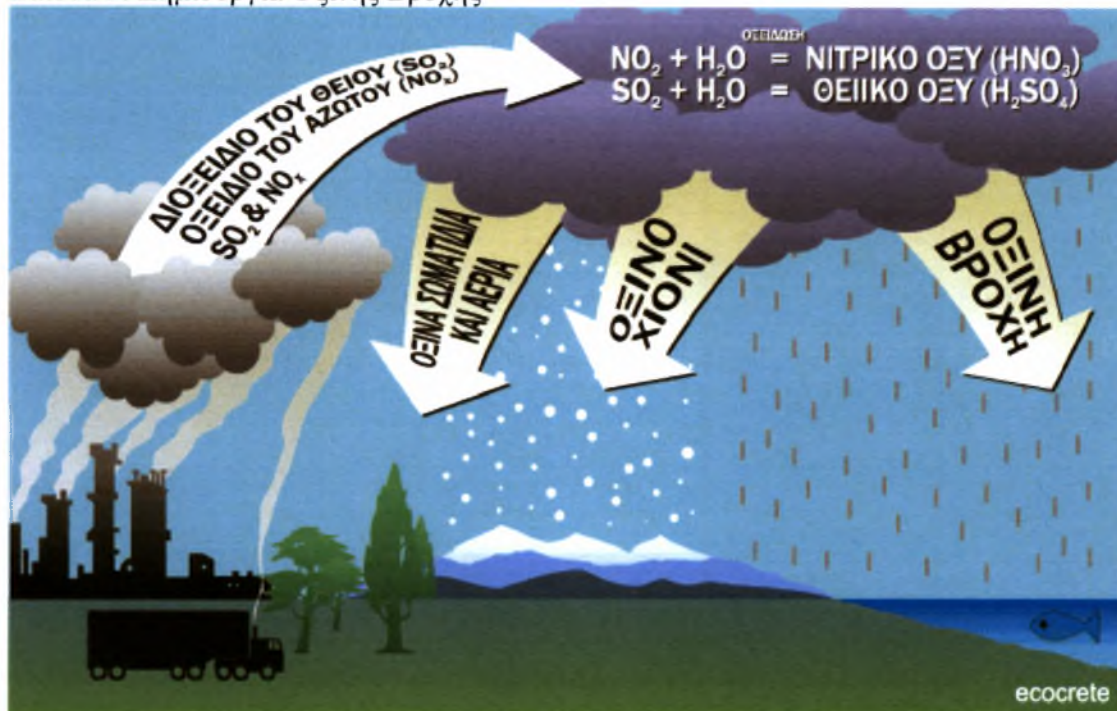


Πηγή: <http://www.utopia.duth.gr>

Δημιουργία Όξυνσης

Το διοξείδιο του θείου και του αζώτου, τα οποία εκλύονται στην ατμόσφαιρα από ορυκτά καύσιμα, τα οποία χρησιμοποιούνται για την κίνηση των μεταφορικών μέσων, στα διωλιστήρια πετρελαίου και γενικά σε βιομηχανίες που λειτουργούν με κάμινους, οξειδώνονται σε τριοξείδια. Αυτά με την σειρά τους, με την παρουσία της υγρασίας της ατμόσφαιρας, μετατρέπονται σε θειικό και νιτρικό οξύ. Τα οξέα αυτά είναι δυνατόν να μεταφερθούν από τους ανέμους, από την βροχή ή από το χιόνι και να πέσουν στην Γη υπό την μορφή όξινης βροχής. Αυτό φαίνεται και από την εικόνα 2 που ακολουθεί.

Εικόνα 9: Δημιουργία Όξινης Βροχής



Πηγή: <http://www.utopia.duth.gr>

Επιπτώσεις της όξινης βροχής

Το φαινόμενο της όξινης βροχής είναι έντονο στις χώρες της Βόρειας Ευρώπης και Αμερικής, γιατί στις χώρες αυτές η ατμόσφαιρα είναι μολυσμένη περισσότερο από κάθε άλλο μέρος της Γης. Μεγάλες διαστάσεις έχει πάρει ακόμη, στην Κεντρική Ευρώπη και στις Σκανδιναβικές χώρες, στις οποίες ολόκληρες λίμνες έχουν νεκρωθεί από την όξινη βροχή.

Το φαινόμενο αυτό έχει καταστρεπτικές επιπτώσεις στη χλωρίδα και στην πανίδα, προκαλώντας σοβαρά προβλήματα στους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς. Έχει επίσης αρνητικές επιπτώσεις στον άνθρωπο, αφού η επιβίωση του εξαρτάται άμεσα από αυτούς τους οργανισμούς. Έντονα προβλήματα δημιουργούνται σε αρχαιολογικούς χώρους και κτίρια.

Για να καταλάβουμε πόσο σπουδαίο είναι το πρόβλημα αυτό αρκεί να αναφέρουμε μερικές από τις σημαντικότερες επιπτώσεις.

Εικόνα 10: Μανιτάρι κατεστραμμένο από την όξινη βροχή

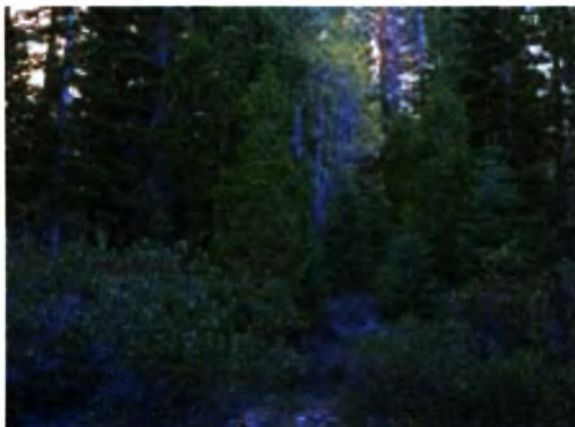


Η όξινη βροχή έχει ιδιαίτερα καταστρεπτική επίδραση στο ίδιο το έδαφος, το οποίο υποβαθμίζεται, γιατί τα οξέα που φτάνουν σ' αυτό σε μεγάλη ποσότητα καταστρέφουν τους ωφέλιμους μικροοργανισμούς, όπως είναι τα μανιτάρια (εικ.4), διαλύουν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών αλάτων που κατόπιν απομακρύνονται με το νερό της βροχής και απελευθερώνουν τοξικά για τα φυτά βαρέα μέταλλα (κυρίως ιόντα αργιλίου και μαγγανίου).

Πηγή: <http://www.sciencenews.gr>

Ως συνέπεια όλων των προηγούμενων είναι, η **εξασθένηση των δέντρων**, που γίνονται ευάλωτα σε βακτήρια, ασθένειες κ.λπ. και τελικά πεθαίνουν.

Εικόνα 11: Εξασθένηση δέντρων



Τα φύλλα ή οι βελόνες των δέντρων κιτρινίζουν και πέφτουν, ο μεταβολισμός τους διαταράσσεται και το ριζικό σύστημα υφίσταται βλάβες, με αποτέλεσμα να προσλαμβάνονται μικρότερες ποσότητες θρεπτικών αλάτων και νερού.

Πηγή: <http://www.sciencenews.gr>

Η επίδραση της όξινης βροχής στα φυτά και τα δένδρα μπορεί να είναι άμεση, επιδρώντας δηλαδή στο υπέργειο τμήμα του φυτού και προκαλώντας την καταστροφή του, είναι όμως δυνατόν να επιδρά και έμμεσα περνώντας στο ριζικό σύστημα του φυτού μέσω του εδάφους.

Καταστρεπτικές είναι οι επιδράσεις της όξινης βροχής και στα επιφανειακά νερά, κυρίως **λίμνες και μικρά ποτάμια**, καθώς η αυξημένη συγκέντρωση οξέων καταστρέφει το πλαγκτόν, την υδάτινη χλωρίδα και τα αβγά αμφιβίων και ψαριών. Κατά καιρούς η όξινη βροχή έχει θεωρηθεί υπεύθυνη και για **μαζικούς θανάτους ψαριών**, όπως συνέβη σε σκανδιναβικές λίμνες στις αρχές της δεκαετίας του 1970 και σε μικρά ποτάμια της Γερμανίας στα τέλη της δεκαετίας του 1980.

Η όξινη βροχή επιδρά αρνητικά και στις **γεωργικές εκτάσεις**. Η πιο σοβαρή αιτία πιθανόν να είναι η υιοθέτηση ορισμένων μορφών γεωργικής πρακτικής, όπως η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων και οι στρατηγικές αποκομιδής της σοδειάς. Πάντως οι αέριοι ρυπαντές, όπως το όζον, βλάπτουν τις καλλιέργειες και μειώνουν τις αποδόσεις

Η προσβολή των χερσαίων και των υδάτινων οικοσυστημάτων από όξινη βροχή δεν εξαρτάται απλά από τις τιμές του pH αλλά και από την ικανότητα των λιμνών και των εδαφών να εξουδετερώνουν τα οξέα. Αυτή η ικανότητα να συγκρατούν τα παραπάνω ιόντα υδρογόνου που μεταφέρονται με την όξινη βροχή εξαρτάται σημαντικά από το βυθό των λιμνών και θαλασσών.

Σύμφωνα με μελέτες έχει αποδειχθεί ότι οι δύο βασικές αέριες ουσίες (το διοξείδιο του αζώτου και το διοξείδιο του θείου) από τις οποίες προκαλείται η όξινη βροχή, είναι εξαιρετικά καταστρεπτικές λόγω της διαβρωτικής τους ιδιότητας για κτίρια, **μνημεία και αγάλματα** τα οποία είναι κατασκευασμένα από ορυκτό υλικό, όπως ασβεστόλιθος, μάρμαρο κ.λπ.. Το θειικό οξύ που περιέχεται στην όξινη βροχή ενώνεται με το ασβέστιο και δίνει γύψο (CaSO_4), ο οποίος στη συνέχεια ενώνεται με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας ή με το νερό της βροχής, φουσκώνει και σκάει, με τελικό αποτέλεσμα τη διάβρωση ή την αποσάθρωση του υλικού. Καταστροφές μνημείων εξαιτίας της όξινης βροχής έχουν σημειωθεί σε πάρα πολλές χώρες σε όλο τον κόσμο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η Ακρόπολη στην Αθήνα και το Κολοσσαίο στη Ρώμη που άντεξαν την επίδραση της ατμόσφαιρας για χιλιάδες χρόνια και υποφέρουν από σοβαρές καταστροφές που προξενήθηκαν στις τελευταίες δεκαετίες.

Εικόνες 12,13: Καταστροφικές συνέπειες των μνημείων

πριν

μετά



Πηγή: <http://www.utopia.duth.gr>

Στις παραπάνω εικόνες φαίνονται οι συνέπειες που προκαλεί η όξινη βροχή στα μνημεία.

Οι πιθανές επιδράσεις στην υγεία από την απόθεση οξέος μπορούν να διαιρεθούν σε άμεσες και έμμεσες, όπως ο αυξημένος κίνδυνος εκθέσεως σε βαρέα μέταλλα που βρίσκονται σε πόσιμο νερό και σε συστατικά τροφών. Οι άμεσες επιδράσεις έχουν πιστοποιηθεί σε συγκεντρώσεις του διοξειδίου του θείου SO_2 και οξειδίων του αζώτου NO_x , τα οποία είναι ερεθιστικά και όξινα αέρια, σαφώς βλαβερά για το αναπνευστικό σύστημα και μπορούν να καταστήσουν τα άτομα πιο ευάλωτα σε βρογχίτιδα και πνευμονία. Μπορούν επίσης να επηρεάσουν την ικανότητα των πνευμόνων, να διαχωρίζουν το οξυγόνο του αέρα και αυτή η επίδραση μπορεί να αυξηθεί κατά τη διάρκεια μέγιστης οξυγονώσεως όπως κατά τη διάρκεια της άσκησης.

Έλεγχος Πηγών Ρύπανσης

Ο έλεγχος εκπομπής των πρόδρομων αερίων μπορεί να γίνει πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την καύση. Χρησιμοποιείται ευρέως για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ρύπανσης των υδάτων.

Όσον αφορά τον έλεγχο του διοξειδίου του θείου πριν την καύση, η κατεργασία αποτελείται από δύο δραστηριότητες: 1) τον καθαρισμό του άνθρακα και 2) την αντικατάσταση του καυσίμου και την ανάμειξη του.

Καθαρισμός άνθρακα

Αν και η περιεκτικότητα του άνθρακα σε θείο ποικίλει, οι περισσότεροι λιθάνθρακες έχουν κατά μέσο όρο 1% και μερικοί μάλιστα έχουν πολύ υψηλότερο ποσοστό. Οι λιθάνθρακες με τους οποίους τροφοδοτούνται οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας με διάφορες τεχνικές, μειώνουν το περιεχόμενο σε σκόνη και απομακρύνουν το ανόργανο θείο, όχι όμως το οργανικό. Ο μαγνητικός ή ο πνευματικός διαχωρισμός τυγχάνουν εμπορικής χρήσης, δεν αναμένεται όμως πάνω από 10% μείωση στις εκπομπές SO₂ κατά την καύση άνθρακα με τις συμβατικές τεχνικές καθαρισμού του.

Αντικατάσταση του καυσίμου και την ανάμειξη του.

Η αντικατάσταση ενός πλούσιου σε θείο άνθρακα με έναν φτωχό, είναι ένας τρόπος ελέγχου πριν την καύση. Η μείωση που μπορεί να επιτευχθεί έτσι, είναι μικρή. Μία ακόμη προσέγγιση είναι η ανάμειξη φτωχού και πλούσιου σε θείο, άνθρακα.

Οι τεχνικές απομάκρυνσης **κατά τη διάρκεια** της καύσης μπορούν να διαιρεθούν σε εκείνες που προορίζονται για χρήση σε συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας, που χρησιμοποιούν κονιοποιημένο καύσιμο, και σ' αυτές που προκύπτουν ως αναπόσπαστο τμήμα νέων τεχνολογιών καύσεως. Ο απευθείας ψεκάσμος ασβεστόλιθου μπορεί να μειώσει τις εκπομπές θείου κατά 35-40%, απαιτεί όμως μεγάλες ποσότητες πρώτης ύλης και παράγεται μεγάλος όγκος αποβλήτων. Ακόμη η αεριοποίηση άνθρακα για την παραγωγή ηλεκτρισμού προσφέρει βελτιωμένη αποτελεσματικότητα για τη μείωση στις εκπομπές ρύπων.

