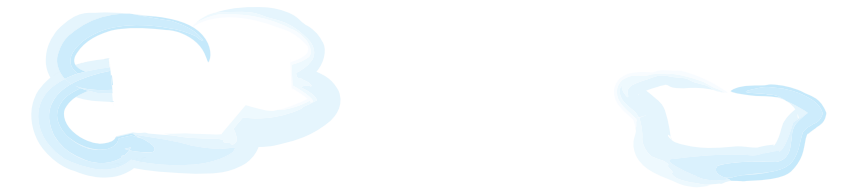




Μέσα στο απέραντο πράσινο και τους ατέλειωτους θράκους  
θρύσες προβάλλουνε θυμίζοντας στιχμές πάδους  
Ο αέρας χτυπώντας μας το πρόσωπο  
και η μυρωδιά των λουλουδιών να χεμίζει τον αέρα...  
ακούχοντας τις κρήνες που ρέουν.....  
Γαλήνη και ηρεμία επικρατούν πάντα  
και οι φωνές των παιδιών αντιλαλούν

Ειρήνη  
27/3 Παρασκευή (11:46)



Ένα ευχαριστώ στην φύση λένε όλοι και η καρδιά τους με χρώματα ξανανιώνει

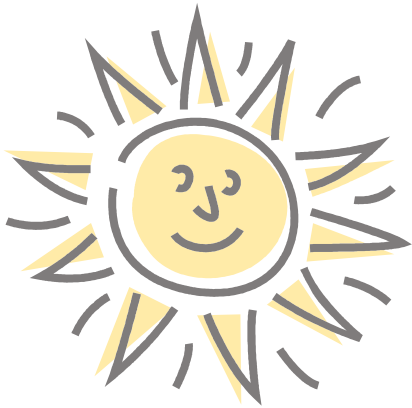


Το χαρτί που έχει χρησιμοποιηθεί για την έκδοσή του εντύπου είναι προϊόν ανακύκλωσης.



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΚΕΝΤΡΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΑΣ

Συγγραφή-Επιμέλεια: Θεολόγος Παρδαλίδης  
Πηνελόπη Τσαβέ



ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΑ ΠΗΛΙΟΥ - ΜΑΡΤΙΟΣ 2009



Copyright © 2009

Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Μακρινίτσας

370 11 ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΑ

Τηλ.: 2428069040, τηλ. και fax: 2428090010

Website: <http://kre-makrin.mag.sch.gr>

#### **Συγγραφή-Επιμέλεια:**

Θεολόγος Παρδαλίδης, Βιολόγος, μέλος της Π.Ο. του Κ.Π.Ε. Μακρινίτσας

Τσαβέ Πηνελόπη, Φιλολόγος, μέλος της Π.Ο. του Κ.Π.Ε. Μακρινίτσας

#### **Σχεδιασμός Φύλλων Εργασίας:**

Θεολόγος Παρδαλίδης, Βιολόγος, και Τσαβέ Πηνελόπη, Φιλολόγος

ISBN: 978-960-9406-02-4

Το παρόν εγχειρίδιο εκδόθηκε στο πλαίσιο της κατηγορίας Πράξης «Κέντρα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης» του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και δια Βίου Μάθηση», Άξονας 1 του ΥΠΕΠΘ, που συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΣΠΑ) και το Ελληνικό Δημόσιο και εκδίδεται για την κάλυψη των εκπαιδευτικών αναγκών του Κέντρου Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Μακρινίτσας και την υποστήριξη των εκπαιδευτικών που υλοποιούν παρόμοια προγράμματα στα Σχολεία τους. Για τους λόγους αυτούς διατίθεται δωρεάν σε εκπαιδευτικές μονάδες και σχολεία που επισκέπτονται το Κέντρο.

Τα κείμενα και τα φύλλα εργασίας αποτελούν πνευματική ιδιοκτησία του Κ.Π.Ε. Μακρινίτσας και επιτρέπεται η με οποιονδήποτε τρόπο αναπαραγωγή τους για εκπαιδευτικούς σκοπούς, με αναφορά στην πηγή προέλευσης.

Οι φωτογραφίες αποτελούν πνευματική ιδιοκτησία των δημιουργών.

Φορέας υλοποίησης έργου: **Εθνικό Ίδρυμα Νεότητας (ΕΙΝ)**



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΕΛ.

## Πρόλογος

## Εισαγωγή

## Θεωρητικό Πλαίσιο

5

6

7

## Η Ιστορία της Αέριας Ρύπανσης

7

## Ορισμός της Αέριας Ρύπανσης

8

*A. Κυριότεροι Αέριοι Ρύποι*

8

*B. Αέριοι Ρύποι και Όρια Ποιότητας του Αέρα*

10

## Επιπτώσεις της Αέριας Ρύπανσης

12

*A. Επιπτώσεις της αέριας ρύπανσης στην υγεία των ανθρώπων.*

12

*A1. Παιδικό άσθμα*

13

*B. Επιπτώσεις της αέριας ρύπανσης στη διαμόρφωση του κλίματος*

15

*Γ. Επιπτώσεις της αέριας ρύπανσης στους βιογεωχημικούς κύκλους των στοιχείων – όξινη βροχή.*

16

*Δ. Επιπτώσεις της αέριας ρύπανσης στην στρατοσφαιρική στοιβάδα του όζοντος.*

19

## Εκπαιδευτική Προσέγγιση της Αέριας Ρύπανσης

21

## Κριτήρια Επιλογής για τη Μαγνησία

23

## Εκπαιδευτικοί Στόχοι

24

## Διδακτικές Ενότητες – Φύλλα Εργασίας

25

Ενότητα 1: ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΤΟ ΑΣΘΜΑ

27

Ενότητα 2: Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΤΑ ΑΕΡΙΑ ΣΩΜΑΤΑ

39

Ενότητα 3: ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ ΚΑΙ ΠΗΓΕΣ ΤΟΥΣ

49

Ενότητα 4: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΕΡΙΑΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

ΚΑΙ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΥΘΥΝΗ

61

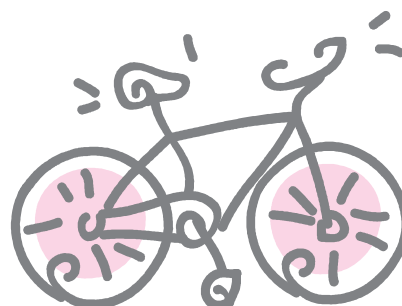
## Για τον Εκπαιδευτικό

81

## Βιβλιογραφία

83

Αποτύπωμα Άνθρακα





Τη φετινή χρονιά, το Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Μακρινίτσας κλείνει 10 χρόνια λειτουργίας του (1999 – 2009), έχοντας δεχθεί, το χρονικό αυτό διάστημα, περίπου 20.000 μαθητές και 3.500 εκπαιδευτικούς από όλη την Ελλάδα στα Προγράμματά του, έχοντας υλοποιήσει Σεμινάρια Επιμόρφωσης για εκπαιδευτικούς, Ημερίδες ενημέρωσης εκπαιδευτικών και κοινού, έχοντας αναπτύξει αξιόλογες διεθνείς συνεργασίες καθώς και διάφορες άλλες εκδηλώσεις που αφορούν στην προώθηση της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και της Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη.

Ένας σημαντικός τομέας, στον οποίο, εμείς οι εκπαιδευτικοί του Κέντρου, δίνουμε ιδιαίτερη βαρύτητα, καταναλώνοντας μεγάλο ποσοστό του εργασιακού αλλά και του προσωπικού μας χρόνου, είναι η παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού, ώστε η προσπάθεια που γίνεται εδώ μέσα, να μην «φυλακίζεται»

στους τέσσερις τοίχους του Κ.Π.Ε. Επιθυμία όλων των μελών της

Παιδαγωγικής Ομάδας του Κ.Π.Ε Μακρινίτσας είναι, να μπορεί ο κάθε εκπαιδευτικός, είτε έχει επισκεφθεί με την Περιβαλλοντική Ομάδα του Σχολείου του το Κ.Π.Ε. Μακρινίτσας ή κάποιο άλλο Κ.Π.Ε., είτε όχι, να διαθέτει τα κατάλληλα εφόδια, ώστε να μπορεί να προωθήσει στους μαθητές του, το ευαίσθητο αυτό κομμάτι της κοινωνίας μας, τους στόχους της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και της Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη.

Για το λόγο αυτό, το Κ.Π.Ε Μακρινίτσας έχει στο ενεργητικό του 21 τίτλους εκπαιδευτικών βιβλίων, η πλειονότητα των οποίων έχουν το κατάλληλο θεωρητικό υπόβαθρο, τη μεθοδολογία και τα φύλλα εργασίας που χρειάζεται ο εκπαιδευτικός, για να μπορέσει να τα χρησιμοποιήσει, με τον τρόπο που ο ίδιος επιθυμεί, στην τάξη. Επίσης στο διαδίκτυο, στην ιστοσελίδα του Κ.Π.Ε Μακρινίτσας (<http://kre-makrin.mag.sch.gr>), έχουν αναρτηθεί πολλοί τίτλοι των παραπάνω εκδόσεων σε μορφή PDF, απ' όπου ο κάθε ενδιαφερόμενος μπορεί να εκτυπώσει αυτά που χρειάζεται.

Φέτος, κλείνοντας τα 10 χρόνια λειτουργίας του Κ.Π.Ε Μακρινίτσας, συνεχίζοντας την προσπάθειά μας, προχωρούμε στην έκδοση άλλων 9 τίτλων εκπαιδευτικών βιβλίων, με την ελπίδα ότι θα αποτελέσουν κι αυτά, όπως και τα προηγούμενα, χρήσιμα εργαλεία στα χέρια των εκπαιδευτικών.

Η παρούσα έκδοση, με τίτλο «Ας ανοίξουμε τον Ασκό του Αιόλου», αποτελεί μια προσπάθεια να ενημερωθούν οι μαθητές για τους αέριους ρύπους και την επίδρασή τους στην υγεία τους, τις κύριες πηγές εκπομπής τους, καθώς και τα μέτρα προφύλαξης που πρέπει να λαμβάνουν. Αποτελεί την αρχή για τη δημιουργία υποστηρικτικού υλικού για ένα διήμερο πρόγραμμα Π.Ε. που σχεδιάζεται και πιλοτικά υλοποιείται τη σχολική χρονιά 2008 – 2009 σχετικά με την αέρια ρύπανση, που αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της πόλης του Βόλου. Μέσα από τις δραστηριότητες που προτείνονται τα παιδιά αναγνωρίζουν και το δικό τους ρόλο σ' αυτό το τεράστιο πρόβλημα και στα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για την αντιμετώπισή του, έτσι ώστε να υιοθετήσουν στο μέλλον πιο-τερες και φιλικότερες επεμβάσεις, συμβάλλοντας με τον τρόπο αυτό στην αειφορική διαχείριση του περιβάλλοντός τους.

**Ο Υπεύθυνος του Κ.Π.Ε Μακρινίτσας**  
*Κολτσιδόπουλος Ευριπίδης*  
*Βιολόγος*



**H** αέρια ρύπανση αποτελεί ένα παγκόσμιο περιβαλλοντικό πρόβλημα, με άμεσες επιπτώσεις τόσο στην υγεία των ανθρώπων, όσο και στην ισορροπία των οικοσυστημάτων. Το ενδιαφέρον λοιπόν των ανθρώπων για θέματα που αφορούν την αέρια ρύπανση ολοένα και αυξάνεται, καθώς όχι μόνο συνδέεται με τον σχηματισμό της **όξινης βροχής**, την **καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος** και την **κλιματική αλλαγή**, αλλά συνδέεται με την **εμφάνιση ασθενειών** και επηρεάζει **αρνητικά** και την υγεία των ανθρώπων. Παρά δε το γεγονός ότι συχνά συνδέεται με τα προβλήματα που συμβαίνουν σε αστικούς πληθυσμούς, όλο και περισσότερο σήμερα ανακαλύπτονται επιδράσεις και στους ανθρώπους που ζουν στην επαρχία, ακόμα και σε αγροτικές περιοχές.

**Ο**ι μαθητές του σήμερα αποτελούν τους αυριανούς ηγέτες. Έτσι αποτελεί ευθύνη των εκπαιδευτικών και των γονέων να τους διδάξουν πώς να φροντίζουν το περιβάλλον. Ο αέρας αποτελεί έναν φυσικό πόρο που συχνά αντιμετωπίζεται ως ατελείωτος και δεδομένος, με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται συστηματικά από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι βασικές αιτίες της αέριας ρύπανσης μπορούν να βρεθούν σε καθημερινές μας δραστηριότητες και συνήθειες. Έτσι, απαιτούνται σοβαρές αλλαγές στον σημερινό δυτικό τρόπο ζωής, ώστε να σταματήσει η επιβάρυνση και να διαφυλαχτεί η καλή ποιότητα του αέρα. Μέσα από την εκπαίδευση και την αλλαγή των στάσεων τους οι ενήλικες μπορούν να οδηγήσουν τα παιδιά σε ένα λαμπρότερο και καθαρότερο μέλλον.

**Τ**ο εκπαιδευτικό υλικό που κρατάτε στα χέρια σας αποτελεί μια προσπάθεια υποστήριξης των εκπαιδευτικών που θέλουν να υλοποιήσουν προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης με θέμα την **αέρια ρύπανση**. Περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την υγιεινή του αναπνευ-

στικού συστήματος του ανθρώπου, την ποιότητα του αέρα και των τρόπων με τους οποίους μπορούμε να τα εξασφαλίσουμε. Τα σχέδια μαθημάτων και τα φύλλα εργασίας ενσωματώνουν τόσο δραστηριότητες εκτός και εντός της τάξης όσο και εργασίες για το σπίτι. Χωρίζεται σε τρεις ενότητες: **Αρχικά**, ένα γενικό θεωρητικό μέρος που αφορά τους κύριους αέριους ρύπους και τα όριά τους στην ατμόσφαιρα.

**Στη συνέχεια**, παρατίθενται πληροφορίες για τις επιδράσεις της αέριας ρύπανσης σε τέσσερις τομείς:

- Στην υγεία των ανθρώπων,
- Στη διαμόρφωση του κλίματος,
- Στους βιογεωχημικούς κύκλους των στοιχείων,
- Στην στρατοσφαιρική στοιβάδα του όζοντος.

**Τέλος**, παρουσιάζονται φύλλα εργασίας και προτεινόμενες δραστηριότητες.



## Η Ιστορία της Αέριας Ρύπανσης

 υσικά φαινόμενα, όπως ηφαιστειακές εκρήξεις, οι δασικές φωτιές και οι θύελλες σκόνης προκάλεσαν τα πρώτα προβλήματα αέριας ρύπανσης. Όταν ο άνθρωπος ανακάλυψε τη φωτιά, γεννήθηκε και η ανθρώπινη αέρια ρύπανση. Οι άνθρωποι στην αρχαιότητα χρησιμοποιούσαν τη φωτιά, για να ζεσταίνονται και να μαγειρεύουν. Δείγματα από τον πάγο στην Αρκτική και την Ανταρκτική δείχνουν ότι τα σωματίδια στον αέρα αυξάνονταν, καθώς μεγάλωναν οι πόλεις αλλά και ο πληθυσμός.

Αργότερα, ο Μάρκο Πόλο εισήγαγε το κάρβουνο στην Ευρώπη, τη χρήση του οποίου έμαθε στα ταξίδια του στην Κίνα. Κατά τη διάρκεια του 13<sup>ου</sup> αιώνα, ο λαός διαμαρτυρήθηκε για τα σωματίδια από την καύση του κάρβουνου και ο βασιλιάς Εδουάρδος Α' απαγόρευσε την καύση άνθρακα. Αυτός είναι και ο **πρώτος νόμος** για την αέρια ρύπανση, ενώ ένας κάτοικος που παραβίασε τον νόμο το 1307 καταδικάστηκε σε θάνατο.

Καθώς μεγάλωναν οι κοινωνίες των ανθρώπων, μεγάλωνε και η αέρια ρύπανση. Στη Βιομηχανική Επανάσταση οι άνθρωποι άρχισαν να χρησιμοποιούν μηχανές και εργοστάσια για μαζική παραγωγή προϊόντων. Τα εργοστάσια χρειάζονταν ενέργεια και η ενέργεια αυτή προήλθε από καύσιμα, όπως το κάρβουνο (άνθρακας). Ήταν η καύση του άνθρακα στις αρχές του 1950 στο Λονδίνο που δημιούργησε τις **φονικές ομίχλες** με αποτέλεσμα το θάνατο **5000 ανθρώπων** εξαιτίας της αέριας ρύπανσης. Το 1956, η Μεγάλη Βρετανία ψήφισε ένα Σχέδιο Δράσης για Καθαρό Αέρα, το οποίο προωθούσε τη χρήση καθαρότερων καυσίμων, καλύτερων καυστήρων και ηλεκτρικής θέρ-

μανσης. Μέσα σε λίγα χρόνια τα επίπεδα των αιωρούμενων σωματιδίων έπεσαν σε ποσοστό 30%. Παρόμοιο Σχέδιο Δράσης ψήφισαν και οι ΗΠΑ το 1963. Τα τελευταία χρόνια έχουμε όλοι γίνει μάρτυρες μιας έκρηξης στη χρήση αυτοκινήτων σε παγκόσμιο επίπεδο. Ειδικότερα όμως, σε ό,τι αφορά τη χώρα μας, οι περισσότεροι Έλληνες πραγματοποιούν το **80%** των μετακινή-

σεών τους με αυτοκίνητο, ενώ το 2025 προβλέπεται ότι η κυκλοφορία στην Ελλάδα θα αυξηθεί κατά 40%. Τα στοιχεία της Στατιστικής Υπηρεσίας δείχνουν ότι η αγορά αυτοκινήτων εξακολουθεί να έχει δυναμισμό και ότι οι Έλληνες εξακολουθούν να επιδεικνύουν λατρεία προς το ΙΧ. Αυτό επιβεβαιώνεται και από το φρενήρη, ακόμη, ρυθμό με

τον οποίο κινούνται τα καταναλωτικά δάνεια για την αγορά αυτοκινήτου. Εκατόν σαράντα χιλιάδες αυτοκίνητα (για την ακρίβεια 139.373) πωλήθηκαν -κυκλοφόρησαν για πρώτη φορά στο διάστημα Ιανουαρίου - Απριλίου 2008, παρουσιάζοντας αύξηση 2,1% ως προς την αντίστοιχη περίοδο του 2007, ενώ από τα στοιχεία των συγκοινωνιολόγων προκύπτουν τα εξής:

❖ Σε όλο το Λεκανοπέδιο Αττικής γίνονται κατά μέσο όρο και σε καθημερινή βάση 8 εκατ. μετακινήσεις, που το 2010 θα φτάσουν τα 10 εκατομμύρια.

❖ Σε τρία χρόνια, ο κορεσμός στους βασικούς οδικούς άξονες στο Λεκανοπέδιο Αττικής θα φτάνει το 78% έως και 95%, έναντι 55% σήμερα.

Η τόσο εκτεταμένη χρήση του αυτοκινήτου στις μέρες μας επιτείνει το πρόβλημα της αέριας ρύπανσης και επιβάλλει την ανάληψη **ευθύνης και δράσης** από όλους μας.





## Ορισμός της Αέριας Ρύπανσης

**A**έρια ρύπανση καλείται η παρουσία στην ατμόσφαιρα κάθε είδους ουσίας, σε τέτοια συγκέντρωση ή διάρκεια που να μπορεί να προκαλέσει αρνητικές επιπτώσεις τόσο στην υγεία του ανθρώπου και άλλων ζωντανών οργανισμών, όσο και στα οικοσυστήματα που αυτοί ενδιαίτουν.

Κάτω από ορισμένες συνθήκες, η αέρια ρύπανση μπορεί να φτάσει σε επίπεδα που μπορεί να δημιουργήσουν ανεπιθύμητες συνθήκες διαβίωσης.

Ο όρος αέρια ρύπανση καλύπτει ευρύ φάσμα τοξικών αερίων ρύπων και αιωρούμενων σωματιδίων που εκπέμπονται στην τροπόσφαιρα του πλανήτη (0-15 km), καθώς και την ποικιλία φωτοχημικών δευτερογενών ρύπων και άλλων ατμοσφαιρικών φαινομένων που είναι αποτέλεσμα ανθρωπογενών εκπομπών. Η στρατόσφαιρα (15-50 km) είναι η περιοχή όπου επικρατεί η αραιή στοιβάδα του όζοντος, με κύριο σκοπό την προστασία της ζωής στον πλανήτη μας από τις υπεριώδεις ακτινοβολίες της ηλιακής ακτινοβολίας.

Οι κυριότερες πηγές ρύπανσης της ατμόσφαιρας είναι τα καυσαέρια των οχημάτων, οι εκπομπές από εργοστάσια και βιοτεχνίες (κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας και σκόνες από την κατεργασία υλικών), τα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας, οι κεντρικές θερμάνσεις των οικιών, η καύση απορριμμάτων, οι αέριες εκπομπές από τη γεωργία και τη κτηνοτροφία και οι φυσιολογικές εκπομπές φυτών και δένδρων.

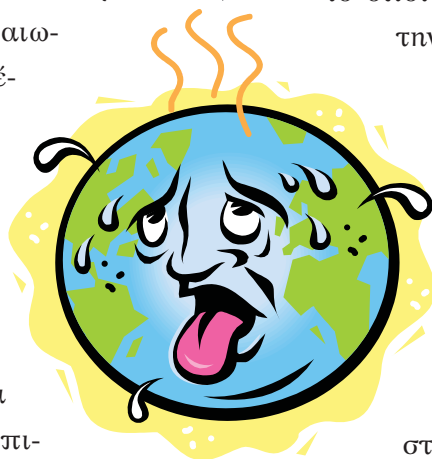
## Κυριότεροι Αέριοι Ρύποι

Οι σημαντικότεροι αέριοι ρύποι είναι το **μονοξείδιο** και το **διοξείδιο του άνθρακα** (CO, CO<sub>2</sub>), το **διοξείδιο του θείου** (SO<sub>2</sub>), τα **οξείδια του αζώτου** (NO<sub>x</sub>), **πτητικές οργανικές ουσίες** (VOCs, volatile organic compounds), και **ποικιλία αιωρούμενων σωματιδίων** (suspended particulate matter) από καυσαέρια, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, οικοδομικές εργασίες και ηφαιστειογενή δραστηριότητα.

Οι μεγαλύτερες εκπομπές της αέριας ρύπανσης αφορούν το **διοξείδιο του άνθρακα** (CO<sub>2</sub>), το οποίο **δεν είναι τοξικό** αέριο αλλά με την υπερβολική συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Σε παγκόσμια κλίμακα οι εκπομπές CO<sub>2</sub> από 14.520.000 τόνοι (1971) διπλασιάστηκαν σε περίπου 30.000.000 τόνους το 2000 και υπάρχει αλματώδης αύξηση λόγω της μεγάλης ζήτησης στην παραγωγή ενέργειας από αναπτυσσόμενες χώρες (Κίνα, Ινδία, κλπ).

Το **μονοξείδιο του άνθρακα** (CO) είναι **εξαιρετικά τοξικό αέριο** που παράγεται κατά 70-80% από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων. Οι εκπομπές του CO από οχήματα και βιομηχανίες υπολογίζονται σε περίπου 200 εκατομμύρια τόνους, εκ των οποίων το 70% αφορά τις χώρες του ΟΟΣΑ. Ανάλογες ποσότητες CO παράγονται σε παγκόσμια κλίμακα από τις φωτιές δασών και την καύση βιομάζας.

Το **διοξείδιο του θείου** (SO<sub>2</sub>) είναι **αρκετά τοξικός** αέριος ρύπος για το φυσικό περιβάλλον. Το SO<sub>2</sub> είναι αποτέλεσμα της χρήσης ορυκτών καυσίμων με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο, καθώς και των εκπομπών ηφαιστειών. Υπολογίζεται ότι οι εκπομπές SO<sub>2</sub> στη περα-





σμένη δεκαετία ήταν περίπου 100 εκατ. τόνοι, εκ των οποίων το 40% από τις χώρες του ΟΟΣΑ. Με τη βελτίωση των καυσίμων (αποθείωση) οι εκπομπές SO<sub>2</sub> έχουν μειωθεί σημαντικά. Το SO<sub>2</sub> εκτός από τις επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου σε αστικές περιοχές με αυξημένη ατμοσφαιρική ρύπανση, προκαλεί βλάβες στις επιφάνειες των κτιρίων και διαλυόμενο σε υδρατμούς δημιουργεί **όξινη βροχή** (acid rain) που καταστρέφει δασικές εκτάσεις και προκαλεί την αύξηση οξύτητας λιμνών με επιπτώσεις στους υδρόβιους οργανισμούς.

**Τα οξείδια του αζώτου** (NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) είναι συνήθως αέριοι ρύποι των καυσαερίων των οχημάτων (40-50%), παράγονται όμως και κατά 50% από διάφορες καύσεις σε υψηλές θερμοκρασίες. Τα NO<sub>x</sub> είναι ένας ακόμη παράγοντας για την παραγωγή όξινης βροχής, ενώ συμβάλλουν μαζί με το CO<sub>2</sub> και το **μεθάνιο** (CH<sub>4</sub>) στην έξαρση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ειδικά για τα NO<sub>x</sub> έχει συμφωνηθεί ειδική συνθήκη για τον περιορισμό τους.

**Τα αιωρούμενα σωματίδια** (suspended particulates, particulate matter, PM) είναι ποικιλία σωματιδίων, μικρής διαμέτρου όμως, (από 50 μέχρι 0,1 μm) από διάφορα υλικά και καύσεις (σκόνη χρώματος, σκόνη ελαστικών, ανθρακούχα σωματίδια καύσεων, κλπ) που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα αστικών και βιομηχανικών περιοχών. Η πορώδης επιφάνεια των σωματιδίων έχει την ικανότητα προσρόφησης βαρέων μετάλλων, καρκινογόνων ουσιών και πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων (ΠΑΥ) με αποτέλεσμα να **προκαλούν ασθένειες** και κακοήθεις νεοπλασίες του αναπνευστικού συστήματος. Οι



επιδημιολογικές έρευνες των τελευταίων δεκαετιών δείχνουν αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα σε αστικές περιοχές λόγω υψηλών συγκεντρώσεων αιωρούμενων εισπνεόμενων σωματιδίων (ιδιαίτερα τα μικρής διαμέτρου σωματίδια, PM10, PM2.5, με 10 και 2,5 μm).

**Οι πτητικές οργανικές ουσίες** (Volatile Organic Compounds, VOCs - ΠΟΕ) περιλαμβάνουν κυρίως τις αρωματικές ενώσεις (όπως το βενζόλιο, το τολουόλιο, ξυλόλια κλπ) που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα. Οι πηγές των VOCs είναι οι βιομηχανίες, τα καυσαέρια των οχημάτων, τα πρατήρια υγρών καυσίμων, χρώματα και οικοδομικά υλικά. Οι VOCs μπορούν

να παραμείνουν για 1-2 ημέρες στην ατμόσφαιρα διασπώμενες σε μεγάλη ποικιλία υδρογονανθράκων. Οι ΠΟΕ παίζουν σημαντικό ρόλο σε φωτοχημικές αντιδράσεις και έτσι αποκτούν υψηλή τοξική και καρκινογόνο δράση. Οι ΠΟΕ θεωρούνται **επικίνδυνες για την υγεία του ανθρώπου**.

**Οι πολυχλωριωμένες οργανικές ενώσεις** (διοξίνες, πολυχλωριωμένα διφαινύλια, PCBs, κ.α.) είναι αέριοι ρύποι που παράγονται από διάφορες καύσεις ή από τη χρήση φυτοφαρμάκων. Τα PCBs χρησιμοποιήθηκαν ως θερμομονωτικά και διηλεκτρικά υγρά σε μετασχηματιστές (πριν από την απαγόρευσή τους το 1985). Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες σε παγκόσμια κλίμακα για τον περιορισμό των πολυχλωριωμένων ουσιών που δεν **βιοδιασπώνται** στο περιβάλλον αλλά **βιοσυσσωρεύονται** μέσω της τροφικής αλυσίδας.

**Το όζον** (O<sub>3</sub>) είναι δευτερογενής ατμοσφαιρικός ρύπος, που παράγεται ως αποτέλεσμα των φωτοχημικών αντιδράσεων μεταξύ υδρογονανθράκων και οξειδίων του αζώτου στην ατμό-

σφαιρα. Λόγω της οξειδωτικής ικανότητας του όζοντος θεωρείται **εξαιρετικά επικίνδυνος ρύπος**, τόσο για την υγεία του ανθρώπου, όσο και για βλάβες στα φυτά, τα δένδρα και τα υλικά.

## Αέριοι Ρύποι και Όρια Ποιότητας του Αέρα



α εθνικά όρια ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα (ισχύουν για όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης) και οι στό-

χοι ποιότητας ατμόσφαιρας

της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας (ΠΟΥ),

παρουσιάζονται στον

Πίνακα 1. Σε αυτόν

φαίνεται ότι ισχύουν

διαφορετικές περιό-

δοι αναφοράς των

μετρήσεων καθώς και

διαφορετικές περιόδοι

θεώρησης των ορίων για

κάθε ρύπο. Για παράδειγμα, το

διοξείδιο του θείου έχει διαφορετικά

όρια μεταξύ θερινής και χειμερινής περιόδου.

