

Πρόλογος

Κατά το σχολικό έτος 2012-2013 στα πλαίσια του σχολικού προγράμματος ερευνητική εργασία (project) το τμήμα ενδιαφέροντος “ **Ατμοσφαιρική ρύπανση . Τι αέρα αναπνέουμε**”, εκπόνησε την Ερευνητική Εργασία υπό την εποπτεία των καθηγητών μας Παππά Ηλία και Τσαντούλη Χριστίνα.

Ξεκινήσαμε το Σεπτέμβριο του 2012 και ολοκληρώσαμε την εργασία μας τον Ιανουάριο του 2013. Προσεγγίσαμε όσο μπορούσαμε το θέμα μέσα από συζητήσεις όλων των ομάδων, βρήκαμε πηγές πληροφόρησης και κάναμε τη σύνθεση της ερευνητικής εργασίας δουλεύοντας σε ομάδες.

Ετοιμάσαμε ερωτηματολόγιο με θέμα την ατμοσφαιρική ρύπανση και απευθυνθήκαμε σε κατοίκους της ευρύτερης περιοχής. Επεξεργαστήκαμε τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου και βγάλαμε τα συμπεράσματα που παρουσιάζονται στην συγκεκριμένη εργασία.

Εισαγωγή

Υπήρξε μια εποχή μέχρι τον Μεσαίωνα, που η έκταση της Ευρώπης ήταν μια πράσινη κηλίδα που διακόπτονταν που και που από πόλεις, χωριά και φέουδα. Αλλά η ήπειρος δεχόταν το ένα μετά το άλλο μεταναστευτικά κύματα, και επιπλέον λόγω της φυσικής αύξησης του πληθυσμού, υπήρχε ανάγκη για καλλιεργήσιμη γη ώστε να καλυφθούν οι διατροφικές ανάγκες όλου αυτού του πληθυσμού, ήταν φυσικό να ελαττωθεί η δασική έκταση προς όφελος της γεωργίας. Η χαρακτηριστική βολή δόθηκε με την άφιξη της ατμομηχανής.

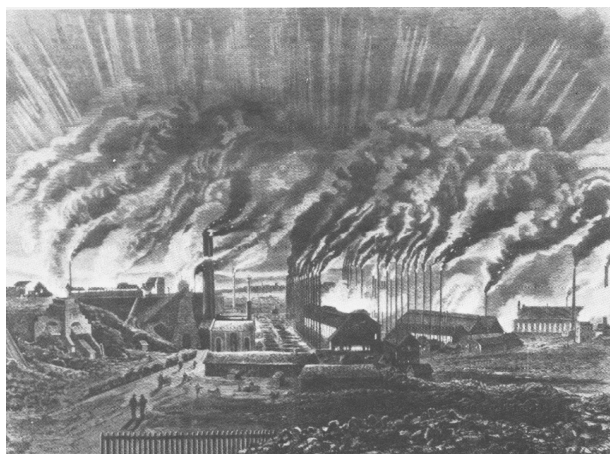
Η βιομηχανική επανάσταση άλλαξε ριζικά το πρόσωπο του πλανήτη-οικονομικά, πολιτικά, κοινωνικά -πολιτιστικά και εγκαινίασε μια εποχή όπου όλα φαινόταν δυνατά. Αλλά τα μηχανήματα λειτουργούσαν αποκλειστικά με το μοναδικό ευρέως γνωστό καύσιμο εκείνη την εποχή, υπό την μορφή κάρβουνου ή καυσόξυλων, με τα οποία έπρεπε συνεχώς να τροφοδοτούνται. Η ανάπτυξη φαινόταν ασταμάτητη. Η απώλεια εκείνου του πράσινου δεν ήταν η μοναδική ανεπιθύμητη συνέπεια της ανάπτυξης. Μαζί με την ανάπτυξη της βιομηχανίας, η περιβαλλοντική ρύπανση ήρθε για να μείνει.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η λέπτυνση της στιβάδας του όζοντος, η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι κάποια από τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο άνθρωπος ως συνέπεια των ίδιων των πράξεων του, αλλά δεν είναι τα μοναδικά. Η ακουστική και οπτική ρύπανση και η ραδιενεργός μόλυνση, μεταξύ των άλλων, φτάνουν επίσης σε ανησυχητικά επίπεδα και επηρεάζουν σοβαρά την ποιότητα ζωής .

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

1. Σύντομα Ιστορικά Στοιχεία

Η περιβαλλοντική ρύπανση δεν είναι νέο φαινόμενο. Ένας από τους λόγους που ανάγκαζαν τις πρώτες φυλές σε νομαδική ζωή ήταν η ανάγκη να απομακρύνονται περιοδικά από την δυσσομία την οποία δημιουργούσαν τα απόβλητα των ζώων και των ανθρώπων. Η ανακάλυψη της φωτιάς δημιούργησε πρόσθετα προβλήματα γεμίζοντας τον αέρα στις περιοχές κατοικίας με προϊόντα ατελούς καύσης. Η ανακάλυψη της καμινάδας μετατόπισε το πρόβλημα προς την ευρύτερη περιοχή και είχε σαν αποτέλεσμα η ατμόσφαιρα σε πυκνοκατοικημένες περιοχές να είναι καπνώδης. Χαρακτηριστική είναι η αναφορά του Ρωμαίου φιλόσοφου Σενέκα το 61 μετά Χριστό στην κακή ποιότητα του αέρα στην Ρώμη. Αναφορές από τον Μεσαίωνα περιγράφουν τα προβλήματα καπνού που δημιουργούσε η καύση του κάρβουνου με αποτέλεσμα ο Βασιλιάς Εδουάρδος ο 1^{ος} να απαγορεύσει το 1307 την χρήση του κάρβουνου στις ασβεστοκάμινους του Λονδίνου. Η βιομηχανική επανάσταση τον 19^ο αιώνα οδήγησε στην εντατική χρήση του κάρβουνου κυρίως και σε μικρότερο βαθμό του πετρελαίου για την παραγωγή ενέργειας με αποτέλεσμα να υπάρχουν πολύ μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα από τον καπνό και την στάχτη.



Σχήμα 1. Χαρακτική η οποία εμφανίζει ένα χυτήριο στην βιομηχανική περιοχή Saar της Γερμανίας (1876).

Παρόλο που η ατμοσφαιρική ρύπανση δεν μπορεί να θεωρηθεί αποκλειστικό προνόμιο της σύγχρονης εποχής, μια σειρά από μεγάλα επεισόδια τις τελευταίες

δεκαετίες μας υπενθύμισαν το μέγεθος του προβλήματος και την ανάγκη ελέγχου της ποιότητας του αέρα που αναπνέουμε. Χαρακτηριστικά αναφέρεται η πόλη Donora των Ηνωμένων Πολιτειών όπου κατά την διάρκεια ενός τετραήμερου επεισοδίου ρύπανσης σημειώθηκαν 20 θάνατοι και 6,000 ασθένειες οι οποίες συνδέθηκαν με την αέρια ρύπανση. Για να εκτιμηθεί σωστά το μέγεθος του προβλήματος θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι ο πληθυσμός της πόλης ήταν μόλις 14,000 κάτοικοι. Το μεγαλύτερο, όμως, επεισόδιο συνέβη στο Λονδίνο το 1952 όταν μια εβδομάδα υψηλών επιπέδων ρύπανσης είχε σαν αποτέλεσμα να συμβούν 4,000 «πλεονάζοντες» θάνατοι (σύγκριση των ρυθμών θανάτου πριν και μετά το επεισόδιο) οι οποίοι αποδόθηκαν στην ρύπανση.

1. Ατμοσφαιρική ρύπανση



Μεξικάνικη ηλεκτροπαραγωγική μονάδα που καίει λιγνίτη.

Ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η ρύπανση της ατμόσφαιρας, δηλαδή η προσθήκη ουσιών (ρύπων) στην ατμόσφαιρα που υπό φυσιολογικές συνθήκες δε θα υπήρχαν. Στη σύγχρονη εποχή, συχνά η ρύπανση είναι αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Ατμοσφαιρική ρύπανση ονομάζεται η παρουσία στην ατμόσφαιρα ρύπων δηλαδή κάθε είδους ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του. Η ανθρωπογενής ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλείται κυρίως από τρεις ανθρώπινες δραστηριότητες, τη βιομηχανία, τις μεταφορές και τα νοικοκυριά. Σε μια τυπική πόλη, η βιομηχανία ευθύνεται για το 50% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, τα μέσα μεταφοράς για το 35%, ενώ τα νοικοκυριά για το 15%.

1.1 Βασικές έννοιες

Όταν επικρατούν υψηλά επίπεδα ρύπανσης έχει επικρατήσει στην καθομιλουμένη να λέγεται ότι έχουμε «Νέφος». Αντίστοιχα στην Αγγλική γλώσσα μιλάμε για *SMOG* (αιθαλομίχλη). Η λέξη είναι σύνθετη και προέρχεται από τις λέξεις *SMOke* (αιθάλη) και *foG* (ομίχλη). Η βιομηχανική αιθαλομίχλη προκαλείται σχεδόν αποκλειστικά από την κατανάλωση καυσίμων υλών, ειδικά κάρβουνου, σε στάσιμες πηγές όπως είναι οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας και τα χυτήρια. Τα βασικά συστατικά της βιομηχανικής αιθαλομίχλης είναι τα οξειδία του θείου και τα αιωρούμενα σωματίδια. Συνδυάζεται συνήθως με υψηλή σχετική υγρασία και συχνά ονομάζεται και *Νέφος Αιθαλομίχλης*. Αντίθετα, η ατμοσφαιρική ρύπανση σε πολλές πόλεις προκαλείται από εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα, οξειδίων του αζώτου και υδρογονανθράκων τα οποία με την παρουσία του ηλιακού φωτός αντιδρούν μεταξύ τους σχηματίζοντας την *φωτοχημική αιθαλομίχλη*. Αν και υπάρχει συμβολή από στάσιμες πηγές, η φωτοχημική αιθαλομίχλη συνδέεται κυρίως με εκπομπές από τροχοφόρα.



Σχήμα 2. Φωτοχημική αιθαλομίχλη στο σύγχρονο Loss Angeles (αριστερά) και επεισόδιο μαύρου καπνού την δεκαετία του 30 στο Pittsburgh (δεξιά).

1.2. Εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων

Αντίθετα με την κοινή αντίληψη, το μεγαλύτερο ποσοστό των παραγόμενων αέριων ρύπων προέρχεται από καθαρά φυσικές πηγές. Με τον όρο φυσικές πηγές αναφερόμαστε στις πηγές εκπομπών αέριων ρύπων που δεν οφείλονται στην ανθρώπινη δραστηριότητα. Παρ' όλα αυτά οι ανθρωπογενείς εκπομπές είναι κυρίως υπεύθυνες για τα μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα που εμφανίσθηκαν. Αυτό οφείλεται βεβαίως στην ανατροπή της φυσικής ισορροπίας αλλά επίσης και στην μεγάλη πυκνότητα των εκπομπών από ανθρωπογενείς εκπομπές οι οποίες συγκεντρώνονται σε

μικρές γεωγραφικές περιοχές (κυρίως αστικές περιοχές και βιομηχανικές ζώνες). Αντίθετα, η καλή διασπορά των φυσικών πηγών ανά την υφήλιο προσφέρει τη δυνατότητα καλύτερης ανάμιξης των ρύπων με τον καθαρό αέρα. Κατά συνέπεια, με κάποιες μικρές εξαιρέσεις, οι εκπομπές αερίων ρύπων από φυσικές πηγές από μόνες τους δεν οδηγούν σε υψηλές συγκεντρώσεις

Οι σημαντικότερες φυσικές πηγές είναι:

1. Τα ηφαίστεια (κυρίως αιωρούμενα σωματίδια, διοξείδιο του θείου, υδρόθειο και μεθάνιο).
2. Οι πυρκαγιές δασών (κυρίως αιωρούμενα σωματίδια, μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα).
3. Οι ωκεανοί και γενικότερα οι θαλάσσιες εκτάσεις (κυρίως χλωριούχο νάτριο και θειικά άλατα).
4. Βιολογική αποσύνθεση των φυτών και των ζώων (κυρίως υδρογονάνθρακες, αμμωνία και υδρόθειο).
5. Η αποσάθρωση του εδάφους (αιωρούμενα σωματίδια).
6. Τα φυτά και τα δέντρα (κυρίως υδρογονάνθρακες).