Η αποθείωση καυσίμου (FGD) χρησιμοποιείται για τον έλεγχο αερίων εκπομπών του θείου **μετά τη καύση**. Ένας άλλος τρόπος ελέγχου είναι η εισαγωγή υψηλών

καπνοδόχων, οι οποίες μείωσαν σημαντικά τις συγκεντρώσεις SO₂ στην επιφάνεια του εδάφους και απομάκρυνε έτσι την ανάγκη για FGD προκειμένου να ελέγχονται οι συγκεντρώσεις SO₂ στα αστικά κέντρα.

Η απομάκρυνση του αζώτου απ' τα καυσαέρια γίνεται με την χρήση του καταλύτη. Οι εξατμίσεις από τα οχήματα είναι μια σημαντική και αυξανόμενη πηγή αέριων ρυπαντών.

Στην Βρετανία, για παράδειγμα, κατά το έτος 1988, τα τροχοφόρα οχήματα, συνεισέφεραν το 45% των οξειδίων του αζώτου και 30% των πτητικών οργανικών ενώσεων που εκπέμφθηκαν στη χώρα. Οι μηχανές diesel έχουν επίσης μια μικρή συνεισφορά στις εκπομπές διοξειδίου του θείου. Ο έλεγχος των κινητών πηγών μπορεί να επιτευχθεί κατά τη διάρκεια ή μετά την καύση. Οι δύο βασικές τεχνικές είναι τα καταλυτικά συστήματα και οι μηχανές φτωχού μίγματος. Η τεχνολογία μηχανών φτωχού μίγματος προσφέρει βελτιωμένη αποτελεσματικότητα καυσίμου και σαν συνέπεια μειώνει τις εκπομπές NO_x κάτω από ορισμένες συνθήκες οδήγησης, ειδικότερα σε ταχύτητες ταξιδιού. Για να λειτουργεί αποτελεσματικά το σύστημα κάτω από κάθε συνθήκη οδήγησης, απαιτείται τριοδικός καταλύτης. Οι καταλυτικοί μετατροπείς από την άλλη, είναι το μόνο σύστημα καθαρισμού των αερίων εξατμίσεως που αποδεδειγμένα μειώνει τις εκπομπές του αζώτου από τα οχήματα. Το 1988 με τη Συμφωνία του Λουξεμβούργου αποφασίστηκε από την Ε.Ο.Κ. ο έλεγχος των εκπομπών οξειδίων του αζώτου των οχημάτων. Οι συνεχείς πιέσεις όμως οδήγησαν στην εφαρμογή σκληρότερων ρυθμίσεων. Οδηγώντας την χρήση καταλυτικών μετατροπέων ως το μόνο επαρκές μέτρο για τον έλεγχο των εκπομπών καυσαερίων.

ΑΡΧΕΣ ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

Ο τρόπος υπολογισμού του κόστους ελέγχου της ρύπανσης διαφέρει από χώρα σε χώρα όπως επίσης και ο καταμερισμός του κόστους δεν είναι πάντα δίκαιος καθώς πολλές χώρες επωμίζονται πολύ υψηλό κόστος σε σχέση με την πραγματική τους ευθύνη στο πρόβλημα. Προκειμένου να κατανεμηθούν οι ευθύνες ανάμεσα στις χώρες με δίκαιο τρόπο προτείνονται έξι εναλλακτικές αρχές καταμερισμού του κόστους ελέγχου.

Η πρώτη αρχή υποστηρίζει ότι αυτός που δημιουργεί το πρόβλημα φροντίζει να το εξαλείψει. Η γνωστή αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει (PPP)». Επειδή όμως η περιβαλλοντική φυσική ζημία είναι δύσκολο να μετρηθεί σε χρηματικούς όρους και

επειδή οι υπεύθυνοι της ρύπανσης δεν μπορούν να καθοριστούν, αφού αυτή γίνεται αντιληπτή μετά από κάποια χρονική περίοδο, συστήνουμε την αρχή αυτή με βάση τα κόστη ελέγχου. Έτσι, λοιπόν, το μερίδιο κάθε χώρας στα συνολικά κόστη καταπολέμησης της ρύπανσης καθορίζεται με βάση τη συμμετοχή της χώρας στις συνολικές εκπομπές. Επειδή όμως, η Ευρώπη δεν είναι ομοιογενής σε εκπομπές αυτός ο αναλογικός κανόνας καταμερισμού δεν είναι δίκαιος. Όταν, ωστόσο, ενδιαφερόμαστε για μείωση των ρυπαντών αλλά με παράλληλη αύξηση της κοινωνικής ευημερίας των χωρών, η **PPP (Polluter Pays Principle)** αποτυγχάνει καθώς βρίσκεται σε ασυνέπεια με την κατά Pareto βελτίωση και δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε διεθνές επίπεδο. Σε μια λύση συνεργασίας τα καθαρά κόστη ελαχιστοποιούνται για όλες τις χώρες ταυτόχρονα, υπό την προϋπόθεση βέβαια ότι θα υποβληθούν αποζημιώσεις στη μορφή των side payments στις χώρες που βρίσκουν τον εαυτό τους σε χειρότερη θέση σε σχέση με την περίπτωση που δεν συνεργάζονται.

Η αρχή «**το θύμα πληρώνει (Victim Pays Principle)**» συμφωνά με την οποία η χώρα που ρυπαίνεται αναλαμβάνει το κόστος ελέγχου και τη ζημία, που είναι απαραίτητη για την επίλυση διεθνών περιβαλλοντικών προβλημάτων. Η εφαρμογή αυτή της αρχής είναι σπάνια καθώς η αποδοχή της (VPP) στις διαπραγματεύσεις ανάμεσα σε δύο ή περισσότερα κράτη, πάνω σε διασυνοριακά περιβαλλοντικά θέματα μπορεί να δώσει την εικόνα ενός «αδύναμου» διαπραγματευτή. Επίσης οι χώρες αναπτύσσουν μεταξύ τους μια σειρά διεθνών σχέσεων, γεγονός που τους οδηγεί να κάνουν υποχωρήσεις για να διατηρήσουν τις φιλικές σχέσεις τους.

Η επόμενη αρχή ονομάζεται «**ίσος καταμερισμός ευθυνών**» (equal share of responsibility, **ESR**) και σύμφωνα με τη συγκεκριμένη αρχή, αυτοί που ρυπαίνουν και αυτοί που ρυπαίνονται πληρώνουν ίσο μερίδιο του κόστους καταπολέμησης.

Μια άλλη αρχή είναι αυτή που στηρίζεται στο πιο αντιπροσωπευτικό δείκτη οικονομικών δραστηριοτήτων μιας χώρας, στο κατά κεφαλήν ακαθάριστο εθνικό προϊόν (**ΑΕΠ**) της χώρας. Στην συγκεκριμένη περίπτωση η αναλογία ευθύνης των χωρών είναι συνάρτηση του ΑΕΠ χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι πραγματικές εκπομπές ρυπαντών.

Η **πυκνότητα εκπομπών** (emissions density, **ED**) είναι η πέμπτη κατά σειρά εναλλακτική αρχή καταμερισμού του κόστους ελέγχου, κατά την οποία η ευθύνη της

χώρας θα είναι αναλογική τόσο των εκπομπών της ανά στρέμμα όσο και του κατά κεφαλήν ΑΕΠ.

Τέλος, η έκτη αρχή ονομάζεται «**επιθυμία να πληρώσει**» (willingness to pay, **WTP**) και έχει σαν βάση ότι οι χώρες προσπαθούν να μεγιστοποιήσουν τα καθαρά οφέλη τους από τον έλεγχο της ρύπανσης. Κάθε χώρα μειώνει τις εκπομπές της μέχρι το σημείο όπου τα οριακά οφέλη της ισούνται με τα οριακά κόστη ελέγχου. Η συγκεκριμένη αρχή αναπτύσσει την αρχή «**το θύμα πληρώνει**» και αντί να λαμβάνει υπόψη τους τόνους των αποθέσεων θείου, τους σταθμίζει με την αξία των οριακών ωφελειών.

Οι μεγάλοι ρυπαντές της Ευρώπης είναι κυρίως οι χώρες του πρώην ανατολικού μπλοκ, τα κύρια μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και η Τουρκία, καθεμία από τις οποίες προτιμά διαφορετικές αρχές. Γενικά όλες αυτές οι αρχές καταμερισμού του κόστους δείχνουν ποιες χώρες απαιτείται να υιοθετήσουν δραστικότερα μέτρα στην καταπολέμηση του προβλήματος της απόθεσης οξέων στην Ευρώπη. Έχοντας τον αρχικό καταμερισμό του κόστους, όπως αυτός εξάγεται από τα μαθηματικά υποδείγματα, οι χώρες μπορούν να κερδίσουν από διαπραγμάτευση καλύτερο καταμερισμό κόστους, σύμφωνα με τις προτεινόμενες αρχές.⁶²

Μια αναπτυγμένη οικονομία είναι δυνατόν να παρέχει μεγαλύτερες δυνατότητες για επενδύσεις στην τεχνολογία του περιβάλλοντος και της αναζήτησης νέων αποθεμάτων. Η τεχνολογία σήμερα έχει τη δυνατότητα εγκατάστασης συσκευών απορρύπανσης, πλην όμως οι απαιτούμενες επενδύσεις είναι πολύ σημαντικές. Χάρης στην τεχνολογική εξέλιξη και πρόοδο, έχουμε πετύχει μείωση των ρυπογόνων εκπομπών, π.χ. καταλυτικά αυτοκίνητα, όμως το όφελος αντισταθμίζεται από την αύξηση του αριθμού των οχημάτων καθώς και από τον ρυθμό χρησιμοποίησής τους. Πρέπει λοιπόν να τονιστεί ότι το πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος δεν είναι πρόβλημα τεχνολογίας αλλά πρόβλημα οικονομικό, πρόβλημα επενδύσεων κεφαλαίου. Και είναι πολύ δύσκολο πράγμα να αλλάξει νομοθετικά η νοοτροπία ανθρώπων που η επιχειρηματική τους δραστηριότητα βασίστηκε στην ανεξέλεγκτη κατάχρηση του περιβάλλοντος και όχι στην αρχή της αποκατάστασης του περιβάλλοντος μετά ή συγχρόνως με την επιχειρηματική δραστηριότητα.

⁶² Γ. Χάλκος, *Ενέργεια*, Μάιος-Ιούνιος, τ. 67, σ. 36-38.

Για αντιμετωπισθεί λοιπόν ριζικά το πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος πρέπει να γίνουν δύο βασικά πράγματα που αναφέρονται, που αλλού, στην ΠΑΙΔΕΙΑ των ανθρώπων, και αυτά είναι:

1. Όλοι οι άνθρωποι, με τη δραστηριότητά τους, ρυπαίνουν το περιβάλλον είτε μαρσάροντας το μηχανάκι τους, προκαλώντας έτσι ηχητική ρύπανση είτε αδειάζοντας απόβλητα στη θάλασσα, τις λίμνες ή την ατμόσφαιρα.
2. Η έννοια του αυστηρού **οικονομικού κόστους** πρέπει να προσαρμοσθεί και να αντικατασταθεί από το **κοινωνικό κόστος** το οποίο αναγκαστικά θα περιλαμβάνει και το **κόστος ανάπλασης-προστασίας** του περιβάλλοντος και της εγκατάστασης της καλύτερης διαθέσιμης αντιρρυπαντικής τεχνολογίας.⁶³

ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

Για την αντιμετώπιση της όξινης βροχής, καθίσταται αναγκαίος ο περιορισμός του διοξειδίου του θείου και των οξειδίων του αζώτου.

Πολιτική μείωσης θείου

Η απομάκρυνση του θείου μπορεί να γίνει κατά την διάρκεια αλλά και μετά την καύση. Κατά την διάρκεια της καύσης οι μέθοδοι αποθείωσης μπορούν να διακριθούν σε αυτές που εφαρμόζονται σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, που χρησιμοποιούν κονιοποιημένο καύσιμο με απευθείας ψεκασμό ασβεστόλιθου και σε όσες χρησιμοποιούν νέες τεχνολογίες καύσεως, όπως καύση υπό πίεση ρευστοποιημένης στοιβάδας ή ακόμη και με αεριοποίηση του άνθρακα. Η απομάκρυνση του θείου μετά την καύση μπορεί να γίνει με την μέθοδο της αποθείωσης αέριου καύσιμου. Τεχνολογίες μείωσης αερίου υπάρχουν στις περισσότερες βιομηχανικές χώρες με διαφορετικά επίπεδα κόστους και εφαρμογής.⁶⁴

Πολιτική μείωσης αζώτου

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η πιο αποτελεσματική μέθοδος για την απομάκρυνση του αζώτου απ' τα καυσαέρια γίνεται με την χρήση του καταλύτη, με σχετικά μικρό κόστος χωρίς να επηρεάζει υπερβολικά την απόδοση του οχήματος και την κατανάλωση

⁶³ <http://www.aerolab.ntua.gr>

⁶⁴ Σ. Καρβούνης, 1991, σ. 131-132.

καυσίμου. Είναι όμως προφανές ότι με τους καταλύτες έχουμε μετατροπή των ρύπων που παράγονται από τη μηχανή του αυτοκινήτου και όχι την αντιμετώπιση της γέννησης νέων. Ο στόχος για την κατασκευή «καθαρής» μηχανής αυτοκινήτου, που δεν θα παράγει ρύπους, παραμένει επιθυμητός αλλά προς το παρόν οικονομικά απραγματοποίητος.⁶⁵

Διεθνής Συνεργασία

Η υποβάθμιση των εδαφών, των θαλασσών, των ποταμών και των λιμνών της ατμόσφαιρας εξαιτίας της όξινης βροχής, ξεπερνά τα σύνορα και τα διακυβευόμενα όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος υπερβαίνουν κατά πολύ τις αποκλειστικά εθνικές ή περιφερειακές ανησυχίες. Η συνθήκη για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Ένωσης προβλέπει, μεταξύ των στόχων της περιβαλλοντικής πολιτικής της Κοινότητας, την προαγωγή μέτρων σε διεθνές επίπεδο προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα περιφερειακά ή οικονομικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Για το σκοπό αυτό, η συνθήκη προβλέπει τη συνεργασία της Κοινότητας με τρίτες χώρες και αρμόδιους διεθνείς οργανισμούς.