Αυτό επιβάλλεται από τις μεγαλύτερες συγκε-

ντρώσεις διοξειδίου του θείου που παρατηρού-

νται στην ατμόσφαιρα κατά τη χειμερινή περίο-

δο λόγω της λειτουργίας των κεντρικών θερμάν-

σεων. Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε τη

στήλη του Πίνακα 1α που αναφέρεται

στο όζον ( $O_3$ ). Το όζον είναι ο κυριότε-

ρος δευτερογενής ατμοσφαιρικός ρύπος

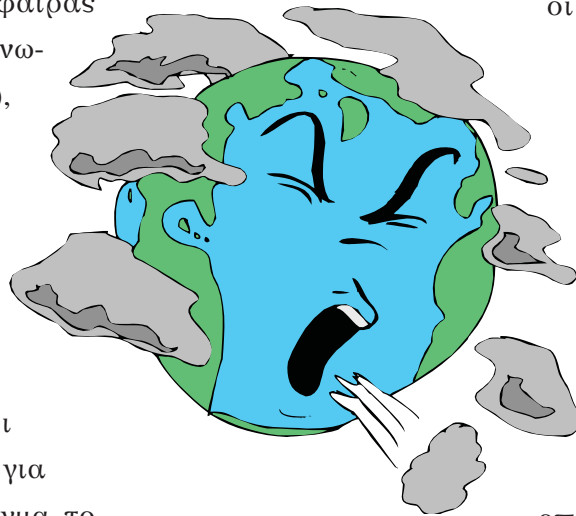
που παράγεται στην τροπόσφαιρα λόγω

των εκπομπών οξειδίων του αζώτου και

υδρογονανθράκων. Το φαινόμενο εντείνεται

όταν υπάρχει ηλιοφάνεια και ερμηνεύεται από

τις αντιδράσεις φωτόλυσης των μορίων του διο-



ξειδίου του αζώτου, οι οποίες πυροδοτούν το μηχανισμό σχηματισμού φωτοχημικού νέφους. Επειδή το όζον θεωρείται επιβλαβές τόσο για την υγεία των ανθρώπων όσο και για τις καλλιέργειες, αλλά και επειδή η παρουσία του υποδηλώνει την παρουσία στην ατμόσφαιρα και άλλων επιβλαβών δευτερογενών ρύπων, οι συγκεντρώσεις του πρέπει να προσδιορίζονται συνεχώς και έχουν θεσπιστεί όρια ενημέρωσης και συναγερμού του πληθυσμού, καθώς και

όρια για την προστασία των φυτών. Όταν

οι συγκεντρώσεις διοξειδίου του

θείου και αιωρούμενων σωματι-

δίων λαμβάνονται ταυτόχρονα

υπ' όψιν, τότε μιλάμε για

συνδυασμένη τιμή αιωρου-

μένων σωματιδίων. Τα

εισπνεύσιμα αιωρούμενα

σωματίδια είναι πολύ πιο

επιβλαβή για την υγεία, όταν

φέρουν θεικές ρίζες σε σχέση

με εισπνεύσιμα σωματίδια τα

οποία δεν φέρουν θεικές ρίζες ή/και

δεν ανήκουν στην κατηγορία των θεικών

αερολυμάτων. Επειδή η παρουσία των θεικών

αερολυμάτων στην ατμόσφαιρα συνδέεται με το

διοξείδιο του θείου, οι συγκεντρώσεις του πρέ-

πει να λαμβάνονται ταυτόχρονα υπ όψιν με

αυτές των αιωρούμενων σωματιδίων. Από τον

Πίνακα 1α και σαφέστερα τον Πίνακα 1β, παρα-

τηρούμε ότι τα όρια μεταβάλλονται για κάθε

ρύπο ανάλογα με τη θεωρούμενη περίοδο έκθε-

σης σ' αυτόν. Έτσι, οι συγκεντρώσεις που ανα-

φέρονται στις βραχύτερες περιόδους έκθεσης

έχουν μεγαλύτερες τιμές από αυτές των μεγαλύ-

τερων περιόδων έκθεσης. Οι μικρότερες τιμές

ισχύουν πάντα για τη μέση ετήσια συγκέντρωση.



**Πίνακας 1α.** Εθνικά όρια ποιότητας ατμοσφαιρικού αέρα. \* Το όριο δεν πρέπει να υπερβαίνεται για μεγαλύτερο διάστημα από τρεις συνεχόμενες ημέρες, \*\* όριο ενημέρωσης του πληθυσμού, \*\*1 όριο συναγερωμού του πληθυσμού, \*\*\* όριο προστασίας για τα φυτά (Υ.Πε.ΧΩ.Δ.Ε. Γενική Δ/νση Περιβάλλοντος, Διεύθυνση Ε.Α.Ρ.Θ., Η Ατμοσφαιρική Ρύπανση στην Αθήνα-1997, Τμήμα Ποιότητας Ατμόσφαιρας, μάιος 1998)

Περίοδος Αναφοράς	SO <sub>2</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	Αιωρούμενα σωματίδια Συνδυασμένη/μη συνδυασμένη τιμή (μg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	CO (mg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	Pb (μg/m <sup>3</sup> )
1/4 έως 30/9	80 120	>40 =40				
1/10 έως 31/3	130 180	>60/130 =60				
ΕΤΟΣ (24 ώρες)	250*	>150/250	200 (ωριαίες)	15 (8ωρη)	110 (8ωρη)	2
	350*	=150			180** (μέση ωριαία)	
					360**(1) (μέση ωριαία)	
					200*** (ωριαία)	
					65*** (24ωρη)	

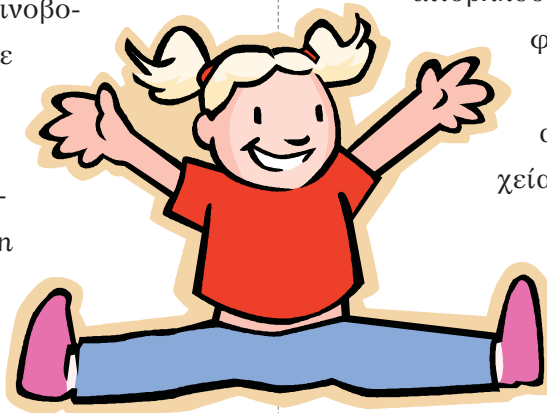
Ρύπος	Περίοδος Αναφοράς	Συγκέντρωση μg/3
O <sub>3</sub>	8ωρο	120
NO <sub>2</sub>	1ώρα Ετήσια	200 40-50
SO <sub>2</sub>	10 λεπτά 24ωρη Ετήσια	500 125 50
CO	15 λεπτά 30 λεπτά 1 ώρα 8ωρη	mg/m <sup>3</sup> 100 60 30 10

**Πίνακας 1β.** Όρια ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα σύμφωνα με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (ΠΟΥ)

## Επιπτώσεις της αέριας ρύπανσης

### Επιπτώσεις της αέριας ρύπανσης στην υγεία των ανθρώπων.

 **Ι**σ τελευταίες δεκαετίες έχουν διερευνηθεί και τεκμηριωθεί οι πολύπλοκες φωτοχημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν μεταξύ των οργανικών και ανόργανων αερίων ρύπων και των πτητικών ενώσεων, με την παραγωγή δευτερογενών ρύπων που απειλούν λόγω τοξικότητας την υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον. Οι **φωτοχημικές αντιδράσεις** είναι αποτέλεσμα της απορρόφησης ενέργειας (που συνδέεται με την ηλιακή ακτινοβολία) από ορισμένες ουσίες με αποτέλεσμα τη μεταβολή της ενεργειακής τους κατάστασης. Αυτό προκαλεί ηλεκτρονική υπερδιέγερση που με τη σειρά του οδηγεί στη δημιουργία δραστικών ουσιών, όπως **ελεύθερες ρίζες** και **ιόντα**, ικανές για αλυσωτές αντιδράσεις και δημιουργία δευτερογενών ρύπων. Η φωτοχημική ρύπανση, ιδιαίτερα το όζον, με την εξαιρετικά υψηλή ικανότητα οξείδωσης βιομορίων, προκαλεί σημαντικά προβλήματα υγείας στο αναπνευστικό σύστημα των κατοίκων αστικών περιοχών, και συνδέεται ισχυρά με την αύξηση της εμφάνισης **παιδικού άσθματος**. Η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος, κατά τις ημέρες φωτοχημικού νέφους σε αστικές περιοχές, αυξάνει τη νοσηρότητα και τη θνησιμότητα (σε συνδυασμό με τα αιωρούμενα σωματίδια), από φλεγμονώδεις καταστάσεις του αναπνευστικού συστήματος, εξάρσεις των κρίσεων άσθματος και άλλα πνευμονολογικά νοσήματα κυρίως στα παιδιά και στα ηλικιωμένα άτομα με αναπνευστικά νοσήματα. Παρόμοια



οξειδωτική δράση στους ιστούς των πνευμόνων παρουσιάζουν και τα οξείδια του αζώτου, όταν βρίσκονται σε υψηλές συγκεντρώσεις σε αστικές περιοχές.

**Ο**ι επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων στην υγεία αφορούν κυρίως το αναπνευστικό σύστημα. Η ικανότητα του αναπνευστικού συστήματος να προστατεύεται από τη σωματιδιακή ύλη καθορίζεται κυρίως από το μέγεθος των σωματιδίων. Τα μεγαλύτερα σωματίδια που εισέρχονται στο αναπνευστικό σύστημα παγιδεύονται με τη βοήθεια των τριχών και του βλεννογόνου της μύτης. Μπορούν στη συνέχεια να αποβληθούν εύκολα π.χ. με το βήχα ή το

φτέρνισμα. Μικρότερα σωματίδια μπορούν να δεσμευτούν από το βλεννογόνο στην τραχεία και να αποβληθούν από το λαιμό επίσης με βήχα. Τα σωματίδια που είναι μεγαλύτερα από 10 μm αποβάλλονται αρκετά αποτελεσματικά από το ανώτερο

μέρος του αναπνευστικού συστήματος. Τα περισσότερα από τα σωματίδια με διαμέτρους μεγαλύτερες από 10 μm και περίπου 60-80% από τα σωματίδια με διάμετρο 5-10 μm παγιδεύονται στην περιοχή της μύτης και του φάρυγγα. Τα μικρότερα σωματίδια, όμως, συχνά έχουν τη δυνατότητα να διασχίσουν το ανώτερο τμήμα του αναπνευστικού, χωρίς να παγιδευτούν από το βλεννογόνο στο τμήμα αυτό του αναπνευστικού συστήματος. Αυτά τα σωματίδια

μπορούν να φθάσουν τους πνεύμονες, αλλά και πάλι, ανάλογα με το μέγεθός τους, μπορεί να αποτεθούν ή όχι σ' αυτούς. Μερικά από αυτά, είναι τόσο μικρά που τείνουν να ακολουθήσουν τον αέρα που εισέρχεται στους πνεύμονες, αλλά



και να αποβληθούν πάλι με την εκπνοή. Τα σωματίδια με μέγεθος μεταξύ 0,5-10  $\mu\text{m}$  μπορεί να είναι αρκετά μικρά, ώστε να φθάσουν στους πνεύμονες και αρκετά μεγάλα ώστε να αποτεθούν σε αυτούς. Η απόθεση στους πνεύμονες είναι πολύ αποτελεσματική γι' αυτά που έχουν μέγεθος μεταξύ 2 και 4  $\mu\text{m}$ . Στον Πίνακα 2 συνοψίζεται η ικανότητα αναπνευστικής διείσδυσης σε σχέση με το μέγεθος των σωματιδίων.

### Παιδικό Άσθμα

Τα σωματίδια τα οποία είναι μικρότερα από 2,5  $\mu\text{m}$  εισπνέονται και φθάνουν στους πνεύμονες και επομένως είναι αναμενόμενο να είναι πιο επικίνδυνα για την υγεία από μεγαλύτερα σωματίδια. Όπως θα δούμε στη συνέχεια, τα σωματίδια αυτού του μεγέθους περιέχουν στοιχεία ή χημικές ενώσεις, όπως π.χ. βαρέα μέταλλα (Pb, Cd, V, Ni, Cu, Zn) με αυξημένη τοξικότητα και πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες (ΠΑΥ), που μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες στην υγεία. Υψηλές συγκεντρώσεις σωματιδίων στην ατμόσφαιρα σε συνδυασμό με υψηλές συγκεντρώσεις θειικών αερολυμάτων συνδέονται με αύξηση του αριθμού των εισαγομένων στα νοσοκομεία για λοιμώξεις του αναπνευστικού, βρογχίτιδες, άσθμα, πνευμονία κλπ. Στην περίπτωση αυτή, μιλάμε για συνεργατικό ρόλο των θειικών ιόντων στη βλάβη

που ήδη προκαλεί στο αναπνευστικό η εισπνοή πολύ μικρών σωματιδίων. Μηχανισμοί οι οποίοι συνδέουν τη σωματιδιακή ρύπανση της ατμόσφαιρας με τη θνησιμότητα παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

Το άσθμα αποτελεί την σοβαρότερη χρόνια παιδική ασθένεια στον δυτικό κόσμο. Το ένα τρίτο των ασθενών εμφανίζουν την ασθένεια πριν να συμπληρώσουν τα 18 τους χρόνια. Από αυτά, τα νήπια της προσχολικής ηλικίας εμφανίζουν τον υψηλότερο ρυθμό εμφάνισης της νόσου. Έχει βρεθεί ότι τα περισσότερα ασθματικά παιδιά εμφανίζουν τα πρώτα συμπτώματα στην ηλικία των 5 ετών. Καθώς λοιπόν, η αέρια ρύπανση μπορεί να προκαλέσει ένα ασθματικό επεισόδιο, μιας και συνδέεται άμεσα με την εμφάνιση και έξαρση της ασθένειας, τα παιδιά μικρής κυρίως ηλικίας αποτελούν τον κύριο στόχο ενός προγράμματος περιβαλλοντικής εκπαίδευσης σχετικό με τον αέρα. Νεαροί μαθητές, οι γονείς τους και οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αποκομίσουν πολλαπλά οφέλη, όταν καταπιαστούν γνωστικά και ενημερωθούν έγκυρα για τους «**πυροκροτητές**» του **άσθματος**. Η μείωση της αέριας ρύπανσης αποτελεί κύρια προϋπόθεση, για να προστατευτεί το αναπνευστικό σύστημα των παιδιών.

Τα μικρά παιδιά είναι άλλωστε πιο ευαίσθητα στις επιδράσεις της αέριας ρύπανσης για διάφο-

- ✿ > 11 $\mu\text{m}$ : δεν διεισδύουν στο αναπνευστικό σύστημα
- ✿ 7-11 $\mu\text{m}$ : εισχωρούν στη ρινική κοιλότητα
- ✿ 4,7-7 $\mu\text{m}$ : εισχωρούν στο φάρυγγα
- ✿ 3,3-4,7 $\mu\text{m}$ : εισχωρούν στην τραχεία και την αρχή των βρόγχων
- ✿ 2,1-3,3 $\mu\text{m}$ : εισχωρούν στο μέσον των βρόγχων
- ✿ 1,1-2,1 $\mu\text{m}$ : εισχωρούν στα τελευταία τμήματα των βρόγχων
- ✿ 0,65-1,1 $\mu\text{m}$ : εισχωρούν στα βρογχιόλια
- ✿ 0,43-0,65 $\mu\text{m}$ : εισχωρούν στις κυψελίδες των πνευμόνων

**Πίνακας 2. Ικανότητα αναπνευστικής διείσδυσης σε σχέση με το μέγεθος των σωματιδίων (Emission, Dispersion and Concentration of Particles, J. Spegler and R. Wilson, in Particles in our Air, Concentrations and Health Effects, Harvard School of Public Health, 1996 Harvard University Press).**



ρους λόγους που άπτονται του φυσιολογικού αναπτυξιακού τους σταδίου και της συμπεριφοράς τους. Συγκεκριμένα:



Τα αναπνευστικά όργανα των μικρών παιδιών δεν έχουν ολοκληρώσει την ανάπτυξη τους και έτσι είναι πιο ευπαθή στα τοξικά συστατικά του αέρα.



Οι αεραγωγοί των παιδιών είναι πιο λεπτεπίλεπτοι και γι' αυτό απειλούνται με εγκαύματα των ιστών που προκαλούνται από διάφορους αέριους ρύπους.



Τα παιδιά έχουν ασθενέστερο ανοσοποιητικό σύστημα που δεν μπορεί να αντιδράσει αποτελεσματικά στις ξένες ουσίες που βρίσκονται στον ρυπασμένο αέρα.



Τα παιδιά εισπνέουν περισσότερο αέρα (βλέπε αέρια ρύπανση) ανά κιλό σωματικού βάρους απ' ό,τι οι ενήλικες.



Τα παιδιά συχνά αναπνέουν από το στόμα και όχι από τη μύτη. Αυτή η αέρια δίοδος δεν έχει σημαντικούς αμυντικούς μηχανισμούς, όπως τα τριχίδια και η βλέννα που φυσιολογικά



υπάρχουν στη μύτη και βοηθούν στο να παγιδεύονται αιωρούμενα σωματίδια (μικροοργανισμοί, γύρη, οργανικά και ανόργανα σωματίδια). Έτσι ένας μεγάλος αριθμός αυτών φτάνει στους πνεύμονες των παιδιών, ενώ θα μπορούσε να παγιδευτεί στη μύτη.




Τα παιδιά δεν αναγνωρίζουν και δεν αντιδρούν στην αέρια ρύπανση το ίδιο γρήγορα όσο οι ενήλικες. Έτσι, τα συμπτώματα της δεν αντιμετωπίζονται έγκαιρα και τα αποτελέσματα διογκώνονται.

- ❁ Αύξηση ευαισθησίας σε λοιμώξεις λόγω εξασθενημένης άμυνας του οργανισμού.
- ❁ Φλεγμονές των αναπνευστικών οδών οι οποίες οδηγούν σε εξασθενημένη και δυσχερή ανταλλαγή αερίων και υποξαιμία.
- ❁ Πρόκληση φλεγμονών στις κυψελίδες των πνευμόνων από πολύ μικρά σωματίδια με απελευθέρωση ενδιάμεσων ουσιών που επιδεινώνουν υποβόσκουσες ασθένειες των πνευμόνων και αυξάνουν την πυκτικότητα του αίματος.
- ❁ Αυξημένη διαπερατότητα των πνευμόνων που οδηγεί σε πνευμονικό οίδημα
- ❁ Επίσπευση συγκοπής καρδιάς σε ασθενείς με χρόνια καρδιακά νοσήματα λόγω οξείας βρογχίτιδας ή πνευμονίας που προκλήθηκε από την ατμοσφαιρική ρύπανση.

**Πίνακας 3.** Ενδεχόμενοι μηχανισμοί που συνδέουν τη σωματιδιακή ατμοσφαιρική ρύπανση με τη θνησιμότητα (Particles in our air, concentrations and health effects. Edited by R. Wilson and J. Spengler, Harvard University Press, 1996, Harvard School of Public Health Airborne Particles and Respiratory Disease: Clinical and Pathogenic Considerations, M. Utell and J. Samet, p. 183)

## Επιπτώσεις της αέριας ρύπανσης στη διαμόρφωση του κλίματος

 Ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά στο μεγαλύτερο μέρος της την ατμόσφαιρα και θερμαίνει την επιφάνεια της Γης επηρεάζοντας το κλίμα και τις εποχιακές αλλαγές. Η Γη εκπέμπει μέρος της θερμικής αυτής ενέργειας πίσω στο διάστημα. Τα αέρια της ατμόσφαιρας, που βρίσκονται σε εξαιρετικά χαμηλές συγκεντρώσεις (υδρατμοί, διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο και οξείδια του αζώτου), δεσμεύουν την ενέργεια αυτή δημιουργώντας το φαινόμενο της υπερθέρμανσης της ατμόσφαιρας όπως σε ένα τεχνητό θερμοκήπιο. Το **φαινόμενο του θερμοκηπίου** (Greenhouse effect) είναι αποτέλεσμα των αερίων του θερμοκηπίου που δεσμεύουν και εκπέμπουν ξανά πίσω την ηλιακή θερμική ακτινοβολία στην επιφάνεια του πλανήτη μας. Χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου, οι θερμοκρασίες στην επιφάνεια της Γης θα ήταν πολύ χαμηλότερες και η ζωή, όπως την ξέρουμε σήμερα, δεν θα μπορούσε να διατηρηθεί.

Από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης, πριν 250 χρόνια, οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις του CO<sub>2</sub> που παρέμεναν επί αιώνες αναλλοίωτες, με τις δεκαετίες αυξήθηκαν. Αν και οι συγκεντρώσεις αυτές είναι εξαιρετικά μικρές, η σημασία τους είναι πολύ μεγάλη για τα ευαίσθητα οικοσυστήματα και τη λεπτή ισορροπία που επικρατεί στην ατμόσφαιρα του πλανήτη μας. Επίσης, και για τα άλλα αέρια του θερμοκηπίου οι συγκεντρώσεις τους αυξήθηκαν. Για παράδειγμα, του **μεθανίου** (CH<sub>4</sub>) σχεδόν διπλασιάστηκαν και των οξειδίων του αζώτου (NO<sub>x</sub>) αυξήθηκαν κατά 15%. Σημασία όμως έχει ότι η ικανότητα

υπερθέρμανσης των NO<sub>x</sub> είναι 300 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή του CO<sub>2</sub>. Επίσης, πολυφθοριωμένες ενώσεις, όπως των CFC-12, HCFC-22, CF<sub>4</sub> SF<sub>6</sub>, εκτός από την επίδραση τους στη στοιβάδα του όζοντος συνεισφέρουν και στο συνολικό φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Οι αυξήσεις αυτές μεγιστοποίησαν την ικανότητα δέσμευσης της θερμότητας από την γήινη ατμόσφαιρα. Αντίθετα, τα θειικά αερολύματα, αν και αέριοι ρύποι, με την ικανότητα να αντανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία πίσω στο διάστημα μείωσαν μερικώς την θερμοκρασία της ατμόσφαιρας. Οι θερμοκρασίες στην επιφάνεια

της Γης, όπως μετρούνται συστηματικά εδώ και πολλές δεκαετίες, δείχνουν αύξηση της τάξης των 0,5-0,7 °C από το τέλος του 19ου αιώνα.

Με το σημερινό ρυθμό που αυξάνουν τα αέρια του θερμοκηπίου, υπολογίζεται ότι στα επόμενα 50 χρόνια η μέση θερμοκρασία θα αυξηθεί κατά 0,6-2,5 °C και κατά 1,4-5,8 °C τον επόμενο

αιώνα (σενάρια υπολογισμών που τείνουν να επιβεβαιωθούν με νεότερες έρευνες).

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου θα επηρεάσει άμεσα τα **υδατικά συστήματα** λόγω της αυξημένης εξάτμισης μαζών νερού. Εάν η ισορροπία εξάτμισης και βροχών μεταβληθεί θα επιφέρει ξήρανση του εδάφους, μείωση του επιπέδου λιμνών και ποταμών. Η ποσότητα του οξυγόνου στο νερό θα μειωθεί λόγω μικρότερης διαλυτότητας με επιπτώσεις στην υδρόβια ζωή και ιδιαίτερα τα ψάρια. Συγχρόνως, η αλατότητα των νερών θα αυξηθεί με υψηλότερες θερμοκρασίες, τόσο με την ανύψωση του επιπέδου των θαλασσών, όσο και με τη μείωση των βροχοπτώσεων σε εκβολές ποταμών. Οι θερμοκρασιακές μεταβολές έχουν επιφέρει ορισμένες αλλαγές και στις







ορεινές περιοχές και στα δάση, αν και από επιστημονική άποψη υπάρχουν πολλές αβεβαιότητες για τις αλλαγές στην δασικές πυρκαγιές, τα δασικά και ορεινά οικοσυστήματα, την κατανομή του νερού και την βιοποικιλότητα της άγριας φύσης.

Το κλίμα του πλανήτη επηρεάζεται επίσης και από τα **αερολύματα** στο κατώτερο στρώμα της ατμόσφαιρας, την τροπόσφαιρα, με δύο τρόπους:

- ✓ **άμεσα** μέσω της ανάκλασης και της απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας,
- ✓ **έμμεσα** μεταβάλλοντας τη διάρκεια ζωής και τις οπτικές ιδιότητες των νεφών.

## Επιπτώσεις της αέριας ρύπανσης στους βιογεωχημικούς κύκλους των στοιχείων – όξινη βροχή.



Τα σωματίδια, ιδιαίτερα αυτά που είναι υγροσκοπικά και έχουν αυξημένη διαλυτότητα στο νερό, όπως για παράδειγμα αυτά που περιέχουν ανόργανα άλατα όπως χλωριούχο νάτριο, θειικό νάτριο, χλωριούχο μαγνήσιο κλπ, χρησιμεύουν σαν πυρήνες συμπύκνωσης στη δημιουργία των νεφών (Cloud Condensation Nuclei, CCN). Η αυξημένη συγκέντρωση πυρήνων συμπύκνωσης σημαίνει αυξημένο αριθμό σταγονιδίων στα νέφη, με αποτέλεσμα το μέγεθος των σταγονιδίων να μειώνεται και επομένως να καθυστερεί η εκδήλωση βροχόπτωσης και να παρατείνεται ο χρόνος ζωής των νεφών στην ατμόσφαιρα. Τα νέφη ανακλούν μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας (αυξημένη λευκαύγεια (albedo)). Τα αερολύματα στη στρατόσφαιρα έχουν μεγάλους χρόνους παραμονής. Έτσι, παραμένουν σε αιώρηση στη στρατόσφαι-

ρα επί μήνες ή και χρόνια πριν από την τελική κατακρίμισή τους στην επιφάνεια της γης. Τα αερολύματα στη στρατόσφαιρα αλληλεπιδρούν με την ηλιακή ακτινοβολία. Ένα μέρος της ακτινοβολίας απορροφάται από τα σωματίδια προκαλώντας αύξηση της θερμοκρασίας στη στρατόσφαιρα και μείωση του ποσού ακτινοβολίας το οποίο είναι διαθέσιμο για την τροπόσφαιρα.

Οι κυριότερες αέριες εναποθέσεις στην ατμόσφαιρα μπορεί να είναι σωματιδιακές ή αέριες. Κυρίως αποτελούνται από: ιόντα υδρογόνου ( $H^+$ ), θειικά ιόντα ( $SO_4^{-2}$ ), μονοξείδιο του αζώτου ( $NO$ ), διοξείδιο του αζώτου ( $NO_2$ ) και πτη-

τικές οργανικές ενώσεις (VOCs) που ενεργούν ως καταλύτες φωτοχημικών αντιδράσεων στην παραγωγή όξινων χημικών ενώσεων, που ελαττώνουν το pH των κατακρημνίσεων. Η αμμωνία ( $NH_3$ ) είναι το κύριο

αέριο της ατμόσφαιρας που εξουδετερώνει όξινες χημικές ενώσεις ή ιόντα σχηματίζοντας άλατα. Οι υγρές εναποθέσεις γίνονται με βροχή, ομίχλη ή χιόνι, επιστρέφοντας με τον τρόπο αυτό στην γη και επηρεάζοντας τον εκάστοτε βιογεωχημικό κύκλο των στοιχείων αυτών. Το αποτέλεσμα αυτών των διεργασιών το φαινόμενο της **όξινης βροχής** (acid rain), που προκαλείται από ξηρές και υγρές κατακρημνίσεις ή εναποθέσεις αερολυμάτων. Οι κατακρημνίσεις αυτές είναι αποτέλεσμα των θειικών ( $SO_4^{-2}$ ) και νιτρικών ( $NO_3^-$ ) ιόντων που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα από ανθρωπογενείς πηγές ρύπανσης, κυρίως καύση ορυκτών καυσίμων με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο, και άλλες δραστηριότη-



τες. Από πολυάριθμες έρευνες είναι γνωστό ότι οι όξινες κατακρημνίσεις ή εναποθέσεις (acidic precipitations or depositions) έχουν επιβλαβείς επιπτώσεις στους ζωντανούς οργανισμούς, τα οικοσυστήματα, τα υλικά και την ανθρώπινη υγεία.

Το φαινόμενο της όξινης βροχής (όρος που προτάθηκε το 1872 από τον RA Smith) άρχισε να γίνεται οξύτερο με την έλευση της Βιομηχανικής Επανάστασης και της χρήσης καυσίμων πλούσιων σε θείο. Από τα τέλη της δεκαετίας του 1970, οι πιθανές επιπτώσεις στους βιότοπους, τα μνημεία και τα κτίρια και την ανθρώπινη υγεία προέ-

τρεψαν πολλές χώρες να μελετήσουν και να νομοθετήσουν τον περιορισμό των εκπομπών εκείνων που δημιουργούσαν όξινες εναποθέσεις (όπως το 10-χρονο πρόγραμμα National Acid Precipitation Assessment Program του Κογκρέσου των ΗΠΑ το 1980). Η ρύπανση της όξι-

νης βροχής είναι διασυνοριακό πρόβλημα μεταφοράς όξινων αερολυμάτων μεταξύ χωρών και ηπείρων. Για τον λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολυάριθμες έρευνες και προγράμματα, εθνικά και διεθνή, για τον περιορισμό και επανόρθωση των επιπτώσεων, καθώς έχουν δημοσιευθεί πολλές εκδόσεις και ανασκοπήσεις.

