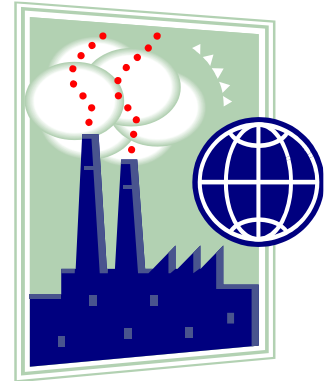


Μηχανική Περιβάλλοντος

Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης



● Ενότητα 1

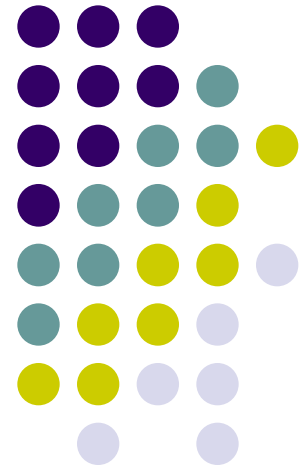
Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

● Ενότητα 2

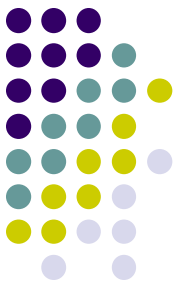
Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
Οριακές τιμές

● Ενότητα 3

Μακροχρόνιες και μεγάλης κλίμακας επιδράσεις
της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στον πλανήτη



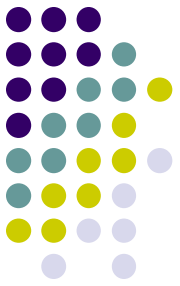
Περιεχόμενα



- Φυσικές και Ανθρωπογενείς πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- Καύση
- Στατικές και Κινητές πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης – Οριακές τιμές
- Όξινη βροχή
- Συγκριτική κλίμακα του pH
- Νομοθεσία σχετική με την ατμοσφαιρική ρύπανση
- Όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας
- Αξιολόγηση ποιότητας ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος (ΒΙΠΕ-Καβάλας)
- Μακροχρόνιες και μεγάλης κλίμακας επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στον πλανήτη
- Φαινόμενο του θερμοκηπίου και συνέπειές του
- Μέτρα αντιμετώπισης του φαινομένου του θερμοκηπίου
- Ελάττωση του στρατοσφαιρικού όζοντος
- Μονάδες Dobson

