



Μάθημα 2^ο : Ατμοσφαιρική Ρύπανση

**Τοπικό ή Παγκόσμιο πρόβλημα;
Οι βασικότεροι ρύποι**

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Τοπικό ή Παγκόσμιο πρόβλημα;

Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μπορούμε να πούμε ότι είναι ταυτόχρονα ένα τοπικό αλλά και ένα παγκόσμιο πρόβλημα. Δηλαδή, οι επιπτώσεις, άμεσες και έμμεσες από την ατμοσφαιρική ρύπανση είναι εμφανείς τόσο σε τοπική όσο και σε παγκόσμια κλίμακα. Συνηθίζεται να δίνεται μια διαβάθμιση στο πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που αποτελείται από πέντε διαφορετικά επίπεδα-κλίμακες [1]. Ειδικότερα:

1. Τοπική Κλίμακα

Η τοπική κλίμακα αφορά την ατμοσφαιρική ρύπανση σε μια μικρή σχετικά περιοχή από μια ή και περισσότερες πηγές. Για παράδειγμα, το CO που συγκεντρώνεται κατά μήκος αυτοκινητόδρομων από τις εκπομπές των αυτοκινήτων.



Τοπικό ή Παγκόσμιο πρόβλημα;

2. Αστική κλίμακα

Η αστική κλίμακα αφορά την ατμοσφαιρική ρύπανση σε μια αστική περιοχή. Στην περίπτωση αυτή, έχουμε ρύπανση από πρωτογενείς ρύπους και στη συνέχεια από δευτερογενείς ρύπους που σχηματίζονται μετά από μια σειρά χημικών αντιδράσεων και μετασχηματισμών των πρωτογενών ρύπων.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση σε πολλές σύγχρονες πόλεις προκαλείται από εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα, οξειδίων του αζώτου και υδρογονανθράκων τα οποία με την παρουσία του ηλιακού φωτός αντιδρούν μεταξύ τους σχηματίζοντας την φωτοχημική αιθαλομίχλη. Η φωτοχημική αιθαλομίχλη δεν σχετίζεται με την ατμοσφαιρική υγρασία και αντίθετα εμφανίζεται στις μεγαλουπόλεις σε περιόδους με αίθριο καιρό



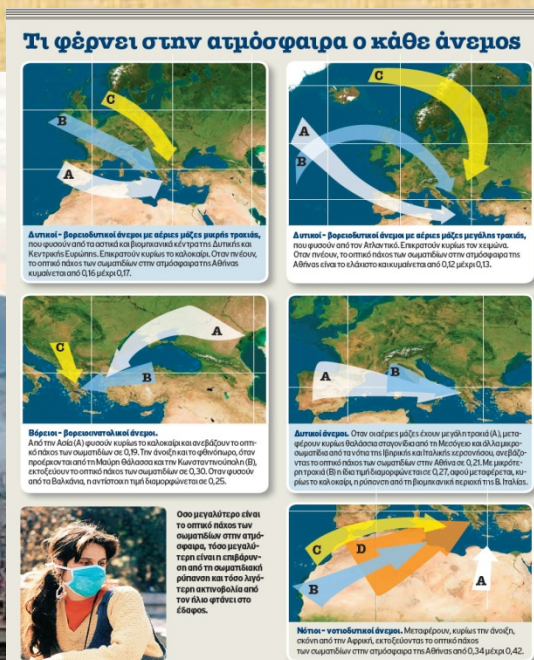
Τοπικό ή Παγκόσμιο πρόβλημα;

3. Περιφερειακή κλίμακα

Η περιφερειακή κλίμακα αφορά την ατμοσφαιρική ρύπανση σε μια πιο ευρεία περιοχή που ξεπερνά τα όρια μιας αστικής περιοχής και μιας πόλης. Στην περίπτωση αυτή, η ατμοσφαιρική ρύπανση εξελίσσεται με δυο τρόπους:

A) Μεταφορά και διασπορά των αστικών ρύπων σε ευρύτερη περιοχή και

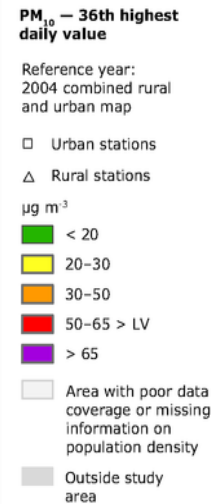
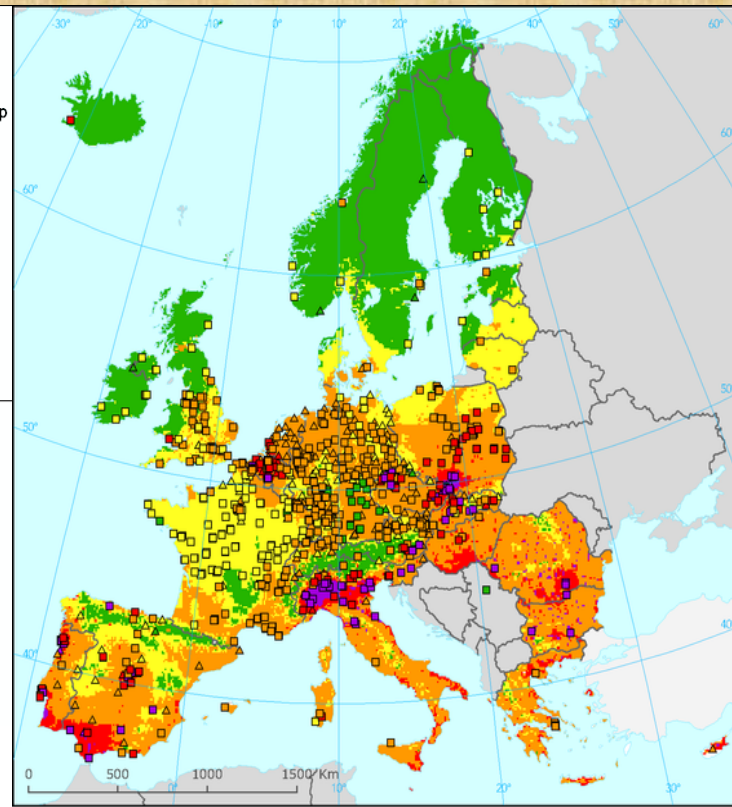
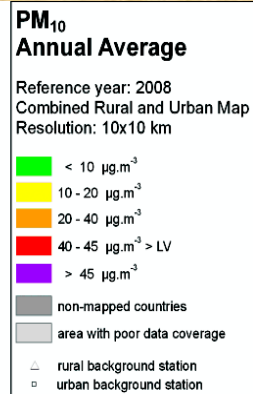
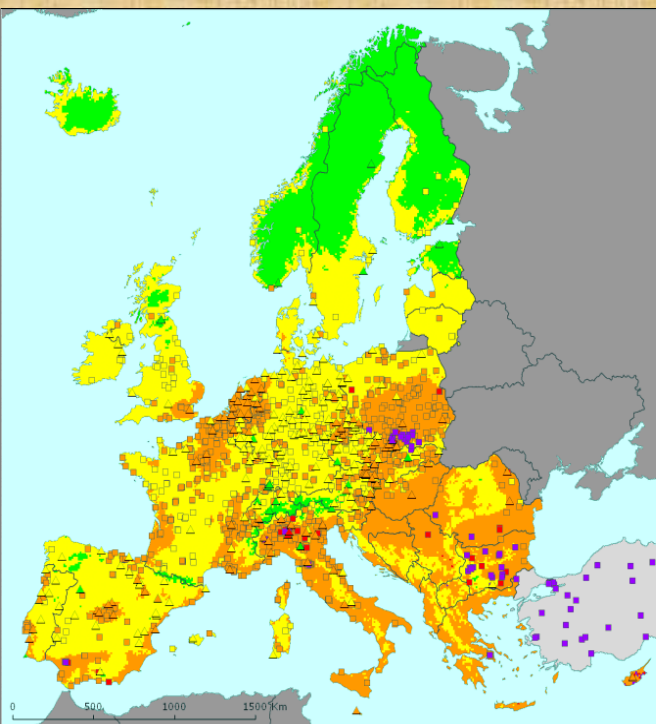
B) Μεταφορά και διασπορά ρύπων που εμφανίζουν μικρή σχετικά χημική δραστηριότητα σε όλο και μεγαλύτερες αποστάσεις. Τέτοιοι ρύποι (πχ SO_2) μπορούν να «επιβιώνουν» για μεγάλα χρονικά διαστήματα, έτσι ώστε να μεταφέρονται με τις κινήσεις του ατμοσφαιρικού αέρα σε μεγάλες αποστάσεις.



Τοπικό ή Παγκόσμιο πρόβλημα;

4. Διηπειρωτική κλίμακα

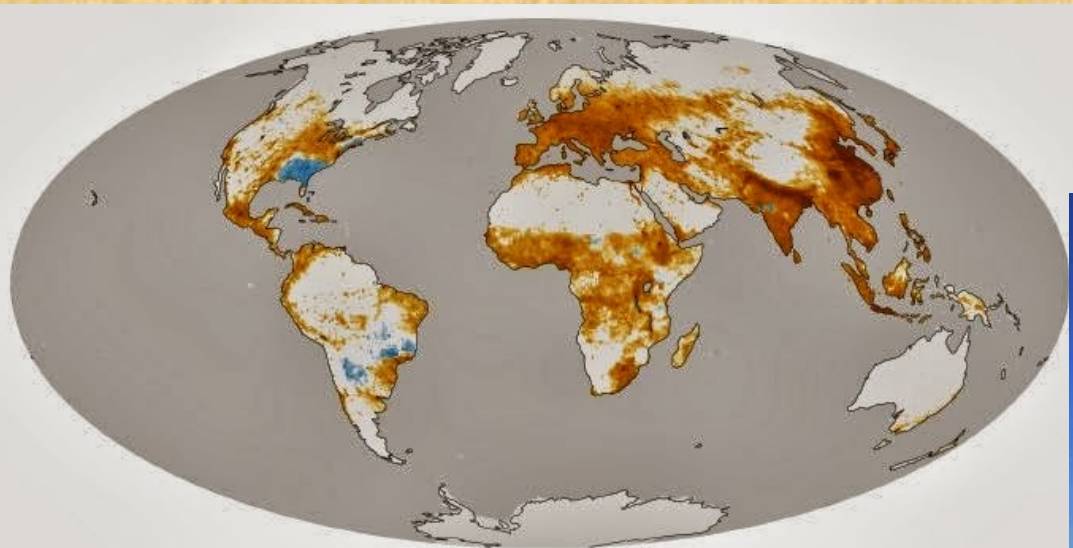
Η διηπειρωτική κλίμακα αφορά την ατμοσφαιρική ρύπανση σε μια μικρή σχετικά περιοχή όπως για παράδειγμα η Ευρώπη. Ουσιαστικά μπορούμε να πούμε ότι η Διηπειρωτική κλίμακα είναι μια πιο εκτεταμένη περίπτωση περιφερειακής κλίμακας. Εκφράζεται με τη μεταφορά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μιας χώρας σε άλλη γειτονική χώρα, κοκ, μέσω των κινήσεων της ατμόσφαιρας.