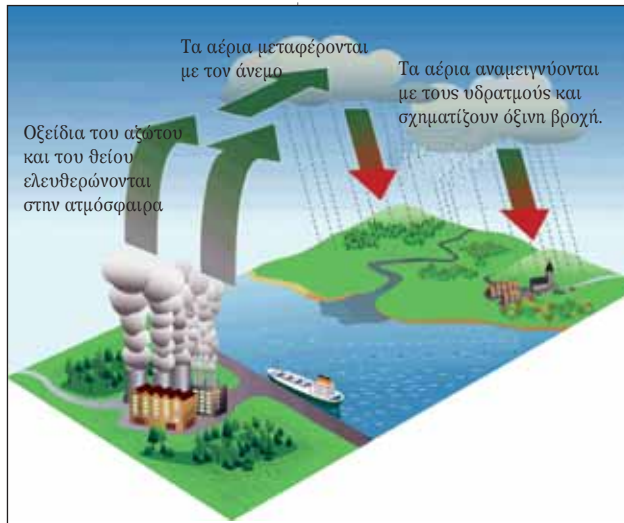
Η όξινη βροχή και η οξίνιση υδάτων που προκαλεί ποικίλει από περιοχή σε περιοχή. Σημαντικό ρόλο παίζει το είδος του εδάφους και η ικανότητά του να εξουδετερώνει τα θειικά ή νιτρικά ιόντα. Ορισμένοι θεωρούν ότι pH 5,6 αντιπροσωπεύει όξινες εναποθέσεις, ενώ άλλοι

θεωρούν ότι pH 5,0, χωρίς άλλες ανθρωπογενείς συνεισφορές, είναι πιο ικανοποιητικό και σε μερικές πολύ καθαρές περιοχές το 4.0-6.0. Σε περιοχές όπου τα εδάφη έχουν την ικανότητα εξουδετέρωσης της οξύτητας λόγω του ότι περιέχουν βασικά κατιόντα, ιδιαίτερα ασβεστίου ( $\text{Ca}^{+2}$ ), αλλά και μαγνησίου ( $\text{Mg}^{+2}$ ), νατρίου ( $\text{Na}^{+}$ ) και καλίου ( $\text{K}^{+}$ ). Η οξίνιση των επιφανειακών υδάτων τις περασμένες δεκαετίες πιθανόν να είναι αποτέλεσμα των όξινων εναποθέσεων, αλλά και άλλων ρύπων-ενώσεων. Το  $\text{CO}_2$  και τα υδροξείδια του αργιλίου μπορούν να δράσουν ως ασθενή οξέα. Επίσης η αποσύνθεση της

οργανικής ύλης σχηματίζει οξέα και απελευθερώνει ιόντα υδρογόνου.

Επιπρόσθετα, τα **αερολύματα** παίζουν σημαντικότατο ρόλο στην κατανομή της ύλης στο χώρο. Αυτό μπορεί να γίνει κατανοητό αν σκεφθούμε ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι το μέσον το οποίο μπορεί

να μεταφέρει, μέσω των σωματιδίων, ύλη σε αποστάσεις πολύ μεγαλύτερες από αυτές που θα μπορούσε να διανύσει η ύλη αυτή κινούμενη μέσω των νερών και των εδαφών. Η απομάκρυνση των σωματιδίων από τον αέρα μέσω υγρής και ξηρής κατακρήμνισης έχει ως αποτέλεσμα την τροφοδοσία χερσαίων και υδάτινων οικοσυστημάτων με τα συστατικά των αερολυμάτων. Μεγάλες ποσότητες σωματιδίων στην ατμόσφαιρα προέρχονται από την αιολική διάβρωση των εδαφών. Οι κυριότερες πηγές αυτών των σωματιδίων είναι οι ερημικές περιοχές του πλανήτη. Η διάμετρος των σωματιδίων αυτών κυμαίνεται από 1 μm έως 100 μm περίπου. Τα μεγαλύτερα





σωματίδια κατακρημνίζονται σύντομα κοντά στον τόπο παραγωγής τους. Τα μικρότερα, όμως, μπορεί να μεταφερθούν σε αποστάσεις χιλιάδων χιλιομέτρων από τις ερμηκές περιοχές. Με τη διεργασία αυτή, η Σαχάρα συμβάλλει σημαντικά στη θαλάσσια ιζηματογένεση της Μεσογείου. Από τα αποτελέσματα σχετικών ερευνών φαίνεται ότι τα νερά της Δυτικής Μεσογείου στην ανοιχτή θάλασσα, μακριά από τις παράκτιες ζώνες, φαίνεται να έχουν επηρεαστεί εντονότερα απ' ό,τι τα νερά του Ατλαντικού και του Ειρηνικού. Αυτό εξηγείται εύκολα, αν σκεφθεί κανείς ότι η Δυτική Μεσόγειος είναι κλειστή θάλασσα και περιβάλλεται από τις βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες της Ευρώπης.

**Η** χημική σύσταση της επιφανειακής στοιβάδας της στήλης του θαλασσινού νερού, σε μεγάλες αποστάσεις από τις ακτές, επηρεάζεται κυρίως από την ατμόσφαιρα. Είναι, επομένως, αναμενόμενο η διαβίωση των υδρόβιων οργανισμών να επηρεάζεται άμεσα από την τροφοδοσία της στοιβάδας αυτής μέσω της ατμόσφαιρας με διάφορα στοιχεία και χημικές ενώσεις. Μπορούμε να φανταστούμε ότι θα έχουμε θετικές επιδράσεις σε περίπτωση που αυτά αποτελούν θρεπτικά στοιχεία για τους οργανισμούς όπως π.χ. ο φώσφορος σε μία oligοτροφική (πτωχή σε θρεπτικά συστατικά) θαλάσσια περιοχή. Αντίθετα, αν τα στοιχεία ή οι χημικές ενώσεις είναι τοξικά για τους οργανισμούς, όπως π.χ. ορισμένα βαρέα μέταλλα, τότε θα έχουμε αρνητικές επιπτώσεις σ' αυτούς.

**Υ**πάρχουν αρκετά γενικά συμπεράσματα για τις βιολογικές επιπτώσεις των όξινων εναποθέσεων σε υδρόβιους οργανισμούς από πειραματικές μελέτες σε λίμνες, ρέματα, χείμαρρους κλπ,

στα οποία έγινε τεχνητή δημιουργία χαμηλής οξύτητας νερών. Με την μείωση του pH το αργίλιο (Al), που είναι το πιο κοινό μέταλλο στην επιφάνεια του εδάφους, αποπλύνεται και μεταφέρεται στο νερό, όπου συσσωρεύεται σε τοξικές συγκεντρώσεις. Εκτός από το αργίλιο, και άλλα μέταλλα κινητοποιούνται και καθίστανται πιο τοξικά σε χαμηλό pH. Ιδιαίτερα ο μόλυβδος, το κάδμιο, και ο υδράργυρος. Η αυξημένη οξύτητα ευνοεί την διαύγεια των λιμνών, πιθανόν λόγω αλλαγών στην σύνθεση των διαλυμένων οργανικών ενώσεων. Το φαινόμενο αυτό αυξάνει την φωτοσύνθεση σε μεγαλύτερα βάθη, καθώς και καθιστά πιο τρωτά τα ψάρια στα αρπακτικά πτηνά.

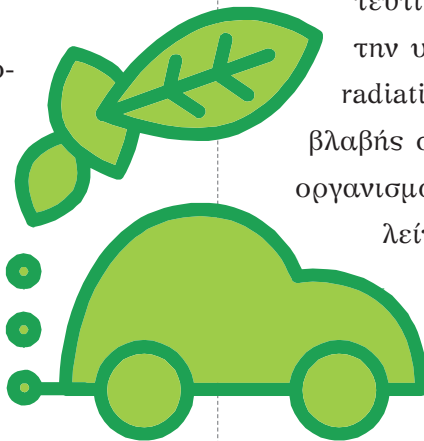
**Η** ποικιλία και ο πλούτος των υδρόβιων ειδών συνδέεται άμεσα με το pH των νερών. Υπάρχει μεγάλος αριθμός ερευνών για επιδράσεις της οξίνισης των νερών σε υδρόβια ασπόνδυλα. Η κοινή συνισταμένη των ερευνών αυτών δείχνει αλλαγές στην σύσταση των ειδών και στην αφθονία τους. Τα καρκινοειδή είναι συνήθως τα πιο ευαίσθητα ασπόνδυλα στην οξίνιση των νερών. Εργαστηριακές έρευνες και έρευνες πεδίου με ψάρια έδειξαν ότι οι όξινες εναποθέσεις επηρεάζουν την ανάπτυξή τους. Τα αυγά των ψαριών θεωρούνται το πιο ευαίσθητο στάδιο ανάπτυξης στην οξίνιση των νερών. Η κυριότερη επίπτωση του χαμηλού pH στα ψάρια είναι η παρεμβολή της ρύθμισης των ιόντων, η απώλεια χρήσιμων ιόντων μπορεί να είναι θανατηφόρος. **Ε**ρευνες έχουν γίνει για τις επιδράσεις των όξινων εναποθέσεων σε αμφίβια ζώα. Τα αμφίβια αντέχουν σε χαμηλότερα pH σε σχέση με τα ψάρια. Τοξικές επιδράσεις σε αμφίβια από χαμηλό pH έχουν ως αποτέλεσμα την μείωση της





ανάπτυξης, καθυστέρηση στην μεταμόρφωση και καθυστέρηση στην ανάπτυξη των εμβρύων. Τα **υδροβία πτηνά** που λαμβάνουν συχνά την τροφή τους από λίμνες, μικρές λίμνες και ρυάκια επηρεάζονται από την οξίνιση των νερών. Η επίδραση της οξίνισης στα υδροβία πτηνά γίνεται συνήθως μέσω της τροφικής αλυσίδας και μπορεί να επηρεάσει τη σύνθεση των ειδών και την αφθονία τους, να μειώσει την θερμοδική σύσταση των υδροβίων εντόμων ή να αυξήσει τα επίπεδα μετάλλων στους οργανισμούς που χρησιμοποιούν ως τροφή. Γενικά, τα ιχθυοβόρα (pisivorous) πτηνά είναι εκείνα που παρουσιάζουν τον μεγαλύτερο κίνδυνο από την οξίνιση των νερών γιατί δεν μπορούν να βρουν τροφή σε νερά χαμηλού pH.

Οι όξινες εναποθέσεις έχουν προκαλέσει σημαντικές βλάβες στην ανάπτυξη και την υγεία των δασών σε πολλές περιοχές του κόσμου (ιδιαίτερα στην Γερμανία, κεντρική Ευρώπη, Σκανδιναβικές χώρες, ΗΠΑ και Καναδά). Στην Γερμανία το 50% των δασών δείχνουν σημάδια παρακμής και απωλειών, ιδιαίτερα σε δάση ελάτης στο νότιο τμήμα της χώρας. Αλλά και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες έχουν παρατηρηθεί παρόμοια φαινόμενα. Στις ΗΠΑ τα δάση που έχουν επηρεασθεί είναι κυρίως της ερυθρελάτης. Υπάρχουν όμως και άλλοι παράγοντες που ενδέχεται να παίζουν σημαντικό ρόλο, όπως το κλίμα, η δυναμική των κοινοτήτων, αέρια ρύπανση (ιδιαίτερα το όζον). Η ερυθρελάτη είναι ευαίσθητη σε χαμηλό pH και αυξημένες συγκεντρώσεις αργιλίου. Οι απώλειες δασών συνεχίζονται σε πολλές περιοχές του πλανήτη και έχουν σημαντικές οικολογικές, οικονομικές και κλιματολογικές επιπτώσεις. Στην Ευρώπη, η



αέρια ρύπανση και οι όξινες κατακρημνίσεις έχουν συμβάλει σημαντικά στην μείωση της ποιότητας και της υγείας των δασών.

## Επιπτώσεις της αέριας ρύπανσης στην στρατοσφαιρική στιβάδα του όζοντος.

Το στρατοσφαιρικό όζον είναι εντελώς διαφορετικό από το όζον της ατμόσφαιρας (τροπόσφαιρα) που αποτελεί δευτερογενή φωτοχημικό ρύπο. Το στρατοσφαιρικό όζον (εξαιρετικά χαμηλές συγκεντρώσεις σε 15-85 km από την επιφάνεια της Γης) σχηματίζει προστα-

τευτική αραιή στιβάδα που απορροφά την υπεριώδη ακτινοβολία (Ultra Violet radiation, UV) του ήλιου που είναι επι-

βλαβής στον άνθρωπο και τους ζωντανούς οργανισμούς. Η ηλιακή ακτινοβολία αποτε-

λείται κυρίως από την UV-A (μήκος κύματος άνω των 320 nm), και σε μικρά ποσοστά από την UV-B (280-320 nm) και την UVC (180-240 nm). Η πρώτη είναι περιοχή

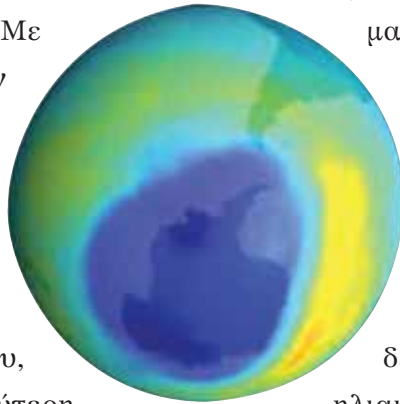
του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας που δεν απορροφάται από τη στιβάδα του όζοντος και αποτελεί το ηλιακό φως που δέχεται η επιφάνεια της Γης, ενώ οι άλλες περιοχές του φάσματος είναι ενεργειακά δραστικές (προκαλούν βλάβες σε βιομόρια) αλλά απορροφούνται από τη στιβάδα του όζοντος. Η στιβάδα του όζοντος προστατεύει τα έμβια όντα, αλλά ταυτόχρονα συμμετέχει μαζί με τα άλλα αέρια στη διατήρηση της θερμικής ισορροπίας του συστήματος που περιλαμβάνει το περιβάλλον της ατμόσφαιρας και της σφαίρας της Γης.

Η διάσπαση του όζοντος περιλαμβάνει κυρίως αντιδράσεις με ελεύθερες ρίζες που δημιουργούνται στη στρατόσφαιρα από διάφορους




ρύπους και το οξυγόνο με την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας. Από το 1974 οι Molina και Rowland προέβλεψαν το ρόλο των χλωροφθορανθράκων (CFCs, chlorofluorocarbons) στην καταστροφή της στιβάδας του όζοντος. Οι CFCs άρχισαν να παρασκευάζονται από το 1928 και βρήκαν πολυάριθμες εφαρμογές λόγω των ιδιοτήτων τους π.χ. ως ψυκτικά υγρά σε ψυγεία και κλιματιστικά μηχανήματα, ως προωθητικά σε δοχεία ψεκασμού (σπρέι), ως οργανικοί διαλύτες στη βιομηχανία ηλεκτρονικών συσκευών, κλπ. Από τους CFCs που χρησιμοποιήθηκαν ευρύτατα σε ψυκτικά υγρά (φρέον) οι πιο δραστηριοί αποδείχθηκαν οι πολυχλωριωμένοι που δεν διασπώνται εύκολα (75 και 111 χρόνια αντίστοιχα). Με την απελευθέρωση στο περιβάλλον ανέρχονται με αέριες δίνες στην ατμόσφαιρα και στρατόσφαιρα όπου με την επίδραση της UV-B και UV-C παράγουν νέες ελεύθερες ρίζες χλωρίου. Ένα άτομο χλωρίου μπορεί να εξουδετερώσει, περίπου, 100.000 μόρια όζοντος. Η μεγαλύτερη απώλεια όζοντος και η δημιουργία της «τρύπας του όζοντος» στους πόλους, ιδιαίτερα στην Ανταρκτική, είναι αποτέλεσμα των χαμηλών θερμοκρασιών (-80 °C) και του πολικού στρόβιλου που εμποδίζει την ανταλλαγή του αέρα στα μεσαία γεωγραφικά πλάτη. Στις συνθήκες αυτές σχηματίζονται υπερκαταψυγμένοι παγοκρυσταλλοί στα στρατοσφαιρικά σύννεφα που παίζουν καταλυτικό ρόλο με τις επιφάνειες τους για τις ενώσεις χλωρίου και βρωμίου να διασπασουν το όζον. Μετά το τέλος της άνοιξης στην Ανταρκτική ο πολικός στρόβιλος καταρρέει και άφθονος αέρας μεταφέρεται από άλλες περιοχές αναπληρώνοντας το όζον που χάθηκε.

**Οι** μεγαλύτερες συνέπειες από τη μείωση του



στρατοσφαιρικού όζοντος και η αντίστοιχη αύξηση της υπεριώδους ακτινοβολίας θα είναι η **αύξηση των καρκίνων του δέρματος** στον άνθρωπο (κακοήθες μελάνωμα και νεοπλασμάτα του δέρματος), οι πιθανές βλάβες σε ιστούς ζωντανών οργανισμών και επιβλαβείς επιπτώσεις σε ευαίσθητα οικοσυστήματα. Επιδημιολογικές έρευνες δείχνουν ότι οι καρκίνοι του δέρματος οφείλονται στην έκθεση σε ηλιακή ακτινοβολία, διαφέρουν σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος, είναι ανάλογα της έντασης της ακτινοβολίας και της διάρκειας έκθεσης. Η θνησιμότητα είναι σχετικά μικρή (περίπου 1%) λόγω του ότι θεραπεύονται εύκολα τα κακοήθη επιθηλώματα. Αντίθετα, τα κακοήθη μελανώματα είναι επικίνδυνα και μπορούν να αποβούν θανατηφόρα. Υπολογισμοί της EPA προβλέπουν ότι για κάθε 1% μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος θα παρουσιασθούν αυξήσεις της τάξης των 4-6% σε καρκίνους του δέρματος. Επιπλέον, η αύξηση της ηλιακής ακτινοβολίας θα έχει επιπτώσεις στην αύξηση των περιπτώσεων καταρράκτη ματιών σε άτομα που εκτίθενται στον ήλιο λόγω επαγγελματικών συνθηκών. Επίσης, η υπεριώδης ακτινοβολία μπορεί να υποβιβάσει το ανοσολογικό σύστημα στον άνθρωπο και στα ζώα. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της καταστροφής της στιβάδας του όζοντος και της αύξησης της υπεριώδους ακτινοβολίας είναι φυσικό να φανούν στα ευαίσθητα οικολογικά συστήματα, το φυτοπλαγκτόν και άλλους χερσαίους και υδρόβιους οργανισμούς.



 καθαρός αέρας θεωρείται ως η βασική προϋπόθεση για την ανθρώπινη υγεία και ευημερία. Ο άνθρωπος χρειάζεται μια συνεχή παροχή τροφής, νερού και αέρα. Οι απαιτήσεις είναι αναφορικά 10–20 m<sup>3</sup> αέρα και 1–2 lt νερού ημερησίως, ποσότητες που δεν είναι για όλους τους ανθρώπους διαθέσιμες. Οι ραγδαίες εξελίξεις στον τομέα της τεχνολογίας, τις τελευταίες δεκαετίες, με την βιομηχανοποίηση της κοινωνίας μας, ανεβάζει την ποιότητα ζωής, με κόστος όμως την υποβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος. Η αέρια ρύπανση αποτελεί μία από τις διαταραχές στο περιβάλλον που έχουν προκληθεί από τη δραστηριότητα του ανθρώπου και παρότι έχει εμφανιστεί μεμονωμένα σε παλαιότερες ιστορικές περιόδους, κατά το δεύτερο ήμισυ του εικοστού αιώνα η εξάπλωση της έχει ενταθεί και γενικευθεί αποτελώντας ένα σοβαρό πρόβλημα των σύγχρονων μεγαλουπόλεων. Παρά την εισαγωγή νέων, πιο καθαρών τεχνολογιών στην βιομηχανία, στην παραγωγή ενέργειας και στις μεταφορές, η ρύπανση του αέρα παραμένει ένας τεράστιος κίνδυνος για την υγεία. Πρόσφατες μελέτες παγκοσμίως αποκάλυψαν μια σχέση μεταξύ της αστικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ιδιαίτερα των λεπτών αερολυμάτων, με την ανθρώπινη υγεία. Χιλιάδες πρόωροι θάνατοι στον ευρωπαϊκό χώρο οφείλονται στην ρύπανση του αέρα.

**Η** ατμοσφαιρική ρύπανση είναι γνωστή από πολύ παλιά. Όπως ήδη αναφέρθηκε, η πιο παλιά προσπάθεια καταπολέμησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης έγινε το 1273, όταν το

Βρετανικό Κοινοβούλιο ψήφισε νόμο, που απαγόρευε την καύση ενός ιδιαίτερα ρυπογόνου είδους άνθρακα στο Λονδίνο. Τον 18ο αιώνα στο Λονδίνο γνώριζαν ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Το 19ο αιώνα τα πράγματα χειροτέρευαν και στο πρώτο μισό του 20ου αιώνα δύο επεισόδια στην κοιλάδα του Μεσ στο Βέλγιο (1939) και στην Ντονόρα της Πενσυλβάνιας (1948), αφ' ενός προκάλεσαν μερικές χιλιάδες θύματα μεταξύ των κατοίκων αυτών των πόλεων, αφ' ετέρου όμως συνετέλεσαν, ώστε να προωθηθεί η επιστημονική έρευνα με αντικείμενο την ατμοσφαιρική ρύπανση. Μετά το επεισόδιο του Λονδίνου το 1952 (4.000 νεκροί), άρχισαν να καταρτίζονται κανονισμοί ελέγχου της ποιότητας

της ατμόσφαιρας. Τα προβλήματα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Ελλάδα άρχισαν να εμφανίζονται από τη στιγμή που το μοντέλο ανάπτυξης της κοινωνίας προϋπέθετε υπερσυγκέντρωση πληθυσμού και βιομηχανιών στα αστικά κέντρα. Έτσι, η εισροή πληθυσμού στα μεγάλα αστικά κέντρα έγινε ευκαιριακά και άναρχα. Η έλλειψη προγραμματισμού οδήγησε σε διόγκωση των πόλεων κατά τρόπο αυθαίρετο, τόσο από πολεοδομική, όσο και από λειτουργική άποψη, με κορυφαίο παράδειγμα την περίπτωση της Αθήνας. Παράλληλα, οι έντονες κοινωνικές ανάγκες, που έπρεπε να αντιμετωπιστούν τις πρώτες δεκαετίες μετά το Β' παγκόσμιο πόλεμο, δεν άφηναν περιθώρια για τη λήψη μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος.

**Η** αύξηση της ρύπανσης του αέρα από την υπερρεντατική χρήση των πηγών φυσικής ενέργειας





και την ανάπτυξη στην κατασκευή και χρήση των χημικών, συνοδεύτηκε από μια αυξανόμενη συνείδηση και έγνοια του κοινού για τα επιβλαβή αποτελέσματά της στην υγεία και το περιβάλλον. Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια διαδόθηκε η γνώση για τη φύση, την ποσότητα, τη φυσικοχημική συμπεριφορά και τις συνέπειες των αέριων ρύπων. Ωστόσο, συγκεκριμένες απόψεις των αποτελεσμάτων στην ανθρώπινη υγεία απαιτούν περαιτέρω προσδιορισμό, συμπεριλαμβανομένων νεότερων επιστημονικών πεδίων όπως είναι η τοξικότητα. Ο αντίκτυπος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι ευρύς. Στον άνθρωπο, η απορρόφηση και η εναπόθεση εισπνεόμενων χημικών μπορεί να έχει άμεσες συνέπειες για την υγεία του. Παρ' όλα αυτά, η δημόσια υγεία μπορεί να επηρεαστεί και έμμεσα από την εναπόθεση αέριων ρύπων από τις περιβαλλοντικές διεργασίες των φυτών και των ζώων, που έχουν σαν αποτέλεσμα την είσοδο των χημικών στην τροφική αλυσίδα ή την παρουσία τους στο πόσιμο νερό. Έτσι, συνθέτουν πρόσθετες πηγές ανθρώπινης έκθεσης. Επιπλέον, τα άμεσα αποτελέσματα των ρυπαντών στα φυτά, τα ζώα και το έδαφος μπορεί να επηρεάσει τη δομή και τη λειτουργία του οικοσυστήματος, επιδρώντας έτσι στην ποιότητα ζωής.

Αποτέλεσμα ήταν τα υπερβολικά προβλήματα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης να πάρουν μεγαλύτερη έκταση και να γίνουν περιπλοκότερα και οξύτερα, απ' όσο θα ήταν σε μια προγραμματισμένη ή τουλάχιστον ελεγχόμενη αστικοποίηση της χώρας. Έχει γίνει αλματώδης πρόοδος στη μείωση πολλών μορφών ρύπανσης. Παρ' όλα αυτά οι υψηλές συγκεντρώσεις στα αέρια μικροσωματίδια και το επίπεδο του όζοντος, προκαλούν ακόμα προβλήματα υγείας σε πολλές μεγάλες πόλεις και στις γύρω περιοχές.

Παρά τις μειώσεις στις συγκεντρώσεις κάποιων εκλύσεων, οι συγκεντρώσεις σε αυτούς τους ρύπους παραμένουν υψηλές, συχνά πάνω από τα επιτρεπτά όρια. Η έκθεση σε αυτές τις συγκεντρώσεις οδηγεί σε επιδείνωση των προβλημάτων και τελικά σε πρόωρο θάνατο. Ο αυξανόμενος όγκος των μεταφορών, σε οχήματα και σε επιβάτες, έδειξε ότι σημαντικά τεχνολογικά επιτεύγματα δεν βοήθησαν καθόλου στην μείωση των εκλύσεων των επικίνδυνων ρύπων. Η Ευρώπη χάνει 200 εκατομμύρια εργάσιμες μέρες ετησίως λόγω ασθενειών που σχετίζονται με την αέρια ρύπανση. Επίσης, εκτιμάται ότι ένα 6,4% ασθενειών και θανάτων σε μικρά παιδιά οφείλεται στην ρύπανση του εξωτερικού αέρα.

Έτσι λοιπόν γίνεται φανερό ότι η αέρια ρύπανση είναι ένα θέμα που άπτεται της καθημερινής ζωής των εκπαιδευτικών, των μαθητών και των οικογενειών τους. Είναι κρίσιμο δε να ενσωματωθεί στις εκπαιδευτικές δραστηριότητες του σχολείου και η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση μπορεί να προσφέρει προς αυτό το σκοπό. Μέσα από προγράμματα της Π.Ε. μπορεί να προσφερθεί η κατάλληλη και έγκυρη γνώση και διαπαιδαγώγηση για σημαντικά προβλήματα που προκαλούνται από την αέρια ρύπανση.



## Κριτήρια Επιλογής για τη Μαγνησία

λα αυτά τα προβλήματα που συνδέονται με την αέρια ρύπανση είναι ιδιαίτερα έντονα στη περιοχή του Βόλου, μιας πόλης με σημαντικό βιομηχανικό ιστορικό, αλλά που και σήμερα φιλοξενεί δύο από τις πιο ρυπογόνες βιομηχανίες της χώρας. Η αέρια ρύπανση αποτελεί σήμερα το σημαντικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα της πόλης, με άμεσες συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία, αφού σ' αυτήν αποδίδεται η συχνή τα τελευταία χρόνια, εμφάνιση παθήσεων όπως: παιδικό άσθμα, καρκινώματα, πνευμονοπάθειες βρογχίτιδες και διάφορες αλλεργίες και δερματοπάθειες. Το πρόβλημα εντοπίζεται κυρίως στα αιωρούμενα σωματίδια τα οποία προέρχονται από τη βιομηχανική δραστηριότητα, την κυκλοφορία αυτοκινήτων και τους καυστήρες κεντρικής θέρμανσης των πολυκατοικιών. Η κατάσταση αυτή αποτυπώνεται τόσο σε εκθέσεις τοπικών φορέων, μελέτες Πανεπιστημίων αλλά και στην τελευταία Έκθεση της Ευρωπαϊκής Ένωσης για "την κατάσταση των ευρωπαϊκών πόλεων" (Μάιος 2007).

Σύμφωνα με την έκθεση αυτή, τα τελευταία 20 χρόνια τα περισσότερα αποτελέσματα για βλάβες στην υγεία αποδίδονται στη ρύπανση από μικροσωματίδια. Τα ευρήματά αναφέρουν ότι οι βραχυχρόνιες επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων είναι 0,5 με 1% αύξηση θνησιμότητας κατά τις ημέρες με υψηλές συγκεντρώσεις μικροσωματιδίων, ενώ η μακροχρόνια έκθεση στα τρέχο-

ντα επίπεδα ρύπανσης μειώνει από μισό έως ένα έτος το προσδόκιμο ζωής. Επιπλέον, τις ημέρες που έχουμε υπερβάσεις παρατηρείται αύξηση των εισαγωγών επειγόντων περιστατικών στα νοσοκομεία, καθώς και αύξηση στα αναπνευστικά προβλήματα. Άλλωστε, οι υψηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του αζώτου επηρεάζουν τη θνησιμότητα, ανεξάρτητα από τα μικροσωματίδια. Μάλιστα έχει υπολογιστεί ότι για κάθε 10 μικρογραμμάρια αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του αζώτου η θνησιμότητα αυξάνεται κατά 0,3%. Συγκεκριμένα

για την πόλη του Βόλου, στην οποία, από τους πρώτους δύο μήνες του 2008 έχει εξαντλήσει τις 35 υπερβάσεις σε συγκεντρώσεις μικροσωματιδίων που έχει θέσει ως όριο η Ε.Ε., σύμφωνα με τις μετρήσεις του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Κρίνεται λοιπόν απαραίτητο να γίνει μια προσπάθεια ενημέρωσης των μαθητών, των εκπαιδευτικών και των οικογενειών

τους για τα συγκεκριμένα προβλήματα, με σκοπό την ευαισθητοποίηση τους και τη δραστηριοποίησή τους στο συγκεκριμένο ζήτημα. Είναι σημαντικό να γίνει από όλους κατανοητό ότι η συνολική αλλά και η προσωπική συμβολή του κάθε ένα μας στη επίλυση των προβλημάτων της αέριας ρύπανσης είναι ουσιαστική και απαραίτητη. Οι εκπαιδευτικές δράσεις που προτείνονται δεν έχουν τοπικό χαρακτήρα αλλά αφορούν όλους μας.