Ενότητα 1

Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

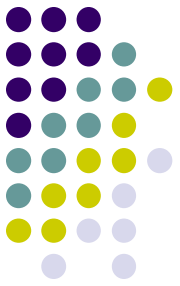


1. Φυσικές πηγές

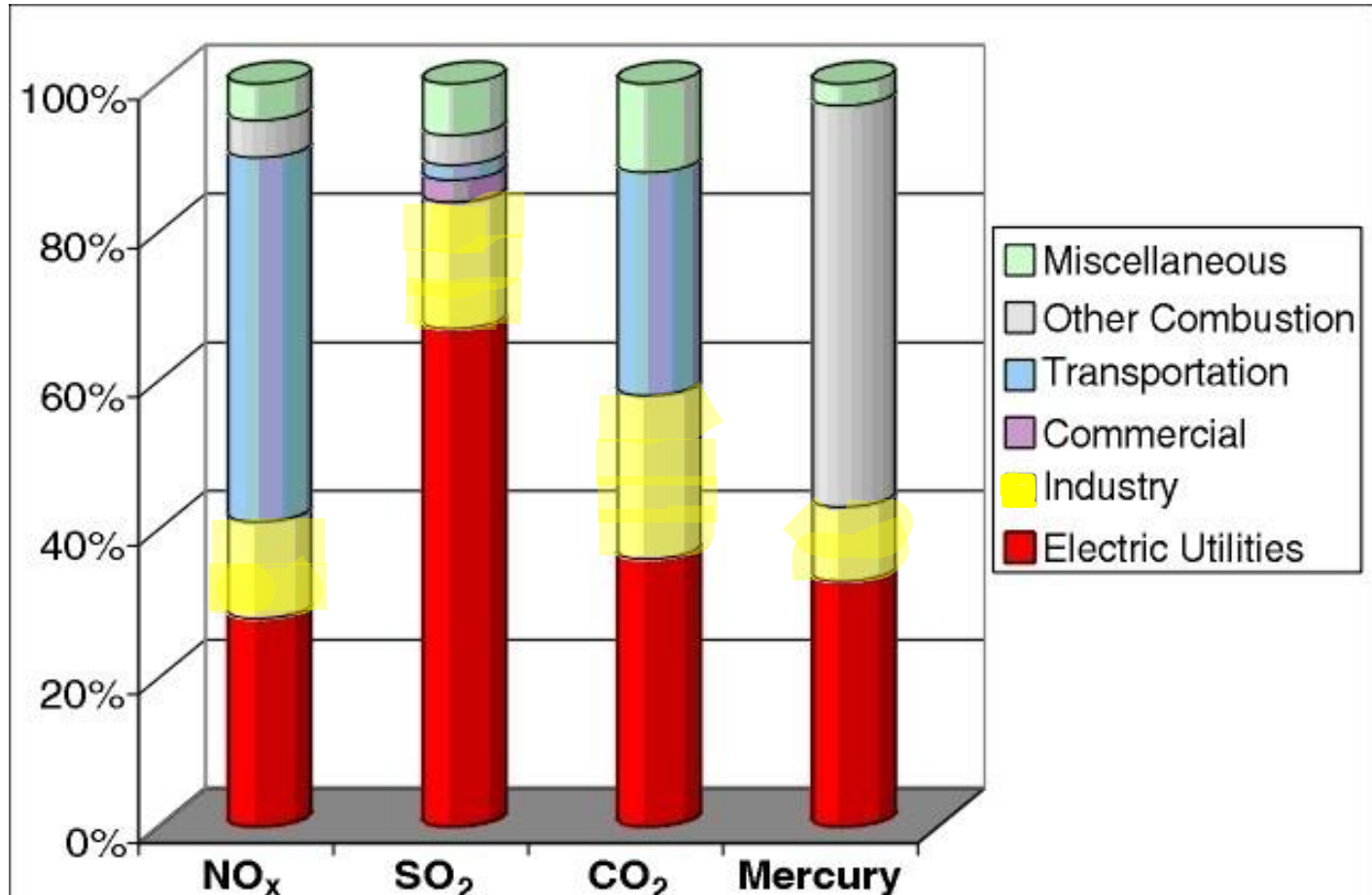
- Ηφαίστεια
- Ανεξέλεγκτες φωτιές στα δάση
- Άνεμοι (από την έρημο π.χ.)
- Ωκεανοί / θάλασσες
- Φυτά (γύρη)
- Θερμές πηγές (SO₂, H₂S, κτλ.)

Ενότητα 1

Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

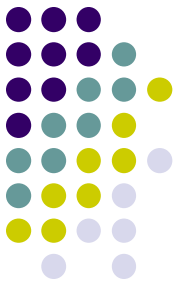


2. Ανθρωπογενείς πηγές



Ενότητα 1

Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



2. Ανθρωπογενείς πηγές

- **Βιομηχανία**

- Κύρια διαδικασία
- Κύρια αντίδραση αλλά και παράλληλες αντιδράσεις
- Στατικές πηγές
- Σταθερή ποσότητα και ποιότητα εκπομπών

- **Υπηρεσίες κοινής ωφελείας**

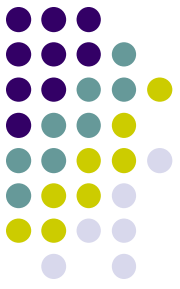
- Υπεύθυνοι ρύπανσης οι μονάδες παραγωγής ενέργειας ή οι καταναλωτές ?
- Διαχείριση στερεών / υγρών αποβλήτων
- π.χ. μονάδα καίει 1.000.000 kg/h γαιάνθρακα με 4% στάχτη → 40.000 kg/h στάχτης