Σήμερα, η Κοινότητα είναι συμβαλλόμενο μέλος σε περισσότερες από 30 συμβάσεις και συμφωνίες επί θεμάτων περιβάλλοντος και συμμετέχει ενεργά στις διαπραγματεύσεις για την θέσπιση των εν λόγω πράξεων, στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων της. Η Κοινότητα συμμετέχει επίσης, συνήθως ως παρατηρητής, στις δραστηριότητες και διαπραγματεύσεις στο πλαίσιο διεθνών οργανισμών ή προγραμμάτων, κυρίως υπό την αιγίδα των Ηνωμένων Εθνών (Η.Ε.).

Ευρωπαϊκή Ένωση και Περιβάλλον

Οι πρώτες κοινοτικές δράσεις οι οποίες ξεκίνησαν το 1972, εγγεγραμμένες σε 4 διαδοχικά προγράμματα δράσης, υιοθετούσαν μια κάθετη και τομεακή προσέγγιση των οικολογικών προβλημάτων. Κατά την περίοδο αυτή, η Κοινότητα θέσπισε περίπου 200 νομοθετικές πράξεις, κυρίως για τον περιορισμό της ρύπανσης, μέσω της θέσπισης ελάχιστων προτύπων, ιδιαίτερα σε θέματα διαχείρισης αποβλήτων, ρύπανσης των υδάτων και του αέρα. Η θέσπιση του κανονιστικού αυτού πλαισίου δεν εμπόδισε την

⁶⁵ *ό.π.*, σ. 133.

υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Όμως, χάρη στην ευαισθητοποίηση του κοινού έναντι των κινδύνων που συνδέονταν με τα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα κατέστη αναπόδραστη η υιοθέτηση μιας συντονισμένης σε ευρωπαϊκή και διεθνή κλίμακα προσέγγισης.

Η κοινοτική δράση αναπτύχθηκε επί σειρά ετών, έως ότου η συνθήκη για την Ευρωπαϊκή Ένωση την αναβάθμιση σε επίπεδο πολιτικής. Η συνθήκη του Άμστερνταμ συνέχισε στην κατεύθυνση αυτή, με την ενσωμάτωση στους στόχους της Ευρωπαϊκής Κοινότητας της αρχής της βιώσιμης ανάπτυξης και με την ανάδειξη της υψηλού επιπέδου προστασίας του περιβάλλοντος σε μία από τις απόλυτες προτεραιότητες.

Για λόγους αποτελεσματικότητας, το πέμπτο πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον "Προς μια αειφόρο ανάπτυξη" θέσπισε τις αρχές μιας βουλευσιαρχικής ευρωπαϊκής στρατηγικής για την περίοδο 1992-2000 και σηματοδότησε την αρχή μιας οριζόντιας κοινοτικής δράσης, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους ρυπογόνους παράγοντες (βιομηχανία, ενέργεια, τουρισμός, μεταφορές, γεωργία). Τον Μάιο του 2001 εγκρίθηκε μια ανακοίνωση σχετικά με την ευρωπαϊκή στρατηγική για την αειφόρο ανάπτυξη. Στην ανακοίνωση καθορίζονται οι στόχοι για μακροπρόθεσμη αειφόρο ανάπτυξη, που εστιάζονται κυρίως στην αλλαγή του κλίματος, τις μεταφορές, την υγεία και τους φυσικούς πόρους⁶⁶.

Περιβαλλοντική Πολιτική για την όξινη βροχή

Εκτός από την καταπολέμηση των αερίων του θερμοκηπίου που είναι υπεύθυνα για την αλλαγή του κλίματος, η περιβαλλοντική νομοθεσία έχει επίσης ως κύριο στόχο τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα, του οποίου η ρύπανση ευθύνεται κυρίως για την προσβολή της ανθρώπινης υγείας και την υποβάθμιση του περιβάλλοντος, όπως η οξίνιση ή ο ευτροφισμός.

Το 2005, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε μια θεματική στρατηγική της οποίας στόχος είναι η μείωση κατά 40% έως το 2020, εν συγκρίσει με τα αριθμητικά στοιχεία του 2000, του αριθμού των θανάτων που συνδέονται με τη ρύπανση της ατμόσφαιρας. Τον Μάιο

⁶⁶ <http://www.europa.eu.int>

του 2001 είχε ήδη εγκριθεί το πρόγραμμα «Καθαρός αέρας για την Ευρώπη» με σκοπό την προετοιμασία της έγκρισης της εν λόγω στρατηγικής.

Το νομοθετικό οπλοστάσιο που αναπτύχθηκε από την ΕΕ περιλαμβάνει επίσης μια οδηγία πλαίσιο για την αξιολόγηση και την διαχείριση της ποιότητας του αέρα , η οποία συνοδεύεται από οδηγίες που αφορούν ορισμένες ρυπογόνες ουσίες, όπως τα σωματίδια ή το όζον.

Είναι προφανές ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι ένα πρόβλημα που ξεπερνά τα σύνορα των χωρών, όπως και των ηπείρων. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η Κοινότητα είναι μέρος της σύμβασης της Γενεύης για τη διαμεθοριακή ρύπανση της ατμόσφαιρας σε μεγάλη απόσταση , καθώς και των διεθνών πρωτοκόλλων για τις οξινωποιητικές ουσίες, τα οποία συμπληρώνουν την εν λόγω σύμβαση.

Χρηματοδοτικά- Τεχνικά μέσα της Ε.Ε.

Για την εφαρμογή της κοινοτικής περιβαλλοντικής πολιτικής, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) διαθέτει ένα φάσμα χρηματοδοτικών και τεχνικών μέσων, το οποίο διευρύνθηκε παράλληλα με την ανάπτυξη της εν λόγω πολιτικής.

Το κύριο χρηματοδοτικό μέσο της Ε.Ε. είναι το πρόγραμμα Life το οποίο διασφαλίζει τη συγχρηματοδότηση για δράσεις υπέρ του περιβάλλοντος στην Ε.Ε. και σε ορισμένες τρίτες χώρες. Το LIFE έχει ως στόχο τη συμβολή στην ανάπτυξη, την εφαρμογή και την αναπροσαρμογή της κοινοτικής πολιτικής και νομοθεσίας στον τομέα του περιβάλλοντος. Το συγκεκριμένο χρηματοδοτικό μέσο επιδιώκει επίσης να διευκολύνει την ενσωμάτωση του περιβάλλοντος σε άλλες πολιτικές καθώς και τη βιώσιμη ανάπτυξη της Κοινότητας. Το LIFE αποτελείται από τρία θεματικά σκέλη: LIFE-Φύση, LIFE-Περιβάλλον και LIFE-Τρίτες χώρες. Όσον αφορά την κατανομή των χρηματοδοτικών πόρων προβλέπεται ότι 47% του συνολικού προϋπολογισμού του προγράμματος προορίζεται για το LIFE-Φύση και το LIFE-Περιβάλλον, αντιστοίχως, 6% του προϋπολογισμού διατίθεται για το LIFE-Τρίτες χώρες, 95% του προϋπολογισμού αφιερώνεται στα έργα και 5% για τα συνοδευτικά μέτρα.

Στην εν λόγω κοινοτική χρηματοδότηση προστίθενται οι δυνατότητες που προσφέρονται από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων και τα μέτρα που ελήφθησαν σε επίπεδο κρατών μελών, είτε μέσω των κρατικών ενισχύσεων, είτε με προσφυγή σε

περιβαλλοντικούς φόρους. Η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων (Ε.Τ.Ε.), η οποία ιδρύθηκε με τη Συνθήκη της Ρώμης το 1957, αποτελεί το χρηματοπιστωτικό όργανο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η ΕΤΕ συμβάλλει στην ευρωπαϊκή ολοκλήρωση και την οικονομική ανάπτυξη των μειονεκτικών περιοχών, χορηγώντας δάνεια για σχέδια υπέρ της προστασίας του περιβάλλοντος.

Η αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος προϋποθέτει την ακριβή αξιολόγηση των επιπτώσεων των αποφάσεων και των ανθρώπινων δράσεων στο περιβάλλον. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον μπορούν έτσι να εξεταστούν είτε εκ των προτέρων, χάρη στο σύστημα εκτίμησης των επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων δημόσιων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον είτε εκ των υστέρων, χάρη στους περιβαλλοντικούς ελέγχους στα κράτη μέλη.

Ένα ευρωπαϊκό μητρώο έκλυσης και μεταφοράς ρύπων βρίσκεται επιπλέον στη φάση της εκπόνησης, γεγονός που θα συμβάλλει σε μεγαλύτερη διαφάνεια σχετικά με την προέλευση και παρουσία ορισμένων ειδικών ρύπων.

Άλλωστε, η υποβάθμιση των προστατευόμενων φυσικών περιβαλλόντων, του υδάτινου περιβάλλοντος, και η μόλυνση των εδαφών έκτοτε επιφέρουν κυρώσεις. Η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» έλαβε πράγματι σάρκα και οστά με τη θέσπιση το 2004 μιας οδηγίας για την περιβαλλοντική ευθύνη, η οποία επιτρέπει την αποκατάσταση των ζημιών που προκαλούνται στο περιβάλλον από τον υπεύθυνο που προκάλεσε τις εν λόγω ζημιές⁶⁷.

Νομοθετικό πλαίσιο για το περιβάλλον στην Ελλάδα

Το πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος στην Ελλάδα έχει πάρει σοβαρότατες διαστάσεις στις μεγαλουπόλεις και σε ορισμένες βιομηχανικές περιοχές και ενεργειακά κέντρα. Οι πρώτες ενέργειες έγιναν με το νόμο 360/1976 ο οποίος είχε χαρακτήρα γενικών κατευθυντηρίων γραμμών προστασίας περιβάλλοντος και όχι καθοριστικών γραμμών για την απορρύπανση του περιβάλλοντος.

Το Σύνταγμα της Ελλάδας του 1986, το άρθρο 24, καθορίζει ότι η προστασία του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση του κράτους. Για τη

⁶⁷ <http://www.europa.eu.int>

διαφύλαξή του το κράτος έχει υποχρέωση να παίρνει ιδιαίτερα προληπτικά ή κατασταλτικά μέτρα, κ.τ.λ. Το 1986 ψηφίσθηκε ο νόμος 1650/86 που αποτελούσε το πρώτο θεσμικό πλαίσιο προστασίας του περιβάλλοντος, ενώ διάφορα Προεδρικά διατάγματα καθόριζαν οριακές ή κατευθυντήριες τιμές συγκέντρωσης ρυπαντικών ουσιών στο περιβάλλον, όπως για το SO₂, σωματίδια, Pb, κ.λ.π. (ΦΕΚ 135^A/28.7.87, ΦΕΚ 52^A/22.3.88). Έκτοτε, η Ελληνική νομοθεσία ακολουθεί έστω και με σχετική καθυστέρηση την Κοινοτική νομοθεσία για το περιβάλλον.

ΜΕΣΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Η πολιτεία έχει στη διάθεσή της δύο κύριες κατηγορίες εργαλείων για να προστατεύσει το περιβάλλον :1) τα **νομικά** εργαλεία, όπως είναι η υιοθέτηση κανονισμών ή προτύπων και ποσοτικών περιορισμών στη χρήση πόρων και 2) τα **οικονομικά** εργαλεία όπως οι φόροι και οι εμπορεύσιμες άδειες εκπομπής.

Νομικά εργαλεία

Κάθε ευρωπαϊκή χώρα έχει την δικιά της εθνική περιβαλλοντική νομοθεσία, γι' αυτό τον λόγο έχουμε διαφορετικές νομοθεσίες μεταξύ των χωρών. Κάθε χώρα θεσπίζει πρότυπα με σκοπό να υποχρεώσει τους ρυπαντές να αλλάξουν τη συμπεριφορά τους και έτσι να μειωθεί το επίπεδο ρύπανσης.

Τα **πρότυπα ποιότητας** (standards) του περιβάλλοντος καθορίζουν τα μέγιστα αποδεκτά επιτρεπόμενα μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο ενός ρυπαντή στον αέρα. Τα περιβαλλοντικά πρότυπα επιβάλλουν την τήρηση συγκεκριμένων κανονισμών σχετικά με εκείνες τις δραστηριότητες που έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Μας πληροφορούν επίσης για το αν ένα περιβάλλον είναι αποδεκτό ή όχι σε σύγκριση με τις μετρήσεις συγκεντρώσεων των ρυπαντών στο περιβάλλον. Για να καθορισθεί ένα πρότυπο θα πρέπει να προηγηθεί μια πειραματική, ερευνητική εργασία που θα καταλήξει σε μία καμπύλη δόσης ρυπαντή-συμπτωμάτων.

Τα **κρίσιμα φορτία** (critical loads) χρησιμοποιούνται σε μερικές χώρες ως βάση για τον καθορισμό των περιβαλλοντικών ποιοτικών προτύπων. Οι Chadwick και Kuyienstierna κατασκεύασαν έναν χάρτη ευαισθησίας των οικοσυστημάτων της

Ευρώπης ο οποίος δείχνει ποια είναι τα αποτελέσματα των όξινων αποθέσεων στις περιοχές αυτές. Σύμφωνα με αυτό το χάρτη, υπολογίζεται η περιοχή του εδάφους που είναι μολυσμένη από όξινες αποθέσεις και κατατάσσονται ανάλογα με τις αποθέσεις αυτές σε μια από πέντε κατηγορίες ευαισθησίας. Σε κάθε κατηγορία αντιστοιχεί μια μέγιστη επιτρεπόμενη απόθεση η οποία αντιπροσωπεύει το μέγιστο «αποδεκτό» επίπεδο απόθεσης θείου σε αυτά τα σημεία. Οι κατηγορίες ταξινομούνται κατά σειρά αυξανόμενης ευαισθησίας: η κατηγορία 1 αναφέρεται στις λιγότερες ευαίσθητες περιοχές και η κατηγορία 5 στις πιο ευαίσθητες περιοχές κάθε χώρας.⁶⁸

Στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν καθοριστεί όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας για τους ρύπους που προκαλούν οξίνιση που ισχύουν για μετρήσεις που γίνονται με συγκεκριμένες μεθόδους (μέθοδοι αναφοράς), είναι δεσμευτικά ως προς τον καθορισμό των θέσεων δειγματοληψίας και τέλος αναφέρονται και υπολογίζονται με βάση ωριαίες μετρήσεις που γίνονται στη διάρκεια ημερολογιακών χρόνων.