## Εκπαιδευτικοί Στόχοι

Οι εκπαιδευτικοί στόχοι ενός προγράμματος για την αέρια ρύπανση μπορούν να περιγραφούν ανά κατηγορία. Έτσι, επιδιώκεται οι μαθητές:

### Γνωστικοί

**Να** προσεγγίσουν όρους που σχετίζονται με τη ρύπανση του αέρα.

**Να** καταγράψουν τα προβλήματά του.

**Να** αντιληφθούν το πρόβλημα στη διεθνή του διάσταση.

**Να** λάβουν τεκμηριωμένες απαντήσεις στα ερωτήματά τους.

**Να** προσεγγίσουν κριτικά τα περιβαλλοντικά θέματα.

**Να** αποκτήσουν ικανότητα αξιολόγησης περιβαλλοντικών μετρήσεων αναφορικά με οικολογικούς, οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες.

**Να** συνδέσουν την ατμοσφαιρική ρύπανση με την υγεία του ανθρώπου και των άλλων οργανισμών.

**Να** συγκρίνουν τα αποτελέσματα, να εξάγουν αποτελέσματα.

### Συναισθηματικοί

**Να** ευαισθητοποιηθούν στα περιβαλλοντικά ζητήματα.

**Να** εκτιμήσουν την επείγουσα ανάγκη επίλυσης των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

**Να** αναπτύξουν νέο κώδικα αξιών μέσα σε μία κοινωνία που συνεχώς μεταλλάσσεται.

**Να** συνειδητοποιήσουν το ρόλο των πολιτών

στη δημιουργία και στην αντιμετώπιση του φαινομένου.

### Ψυχοκινητικοί

**Να** επιθυμούν και να προάγουν τη συνεργασία.

**Να** μπορούν να διακρίνουν τις αιτίες του προβλήματος.

**Να** αναλαμβάνουν τη δέσμευση να μιλήσουν στο άμεσο και έμμεσο τους περιβάλλον για τα περιβαλλοντικά θέματα.

**Να** αναπτύσσουν πρωτοβουλίες και αυτενέργειες.

**Να** ενεργοποιούνται στο να γράψουν κείμενα στον τοπικό τύπο.

**Να** αποκτήσουν δεξιότητες συλλογής, καταγραφής και αξιοποίησης δεδομένων.

**Να** αποκτήσουν ικανότητα παρατήρησης, μετρήσεων, υπολογισμών, χειρισμού οργάνων, πειραμάτων.

### Κοινωνικοί

**Να** γίνει ένα άνοιγμα του Κ.Π.Ε. στη κοινωνία του Βόλου με ένα καθημερινό πρόβλημα.

**Να** καλλιεργηθεί η υπευθυνότητα και ικανότητα παρέμβασης.

### Μορφωτικοί

**Να** έρθουν σε επαφή με πανεπιστήμια, οργανώσεις, ειδικούς επιστήμονες, βιβλιοθήκες.

**Να** αποκτήσουν γνώση στο ελεύθερο χρόνο τους, διαρκής επιμόρφωση.

### Συμμετοχικοί

**Να** εξοικειωθούν με την ομαδική εργασία.



# Διδακτικές ενότητες - Φύλλα εργασίας

**Σ**τη συνέχεια παρουσιάζονται τέσσερις ενδεικτικές διδακτικές ενότητες με τα σχετικά φύλλα εργασίας, προσπαθώντας να προσφέρουν ένα έναυσμα για την ενσωμάτωση θεμάτων σχετικών με την αέρια ρύπανση, τόσο στα μαθήματα του προγράμματος σπουδών του σχολείου, όσο και την δημιουργία ανεξάρτητων προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης με θέμα τον Αέρα. Επιλέχθηκαν τέσσερις ενότητες, για να συνδεθούν με την ηλικία των μαθητών, με θέμα:



Το αναπνευστικό μας σύστημα και το άσθμα,



Η δομή του αέρα και τα αέρια σώματα,



Αέριοι ρύποι γύρω μας και πηγές τους,



Αποτελέσματα της αέριας ρύπανσης και ατομική ευθύνη.

Κάθε ενότητα σημειώνεται με το δικό της χρώμα στην άκρη της σελίδας έτσι ώστε να είναι εύκολη η επιλογή των αντίστοιχων φύλλων εργασίας. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι ανάλογα με την κρίση του εκπαιδευτικού δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν φύλλα εργασίας από κάθε ενότητα για κάθε σκοπό. Το ίδιο ισχύει και για τις ηλικίες που επιλέχθηκαν για κάθε ενότητα. Με τις κατάλληλες μετατροπές κάθε φύλλο εργασίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάθε τάξη. Στο εγχειρίδιο αυτό, επιλέχθηκε για κάθε ενότητα:

Η πρώτη ενότητα να αφορά παιδιά

νηπιακής ηλικίας και τους γονείς τους, καθώς στην ηλικία αυτή ανακαλύπτουν το σώμα τους και είναι και η ηλικία που, όπως αναφέρθηκε, εμφανίζονται συνήθως τα πρώτα συμπτώματα άσθματος.

Η δεύτερη ενότητα αφορά παιδιά δημοτικού κυρίως σχολείου, καθώς θεωρείται στη βιβλιογραφία η κατάλληλη ηλικία να αντιληφθούν ότι ο αέρας δεν είναι κενός αλλά αποτελείται από σωματίδια, άλλα ωφέλιμα και άλλα βλαβερά.

Η Τρίτη ενότητα προτείνεται για το Γυμνάσιο, καθώς οι μαθητές τότε εμφανίζουν έντονη διάθεση εξερεύνησης.

**Τέλος**, για το Λύκειο προτείνονται δράσεις που οδηγούν την αλλαγή της στάσης τους σε καθημερινές συνήθειες που συνδέονται με την αέρια ρύπανση.






# ΕΝΟΤΗΤΑ 1:

## ΤΟ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΤΟ ΑΣΘΜΑ



## Σκοπός του μαθήματος

 ι περισσότεροι από μας, πολλές φορές αναπνέουμε χωρίς καν να το σκεφτούμε. Περίπου 25.000 φορές αναπνέουμε κάθε μέρα και προσλαμβάνουμε με αυτές περίπου 10.000 λίτρα αέρα. Τα παιδιά προσλαμβάνουν περισσότερο αέρα ανά κιλό βάρους απ' ότι οι ενήλικες. Η ενόττητα αυτή λοιπόν αποσκοπεί στο να διδάξει στα παιδιά τον τρόπο με τον οποίο επιτελείται η αναπνοή και να τα εισαγάγει στα βασικά στοιχεία του αναπνευστικού μας συστήματος.

Το αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου περιλαμβάνει τη μύτη, το στόμα, τον φάρυγγα, την τραχεία με τους βρόγχους και τους πνεύμονες. Η βασική του λειτουργία είναι η προμήθεια των εσωτερικών μας οργάνων, μυών και ιστών με οξυγόνο, ενώ ταυτόχρονα απομακρύνει το διοξείδιο του άνθρακα από το αίμα. Οι αέριες δίοδοι στη μύτη, στον φάρυγγα και την τραχεία καλύπτονται από βλέννα και τριχίδια, τα οποία παγιδεύουν κάθε ξένο σωματίδιο που επιχειρεί να εισέλθει μαζί με τον αέρα. Φυσιολογικά, ο αέρας εισέρχεται από την μύτη και περνά από τον φάρυγγα και την τραχεία με τους δύο βρόγχους, μέχρι να φτάσει στους πνεύμονες. Εκεί γίνεται η ανταλλαγή των αερίων (διοξείδιο του άνθρακα και οξυγόνου) σε ειδικούς μικροσκοπικούς σάκους που λέγονται κυψελίδες.

Το αναπνευστικό σύστημα των παιδιών είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στην αέρια ρύπανση, αλλά


και σε μια σειρά από αναπνευστικές παθήσεις που συνδέονται με την ποιότητα του αέρα. Οι αέριοι ρύποι μπορούν να παρεμποδίσουν τη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος των παιδιών τόσο άμεσα, όσο και έμμεσα επιδρώντας και μειώνοντας τη δράση του ανοσοποιητικού τους συστήματος. Τα αποτελέσματα ποικίλουν από απλές περιπτώσεις καταρροής και δυσφορίας έως ακόμα και τον θάνατο παιδιών. Η κυριότερη ασθένεια του αναπνευστικού


συστήματος στη παιδική ηλικία είναι το άσθμα, κατά την οποία οι αεραγωγοί του παιδιού στενεύουν και παρεμποδίζουν την είσοδο του αέρα. Ακολουθεί ξεχωριστό τμήμα για το άσθμα, αλλά και περισσότερα στοιχεία για την αέρια ρύπανση και τους κύριους ρύπους μπορούν να βρεθούν επόμενες ενότητες και ένθετα.








## Δραστηριότητα


 αρακινούμε τα παιδιά να εστιάσουν την προσοχή τους στην αναπνοή τους και να συγκεντρωθούν στην αίσθηση που τους αφήνει ο αέρας που ταξιδεύει μέσα από το αναπνευστικό τους σύστημα. Εξηγούμε ότι η μύτη και το στόμα τους ενώνονται. Την σύνδεση αυτή μπορούμε να την προβάλλουμε με την ακόλουθη άσκηση έτσι ώστε να γίνει πιο κατανοητή:


 Πρώτα ζητήστε από τα παιδιά να τοποθετήσουν το χέρι τους πάνω στο στήθος τους και να περιγράψουν πως αντιλαμβάνονται την αναπνοή τους.

 Εστιάστε στις εισπνοές από τη μύτη, ζητώντας τους να καλύψουν το στόμα τους με το ελεύθερο χέρι τους.

 Ζητήστε να αλλάξουν τρόπο εισπνοής, δηλαδή να εισπνέουν από το στόμα κλείνοντας τη μύτη τους με το ίδιο χέρι, χωρίς δηλαδή να αφήσουν το στήθος τους.


 Ζητήστε τους να συγκρίνουν τη κίνηση που έκανε το στήθος τους στις δύο περιπτώσεις, τόσο κατά την εισπνοή, όσο και κατά την εκπνοή.

 Χρησιμοποιείτε μια αφίσα του αναπνευστικού συστήματος, για να σχεδιάσετε την αναπνευστική οδό που ακολουθεί το οξυγόνο, καθώς εισέρχεται στο σώμα και το διοξείδιο του άνθρακα καθώς εξέρχεται.


 Ζητήστε τώρα από τα παιδιά να κάτσουν ακίνητα για ένα λεπτό. Ρωτήστε τα πως αισθάνονται την αναπνοή τους.

 Στη συνέχεια καλέστε τους μαθητές

να κάνουν μια άσκηση για ένα λεπτό (π.χ. να πηδήξουν στην θέση τους).

 Ρωτήστε τα παιδιά πότε η αναπνοή τους ήταν γρηγορότερη.

Εξηγήστε ότι, όταν γυμνάζονται η μυς χρειάζονται περισσότερο οξυγόνο και για τον λόγο αυτό αυξάνεται ο ρυθμός της αναπνοής μας.

 Τέλος, μοιράστε στους μαθητές το φύλλο εργασίας 1 που ακολουθεί. Καλέστε τους να σχεδιάσουν την οδό που ακολουθεί ο αέρας για να εισέλθει στο σώμα του παιδιού. Μπορείτε να ζητήσετε από τα παιδιά να χρωματίσουν, να κόψουν και να κολλήσουν στην κατάλληλη θέση τα μέρη του αναπνευστικού συστήματος.





Μπορείς να χρωματίσεις τα όργανα που μας βοηθούν να αναπνεύσουμε και να τα βάλεις στη σωστή θέση;



1


||



2

3

## Βασικά Στοιχεία για το Άσθμα

 ι πληροφορίες που ακολουθούν αποτελούν μια εισαγωγή στο θέμα του άσθματος, προσπαθώντας να απαντήσουν με απλό τρόπο σε μια σειρά από ερωτήσεις που συχνά απασχολούν πολλούς ανθρώπους.

### Τι είναι το άσθμα;

Το άσθμα είναι μια χρόνια πνευμονική πάθηση η οποία ελαττώνει την ικανότητα αναπνοής ενός παιδιού. Η ασθένεια εκδηλώνεται με την εμφάνιση ασθματικών επεισοδίων. Κατά τη διάρκεια αυτών των επεισοδίων παρατηρείται στένωση των αεραγωγών που δυσχεραίνει την αναπνοή. Τρεις παράγοντες συμμετέχουν κυρίως στην εμφάνισή τους:

1. Οι μυς γύρω από τους αεραγωγούς συστέλλονται στενεύοντάς τους.
2. Οι αεραγωγοί στενεύουν και φράζουν λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας που μπορεί να προκαλείται από κάποια εξωγενή αίτια.
3. Παράγεται περισσότερη βλένα απ' ό τι συνήθως μπλοκάροντας περαιτέρω τους αεραγωγούς

### Τι μπορεί να προκαλέσει Ασθματικό Επεισόδιο;

Τα ασθματικά επεισόδια συνήθως οφείλονται σε περιβαλλοντικές συνθήκες ή ερεθίσματα που συχνά αναφέρονται ως «**πυροκροτητές του άσθματος**». Αυτοί διαφέρουν ανάλογα με την περίπτωση και τον οργανισμό του παιδιού και περιλαμβάνουν: Την αέρια ρύπανση, τον καπνό του τσιγάρου, τα κατοικίδιαζώα, τα ακάρεα στη σκόνη, τα αερολύματα, αρώματα και ισχυρές μυρωδιές, τις κατσαρίδες, τον καπνό από ξύλα, την άσκηση, κάποια ίωση του αναπνευστικού και τον κρύο αέρα.

### Ποια προειδοποιητικά μηνύματα και ποια συμπτώματα εμφανίζονται σε μια κρίση άσθματος;

**Προειδοποιητικά σημάδια** για μια επερχόμενη κρίση άσθματος μπορεί να

αποτελέσουν όλες οι αλλαγές στην φυσιολογική λειτουργία της αναπνοής του παιδιού. Αυτές μπορεί να γίνουν αντιληπτές ώρες οι και μέρες πριν το επεισόδιο. Διαφορετικά παιδιά μπορεί να εμφανίζουν διαφορετικά σημάδια, τα συχνότερα όμως και τα πιο κοινά αφορούν αλλαγές στον ρυθμό με τον οποίο αναπνέουν. Δηλαδή:

### **Βήχας Σύντομες αναπνοές Δυσκολία αναπνοής Γρήγορες αναπνοές Αναπνοή από το στόμα**

Τα μηνύματα αυτά όσο πλησιάζει η κρίση επιμένουν και εντείνονται, με αποτέλεσμα όταν αυτή ξεσπάσει να εμφανίζει **τα συμπτώματα της κρίσης**, δηλαδή:

### **Επίμονος βήχας Σφίξιμο στο στήθος Λαχάνιασμα Πόνος στο στήθος Μαύροι κύκλοι στα μάτια/ Αλλαγές διάθεσης**

Σε πολλές περιπτώσεις πριν από την κρίση, άσθματος πολλά παιδιά εμφανίζουν αλλεργία, για παράδειγμα καταρροή ή δάκρυσμα ματιών.

### Υπάρχει κάποια αγωγή που βοηθά στη θεραπεία του άσθματος;

Υπάρχουν διαθέσιμα διάφορα φάρμακα που δίνονται μόνο με συνταγή του γιατρού. Στη πιο συνηθισμένη της μορφή η αγωγή γίνεται μέσω της εισπνοής. Τα φάρμακα για το άσθμα χρησιμοποιούνται για δύο κυρίως λόγους::

1. Για τον έλεγχο και την πρόληψη κάθε φλεγμονής στο αναπνευστικό σύστημα, για τον λόγο αυτό καλούνται αντιφλεγμονώδη. Τα σκευάσματα αυτά προλαμβάνουν τα ασθματικά επεισόδια και πρέπει να λαμβάνονται σε καθημερινή βάση.
2. Για να ανακουφίσουν τα συμπτώματα μέσω της χαλάρωσης των μυών γύρω από τους αεραγωγούς. Αυτή η αγωγή χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια των ασθματικών κρίσεων, για να μπορεί το παιδί να αναπνέει.







Ο καπνός από δεύτερο χέρι μπορεί να προέρχεται από τσιγάρα. Μην επιτρέπετε σε κανέναν να καπνίζει μέσα στο σπίτι ή το αυτοκίνητο.

27.

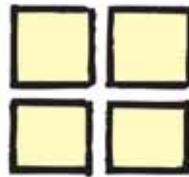
28.

26.

24.

23.

29.



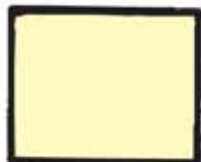
25.

22.

30.

31.

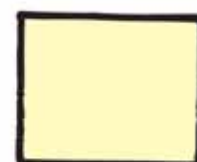
1. 2.



10.

11.

12.



20. 21.

3.

9.

13.

19.

4.

8.

14.

18.

5.

6.

7.

15.

16.

17.



Να ενώσετε τις κουκίδες, για να γίνει ένα σπίτι ελεύθερο από καπνό!



Το άσθμα είναι πολύ σοβαρό πρόβλημα, το οποίο μπορεί να επιδεινωθεί από διάφορους παράγοντες που ονομάζονται πυροκροτητές.

Οι πυροκροτητές μπορεί να βρίσκονται στο σπίτι ή στο σχολείο ή και σε άλλα σημεία.



**Γνωρίζεις τους πυροκροτητές του άσθματος;**

Ίχνη σκόνης

Γύρη

Σκόνη

Κρύος αέρας

Παθητικό κάπνισμα

Λοιμώξεις του αναπνευστικού

Τρίχωμα κατοικίδιων ζώων

Άσκηση

Κατσαρίδες

Άλλα

---

---

---

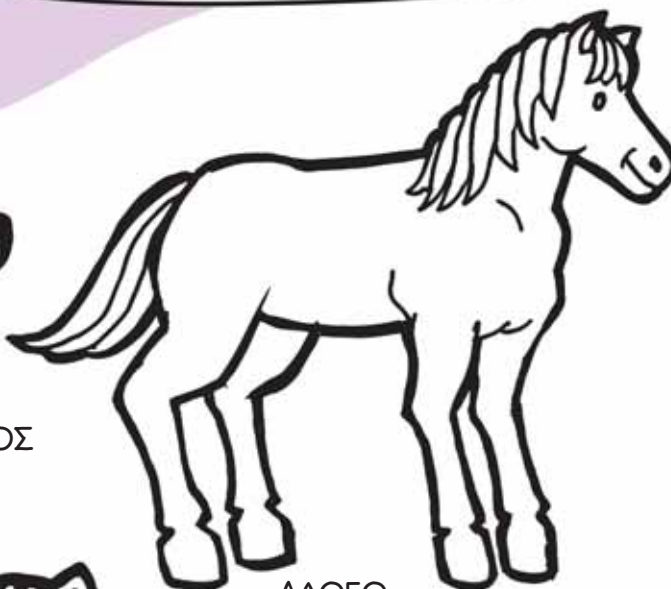




Το κατοικίδιό σου ρίχνει δερματικά κύτταρα (κάτι σαν πιτυρίδα) που μπορούν να ενεργοποιήσουν το άσθμα



ΣΚΥΛΟΣ



ΑΛΟΓΟ



ΚΟΥΝΕΛΙ



ΓΑΤΑ



ΠΟΥΛΙ



ΤΡΩΚΤΙΚΑ



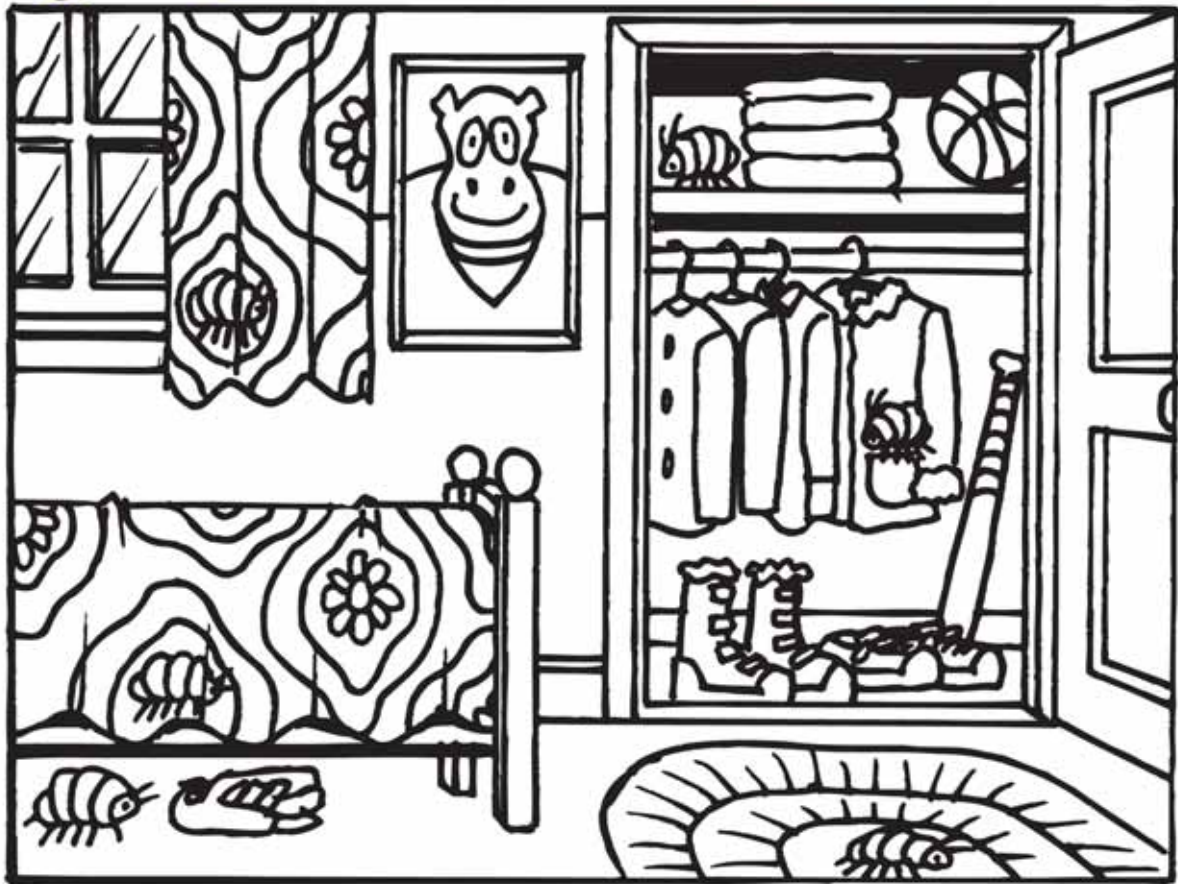
Να χρωματίσεις τα κατοικίδια που έχουν πιτυρίδα και να τα κρατάς έξω από το σπίτι





Τα ακάρεα είναι μικροσκοπικά έντομα που δεν φαίνονται με γυμνό μάτι αλλά που μπορούν να πυροδοτήσουν το άσθμα.

Τα ακάρεα μπορεί να κρύβονται στο πάτωμα, στις ντουλάπες, στα ρούχα, στα χαλιά αλλά και αλλού.



Είμαι ακάρεο. Μπορείς να βρεις και να κυκλώσεις τα μέρη που κατοικώ;



Μαζί με τον γιατρό σου  
κάνε ένα πλάνο που θα σε  
βοηθήσει να αντιμετωπίσεις  
το άσθμα!

- Να ξέρεις και να αποφεύγεις  
τους «πυροκροτητές» άσθματος
- Να παίρνεις τα φάρμακά σου κανονικά
- Να γνωρίζεις τι πρέπει να κάνεις κατά  
τη διάρκεια μιας κρίσης άσθματος
- Να έχεις χρήσιμα τηλέφωνα πάντα  
μαζί σου





Κύτταρα και μέρη του σώματος από κατσαρίδες  
μπορούν να ενεργοποιήσουν το άσθμα.  
Να καθαρίζεις καλά υπολείμματα τροφών,  
ώστε οι κατσαρίδες να μη βρίσκουν  
τίποτα να φάνε

ΕΞΟΔΟΣ



ΑΡΧΗ

ΕΞΟΔΟΣ

Βγάλε αυτή την κατσαρίδα έξω  
από την κουζίνα!



**ΔΕΝ ΤΥΠΩΝΕΤΑΙ**






## ΕΝΟΤΗΤΑ 2:

### Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΤΑ ΑΕΡΙΑ ΣΩΜΑΤΑ



 αέρας είναι γύρω μας στο περιβάλλον που ζούμε και εισέρχεται μέσα μας κάθε φορά που αναπνέουμε. Ο αέρας που μας περιβάλλει δεν είναι κενός, αλλά όταν είναι καθαρός, περιέχει κυρίως άζωτο (κατά περίπου 78%) και οξυγόνο (κατά περίπου 21%), μαζί βέβαια με μικρά ποσά άλλων αερίων, βακτηρίων και ιών (1%). Ο καθαρός αέρας είναι απαραίτητος για την υγεία μας, γιατί μας προμηθεύει με το απαραίτητο οξυγόνο για να ζήσουμε. Το αέριο οξυγόνο δεν μπορεί να αποθηκευτεί στον οργανισμό μας και μόνο μια μικρή ποσότητα είναι δεσμευμένη και κυκλοφορεί στο αίμα μας, σε ειδικά για τον ρόλο αυτό κύτταρα που ονομάζονται ερυθρά αιμοσφαίρια. Έτσι, καταλαβαίνουμε ότι πρέπει συνεχώς να προμηθευόμαστε οξυγόνο, για να μπορέσει ο οργανισμός μας να λειτουργήσει, δηλαδή να κινηθεί, να μιλήσει και να αναπτυχθεί. Μαζί όμως με το οξυγόνο κυκλοφορούν στον αέρα και άλλα σώματα, οπότε εισέρχονται στον οργανισμό μας και αυτά με την εισπνοή, παρ' ότι δεν τα βλέπουμε. Είναι σημαντικό λοιπόν να γίνει μια προσπάθεια διερεύνησης της δομής του αέρα και των σωμάτων που τον αποτελούν, επιστρατεύοντας όλες τις αισθήσεις των μαθητών, ώστε τελικά να πεισθούν ότι ο αέρας δεν είναι άδειος. Μόνο τότε μπορούν να περάσουν στο επόμενο βήμα που είναι η αναγνώριση επικίνδυνων καταστάσεων από τους αέριους ρύπους.

**Ερωτήσεις** που μπορούν να αποτελέσουν μια εισαγωγή στο θέμα μπορούν να περιλαμβάνουν τις παρακάτω: Τι είναι ο αέρας; Μπορούμε να δούμε τον αέρα; Τι χρειάζεται ο αέρας; Τι συμβαίνει στην εισπνοή και τι στην εκπνοή; Πως ονομάζεται ο αέρας όταν κινείται; Πως μπορούμε να περιγράψουμε τον άνεμο; Μπορεί επίσης

να ζητηθεί από τα παιδιά να δημιουργήσουν τα ίδια έναν άνεμο, φυσώντας μέσα στα χέρια τους ή με τη βοήθεια κάποιου χαρτιού. Η δραστηριότητα μπορεί να συνδυαστεί με ήχους από αέρα ή κάποιο τραγούδι με θέμα τον αέρα και να γίνει συζήτηση για το πώς νοιώθουν τα παιδιά, όταν φυσά ο άνεμος.





Μπορείς να βρεις τις 10 κρυμμένες λέξεις;  
ψάχνεις για τις:

Ευθύνη, ποιότητα, ζωή, σωματίδια, αέρας, ρύπανση, πτηνά,  
οξυγόνο, Αίολος, νέφος



Α	Ε	Ρ	Α	Σ	Ψ	Ι	Π
Ο	Υ	Υ	Ν	Ε	Α	Υ	Ο
Ε	Θ	Π	Η	Θ	Ι	Χ	Ι
Σ	Υ	Α	Τ	Ε	Δ	Ρ	Ο
Ρ	Ν	Ν	Π	Ψ	Ι	Γ	Τ
Δ	Η	Σ	Ι	Ω	Τ	Θ	Η
Χ	Θ	Η	Ε	Π	Α	Ε	Τ
Ε	Γ	Φ	Χ	Ζ	Μ	Χ	Α
Ω	Ψ	Ι	Ρ	Ε	Ω	Γ	Ω
Ι	Ν	Ε	Φ	Ο	Σ	Η	Θ
Σ	Ο	Λ	Ο	Ι	Α	Ψ	Λ
Ο	Ε	Υ	Γ	Ο	Ν	Ο	Α





**Σ** τα ρούχα μας, στο φαγητό μας, στο νερό που πίνουμε.

Και αν σήμερα μπορούμε να το εξηγήσουμε αυτό με επιστημονικούς όρους, σε παλιότερες εποχές η εξήγηση δεν ήταν δυνατή. Παρόλα αυτά και παλιότερα οι άνθρωποι καταλάβαιναν και τη δύναμη αλλά και τη σημασία του αέρα, για αυτό και χρησιμοποιούσαν πολλές φράσεις που περιείχαν τη λέξη «αέρας».