Η ανθρωπογενής ρύπανση διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες:

1. Κοινωνική ονομάζεται η περιβάλλουσα ή εξωτερική ατμοσφαιρική ρύπανση την οποία υφίσταται το σύνολο του πληθυσμού.
2. Επαγγελματική ονομάζεται η ρύπανση του εργασιακού περιβάλλοντος την οποία υφίστανται συγκεκριμένες ομάδες ή κατηγορίες εργαζομένων.
3. Προσωπική ρύπανση (κάπνισμα, διάφορα σπρέι κτλ)



Σχήμα 3. Η αποσάθρωση του εδάφους από τον άνεμο και οι εκρήξεις ηφαιστειών αποτελούν σημαντικές φυσικές πηγές ρύπανσης.

Οι κυριότερες ανθρωπογενείς πηγές είναι:

- Βιομηχανικές πηγές (καύσεις, επεξεργασία).
- Παραγωγή και μεταφορά ενέργειας.
- Μεταφορές.
- Κεντρική θέρμανση.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα και για την μείωση των εκπομπών έχουν υπογραφεί διάφορες διεθνείς συνθήκες (π.χ. Γενεύη, 1979, Βιέννη 1985, Νέα Υόρκη 1992 κτλ.). Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να επιτευχθεί κάποια πρόοδος και να βελτιωθούν ορισμένες παράμετροι του προβλήματος.

1.3 Συνέπειες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας αποτελεί σοβαρό υγειονομικό, περιβαλλοντικό, κοινωνικό και οικονομικό πρόβλημα, γιατί τα αέρια που τη ρυπαίνουν, όπως το διοξείδιο του άνθρακα έχουν σοβαρές συνέπειες, όπως την υπερθέρμανση της γης, αναπνευστικά προβλήματα και άλλα προβλήματα υγείας. Η τρύπα του όζοντος προκλήθηκε από τη χρήση των χλωροφθορανθράκων, απαγορευμένων σήμερα χημικών ενώσεων που χρησιμοποιούνταν στην ψυκτική και τα σπρέι.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση γίνεται κυρίως από οξείδια, όπως οξείδια του αζώτου, του θείου, του άνθρακα και άλλα, και από αιθάλη (άκαυστος άνθρακας σε αέρια μείγμα αέρα). Τα οξείδια του αζώτου προκαλούν το φωτοχημικό νέφος, συνήθως στα κέντρα μεγαλουπόλεων ή και τις γύρω περιοχές. Τα οξείδια του θείου και του άνθρακα αντιδρούν με τους υδρατμούς των νεφών δημιουργώντας όξινη βροχή, η οποία προσβάλλει τα δάση, ενώ το θειικό οξύ (συστατικό της όξινης βροχής) προσβάλλει τα μάρμαρα μετατρέποντάς τα σε γύψο. Το διοξείδιο του άνθρακα, αλλά και άλλα αέρια που παράγονται από ατελείς καύσεις, όπως άκαυστοι υδρογονάνθρακες, συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Στις πόλεις που βρίσκονται κοντά σε εργοστάσια παραγωγής ενέργειας όπου γίνεται καύση ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο ή ο λιγνίτης, υπάρχουν αρκετά αναπνευστικά περιστατικά, ενώ τα κρούσματα καρκίνου του πνεύμονα είναι αυξημένα.

1.4 Πολιτική αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Η ατμοσφαιρική ρύπανση γίνεται προσπάθεια να αντιμετωπιστεί και με πολιτικές αποφάσεις σε κεντρικό ή περιφερειακό επίπεδο. Μία απόπειρα έγινε με το Πρωτόκολλο του Κιότο σε διεθνές επίπεδο και άλλες

δραστηριότητες του ΟΗΕ. Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής ένωσης καθιερώθηκε ο καταλύτης στα αυτοκίνητα και ο ιονισμός στις καμινάδες των εργοστασίων. Οι καταλύτες αποτρέπουν την εκπομπή των άκαυστων αερίων και οξειδίων που παράγουν οι μηχανές εσωτερικής καύσης, ενώ ο ιονισμός στις καμινάδες μειώνει την εκπομπή των βλαβερών αερίων κατά 90%. Επιπλέον στην αντιμετώπιση της ρύπανσης συμβάλλει και η στροφή στις καθαρές πηγές ενέργειας.

1.5 Πηγές βιομηχανικής ρύπανσης

Οι διάφορες βιομηχανίες ανάλογα με το αντικείμενο της δραστηριότητάς τους έχουν διαφορετική συμμετοχή στη ρύπανση του περιβάλλοντος. Άλλες ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα κυρίως με τα παραγόμενα αέρια από τις εγκαταστάσεις καύσης αλλά και με τα εκπεμπόμενα σωματίδια με μορφή λεπτόκοκκων σκόνης. Άλλες πάλι διοχετεύουν τα απόβλητα τους που έχουν βεβαρημένο φορτίο στους κοντινότερους υδάτινους αποδέκτες ενώ άλλες συνοδεύουν την παραγωγή τους με στερεά υποπροϊόντα των οποίων η απόθεση δημιουργεί σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Οι αλλαγές στην ατμόσφαιρα σχετίζονται με την αέρια ρύπανση και χρεώνονται στη συνδυασμένη δράση των βιομηχανιών μαζί με τη ρύπανση που προκαλείται από τα αυτοκίνητα.

1.6 Ατμοσφαιρική ρύπανση από βιομηχανίες

Με τον όρο ατμοσφαιρική ρύπανση ορίζεται η μεταβολή της σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα, λόγω ρύπων. Εκτός από τη φυσική ρύπανση της ατμόσφαιρας που οφείλεται σε ηφαιστειακές δράσεις ή στη σήψη φυτών και ζώων, το συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό της οφείλεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες που προέρχονται από τη βιομηχανία, τη θέρμανση και τα αυτοκίνητα.

Οι ουσίες που προκαλούν ατμοσφαιρική ρύπανση διακρίνονται σε σωματίδια και αέριους ρυπαντές. Στα πρώτα υπάγονται τα ατμοσφαιρικά σωματίδια (η σκόνη, τα αιωρούμενα σωματίδια και ο καπνός) και τα αιωρούμενα σωματίδια βαρέων μετάλλων. Στους αέριους ρυπαντές υπάγονται τα οξείδια του θείου (SO_2 , SO_3 , H_2S), τα οξείδια του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα, το όζον, οι υδρογονάνθρακες καθώς και οι ενώσεις χλωρίου και φθορίου. Οι περισσότερες πηγές θεωρούνται πρωτογενείς ρύποι, δηλαδή εκπέμπονται απ' ευθείας από τις διάφορες πηγές στην ατμόσφαιρα. Σε αντίθεση με αυτές υπάρχουν οι δευτερογενείς ρύποι (π.χ. το όζον), που σχηματίζονται από τους πρωτογενείς ρύπους με αντιδράσεις.

Ειδικότερα για τις ατμοσφαιρικές αλλαγές, από το σύνολο των αέριων ρύπων, την ευθύνη για τη μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος έχουν οι χλωριωμένοι και φθοριωμένοι υδρογονάνθρακες ενώ για το φαινόμενο του θερμοκηπίου αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄) και το υποξείδιο του αζώτου.

Η υπερβολική χρήση ορυκτών καυσίμων σε κάποια κύρια ή δευτερεύουσα φάση της παραγωγικής διαδικασίας των βιομηχανιών σε συνδυασμό με τη διακίνηση των υλικών και άλλες ρυπογόνες διεργασίες της παραγωγικής διαδικασίας είναι από τις βασικές αιτίες ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τη βιομηχανία.

Στον *Πίνακα 1* παρουσιάζονται οι ρύποι που προέρχονται από χαρακτηριστικούς βιομηχανικούς κλάδους, ενώ στον *Πίνακα.2* παρουσιάζονται τα ποσοστά συμμετοχής, που έχουν αναχθεί σε ετήσια βάση, για τους τρεις μεγαλύτερους ρυπαντές της περιοχής Αθηνών.

Πίνακας1: Παραγωγή διαφόρων αέριων ρύπων από διάφορους βιομηχανικούς κλάδους.

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ	ΡΥΠΟΙ
Θερμοηλεκτρικοί σταθμοί	Καπνός, σωματίδια, οξείδια του θείου, οξείδια του αζώτου, υδρογονάνδρακες
Διυλιστήρια πετρελαίου	Υδρογονάνδρακες, μονοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του θείου, οξείδια του αζώτου, σωματίδια, υδρόδείο
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

	φωσφορούχα ή / και θειικά ή / και νιτρικά παράγωγα
Βιομηχανία γυαλιού	οξειδία του θείου, οξειδία του αζώτου, οξειδία του θείου, φθοριούχα παράγωγα, σωματίδια

Πίνακας.2: Κατανομή κυριότερων ρυπαντών της Περιοχής Αθηνών

ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΤΟΙ	ΑΥΤΟΚΙΝΗΤ		ΘΕΡΜΑΝΣ		ΒΙΟΜΗΧΑΝΙ		ΣΥΝΟΛΟ	
	Ο τόννοι	%	Η τόννοι	%	Α τόννοι	%	τόννοι	%
καπνός	3300	64	859	17	1035	19	5195	100
σωματίδια	90	0	0	0	21206	100	21296	100
διοξ. άνθρακα	1410	7	3690	21	12696	72	17796	100
οξειδ. του αζώτου	17400	67	1391	5	7181	28	25972	100
μον.άνθρακα	32375 0	100	380	0	449	0	32457 9	100
υδρογονάνθρακε ς	40200	68	190	0	21747	32	68137	100

Τα οξειδία του θείου είναι από τους σημαντικότερους αέριους ρύπους για τα οποία η βιομηχανία έχει το μεγαλύτερο ποσοστό ευθύνης(Εικόνα 6.1). Εκτός από τις καύσεις, άλλες βιομηχανικές διεργασίες που οδηγούν στην έκλυση οξειδίων του θείου είναι η παραγωγή μετάλλων από θειούχα μεταλλεύματα αλλά και από βιογεωχημικές δραστηριότητες ενώ σημαντικό ποσοστό SO₂ προέρχεται από φυσικές πηγές όπως είναι το ηφαίστειο. Οι κυριότερες μέθοδοι προστασίας της ατμόσφαιρας από το SO₂ είναι: α) χρησιμοποίηση φυσικού αερίου, β) αποθείωση των καυσίμων και γ) αποθείωση των αερίων αποβλήτων. Στην εικόνα 6.1 φαίνεται ο κύκλος των SO₂ με εμφανή τη συμβολή της βιομηχανικής παραγωγής στην αύξηση της

συγκέντρωσης των SO_2 στην ατμόσφαιρα.

Τα οξείδια του αζώτου αποτελούν συνήθεις ρύπους και είναι προϊόντα καύσεων στερεών υγρών και αερίων καυσίμων. Τα οξείδια του αζώτου και ιδιαίτερα το NO_2 είναι τοξικά και προκαλούν είτε παράλυση του κεντρικού νευρικού συστήματος (το NO) είτε ερεθισμούς των πνευμόνων και πνευμονικά οιδήματα (το NO_2). Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη μείωση των εκπομπών σε NO_x είναι: α) η καύση σε δύο επίπεδα, β) η χρήση μικρής περίσσειας αέρα, γ) η αναγωγή των NO_x σε στοιχειακό N_2 .

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) απελευθερώνεται σε μεγάλες ποσότητες κατά την παραγωγή χυτοσιδήρου καθώς και σε άλλες μεταλλουργικές διεργασίες, όπου είναι επιθυμητή η ελαχιστοποίηση της παρουσίας του οξυγόνου. Επίσης προέρχεται από καύσεις οργανικών υλών με ανεπάρκεια οξυγόνου. Η ποσότητα του CO που εκπέμπεται εξαρτάται από τη ρύθμιση της καύσης, γι' αυτό και η αυτόματη ρύθμισή της καθώς και η συστηματική επίβλεψή της αποτελούν τη λύση για τον συγκεκριμένο ρύπο.

Τέλος, οι υδρογονάνθρακες που εκπέμπονται από ένα πλήθος βιομηχανικών διεργασιών σχετιζόμενων με το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, βρίσκονται υπό μορφή ατμών, υγρών ή και σωματιδίων. Οι κυριότεροι τρόποι αντιμετώπισης του συγκεκριμένου ρύπου είναι: α) ο έλεγχος της εξάτμισης στη βιομηχανία, β) η καύση των ατμών που εξέρχονται, γ) η προσρόφηση των υδρογονανθράκων και δ) η απορρόφηση των υδρογονανθράκων.