Τοπικό ή Παγκόσμιο πρόβλημα;

5. Παγκόσμια κλίμακα

Η παγκόσμια κλίμακα αφορά την ατμοσφαιρική ρύπανση σε ολόκληρο τον κόσμο. Για παράδειγμα, σε τέτοια κλίμακα μπορεί να αναφερθεί η έκλυση στην ατμόσφαιρα CFCs που είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο της «τρύπας του όζοντος». Επίσης, στην ατμοσφαιρική ρύπανση παγκόσμιας κλίμακας θα μπορούσε να ενταχθεί και η ρύπανση που προκαλείται από τη δραστηριότητα ενός μεγάλου ηφαιστείου.



Premature Mortality Due to Air Pollution (deaths per year per 1,000 km²)

-1,000	-100	-10	-1	0.1	1	10	100	1,000
--------	------	-----	----	-----	---	----	-----	-------



Τοπικό ή Παγκόσμιο πρόβλημα;

Γενικότερα, θα μπορούσαμε να κατηγοριοποιήσουμε τη διαβάθμιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης με βάση την έκτασή της σε τέσσερις κλίμακες [1].

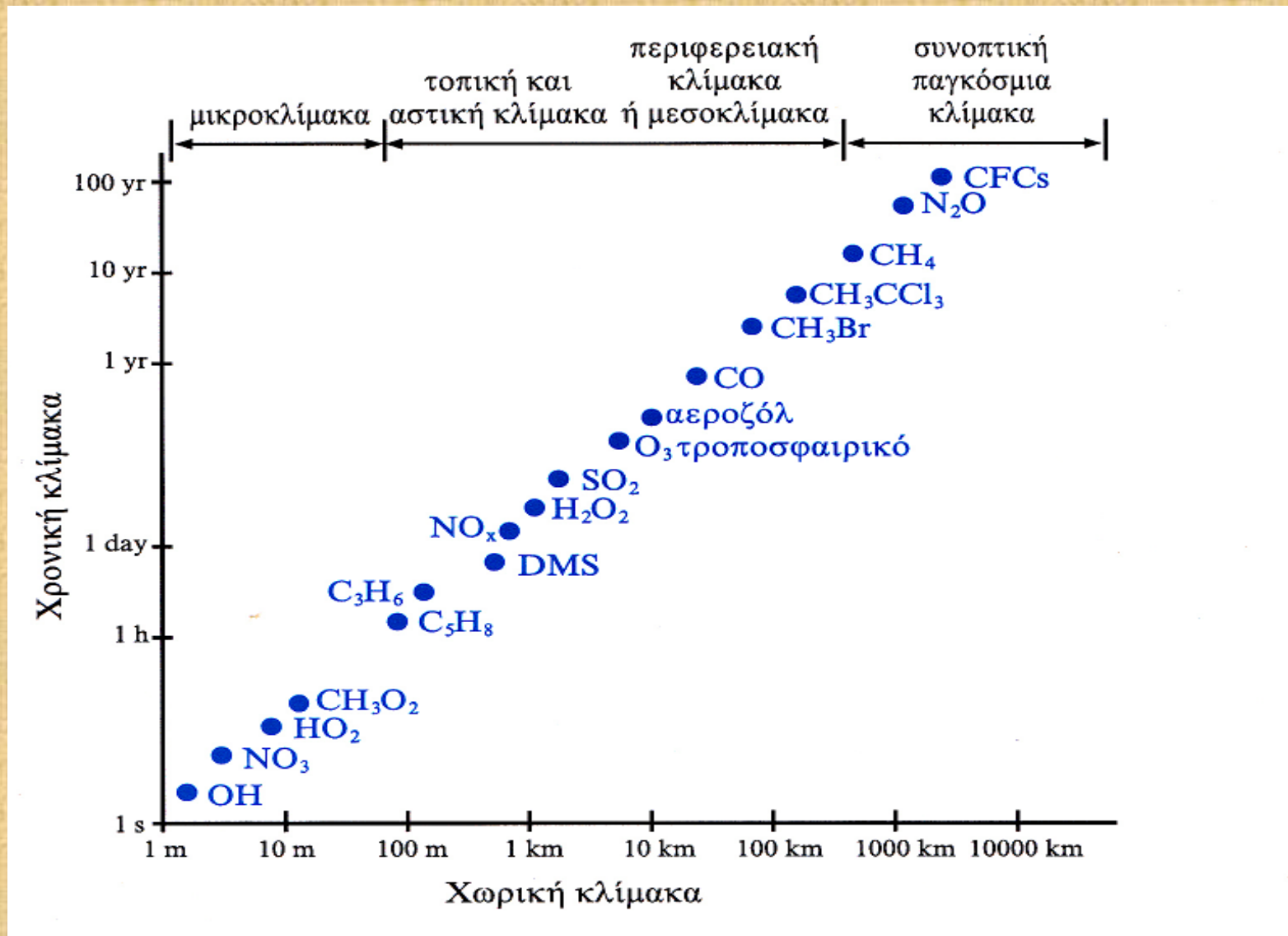
- 1. Μικροκλίμακα:** αφορά μεταφορά και διασπορά ρύπων σε μικρές εκτάσεις (<100m), όπως για παράδειγμα οι ρύποι της καμινάδας ενός κεντρικού συστήματος θέρμανσης κατοικίας.
- 2. Μεσοκλίμακα:** αφορά τη διασπορά των ρύπων σε αποστάσεις μερικών δεκάδων έως και εκατοντάδων χιλιομέτρων
- 3. Συνοπτική κλίμακα:** αφορά τη διασπορά των ρύπων σε αποστάσεις μερικών εκατοντάδων έως και χιλιάδων χιλιομέτρων
- 4. Παγκόσμια κλίμακα:** αφορά τη διασπορά των ρύπων σε εκτάσεις και αποστάσεις μεγαλύτερες των 5×10^5 km

Τοπικό ή Παγκόσμιο πρόβλημα;

Φαινόμενο	Χωρική διάσταση (km)
Αστική ρύπανση	1-50
Περιφερειακή ρύπανση	50-1000
Όξινη βροχή και εναπόθεση	100-2000
Καταστροφή στρατοσφαιρικού όζοντος	1000-40,000
Αύξηση αερίων θερμοκηπίου	1000-40,000
Αερολύματα (αεροζόλ)	100-40,000
Τροποσφαιρική μεταφορά και οξείδωση ρύπων	1-40,000
Ανταλλαγή ρύπων μεταξύ τροπόσφαιρας-στρατόσφαιρας	0.1-100
Στρατοσφαιρική μεταφορά και οξείδωση ρύπων	1-40,000

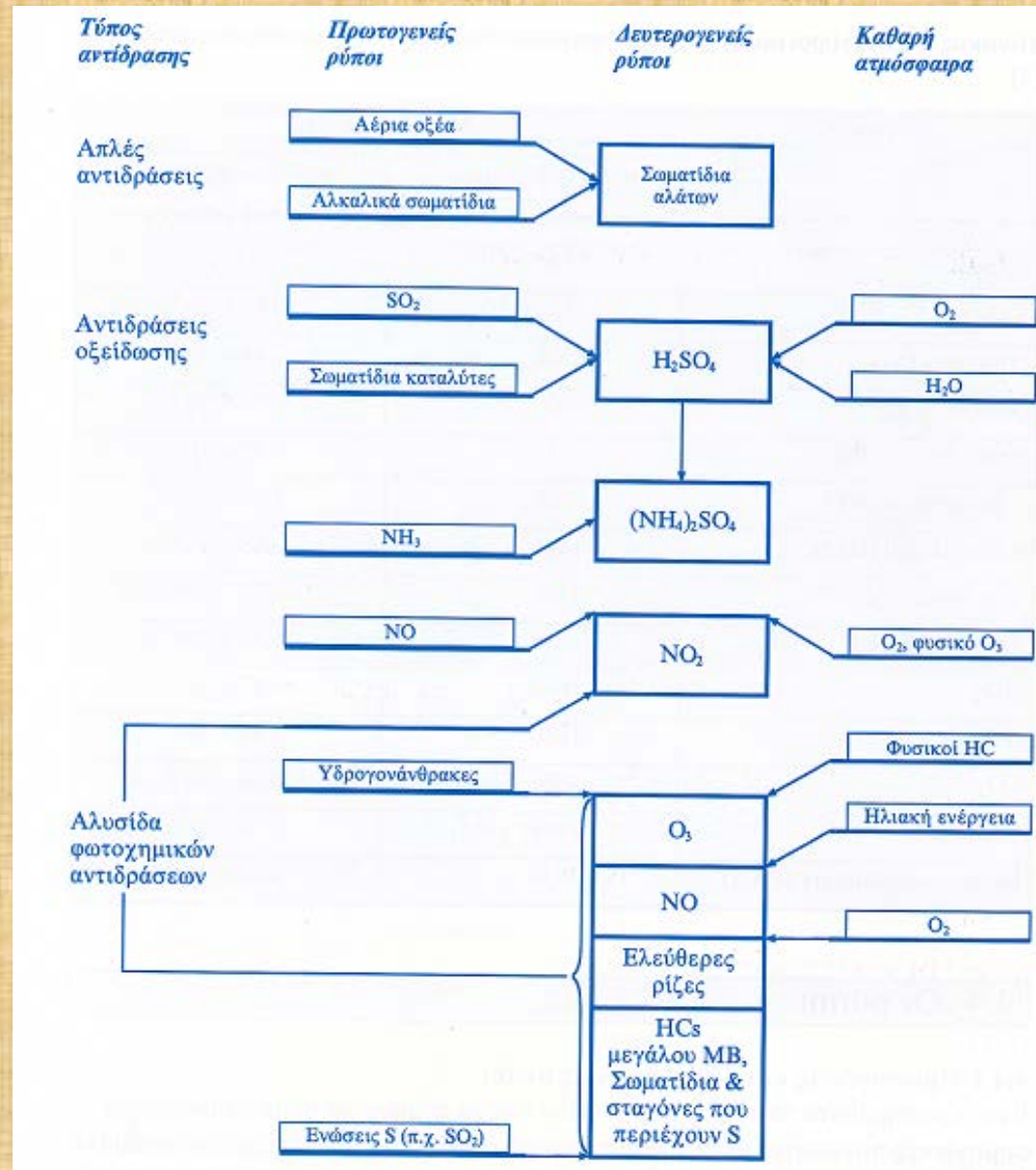
Πίνακας 1. Συνήθεις διαστάσεις ατμοσφαιρικών φαινομένων ρύπανσης [1]