➤ **Μπορείς εσύ τώρα να σκεφτείς και να καταγράψεις όσο το δυνατό περισσότερες εκφράσεις με τη λέξη «αέρας» και έπειτα να κάνεις μια πρόταση χρησιμοποιώντας την έκφραση; (π.χ: αέρας κοπανιστός)**

Έκφραση: .....

Πρόταση: .....

Έκφραση: .....

Πρόταση: .....

Έκφραση: .....

Πρόταση: .....

Έκφραση: .....

Πρόταση: .....

Έκφραση: .....

Πρόταση: .....

Έκφραση: .....

Πρόταση: .....

Έκφραση: .....

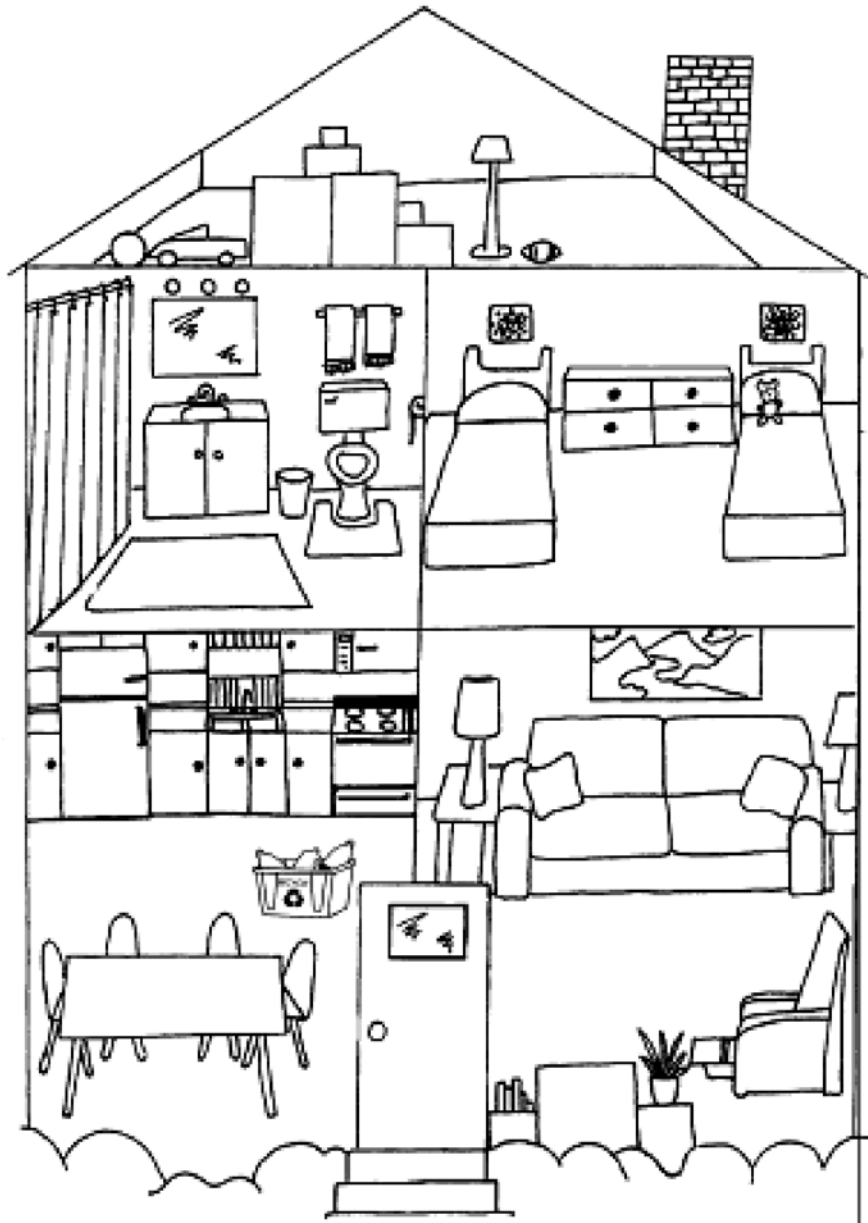
Πρόταση: .....

Έκφραση: .....

Πρόταση: .....



Μπορείς με τη βοήθεια του δασκάλου ή κάποιου από τους γονείς σου να εντοπίσεις που μπορεί να κρύβονται πηγές σωματιύων που αλλάζουν τη σύσταση του αέρα μέσα στο σπίτι; Χρωμάτισέ τα και γράψε πως θα μπορούσες να κρατήσεις τον αέρα του σπιτιού σου καθαρό;



Για να κρατήσουμε τον αέρα στο σπίτι καθαρό πρέπει να::

- A. ....
- B. ....
- Γ. ....
- Δ. ....
- Ε. ....



ια να πραγματοποιηθεί η δραστηριότητα αυτή χρειάζονται:

Κάρτες λευκές διαστάσεων 7,5 χ 12,5 cm ή άλλο πλαίσιο,  
 Διαφανή κολλητική ταινία,  
 Μεγεθυντικό φακό, στερεοσκόπιο ή μικροσκόπιο,  
 Διαγραμμισμένο χαρτί (5 χ 5 mm), και  
 Ψαλίδι, υπολογιστή και χάρακα.

Σκοπός της δραστηριότητας είναι να τοποθετήσουμε τρεις κάρτες μέτρησης σε διάφορα σημεία της περιοχής που ζούμε και να τα συγκρίνουμε μεταξύ τους. Για να γίνει αυτό θα πρέπει όλοι οι άλλοι παράμετροι να διατηρηθούν όσο το δυνατόν σταθεροί. Για παράδειγμα, η κολλητική ταινία να είναι ίδια, να τοποθετηθούν οι κάρτες στο ίδιο ύψος ή να γίνουν οι μετρήσεις με τον ίδιο καιρό. Ας αρχίσουμε....



Αρχικά δημιουργούμε σε κάθε κάρτα μέτρησης μια τρύπα διαστάσεων 3 χ 5 cm η λίγο μεγαλύτερη. Η τρύπα αυτή θα καλυφθεί από την μια πλευρά της κάρτας με διάφανη κολλητική ταινία ανάλογου μεγέθους.



Επιλέγουμε τις τοποθεσίες στις οποίες θα τοποθετήσουμε τις κάρτες (τρεις σε κάθε τοποθεσία) και τις στερεώνουμε με τέτοιο τρόπο ώστε να μην έρχονται σε επαφή με το χώμα, τα έντομα ή τα σκουπίδια. Μια ιδέα μπορεί να είναι να τοποθετήσουμε τις κάρτες μέσα σε χάρτινα κουτιά ανοιχτά από την όψη που βρίσκεται η κόλλα.

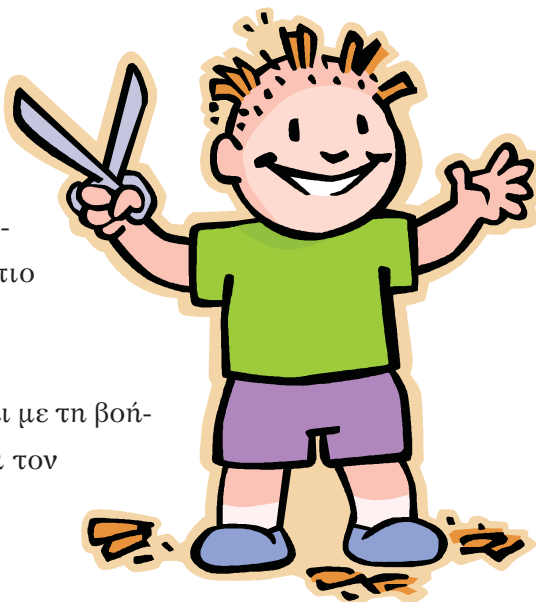


Μετά από τουλάχιστον 24 ώρες, συλλέγουμε τις κάρτες από τις διάφορες τοποθεσίες και επιστρέφουμε στο εργαστήριο.



Στερεώνουμε πίσω από κάθε κάρτα το διαγραμμισμένο χαρτί (στη πλευρά της κάρτας που δεν κολλάει) και με τη βοήθεια ενός μεγεθυντικού φακού ή ενός μικροσκοπίου μετράμε τα σωματίδια που βλέπουμε σε κάθε τετράγωνο του διαγραμμισμένου χαρτιού. Σε όσα περισσότερα τετράγωνα μετρήσουμε, τόσο πιο αξιόπιστη θα είναι και η τιμή που θα προσδιορίσουμε.

Στη συνέχεια συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί και με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού, υπολογίστε για κάθε τοποθεσία τον μέσο όρο σωματιδίων, για να απαντήσετε στις ερωτήσεις.





## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2.5 : Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

**Σ** υμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων που έκανες στις κάρτες μέτρησης της ποιότητας του αέρα. Μπορείς τώρα να υπολογίσεις τους μέσους όρους σε κάθε περιοχή;

Αριθμός Ομάδας Εργασίας: .....

Όνοματεπώνυμο των ερευνητών: .....

Τοποθεσία που έγινε η μέτρηση: .....

2

	Σύνολο κελιών με σωματίδια	Μέγιστος αρ. σωματιδίων ένα κελί	Μέσος όρος σωματιδίων ανά κελί	Συνολικός αρ. σωματιδίων στην κάρτα
Επιφάνεια 1				
Επιφάνεια 2				
Επιφάνεια 3				
Συνολικά				

Ειδικά χαρακτηριστικά των επιφανειών: .....

Τώρα μπορείς να εντοπίσεις από πού πηγάζουν τα σωματίδια αυτά;

.....

.....

.....

.....

.....

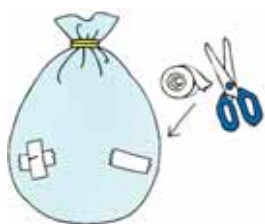
.....

.....

.....



Όπως όλοι γνωρίζουμε, ο καθαρός αέρας αποτελείται κυρίως από άζωτο ( $N_2$ ) κατά 78 % και οξυγόνο ( $O_2$ ) κατά 21%, ενώ άλλα αέρια καταλαμβάνουν το υπόλοιπο 1 %. Χάρη στη σύστασή του αυτή ο αέρας μας επιτρέπει να ζήσουμε στον πλανήτη μας. Για να διαπιστώσουμε τη σύσταση αυτή του αέρα και τη σημασία του στη ζωή, μπορούμε να κάνουμε μια απλή άσκηση:



Αρχικά παίρνουμε μια διάφανη πλαστική σακούλα ή μπαλόνι και τοποθετούμε σε ένα σημείο του μια λωρίδα κολλητικής ταινίας. Στο κέντρο της ταινίας ανοίγουμε μια τρύπα με ένα ψαλίδι και στη συνέχεια κολλάμε μια δεύτερη ταινία, ώστε να κλείσει η τρύπα χωρίς να χάνει αέρα. Στη συνέχεια γεμίζουμε το μπαλόνι με αέρα χρησιμοποιώντας μια τρόμπα και κλείνουμε με ένα λάστιχο το στόμιο του μπαλονιού.



Επαναλαμβάνουμε το ίδιο σε μια δεύτερη σακούλα ή μπαλόνι, με τη διαφορά όμως ότι αυτή τη φορά το φουσκώνουμε με το στόμα μας. Εισπνέουμε τον αέρα από τη μύτη και εκπνέουμε από το στόμα μέσα στο μπαλόνι χωρίς να αφήσουμε το στόμιο ελεύθερο. Έτσι όλος ο αέρας που υπάρχει στο μπαλόνι έχει περάσει από τα πνευμόνια μας.



Ανοίγουμε προσεκτικά την ταινία που κλείνει την τρύπα και με τη βοήθεια ενός ελαστικού σωλήνα αδειάζουμε τον αέρα του μπαλονιού σε ένα ανεστραμμένο δοχείο που καλύπτει ένα αναμμένο κερί.

☛ Μετά από πόσο χρόνο θα σβήσουν τα κεριά; Α..... Β.....

☛ Γιατί νομίζεις ότι συμβαίνει αυτό;

---

---

---



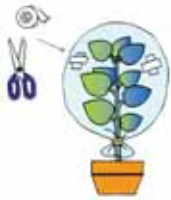




Όπως όλοι γνωρίζουμε, τα περισσότερα φυτά έχουν πράσινα φύλλα. Γνωρίζεις πως λέγεται η ουσία που τους δίνει το πράσινο χρώμα;

Εέρεις πως λέγεται η δουλειά που κάνει στο φυτό; .....

Για να γνωρίσουμε καλύτερα τα φυτά και το πώς λειτουργούν, μπορούμε να κάνουμε ένα απλό πείραμα. Ας αρχίσουμε λοιπόν:



Αρχικά παίρνουμε μια διάφανη πλαστική σακούλα και τοποθετούμε σε ένα σημείο του μια λωρίδα κολλητικής ταινίας. Στο κέντρο της ταινίας ανοίγουμε μια τρύπα με ένα ψαλίδι και στη συνέχεια κολλάμε μια δεύτερη ταινία ώστε να κλείσει η τρύπα. Με τη σακούλα αυτή καλύπτουμε τον βλαστό και τα φύλλα ενός φυτού που ζει σε μια γλάστρα.



Αφαιρούμε προσεκτικά την κολλητική ταινία που προστατεύει την τρύπα που ανοίξαμε και τοποθετούμε ένα καλάμακι, όπως αυτά που χρησιμοποιούμε όταν πίνουμε τον χυμό μας. Από το καλάμακι αυτό εισπνέουμε και εκπνέουμε τον αέρα που περικλείεται στη σακούλα 5 με 10 φορές. Μετά την τελευταία εκπνοή κλείνουμε γρήγορα την τρύπα ξανά με τη κολλητική ταινία ώστε να συγκρατήσουμε τον αέρα μέσα στη σακούλα.

Τι νομίζεις ότι περιέχει τώρα η σακούλα; .....

• Ανοίγουμε προσεκτικά την ταινία που κλείνει την τρύπα και με τη βοήθεια ενός ελαστικού σωλήνα αδειάζουμε τον αέρα του μπαλονιού σε ένα ανεστραμμένο δοχείο που καλύπτει ένα αναμμένο κερί.

Πόση ώρα μένει το κερί αναμμένο; .....




Επιαναλαμβάνουμε τη διαδικασία μόνο που αυτή τη φορά πριν μετρήσουμε τον χρόνο που μένει αναμμένο το κερί θα αφήσουμε το φυτό για λίγες ώρες στον ήλιο.

Πόση ώρα μένει τώρα το κερί αναμμένο; .....

Γιατί νομίζεις ότι συμβαίνει αυτό;

.....  
.....  
.....



 Οι μετρήσεις της σύστασης του αέρα μπορούν να γίνουν τόσο με τη βοήθεια του αναμένου κεριού όσο και με άλλα όργανα που μπορούν να βρεθούν στο εμπόριο και δίνουν πολύ ακριβείς μετρήσεις της συγκέντρωσης των αερίων. Η χρήση ενός κεριού μέσα σε ανεστραμμένο δοχείο είναι μια απλή μέθοδος που μας δίνει τη δυνατότητα να συγκρίνουμε την περιεκτικότητα του αέρα σε οξυγόνο σε σχέση με αυτή του ατμοσφαιρικού αέρα. Άρα σε κάθε περίπτωση (Φ.Ε. 2,6 και 2,7) πρέπει να δημιουργηθεί ένα μέτρο σύγκρισης που μπορεί να είναι το άδειο δοχείο χωρίς την προσθήκη αέρα. Δηλαδή:

👉 Πρώτα ανάβουμε ένα κεριό και το καλύπτουμε αναποδογυρίζοντας ένα δοχείο όγκου τουλάχιστον 1 λίτρου. Μετράμε τον χρόνο που πρέπει να περάσει έως ότου σβήσει η φωτιά του κεριού. Δεδομένου ότι η σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα είναι κατά 78 % άζωτο και 21 % οξυγόνο, ο χρόνος αυτός αποτελεί σημείο αναφοράς για τη συνέχεια.

👉 Το κεριό σβήνει, όταν η συγκέντρωση του οξυγόνου πέσει κάτω από 15 % περίπου, δηλαδή δεν μηδενίζεται. Συζητάμε με τα παιδιά ότι το άζωτο δεν καίγεται και το ότι αυξάνεται η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα το οποίο φυσιολογικά υπάρχει σε ποσοστό 0,03 % στον καθαρό αέρα και μπορεί να φτάσει έως και 4 % περίπου. Το CO<sub>2</sub> μπορεί επίσης να μετρηθεί με διάφορους τρόπους, με απλούστερο από όλους τη διάβιβάσή του σε ασβεστόνερο και παρακολούθηση της θολερότητας από τον σχηματισμό του ανθρακικού ασβεστίου.



Στο πείραμα που περιγράφεται στο Φ.Ε. 2,6 η συγκέντρωση του οξυγόνου ελαττώνεται με την αναπνοή: περίπου 1% μειώνεται μετά από κάθε αναπνοή, με αντίστοιχη αύξηση του CO<sub>2</sub>. Αυτό σημαίνει ότι μετά από 5 εισπνοές και εκπνοές μέσα στη σακούλα θα υπάρχει περίπου 13 % O<sub>2</sub> και 5 % CO<sub>2</sub>. Άρα, όταν διαβιβάσουμε αυτό το μίγμα σε αναμένο κεριό, αυτό θα σβήσει ακαριαία.


👉 Στο πείραμα που περιγράφεται στο Φ.Ε. 6 η συγκέντρωση του οξυγόνου αυξάνεται με τη φωτοσύνθεση: περίπου 1% αύξηση για κάθε ώρα στον ήλιο με αντίστοιχη μείωση του CO<sub>2</sub>.



# ΕΝΟΤΗΤΑ 3:


## ΑΕΡΙΟΙ ΡΥΠΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΤΟΥΣ



 πάρχει μια ποικιλία αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα των αστικών περιοχών, όπως ήδη αναφέρθηκε στο θεωρητικό μέρος, οι περισσότεροι εκ των οποίων είναι αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας. Στην πραγματικότητα, πολλές από τις βασικές καθημερινές δραστηριότητες του σύγχρονου ανθρώπου στις δυτικές κοινωνίες, παράγει αέρια ρύπανση. Για παράδειγμα, κύριες πηγές όζοντος στο επίπεδο του εδάφους αποτελούν τα αυτοκίνητα και άλλες μηχανές εσωτερικής καύσης που χρησιμοποιούνται για τις μετακινήσεις των ανθρώπων και τις μεταφορές αγαθών, αλλά υπάρχουν και μη μηχανικές πηγές όπως για παράδειγμα μπογιές και άλλα χημικά και βιομηχανικές εκπομπές αερίων. Η καύση σκουπιδιών ή οικιακών αποβλήτων επίσης παράγει αέρια ρύπανση, ιδιαίτερα όταν συμβαίνει σε παράνομες υπαίθριες χωματερές και περιλαμβάνει πλαστικά. Τέτοιες δράσεις ελευθερώνουν πολλούς αέριους ρύπους στην ατμόσφαιρα, όπως μονοξείδιο του άνθρακα και αιωρούμενα σωματίδια που προκαλούν πολλά προβλήματα υγείας. Σήμερα, η κατάσταση αυτή έχει επεκταθεί σε όλη τη χώρα. Αιωρούμενα σωματίδια και νέφος στιγματίζουν την ατμόσφαιρα όχι μόνο των ελληνικών μεγαλουπόλεων, αλλά και της περιφέρειας. Σχετικές μετρήσεις στη Θεσσαλονίκη, την Πάτρα, το Βόλο, τη Λάρισα και την Κοζάνη έδειξαν υψηλά ποσοστά στους ρύπους, ανησυχώντας τους επιστήμονες, οι οποίοι τονίζουν ότι πρέπει να ληφθούν άμεσα μέτρα. Υπερβάσεις των ορίων ατμοσφαιρικής ρύπανσης από αιωρούμενα σωματίδια καταγράφηκαν και στο Βόλο, κατά τις μετρήσεις που πραγματοποιεί τα τελευταία χρόνια το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Η υψηλότερη τιμή αιωρούμενων σωματιδίων καταγράφεται στο κέντρο του Βόλου, με 250 μικρογραμμάρια - τιμή μεγαλύτερη ακόμα και από τη μέση τιμή του σταθμού της οδού Πατησίων στην Αθήνα.

Τα αποτελέσματα της αέριας ρύπανσης μπορούν να φανούν ακόμα και στους πιο υγιείς από τους ενήλικες και να τους επηρεάσουν στις καθημερινές τους ασχολίες. Ακόμα ισχυρότερα όμως επηρεάζουν τα παιδιά, τους ηλικιωμένους και τα άτομα που αντιμετωπίζουν αναπνευστικά προβλήματα. Οι μαθητές ξεκινώντας από τα αποτελέσματα της αέριας ρύπανσης, θα γνωρίσουν τις πηγές της και τις καθημερινές συνήθειες που την προκαλούν και την ενισχύουν. Μπορούμε επίσης να διδάξουμε τους μαθητές τρόπους για την ελάττωσή της.



 α παιδιά αυτά **ΔΕ** ρυπαίνουν τον αέρα  
με τα παιχνίδια τους. Να ζωγραφίσεις την εικόνα.





α ποδήλατα είναι καλύτερα από τα αυτοκίνητα! Και δεν κάνουν κακό στον αέρα!





Έξω κάνει πολλή ζέστη!



Μη βάζεις βενζίνη αυτή την ώρα!





ερίμενε να νυχτώσει και να πέσει η θερμοκρασία!

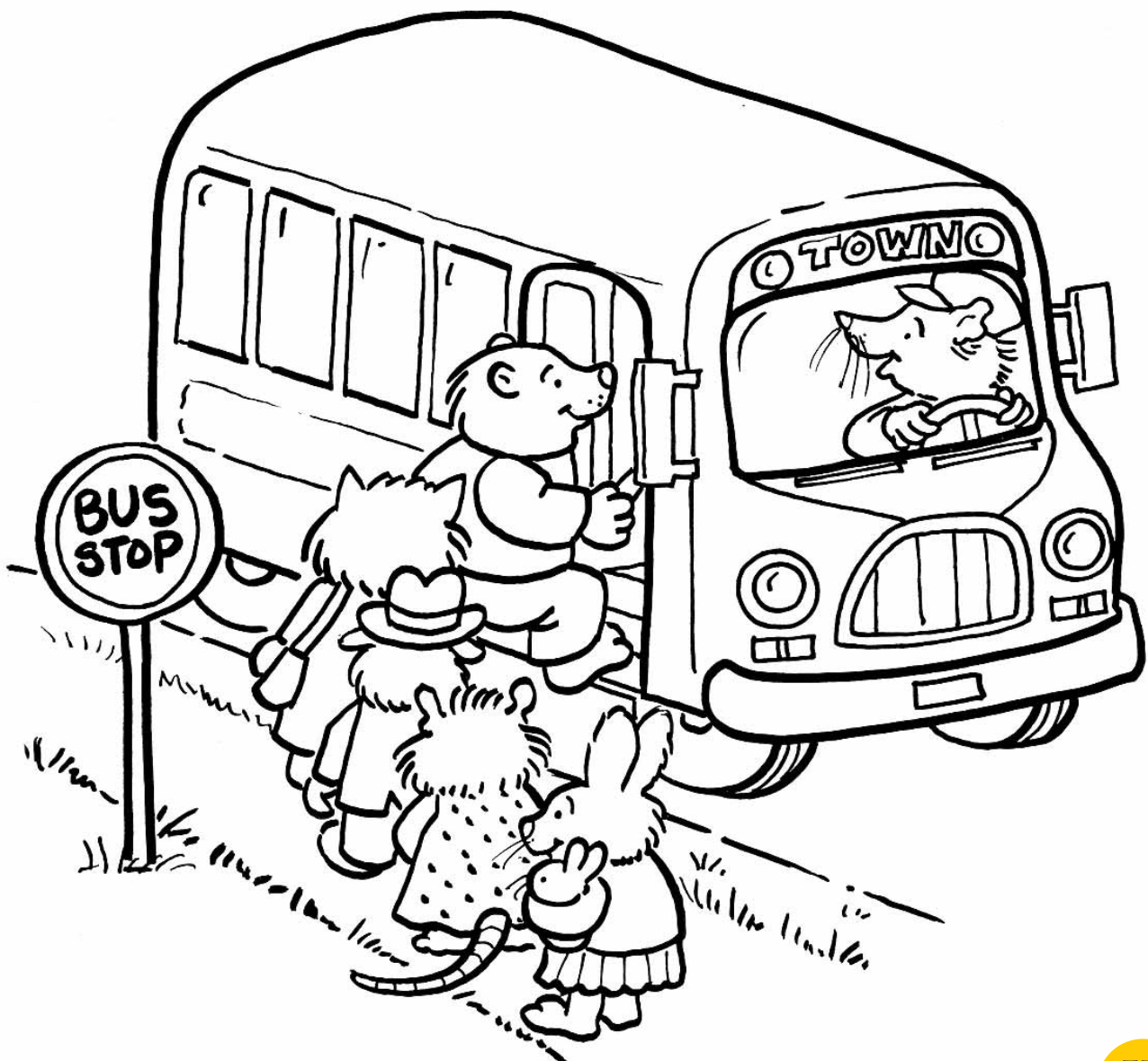







ς προτιμούμε το λεωφορείο!

Αν δεν υπάρχουν πολλά αυτοκίνητα  
ο αέρας θα είναι πιο καθαρός



 Για να προσδιορίσουμε, εάν μια ουσία αποτελεί ρύπο, πρέπει να έχουμε πληροφορίες για τρία χαρακτηριστικά της: α) την συγκέντρωσή της και το μέγεθός της, β) τη χημική σύσταση των σωματιδίων, και γ) τον ρυθμό με τον οποίο απομακρύνεται η ουσία από την ατμόσφαιρα. Η πολυπλοκότητα των μεθόδων προσδιορισμού ατμοσφαιρικών σωματιδίων διαφέρει σημαντικά ξεκινώντας από τις απλούστερες που είναι αυτές με τις οποίες προσδιορίζεται συνολικά η μάζα των σωματιδίων ανά μονάδα όγκου αέρα, και φθάνοντας ως τις πιο πολύπλοκες που απαιτούν εξειδικευμένες συσκευές δειγματοληψίας και μέτρησης οι οποίες ανταποκρίνονται σε λεπτομερή ανάλυση του μεγέθους και της σύστασης των σωματιδίων.

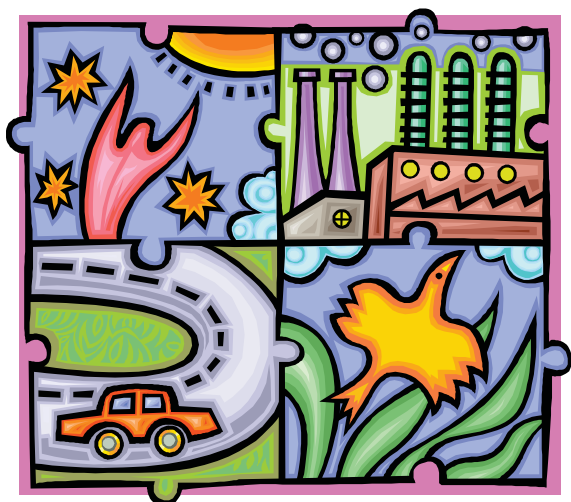
Δύο είναι οι κύριες στρατηγικές για τη δειγματοληψία και τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων των ατμοσφαιρικών σωματιδίων και αντιστοιχούν σε δύο κύριες κατηγορίες μεθόδων:

- Μέθοδοι οι οποίες στηρίζονται στον απευθείας προσδιορισμό ορισμένων ιδιοτήτων σωματιδίων ταυτόχρονα με τη δειγματοληψία τους.

- Μέθοδοι οι οποίες περιλαμβάνουν δειγματοληψία των σωματιδίων με συσκευή δειγματοληψίας και στη συνέχεια εφαρμογή εξειδικευμένης μεθόδου ενόργανης ανάλυσης με στόχο τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων.

Η πιο απλή από αυτές αναφέρεται στον προσδιορισμό της συνολικής συγκέντρωσης των σωματιδίων. Η απλούστερη διάταξη που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για τη συλλογή ατμοσφαιρικών σωματιδίων είναι αυτή που βασίζεται στο ζύγισμα ενός φίλτρου στο οποίο έχουν συγκρατηθεί σωματίδια, όταν ορισμένος όγκος αέρα έχει περάσει μέσα απ' αυτό, κάτω από ορισμένες συνθήκες.