1.7 Έλεγχος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Από την εμφάνιση του προβλήματος έχουν ληφθεί μια σειρά μέτρων που έχουν οδηγήσει σε σημαντική μείωση των αερίων ρύπων.

Εκτός από τη θέσπιση ανώτατων ορίων εκπομπής αερίων στη βιομηχανία, που εναρμονίζονται με όρια που θέτει η ευρωπαϊκή νομοθεσία, ειδικότερα η βιομηχανία δαπανά μεγάλα ποσά για τη μείωση των απωλειών εξάτμισης, για τη μεταφορά ρυπογόνων μονάδων εκτός των μεγάλων πόλεων και την αποκατάσταση των τοπίων των ορυχείων τόσο από τη σκόνη των εξορύξεων (βωξίτης, ασβεστόλιθος, λιγνίτης) όσο και από την άσχημη εικόνα που δίνει η συνεχής εκμετάλλευση.

Για την υλοποίηση της μείωσης των εκπεμπόμενων ρυπαντών οι προσπάθειες έχουν στραφεί στα σωματίδια, τα οξείδια του θείου και τα οξείδια του αζώτου.

Για τον έλεγχο των αιωρούμενων σωματιδίων ανάλογα με το μέγεθος, το σχήμα, την πυκνότητα, το ιξώδες, την υγροσκοπικότητα, τις ηλεκτρικές ιδιότητες, την παροχή και τη συγκέντρωση σωματιδίων υπάρχουν διάφορες διατάξεις κατακράτησης που διαφέρουν στην απόδοση, στο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης, στην κατανάλωση ενέργειας και βέβαια στον τρόπο λειτουργίας.

Για την αποθείωση των καυσαερίων χρησιμοποιούνται ειδικές μονάδες αποθείωσης, που τοποθετούνται στην έξοδο των καυσαερίων και χρησιμοποιούν κάποιο χημικό μέσο, συνήθως διάλυμα βάσης, ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ ή NaOH), για την αντίδραση με τα καυσαέρια και την δέσμευση του θείου. Για τον έλεγχο των οξειδίων του αζώτου υπάρχει η δυνατότητα τροποποίησης της καύσης (μείωση του πλεονάζοντος οξυγόνου, μείωση της θερμοκρασία της φλόγας) και μέθοδος όπως η επιλεκτική καταλυτική μετατροπή που χρησιμοποιεί αμμωνία για να μετατρέψει τα οξείδια του αζώτου σε άζωτο και νερό.

Επιπτώσεις της βιομηχανικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Οι κυριότερες επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι : α) το φωτοχημικό νέφος, β) το φαινόμενο θερμοκηπίου, γ) οι τρύπες όζοντος και δ) η όξινη βροχή.

2. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

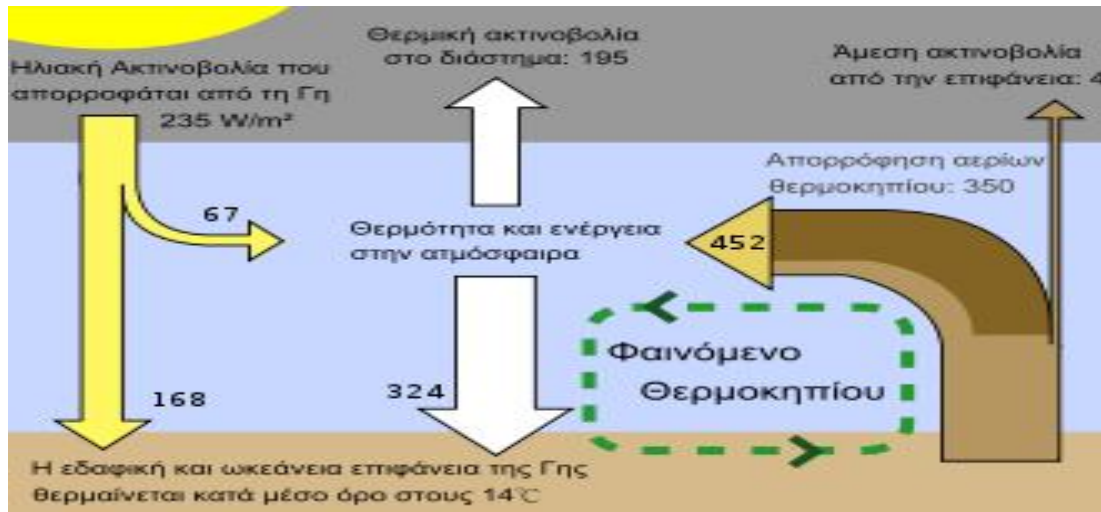
Ένα από τα σοβαρότερα περιβαλλοντικά προβλήματα με πλανητικές επιπτώσεις που καλείται να αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα στη σύγχρονη εποχή είναι η εντατικοποίηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Φαινόμενο του θερμοκηπίου αποκαλείται η φυσική διαδικασία μέσω της οποίας επιτυγχάνεται η διατήρηση των θερμοκρασιακών συνθηκών που επικρατούν στην επιφάνεια της Γης.

2.1 Πώς λειτουργεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου;

Το φως είναι ηλεκτρομαγνητική ενέργεια που καλύπτει ένα φάσμα από μήκη κύματος, γνωστό ως φάσμα του φωτός. Η ορατή ακτινοβολία καλύπτει τη ζώνη από το ερυθρό μέχρι το ιώδες. Υπάρχει όμως και ακτινοβολία με μεγαλύτερα μήκη κύματος που καλύπτει τη ζώνη πέραν του ερυθρού και ονομάζεται υπέρυθρη και με μικρότερα μήκη κύματος που εκπέμπεται στη ζώνη πέραν του ιώδους, η υπεριώδης ακτινοβολία. Τόσο η υπέρυθρη όσο και η υπεριώδης ακτινοβολία δεν είναι ορατές.

Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που εκπέμπει ο ήλιος και διασχίζει την ατμόσφαιρα χωρίς να απορροφηθεί καλύπτει την ορατή ζώνη του φάσματος. Ένα τμήμα της εισαγόμενης ηλιακής ενέργειας ανακλάται στο διάστημα ενώ ένα τμήμα της υπεριώδους ακτινοβολίας απορροφάται στη στρατόσφαιρα. Το υπόλοιπο φθάνει στη Γη με τη μορφή κυρίως του ορατού φωτός και θερμαίνει την επιφάνεια του εδάφους και της θάλασσας. Εφόσον η Γη θερμαίνεται εκπέμπει με τη σειρά της ενέργεια προς το διάστημα με τη μορφή όμως

υπέρουθρης ακτινοβολίας. (Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπει ένα σώμα εξαρτάται από τη θερμοκρασία του. Η επιφάνεια του ήλιου που είναι πολύ θερμή εκπέμπει σε μικρά μήκη κύματος κυρίως στην ορατή και υπεριώδη ζώνη του φάσματος. Η επιφάνεια της Γης, που είναι πάρα πολύ ψυχρότερη, εκπέμπει σε μεγάλα μήκη κύματος, στην υπέρυθρη ζώνη.)



Στη φυσιολογική σύσταση της ατμόσφαιρας υπάρχουν, σε πολύ μικρές ποσότητες, αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, οι υδρατμοί και σε ίχνη οξείδια του αζώτου, τα οποία είναι διαφανή στο ορατό φως γι' αυτό και δεν εμποδίζουν την ακτινοβολία του ήλιου να διασχίσει την ατμόσφαιρα. Όμως δεν είναι διαφανή στην υπέρυθρη ακτινοβολία και απορροφούν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που εκπέμπεται από τη Γη προτού αυτή διαφύγει στο διάστημα. Τα αέρια αυτά με τη σειρά τους επιστρέφουν την ακτινοβολία που δέχθηκαν προς το περιβάλλον, συντελώντας έτσι στην άνοδο της θερμοκρασίας του συστήματος Γη - ατμόσφαιρα. Με τη διαδικασία αυτή η μέση θερμοκρασία της γήινης επιφάνειας είναι περίπου 15°C . Τα θερμοσκοπικά αυτά αέρια ονομάζονται αέρια του θερμοκηπίου. Έχει υπολογιστεί ότι αν δεν υπήρχαν στην ατμόσφαιρα τα αέρια του θερμοκηπίου τα οποία παγιδεύουν τελικά τη θερμότητα κοντά στην επιφάνεια της Γης, η μέση θερμοκρασία της γήινης επιφάνειας θα ήταν περίπου -18°C .

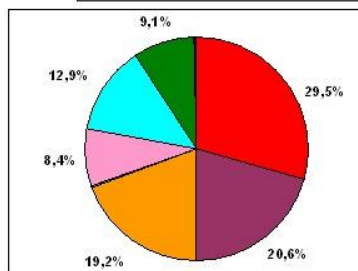
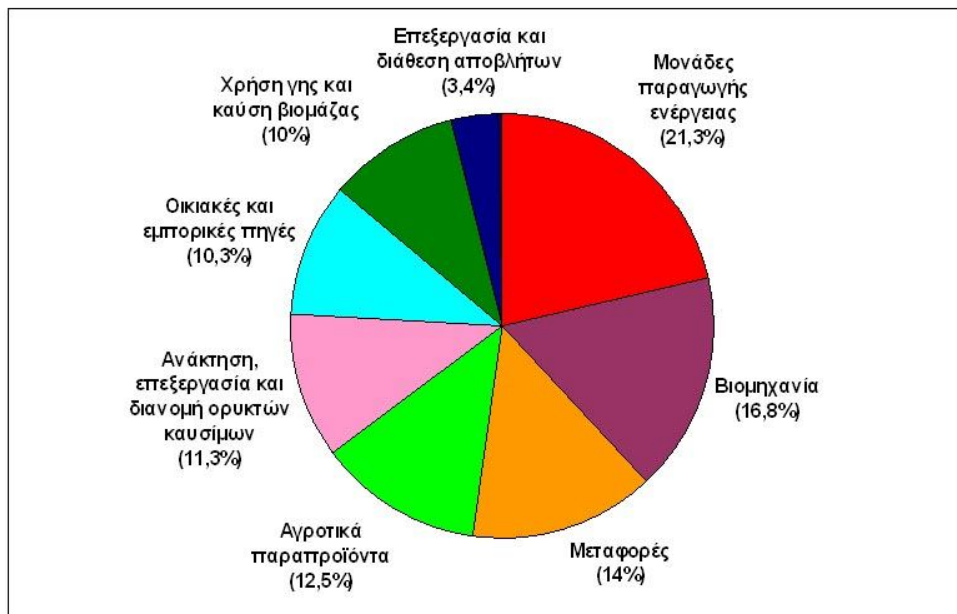
2.2 Το πρόβλημα

Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρήθηκε από τους επιστήμονες ότι οι συγκεντρώσεις των θερμοσκοπικών αυτών αερίων στην ατμόσφαιρα αυξάνονται σε συνάρτηση με την ανάπτυξη ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Τα κυριότερα αέρια του θερμοκηπίου και η αντίστοιχη συμβολή τους στο φαινόμενο είναι: υδρατμοί (36-70%), διοξείδιο του άνθρακα (9-26%), μεθάνιο (4-9%) και όζον (3-7%). Άλλα αέρια του θερμοκηπίου με μικρότερη επιρροή

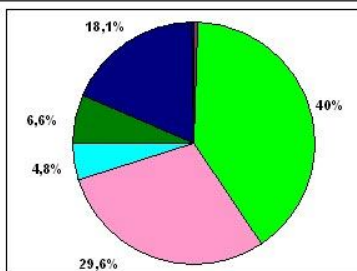
στο φαινόμενο είναι το υποξειδίο του αζώτου (N_2O), οι υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFCs) οι υπερφθοράνθρακες (PFCs), οι υδροφθοράνθρακες (HFCs) και το εξαφθοριούχο θείο (SF_6).

Το διοξείδιο του άνθρακα που είναι η βασικότερη αιτία του φαινομένου έχει αυξηθεί από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης κατά 35% εξαιτίας, κυρίως, της καύσης των ορυκτών καυσίμων και της αναδάσωσης.