Παράλληλα η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας συνιστά ένα μακροπρόθεσμο ημερήσιο μέσο όρο ανά χρόνο για το SO₂ της τάξεως των 50 μg m³. Αυτές οι κατευθυντήριες γραμμές τίθενται για να εξασφαλιστεί η ανθρώπινη υγεία σε ακραίες καταστάσεις εμπειριέχοντας έτσι ένα σημαντικό προστατευτικό περιθώριο, πάνω από τις συγκεντρώσεις, που είναι γνωστό ότι είναι επιβλαβείς για την υγεία.

Στους πίνακες 21 και 22 δίνονται τα όρια που έχουν καθιερωθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και που αποτελούν και τα Εθνικά όρια συγκέντρωσης. Το όριο αναφέρεται σε κάποια τιμή ενός ρυπαντή, που έχει καθιερωθεί νομοθετικά λαμβάνοντας υπόψη, εκτός των επιδράσεων του ρυπαντή αυτού στο περιβάλλον και τη δυνατότητα επίτευξης της τιμής αυτής από τεχνολογικής και οικονομικής πλευράς. Τα όρια αυτά συνεχώς μειώνονται λόγω της προόδου της τεχνολογίας αντιρρύπανσης και της νέας επιστημονικής γνώσης.

⁶⁸ G. Halkos, Energy Policy, 21 (10), p. 1035-1036.

Πίνακας 21: Τιμές ορίων συγκέντρωσης για το Διοξείδιο του Θείου

Περίοδοι αναφοράς	Τιμή ορίου για το SO ₂ μg/m ³	Συνδυασμένη τιμή για τα αιωρούμενα σωματίδια μg/m ³ (συγκέντρωση σωματιδίων σε μg/m ³)
Έτος (1/4-31/3)	80 (διάμεσος ημερησίων μέσων τιμών απ' όλο το έτος)	> 40 (διάμεσος ημερησίων μέσων τιμών απ' όλο το έτος)
	120 (διάμεσος ημερησίων μέσων τιμών απ' όλο το έτος)	< 40 (διάμεσος ημερησίων μέσων τιμών απ' όλο το έτος)
Χειμώνας (1/10-31/3)	130 (διάμεσος ημερησίων μέσων τιμών απ' όλο το χειμώνα)	> 60 (διάμεσος ημερησίων μέσων τιμών απ' όλο το χειμώνα)
	180 (διάμεσος ημερησίων μέσων τιμών απ' όλο το χειμώνα)	< 60 (διάμεσος ημερησίων μέσων τιμών απ' όλο το χειμώνα)
Έτος (αποτελείται από μονάδες 24ωρών περιόδων μέτρησης)	250 (98% όλων των ημερησίων μέσων τιμών που λήφθηκαν όλο το έτος)	>150 (98% όλων των ημερησίων μέσων τιμών που λήφθηκαν όλο το έτος)
	350 (98% όλων των ημερησίων μέσων τιμών που λήφθηκαν όλο το έτος)	< 150 (98% όλων των ημερησίων μέσων τιμών που λήφθηκαν όλο το έτος)

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Πίνακας 22 Οριακή τιμή συγκέντρωσης για το Διοξείδιο του Αζώτου

Περίοδος αναφοράς	Οριακή τιμή για το διοξείδιο του αζώτου
ΕΤΟΣ (1 ^η Ιανουαρίου έως 31 Δεκεμβρίου)	200 μg/m ³ Δεν πρέπει να γίνει υπέρβαση της ωριαίας αυτής τιμής 18 φορές το έτος.

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Εκτός των προτύπων ποιότητας αέρα περιβάλλοντος, υπάρχουν και πρότυπα τα οποία καθορίζουν τα επιτρεπτά όρια συγκέντρωσης ρυπαντών στα καυσαέρια, από τις καπνοδόχους εργοστασίων ή θερμοηλεκτρικών σταθμών ή από τις μηχανές εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων. Τα όρια αυτά ονομάζονται όρια εκπομπών. Οι προδιαγραφές αυτές εκπομπών πολλές φορές επιβάλλουν την εγκατάσταση αντιρρυπαντικών διατάξεων (π.χ. ηλεκτροστατικά φίλτρα ή καταλύτες) στην περίπτωση που οι συγκεντρώσεις ρυπαντών στα καυσαέρια είναι μεγαλύτερες από τις επιτρεπόμενες από την νομοθεσία.

Για παράδειγμα για θερμικές εγκαταστάσεις υπάρχει ένα μέγιστο επιτρεπόμενο όριο συγκέντρωσης SO₂ στα καυσαέρια εκπομπής ανάλογα με την εγκατεστημένη θερμική ισχύ.

Αν το όριο αυτό δεν μπορεί να ικανοποιηθεί, τότε ή πρέπει να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγική διαδικασία πετρέλαιο χαμηλότερης περιεκτικότητας σε θείο, ή να γίνει αποθείωση των καυσαερίων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση συνεχώς υιοθετεί αυστηρότερα όρια εκπομπών ρυπαντών στα καινούργια αυτοκίνητα, ακολουθώντας την δυνατότητα που προσφέρει η ανάπτυξη της τεχνολογίας των καταλυτών και η σχεδίαση των νέων κινητήρων φτωχού μίγματος.

Ο πίνακας 23 παρουσιάζει τις επιτρεπόμενες νομοθετικά εκπομπές των αυτοκινήτων για τα τελευταία χρόνια, από το 1996 ως το 2005.

Πίνακας 23: Επιτρεπόμενες εκπομπές των αυτοκινήτων για το 1996 -2005

Μέγιστη τιμή σε gr/km	CO	HC+NO _x	Σωματίδια
Euro 1996 (καταλύτης			
Diesel	1	0,7	0,08
Βενζίνες	2,2	0,55	-

Euro 2000			
Diesel	0,6	0,56	0,05
Βενζίνες	2,3	0,2+0,15	-
Euro 2005			
βενζίνες	1,0	0,1+0,08	-

Πηγή: <http://www.aerolab.ntua.gr>

Οικονομικά εργαλεία

Ένα από τα κύρια οικονομικά εργαλεία για την μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης είναι η εφαρμογή της φοροδοτικής πολιτικής στους ρυπαντές. Οι «πράσινοι» φόροι», όπως είναι γνωστοί, είναι ουσιαστικά επιβολή χρηματικής επιβάρυνσης σ' αυτούς που ρυπαίνουν το περιβάλλον με εκπομπές ρυπογόνων ουσιών. Συγκεκριμένα οι ρυθμιστές θέτουν τις επιτρεπόμενες τιμές εκπομπής μιας ρυπογόνου ουσίας, παραδείγματος χάριν του θείου, και σχεδιάζονται έτσι ώστε να επιτύχουν έναν δεδομένο επίπεδο ατμοσφαιρικής ποιότητας Σύμφωνα με την οικονομική θεωρία, το βέλτιστο ποσοστό χρηματικής επιβάρυνσης για την ρύπανση είναι στο επίπεδο όπου το οριακό κόστος μείωσης είναι ίσο με το οριακό κόστος ζημίας της ρύπανσης που προορίζεται να μειώσει.

Η φοροδοτική πολιτική για να είναι αποτελεσματική πρέπει να διαφοροποιείται σύμφωνα με το μέγεθος του κόστους ζημίας. Η επιλογή των φόρων για την προστασία του περιβάλλοντος στηρίζεται στην αρχή ότι αυτός που ρυπαίνει πρέπει να φέρει το βάρος της ρύπανσης. Η φορολογία θα πρέπει να καθορίζεται κατά μονάδες εκπομπής ρύπανσης και να εισπράττεται ανάλογα με το ποσό της εκπεμπόμενης ρύπανσης.

Η επιβολή φορολογίας στους ρυπαντές έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία εισοδημάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την χρηματοδότηση νέων πολιτικών με σκοπό τον έλεγχο της περιβαλλοντικής ρύπανσης και συνεπώς την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου ζωής. Η περιβαλλοντική φορολογία παίζει ρόλο αντικινήτρου ή ανακατανομής. Τα επίπεδα της φορολογίας είναι δυνατό να είναι ομοιόμορφα ή να είναι διαφορετικά και κλιμακωτά με τον επιθυμητό στόχο ποιότητας Οι φόροι δίνουν ένα συνεχές κίνητρο για περαιτέρω μειώσεις των εκπομπών ρύπων με υιοθέτηση βελτιωμένης τεχνολογίας επειδή αυτό σημαίνει και μείωση των φορολογικών υποχρεώσεων για την επιχείρηση.

Επειδή το συνολικό κόστος από επιβολή φόρου είναι μεγαλύτερο από την επιβολή προτύπων είναι φανερό ότι η φορολογία δίνει κίνητρο στη επιχείρηση για αντιρρυπαντική τεχνολογία προκειμένου να μειώσει τις εκπομπές ρύπανσης και να πληρώνει λιγότερα.

Ένα άλλο οικονομικό εργαλείο είναι οι **εμπορεύσιμες άδειες**. Το κράτος καθιερώνει ένα μέγιστο αποδεκτό όριο ρύπανσης το οποίο εκφράζεται σε περιβαλλοντικές μονάδες.

Κάθε μονάδα αποτελεί ένα ποσοστό επί των συνολικών επιπέδων εκπομπών των διαφόρων ρυπαντών. Οι μονάδες αυτές κατανέμονται μεταξύ των επιχειρήσεων που ρυπαίνουν και έχουν το δικαίωμα να εκπέμπουν ανάλογα με τον αριθμό των μονάδων που αγοράζουν τους αντίστοιχους ρύπους

Ο βασικός στόχος των εμπορεύσιμων αδειών είναι να περιοριστεί η συνολική ρύπανση σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο, εξισώνοντας το οριακό κόστος μείωσης της ρύπανσης μεταξύ των επιχειρήσεων που ρυπαίνουν. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η ελαχιστοποίηση κόστους μείωσης της ρύπανσης και ταυτόχρονα δίνεται η δυνατότητα σε νέες επιχειρήσεις να αναπτύξουν δραστηριότητες σε συγκεκριμένες περιοχές χωρίς να αυξάνεται η συνολική ρύπανση των περιοχών αυτών.⁶⁹

ΣΥΝΟΨΗ

Η όξινη βροχή παραμένει ένα από τα μείζονα περιβαλλοντικά προβλήματα του πλανήτη μας, η οποία βλάπτει τόσο τον ανθρώπινο οργανισμό όσο και το περιβάλλον. Η ελαχιστοποίηση των συγκεντρώσεων των ρυπογόνων ουσιών, όπως το διοξείδιο του θείου (SO₂) και των οξειδίων του αζώτου NO_x, σε επίπεδα μη επιβλαβή προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, προϋποθέτει σχεδιασμό και εφαρμογή νομικών και οικονομικών μέτρων για τη μείωση των εκπομπών των ρυπογόνων ουσιών. Η θέσπιση προτύπων απαιτεί ευκρινή ορισμό σχετικά με το τι αποτελεί παράβαση του Νόμου και δεν προσφέρονται ως κίνητρα, για την ανακάλυψη νέων τρόπων μείωσης των εκπομπών, πέρα από τα όρια που θέτει η νομοθεσία. Οι φόροι και οι άδειες ανταμείβουν για μειώσεις εκπομπών ρυπογόνων ουσιών με αποτέλεσμα να ενθαρρύνουν την ανάπτυξη νέων τεχνικών ελέγχου. Συνεπώς, αποτελεσματικότερος και αποδοτικότερος τρόπος για την καταπολέμηση του προβλήματος της όξινης βροχής αποδεικνύεται, σύμφωνα με τα παραπάνω, ότι είναι η υιοθέτηση των οικονομικών μέτρων

⁶⁹ G. Halkos, Energy Policy, 21 (10), p. 1036-1037.

Μετά από την ανάλυση των δύο πολύ σημαντικών σημερινών περιβαλλοντικών προβλημάτων ατμοσφαιρικής ρύπανσης παγκόσμιας κλίμακας, όπως είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η όξινη βροχή, παρουσιάζονται οι ρίζες καθώς επίσης και η οικονομική αποτίμηση της οικολογικής κρίσεως.

ΡΙΖΕΣ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΡΙΣΕΩΣ

Σήμερα, πολλοί επιστήμονες θεωρούν ότι η **ανάπτυξη** αποτελεί συνιστώσα της οικονομικής, κοινωνικής, πολιτικής, τεχνολογικής ανάπτυξης καθώς επίσης και της ποιότητας περιβάλλοντος, γι' αυτό δε μπορεί να εξετάζεται μονοδιάστατα με βάση την οικονομική αποτελεσματικότητα και την αύξηση της παραγωγής.

Πιο συγκεκριμένα, η ρύπανση του περιβάλλοντος άρχισε με τη Βιομηχανική επανάσταση δύο περίπου αιώνες πριν. Στην ιστορική πορεία και στη μεσουράνηση της βιομηχανικής ανάπτυξης από το 1800 μέχρι σήμερα, το περιβάλλον τέθηκε σε δεύτερη προτεραιότητα για χάρη της οικονομικής ανάπτυξης. Μεγάλα έργα αξιοποίησαν τους φυσικούς πόρους και οι ανθρώπινες δραστηριότητες επιβάρυναν πολλαπλάσια το περιβάλλον σε καταστροφικό βαθμό⁷⁰.

Στις δεκαετίες που έρχονται είναι σίγουρο ότι θα υπάρξουν λιγότερα αναπτυξιακά έργα και μικρότερη κατανάλωση ενέργειας, ενώ σε αντιστάθμισμα για μια περαιτέρω ανάπτυξη, θα υπάρξει μια περισσότερο ορθολογική διαχείριση των πόρων, με στόχο την προστασία του φυσικού, του βιοτικού και κοινωνικοοικονομικού περιβάλλοντος μας.