Για να προσδιορίσουμε λοιπόν τη συγκέντρωση των σωματιδίων που υπάρχουν στον αέρα θα χρειαστούμε μια τρόμπα ποδηλάτου και φίλτρα κυτταρίνης (π.χ. φίλτρα καφέ ή / και βαμβάκι). Γνωρίζοντας τον όγκο του αέρα που αντλεί κάθε φορά η τρόμπα, μπορούμε να υπολογίσουμε και να συγκρίνουμε τις συγκεντρώσεις μεταξύ δύο περιοχών συμπληρώνοντας το φύλλο εργασίας που ακολουθεί





ρχικά ζυγίζουμε δέκα φίλτρα κυτταρίνης σε ζυγαριά ακριβείας και καταγράφουμε τη μάζα του καθενός από αυτά. Προσαρμόζουμε το φίλτρο μας στο στόμιο μιας τρόμπας αέρα. Στη συνέχεια επισκεπτόμαστε μια περιοχή και με τη βοήθεια της τρόμπας αέρα, διοχετεύουμε 10 λίτρα αέρα μέσα στο πρώτο φίλτρο και το αποθηκεύουμε σε ένα καθαρό σακουλάκι. Επαναλαμβάνουμε άλλες τέσσερις φορές, ώστε να έχουμε πέντε μετρήσεις από την περιοχή αυτή (Α). Επαναλαμβάνουμε σε μια δεύτερη περιοχή με πέντε καινούρια φίλτρα. Προσπαθούμε να κρατήσουμε όλες τις άλλες συνθήκες των μετρήσεων σταθερές, δηλ το ύψος λήψης αέρα, τον άνεμο που φυσά στη περιοχή κλπ.

Ζυγίζουμε ξανά τα φίλτρα στην ίδια ζυγαριά ακριβείας και συμπληρώνουμε τον ακόλουθο πίνακα:

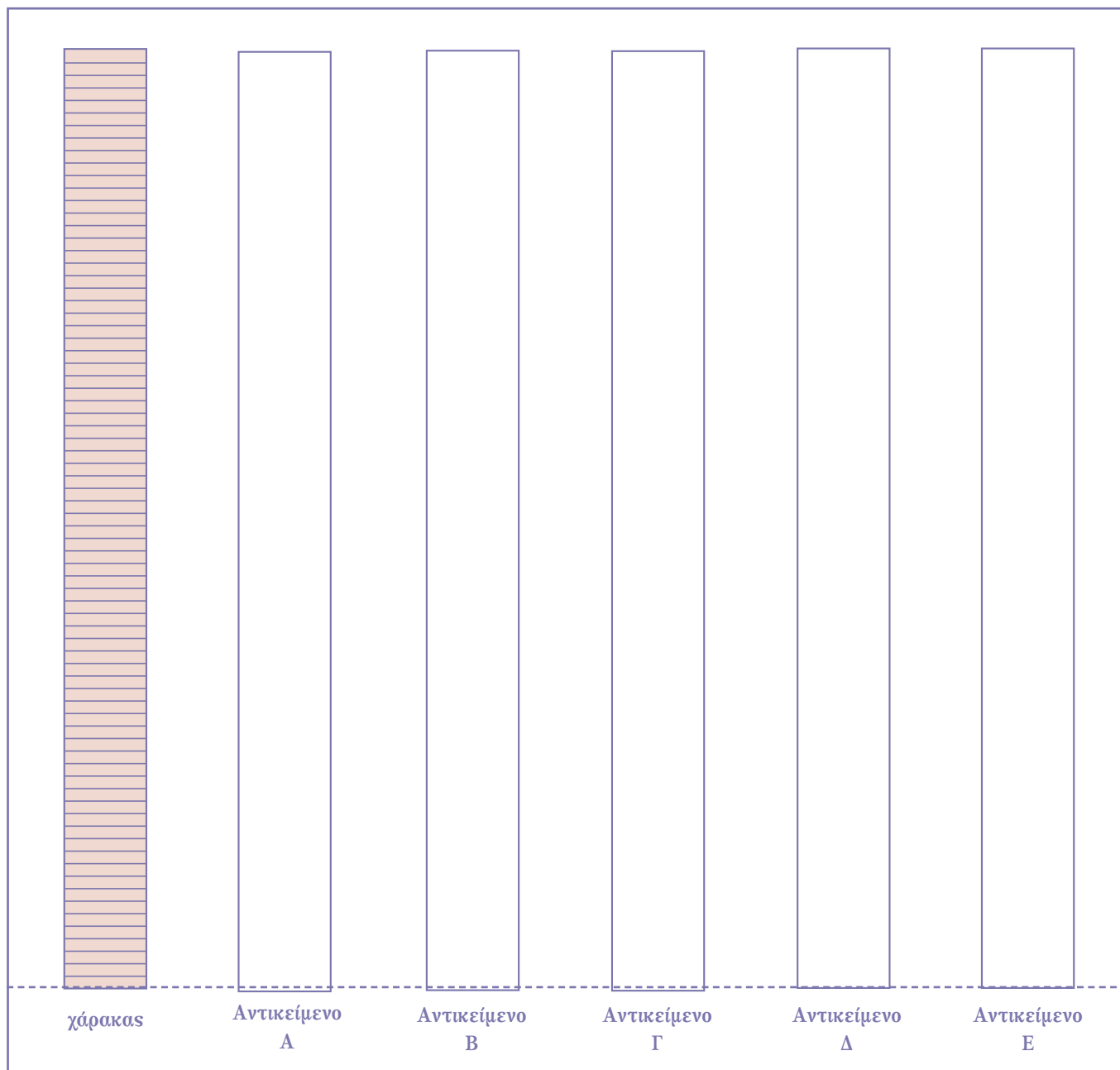
	Αρ. Φίλτρου	Βάρος φίλτρου πριν	Βάρος φίλτρου μετά	Ορατά σωματίδια
Περιοχή Α:	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
Περιοχή Β:	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

Τι διαφορές παρατηρείς;.....  
 .....  
 .....






αέρας που μας περιβάλλει πολλές φορές είναι λερωμένος. Εάν κοιτάξουμε τον καπνό που βγαίνει από ένα κερί θα διαπιστώσουμε ότι μπορεί να μαυρίσει τα αντικείμενα που βρίσκονται πάνω του. Τι συμβαίνει, όμως, με τον αέρα που αναπνέουμε; Είναι αλήθεια τόσο καθαρός, όσο φαίνεται; Για να πάρουμε μια ιδέα για το τι συμβαίνει, θα κάνουμε έναν μικρό περίπατο στη γειτονιά μας. Σε διάφορα σημεία που θα αποφασίσουμε θα τρίψουμε κάποια αντικείμενα με λίγο βαμβάκι και στη συνέχεια θα τραβήξουμε όσο πιο μεγάλη γραμμή μπορούμε. Πάμε λοιπόν:



Σύγκρινε τώρα τα αντικείμενα μεταξύ τους καθώς και με τις άλλες ομάδες. Που νομίζεις ότι οφείλονται τα αποτελέσματά σου;



ο νερό της βροχής έχει pH ελαφρά όξινο και παίρνει την τιμή 5,6 η οποία θεωρείται ως το pH της «καθαρής» βροχής. Με αυτή την τιμή μπορεί να συγκριθεί το pH κάθε βροχής στην οποία έχουν ενσωματωθεί άλλα αέρια και σωματίδια. Νιτρικά και θειικά ιόντα υπάρχουν στην ατμόσφαιρα σαν συστατικά των ατμοσφαιρικών αερολυμάτων. Η ενσωμάτωσή τους στις σταγόνες του νερού έχει σαν αποτέλεσμα την πτώση των τιμών του pH (4-5 ή και σπάνια μικρότερο του 4) στις όξινες βροχές. Ένας τρόπος λοιπόν, για να εκτιμήσουμε την καθαρότητα του αέρα, είναι μέσα από την μέτρηση της οξύτητας της βροχής. Για να γίνει αυτό χρειαζόμαστε:

 Ένα συλλέκτη δείγματος που θα ανοίγει για να συλλέξει βρόχινο νερό στην αρχή μιας καταιγίδας και κλείνει, όταν η βροχή σταματήσει. Ο συλλέκτης μπορεί να είναι ένα καθαρό χάρτινο δοχείο από γάλα ή ένα μεταλλικό δοχείο καφέ.

 Ταινίες μέτρησης του pH.

 Δείγματα νερού από άλλες πηγές, καθώς και αποσταγμένο νερό.

**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Μην δοκιμάσετε να πιείτε το νερό και μην ξεχνάτε να πλύνετε τα χέρια σας μετά από κάθε επαφή με τα δείγματα.



Αρχικά τοποθετούμε τους συλλέκτες σε σημεία όσο το δυνατόν ανοιχτά και ασφαλή, δηλαδή μακριά από ανθρώπινες δραστηριότητες. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και δύο συλλέκτες διαφορετικού σχήματος σε κάθε θέση.



Αφήνουμε τους συλλέκτες για ίσο χρόνο στις θέσεις δειγματοληψίας, κατά προτίμηση δύο εποχές του χρόνου (π.χ. ένα μήνα το φθινόπωρο και ένα την άνοιξη).



Η ποσότητα του νερού δεν είναι ελεγχόμενη και μπορεί να αποτελέσει ερώτημα της έρευνας, αλλά η διεύθυνση των ανέμων κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας μπορεί να μας βοηθήσει να βγάλουμε συμπεράσματα.



Μετά από κάθε βροχή αδειάζουμε τον συλλέκτη σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα, μετράμε τη ποσότητά της και υπολογίζουμε το pH.



Υπολογίζουμε την οξύτητα του νερού από διάφορες άλλες πηγές π.χ. από φυσικές πηγές, από ρέματα ή λιμνούλες και συγκρίνουμε τα αποτελέσματα.






## ΕΝΟΤΗΤΑ 4:

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΕΡΙΑΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΥΘΥΝΗ



 πως έχει γίνει αντιληπτό από τις προηγούμενες ενότητες, τα αποτελέσματα της αέριας ρύπανσης γίνονται αισθητά τόσο σε προσωπικό επίπεδο, καθώς επηρεάζουν την υγεία των παιδιών κυρίως αλλά και των ενηλίκων, όσο και σε ευρύτερο επίπεδο καθώς γίνονται ορατά στο περιβάλλον το οποίο ζούμε. Οι δραστηριότητες που ο καθένας μας αναπτύσσει καθημερινά, μπορούν να ενισχύσουν τα προβλήματα που προκύπτουν από την αέρια ρύπανση ή αντίθετα να συνεισφέρουν στην ελάττωσή της. Για τις περισσότερες πηγές αέριας ρύπανσης είμαστε υπεύθυνοι όλοι μας, μέσα από τον τρόπο ζωής που έχουμε επιλέξει. Εναλλακτικές επιλογές μπορούν να οδηγήσουν σε αντίθετα αποτελέσματα, για παράδειγμα η ελάττωση των απορριμμάτων μέσω της επαναχρησιμοποίησης και της κομποστοποίησης αντί της καύσης τους, μείωση της χρήσης του αυτοκινήτου αλλά χρησιμοποίηση των μέσων μαζικής μεταφοράς, βάδισμα ή χρήση ποδηλάτου για σύντομες διαδρομές, λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια στις καθημερινές μας δραστηριότητες.

**Μ**πορούμε όλοι μας να συνεισφέρουμε στην μείωση της αέριας ρύπανσης και το πρώτο βήμα θα είναι η εκπαίδευση τόσο των παιδιών όσο και των ενηλίκων για να αποκτήσουν συνήθειες που οδηγούν εκεί. Μέσα από την ενημέρωση για τις πηγές της αέριας ρύπανσης, για τα αποτελέσματά της και για μικρές δράσεις που μπορούμε να κάνουμε καθημερινά μπορούμε να δείξουμε στα παιδιά τον δρόμο για μια πιο οικολογική συμπεριφορά. Για παράδειγμα, σήμερα, εύκολα μπορούμε να βρούμε τις μετρήσεις της συγκέντρωσης του επίγειου όζοντος και τις σχετικές ανακοινώσεις. Στο τέλος της ενότητας παρουσιάζεται ένας οδηγός ανακοινώσεων και δραστηριότητες που προτείνονται ανάλογα με το επίπεδο ρύπανσης. Μπορούμε να μειώσουμε τις αέριες εκκρίσεις μέσα στο σπίτι, ασφαλίζοντας τα δοχεία που περιέχουν κάθε είδους χημικά. Ας μειώσουμε την συνολική οικιακή κατανάλωση ενέργειας, κλείνοντας τους διακόπτες των φώτων και των συσκευών που δεν χρειαζόμαστε ή αλλάζοντας τις λάμπες στο σπίτι μας. Αυτό μπορεί να μειώσει τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια που αποτελεί και την κύρια ρυπογόνο βιομηχανία. Ας εμπλακούμε όλοι στην εφαρμογή των περιβαλλοντικών ρυθμίσεων στις γειτονικές μας βιομηχανίες. Ο αέρας δεν γνωρίζει σύνορα και μπορεί να επηρεάσει τη ζωή μας.

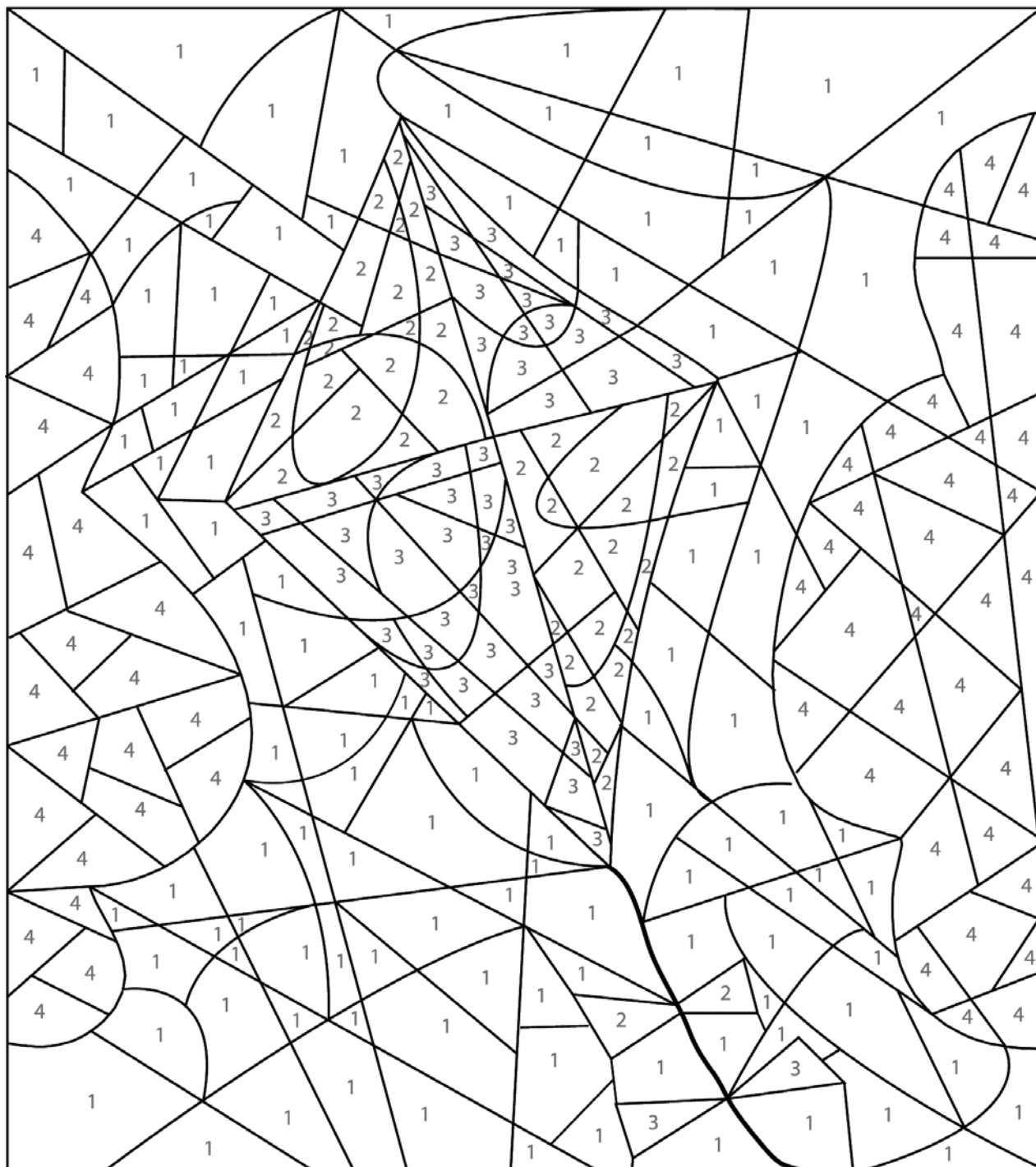




# ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4.1 : ΧΡΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΙ



α χρωματίσεις τα κομμάτια με το χρώμα που αντιστοιχεί σε κάθε αριθμό. Ποια δραστηριότητα αποκαλύπτεται, για την οποία χρειάζεται αέρας;



1. Μπλε

2. Κόκκινο

3. Κίτρινο

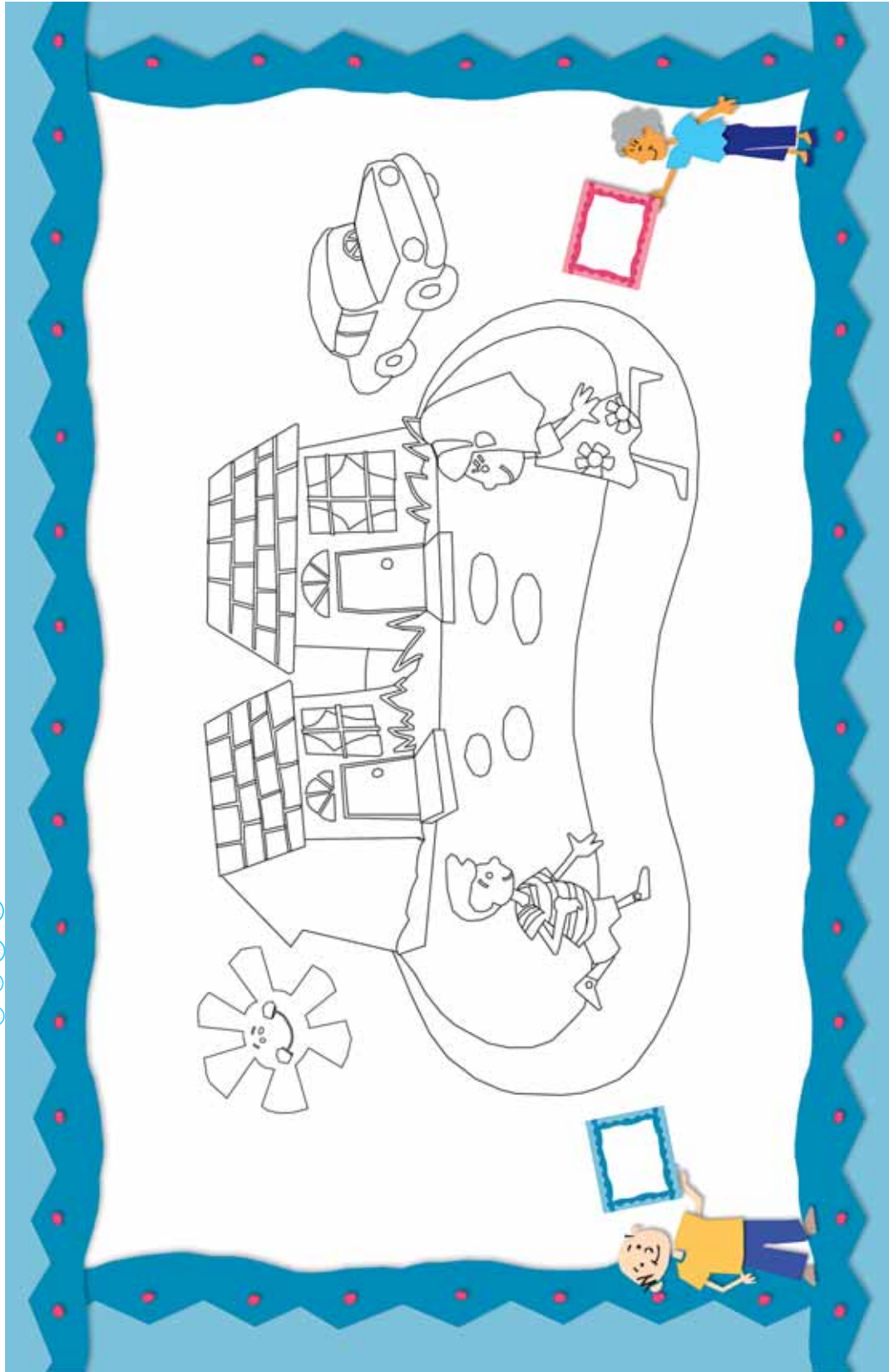
4. Λευκό/γκρί




# ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4.2 : ΖΩΓΡΑΦΙΖΩ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΕΡΑ



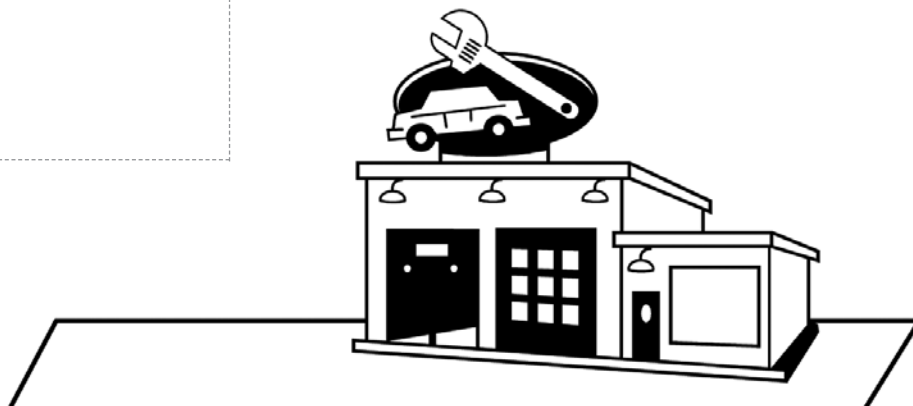
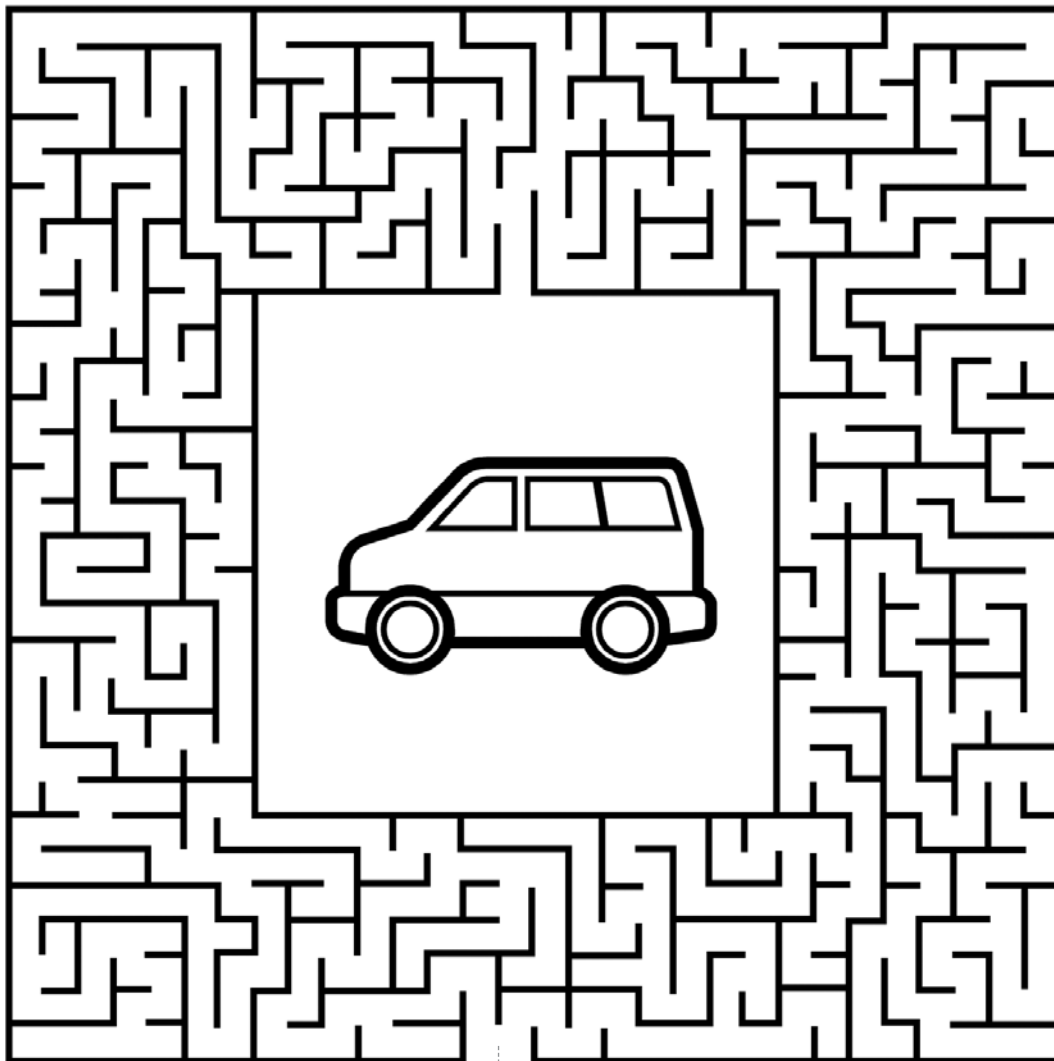
α χρωματίζεις τον παρακάτω πίνακα και να δείξεις τι σημαντικό γίνεται που μειώνει την αέρια ρύπανση.



 καλή συντήρηση του αυτοκινήτου μπορεί να βοηθήσει στο να έχουμε αέρα καλής ποιότητας. Η αλλαγή των λαδιών και η αλλαγή φίλτρου αέρα είναι ένας τρόπος.

**Οδηγίες:**

Να οδηγήσεις το αυτοκίνητο μέσα στο λαβύρινθο, για να φτάσεις στο συνεργείο και να συντηρήσεις το αυτοκίνητο. Με αυτό τον τρόπο θα βοηθήσεις να έχουμε καλύτερο αέρα!



## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4.4 : ΖΩΓΡΑΦΙΖΩ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΕΡΑ




α χρωματίσεις τον παρακάτω πίνακα και να δείξεις τι σημαντικό γίνεται που μειώνει την αέρια ρύπανση.








άλε σε κύκλο τις ενέργειες που νομίζεις ότι ρυπαίνουν τον αέρα και χρωμάτισε αυτές που βοηθούν να διατηρήσουμε τον αέρα και το περιβάλλον καθαρό.




 ι έχει μέσα του ο αέρας άραγε; Εμείς πάντως δεν βλέπουμε και τίποτα. Ακόμα και τη σκόνη την κλείνουμε έξω από το σπίτι κλείνοντας τα παράθυρα. Είναι λοιπόν σωστό ότι έξω από το σπίτι υπάρχει πιο «βρώμικος» αέρας απ' ό τι μέσα; Και εάν ναι από πού έρχεται αυτή η «βρωμιά»; Ας το ψάξουμε λοιπόν:

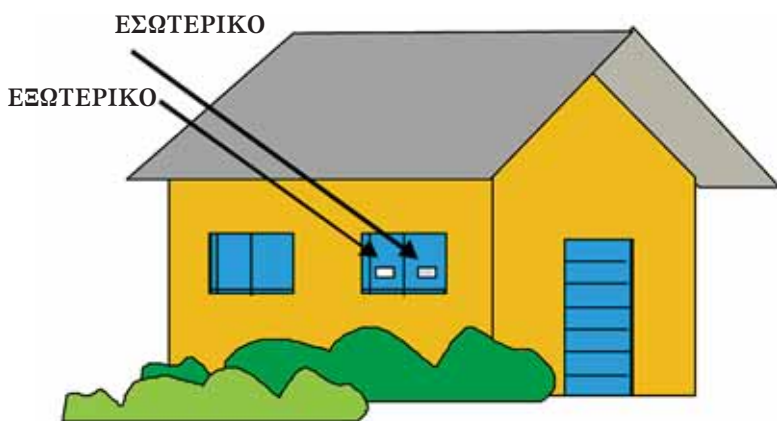
 Αρχικά παίρνουμε 14 λευκές κάρτες (μπορούμε να κόψουμε και χαρτόνι). Στις 7 πρώτες σημειώνουμε διαδοχικά από το M-1 έως το M-7 και θα τις κολλήσουμε μέσα στη τάξη. Στις άλλες 7 γράφουμε από E-1 έως το E-7 και θα τις κολλήσουμε έξω από τη τάξη.

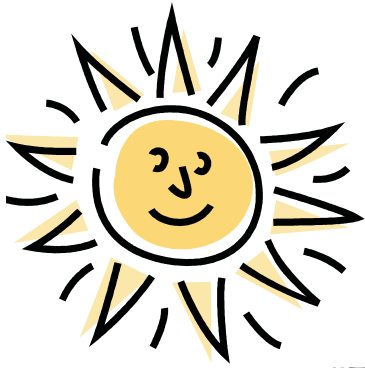
 Με τη βοήθεια ενός καθαρού πανιού ή βαμβακιού, απλώνουμε πάνω στη μια πλευρά των καρτών M-1 και E-1 ένα στρώμα βαζελίνης. Στη συνέχεια κολλάμε την κάρτα M-1 στο εσωτερικό ενός παραθύρου (η πλευρά με τη βαζελίνη να «κοιτά» προς το εσωτερικό της αίθουσας) και την κάρτα E-1 στο εξωτερικό του ίδιου παραθύρου όπως φαίνεται στην εικόνα.

 Την επόμενη μέρα βγάζουμε τις κάρτες και στη θέση τους τοποθετούμε τις κάρτες M-2 στο εσωτερικό και E-2 στο εξωτερικό. Με τη βοήθεια ενός μεγεθυντικού φακού αναγνωρίζουμε και μετράμε όσα σωματίδια έχουν κολλήσει στη βαζελίνη. Καταγράφουμε τα αποτελέσματα σε ένα πίνακα, σημειώνοντας ταυτόχρονα και τον καιρό (άνεμοι, βροχή κλπ.).