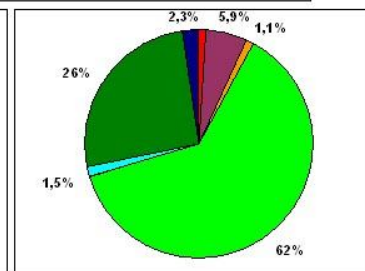
Οι τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας που ευθύνονται για την παραγωγή των αερίων του θερμοκηπίου και τα ποσοστά της συμμετοχής τους παρουσιάζονται στο Σχήμα .



Διοξείδιο του άνθρακα (72%)

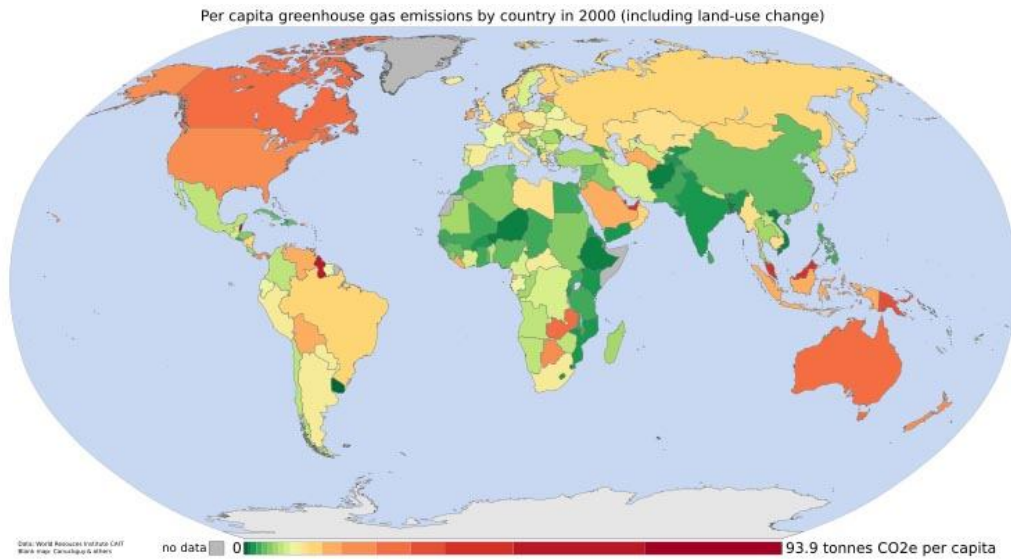


Μεθάνιο (18%)



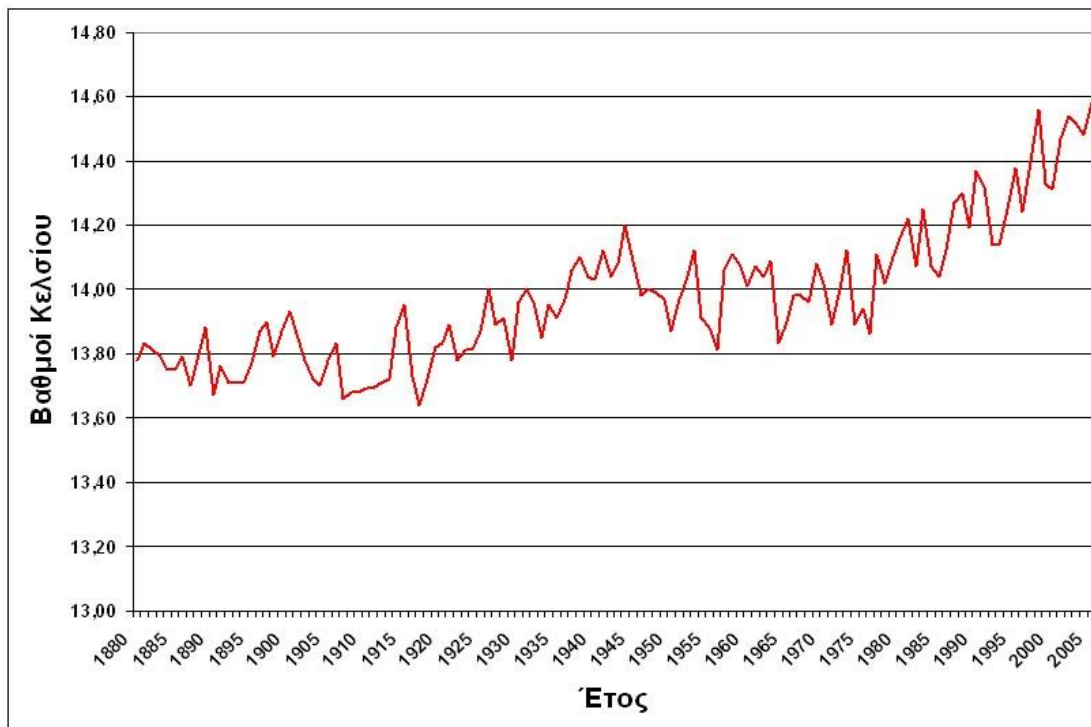
Υποξειδίο του αζώτου (9%)

Φαίνεται λοιπόν ότι ο βασικότερος τομέας παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου είναι η παραγωγή ενέργειας. Ακολουθούν η βιομηχανική δραστηριότητα, οι μεταφορές και οι αγροτικές δραστηριότητες. Αντίστοιχα το ποσοστό συμμετοχής των κατοίκων των χωρών του πλανήτη στο φαινόμενο του θερμοκηπίου αποτυπώνεται στον Χάρτη 2.



Ωστόσο, αυτό που αδυνατεί να δείξει ο συγκεκριμένος χάρτης είναι αφενός η συνολική ευθύνη κάθε χώρας στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και, ιδιαίτερα, η μελλοντική διάσταση με την προοπτική μιας ραγδαίας ανάπτυξης των τομέων παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου σε αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία.

Είναι προφανές ότι η συσσώρευση των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα ενδέχεται να εντείνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου και να προκαλέσει περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας της Γης με αποτέλεσμα σημαντικές κλιματικές αλλαγές. Στο Σχήμα φαίνεται η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη από το 1880 μέχρι το 2005.



Σύμφωνα με υπολογισμούς επιστημόνων, η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη δεν θα 'ναι ομοιόμορφη. Στην τροπική ζώνη θα είναι μηδαμινή, ενώ στους πόλους η θερμοκρασία θα αυξηθεί μεταξύ 4°C και 7°C. Η μερική τήξη των πάγων και η διαστολή των ωκεάνιων υδάτων λόγω θέρμανσης τους θα ανυψώσουν τη στάθμη των θαλασσών μεταξύ 0,5 και 1,5μ. αν η μέση αύξηση της πλανητικής θερμοκρασίας φτάσει τους 4°C. Κατάκλιση εύφορων χαμηλού ύψους εδαφών, αλάτωση των υδροφόρων οριζόντων, μετακίνηση προς τα βόρεια της ζώνης των βροχοπτώσεων (προς τα «νότια» για το νότιο ημισφαίριο) και ως εκ τούτου κατάρρευση της αγροτικής παραγωγής του πλανήτη θα 'ναι μερικά από τα αποτελέσματα.

Οποιαδήποτε προσπάθεια για μείωση της έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα και των υπόλοιπων αερίων του θερμοκηπίου συνεπάγεται αντίστοιχη προσπάθεια για περιστολή των δραστηριοτήτων που έχουν άμεση σχέση με τις βιομηχανικές διαδικασίες και την παραγωγή ενέργειας οπότε τελικά τίθεται υπό αμφισβήτηση συνολικά το σύγχρονο μοντέλο της ανάπτυξης. Και εδώ έγκειται στην ουσία και η δυσκολία επίλυσης του προβλήματος αυτού. Επιπλέον, ο αναπτυσσόμενος κόσμος, θα αυξήσει αρκετά τα ποσά των αερίων του θερμοκηπίου που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα, άρα για να επιτευχθεί συνολική μείωση τους, πρέπει οι ήδη ανεπτυγμένες βιομηχανικές χώρες να περιορίσουν δραστικά τους αναπτυξιακούς τους ρυθμούς.

2.3 Τα αίτια του φαινομένου του θερμοκηπίου

Ως αίτια του «φαινομένου του θερμοκηπίου» μπορούν να θεωρηθούν όλες εκείνες οι γεωλογικές, φυσικοχημικές, βιολογικές και « πολιτισμικές» δραστηριότητες, που προκαλεί ο άνθρωπος στην φύση, ώστε να αποκλείσουμε από την αρχή της θεωρία της Αμερικάνικης σχολής, ότι οφείλεται σε περιοδικές μεταβολές φυσικών φαινομένων.

Οι δραστηριότητες αυτές προκαλούν εκπομπές των λεγομένων « αερίων του θερμοκηπίου» (από καύσεις ακίνητων και κινητών πηγών), είτε αντιστρατεύονται την «αφομοιωτική ικανότητα» του περιβάλλοντος που θα μπορούσε να μειώσει την παρουσία τους στην ατμόσφαιρα. (π.χ. απορρόφηση τόνων διοξειδίου του άνθρακα από τα δένδρα, τα οποία υπερεκμεταλλεύομαστε).

Σχετικά με τις πηγές εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα, εκτιμάται ότι μόνο κατά το 1998, περίπου 5, 66 δισεκατομμύρια τόνοι άνθρακα εισήλθαν στην ατμόσφαιρα από καύση ορυκτών καυσίμων (κυρίως : πετρελαίου, ορυκτού άνθρακα, λιγνίτη) -περισσότερο δηλαδή από 1 τόνο ανά κάτοικο Γης - ενώ άλλα 1,6 περίπου δισεκατομμύρια τόνοι άνθρακα προέκυψαν από την

αναδάσωση και τις πυρκαγιές κυρίως των τροπικών δασών στη Νότια Ασία και την Κεντρική Αφρική. Η ευθύνη για τις καύσεις ανήκει κατά 45 % στις ανεπτυγμένες βιομηχανικά χώρες της Δύσης, κατά 27 % στις χώρες με καθεστώς κεντρικού σχεδιασμού και κατά 28% στις αναπτυσσόμενες χώρες. Αν βεβαίως ληφθεί υπόψη ο πληθυσμός των χωρών αυτών, τότε διαπιστώνεται ότι τη μερίδα του λέοντος την έχουν οι δυτικές χώρες με 2-5 τόνους κατά κεφαλήν ετησίως, ενώ στην Ανατολική Ευρώπη η κατανάλωση αυτή πέφτει στο μισό περίπου της Δυτικής. Παράλληλα, στον Τρίτο κόσμο η ετήσια κατά κεφαλήν κατανάλωση καυσίμου κυμαίνεται από 0,1 τόνο για την Αφρική και την Ινδία μέχρι 0,4 -0,5 τόνους για την Βραζιλία και την Κίνα. Σχετικά τώρα με τις προοπτικές μεταβολής αυτών των μεγεθών, διαγράφεται μια σταθερή τάση αύξησης της κατανάλωσης του καυσίμου κατά 3% το χρόνο, πράγμα που σημαίνει διπλασιασμό της στα επόμενα 20 χρόνια. Είναι φανερό ότι κάτι τέτοιο θα ήταν άμεσα καταστρεπτικό για την παγκόσμια θέρμανση. Η χωρική κατανομή των αυξήσεων δείχνει μια λίγο πολύ σταθεροποιημένη κατανάλωση με ελαφρά πτωτικές τάσεις στο δυτικό κόσμο, η οποία εν πολλοίς οφείλεται σε μια αύξηση κατά 25% περίπου, αύξηση σ' όλα αυτά τα χρόνια της « ενεργειακής αποδοτικότητας» των κοινωνιών του, καθώς και σε μια ελαφρά αύξηση στην Ανατολική Ευρώπη. Εκεί όμως όπου τα πράγματα είναι δραματικά είναι στον Τρίτο Κόσμο, όπου παρατηρούνται ρυθμοί αύξησης της κατανάλωσης άνω του 4% το χρόνο, με αποτέλεσμα στη δεκαετία 1978-1988 να αυξηθεί η κατανάλωση καυσίμου κατά 50% ή κατά 1 δισεκατομμύριο τόνους άνθρακα.. Είναι φανερό ότι αν συνεχισθεί ο ρυθμός αυτός, τότε θα προκύψει ένας διπλασιασμός της παγκόσμιας κατανάλωσης καυσίμου στα επόμενα 35 χρόνια, προερχόμενος αποκλειστικά από τον Τρίτο Κόσμο. Δεδομένου δε ότι το ενεργειακό χάσμα που τον χωρίζει από τους αναπτυγμένους είναι της τάξης του 1: 10, φαίνεται ως απόλυτα φυσικός και δικαιολογημένος ένας τέτοιος διπλασιασμός.