Τοπικό ή Παγκόσμιο πρόβλημα;



Σχήμα 1. Χωρική και χρονική κλίμακα διαφόρων χημικών ενώσεων-ρύπων στην ατμόσφαιρα [1]

Τοπικό ή Παγκόσμιο πρόβλημα;



Σχήμα 2. Πρωτογενείς και δευτερογενείς ρύποι [1]

Πηγές, καταβόθρες και χρόνος ημιζωής ρύπων

Πηγές ονομάζονται τα μέρη στα οποία παράγονται και εκπέμπονται οι ρύποι. Υπάρχουν οι σημειακές πηγές (πχ καμινάδα εργοστασίου) και οι πηγές μεγάλου μεγέθους (πχ ηφαίστεια). Κατατάσσονται σε φυσικές και ανθρωπογενής πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης [1].

Καταβόθρες ονομάζονται τα μέρη στα οποία οι ατμοσφαιρικοί ρύποι απορροφούνται και εξαφανίζονται. Τέτοια μέρη είναι το έδαφος, τα δάση, τα ποτάμια, οι λίμνες και οι θάλασσες και οι ωκεανοί [1].



Πηγές, καταβόθρες και χρόνος ημιζωής ρύπων

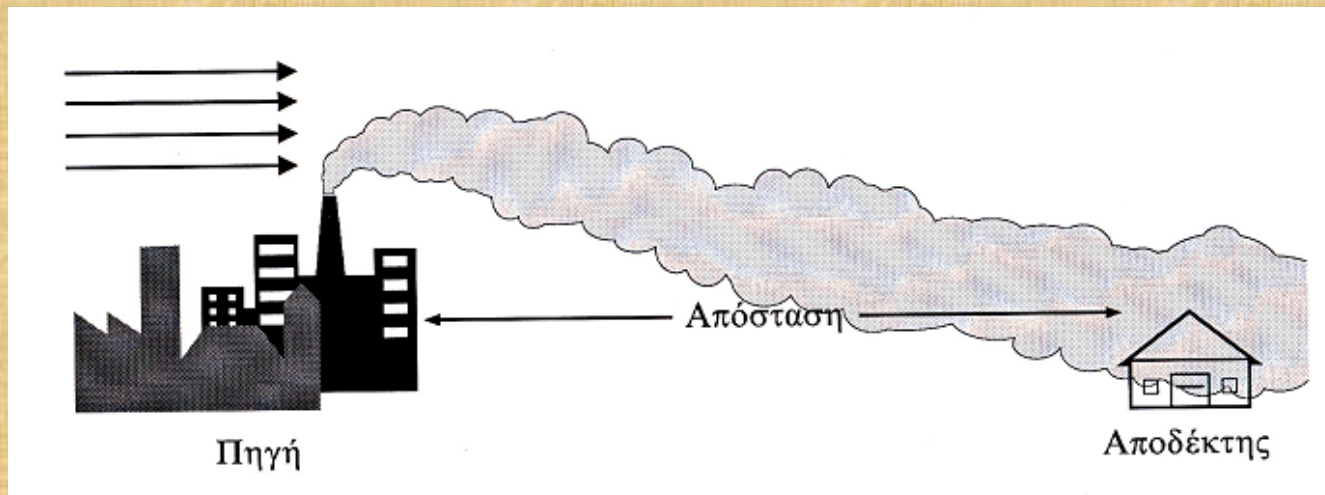
Ο **χρόνος ημιζωής** ενός ρύπου είναι ο χρόνος που απαιτείται ώστε η συγκέντρωση του συγκεκριμένου ρύπου να μειωθεί στο μισό της αρχικής της τιμής. Αυτό εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως ο ίδιος ο ρύπος, οι μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν, η χημική δράση του ρύπου, κλπ. Υπάρχουν βέβαια και ρύποι των οποίων η συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα αντί να μειώνεται με το χρόνο, αυξάνει (CO_2).



Μεταφορά και διασπορά των ρύπων

Μεταφορά η διαδικασία-μηχανισμός με τον οποίο ένας ρύπος μεταφέρεται από την πηγή εκπομπής του στον αποδέκτη.

Όταν η ταχύτητα του αέρα είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα με την οποία εκπέμπεται ο ρύπος από την πηγή, ο αέρας «σπρώχνει» και εξαπλώνει το νέφος της ρύπανσης μέχρι εκεί όπου η ταχύτητα του αέρα γίνεται ίση με την ταχύτητα εκπομπή του ρύπου. Όλες οι διαδικασίες (μίξη λόγω τύρβης, εξάπλωση, αιώρηση) με τις οποίες ο ρύπος μπορεί να ταξιδέψει σε μεγάλες σχετικά αποστάσεις από την πηγή, αναφέρονται ως **διασπορά** των ρύπων. Η διασπορά γίνεται ένα πολύπλοκο και σύνθετο για μελέτη θέμα, όταν έχουμε πολλές πηγές ταυτόχρονα, πολλούς και διαφορετικούς ρύπους, ιδιαίτερο ανάγλυφο στην περιοχή και ιδιαίτερες μετεωρολογικές συνθήκες.



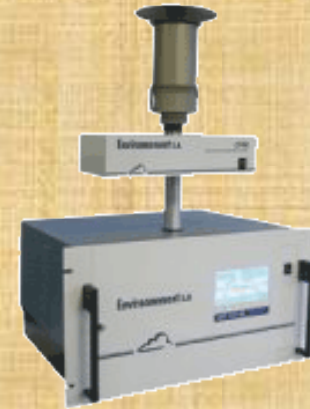
Σχήμα 3. Μεταφορά και διασπορά νέφους ρύπων από την πηγή στον αποδέκτη[1]

Μονάδες συγκέντρωσης των ρύπων

Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι καταγράφονται με τη χρήση μετρητικών συσκευών που καλούνται και αναλυτές. Η λειτουργία των συσκευών αυτών βασίζεται σε διάφορες φυσικές και χημικές μεθόδους ανάλυσης και καταγραφής των συγκεντρώσεων των ατμοσφαιρικών ρύπων.

Ως «**συγκέντρωση**» ενός ατμοσφαιρικού ρύπου ορίζεται η ποσότητα του ρύπου (μάζα ή όγκος) σε μια ορισμένη ποσότητα μάζας ή όγκου του ατμοσφαιρικού αέρα. Έτσι, υπάρχει μια ποικιλία μονάδων συγκέντρωσης ατμοσφαιρικών ρύπων. Ειδικότερα:

1. Μέρη στο εκατομμύριο (ppm). Συμβολίζεται με «ppm» και δηλώνει το ποσό μιας δεδομένης ουσίας-ρύπου (μάζα, όγκος, mole) σε ένα συνολικό ποσό του 1,000,000 μάζας, όγκου ή mole αντίστοιχα, του ατμοσφαιρικού αέρα ανεξάρτητα από τις μονάδες μέτρησης, εφόσον αυτές παραμένουν ίδιες.



Μονάδες συγκέντρωσης των ρύπων

- 2. Μέρη στο εκατομμύριο (ppm).** Συμβολίζεται με «ppm» και δηλώνει το ποσό μιας δεδομένης ουσίας-ρύπου (μάζα, όγκος, mole) σε ένα συνολικό ποσό του 10^6 μάζας, όγκου ή mole αντίστοιχα, του ατμοσφαιρικού αέρα ανεξάρτητα από τις μονάδες μέτρησης, εφόσον αυτές παραμένουν ίδιες.
- 3. Μέρη στο δισεκατομμύριο (ppb).** Συμβολίζεται με «ppb» και δηλώνει το ποσό μιας δεδομένης ουσίας-ρύπου (μάζα, όγκος, mole) σε ένα συνολικό ποσό του 10^9 μάζας, όγκου ή mole αντίστοιχα, του ατμοσφαιρικού αέρα ανεξάρτητα από τις μονάδες μέτρησης, εφόσον αυτές παραμένουν ίδιες.
- 3. Μιλιγραμμάρια ανά κυβικό μέτρο (mg/m³).** Συμβολίζεται με «mg/m³» και δηλώνει το μάζα σε μιλιγραμμάρια (mg) της ουσίας-ρύπου που υπάρχουν μέσα σε όγκο ενός κυβικού μέτρου (m³) ατμοσφαιρικού αέρα.
- 4. Μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο (μg/m³).** Συμβολίζεται με «μg/m³» και δηλώνει το μάζα σε μικρογραμμάρια (μg) της ουσίας-ρύπου που υπάρχουν μέσα σε όγκο ενός κυβικού μέτρου (m³) ατμοσφαιρικού αέρα.