Κύρια αιτία της κρίσεως είναι η μεγάλη (σε ποσότητα και ποιότητα) απόρριψη ρυπαντών που δεν μπορεί το οικοσύστημα να "αφομοιώσουν". Αυτό οφείλεται στην πληθυσμιακή έκρηξη και το γιγαντισμό των πόλεων (φαινόμενο ιστορικά παγκόσμιο).

Την εκθετική ζήτηση και κατανάλωση τροφών και προϊόντων κάλυπτε η βιομηχανική και τεχνολογική επανάσταση (μαζική παραγωγή) των δύο τελευταίων αιώνων με χρήση τεραστίων ποσοτήτων ενέργειας (fossil fuel), και πρώτων υλών για τα δισεκατομμύρια του πλανήτη της Γης. (Ο πληθυσμός της Γης ήταν 240 εκατ. στον πρώτο αιώνα της χριστιανικής εποχής και έφθασε τα 500 εκατ. το 1650, ενώ το 1900 ήταν 1,6δισ. και το 1994 ήταν 5,6 δισ., σήμερα στις αρχές του 21ου αιώνα τείνει να υπερβεί τα 6δισ.).

⁷⁰ Γ. Σπιλάνης, 1996, σ. 9-12.

Σ' αυτό ας προστεθεί η μεγέθυνση των καταναλώσεων τροφών, θέρμανσης και άλλων αναγκών διαβίωσης (στη μορφή χρήσεων ενέργειας και ύλης), αποτυπωμένη σε χιλιοθερμίδες. Ο άνθρωπος (κυνηγός ή συλλέκτης και «κάτοικος σπηλαίων») της προϊστορικής εποχής χρειαζόταν (κατανάλωνε) 2.500 περίπου χιλιοθερμίδες την ημέρα, ο άνθρωπος της κλασσικής εποχής και των αρχών της χριστιανικής χιλιετηρίδας χρειαζόταν για ημερήσια κατανάλωση και κάλυψη όλων των αναγκών του 10.000-12.000 χιλιοθερμίδες την ημέρα. Ο άνθρωπος της βιομηχανικής εποχής και της σημερινής μεταβιομηχανικής περιόδου χρειάζεται 50.000-80.000 χιλιοθερμίδες την ημέρα στις υπανάπτυκτες χώρες, ενώ στις αναπτυσσόμενες και ανεπτυγμένες χώρες της Δύσης το μέγεθος υπερβαίνει τις 140.000-225.000 χιλιοθερμίδες την ημέρα.

Τα γενεσιουργά αίτια των ρυπάνσεων και της οικολογικής κρίσεως, είναι κυρίως αυτά και η έρευνα και ο σχεδιασμός, οικολογικός και οικονομικός, πρέπει να στραφούν και να θεμελιωθούν εκεί⁷¹.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ: ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΡΙΣΕΩΣ

Η οικολογική κρίση στην πλανητική παγκόσμια μορφή της και στην περιορισμένη τοπική κλίμακα, είναι ένα σύνθετο επιστημονικό, τεχνικό και υγειονομικό πρόβλημα. Είναι μαζί ένα οικονομικό-δημοσιονομικό θέμα μεγάλης κλίμακας.

Η περιβαλλοντική προστασία είναι πρόβλημα πολιτικό, κρατικό και μαζί ευρύτερα αναπτυξιακό. Η αγνόηση του σημαίνει «ζημιά» στον "κοινωνικό προϋπολογισμό", στο κατά κεφαλήν εισόδημα και στο Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (ΑΕΠ). Η υποβάθμιση (και η θραύση) των βιοχημικών κύκλων (η πτώση της στάθμης της δημόσιας υγείας, οι δαπάνες νοσοκομειακής περιθάλψεως κτλ) και αποκαταστάσεως της υγείας του πολίτη-παραγωγού αξιών και εθνικού εισοδήματος, σημαίνει ανατροπή των "οικονομικών κύκλων", μείωση της παραγωγικής εργασίας, των επιδόσεων και των αποδόσεων της εθνικής οικονομίας.

Ένα ανθυγιεινό περιβάλλον έχει σοβαρές επιπτώσεις στην παραγωγή και στην παραγωγικότητα. Οι βιομηχανικές χώρες του Βορρά (Ευρώπη, Βόρεια Αμερική, πρώην Σοβιετική Ένωση και Ιαπωνία) που κυρίως παράγουν τους δηλητηριώδεις ρύπους των καυσαερίων κάθε μορφής και την όξινη βροχή –ως παράμετρο της ατμοσφαιρικής

⁷¹ Μ. Μποναζούντας, 1995, σ. 23.

ρυπάνσεως—πρέπει να αναλάβουν τη δαπάνη της οικολογικής αποκαταστάσεως, που πιθανόν να ξεπεράσει το μεγάλο ποσό των 150 δις. δολαρίων το χρόνο⁷².

Η κατάσταση σήμερα

Σύμφωνα με όσα έχουν ήδη αναφερθεί μπορούμε να συμπεραίνουμε ότι η υποβάθμιση του περιβάλλοντος, είτε λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου είτε λόγω όξινης βροχής, διευρύνθηκε με σταθερούς ρυθμούς τις τελευταίες δεκαετίες.

Συγκεκριμένα, κάθε χρόνο στα κράτη μέλη παράγονται περίπου 2 δισεκατομμύρια τόνοι αποβλήτων και ο αριθμός αυτός αυξάνεται κατά 10% ετησίως. Όσον αφορά το διοξείδιο του άνθρακα, σημειώνεται αύξηση των εκπομπών CO₂ από τα νοικοκυριά και τις μεταφορές, καθώς και αύξηση της κατανάλωσης ρυπογόνων μορφών ενέργειας. Η ανάλωση των πόρων αυξάνει κάθε έτος. Οι φυσικές καταστροφές (πλημμύρες, έντονη ξηρασία, πυρκαγιές) πολλαπλασιάζονται και αποτελούν την αιτία πολύ σημαντικών καταστροφών του φυσικού περιβάλλοντος και των ανθρώπινων υποδομών.

Η ποιότητα ζωής του ευρωπαϊκού πληθυσμού, ιδιαίτερα στις αστικές ζώνες, γνωρίζει ραγδαία υποβάθμιση (ρύπανση, ηχητικές οχλήσεις). Μέσω αυτής της υποβάθμισης πλήττεται επίσης η ανθρώπινη υγεία, παραδείγματος χάριν με πολλαπλασιασμό των ασθενειών που συνδέονται με τη ρύπανση του αέρα.

Κατόπιν τούτων, η προστασία του περιβάλλοντος αναδεικνύεται ως μία από τις κυριότερες προκλήσεις με τις οποίες έρχεται αντιμέτωπη η Ευρώπη. Η Κοινότητα δέχθηκε έντονες κριτικές επειδή ευνόησε την οικονομία και την ανάπτυξη των εμπορικών συναλλαγών, αποδίδοντας μικρότερη σημασία στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Σήμερα, αναγνωρίζεται ότι το ευρωπαϊκό μοντέλο ανάπτυξης δεν είναι δυνατόν να στηρίζεται στην εξάντληση των φυσικών πόρων και στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος⁷³.

⁷² ό.π., σ.23-4.

⁷³ <http://www.europa.eu.int>

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Στη σύγχρονη πραγματικότητα είναι άμεσα ορατή η αμφίδρομη σχέση μεταξύ του οικονομικού συστήματός και του περιβάλλοντος. Τα περιβαλλοντικά προβλήματα λειτουργούν ως μηχανισμός σήμανσης και προειδοποίησης της δυσλειτουργίας και ανισορροπίας αυτής της σχέσης και των αστοχιών του οικονομικού συστήματος. Το μέγεθος όμως των προβλημάτων έχει λάβει σε πολλές περιπτώσεις ανησυχητικές διαστάσεις σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο, ενώ το σύστημα παραγωγής αδυνατεί-διστάζει να αντιδράσει δεδομένου του οικονομικού κόστους που συνεπάγονται οι αναγκαίες αλλαγές.

Σήμερα λοιπόν είναι επιτακτική η απόκτηση μιας σφαιρικής γνώσης και εποπτείας για τις διεργασίες λειτουργίας του περιβάλλοντος, μέσα από την κατάρτιση, τις διακρατικές συνεργασίες, και την χρήση της τεχνολογίας των λεωφόρων πληροφοριών (information highways). Τα παραπάνω θα βοηθήσουν αφενός στο διεθνές αίτημα για ένα υγιές περιβάλλον σύμφωνα με την θεμελιώδη αρχή της ποιότητας ζωής, και αφετέρου στην προστασία του ίδιου του περιβάλλοντος και των οικοσυστημάτων.

Μια περιβαλλοντική πολιτική για να είναι αποτελεσματική πρέπει να αποσκοπεί στην ισόρροπη και στη διατηρήσιμη (βιώσιμη) οικονομική ανάπτυξη, έτσι ώστε οι πολίτες που ζουν στο περιβάλλον αυτό να είναι ικανοποιημένοι και με λιγότερα προβλήματα. Εφόσον η σοβαρότερη αιτία-απειλή υποβάθμισης του εδάφους είναι ο άνθρωπος, ο αποτελεσματικότερος τρόπος προστασίας είναι ο περιορισμός της καταστρεπτικής του δραστηριότητας. Αυτό επιτυγχάνεται κυρίως με την θέσπιση και την εφαρμογή πολιτικής χρήσεως γης βασιζόμενης στην διατήρηση της αειφορίας των εδαφικών πόρων. Δευτερεύουσα σημασία έχουν ορισμένα τεχνικά και φυτοκομικά έργα, που σκοπό έχουν να επιβραδύνουν την υποβάθμιση ή να βελτιώσουν το υποβαθμισμένο έδαφος. Τα έργα αυτά είναι συνήθως δαπανηρά και έχουν περιορισμένη αποτελεσματικότητα.

Συνεπώς, στόχος και υποχρέωση μας είναι να μετεξελίξουμε τη σημερινή ανάπτυξη σε περιβαλλοντική οικονομική αγορά. Δηλαδή να δώσουμε προτεραιότητα στον περιβαλλοντικό παράγοντα.

Εμπειρική προσέγγιση

Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται η εμπειρική προσέγγιση για όσα έχουν αναφερθεί παραπάνω με τη χρήση του προγράμματος Eviews.

Αρχικά με τη χρήση του EVIEWS πήραμε τα αποτελέσματα περιγραφικής στατιστικής δεδομένων για τους κυριότερους ατμοσφαιρικούς ρυπαντές, όπως είναι το SO2 και το CO2C και για τους κυριότερους οικονομικούς παράγοντες, όπως είναι το GDP, GROWTH και το URBAN.

	CO2C	GDP	GDP PPP	GROWTH	INDUST	INF MOR	NOX	POP	POP DN	SO2	SO2C	URBAN
Mean	6.875000	320140.5	10325.52	2.968750	34.64792	27.22917	568509.2	58.52917	1051.750	3115882.	0.082202	68.84167
Median	6.160000	75795.00	8220.000	2.450000	34.95000	15.50000	187684.0	19.75000	757.5000	854743.0	0.067642	72.75000
Maximum	36.49000	4847310.	21780.00	9.600000	52.40000	98.00000	7968807.	1088.400	4508.000	58278575	0.279263	97.00000
Minimum	0.180000	3.150000	1346.000	0.200000	9.000000	5.000000	3467.000	1.200000	22.00000	30389.00	0.004675	25.40000
Std. Dev.	6.287426	812226.7	6686.461	2.047745	7.910214	25.14658	1212338.	158.5649	1084.305	8551619.	0.066500	19.30430
Skewness	2.294476	4.384836	0.264756	1.576259	-0.192950	1.199195	4.981526	5.915238	1.564292	5.808482	0.846691	-0.648687
Kurtosis	11.24619	23.04953	1.578923	5.784577	4.533261	3.574863	30.34898	38.71893	5.060392	37.69221	3.224607	2.473547
Jarque-Bera	178.1162	957.7813	4.599683	35.38449	4.999619	12.16548	1694.458	2831.604	28.06651	2677.007	5.835975	3.920665
Probability	0.000000	0.000000	0.100275	0.000000	0.082101	0.002282	0.000000	0.000000	0.000001	0.000000	0.054042	0.140812
Observations	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48

Από τα αποτελέσματα αυτά το σημαντικότερο είναι το τεστ Jarque-Bera, το οποίο αφορά την κανονικότητα. Ο έλεγχος γίνεται με βάση το $JB = N[(S^2/6) + (K-3)^2/24]$ όπου S =ασυμμετρία και K = κύρτωση της κατανομής.

Αν η μεταβλητή ακολουθεί κανονική κατανομή τότε $S=0$ και $K=3$. Παρατηρούμε ότι για όλες τις μεταβλητές μας έχουμε υψηλές τιμές JB που σημαίνει ότι απορρίπτω την μηδενική υπόθεση, άρα ο διαταρακτικός όρος δεν ακολουθεί κανονική κατανομή, αλλά αυτό θα το δούμε καλύτερα πιο κάτω με τον έλεγχο κανονικότητας για κάθε υπόδειγμα ξεχωριστά.

Στη συνέχεια παλινδρομώ τις εκπομπές του διοξειδίου του θείου (SO₂) πάνω στο ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (GDP).

Dependent Variable: SO₂

Method: Least Squares

Sample: 1 53

Included observations: 53

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	316641.1	656395.1	0.482394	0.6316
GDP	8.851994	0.795653	11.12544	0.0000
R-squared	0.708197	Mean dependent var		2975553.
Adjusted R-squared	0.702475	S.D. dependent var		8159421.
S.E. of regression	4450622.	Akaike info criterion		33.49199
Sum squared resid	1.01E+15	Schwarz criterion		33.56634
Log likelihood	-885.5378	F-statistic		123.7755
Durbin-Watson stat	1.818485	Prob(F-statistic)		0.000000

Αρχικά βλέπουμε ότι ως εξαρτημένη μεταβλητή έχουμε την SO₂ και ότι χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων Method: Least Squares για 53 παρατηρήσεις. Ο σταθερός όρος αντιπροσωπεύει τις αυτόνομες εκπομπές SO₂ και ισούται με 316641,1 και η κλίση (η οριακή ροπή προς τις εκπομπές SO₂) ισούται με 8.851994. Ο συντελεστής του GDP είναι στατιστικά σημαντικός και ίσος με 11,13>2. Ο συντελεστής προσδιορισμού R-squared=0.708197 και ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού Adjusted R-squared =0.702475 που σημαίνει ότι το 70,8% της συμπεριφοράς του SO₂ εξηγείται από την συμπεριφορά του GDP. Η τυπική απόκλιση της εκτίμησης είναι ίση με 4450622.