Οι χρήσεις για τις οποίες προορίζεται προς το παρόν οι παραπάνω αναφερόμενες καύσεις είναι οι ακόλουθες:

- α) Παραγωγή ηλεκτρισμού: καταναλίσκει το 54 % περίπου του συνολικού καυσίμου και το σύνολο σχεδόν του ορυκτού άνθρακα.
- β) Κίνηση - οχήματα: 400 εκατομμύρια αυτοκίνητα καταναλίσκουν 550 εκατομμύρια τόνους το χρόνο, δηλαδή το 10% των συνολικών καυσίμων.
- γ) Βιομηχανία: καταναλίσκει περίπου το 24 % του καυσίμου, κυρίως για την εξυπηρέτηση θερμικών διαδικασιών.
- δ) Θέρμανση: εκτιμάται ότι καταναλίσκει το 12 % του καυσίμου και αφορά κυρίως τις χώρες του Βορρά.

Με ποιους τρόπους όμως θα γίνει αυτό:

Η απάντηση στο ερώτημα δεν έχει δοθεί παρόλο που τα τελευταία χρόνια κλιμακώνονται οι διαπραγματεύσεις μεταξύ των χωρών, μέσα από πολλές διενέξεις και αντιπαραθέσεις, με στόχο την υπογραφή μιας σύμβασης σχετικής με τις επικείμενες κλιματικές αλλαγές. Στη συνδιάσκεψη για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη που έγινε τον Ιούνιο του 1992 στο Ρίο ντε Τζανέιρο υπογράφηκε μια σύμβαση - πλαίσιο από τους εκπροσώπους 153 κρατών που συμμετείχαν, η οποία όμως δεν περιλαμβάνει καμιά υποχρέωση μείωσης των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα αλλά περιορίζεται στην καθιέρωση βασικών αρχών που μεταθέτουν σιωπηρά τις σχετικές αποφάσεις στο μέλλον. Τον Δεκέμβριο του 1997 στο Κιότο της Ιαπωνίας υπεγράφη η σημαντικότερη μέχρι σήμερα διακρατική συμφωνία για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Το Πρωτόκολλο του Κιότο μπήκε σε εφαρμογή το 2005 και μέχρι το Νοέμβριο του 2007 είχε επικυρωθεί από 174 χώρες, μεταξύ των οποίων όλες εκείνες που παράγουν τις σημαντικότερες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου. Θλιβερή εξαίρεση παρέμεναν μέχρι τότε οι ΗΠΑ, δηλαδή η δεύτερη μεγαλύτερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στον κόσμο μετά την Κίνα.

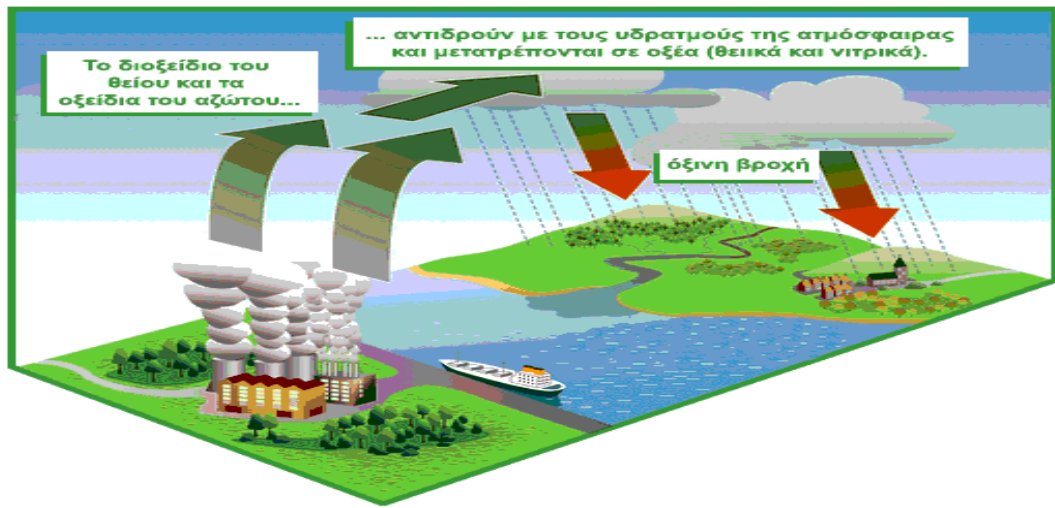
2.4 Αέρια Θερμοκηπίου

Όλα τα αέρια της ατμόσφαιρας που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου αναφέρονται συνολικά με τον όρο αέρια του θερμοκηπίου. Απορροφούν την μεγάλη μήκους κύματος γήινης ακτινοβολίας και επανεκπέμπουν θερμική ακτινοβολία θερμαίνοντας την επιφάνεια. Ορισμένα αέρια, όπως το όζον έχουν ημιδιαφάνεια στην ηλιακή ακτινοβολία, με αποτέλεσμα να απορροφούν ένα μεγάλο μέρος της συμβάλλοντας ως ένα βαθμό και στην ψύξη της γήινης επιφάνειας.

επίδραση ανθρωπογενούς δραστηριότητας

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι φυσικό ωστόσο, ενισχύεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, οποία συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου καθώς και στην έκλυση άλλων ιχνοστοιχείων όπως οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's). Τα τελευταία χρόνια, καταγράφεται μια αύξηση στη συγκέντρωση αρκετών αερίων του θερμοκηπίου ενώ ειδικότερα στην περίπτωση του διοξειδίου του άνθρακα, η αύξηση αυτή ήταν 31% την περίοδο 1750-1998. Τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα οφείλεται σε χρήση ορυκτών καυσίμων ενώ το υπόλοιπο μέρος προέρχεται από αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος κυρίως μέσω της αποδάσωσης. Εκτός από τον άνθρωπο παράγεται μεθάνιο και από τα ζώα πχ αγελάδες με τις ερυγές τους.

3. ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ



Όξινη βροχή ονομάζεται το φαινόμενο των ασυνήθιστα όξινων μετεωρολογικών κατακρημνισμάτων, όπως π.χ. βροχή, χαλάζι, χιόνι, ομίχλη, πάχνη, ως και ξηρή σκόνη. Το επίθετο «ασυνήθιστα» χρησιμοποιείται γιατί συνήθως και η γήινη βροχή έχει όξινο χαρακτήρα, λόγω της διάλυσης σε αυτήν αερίων συστατικών της με όξινη συμπεριφορά, όπως π.χ. το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Η όρος όξινη βροχή αναφέρεται στην παρουσία σε αυτήν όξινων διαλυμένων ρύπων, δηλαδή ουσιών (αερίων ή μη) που δεν αποτελούν φυσιολογικά χαρακτηριστικά της καθαρής ατμόσφαιρας, αλλά είναι προϊόντα ανθρώπινης δραστηριότητας ή άλλων ρυπογόνων αιτιών (π.χ. ηφαιστειακής δραστηριότητας). Επειδή τα διάφορα καυσαέρια ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο και οι γαιάνθρακες, περιέχουν συχνά (όξινα) οξείδια του θείου και του αζώτου, μεταξύ άλλων, παράγεται όξινη βροχή που περιέχει σε διάλυση τα αντίστοιχα οξέα [1]. Η όξινη βροχή επιφέρει καταστροφικά αποτελέσματα [2] σε οικοσυστήματα, καλλιέργειες, πολιτιστικά μνημεία και περιουσιακά στοιχεία των πολιτών (π.χ. αυτοκίνητα). Οι βαριές επιπτώσεις του φαινομένου ανάγκασαν, τα τελευταία χρόνια, πολλές κυβερνήσεις να επιβάλλουν νόμους και άλλα μέτρα με σκοπό τη μείωση, τουλάχιστον, του φαινομένου και άρα των επιπτώσεών του.

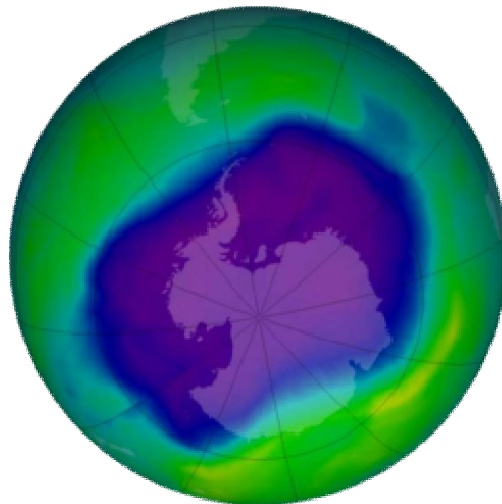
Ερμηνεία του ορισμού [Επεξεργασία]

Η όξινη βροχή είναι ένας όρος ετυμολογικά που αναφέρεται σε όξινο περιεχόμενο βροχής μόνο. Όμως, ακόμη και το αποσταγμένο νερό, αν έρθει σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα διαλύει διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), που είναι από τα φυσικά συστατικά της ατμόσφαιρας της με αποτέλεσμα το σχηματισμό ανθρακικού οξέος (H_2CO_3), το οποίο, ως ασθενές οξύ, κάνει όξινο το διάλυμα που προκύπτει:



Άρα και η βροχή (και τα άλλα υδατώδη μετεωρολογικά κατακρημνίσματα) σχεδόν πάντα δίνει όξινη αντίδραση, γιατί περνώντας μέσα από τον ατμοσφαιρικό αέρα απορροφά τουλάχιστον διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), που είναι από τα φυσικά συστατικά της ατμόσφαιρας της Γης. Η μικρή, σχετικά, αυτή οξύτητα από ένα αραιό και ασθενές οξύ δεν έχει ορατές συνέπειες στο φυσικό και οικιστικό περιβάλλον. Ωστόσο, ο όρος όξινη βροχή δεν αναφέρεται σ' αυτό το φυσικό επίπεδο οξύτητας, που φτάνει τιμές του pH μέχρι. Ίσως θα ήταν ακριβέστερος ο όρος **όξινη ρυποφόρα κατακρήμνιση**, αλλά διεθνώς έχει επικρατήσει ο όρος **όξινη βροχή** (acid rain). Το πρόβλημα δηλαδή είναι η παρουσία στη βροχή ρύπων με έντονη όξινη αντίδραση. Τέτοιοι ρύποι είναι τα προερχόμενα, συνήθως από καυσαέρια, οξείδια του αζώτου και του θείου, τα οποία διαλυόμενα δίνουν ισχυρά όξινά και οξειδωτικά διαλύματα με προφανείς και καταστρεπτικές συνέπειες στα φυσικά οικοσυστήματα, αλλά και στα οικιστικά. Οι συνέπειες της όξινης βροχής είναι καταστροφικές για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

4. ΤΡΥΠΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ



Εικόνα της μεγαλύτερης τρύπας του όζοντος που έχει καταγραφεί ποτέ στην Ανταρκτική

(Σεπτέμβριος 2006)

Τρύπα του όζοντος ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο το στρώμα του όζοντος που βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας της Γης μειώνεται σε πάχος πάνω από την Ανταρκτική. Επειδή το λεπτότερο σημείο του είναι πάνω από το Νότιο Πόλο, η μείωση του πάχους του στρώματος έχει ως αποτέλεσμα την ονομαζόμενη "τρύπα" στο στρώμα του όζοντος. Λόγω του ότι το όζον (αλλοτροπική μορφή του οξυγόνου, τριατομικό οξυγόνο, O₃) προστατεύει από την ηλιακή ακτινοβολία, απορροφώντας σημαντικό τμήμα της υπεριώδους, η δημιουργία της τρύπας του όζοντος έχει αρνητικά αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία. Επίσης αυξάνει την θερμοκρασία στον πλανήτη και βοηθάει αρνητικά στο **λιώσιμο** των πάγων. Το φαινόμενο αυτό θεωρείται πως δημιουργήθηκε από υπερβολική χρήση χλωριοφθορανθράκων (CFC) που χρησιμοποιούνταν σε κλιματιστικά και γενικά σε ψυκτικές συσκευές. Στην επέκταση του επίσης συμβάλλουν τόσο τα καυσαέρια (από την κυκλοφορία των οχημάτων) όσο και τα αέρια απόβλητα των εργοστασίων.