- **Προσωπική συνεισφορά**

- Η προσωπική συνεισφορά > (συνεισφοράς της βιομηχανίας) + (συνεισφορά των υπηρεσιών κοινής ωφέλειας) στις ΗΠΑ
- Αλλαγή στον τρόπο ζωής, αντικατάσταση των πηγών εκπομπής

Ενότητα 1

Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



3. Καύση

- Ορυκτών καυσίμων με παραγωγή θερμότητας (μετατροπή χημικής ενέργειας του καυσίμου σε θερμική)
- Στερεών αποβλήτων (δραστική μείωση του όγκου τους)
- Κύρια προϊόντα καύσης: CO_2 , H_2O
- Άλλα προϊόντα καύσης σε μικρές ποσότητες: CO , SO_x , NO_x , καπνός, ιπτάμενη τέφρα, οξείδια μετάλλων, αλδεΐδες, κετόνες, οξέα, PAHs κτλ.
- Τρόπος καύσης σημαντική παράμετρος:
 - Σταθερή διεργασία (π.χ. βιομηχανικοί λέβητες) με σταθερές συνθήκες λειτουργίας και με συνεχή ροή καυσίμου
 - Μη σταθερές διεργασίες (π.χ. αυτοκίνητα), διαφορετικές ποσοτικά και ποιοτικά εκπομπές (5.000 διαφορετικές αντιδράσεις καύσης στις 2.500 rpm)

Ενότητα 1

Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



3. Καύση

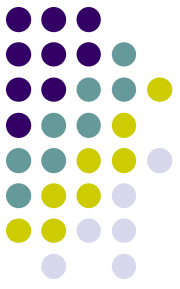
- Σύγκριση διαφόρων διεργασιών καύσης ως προς τις εκπομπές ρύπων

Ρύπος	Ηλεκτροπαραγωγικοί σταθμοί (g/kg καυσίμου)			Καύση απορριμμάτων (g/kg απορρίμματος)		Μη-ελεγχόμενες εκπομπές αυτοκινήτων (g/kg καυσ.)	
	στερεά καύσιμα	υγρά καύσιμα	αέρια καύσιμα	ελεύθερη καύση	κλειστή καύση	βενζίνη	πετρέλαιο
CO	0	0	0	50	0	165	0
SO ₂	20xS*	20xS	16xS	1.5	1.0	0.8	7.5
NO ₂	0.43	0.68	0.16	2.0	1.0	16.5	16.5
αλδεΐδες κετόνες	0	0.003	0.001	3.0	0.5	0.8	1.6
ολικοί HC	0.43	0.05	0.005	7.5	0.5	33.0	30.0
σωματίδια	75xΣ*	2.8xΣ	0	11	11	0.05	18.0

* S= % περιεκτικότητα θείου στο καύσιμο, και
Σ=% περιεκτικότητα στάχτης στο καύσιμο.