Για να ελέγξουμε το σφάλμα εξειδίκευσης χρησιμοποιώ τον γνωστό έλεγχο σφάλματος εξειδίκευσης κατά Ramsey RESET, ο οποίος ενσωματώνει στην παλινδρόμηση διάφορες δυνάμεις των θεωρητικών τιμών και ελέγχει την σημαντικότητά τους.

Συγκεκριμένα, εδώ έχω συμπεριλάβει τις εκτιμημένες τιμές της εξαρτημένης στην δεύτερη και τρίτη τάξη.

Ramsey RESET Test:

F-statistic	125.4287	Probability	0.000000
Log likelihood ratio	96.00881	Probability	0.000000

Test Equation:

Dependent Variable: SO2

Method: Least Squares

Sample: 1 53

Included observations: 53

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	156757.5	333185.6	0.470481	0.6401
GDP	17.78416	2.014488	8.828129	0.0000
FITTED^2	-1.64E-07	1.72E-08	-9.523870	0.0000
FITTED^3	3.44E-15	2.95E-16	11.63943	0.0000
R-squared	0.952300	Mean dependent var		2975553.
Adjusted R-squared	0.949379	S.D. dependent var		8159421.
S.E. of regression	1835792.	Akaike info criterion		31.75632
Sum squared resid	1.65E+14	Schwarz criterion		31.90502
Log likelihood	-837.5425	F-statistic		326.0826
Durbin-Watson stat	1.728633	Prob(F-statistic)		0.000000

Από τα αποτελέσματα παρατηρώ ότι $F(= 125.43) > F_{\text{πίνακων}}(F_{0.05,2, 49}) = 3.23$ οπότε απορρίπτω την μηδενική υπόθεση (H_0 : δεν υπάρχει πρόβλημα εξειδίκευσης) και άρα υπάρχει σφάλμα εξειδίκευσης. Αυτό φαίνεται και από $P=0.00 < \alpha$, άρα απορρίπτω την μηδενική υπόθεση.

Για να κάνω έλεγχο ετεροσκεδαστικότητας χρησιμοποιώ το White Heteroskedasticity Test.

White Heteroskedasticity Test:

F-statistic	31.58230	Probability	0.000000
Obs*R-squared	29.58278	Probability	0.000000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Sample: 1 53

Included observations: 53

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.58E+13	9.91E+12	-1.598875	0.1161
GDP	1.59E+08	34455333	4.605853	0.0000
GDP^2	-18.61101	7.892628	-2.358024	0.0223
R-squared	0.558166	Mean dependent var		1.91E+13
Adjusted R-squared	0.540492	S.D. dependent var		8.86E+13
S.E. of regression	6.01E+13	Akaike info criterion		66.34620
Sum squared resid	1.80E+29	Schwarz criterion		66.45772
Log likelihood	-1755.174	F-statistic		31.58230
Durbin-Watson stat	1.847567	Prob(F-statistic)		0.000000

Από την τιμή της πιθανότητας του ελέγχου (0.00) συμπεραίνουμε ότι υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα στα κατάλοιπα για όλα τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας ($\alpha=0.01, 0.05, 0.1$)

Αφού εντοπίσαμε το πρόβλημα της ετεροσκεδαστικότητας θα την απαλείψουμε με την άμεση εφαρμογή σταθμισμένων τετραγώνων (Weighted Least Squares).

Συγκεκριμένα υποθέτοντας ότι η διακύμανση των σφαλμάτων είναι αναλογική GDP^2 παλινδρομούμε τις μετασχηματισμένες μεταβλητές $SO2/GDP$, $1/GDP$. Το Eviews πραγματοποιεί αυτή την διαδικασία άμεσα και έχουμε ότι:

Dependent Variable: SO2

Method: Least Squares

Sample: 1 53

Included observations: 53

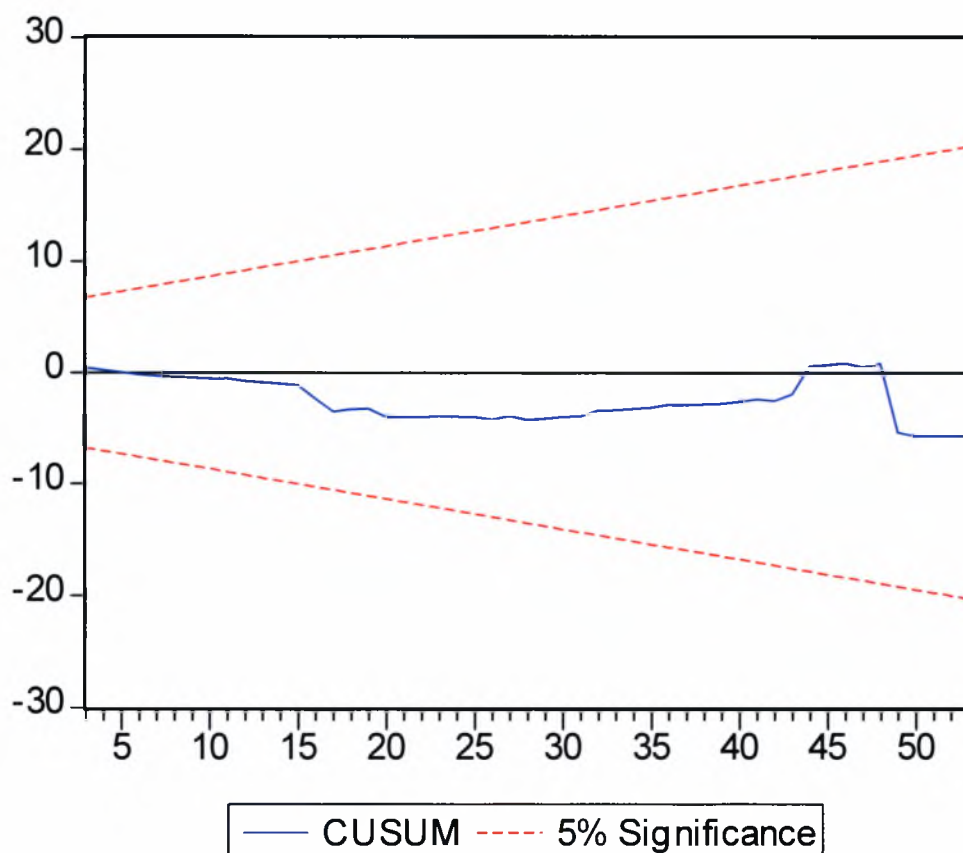
Weighting series: 1/GDP

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	866447.8	504545.1	1.717285	0.0920
GDP	-454.8398	3408.851	-0.133429	0.8944
Weighted Statistics				
R-squared	0.436288	Mean dependent var		845158.1
Adjusted R-squared	0.425235	S.D. dependent var		4271460.
S.E. of regression	3238334.	Akaike info criterion		32.85602
Sum squared resid	5.35E+14	Schwarz criterion		32.93037
Log likelihood	-868.6846	F-statistic		0.002090
Durbin-Watson stat	1.787101	Prob(F-statistic)		0.963716
Unweighted Statistics				
R-squared	-2237.186701	Mean dependent var		2975553.
Adjusted R-squared	-2281.072715	S.D. dependent var		8159421.
S.E. of regression	3.90E+08	Sum squared resid		7.75E+18
Durbin-Watson stat	1.772954			

Από τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι το πρόβλημα διορθώθηκε και ότι δίνονται άμεσα τόσο ο σταθερός όρος όσο και η κλίση της τελικής παλινδρόμησης.

Η ισοδυναμία των συντελεστών της παλινδρόμησης του SO₂ με GDP μπορεί να ελεγχθεί γραφικά με την χρήση των διαγραμμάτων των σωρευτικών αθροισμάτων και των τετραγώνων των σωρευτικών αθροισμάτων (Cusum test και το Cusum of squares test)



Στο διάγραμμα των σωρευτικών αθροισμάτων βλέπουμε ότι για το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=005$ δεν παρουσιάζεται κάποιο πρόβλημα και οι συντελεστές παρέμειναν διαχρονικά σταθεροί

Για να ελέγξουμε αν οι εκτιμημένες παράμετροι δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά από το μηδέν τότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το τεστ Wald. Η τιμή P είναι μηδενική και στις δύο περιπτώσεις οδηγώντας σε απόρριψη της υπό έλεγχο υπόθεσης ότι $\beta_0=\beta_1=0$

Wald Test:

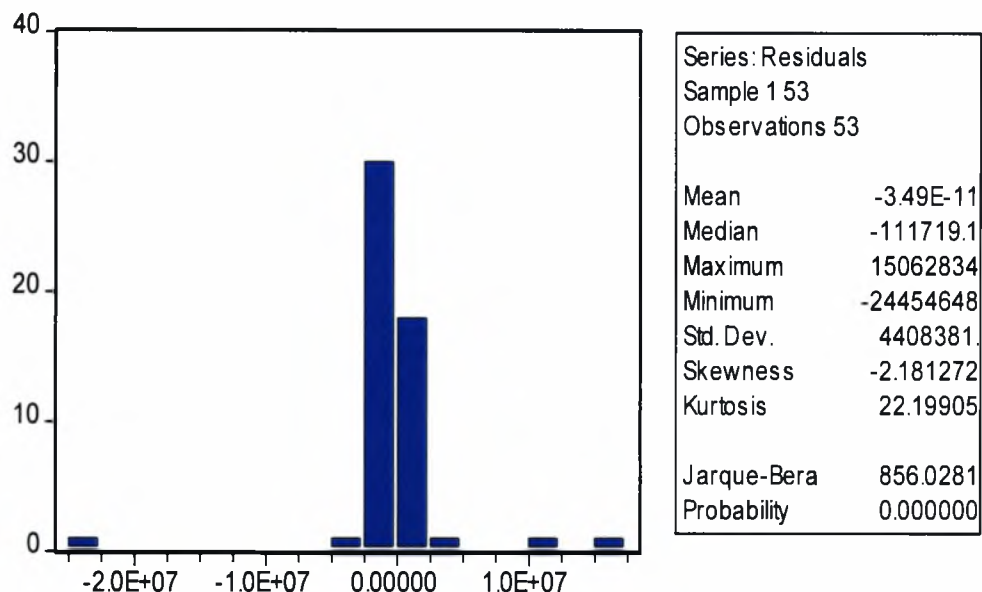
Equation: Untitled

Null Hypothesis: C(1)=0

C(2)=0

F-statistic	73.69861	Probability	0.000000
Chi-square	147.3972	Probability	0.000000

Επίσης από View-Residuals tests-Histogram-Normality test μπορούμε να πάρουμε τα ακόλουθα αποτελέσματα σχετικά με την κανονικότητα του διαταρακτικού όρου.



Παρατηρούμε ότι έχουμε υψηλές τιμές JB που σημαίνει ότι απορρίπτω την μηδενική υπόθεση, άρα ο διαταρακτικός όρος δεν ακολουθεί κανονική κατανομή.

Στη συνέχεια ακολουθεί η παλινδρόμηση των εκπομπών του διοξειδίου του θείου με το επίπεδο αστικοποίησης.

Dependent Variable: SO2C
 Method: Least Squares
 Sample: 1 53
 Included observations: 53

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.022470	0.025467	-0.882330	0.3817
URBAN	0.001528	0.000370	4.133469	0.0001
R-squared	0.250943	Mean dependent var		0.077637
Adjusted R-squared	0.236255	S.D. dependent var		0.065598
S.E. of regression	0.057328	Akaike info criterion		-2.843060
Sum squared resid	0.167610	Schwarz criterion		-2.768710
Log likelihood	77.34110	F-statistic		17.08557
Durbin-Watson stat	1.566956	Prob(F-statistic)		0.000133

Τα αποτελέσματα είναι σύμφωνα με την οικονομική θεωρία .Οι εκπομπές του διοξειδίου του θείου αναμένεται να αυξάνονται καθώς αυξάνεται το επίπεδο αστικοποίησης. Ο συντελεστής προσδιορισμού ισούται με $R-Sq = 25,1\%$ και ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού ισούται με $R-Sq(adj) = 23,6\%$ που

σημαίνει ότι περίπου το 25% της συμπεριφοράς των εκπομπών του SO₂ εξηγείται από την συμπεριφορά του επίπεδου αστικοποίησης URBAN.

Ακολουθεί έλεγχος ετεροσκεδαστικότητας, όπου παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει πρόβλημα ετεροσκεδαστικότητας αφού $P > \alpha$.