4.1 Αίτια του προβλήματος

Βασικότερη αιτία του φαινομένου είναι αποδεδειγμένα η εκπομπή χλωροφθορανθράκων στην ατμόσφαιρα. Οι χλωροφθοράνθρακες (CFC), όπως δείχνει και το όνομά του, περιέχουν χλώριο, το οποίο είναι ιδιαίτερα καταστροφικό για το όζον. Ενδεικτικά, 1 μόριο χλωρίου καταστρέφει μέχρι και 100.000 μόρια όζοντος πριν την αδρανοποίησή του. Μια ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου Φωτοχημείας και Χημικής Κινητικής του Πανεπιστημίου της Κρήτη το 2009 σε συνεργασία με άλλα 61 ευρωπαϊκά ιδρύματα, εξηγεί τη διαδικασία με την οποία οι χλωροφθοράνθρακες καταστρέφουν το όζον:

- Οι CFC έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, έτσι μεταφέρονται από την τροπόσφαιρα στην ατμόσφαιρα πριν αδρανοποιηθούν.
- Εκεί, παρουσία της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας, διασπώνται ελευθερώνοντας άτομα χλωρίου.
- Τα άτομα χλωρίου λειτουργούν ως καταλύτες, επιταχύνοντας την καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος.

Οι χλωροφθοράνθρακες συναντώνται σε ψυκτικές συσκευές (ψυγεία, κλιματιστικά) και σε σπρέι. Η εκπομπή τους, για προφανείς λόγους, είναι μεγαλύτερη σε πυκνοκατοικημένες και βιομηχανικές περιοχές. Από το 1987, χρονιά που ανακηρύχτηκαν ως η βασικότερη αιτία της τρύπας του όζοντος, γίνονται προσπάθειες για την αντικατάστασή τους από άλλες ουσίες, (οι οποίες όμως φαίνεται να επιδεινώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, για

παράδειγμα, οι υδροφθοράνθρακες ΗFC διαθέτουν δυναμικό πλανητικής υπερθέρμανσης ως και 14.800 φορές περισσότερο από το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), μέσω του πρωτόκολλου του Μόντρεαλ.

5. ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ

5.1 Συνέπειες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην υγεία

Πολυάριθμες μελέτες έχουν συνδέσει την ατμοσφαιρική ρύπανση με ένα ευρύ φάσμα συνεπειών στην υγεία. Ωστόσο, επειδή υπάρχουν πολλοί και διαφορετικοί ρύποι στο μείγμα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, είναι εξαιρετικά σπάνιο να μπορέσουν να συνδεθούν συγκεκριμένα προβλήματα υγείας με συγκεκριμένο ρύπο. Οι συνέπειες λοιπόν που διαπιστώνονται ενδέχεται να είναι αποτέλεσμα ενός ή περισσότερων ατμοσφαιρικών ρύπων.



Τα παλαιότερα στοιχεία σχετικά με το ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση συνδέεται με αρνητικές συνέπειες για την υγεία διαπιστώθηκαν στο Λονδίνο το 1952. Αρκετές χιλιάδες άτομα πέθαναν τότε στο Λονδίνο εξαιτίας ειδικών καιρικών συνθηκών.

Ένα ψυχρό στρώμα αέρα εγκλωβίστηκε κάτω από ένα στρώμα θερμού αέρα και ως εκ τούτου ήταν αδύνατο να κινηθεί ανοδικά. Αυτό το φαινόμενο, γνωστό ως αναστροφή θερμοκρασίας, δημιουργεί μια «οροφή», εγκλωβίζοντας μολυσμένο αέρα κοντά στο έδαφος. Η αναστροφή αυτή της θερμοκρασίας διάρκεσε τέσσερις ημέρες, τον μήνα Δεκέμβριο. Καθώς ο καιρός ήταν ψυχρός, οι άνθρωποι στο Λονδίνο έκαιγαν μεγάλες ποσότητες γαιάνθρακα και ως εκ τούτου σχηματίστηκε μια ομίχλη ακτινοβολίας σε όλη την πόλη. Υπολογίζεται ότι περίπου 4.000 άτομα πέθαναν από την αιθαλομίχλη αυτή και πολύ περισσότερα παρουσίασαν σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει διαφορετικά το κάθε άτομο. Ο τρόπος που οι ρύποι επηρεάζουν τη συνολική υγεία του ατόμου επηρεάζεται από παράγοντες, όπως η τρέχουσα κατάσταση υγείας, η ηλικία, η χωρητικότητα των πνευμόνων και ο χρόνος παραμονής σε μολυσμένο αέρα.

Τα μεγάλα σωματίδια των ατμοσφαιρικών ρύπων επηρεάζουν κυρίως τους ανώτερους αεραγωγούς των πνευμόνων, ενώ τα μικρότερα σωματίδια μπορούν να φθάσουν στους μικρότερους αεραγωγούς και τις κυψελίδες, βαθιά μέσα στους πνεύμονες.

Ανάλογα με τους συγκεκριμένους αυτούς παράγοντες, τα άτομα που εκτίθενται σε ατμοσφαιρικούς ρύπους ενδέχεται να παρουσιάσουν βραχυπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες συνέπειες. Η ρύπανση στις πόλεις έχει συνδεθεί με την

αύξηση των έκτακτων περιστατικών σε νοσοκομεία και της νοσηλείας λόγω αναπνευστικών νόσων, αλλά και καρδιακών νόσων και εγκεφαλικών επεισοδίων.

Η έρευνα έχει ήδη εξετάσει την επίπτωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ειδικά στους πνεύμονες, καθώς αυτοί είναι το σημείο εισόδου της ρύπανσης στο σώμα. Ωστόσο, αυξάνεται ο αριθμός των στοιχείων που καταδεικνύουν τις αρνητικές συνέπειες της ρύπανσης και για την καρδιά.

Όλα τα παρακάτω συμπτώματα και παθήσεις έχουν συνδεθεί με την ατμοσφαιρική ρύπανση:



- Χρόνιος βήχας
- Φλέγμα
- Πνευμονικές λοιμώξεις
- Καρκίνος του πνεύμονα
- Καρδιακή νόσος
- Καρδιακή προσβολή

Άλλες μελέτες έχουν επίσης συνδέσει τους κυκλοφοριακούς ρύπους με την καθυστερημένη ανάπτυξη των εμβρύων και με τους πρόωρους τοκετούς. Σύμφωνα με αναφορά του Ευρωπαϊκού Θεματικού Κέντρου για τον Αέρα και την Κλιματική Αλλαγή (ETC/ACC), η ατμοσφαιρική ρύπανση συνδέεται με 455.000 πρόωρους θανάτους ετησίως στα 27 κράτη μέλη της ΕΕ.

Επίπεδο των επιπτώσεων στην υγεία

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει το εύρος των επιπτώσεων στην υγεία που μπορεί να παρουσιαστεί και ο αριθμός των ατόμων που πάσχουν από αυτές τις επιδράσεις.



Οι συνέπειες της ρύπανσης στην υγεία προκαλούνται κυρίως από διάφορους ρύπους και όχι από μεμονωμένα στοιχεία, ωστόσο ορισμένες μελέτες έχουν διαπιστώσει ειδική συσχέτιση με το όζον και τη σωματιδιακή ύλη.

Συνέπειες στην υγεία που συνδέονται με το όζον

Έρευνα εμπειρογνομόνων στις ΗΠΑ κατέδειξε ότι οι μεταβολές της συγκέντρωσης όζοντος συνδέονται με θανάτους κατά τη θερινή περίοδο.

Η αντίδραση στο όζον εξαρτάται από τρεις διαφορετικούς παράγοντες:

- Συγκέντρωση - όσο υψηλότερο το επίπεδο του όζοντος, τόσο περισσότερα άτομα επηρεάζονται
- Διάρκεια - όσο μεγαλύτερη η έκθεση, τόσο εντονότερες οι συνέπειες στους πνεύμονες
- Εισπνεόμενος όγκος αέρα - όσο μεγαλύτερη προσπάθεια κάνουν τα άτομα, τόσο εντονότερες είναι οι συνέπειες στους πνεύμονες

Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν φλεγμονή και ερεθισμό στους πνεύμονες, που μπορούν να προκαλέσουν άλλα προβλήματα, όπως βήχα ή βάρος στο στήθος. Αυτά τα συμπτώματα μπορούν να εξαφανιστούν όταν σταματήσει η έκθεση στο όζον.

Συνέπειες στην υγεία που συνδέονται με τη σωματιδιακή ύλη

Σύμφωνα με παλαιότερες μελέτες, τα μικρά σωματίδια ενδέχεται να συμβάλλουν καθοριστικά στην υγεία των πνευμόνων, καθώς μπορούν να φθάσουν στους μικρούς αεραγωγούς και τις κυψελίδες, τα οποία υφίστανται μόνιμες βλάβες.

Τα λεπτά σωματίδια επίσης αιωρούνται για περισσότερη ώρα στον αέρα και μεταφέρονται σε πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις. Είναι επίσης πιθανό να μεταφερθούν απευθείας από τους πνεύμονες στο αίμα και σε άλλα τμήματα του οργανισμού, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει την καρδιά.

Επιπτώσεις στην υγεία που συνδέονται με τη διαμονή σε δρόμους με μεγάλη κίνηση

Οι ρύποι των εξατμίσεων φτάνουν σε πολύ υψηλά επίπεδα κατά μήκος δρόμων με μεγάλη κίνηση, ενώ οι πιο ακραίες συνθήκες διαπιστώνονται σε στενούς δρόμους με ψηλά κτήρια. Τα άτομα που περπατούν, παίζουν ή μένουν κοντά σε κεντρικές οδούς αντιμετωπίζουν μεγαλύτερο κίνδυνο εμφάνισης προβλημάτων υγείας, ειδικά κατά τις περιόδους αυξημένης κίνησης.

Αυτό ισχύει ακόμα περισσότερο για την εμφάνιση του άσθματος. Μια με πληθώρα στοιχείων έχει επιβεβαιώσει τη συμβολή των κυκλοφοριακών ρύπων στην ανάπτυξη του παιδικού άσθματος, τουλάχιστον σε παιδιά με σχετική γενετική επιρρέπεια.

6. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ (PROJECT)

1. Πόσο ενημερωμένοι είστε για τις βλαβερές συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου και της τρύπας του όζοντος στον ατμοσφαιρικό αέρα; Καθόλου πολύ λίγο αρκετά πάρα πολύ

2. Πιστεύετε ότι η ενημέρωση των πολιτών για περιβαλλοντικά προβλήματα θα πρέπει να γίνεται από :

Το σχολείο τα ΜΜΕ ο δήμος
Το Υπ. Περιβάλλοντος άλλο

3. Ποια από τα παρακάτω θεωρείτε ότι ευθύνεται περισσότερο για την ατμοσφαιρική ρύπανση :

Αυτοκίνητα οι βιομηχανίες
οι καυστήρες άλλο

4. Η συντήρηση του καυστήρα του καλοριφέρ του σπιτιού σας γίνεται :

Κάθε χρόνο κάθε 2 χρόνια
πάνω από 3 χρόνια δεν έχω καλοριφέρ

5. Πιστεύετε ότι η στροφή των ανθρώπων λόγω της οικονομικής κρίσης σε χρήση καυστήρων ξύλου, πέλετς, τζάκια, θα επιβαρύνει περισσότερο τον ατμοσφαιρικό αέρα;

Ναι Όχι δεν έχω γνώμη

6. Έχετε βρεθεί ποτέ σε μολυσμένο ατμοσφαιρικό περιβάλλον (μεγάλο αστικό κέντρο, βιομηχανία κλπ);

Ναι Όχι

7. Αν απαντήσατε ΝΑΙ στην 6^η ερώτηση τι αισθανθήκατε πιο έντονα από τα παρακάτω:

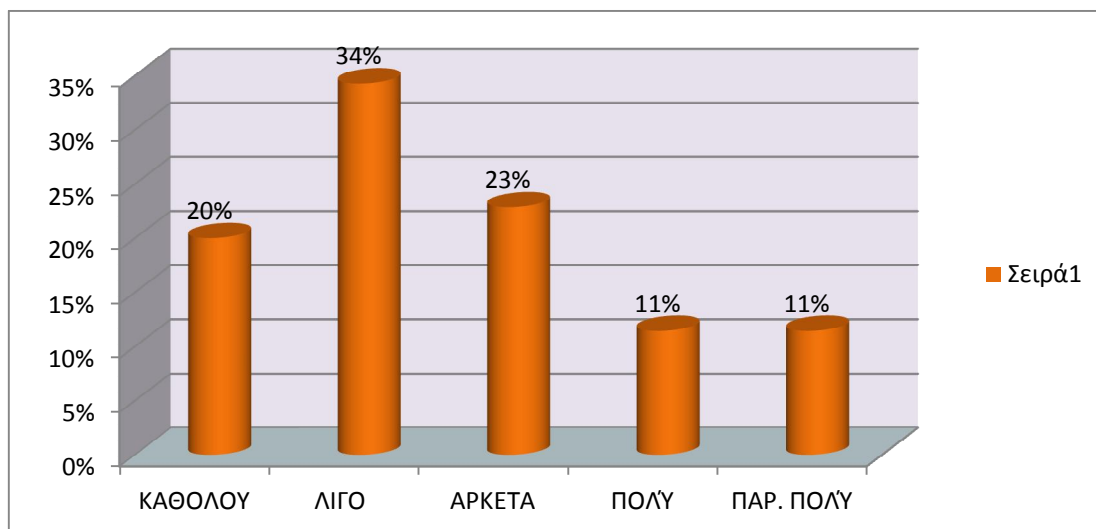
πονοκέφαλο ενόχληση στα μάτια
τάση για λιποθυμία Δύσπνοια τίποτα

8. Ποιος πιστεύετε ότι μπορεί να συμβάλει περισσότερο στην αντιμετώπιση των συνεπειών του φαινομένου του θερμοκηπίου;

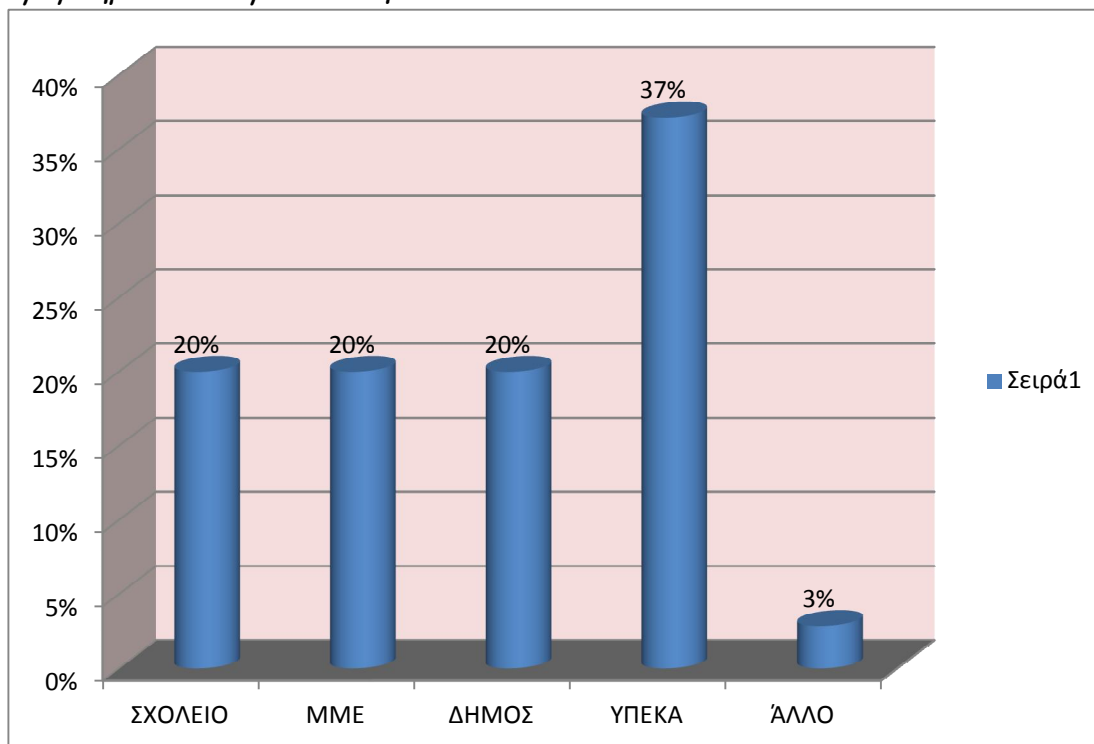
Οι κυβερνήσεις οι οικολογικές οργανώσεις ο καθένας μας

6.1 Επεξεργασία Ερωτηματολογίου

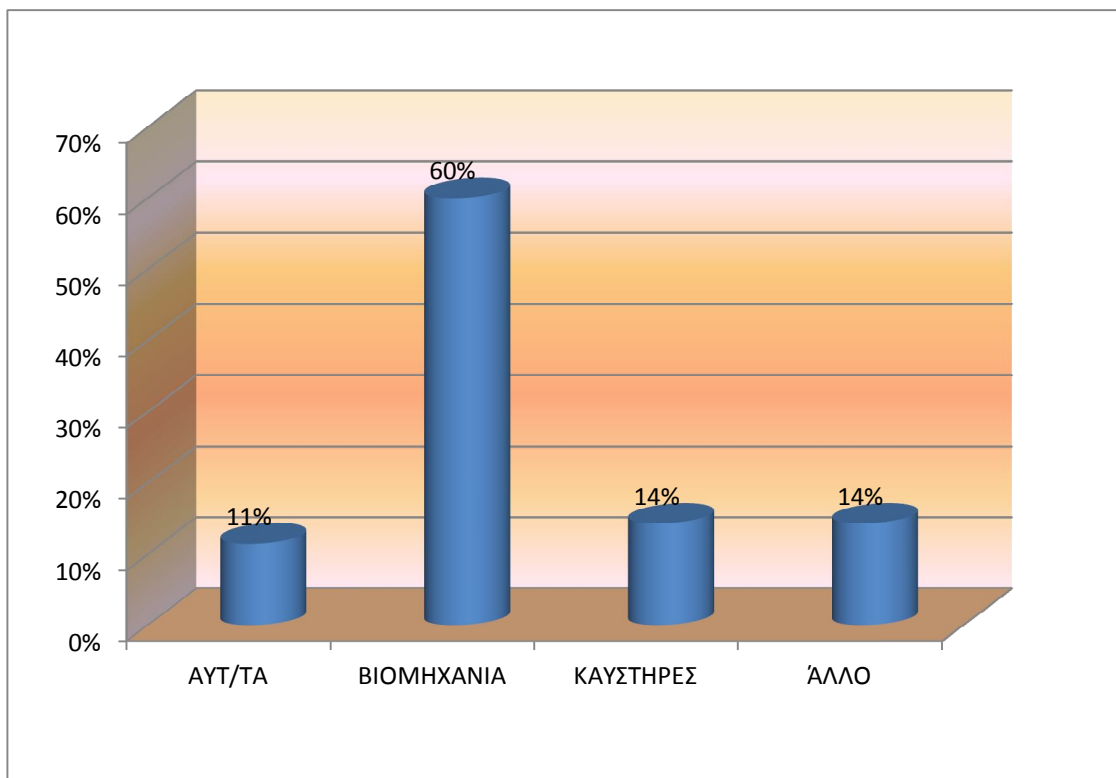
Γράφημα 1. Πόσο ενημερωμένοι είστε για τις βλαβερές συνέπειες του φαινομένου του θερμοκηπίου και της τρύπας του όζοντος στον ατμοσφαιρικό αέρα;



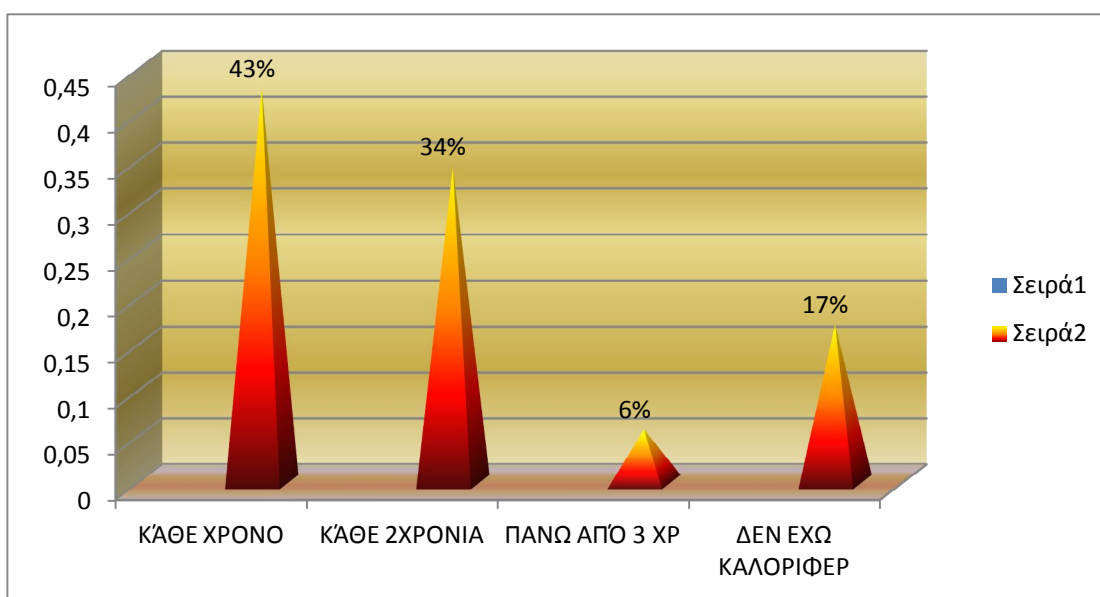
Γράφημα 2. Πιστεύετε ότι η ενημέρωση των πολιτών για περιβαλλοντικά προβλήματα θα πρέπει να γίνεται από :



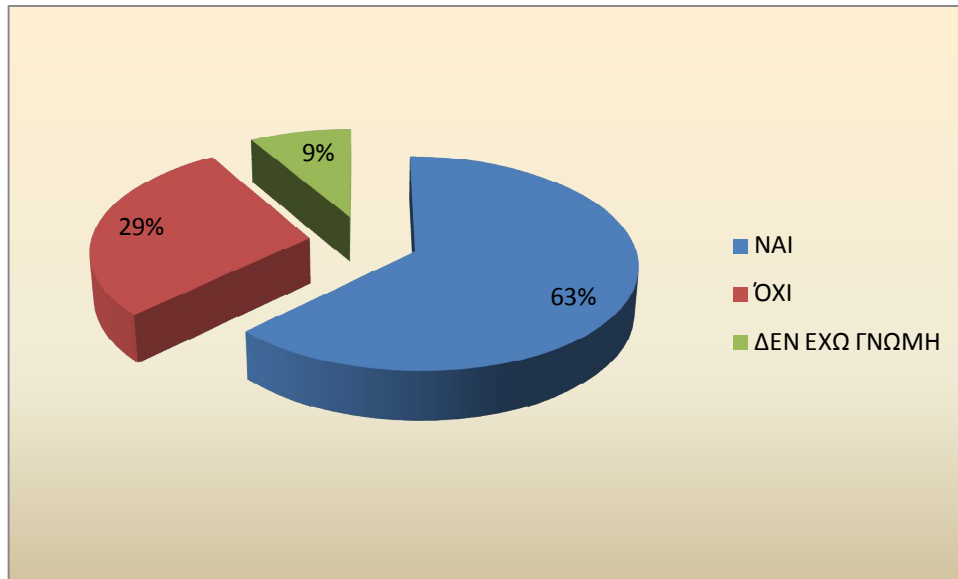
Γράφημα3. Ποια από τα παρακάτω θεωρείτε ότι ευθύνεται περισσότερο για την ατμοσφαιρική ρύπανση ;