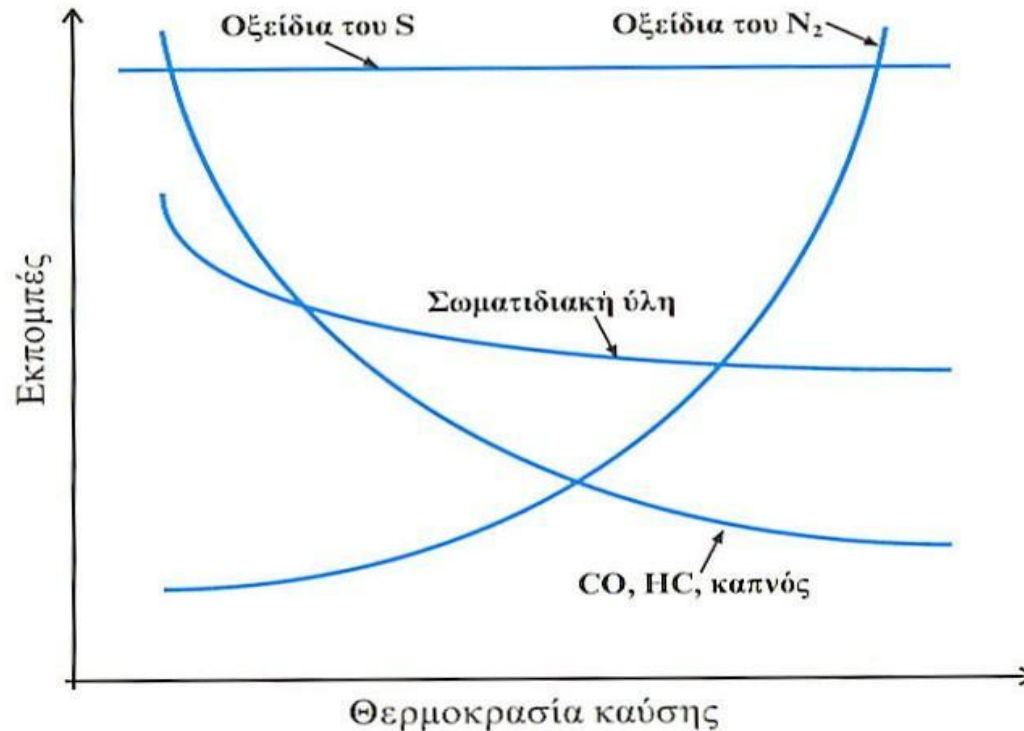
Ενότητα 1

Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



3. Καύση

- Εκπομπές διεργασίας καύσης σαν συνάρτηση της θερμοκρασίας καύσης



Ενότητα 1

Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

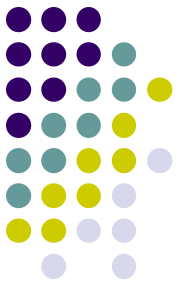


4. Στατικές πηγές (βιομηχανία, μονάδες παραγωγής ενέργειας)

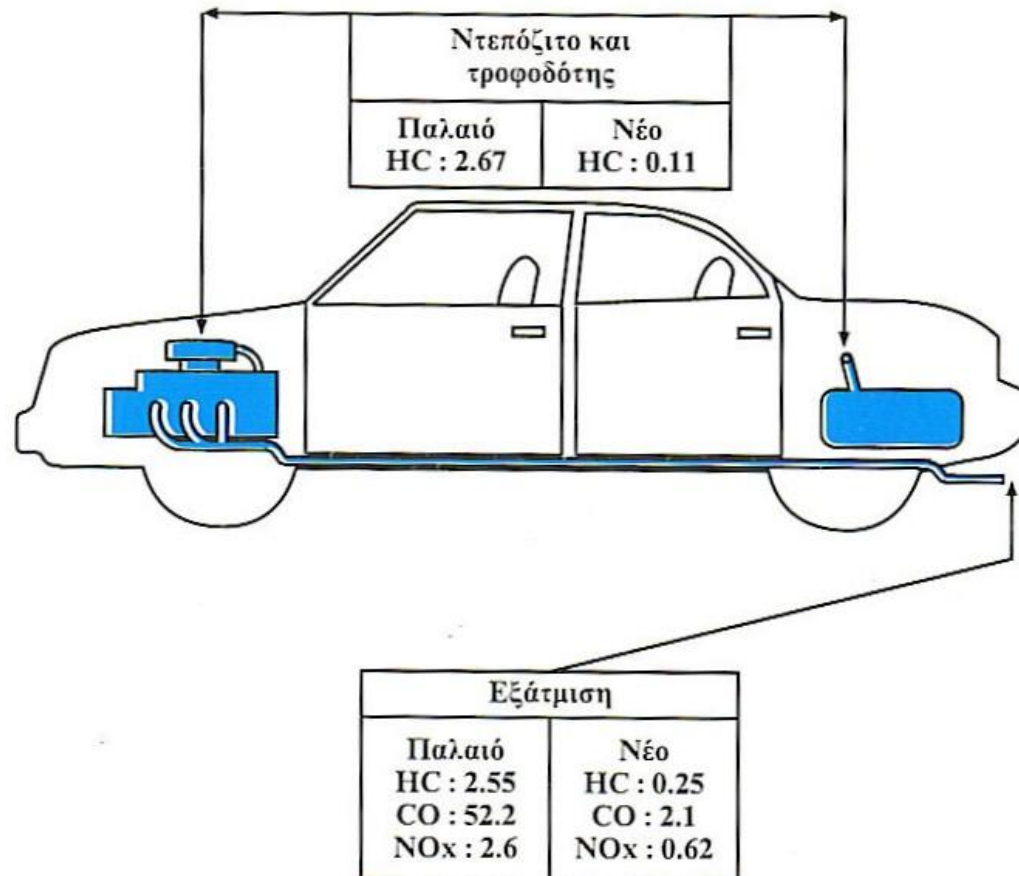
- Οι βιομηχανικές εκπομπές συσχετίζονται με τη συγκεκριμένη βιομηχανική διεργασία (πρωτογενείς-δευτερογενείς, επικίνδυνοι, τοξικοί, κτλ.)
 - Παρασκευή οξέων
 - Σαπούνια, απορρυπαντικά
 - Φωσφορούχα λιπάσματα
 - Πετρέλαιο και άνθρακας
 - Σιδηρούχα και μη σιδηρούχα μέταλλα
 - Τσιμέντο, γυαλί, κεραμικά
 - Χαρτοβιομηχανία