White Heteroskedasticity Test:

F-statistic	0.842507	Probability	0.436651
Obs*R-squared	1.727885	Probability	0.421497

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Sample: 1 53

Included observations: 53

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.002275	0.005912	0.384773	0.7020
URBAN	-3.68E-05	0.000211	-0.174192	0.8624
URBAN^2	6.95E-07	1.75E-06	0.397628	0.6926
R-squared	0.032602	Mean dependent var		0.003162
Adjusted R-squared	-0.006094	S.D. dependent var		0.005743
S.E. of regression	0.005760	Akaike info criterion		-7.420805
Sum squared resid	0.001659	Schwarz criterion		-7.309280
Log likelihood	199.6513	F-statistic		0.842507
Durbin-Watson stat	2.052867	Prob(F-statistic)		0.436651

Ramsey RESET Test:

F-statistic	1.269138	Probability	0.290150
Log likelihood ratio	2.676735	Probability	0.262273

Test Equation:

Dependent Variable: SO₂C

Method: Least Squares

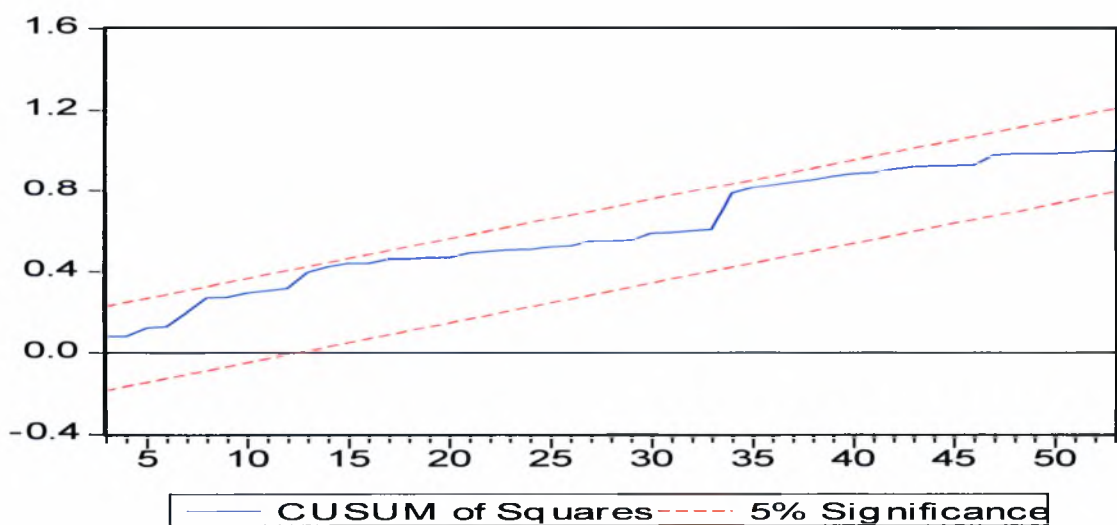
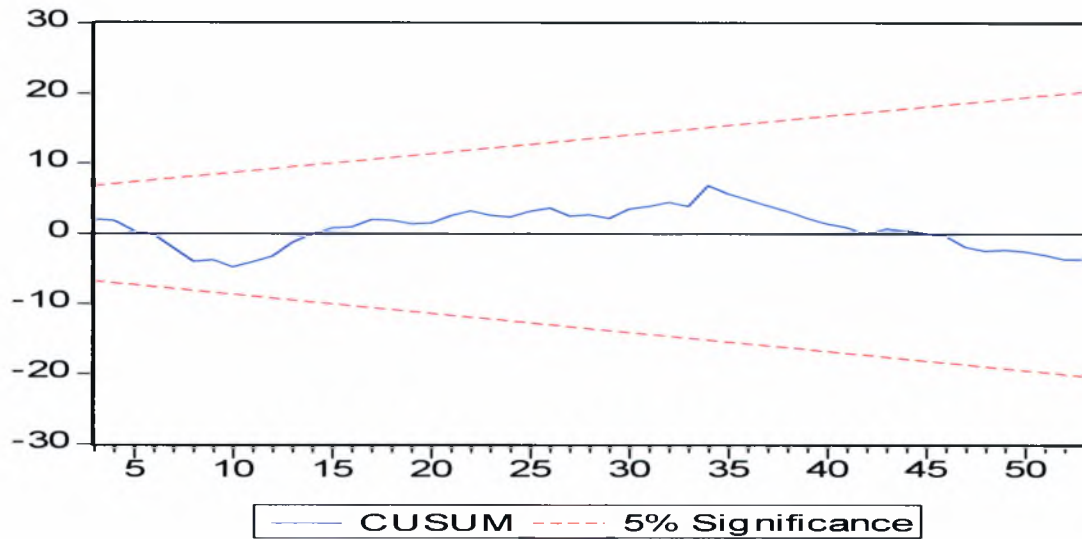
Sample: 1 53

Included observations: 53

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.123795	0.095241	1.299809	0.1997
URBAN	-0.004377	0.003765	-1.162777	0.2506
FITTED^2	61.13428	41.54148	1.471644	0.1475
FITTED^3	-277.1429	206.9572	-1.339131	0.1867
R-squared	0.287834	Mean dependent var		0.077637
Adjusted R-squared	0.244232	S.D. dependent var		0.065598
S.E. of regression	0.057028	Akaike info criterion		-2.818093
Sum squared resid	0.159355	Schwarz criterion		-2.669392
Log likelihood	78.67947	F-statistic		6.601390
Durbin-Watson stat	1.635758	Prob(F-statistic)		0.000778

Από τον έλεγχο για σφάλμα εξειδίκευσης παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει σφάλμα εξειδίκευσης αφού $P > \alpha$.

Και στα δύο διαγράμματα των σωρευτικών αθροισμάτων και των τετραγώνων των σωρευτικών αθροισμάτων, που ακολουθούν, βλέπουμε ότι για το επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ υπάρχει σταθερότητα μεταξύ των συντελεστών.



Στη συνέχεια παλινδρομούμε τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα με το κατά κεφαλήν ακαθάριστο εγχώριο προϊόν.

Dependent Variable: CO2C

Method: Least Squares

Sample: 1 53

Included observations: 53

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.521463	1.128874	0.461932	0.6461
GDPPP	0.000616	9.59E-05	6.418603	0.0000
R-squared	0.446845	Mean dependent var		6.522453
Adjusted R-squared	0.435999	S.D. dependent var		6.132870
S.E. of regression	4.605784	Akaike info criterion		5.929508
Sum squared resid	1081.876	Schwarz criterion		6.003859
Log likelihood	-155.1320	F-statistic		41.19846
Durbin-Watson stat	1.901303	Prob(F-statistic)		0.000000

Ο σταθερός όρος αντιπροσωπεύει τις αυτόνομες εκπομπές CO₂C και ισούται με 0,521463 και η κλίση (η οριακή ροπή προς τις εκπομπές CO₂C) ισούται με 0,000616. Ο συντελεστής του GDPPP είναι στατιστικά σημαντικός και ίσος με 6,142>2. Ο συντελεστής προσδιορισμού R-squared=0.446845 και ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού Adjusted R-squared =0.436 που σημαίνει ότι το 44,7% της συμπεριφοράς του CO₂C εξηγείται από την συμπεριφορά του GDPPP.

White Heteroskedasticity Test:

F-statistic	4.762330	Probability	0.012789
Obs*R-squared	8.480636	Probability	0.014403

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Sample: 1 53

Included observations: 53

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	28.90191	28.56794	1.011691	0.3166
GDPPP	-0.008804	0.006792	-1.296143	0.2009
GDPPP^2	5.58E-07	3.01E-07	1.856849	0.0692
R-squared	0.160012	Mean dependent var		20.41275
Adjusted R-squared	0.126412	S.D. dependent var		73.48480
S.E. of regression	68.68323	Akaike info criterion		11.35183
Sum squared resid	235869.3	Schwarz criterion		11.46335
Log likelihood	-297.8234	F-statistic		4.762330
Durbin-Watson stat	1.953197	Prob(F-statistic)		0.012789

Από την τιμή της πιθανότητας του ελέγχου White (0.014) συμπεραίνουμε ότι υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα στα κατάλοιπα για τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας ($\alpha=0.05, 0.1$)

Αφού εντοπίσαμε το πρόβλημα της ετεροσκεδαστικότητας θα την απαλείψουμε με την άμεση εφαρμογή σταθμισμένων τετραγώνων (Weighted Least Squares).

Dependent Variable: CO2C

Method: Least Squares

Sample: 1 53

Included observations: 53

Weighting series: 1/GDPPP

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.182860	0.372333	0.491119	0.6254
GDPPP	0.000654	7.93E-05	8.247074	0.0000

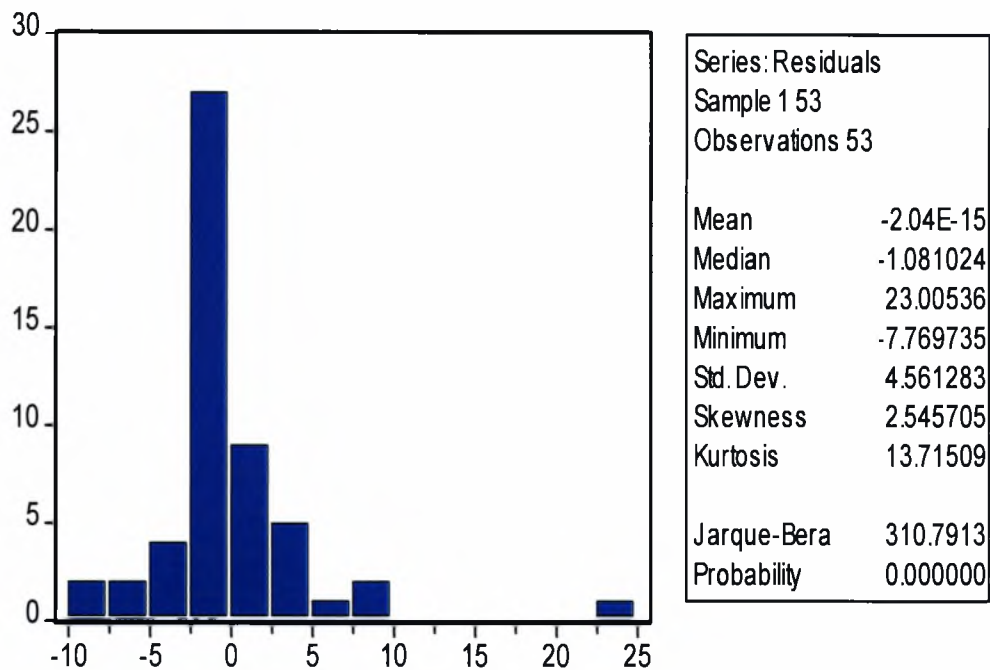
Weighted Statistics

R-squared	0.006161	Mean dependent var	3.390914
Adjusted R-squared	-0.013326	S.D. dependent var	2.335397
S.E. of regression	2.350906	Akaike info criterion	4.584484
Sum squared resid	281.8647	Schwarz criterion	4.658835
Log likelihood	-119.4888	F-statistic	48.99838
Durbin-Watson stat	1.737668	Prob(F-statistic)	0.000000

Unweighted Statistics

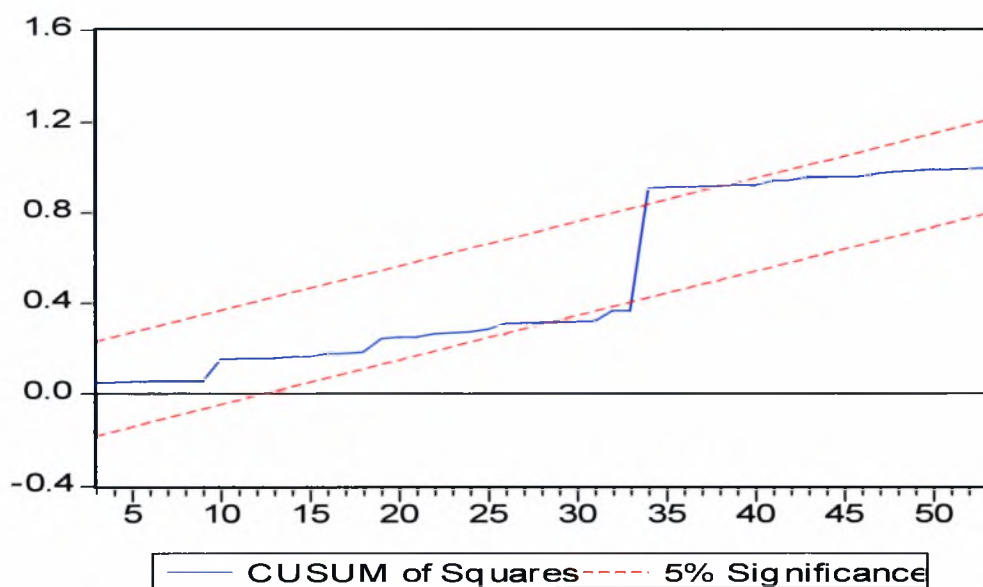
R-squared	0.445082	Mean dependent var	6.522453
Adjusted R-squared	0.434201	S.D. dependent var	6.132870
S.E. of regression	4.613121	Sum squared resid	1085.325
Durbin-Watson stat	1.863855		

Από τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι το πρόβλημα διορθώθηκε



Σύμφωνα με το τεστ κανονικότητας του Jarque-Bera παρατηρούμε ότι και εδώ ο διαταρακτικός όρος δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Από το διάγραμμα της Cusum of Squares παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει σταθερότητα μεταξύ των μεταβλητών, ξεφεύγει όμως ελάχιστα από τα όρια.



Στη συνέχεια παλινδρομούμε τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα με το επίπεδο αστικοποίησης.

Dependent Variable: CO2C
Method: Least Squares
Sample: 1 53
Included observations: 53

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1.356313	2.494408	-0.543742	0.5890
URBAN	0.120280	0.036214	3.321339	0.0017
R-squared	0.177834	Mean dependent var		6.522453
Adjusted R-squared	0.161713	S.D. dependent var		6.132870
S.E. of regression	5.615132	Akaike info criterion		6.325813
Sum squared resid	1608.015	Schwarz criterion		6.400163
Log likelihood	-165.6340	F-statistic		11.03129
Durbin-Watson stat	2.064411	Prob(F-statistic)		0.001661

Ο συντελεστής URBAN είναι στατιστικά σημαντικός και ίσος με $3,32 > 2$. Ο συντελεστής προσδιορισμού $R\text{-squared}=0.1778$ και ο προσαρμοσμένος συντελεστής προσδιορισμού $Adjusted\ R\text{-squared}=0.1617$ που σημαίνει ότι περίπου το 17,8% της συμπεριφοράς του CO_2C εξηγείται από την συμπεριφορά του URBAN.

Κάνω τον έλεγχο για ετεροσκεδαστικότητα με το White test.