Μονάδες συγκέντρωσης των ρύπων

Εξαιτίας του τρόπου μέτρησης-καταγραφής των συγκεντρώσεων των ατμοσφαιρικών ρύπων, οι αναλυτές καταγράφουν τις συγκεντρώσεις κυρίως σε ppm ή ppb. Έτσι, καθίσταται αναγκαίο να μετατραπούν αυτές οι τιμές σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ή mg/m^3 , αναλόγως του ρύπου. Η μετατροπή αυτή γίνεται αυτόματα μέσω ενός λογισμικού που συνοδεύει συνήθως τους αναλυτές. Στη συνέχεια, παρατίθεται ο τρόπος μετασχηματισμού των ppm ή ppb σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ή mg/m^3 και αντιστρόφως. Κάνοντας χρήση της καταστατικής εξίσωσης των ιδανικών αερίων, προκύπτει η εξίσωση (1) μετατροπής των συγκεντρώσεων από ppb σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και από $\mu\text{g}/\text{m}^3$ σε ppb (2):

$$\left[\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right] = \frac{[\text{ppb}] \cdot P \cdot M_r}{0.08205 \cdot (273.15 + \theta^\circ \text{C})} \quad (1)$$

$$[\text{ppb}] = \frac{0.08205 \cdot (273.15 + \theta^\circ \text{C})}{P \cdot M_r} \cdot \left[\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right] \quad (2)$$

Μονάδες συγκέντρωσης των ρύπων

$$\left[\frac{\mu g}{m^3} \right] = \frac{[ppb] \cdot P \cdot M_r}{0.08205 \cdot (273.15 + \theta^\circ C)} \quad (1)$$

$$[ppb] = \frac{0.08205 \cdot (273.15 + \theta^\circ C)}{P \cdot M_r} \cdot \left[\frac{\mu g}{m^3} \right] \quad (2)$$

Όπου:

(M_r) το μοριακό βάρος του ατμοσφαιρικού ρύπου

(P) η ατμοσφαιρική πίεση σε *atm* και

(θ) η θερμοκρασία σε βαθμούς Celsius

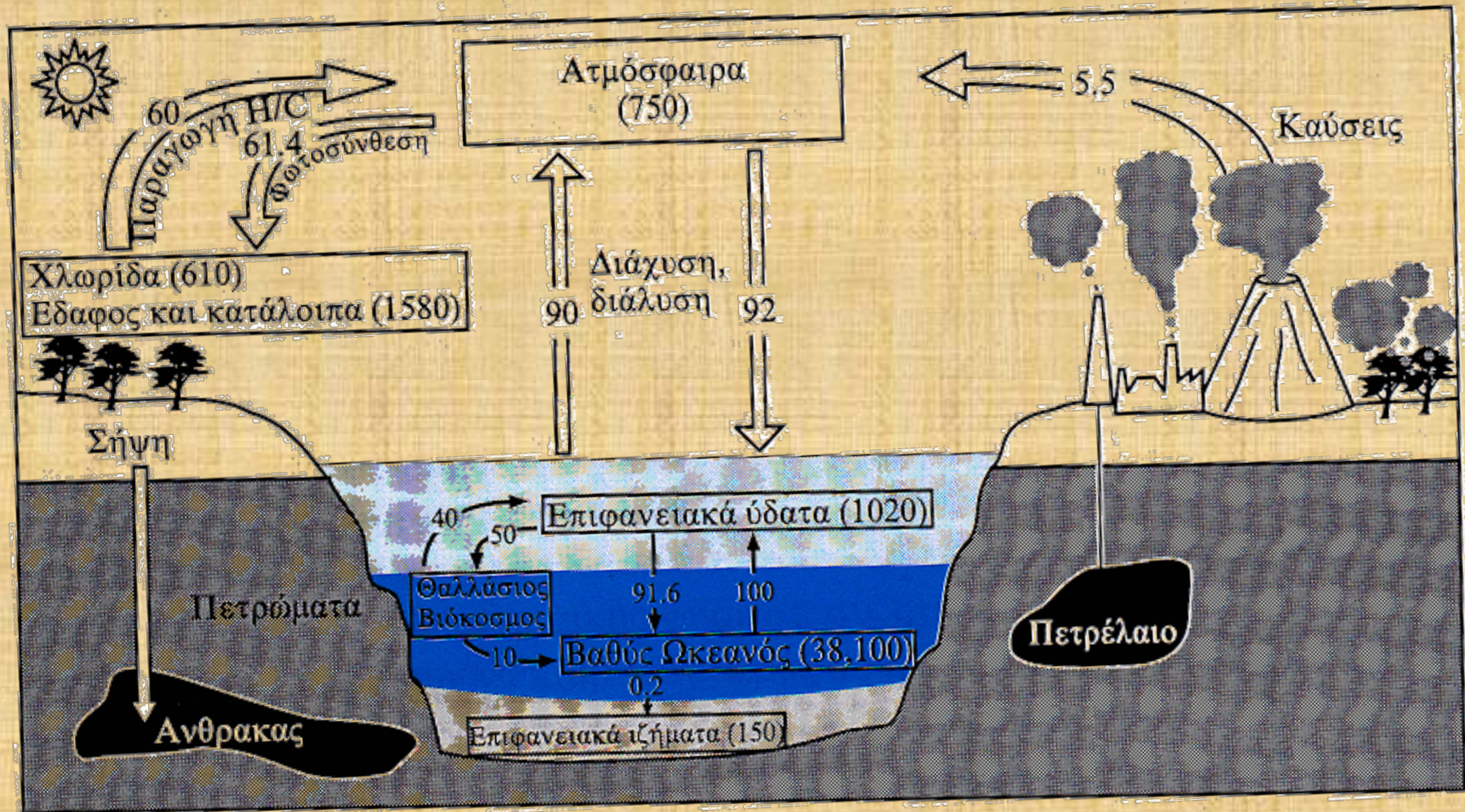
Οι δύο παραπάνω εξισώσεις δεν έχουν εφαρμογή στην περίπτωση των αιρούμενων σωματιδίων λόγω του γεγονότος ότι τα αιρούμενα σωματίδια αποτελούνται από δύο ή και περισσότερες διαφορετικές μεταξύ τους χημικές ενώσεις-ρύπους και επιπλέον είναι στερεά σωματίδια.

Μονάδες συγκέντρωσης των ρύπων

Ρύπος	Μετατροπή από	
	ppm(vol) σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$ πολλαπλασίασε με	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ σε ppm(vol) πολλαπλασίασε με
CO	1145	0.87×10^{-3}
CO ₂	1800	0.56×10^{-3}
Αμμωνία (NH ₃)	695	1.44×10^{-3}
Χλώριο (Cl ₂)	2900	0.34×10^{-3}
Αιθυλένιο (C ₂ H ₄)	1145	0.87×10^{-3}
Υδροφθόριο (HF)	820	1.22×10^{-3}
Υδροχλώριο (HCl)	1490	0.67×10^{-3}
Υδρόθειο (H ₂ S)	1390	0.72×10^{-3}
Μεθάνιο (CH ₄)	655	1.53×10^{-3}
NO ₂	1880	0.53×10^{-3}
NO	1230	0.81×10^{-3}
SO ₂	2620	0.38×10^{-3}
Οζόν (O ₃)	1960	0.51×10^{-3}
peroxyacetylnitrate (PAN)	4950	0.2×10^{-3}

Πίνακας 2. Πίνακας μετατροπής μονάδων συγκέντρωσης για θερμοκρασία $\Theta=25$ °C και πίεση $P=760$ mmHg [1]

Ο κύκλος του άνθρακα στη φύση



Σχήμα 4. Ο κύκλος του άνθρακα στη φύση. Παρουσιάζεται η χωρητικότητα διαφόρων αποθηκών σε δισεκατομμύρια τόνους άνθρακα, καθώς επίσης και ο ρυθμός ανταλλαγής άνθρακα μεταξύ των διαφόρων αποθηκών σε τόνους ανά έτος [1]

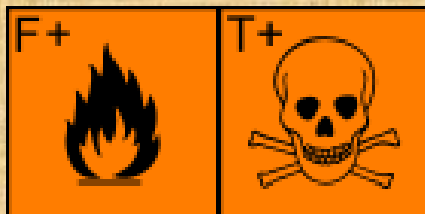
Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το **μονοξείδιο του άνθρακα** είναι μια ανόργανη χημική ένωση, που περιέχει άνθρακα και οξυγόνο και έχει μοριακό τύπο CO. Το καθαρό μονοξείδιο του άνθρακα, στις «συνηθισμένες συνθήκες», δηλαδή σε θερμοκρασία 25°C και πίεση 1 atm, είναι άχρωμο, άοσμο και άγευστο αέριο. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο γίνεται δύσκολα αντιληπτό από τον άνθρωπο.

Είναι τοξικό για τους ανθρώπους και τα ζώα, ακόμα και σε μικρές συγκεντρώσεις. Στην ατμόσφαιρα, είναι πολύ ευμετάβλητο και βραχύβιο.




112,8 pm



Το CO είναι προϊόν της ατελούς καύσης, η οποία συντελείται όταν το απαιτούμενο οξυγόνο για την καύση δεν είναι διαθέσιμο.

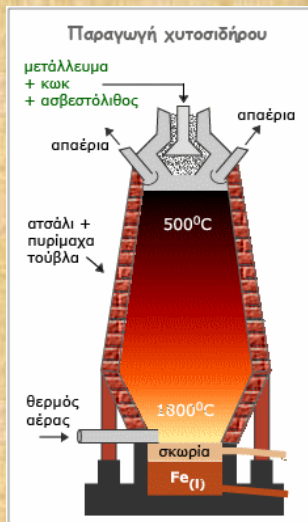
Ατελής καύση



Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα παράγεται από μερική οξείδωση ανθρακούχων ενώσεων ή και στοιχειακού άνθρακα. Παράγεται όταν δεν υπάρχει αρκετό οξυγόνο για να παραχθεί διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), όπως συμβαίνει όταν λειτουργεί καυστήρας ή μηχανή εσωτερικής καύσης σε κλειστό χώρο. Με την παρουσία οξυγόνου, το μονοξείδιο του άνθρακα μπορεί να καεί, δίνοντας μια γαλάζια φλόγα και παράγοντας διοξείδιο του άνθρακα [3].

Το φωταέριο, που χρησιμοποιούνταν ευρύτατα πριν από τη δεκαετία του 1960 για οικιακό φωτισμό, μαγείρεμα και θέρμανση, περιείχε μονοξείδιο του άνθρακα ως ένα σημαντικό καύσιμο συστατικό. Κάποιες σύγχρονες διεργασίες, όπως η μεταλλουργία σιδήρου, ακόμη παράγουν μονοξείδιο του άνθρακα, ως παραπροϊόν [4].



Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Παγκοσμίως, η μεγαλύτερη πηγή μονοξειδίου του άνθρακα είναι φυσικής προέλευσης, εξαιτίας φωτοχημικών αντιδράσεων στην τροπόσφαιρα, που υπολογίζεται ότι παράγουν περίπου $5 \cdot 10^{12} \text{Kg}$ μονοξειδίου του άνθρακα το χρόνο [3]. Άλλες φυσικές πηγές μονοξειδίου του άνθρακα περιλαμβάνουν τα ηφαίστεια, τις δασικές πυρκαγιές και άλλες μορφές καύσης (που είναι φυσικές, εφόσον προέρχονται από φυσικά αίτια).



Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Η δηλητηρίαση από μονοξείδιο του άνθρακα είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος θανάσιμης αέριας δηλητηρίασης σε πολλές χώρες [5]. Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι άχρωμο, άοσμο και άγευστο, αλλά πολύ τοξικό. Ενώνεται με την αιμογλοβίνη παράγοντας καρβοξυαιμογλοβίνη, που καταλαμβάνει το χώρο που φυσιολογικά καταλαμβάνει η αιμογλοβίνη, που μεταφέρει οξυγόνο στους ιστούς, ενώ η ίδια (η καρβοξυαιμογλοβίνη) είναι αναποτελεσματική στον ίδιο ρόλο. Σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις, και πιο συγκεκριμένα από τα 667 ppm, αχρηστεύει μέχρι και το 50% της αιμογλοβίνης του ανθρώπινου σώματος, το οποίο μετατρέπεται σε καρβοξυαιμογλοβίνη [6].

%Hb·CO	Συμπτώματα
0 έως 10	Κανένα
10 έως 20	Κεφαλαλγία (στο μέτωπο), διαστολή αγγείων
20 έως 30	Κεφαλαλγία, σφύξεις στους κροτάφους
30 έως 40	Σοβαρή κεφαλαλγία, ανησυχία, ίλιγγος, εξασθένιση όρασης, ναυτία, εμετός, εξάντληση
50 έως 60	Τα ίδια ως άνω με κώμα και σπασμούς. Έντονη αναπνοή με διακοπές
60 έως 70	Κώμα, σπασμοί, ασθενής αναπνοή, ασθενείς σφυγμοί. Πιθανός θάνατος
70 έως 80	Η αναπνοή γίνεται πολύ αργή, ο θάνατος επέρχεται σε λίγες ώρες
80 έως 90	Θάνατος σε λιγότερο από μία ώρα
90 έως 100	Θάνατος σε λίγα λεπτά



Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Για την εκτίμηση των επιπτώσεων του μονοξειδίου του άνθρακα στη δημόσια υγεία, έχει καθιερωθεί διεθνώς να λαμβάνεται υπόψη η μέση οκτάωρη συγκέντρωση του CO στην ατμόσφαιρα. Ο λόγος είναι ότι απαιτείται χρονικό διάστημα περίπου 4 έως 12 ωρών για να επέλθει ισορροπία μεταξύ της συγκέντρωσης CO στον αέρα που εισπνέει ο άνθρωπος και της καρβοξυαιμογλοβίνης, μιας ένωσης του CO και της αιμογλοβίνης. Το ποσοστό της καρβοξυαιμογλοβίνης στο αίμα, που προτείνει ο W.H.O σαν ανεκτό για την προστασία του γενικού πληθυσμού, συμπεριλαμβανομένων και των ευαίσθητων ομάδων, είναι 2.5 με 3%.



Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Σύμφωνα με τις Οδηγίες Πλαίσιο 96/62/EC [7] και 2008/50/EC [8] της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), έχουν θεσπιστεί οριακές τιμές για τις συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα, όπως φαίνονται και στον Πίνακα 3.

ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (CO)			
Περίοδος αναφοράς	Οριακή τιμή	Περιθώριο ανοχής	Προθεσμία συμμόρφωσης ως προς την οριακή τιμή
Μέγιστη ημερήσια μέση τιμή κυλιόμενου 8ωρου	10 mg/m ³	50% δηλαδή 6 mg/m ³ κατά την 13/12/2000 μειούμενο την 01/01/2003 και κατόπιν ανά 12 μήνες κατά 2 mg/m ³ ώστε τελικά να φτάσει το 0% την 01/01/2005	01/01/2005

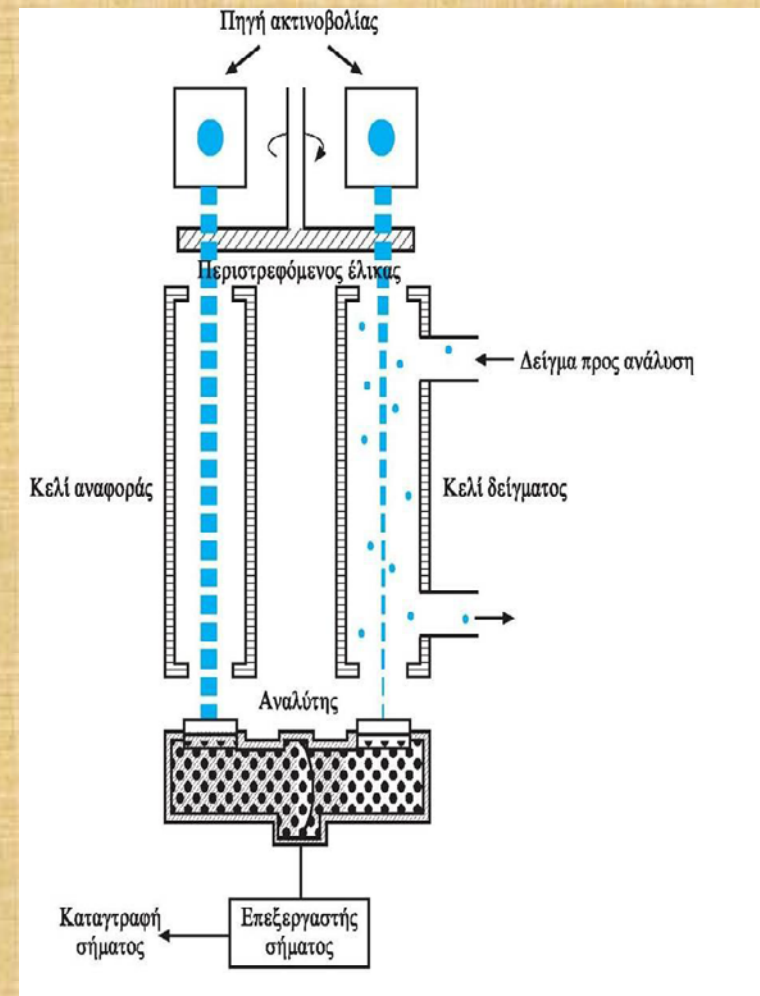
Πίνακας 3. Οριακές τιμές και προθεσμίες συμμόρφωσης ως προς τις οριακές τιμές για το CO

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Η κύρια μέθοδος μέτρησης του CO βασίζεται στην μη-σκεδαζόμενη υπέρυθρη φωτομετρία (NDIR). Σχετίζεται με την επιλεκτική απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας από το CO.

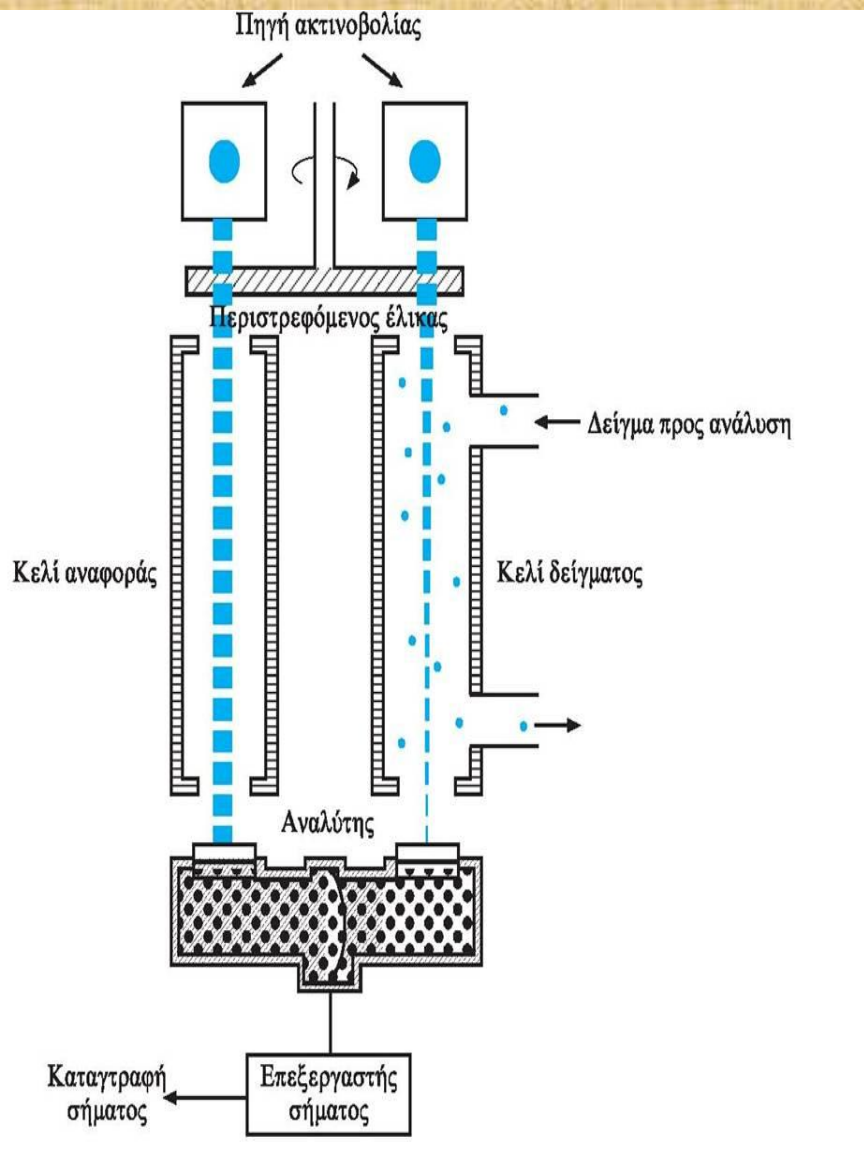
Ο ανιχνευτής IR αποτελείται από

- Μια πηγή υπέρυθρης ακτινοβολίας
- Έναν περιστρεφόμενο έλικα
- Ένα κελί για το δείγμα
- Ένα κελί αναφοράς
- Έναν ανιχνευτή