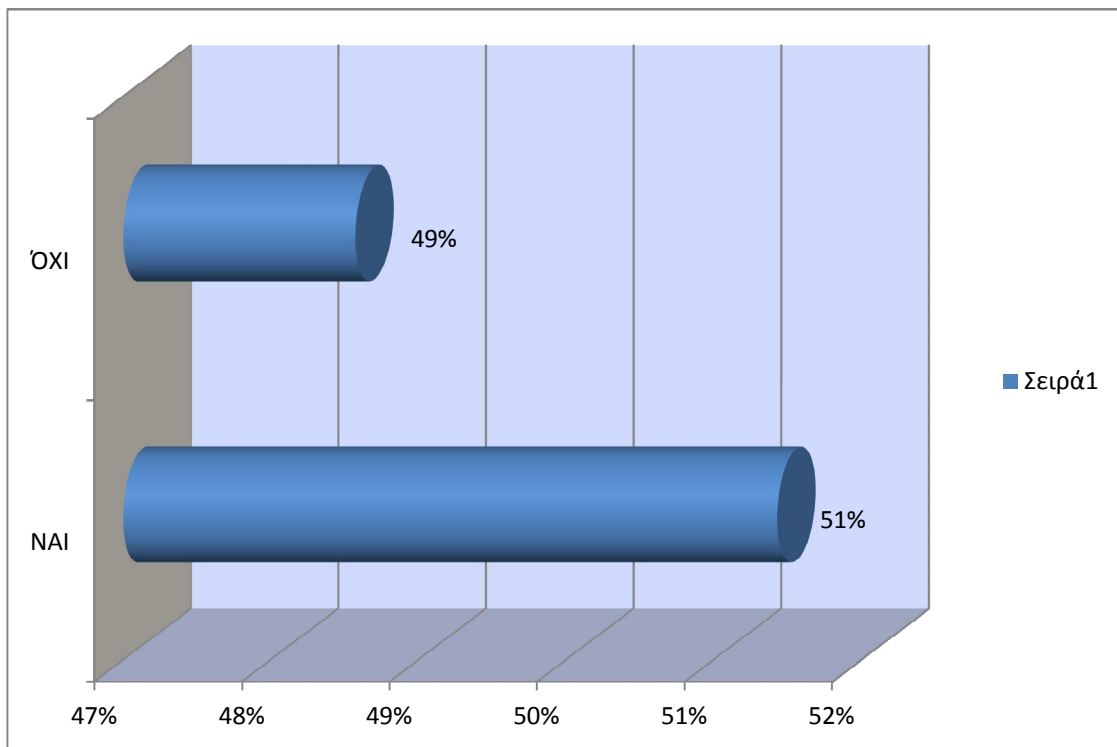
Γράφημα 4. Η συντήρηση του καυστήρα του καλοριφέρ του σπιτιού σας γίνεται :



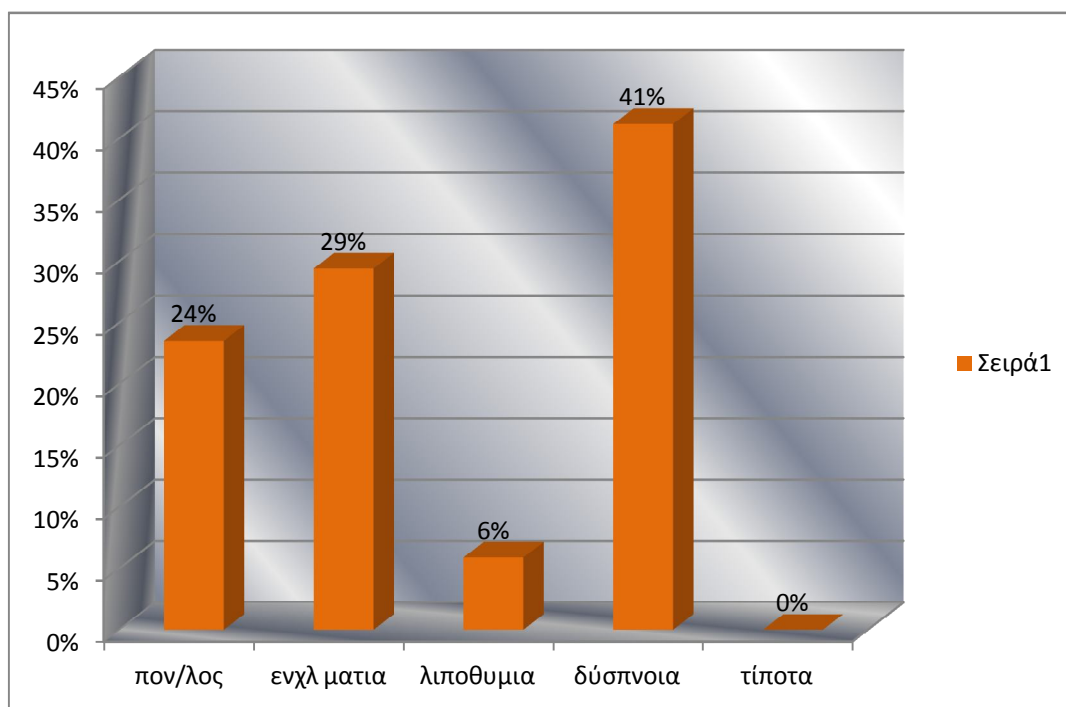
Γράφημα 5. Πιστεύετε ότι η στροφή των ανθρώπων λόγω της οικονομικής κρίσης σε χρήση καυστήρων ξύλου, πέλετς, τζάκια, θα επιβαρύνει περισσότερο τον ατμοσφαιρικό αέρα;



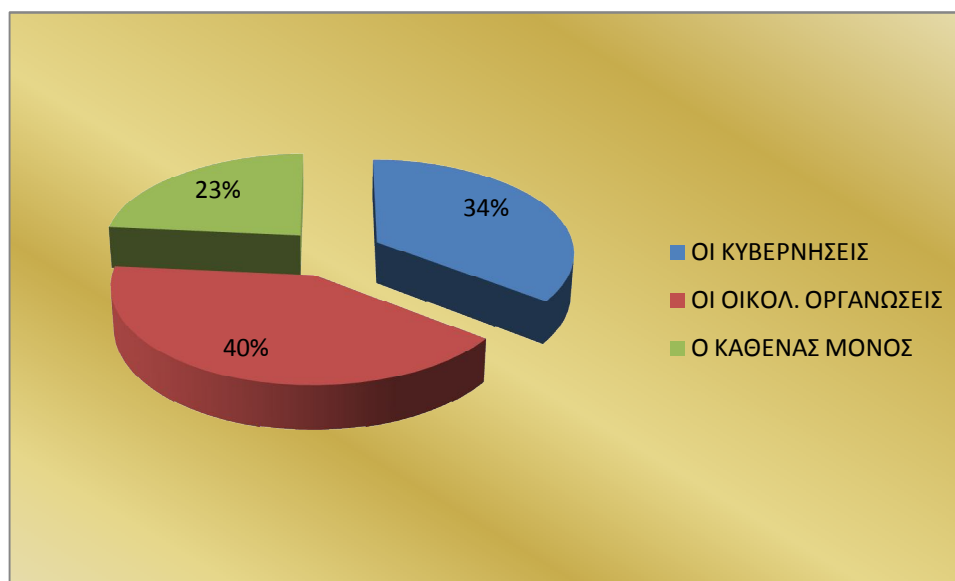
Γράφημα 6. Έχετε βρεθεί ποτέ σε μολυσμένο ατμοσφαιρικό περιβάλλον (μεγάλο αστικό κέντρο, βιομηχανία κλπ);



Γράφημα 7. Αν απαντήσατε ΝΑΙ στην 6^η ερώτηση τι αισθανθήκατε πιο έντονα από τα παρακάτω:



Γράφημα 8. Ποιος πιστεύετε ότι μπορεί να συμβάλει περισσότερο στην αντιμετώπιση των συνεπειών του φαινομένου του θερμοκηπίου



7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τις απαντήσεις των ερωτώμενων στην έρευνά μας φαίνεται πως υπάρχει ελλιπής ενημέρωση των πολιτών σε περιβαλλοντολογικά προβλήματα όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η τρύπα του όζοντος και η όξινη βροχή, που προκύπτουν από την ατμοσφαιρική ρύπανση. Σε μεγάλο ποσοστό 60% θεωρούν ως κύρια αιτία της ρύπανσης τη βιομηχανία, 14% οι καυστήρες, 14% άλλοι παράγοντες και 11% τα αυτοκίνητα.

Σε υψηλό ποσοστό 77% κάνουν συντήρηση του καυστήρα κάθε χρόνο ή κάθε δύο χρόνια (43% και 34% αντίστοιχα), ενώ πιστεύουν πως η στρόφι των καταναλωτών σε άλλες μορφές ενέργειας για θέρμανση των κατοικιών θα επιβαρύνει ακόμη περισσότερο το περιβάλλον (ξυλόσομπες, πέλετς, τζάκια), ποσοστό 63%.

Στα ερωτήματα που αφορούσαν τα προβλήματα υγείας από την ατμοσφαιρική ρύπανση σχεδόν οι μισοί από τους ερωτώμενους 51% μας απάντησαν πως βρέθηκαν κάποια στιγμή σε περιβάλλον επιβαρυνόμενο από ρύπους και το σύμπτωμα που ένιωσαν πιο έντονα ήταν η δύσπνοια ποσοστό 41%, ενόχληση στα μάτια 29%, πονοκέφαλος 24%, τάση για λιποθυμία 6%

Στην ερώτηση ποιος μπορεί να συμβάλλει περισσότερο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου το 40% απαντά οι οικολογικές οργανώσεις, το 34% οι κυβερνήσεις και το 23% ο καθένας μας.

Επίλογος

Οι άνθρωποι τις τελευταίες δεκαετίες με τη βοήθεια της επιστήμης και τις τεχνολογίας ξεπέρασαν σε μεγάλο βαθμό τη φτώχεια και τις δυσκολίες που έχει η ζωή στη φύση. Έφτασαν όμως σε υπερβολές , με αποτέλεσμα να απομακρυνθούν πολύ από την ομορφιά της φύσης και επιπλέον να δημιουργήσουν πολλά προβλήματα , που κάνουν σήμερα δύσκολη τη ζωή στις πόλεις.

Σήμερα γνωρίζουμε ότι για να βελτιώσουμε την ποιότητα ζωής μας και για να εξασφαλίσουμε καλύτερη ζωή για τις επόμενες γενιές, μπορούμε να αλλάξουμε πολλά πράγματα στην καθημερινότητά μας που μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση των συνθηκών του περιβάλλοντος όπως η ανακύκλωση, ο περιορισμός των συμβατικών καυσίμων και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Για την αντιμετώπιση της ρύπανσης είναι σημαντικές τόσο οι κρατικές πολιτικές όσο και οι σωστές ενέργειες κάθε ανθρώπου, που επηρεάζουν πολύ το περιβάλλον. Εάν το καταφέρουμε, εκτός από την ικανοποίηση ότι συμβάλλουμε στην φροντίδα του πλανήτη, βοηθάμε και τους γύρω μας να αποκτήσουν καλύτερη περιβαλλοντική παιδεία : αυτή που δίνεται με τη μίμηση. Όσο μικρή και αν είναι η αλλαγή σημαίνει μια πρόοδο , γιατί θα έχουμε διαδώσει τις καλές περιβαλλοντικές συνήθειες.

Παράρτημα

Η ερευνητική εργασία : «**Ατμοσφαιρική ρύπανση . Τι αέρα αναπνέουμε**» έγινε υπό την καθοδήγηση των εκπαιδευτικών του 1^{ου} ΕΠΑ.Λ Φιλιππιάδας: Παππά Ηλία και Τσαντούλη Χριστίνας κατά το 1^ο Τετράμηνο του σχολ. έτους 2011- 13.

Οι ομάδες του τμήματος ενδιαφέροντος αποτελούνται από τους μαθητές της Α τάξης του ΕΠΑ.Λ:

Ομάδα Α

Γεωργιάδης Παναγιώτης
Νίκου Ανδρέας
Νίκου Αριστοτέλης
Ντούσκος Ξενοφώντας
Παπασιμπας Ιωάννης

Ομάδα Β

Βαλάρη Ευαγγελία
Γιάννη Μαρία
Παπαβασιλείου Κυριάκος
Παππάς Βασίλειος
Σούρλα Χριστίνα

Ομάδα Γ

Μαλίκη Μπισίλντα
Τσίντζος Αναστάσιος
Χαμπιλιά Ενκελένα
Χρηστάκης Νικόλαος

Βιβλιογραφία

<http://el.wikipedia.org>

<http://www.gr.european-lung-foundation.org>

<http://digitalschool.minedu.gov.gr/>

<http://www.econews.gr/>

<http://www.greenpeace.org/greece/el/>

Περιοδικό Οικολογική πρόκληση Τεύχος 2 Ρύπανση , Εκδόση : Eurobank EFG

2008