 Συνεχίζουμε για μια βδομάδα (ή και περισσότερο) και στη συνέχεια συγκρίνουμε τα αποτελέσματα στο εσωτερικό και στο εξωτερικό της αίθουσας. Μπορούμε επίσης να επαναλάβουμε το πείραμα σε διαφορετική αίθουσα ή σε διαφορετική εποχή και να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα.

**Πώς θα χαρακτηρίζες τον αέρα μέσα και έξω από την αίθουσα;  
Πόσο καθαρός είναι;**





ο όζον είναι μια χημική ένωση που, όταν βρεθεί πολύ μακριά από την επιφάνεια της γης, προσφέρει χρήσιμες υπηρεσίες στη ζωή του πλανήτη (γνωρίζεις τι;), ενώ όταν βρεθεί κοντά στην επιφάνεια (τροπόσφαιρα τη λένε) τότε προκαλεί προβλήματα. Το όζον δεν έχει χρώμα, γεύση και οσμή. Μπορεί να φαίνεται ακίνδυνο αλλά έχει την ικανότητα να επιδρά στους πνεύμονες και να καταστρέφει τον ιστό τους, κυρίως στα παιδιά που είναι πιο ευαίσθητα. Αλλά μη νομίσεις ότι και οι άλλοι οργανισμοί

μπορούν να ξεφύγουν. Αντιδρά επίσης με τα φυτά και γενικά καταστρέφει τους ιστούς όλων των ζωντανών οργανισμών.

Μπορεί να είπαμε ότι το όζον δεν φαίνεται αλλά όμως μπορούμε να αναγνωρίσουμε τα συμπτώματά του πάνω στα φύλλα των φυτών. Θα γίνουμε λοιπόν ανιχνευτές όζοντος: Θα επισκεφτούμε διαφορετικές περιοχές, ξεκινώντας από το σχολείο μας και φτάνοντας σε ένα πάρκο κοντά σ' έναν πολυσύχναστο δρόμο και θα ψάξουμε για φύλλα που έχουν σηματοδοτηθεί από το όζον. Μαζεύουμε τα τραυματισμένα φύλλα και όταν επιστρέψουμε τα κοιτάμε στο στερεοσκόπιο, τα συγκρίνουμε με τις εικόνες που ακολουθούν και βγάζουμε τα συμπεράσματά μας:



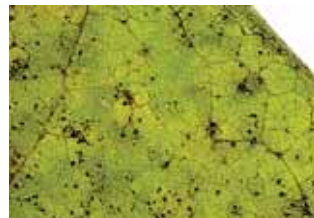
ΥΓΙΕΣ ΦΥΛΛΟ



ΣΗΜΑΔΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΟΖΟΝ



ΟΖΟΝ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΑΙΤΙΕΣ



ΑΛΛΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

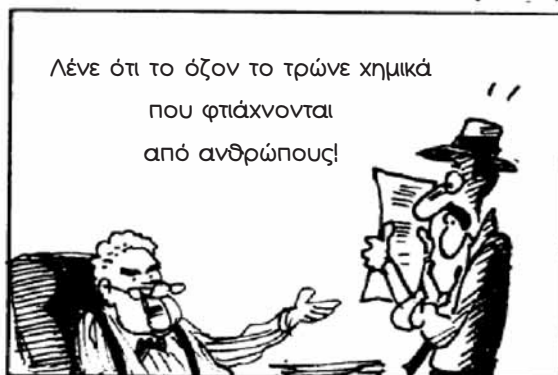




την εφημερίδα Αναφορά.....

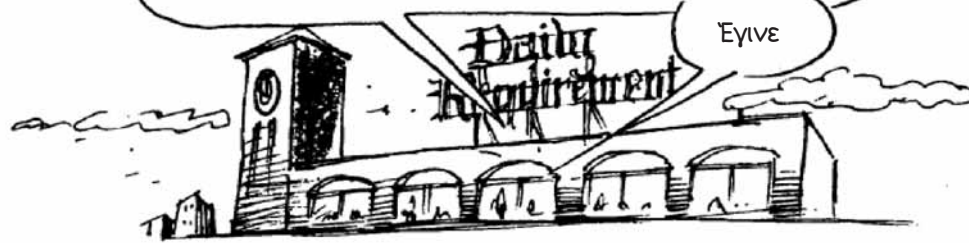


Κάποιοι επιστήμονες βρήκαν  
μια τεράστια ΤΡΥΠΑ στην  
στρατόσφαιρα πάνω από τον  
Νότιο Πόλο!



Λένε ότι το όζον το τρώνε χημικά  
που φτιάχνονται  
από ανθρώπους!

Στο λέω, Κοσμά! Αυτό είναι καυτό θέμα!  
Θα μπορούσε να σημαίνει την καταστροφή του κόσμου.  
Θέλω να το ερευνήσεις



Εσύ έχεις ξανακούσει για την τρύπα του όζοντος και, αν ναι, από πού;

.....

.....

.....





Κοσμάς συναντά μια επιστήμονα-ερευνήτρια και ενημερώνεται.....



Το όζον λοιπόν είναι ένα λεπτό στρώμα της ατμόσφαιρας που μας προστατεύει από τον ήλιο...



Βρίσκεται πάνω από τη Γη, περίπου 32 χλμ ψηλά, και σταματά την υπεριώδη ακτινοβολία από το να καταστρέψει τη Γη.



Ακριβώς! Κάθε μόριο όζοντος φτιάχνεται από 3 άτομα οξυγόνου που πιάνουν σαν δίχτυ τις ακτίνες.

Ο εχθρός του Όζοντος;  
ΧΛΩΡΟΦΘΟΡΑΝΘΡΑΚΕΣ



Χλωρο  
Τι;

Τα λέμε και CFCs. Τα έχουν φτιάξει οι άνθρωποι. Τα χρησιμοποιούμε πολύ στη βιομηχανία αλλά ακόμα και σε κλιματιστικά που έχουμε στο σπίτι μας!



Τα κλιματιστικά είναι επικίνδυνα;

Όχι, όχι. Δεν υπάρχει τίποτα επικίνδυνο ούτε στα πράγματα που χρησιμοποιούν CFCs ούτε σε αυτά που γίνονται από CFCs. Οι CFCs είναι επικίνδυνοι, μόνο όταν βγούν στον αέρα.

μόλις οι CFCs εκλυθούν, κινούνται στην ατμόσφαιρα για χρόνια, οπότε αρχίζει και το πρόβλημα





Ο Ν. Πόλος έχει πολύ μεγάλες και κρύες νύχτες. Κατά τη διάρκεια της νύχτας μικροκρύσταλλοι αιχμαλωτίζουν τα μόρια των CFCs και τα σπάνε σε μικρότερα κομμάτια. Ένα από αυτά τα κομμάτια είναι το χλώριο, ο χειρότερος εχθρός του όζοντος.



Υπάρχει όζον σε δύο σημεία του πλανήτη. Μήπως γνωρίζεις ποια είναι αυτά;

.....

.....

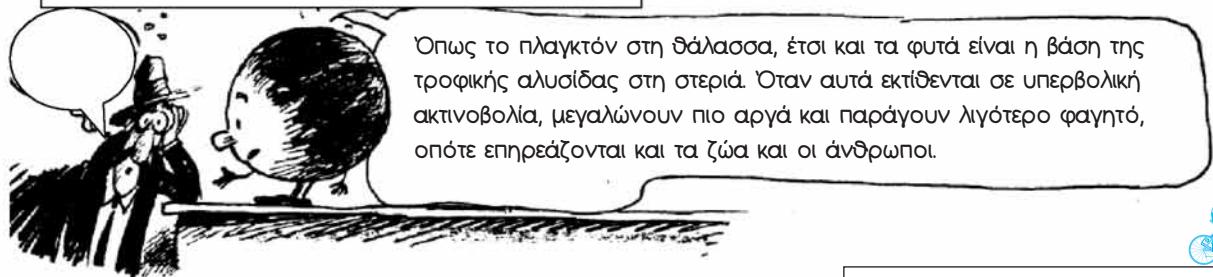
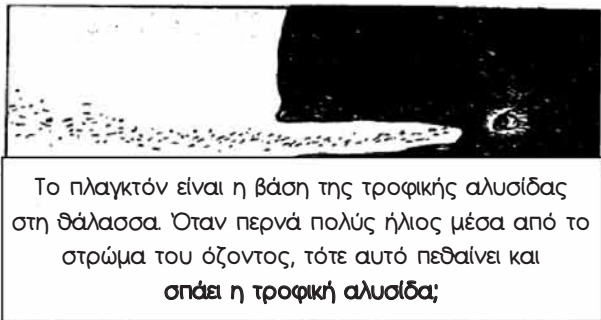
.....

.....



Όσο λεπταίνει το όζον όλο και περισσότερες ακτίνες φτάνουν στη Γη... και αρχίζει μια κακή επίδραση στους οργανισμούς που ζουν σε στεριά και θάλασσα.

Στις θάλασσες το πλαγκτόν και τα μικρά ζωάκια είναι από τα πρώτα θύματα...



Ο Κοσμάς πάει στο γιατρό...



Οι CFCs παίζουν ρόλο στην υπερθέρμανση του πλανήτη, καθώς παγιδεύονται στην ατμόσφαιρα και δημιουργούν μια κουβέρτα πάνω από τη Γη. Με αυτό τον τρόπο εγκλωβίζουν τη θερμότητα και η Γη υπερθερμαίνεται.

Μπορείς να γράψεις μερικές συνέπειες της υπερθέρμανσης;

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ι άλλο μπορεί να προκαλέσει στους ανθρώπους η υπερβολική έκθεση στον ήλιο;

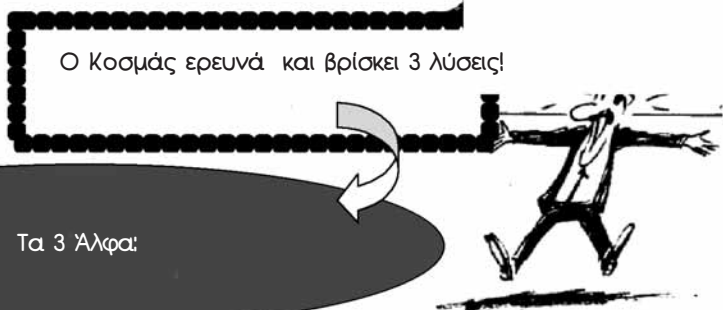
.....

.....

.....



Κάποιος πρέπει να προσπαθεί να βρει λύση!



Τι μπορεί να ανακαλυφθεί;

Τα 3 Άλλα:

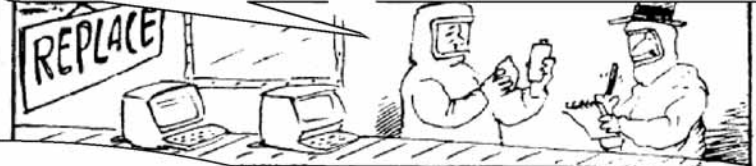


Τι μπορεί να αντικατασταθεί;

.....

.....

.....

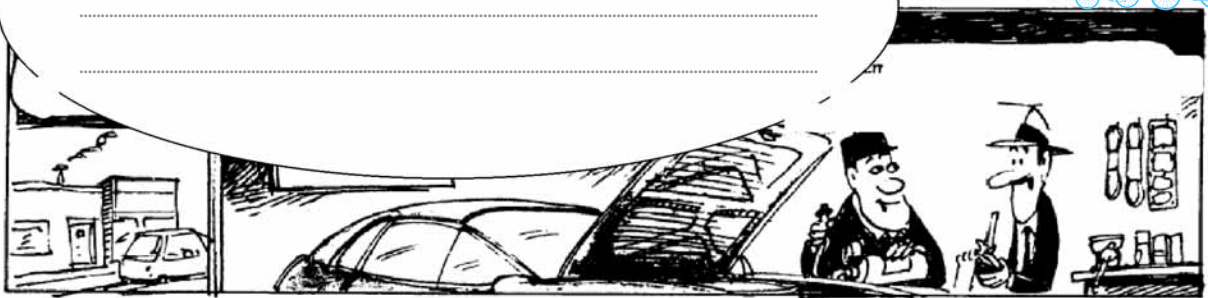


Μπορούν να ανακυκλωθούν οι CFCs;

.....

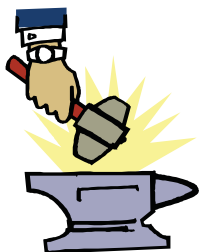
.....

.....





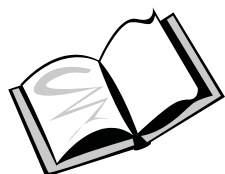
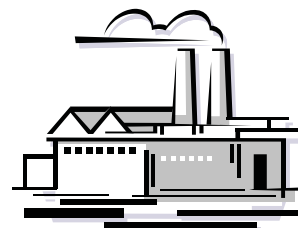
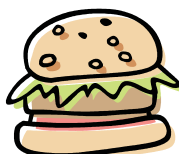
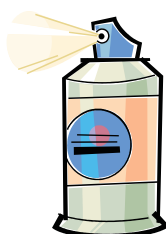
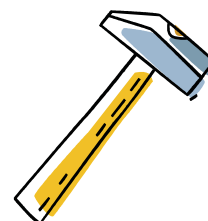
πορείς να γράψεις μια ιστορία με βάση τις εικόνες που ακολουθούν;



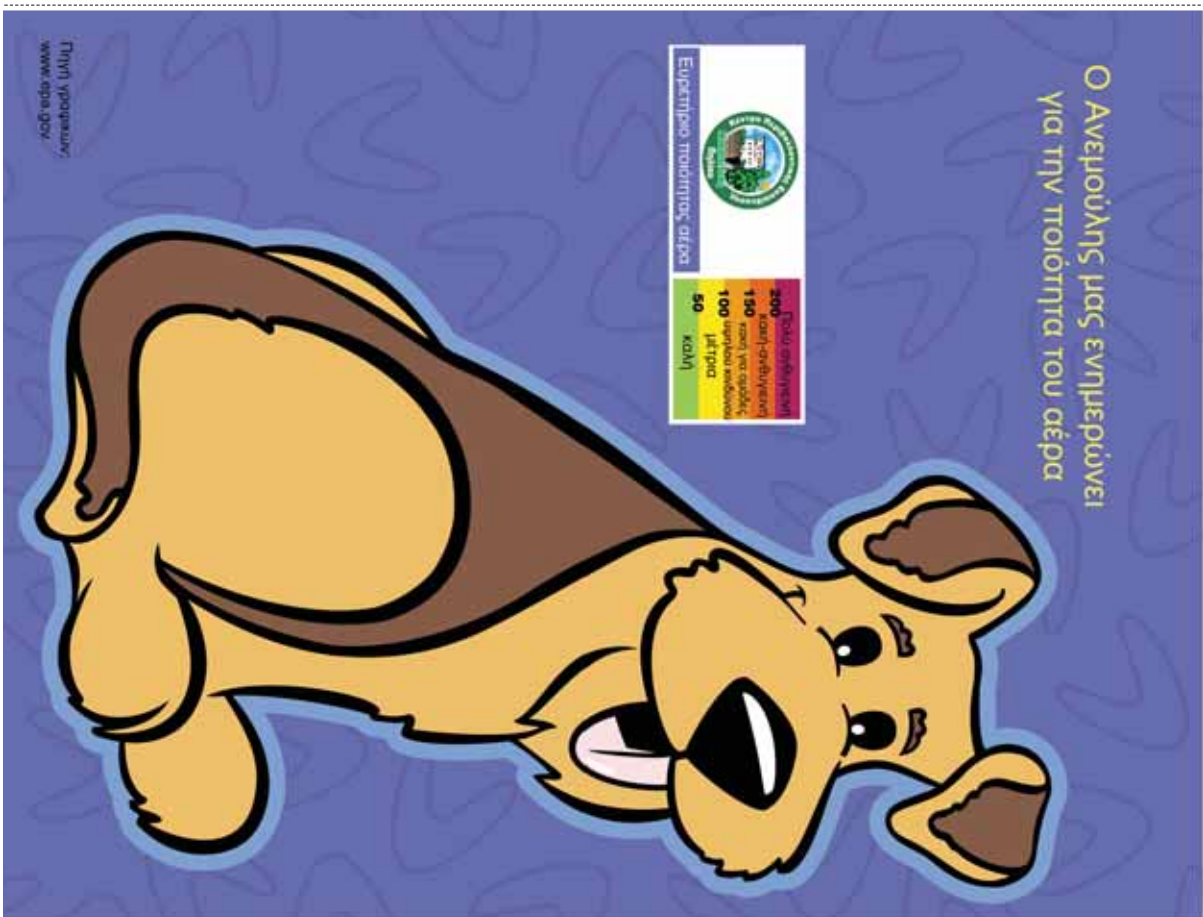
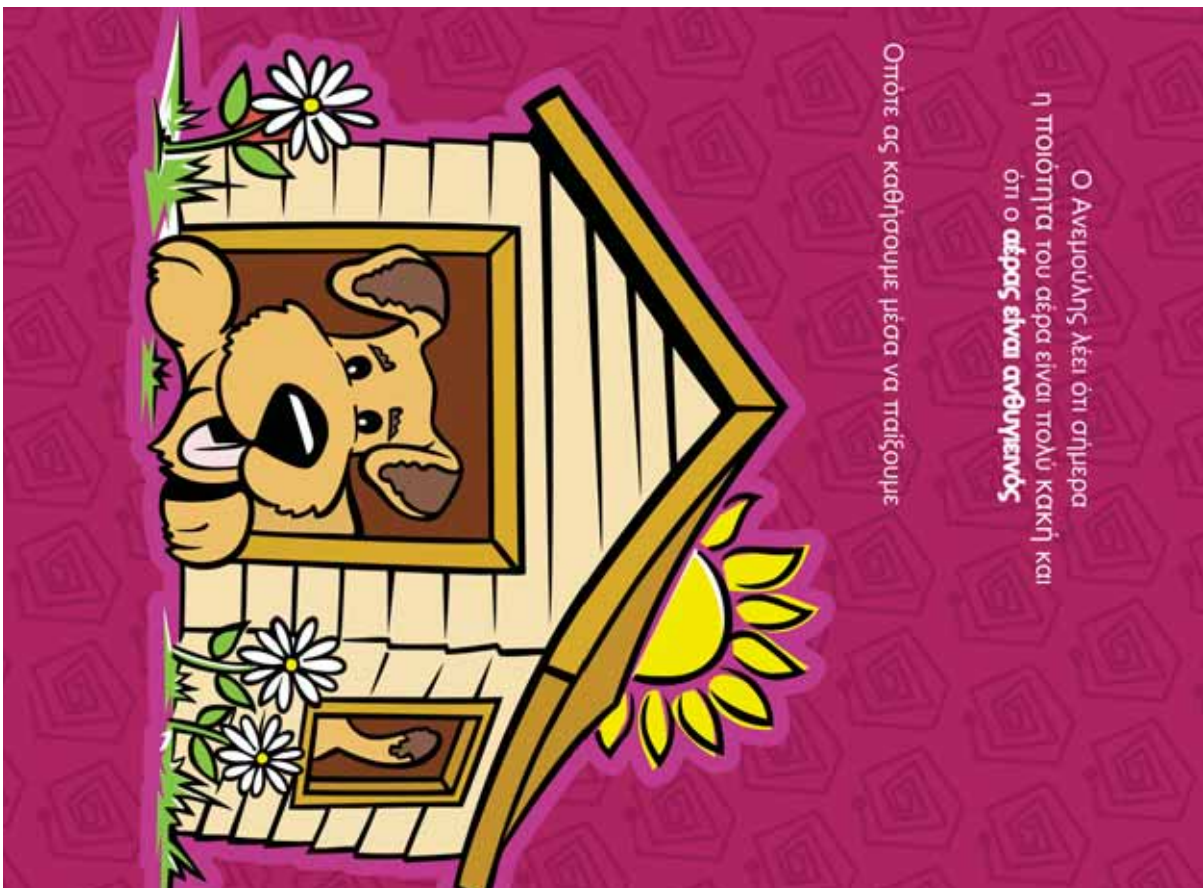
A series of horizontal dotted lines for writing a story.



άλε σε κύκλο ότι νομίζεις ότι ρυπαίνει τον αέρα:









Ο Ανεμούλης λέει ότι σήμερα έχουμε  
προειδοποίηση αέριας ρύπανσης.

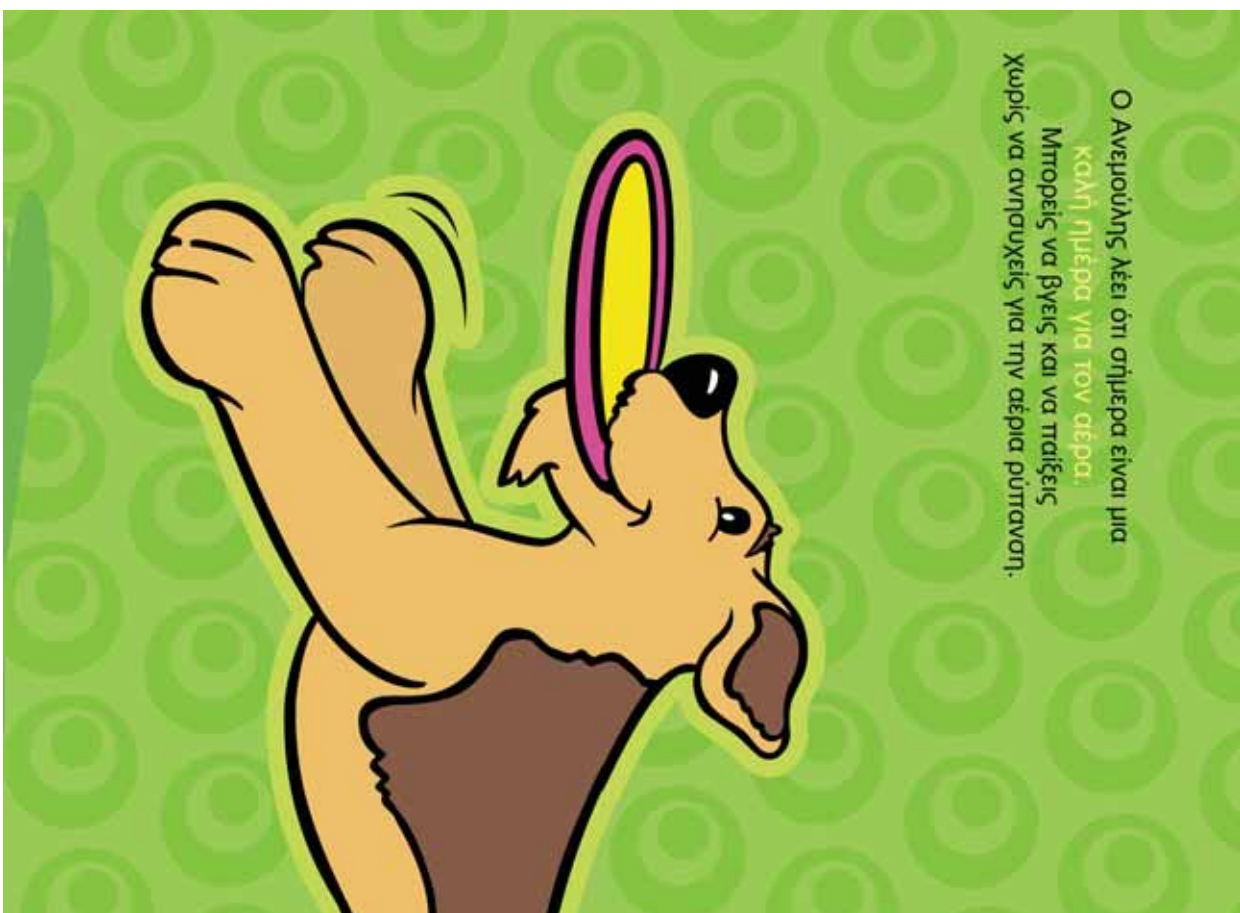
Οπότε χαλάρωσε  
και ξεκουράσου!



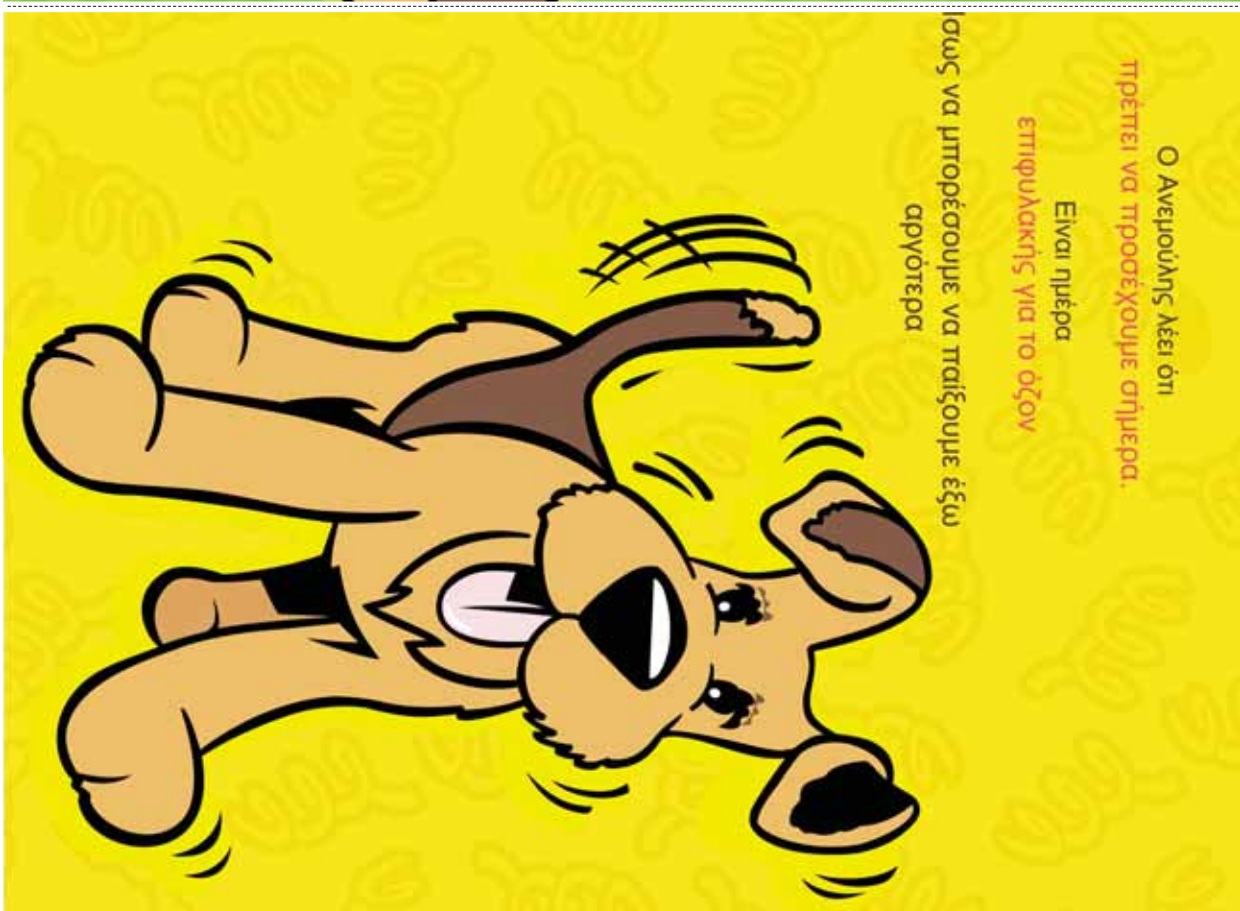
Ο Ανεμούλης λέει ότι σήμερα  
η προειδοποίηση για την αέρια ρύπανση  
είναι πολύ ισχυρή!

Οπότε ας καθήσουμε **μέσα** να διαβάσουμε,  
να παίξουμε  
ή να κάνουμε οτιδήποτε άλλο μας αρέσει.





Ο Ανεμούλης λέει ότι σήμερα είναι μια  
καλή ημέρα για τον αέρα.  
Μπορείς να βγεις και να παίξεις  
Χωρίς να ανησυχείς για την αέρια ρύπανση.



Ο Ανεμούλης λέει ότι  
πρέπει να προσέχουμε σήμερα.  
Είναι ημέρα  
επιφυλακής για το όζον  
ίσως να μπορέσουμε να παίξουμε έξω  
αργότερα

**ΕΝΟΤΗΤΑ 1: Φ.Ε 1.3:** Σκόνη, Παθητικό κάπνισμα, Τρίχωμα κατοικίδιων, κατσαρίδες, γύρη. Στα άλλα μπορούν να συμπληρώσουν τα καυσαέρια των αυτοκινήτων, βιομηχανιών κλπ.

**Φ.Ε 1.4:** Σκύλος, γάτα, τρωκτικά, πουλί.

**ΕΝΟΤΗΤΑ 2: Φ.Ε 2.2:** Λόγια του αέρα, πήραν τα μυαλά του αέρα, έχει αέρα (αυτοπεποίθηση), βγαίνω να πάρω τον αέρα μου κλπ.

**Φ.Ε 2.3:** Πηγές σωματών που επηρεάζουν τον αέρα μέσα στο σπίτι μπορεί να είναι αρώματα, καλλυντικά, απορρυπαντικά, ότι έχει σχέση με κάπνισμα, το ψυκτικό υγρό των ψυγείων και κλιματιστικών κλπ.