White Heteroskedasticity Test:

F-statistic	0.669025	Probability	0.516733
Obs*R-squared	1.381367	Probability	0.501233

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Sample: 1 53
Included observations: 53

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	14.19225	109.1205	0.130060	0.8970
URBAN	-0.549419	3.899787	-0.140884	0.8885
URBAN^2	0.010989	0.032270	0.340541	0.7349
R-squared	0.026064	Mean dependent var		30.33991
Adjusted R-squared	-0.012894	S.D. dependent var		105.6281
S.E. of regression	106.3069	Akaike info criterion		12.22548
Sum squared resid	565057.6	Schwarz criterion		12.33700
Log likelihood	-320.9751	F-statistic		0.669025
Durbin-Watson stat	1.991016	Prob(F-statistic)		0.516733

Από το τεστ παρατηρούμε ότι δεν έχουμε ετεροσκεδαστικότητα

Από το Ramsey Reset τεστ παρατηρούμε ότι δεν έχουμε σφάλμα εξειδίκευσης

Ramsey RESET Test:

F-statistic	2.204682	Probability	0.121109
Log likelihood ratio	4.566788	Probability	0.101938

Test Equation:

Dependent Variable: CO2C

Method: Least Squares

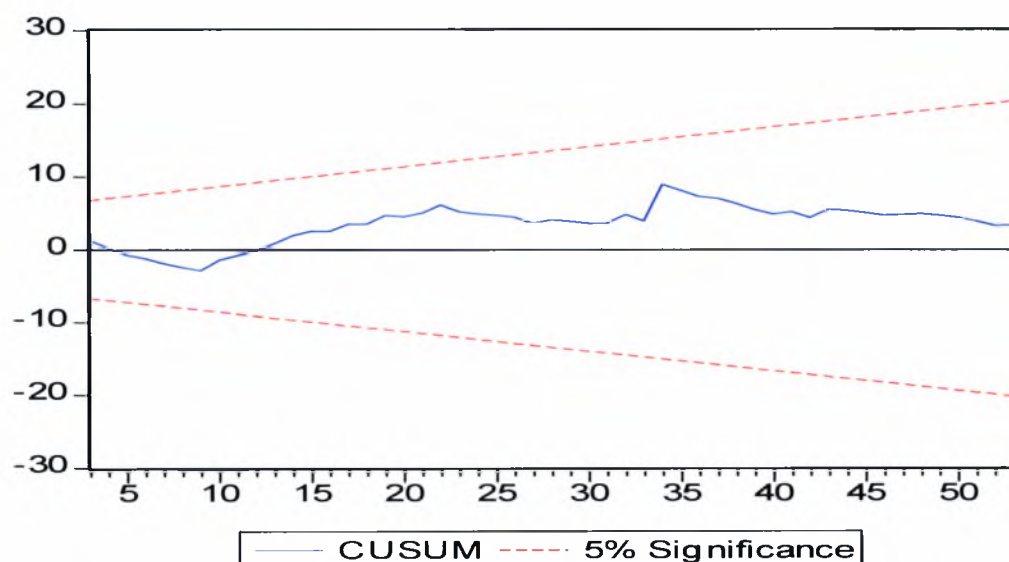
Sample: 1 53

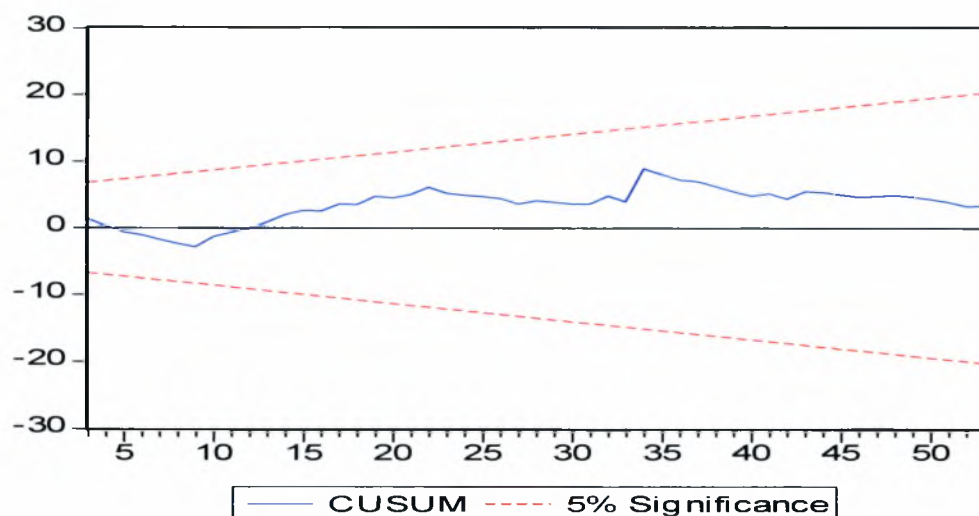
Included observations: 53

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	16.50495	9.939559	1.660531	0.1032
URBAN	-0.719156	0.426598	-1.685791	0.0982
FITTED^2	1.447837	0.695029	2.083133	0.0425
FITTED^3	-0.085701	0.040846	-2.098156	0.0411

R-squared	0.245711	Mean dependent var	6.522453
Adjusted R-squared	0.199530	S.D. dependent var	6.132870
S.E. of regression	5.487018	Akaike info criterion	6.315119
Sum squared resid	1475.261	Schwarz criterion	6.463820
Log likelihood	-163.3506	F-statistic	5.320601
Durbin-Watson stat	1.969991	Prob(F-statistic)	0.002969

Από τα διαγράμματα της Cusum και της Cusum of Squares παρατηρούμε ότι υπάρχει σταθερότητα μεταξύ των μεταβλητών





Dependent Variable: INFMOR

Method: Least Squares

Sample: 1 53

Included observations: 53

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	45.95767	4.815591	9.543515	0.0000
CO2C	-2.299043	0.540277	-4.255302	0.0001
R-squared	0.262020	Mean dependent var		30.96226
Adjusted R-squared	0.247550	S.D. dependent var		27.54504
S.E. of regression	23.89364	Akaike info criterion		9.222107
Sum squared resid	29116.20	Schwarz criterion		9.296457
Log likelihood	-242.3858	F-statistic		18.10759
Durbin-Watson stat	1.267425	Prob(F-statistic)		0.000089

Από τα αποτελέσματα που μας δίνει το Eviews παρατηρούμε ότι οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα ευθύνονται για το 26,2% του αριθμού της παιδικής θνησιμότητας.

White Heteroskedasticity Test:

F-statistic	12.18306	Probability	0.000049
Obs*R-squared	17.36549	Probability	0.000169

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Sample: 1 53

Included observations: 53

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	949.2634	179.0603	5.301362	0.0000
CO2C	-126.8377	34.66148	-3.659328	0.0006
CO2C^2	5.379732	1.129608	4.762478	0.0000
R-squared	0.327651	Mean dependent var		549.3622
Adjusted R-squared	0.300757	S.D. dependent var		829.6570
S.E. of regression	693.7655	Akaike info criterion		15.97708
Sum squared resid	24065530	Schwarz criterion		16.08861
Log likelihood	-420.3927	F-statistic		12.18306
Durbin-Watson stat	2.361402	Prob(F-statistic)		0.000049

Από την τιμή της πιθανότητας του ελέγχου (0,000169) συμπεραίνουμε ότι υπάρχει ετεροσκεδαστικότητα στα κατάλοιπα για τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας ($\alpha=0.01,0.05,0.1$)

Αφού εντοπίσαμε το πρόβλημα της ετεροσκεδαστικότητας θα την απαλείψουμε με την άμεση εφαρμογή σταθμισμένων τετραγώνων (Weighted Least Squares)

Dependent Variable: INFMOR

Method: Least Squares

Sample: 1 53

Included observations: 53

Weighting series: 1/CO2C

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	70.66500	3.898828	18.12468	0.0000
CO2C	-6.839402	1.346831	-5.078145	0.0000

Weighted Statistics

R-squared	0.951567	Mean dependent var		56.15889
Adjusted R-squared	0.950617	S.D. dependent var		126.0116
S.E. of regression	28.00261	Akaike info criterion		9.539478
Sum squared resid	39991.46	Schwarz criterion		9.613829
Log likelihood	-250.7962	F-statistic		10.63902
Durbin-Watson stat	2.350016	Prob(F-statistic)		0.001978

Unweighted Statistics

R-squared	-0.792255	Mean dependent var		30.96226
Adjusted R-squared	-0.827397	S.D. dependent var		27.54504
S.E. of regression	37.23573	Sum squared resid		70711.48
Durbin-Watson stat	2.064767			

Από τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι το πρόβλημα διορθώθηκε.

Ramsey RESET Test:

F-statistic	21.11801	Probability	0.000000
Log likelihood ratio	32.94637	Probability	0.000000

Test Equation:

Dependent Variable: INFMOR

Method: Least Squares

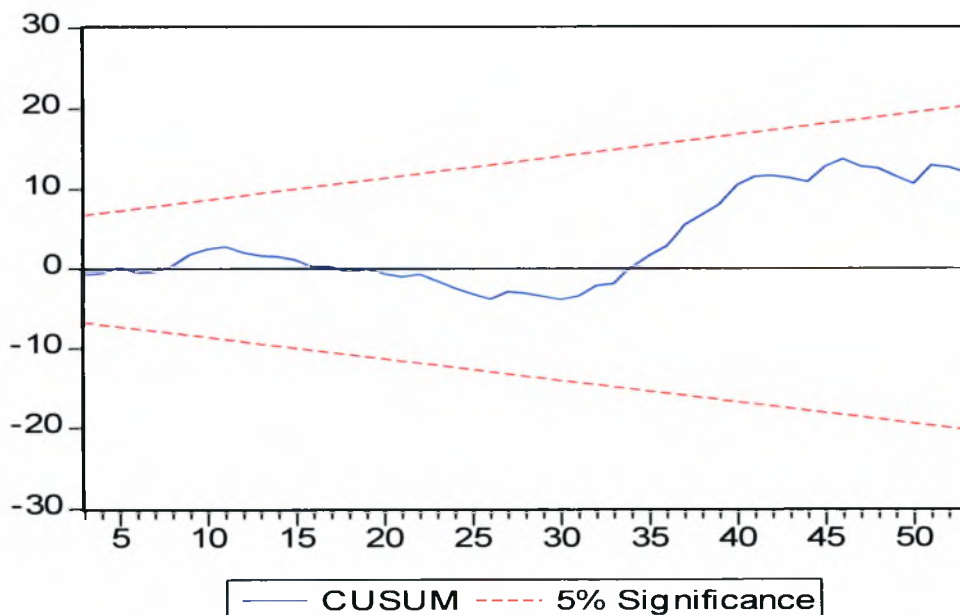
Sample: 1 53

Included observations: 53

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-46.42662	15.98689	-2.904044	0.0055
CO2C	3.961382	1.353161	2.927503	0.0052
FITTED^2	-0.002881	0.011191	-0.257426	0.7979
FITTED^3	0.001326	0.000388	3.417545	0.0013
R-squared	0.603654	Mean dependent var		30.96226
Adjusted R-squared	0.579388	S.D. dependent var		27.54504
S.E. of regression	17.86422	Akaike info criterion		8.675949
Sum squared resid	15637.39	Schwarz criterion		8.824650
Log likelihood	-225.9126	F-statistic		24.87648
Durbin-Watson stat	1.808171	Prob(F-statistic)		0.000000

Από το τεστ παρατηρούμε ότι έχουμε σφάλμα εξειδίκευσης

Τέλος, από το διάγραμμα της Cusum παρατηρούμε ότι υπάρχει σταθερότητα μεταξύ των μεταβλητών



Συνοψίζοντας, παρατηρούμε ότι τα αποτελέσματα που βρήκαμε από το Eviews είναι σύμφωνα με την οικονομική θεωρία. Διαπιστώσαμε, δηλαδή με άλλα λόγια ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των ατμοσφαιρικών ρύπων και των οικονομικών παραμέτρων. Με άλλα λόγια, οι εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων αναμένεται να αυξάνονται καθώς αυξάνεται το επίπεδο ανάπτυξης, μετρούμενο με τους δείκτες GDP και URBAN. Τέλος, παρατηρήσαμε τις αρνητικές επιπτώσεις που έχουν οι εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων στον άνθρωπο. Ενδεικτικά πήραμε ότι οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα ευθύνονται για το 26,2% του αριθμού της παιδικής θνησιμότητας.

Συνεπώς και με την εμπειρική προσέγγιση καταλήγουμε στο γεγονός ότι θα πρέπει να μειωθούν οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες οι οποίες δημιουργούν ατμοσφαιρικούς ρύπους και έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον και στον άνθρωπο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γεωργόπουλος Α., *ΓΗ, Ένας Μικρός και Εύθραυστος Πλανήτης*, εκδ. Gutenberg, Αθήνα 1996.
2. Faucheux S.-Noel. J F, *Οι Μεγάλες Απειλές για το Περιβάλλον*, μτφρ. Μπέρτς Στεπανιάν, εκδ. Σάκουλα, Θεσσαλονίκη 1993.
3. Καρβούνης Σ., *Διαχείριση του Περιβάλλοντος*, εκδ. Α. Σταμούλης, Πειραιάς 1991.
4. Μαλλιάρος Χ., *Περιβάλλον Ρύπανση Τεχνικές Αντιρρύπανσης αέρια, υγρά και στερεά απόβλητα*, εκδ. Μεταίχμιο, Αθήνα 2000.
5. Μπίθας Π. Κ., *Οικονομική Θεώρηση Περιβαλλοντικής Προστασίας*, εκδ. Τυπωθήτω Γ. Δαρδανός, Αθήνα 2006.
6. Μπωναζούντας Μ. επιμ. εκδ. – Κατσαϊτή Α. επιμ. κειμ., *Επιλεγμένα Θέματα Διαχείρισης Περιβάλλοντος*, εκδ. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Αθήνα 1995.
7. Σπιλάνης Γ., *Περιφερειακός Οικονομικός Σχεδιασμός και Περιβάλλον*, εκδ. Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη 1996.
8. Χάλκος Γ., «Το κόστος καταπολέμησης της ρύπανσης στην Ευρώπη», *Ενέργεια*, Μάιος-Ιούνιος, Τεύχος 67, 36-39, 2001.
9. Χάλκος Γ., Sulphur abatement policy: implications of coast differentials, *Energy Policy*, 21 (10): 1035-1043 1993.

Πηγές Διαδικτύου

<http://www.aerolab.ntua.gr>

<http://www.consilium.europa.eu.int>

<http://www.ee.gr>

<http://euromoney.gr>

<http://www.europa.eu.int>

<http://www.ideopolis.gr>

<http://www.prasino.gr>

<http://www.sciencenews.gr>

<http://www.skai.gr>

<http://www.tech.pathfinder.gr>

<http://www.utopia.duth.gr>



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000085620