Σχήμα 4. Μη-σκεδαζόμενη υπέρυθρη φωτομετρία (NDIR)

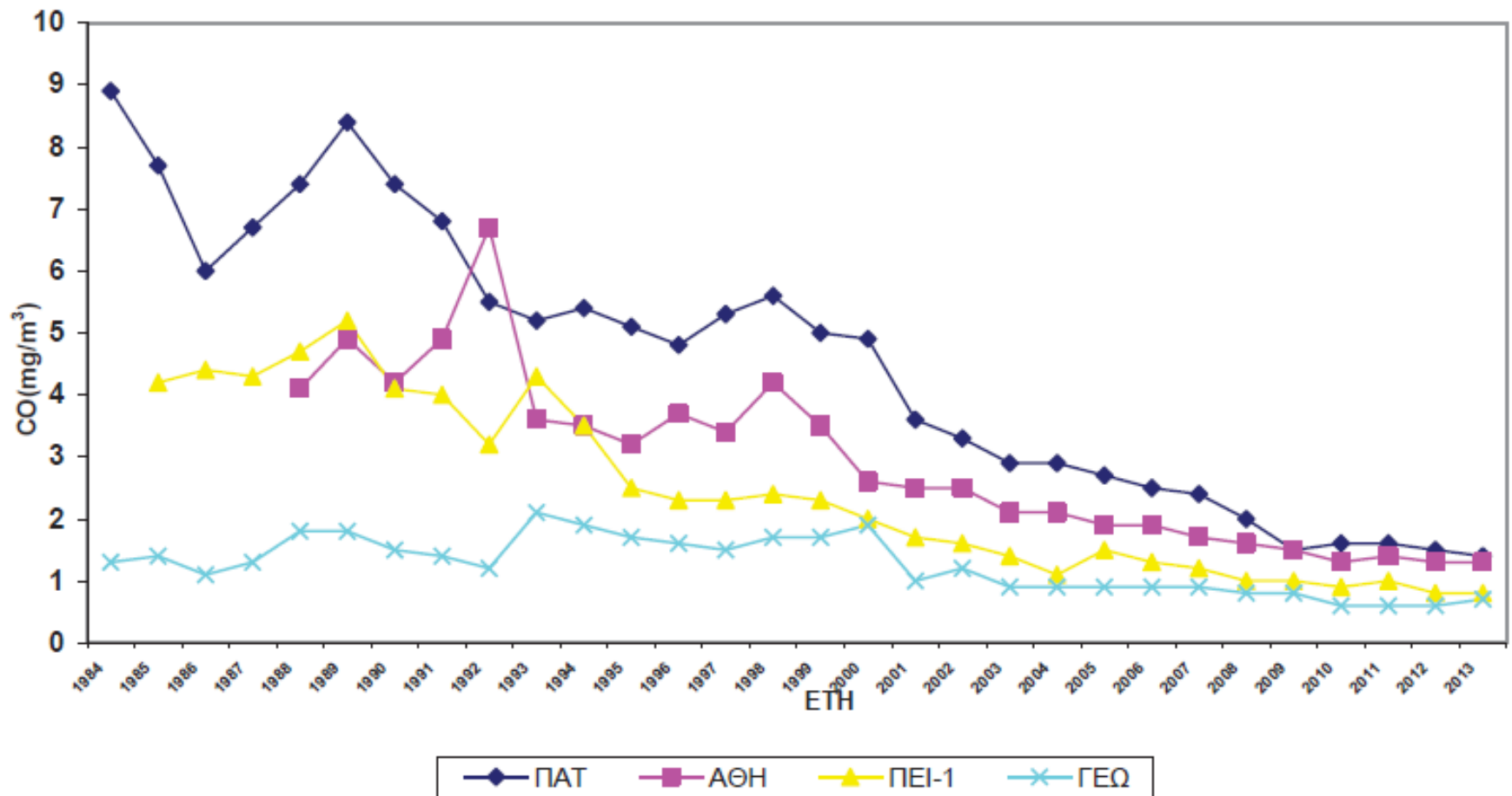
Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)



Ο περιστρεφόμενος έλικας εκθέτει περιοδικά τα δύο τμήματα του οργάνου σε υπέρυθη ακτινοβολία. Το κελί αναφοράς εκτίθεται σε σταθερή ποσότητα υπέρυθρης ακτινοβολίας γιατί δεν περιέχει CO ώστε αυτό να απορροφήσει ακτινοβολία. Το τμήμα που διαρρέεται από το δείγμα, το οποίο περιέχει ποικίλες ποσότητες CO ικανού να απορρόφηση υπέρυθη ακτινοβολία, μεταδίδει στον ανιχνευτή μειωμένη ποσότητα υπέρυθρης ακτινοβολίας-ενέργειας η οποία είναι αντιστρόφως ανάλογη της συγκέντρωσης του CO στο δείγμα του αέρα. Οι άνισες ποσότητες ενέργειας που λαμβάνονται από τα δύο τμήματα του ανιχνευτή προκαλούν κίνηση της μεμβράνης, παράγοντας εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα του οποίου η συχνότητα καθορίζεται από την περίοδο του περιστρεφόμενου έλικα και την ταχύτητα περιστροφής του.

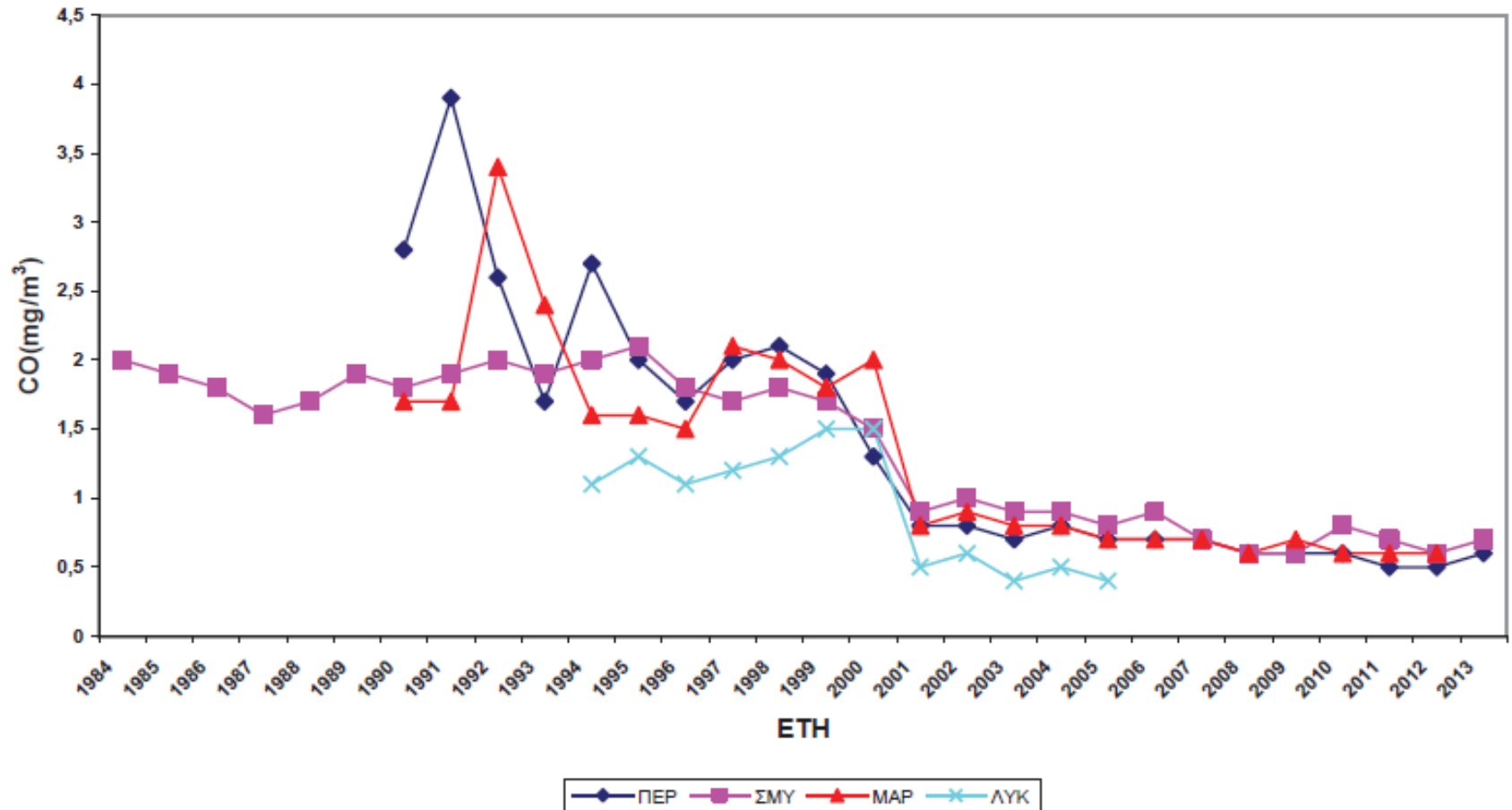
Σχήμα 4. Μη-σκεδαζόμενη υπέρυθη φωτομετρία (NDIR)

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)