**Φ.Ε 2.5:** Διαλέγουμε διαφορετικές θέσεις, για να τοποθετήσουμε τις καρτέλες με το αυτοκόλλητο, π.χ. σε πάρκο δίπλα από το δρόμο και σε πάρκο μακριά από δρόμο. Μπορούμε να μετρήσουμε τον άνεμο που πνέει την μέρα της μέτρησης και να το συνδυάσουμε με τα αποτελέσματα που θα βρουν τα παιδιά.

**ΕΝΟΤΗΤΑ 3 Φ.Ε 3.4 - 3.5:** Όταν κάνει ζέστη, εξατμίζεται η βενζίνη και οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες που περιέχονται σ' αυτή ελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα. Αυτό είναι επικίνδυνο και για όποιον τους μυρίσει.

**Φ.Ε 3.6:** Προσέχουμε, ώστε, όταν η τρόμπα αναρροφά τον αέρα, να υπάρχει το φίλτρο στο στόμιό της, ενώ όταν φυσά, να μην υπάρχει. Είναι προτιμότερο να φιλτράρεται ο αέρας που εισέρχεται, για να μην εμφανιστούν σωματίδια από το εσωτερικό της τρόμπας.

**Φ.Ε 3.7:** Τα παιδιά τρίβουν συγκεκριμένες φορές (π.χ. 10) μια μπαντονέτα σε μια επιφάνεια και στη συνέχεια προσπαθούν να τραβήξουν μια γραμμή στη θέση που τους προσφέρεται, χωρίς να σηκώσουν το βαμβάκι από το χαρτί. Σε κάθε πεδίο μπορεί να «χαραχθεί» μια γραμμή από κάθε πλευρά ενός αντικειμένου ή από ίδια αντικείμενα σε διαφορετικές θέσεις.

**ΕΝΟΤΗΤΑ 4: Φ.Ε 4.6:** Εάν δεν παρατηρούνται αρκετά σωματίδια σε κάθε κάρτα, μπορούμε να τις αφήσουμε δύο μέρες την κάθε μια. Διαφορετικά είδη σωματιδίων συχνά παρατηρούνται μέσα και έξω από τη τάξη, ενώ πολλές φορές οι καρτέλες που τοποθετήθηκαν στο εσωτερικό είχαν περισσότερη σκόνη και χνούδια, ενώ αυτές στο εξωτερικό μικρότερες ποσότητες διαφορετικών όμως σωματιδίων π.χ. γύρη ή τέφρα.

**Φ.Ε 4.7:** Στις άλλες καταστροφές των φύλλων μπορούν να περιλαμβάνονται κάποιες ασθένειες από μύκητες ή έντρομα (α - γ), καθώς και από τον ήλιο ή έλλειψη σε θρεπτικά στοιχεία (β - δ). Για να οδηγηθούμε στο συμπέρασμα ότι κάποια καταστροφή οφείλεται στο όζον, τα μαύρα (ή σκούρα καφέ) στίγματα δεν πρέπει να έχουν άσπρο πυρήνα (α), ούτε να βρίσκονται πάνω σε αγγεία (γ). Επίσης δεν μπορούν να έχουν καφέ περίβλημα που να εκτείνεται σε αρκετή απόσταση από το στίγμα (β - δ).

**Φ.Ε 4.8:** Οι μαθητές αναλαμβάνουν τον ρόλο του ρεπόρτερ και ακολουθούν τον Κοσμά στην έρευνά του. Συλλέγουν πληροφορίες για το όζον τόσο στη τροπόσφαιρα (κοντά στην επιφάνεια της γης), όσο και στη στρατόσφαιρα (η γνωστή στοιβάδα



του όζοντος). Αναζητούν επίσης και καταγράφουν λύσεις: Νέα τεχνολογικά επιτεύγματα (π.χ. καινούρια ψυκτικά υγρά), νέα προϊόντα χωρίς πολυχλωριωμένους υδρογονάνθρακες που μπορούν να αντικαταστήσουν τα παλιά (π.χ. αφρός ξυρίσματος χωρίς προωθητικό αέριο) και τέλος ανακαλύπτουν την τεχνολογία αποχλωρίωσης των υλικών που προκαλούν το πρόβλημα.

**Φ.Ε 4.9:** Οι μαθητές μπορούν να συνδυάσουν τις εικόνες με τη σειρά που είναι στο φύλλο ή και με όποια σειρά θέλουν. Προτιμότερο είναι να περιλαμβάνει η ιστορία μέτρα για την αντιμετώπιση της αέριας ρύπανσης ώστε να καταλήξουν σε μια λύση.

**Φ.Ε 4.10:** Εκτός από τα αυτοκίνητα, το σκάφος, τις βιομηχανίες και το εντομοκτόνο που είναι προφανής η συμβολή τους στην αέρια ρύπανση, μπορεί να γίνει συζήτηση επίσης και για κάποια που δεν φαίνεται να συμβάλλουν άμεσα. Οι μπογιές για παράδειγμα περιέχουν πτητικές ουσίες και βαριά μέταλλα, τα κατοικίδια μπορούν να προκαλέσουν κρίσεις σε παιδιά που πάσχουν από άσθμα, αλλά και να μεταφέρουν μικρόβια με το τρίχωμά τους όταν δεν έχουν εμβολιαστεί, το χορτοκοπτικό όταν η υγρασία της ατμόσφαιρας είναι μικρή (π.χ. το μεσημέρι) δημιουργεί σκόνη, ελευθερώνει γύρη και καταναλώνει ενέργεια. Τέλος, συζήτηση μπορεί να ακολουθήσει για το πρόχειρο φαγητό, τόσο για τον τρόπο που παρασκευάζονται τα συστατικά του, όσο και για τον κίνδυνο προσθήκης χημικών παραγώγων που «διορθώνουν» τη μυρωδιά και το χρώμα τους.



1. Shaw IC, Chadwick J. Principles of Environmental Toxicology. Taylor & Francis, London, 1998.
2. McCarty JP. Ecological consequences of recent climate change. *Conserv Biol*, 2001, 15: 320-331.
3. Harvey LDD. Global Warming: The Hard Science. Prentice Hall, New York, 2000; Kump LR. Reducing uncertainty about carbon dioxide as a climate driver. *Nature*, 2002, 419: 188-190.
4. EPA. Greenhouse gases and global warming. Potential values. US Greenhouse Gas Inventory Program, Office of Atmospheric Programs, Washington DC, 2002 ([www.epa.gov/globalwarming](http://www.epa.gov/globalwarming))
5. Rowland FS. Climate change and its consequences. *Environment*, 2001, 43: 29-34.
6. Root TL, Price JT, Hall KR, et al. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, 2003, 424: 57-60.
7. Root TL, Price JT, Hall KR, Schneider SH, Rosenzweig C, Pounds JA. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 2003, 421:57-60
8. Mylona S. Trends of SO<sub>2</sub> Emissions, Air Concentrations and Depositions of Sulphur in Europe since 1980. EMEP/MS-CW Report 2/93, 1993.
9. National Acid Precipitation Assessment Program. Ecosystems. Implications for the Future. Wiley & Sons Ltd. Chichester, 1994.
10. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) Environment and Human Settlements Division. Protocol concerning the Control of Emissions of Nitrogen Oxides (<http://www.unece.org/env/lrtap>)
11. Pope CA, III, Burnett RT, Thun MJ, Cale EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD. Lung cancer, cardiopulmonary mortality and long-term exposure to fine particulate air pollution. *J Am Med Assoc*, 2002, 287:1132-1141.
12. Seaton A, MacNee W, Donaldson K, Godden D. Particulate air pollution and acute health effects. *Lancet*, 1995, 345: 176-178.
13. World Resources Institute. A Guide to the Global Environment. Environmental Change and Human Health. UNEP, WRI, UNDP, Oxford University Press, Oxford, 1999.
14. Worldwatch Institute. Vital Signs. Worldwatch Institute Publications, New York, 2000.
15. Stockholm Convention on POPs (1997). International action to protect health and the environment through measures which will reduce and/or eliminate emissions and discharges of persistent organic pollutants, including the development of an international legally binding instrument. (<http://www.pops.int>)
16. Lefohn AS, ed. Surface Level Ozone Exposures and Their Effects on Vegetation. Lewis Publishers, Chelsea, MI, 1992.
17. EMEP Programme. Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (<http://www.emep.int>).
18. Clayton P, Coleman P, Leonard A, Loader A, Marlowe L, Mitchell D, Richardson S, Scott D. Review of Municipal Solid Waste Incineration in the UK. Warren Spring, Stevenage, 1991
19. British Medical Association. Hazardous Waste and Human Health. BMA Professional and Scientific Division, Oxford University Press, Oxford, 1991.
20. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge University Press, Cambridge, 2001 (<http://www.ipcc.ch>)
21. UNEP/World Meteorological Organization. Information Unit on Climate Change. Framework Convention on Climate Change ([www.unfccc.de](http://www.unfccc.de))
22. Carraro C, ed. International Environmental Agreements on Climate Change. Kluwer Academic, Dordrecht, 1999;
23. Grubb M, Vrolijk C, Brack D. The Kyoto Protocol: A Guide and Assessment. Royal Institute of International Affairs, London, 1999
24. Trenberth KE. Stronger Evidence of Human Influences on Climate. The 2001 IPCC Assessment. *Environment* 2001, 43:9-33;
25. The United Nations Framework Convention on Climate Change (<http://unfccc.int/resource>).
26. Energy Information Administration. Department of Environment. Impacts of the Kyoto Protocol on U.S energy markets and economic activity. DOE/EIA 1998 ([www.eia.doe.gov/oiaf/kyoto](http://www.eia.doe.gov/oiaf/kyoto)).
27. Reiner DM. Climate Impasse. How the Hague negotiations failed. *Environment*, 2001, 43: 36-43;
28. WHO. Potential Health Effects of Climatic Change. Report of a WHO Task Group. WHO Publs, Geneva, 1990; Patz JA, Engelberg D, Last J. The effects of changing weather on public health. *Annu Rev Public Health*, 2000, 21: 271-307.
29. Vorosmarty CJ, Green P, Salisbury J, Lammers RB. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. *Science* 2000, 289:284-288.
30. Simonovic SP. World water dynamics: global modeling of water resources. *J Environ Manage*, 2002, 66: 249-267
31. Beuhler M. Potential impacts of global warming on water resources in southern California. *Water Sci Technol*, 2003, 47: 165-168.
32. Polar regions and global warming: ([www.epa.gov](http://www.epa.gov)).
33. Mohren GMJ, Kramer K, Sabate S, eds. Impact of Global Climate Change on Tree Physiology and Forest Ecosystems (Proceedings of International Conference) Kluwer Acad. Publishers, Dordrecht, 1997.
34. Jarvis PG, ed. The Likely Impact if Rising CO<sub>2</sub> and Temperature on European Forests. Cambridge University Press, Cambridge, 1998;
35. Houghton RA. The future role of tropical forests in affecting the carbon dioxide concentration of the atmosphere. *Ambio*, 1990, 19: 204-209.
36. Kirschbaum MU. Forest growth and species distribution in a changing climate. *Tree Physiol*, 2000, 20: 309-322.
37. Hughes L. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends Ecol Evol*, 2000, 15: 56-61.
38. McCarthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokken DJ, White KS, eds. Climate 2001: Impacts, Adaptations, and Vulnerability. Cambridge University Press, N.Y. 2001.
39. Schneider SH, Root TL, eds. Wildlife Responses to Climate Change: North American Case Studies. Island Press, Washington DC, 2002.
40. Walther G-R, Post E, Convey P, Menzel A, Parmesan C, Beebee TJC, Fromentin J-M, Hoegh-Guldberg O, Bairlein F. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 2002, 416: 389-395.
41. Walther G-R, Burga CA, Edwards PJ, eds. "Fingerprints" of Climate Change-Adapted Behaviour and Shifting

- Species Ranges. Kluwer Academic/Plenum, New York, 2001.
42. Rosenzweig C, Hillel D. Climate Change and the Global Harvest. Potential Impacts of the Greenhouse Effect on Agriculture. Oxford University Press, Oxford, 1998.
  43. Environmental Change Unit, University of Oxford. Climate Change and World Food Supply. Special Issues of Global Environmental Change and Food Policy. Workshop.
  44. Wilkinson CR, ed. Status of Coral Reefs of the World 2000. Australian Institute of Marine Science, Global Coral Reef Monitoring Network, Townsville, Australia, 2000.
  45. Claussen E, ed. Climate Change: Science, Strategies and Solutions. Pew Center on Global Climate Change. Brill Academic Pubs, Leiden, The Netherlands, 2001.
  46. Spencer T, et al. Coral bleaching in the southern Seychelles during 1997-98 Indian ocean warm event. Mar Poll Bull, 2000, 40: 569-586.
  47. Gugele B, Strobel B, Taylor P. Greenhouse gas emission trends and projections in Europe. Are the EU and the candidate countries on track to achieve the Kyoto Protocol targets? European Topic Centre on Air and Climate Change. Eur. Envir. Agency. Copenhagen, 2002.
  48. Commission of the European Communities. Decision of the European Parliament. 'For the monitoring mechanism of Community greenhouse gas emissions and the implementation of the Kyoto Protocol' Brussels 5.2.2003.
  49. Stachowicz JJ, Terwin JR, Whitlatch RB, Osman RW. Linking climate change and biological invasions: Ocean warming facilitates nonindigenous species invasions. Proc Natl Acad Sci USA, 2002, 99: 15497-15500
  50. Keeling RF, Garcia HE. The change in oceanic O<sub>2</sub> inventory associated with recent global warming. Proc Natl Acad Sci USA, 2002, 99: 7848-7853.
  51. Brunekreef B, Holgate ST. Air pollution and health. Lancet 2002, 360:1233-1242.
  52. Thurston GD, Ito K. Epidemiological studies of acute ozone exposures and mortality. J Expo Annal Environ Epidemiol, 2001, 11: 286-294.
  53. McConnell R, Berhane K, Gilliland F, et al. Asthma in exercising children exposed to ozone: a cohort study. Lancet, 2002, 359: 386-391.
  54. Roemer W, Hock G, Brunekreef B. Pollution effects on asthmatic children in Europe, the PEACE study. Clin Exp Allergy, 2000, 30: 1067-1075.
  55. Samet JM, Hatch GE, Horstman D, et al. Effect of antioxidant supplementaion on ozone induced lung injury in human subjects. Am J Respir Crit Care Med, 2001, 164: 819-825.
  56. McConnell WF, Abbey DE, Nishino N, Lebowitz MD. Long-term ambient ozone concentrations and the incidence of asthma in nonsmoking adults: the AHSMOG Study. Environ Res, 1999, 80: 110-121.
  57. Bassett D, Elbon-Copp C, Otterbein S, et al. Inflammatory cell availability affects ozone- induce lung damage. J Toxicol Environ Health, 2001, 64: 547-565.
  58. Chauhan AJ, KrishnaMT, Frew AJ, Holgate ST. Exposure to nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) and respiratory disease risk. Rev Env. Health, 1998,13:73-90.
  59. Kunzli N, Kaiser R, Medina S, et al. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. Lancet, 2000, 356: 795-801.
  60. Agrawal SB, Agrawal M, eds. Environmental Pollution and Plant Responses. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, 2000.
  61. Fuhrer J, ed. Risk assessment for ozone effects on vegetation in Europe. Special Issue. Environ Poll, 2000, 109: 359-543.
  62. Aunan K, Berntsen T, Seip HM. Surface ozone in China and its possible impact on agricultural crop yields. Ambio, 2000, 29: 294-298.
  63. Valavanidis A, Zymi M, Stathopoulou D, Georgiou P, Ganotidis M. Effects of ozone on pine forests in the Athens area, Greece. Electron paramagnetic resonance investigation of ozone-induced oxidative stress on Pinus halepensis (Mill.). Trees 2003.
  64. Fumagalli I, Gimeno BS, Velissariou D, De Temmerman L, Mills G. Evidence of ozone-induced adverse effects on crops in the Mediterranean region. Atmos Environ, 2001, 35: 2583-2587.
  65. Υπεριώδης ακτινοβολία και καρκίνος του δέρματος. Εκτίμηση του κινδύνου από έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία και τη μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος. Στο: Βαλαβανίδης Α. Περιβάλλον και Κακοήθειες Νεοπλασίες. ΒΗΤΑ Ιατρ. Εκδ. Αθήνα, 2000: 183-202.
  66. Ma J, Guicheri R. Effects of stratospheric ozone depletion and tropospheric pollution on UVB radiation in the troposphere. Photochem Photobiol, 1997, 66: 346-355.
  67. Goetsch W, Garssen J, Slob W, et al. Risk assessment for the harmful effects of UV-B radiation on the immunological resistance to infectious diseases. Environ Health Perspect, 1998, 106: 71-77.
  68. Paul ND, Gwynn-Jones D. Ecological roles of solar UV radiation: towards an integrated approach. Trends Ecol Evolution, 2003, 18: 48-56.
  69. Σκουλικίδης ΘΝ. Διάβρωση και Συντήρηση των Δομικών Υλικών των Μνημείων. Εκδ. Παν/μίου Κρήτης, Ηράκλειο, 2000.
  70. Schindler D. From acid rain to toxic snow. Ambio, 1999, 28: 350-355.
  71. Alewell C, Manderscheidt B, Meeesenburg H, Bittersohl J. Is acidification still an ecological threat? Nature, 2000, 407: 856-858
  72. Europe's Environment. The Dobris Assessment. European Environment Agency. Luxembourg 1995, chap. 14, emissions, p. 325 (Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe, CORINAIR/EMEP).
  73. Ormernik JM, Griffith GE, Kinney AJ. Total Alkalinity of Surface Waters. Corvallis Environ Research Laboratory, U.S. EPA, Corvallis, OR, 1985.
  74. Jeffries DS. Southeastern Canada: an overview of the effect of acidic deposition on aquatic resources. In: Charles DF, ed. Acidic Deposition and Aquatic Ecosystems. Springer-Verlag, New York, 1991: 273.
  75. Watras CJ, Frost TM. Little Rock Lake (Wisconsin): perspectives on an experimental ecosystem approach to seepage lake acidification. Arch Environ Contam Toxicol, 1989, 18: 157-162.



Κάθε κάτοικος της Ελλάδας παράγει σχεδόν 9 τόνους CO<sub>2</sub> κάθε χρόνο, σχεδόν 10% πιο πάνω από το μέσο ευρωπαϊκό όρο. Ο ενεργειακός τομέας στη χώρα μας είναι η κύρια πηγή εκπομπών και η Ελλάδα εξακολουθεί να έχει μεγάλο βαθμό εξάρτησης από το "ρουτινό" λιγνίτη στην ηλεκτροπαραγωγή. Η κύρια αιτία μπορεί να βρεθεί στα σπάταλα κτίρια, όπου απορροφάται το 40% της ενέργειας και μάλιστα με αυξανόμενους ρυθμούς που είναι διπλάσιοι από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο. Εξαιτίας της οικιακής κατανάλωσης παράγεται επίσης το 45% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, του πιο σημαντικού από τα αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου. Μετρήσεις του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) έδειξαν ότι το 69% της οικιακής κατανάλωσης απορροφάται στη θέρμανση, το 15% στην παραγωγή ζεστού νερού και μόλις το 11% στο φωτισμό και σε άλλες ηλεκτρικές συσκευές.

Κάθε στιγμή της ζωής μας λοιπόν παράγουμε είτε άμεσα είτε έμμεσα μια ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα με τις πράξεις μας. Η ποσότητα αυτή αποτελεί το **αποτύπωμα άνθρακα** του κάθε ενός από μου. Εάν σε αυτό προσθέσουμε και τις άλλες επιδράσεις μας στο περιβάλλον μπορούμε να υπολογίσουμε το οικολογικό μας αποτύπωμα, την προσωπική μας επιβάρυνση στον πλανήτη.

Παρακάτω υπάρχουν μερικές ενδεικτικές τιμές κατανάλωσης σε Watt συνηθισμένων οικιακών συσκευών:

**Ηλεκτρική καφετιέρα** = 900-1200 W

**Στεγνωτήριο ρούχων** = 1800-5000 W

**Πλυντήριο πιάτων** = 1200-2400 W

**Ανεμιστήρας οροφής** = 65-175 W

**Πιστολάκι μαλλιών** = 1000-1875 W

**Φορητή Θερμάστρα** = 750-1500 W

**Ηλεκτρικό Σίδερο** = 1000-1800 W

**Τηλεοράσεις (έγχρωμες) έως 19"** = 65-110 W, 27" = 113 W, 36" = 133 W

**Ηλεκτρική κουζίνα** = 3000 - 5000 W,

**Φούρνος Μικροκυμάτων** = 400-1100 W

**Ηλεκτρονικός Υπολογιστής:** CPU - εν λειτουργία / standby = 120 / 30 W

Οθόνη εν λειτουργία / standby = 150 / 30 W / Laptop = 50 W

**Στερεοφωνικό** = 70-400 W,

**Κλιματιστικό** = 1800-3200 W

**Ψυγείο (frost-free, 16 κυβικά πόδια)** = 725 W,

**Πλυντήριο ρούχων** = 1200-2400 W

**Τοστιέρα** = 800-1400 W

**Βίντεο / DVD** = 20 - 50 W

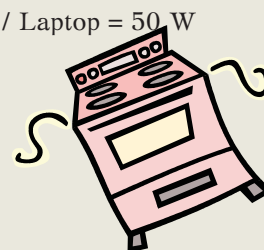
**Ηλεκτρική σκούπα** = 1000-1800 W

Συνήθως βρίσκουμε τα Watt που καταναλώνει η συσκευή στην ετικέτα της. Τα Watt αυτά που αναφέρει η ετικέτα είναι η μέγιστη ισχύς που μπορεί να καταναλώσει η συσκευή. Αρκετές συσκευές έχουν ρυθμιζόμενη απόδοση (πχ το στερεοφωνικό έχει την ρύθμιση της έντασης) οπότε και η κατανάλωσή τους αυξομειώνεται αντίστοιχα.

Μελέτη του Πανεπιστημίου Αθηνών με υπεύθυνο τον καθηγητή Μάνθο Σανταμούρη απέδειξε ότι η κατανάλωση ενέργειας αυξάνει ανάλογα με την «ηλικία» του κτιρίου και ο λογαριασμός επιβαρύνεται κατά 0,8 κιλοβατώρες ανά τετραγωνικό για κάθε χρόνο που περνά από την κατασκευή της οικοδομής. Υπολογίζεται ότι το 70% των κτιρίων της χώρας χτίστηκε πριν από το 1985. Οι απώλειες είναι μεγαλύτερες σε κατοικίες χωρίς μόνωση και διπλά τζάμια. Την τελευταία 12ετία η μέση ετήσια κατανάλωση αυξήθηκε κατά 30% αλλά στον οικιακό τομέα μετρήθηκε στο 36% λόγω της μαζικής εισόδου των κλιματιστικών που χρησιμοποιούνται πλέον και στη θέρμανση. Από αντίστοιχη έρευνα και πιλοτική εφαρμογή των αποτελεσμάτων στις ΗΠΑ φαίνεται ότι με βελτίωση της μόνωσης στα υπάρχοντα κτίρια και με σκίαστρα σε επιλεγμένες θέσεις έγινε δυνατός ο περιορισμός της κατανάλωσης ενέργειας για ανάγκες θέρμανσης και ψύξης στο 60%.

Χαρακτηριστικές εκπομπές CO<sub>2</sub> από καθημερινές μας ασχολίες

**Σημείωση:** Για την κατασκευή των τηλεοράσεων επίπεδης οθόνης TFT χρησιμοποιείται ένα υλικό 17.000 φορές δραστικότερο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου από το CO<sub>2</sub>





Είδος κατανάλωσης	Ποσότητα	Βάρος CO2 που ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα
Ηλεκτρισμός	1 kWh	800 gr
Θέρμανση (Πετρέλαιο)	1 λίτρο	2670 gr
Θέρμανση (Αέριο)	1 λίτρο	1500 gr
Θέρμανση (Βιομάζα)	1 κιλό	130 gr
Μετακίνηση με αυτοκίνητο	1 km	200 gr
Μετακίνηση με μοτοσυκλέτα	1 km	100 gr
Μετακίνηση με λεωφορείο	1 km	100 gr
Μετακίνηση με τραίνο	1 km	60 gr
Μετακίνηση με τραμ	1 km	80 gr
Μετακίνηση με μετρό	1 km	70 gr
Κρέας κόκκινο καθημερινά, όχι εποχιακά ή οργανικά τρόφιμα, αλλά κυρίως εισαγόμενα	γεύμα	5 gr
Κρέας άσπρο και κόκκινο 3-4 φορές την εβδομάδα, λίγα εποχιακά και βιολογικά τρόφιμα, μερικά εισαγόμενα	γεύμα	2,5 gr
Κρέας και ψάρι 2 -3 φορές την εβδομάδα, εποχιακά και βιολογικά τρόφιμα, από την περιοχή κατοικίας	γεύμα	1 gr
Αγορά ειδών ρουχισμού εισαγωγής	είδος	5000 gr
Αγορά ειδών που φτιάχνονται στη χώρα	είδος	100 gr
Όλα τα είδη που αγοράζονται είναι όμορφα τυλιγμένα, τα ηλεκτρονικά είναι τελευταίας τεχνολογίας και συνολικά δεν ανακυκλώνονται	ημέρα	7300 gr
Λίγα είδη αγοράζονται με περιτύλιγμα, τα ηλεκτρονικά συνήθως αλλάζονται μετά από 5 έτη και κάποια ανακυκλώνονται	ημέρα	2200 gr
Χρησιμοποιείται ελάχιστο περιτύλιγμα, συνήθως τα ηλεκτρονικά αλλάζονται όταν σταματήσουν να λειτουργούν και τα περισσότερα ανακυκλώνονται	ημέρα	700 gr
Για αναψυχή προτιμώνται ενεργοβόρες δράσεις, όπως ταξίδια στο εξωτερικό, υποβρύχιο ψάρεμα ή κυνήγι, μηχανοκίνητα σπορ.	μήνας	250 gr
Για αναψυχή προτιμώνται κέντρα αστικής διασκέδασης π.χ. σινεμά, καφέ, μπαρ, εστιατόρια κ.λπ. συχνότερα από 8 φορές τον μήνα	μήνας	125 gr
Για αναψυχή προτιμώνται κέντρα αστικής διασκέδασης π.χ. σινεμά, καφέ, μπαρ, εστιατόρια κ.λπ. λιγότερες από 8 φορές τον μήνα	μήνας	85 gr
Συντήρηση αυτοκινήτου	μήνας	85 gr

## ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΟΥ Κ.Π.Ε. ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΑΣ

1. «Η Πηλιορείτισσα γιαγιά θυμάται...βότανα δια πάσα νόσον»
2. «Το Νερό-Οι Κρήνες της Μακρινίτσας»
3. «Τουριστικές διαδρομές στη Φύση και την Παράδοση του πηλιορείτικου χωριού»
4. «Μια μέρα στο Μουσείο Λαϊκής Τέχνης και Ιστορίας του Πηλίου»
5. «Μια μέρα στο Μουσείο του Θεόφιλου»
6. «Μια μέρα στο Κεραμοποιείο Τσαλαπάτα»
7. «Ανακαλύπτω τα μυστικά του τόπου μου-Βιοποικιλότητα»
8. «Μην απορρίπτεις τα απορρίμματα»
9. «Στα χνάρια των Κενταύρων»
10. «Μαθαίνω το Δάσος»
11. «Αέρας: Ας ανοίξουμε τον ασκό του Αιόλου»
12. «Τα πετρογέφυρα της Ελλάδας»
13. «Το δέντρο της ζωής σε 4 εποχές»

## ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΟΜΑΔΑ ΤΟΥ Κ.Π.Ε. ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΑΣ

1. Κολτσιδόπουλος Ευρυπίδης, βιολόγος, Υπεύθυνος του Κέντρου
2. Μακέλη Γραμματή, δασκάλα, Αναπληρώτρια Υπεύθυνη του Κέντρου
3. Βίγκλας Παναγιώτης, καθηγητής πληροφορικής μέλος της Π.Ο. του Κέντρου
4. Γκράσσο Γεώργιος καθηγητής αγγλικών μέλος της Π.Ο. του Κέντρου
5. Γούλα Μαρία, δασκάλα μέλος της Π.Ο. του Κέντρου
6. Παρδαλίδης Θεολόγος, βιολόγος μέλος της Π.Ο. του Κέντρου
7. Παπαϊωάννου Άγγελος, γεωπόνος μέλος της Π.Ο. του Κέντρου
8. Τσαβέ Πηνελόπη, φιλόλογος, μέλος της Π.Ο. του Κέντρου
9. Τσιμπλούλης Γεράσιμος, δάσκαλος μέλος της Π.Ο. του Κέντρου

## Στο σχεδιασμό και την υλοποίηση των Προγραμμάτων του Κ.Π.Ε. τα προηγούμενα χρόνια (1999-2003) εργάστηκαν και οι:

1. Καπλάνης Ξενοφών, φυσικός
2. Καραδήμας Κωνσταντίνος, δάσκαλος
3. Οικονομίδης Δημήτρης, φυσιολογίστης
4. Παπαδοπούλου Σοφία, φιλόλογος

**Γραμματειακή υποστήριξη:** Χρυσοχού Έλενα, υπάλληλος Κοινότητας Μακρινίτσας Γεωργούση Ελευθερία, Εθνικό Ίδρυμα Νεότητας