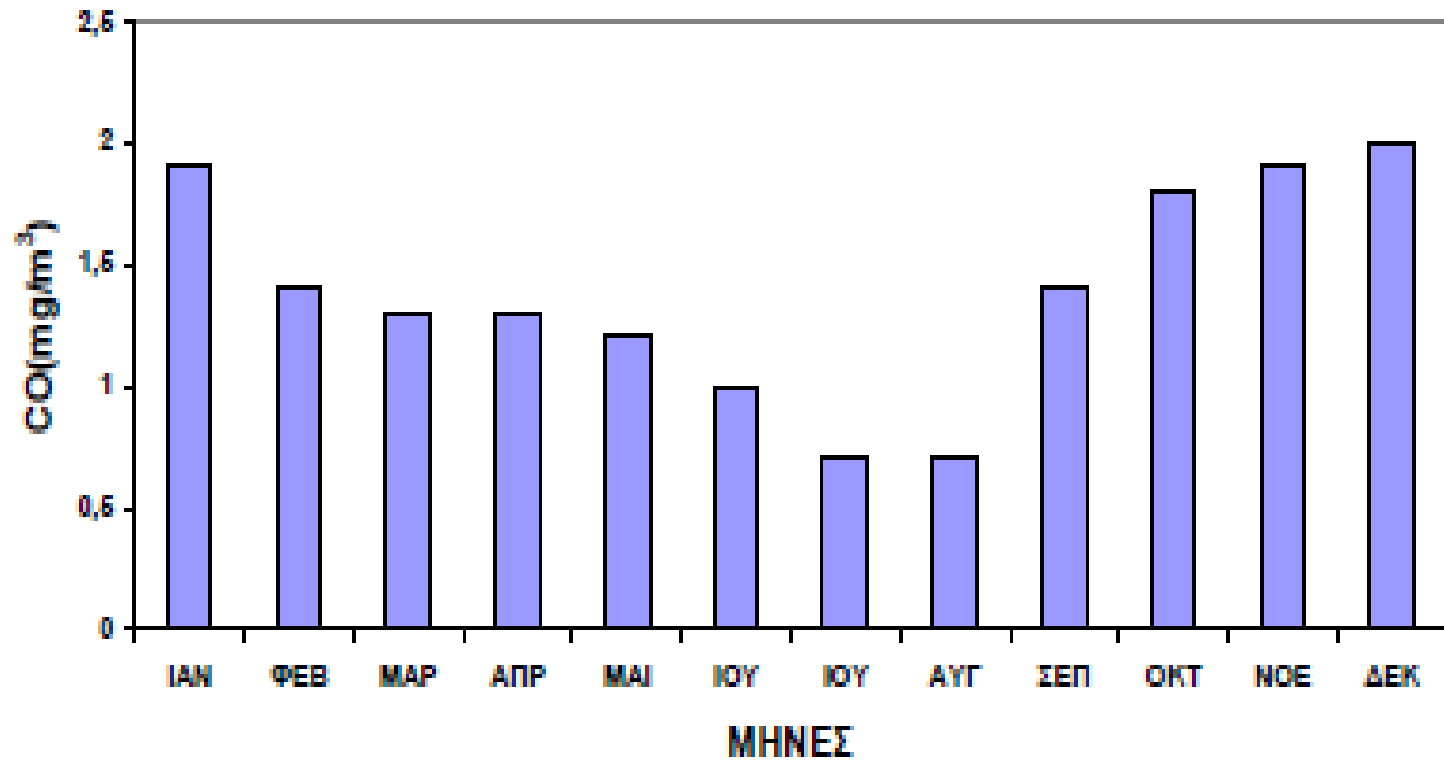
Σχήμα 4. Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης του CO σε διαφορετικές θέσεις εντός της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών. Περίοδος 1984-2013 [7]

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)



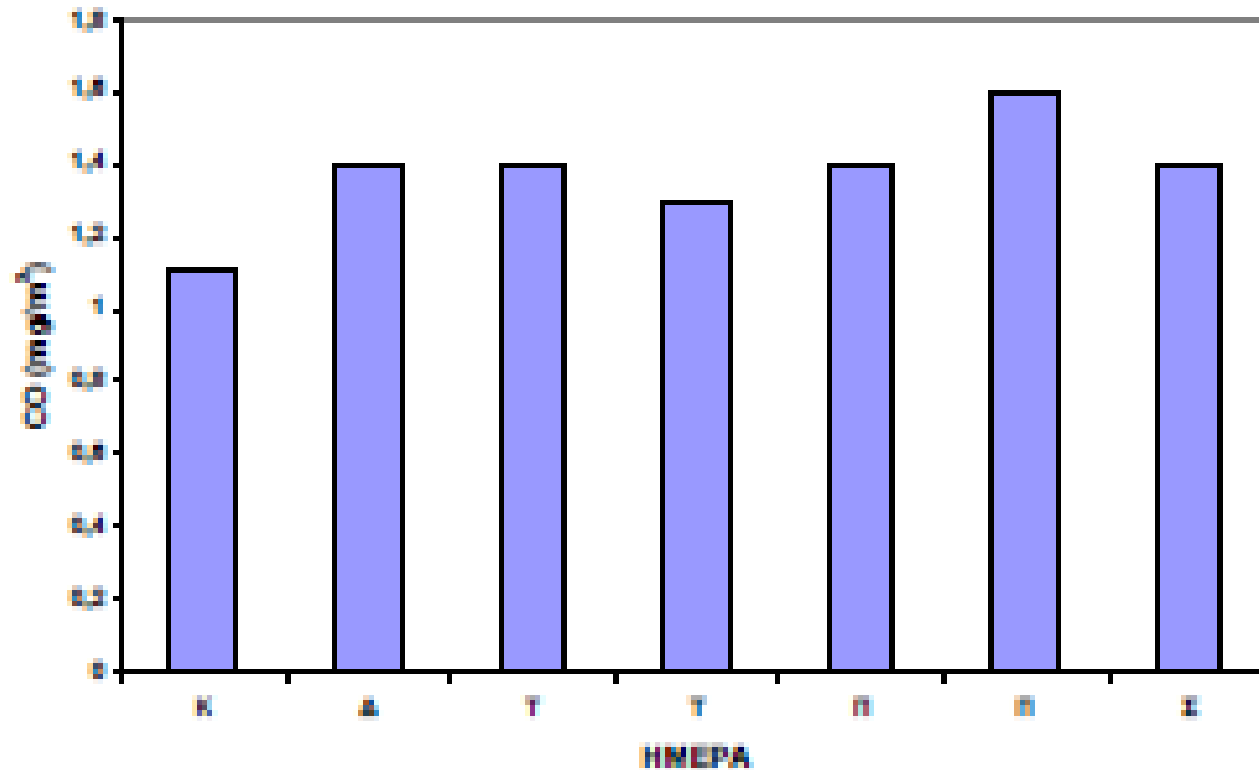
Σχήμα 5. Διαχρονική εξέλιξη των μέσων ετήσιων τιμών συγκέντρωσης του CO σε διαφορετικές θέσεις εντός της ευρύτερης περιοχής των Αθηνών. Περίοδος 1984-2013 [7]

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)



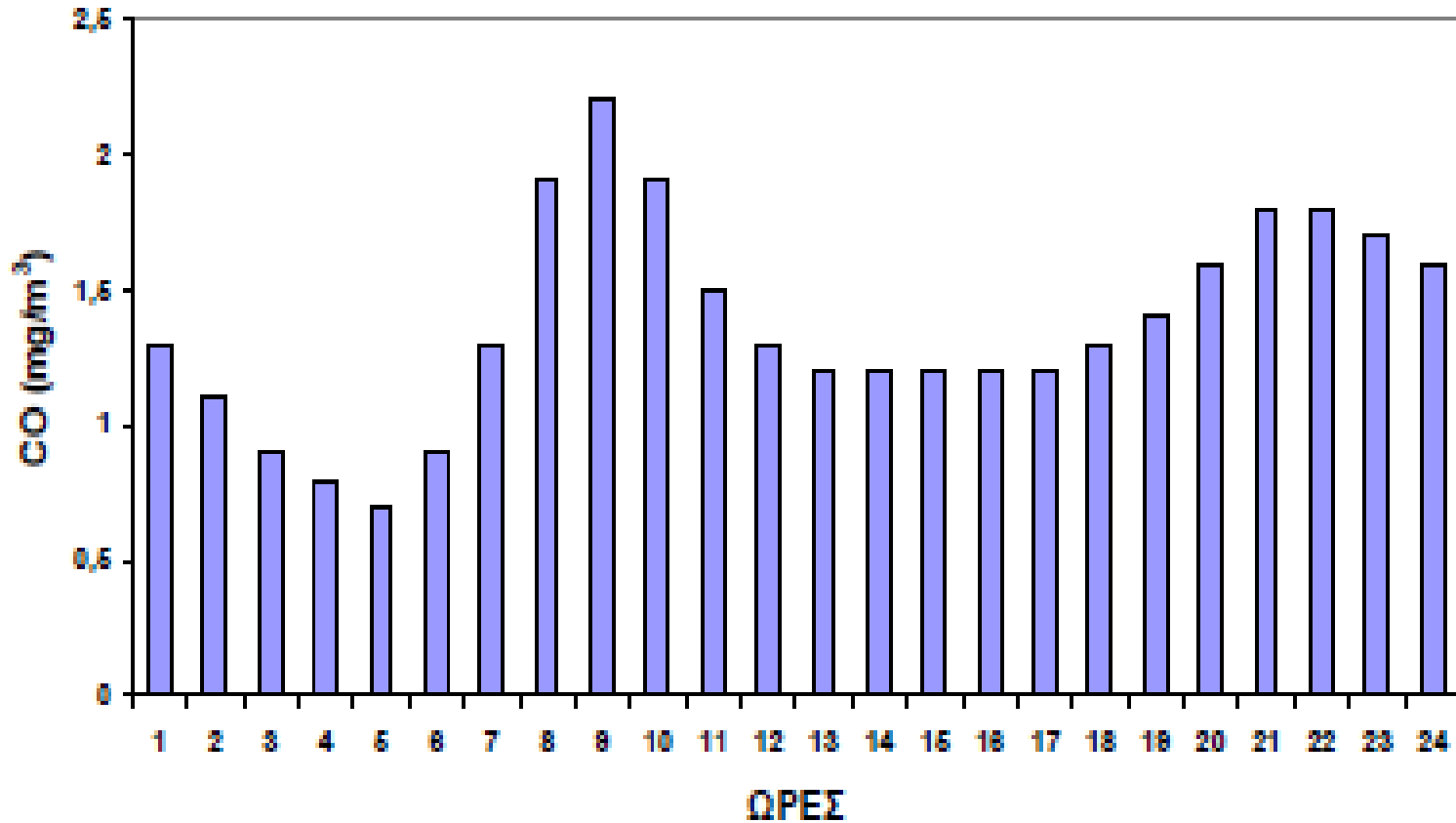
Σχήμα 6. Μέσες μηνιαίες τιμές συγκέντρωσης CO στο σταθμό Πατησίων. Έτος 2013 [7]

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

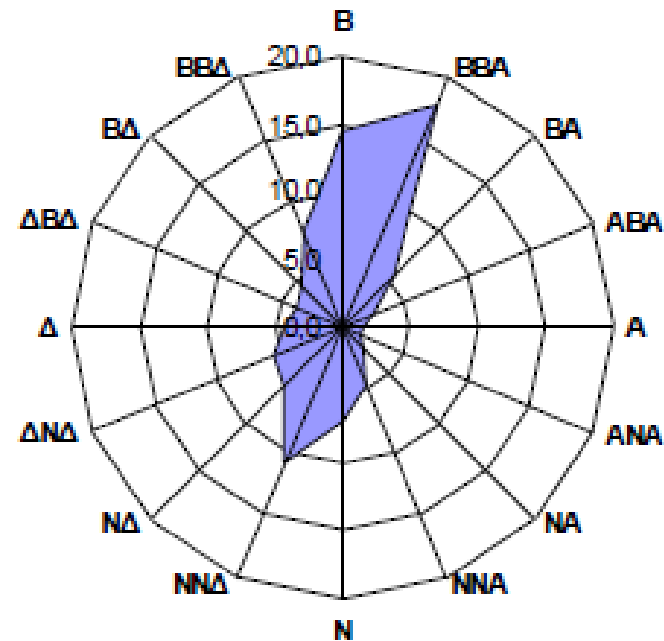
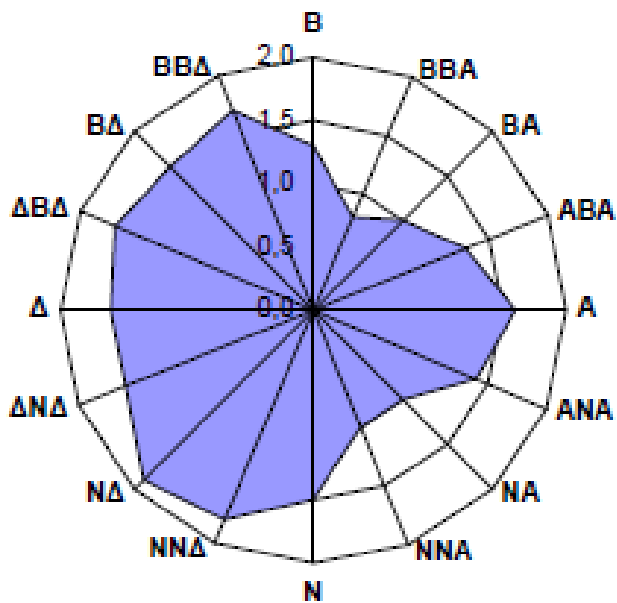


Σχήμα 7. Μέσες ημερήσιες τιμές συγκέντρωσης CO στο σταθμό Λυκόβρυση. Έτος 2013 [7]

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

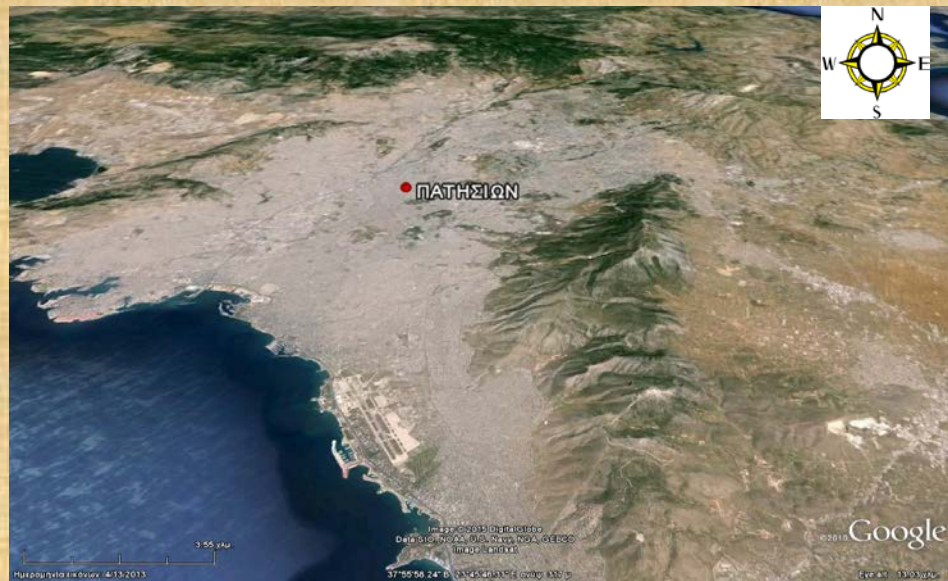


Σχήμα 8. Ενδοημερήσια μεταβολή (τυπικό 24ωρο) της συγκέντρωσης CO στο σταθμό Πατησίων. Έτος 2013 [7]



Σχήμα 9. Μέσες τιμές συγκέντρωσης CO (mg/m³) στο σταθμό Πατησίων. Έτος 2013 [7]

Σχήμα 10. Συχνότητες (%) της διεύθυνσης του ανέμου στο σταθμό Πατησίων. Έτος 2013 [7]



Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Ο αναλυτής καυσαερίων του σχήματος έχει δύο κυψέλες μέτρησης για O₂ και CO, και έναν αισθητήρα θερμοκρασίας ενσωματωμένο στο ακροφύσιο δειγματοληψίας.

Οι αισθητήρες καυσαερίου μετρούν την ακριβή περιεκτικότητα σε μονοξείδιο του άνθρακα, οξυγόνο και καθώς τη θερμοκρασία καυσαερίου και περιβάλλοντος. Από αυτά τα δεδομένα, υπολογίζονται όλες οι σχετικές παράμετροι, όπως η τιμή του CO₂, βαθμό απόδοσης και απώλεια καυσαερίων.

Ο αναλυτής καυσαερίων είναι σχεδιασμένος για υπηρεσίες και εργασίες συντήρησης, καθώς και μετρήσεις επιτήρησης σχετικά με:

- Βιομηχανικούς καυστήρες
- Ακίνητες βιομηχανικές μηχανές
- Αεροστρόβιλους
- Συστήματα θερμικής επεξεργασίας



Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Η αρχή λειτουργίας βασίζεται στη φωτομετρική αρχή απορρόφησης της **μη σκεδαζόμενης υπέρυθρης ακτινοβολίας NDIR (Non-Dispersive InfraRed absorption)**, σε συμφωνία με τη μέθοδο αναφοράς, για την αξιόπιστη και ταχεία μέτρηση της συγκέντρωσης του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) στον ατμοσφαιρικό αέρα, με ευαισθησία <40ppb και μέγιστο εύρος 0–200 ppm. Η συγκέντρωση CO αντισταθμίζεται επίσης ως προς αλλαγές θερμοκρασίας περιβάλλοντος και πίεσης και ως προς επιλεγόμενες πρότυπες συνθήκες αναφοράς για θερμοκρασίες 0°C, 20°C ή 25°C και πίεση 1atm.



Διατίθεται με διπλό φίλτρο σωματιδίων και προαιρετικά με:

- Λογισμικό επικοινωνίας
- Kit για τοποθέτηση σε Rack
- Εξωτερική αντλία αναρρόφησης δείγματος
- TCP/IP port
- Σύστημα δειγματοληψίας με θερμαινόμενο ή μη δειγματολήπτη
- Αραιωτή δείγματος – Βαθμονομητής GasGilibrator-1100
- Γεννήτρια zero air

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)



Τεχνικά χαρακτηριστικά [8]

Κλίμακες μέτρησης: 0 – 200 ppm

Μονάδες Συγκέντρωσης: mg/m³, μg/m³, ppm, ppb, ppt κατ' επιλογή του χρήστη

Όριο ανίχνευσης: <40ppb - Θόρυβος: <0.20ppb

Ακρίβεια: 20ppb ως < 100ppb ή 0,1 % της μετρούμενης τιμής

Χρόνος απόκρισης: 60 s

Αντιστάθμιση Θερμοκρασίας/Πίεσης: με επιλεγόμενες συνθήκες αναφοράς 0°, 20° ή 25 °C και πίεση 1 atm

Παροχή αντλίας δείγματος: 1 l/min

Θύρες επικοινωνίας: USB, RS232 (2ports), Ethernet (option)

I/O Θύρες: 25pin I/O port (αναλογικές-ψηφιακές είσοδοι/έξοδοι)

Αναλογικά σήματα εξόδου: 4-20 mA, 0-20 mA ή 0-5 VDC

Θερμοκρασία λειτουργίας: 5 – 40 οC

Τροφοδοσία: 230V/50 Hz

Διαστάσεις: 440 x 178 x 620 mm (w x h x d)-Βάρος: ~22 kg

Βιβλιογραφία

- [1] Γεντεκάκης Ι.Β., 1999. Ατμοσφαιρική Ρύπανση. Επιπτώσεις, Έλεγχος & Εναλλακτικές Τεχνολογίες. Εκδόσεις Τζιόλα. ISBN 960-8050-01-4
- [2] European Environmental Agency. PM10 concentrations in Europe 2004. Διαθέσιμο στο: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/pm10-concentrations-in-europe-2004-showing-the-36th-highest-daily-value>
- [3] Weinstock, B.; Niki, H., 1972. Carbon Monoxide Balance in Nature. Science 176 (4032):290–292. doi:10.1126/science.176.4032.290
- [4] Ayres, Robert U. and Ayres, Edward H., 2009. Crossing the Energy Divide: Moving from Fossil Fuel Dependence to a Clean-Energy Future. Wharton School Publishing. p. 36. ISBN 0-13-701544-5.
- [5] Omaye S.T., 2002. Metabolic modulation of carbon monoxide toxicity. Toxicology 180 (2): 139–150. doi:10.1016/S0300-483X(02)00387-6
- [6] Tikuisis P., Kane D.M., McLellan T.M., Buick F., Fairburn S.M., 1992. Rate of formation of carboxyhemoglobin in exercising humans exposed to carbon monoxide. Journal of Applied Physiology 72 (4): 1311–9
- [7] Οδηγία 2008/50/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της 21ης Μαΐου 2008, για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L152/1-44/11-06-2008.
- [8] Οδηγία 96/62/EC του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, της 27ης Σεπτεμβρίου 1996, για την εκτίμηση και τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, L296 της 21/11/1996 σελ. 0055 - 0063
- [9] Ετήσια Έκθεση Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης, 2013. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Διαθέσιμο στο: <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=kLVZNDNL86c%3d&tabid=490&language=el-GR>
- [10] Νέος αναλυτής Μονοξειδίου του Άνθρακα της νέας σειράς Serinus, τύπος Serinus 30. ECOTECH SERINUS 30. Διαθέσιμο στο: <http://www.enco.gr/details.php?cat=2&id=349>