Ενότητα 1

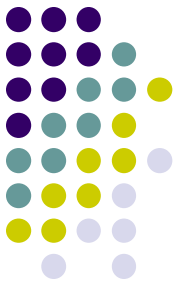
Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



5. Κινητές πηγές (εκπομπές σε g/Km)

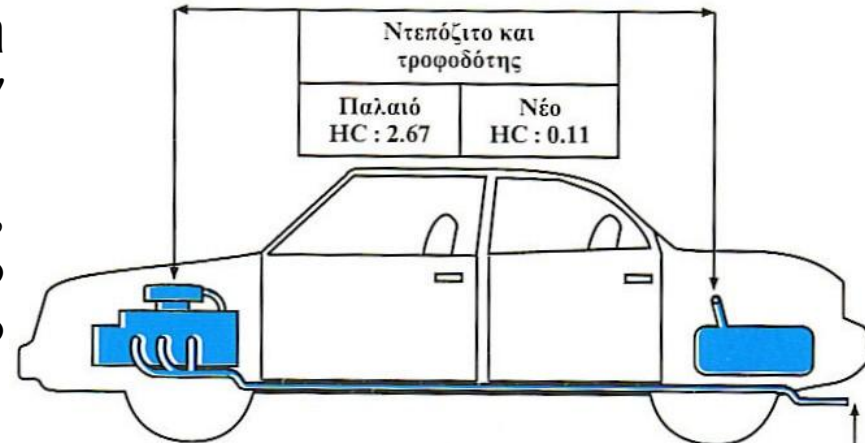


Πρόβλημα

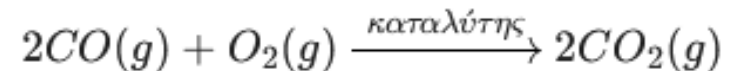


Στο σύστημα τροφοδοσίας, παρατηρούμε μείωση των υδρογονανθράκων (HC) από 2,67 σε 0,11.

1. Πόσο τοις εκατό (%) βελτιώθηκε η στεγανότητα και η διαχείριση των αναθυμιάσεων στο νέο μοντέλο;
2. Με βάση τα στοιχεία της εξάτμισης, υπολογίστε πόσες φορές λιγότερο Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO) εκπέμπει το νέο αυτοκίνητο σε σχέση με το παλαιό.
3. Πόσα moles CO εκπέμπει ανά χιλιόμετρο το Παλαιό αυτοκίνητο και πόσα το Νέο;
4. Ποια είναι η ελάχιστη μάζα οξυγόνου (O_2) σε γραμμάρια (g) που πρέπει να παρέχει το σύστημα ψεκασμού στον καταλύτη του Νέου αυτοκινήτου ανά χιλιόμετρο, ώστε να μετατραπεί η χαμένη ποσότητα του CO σε CO_2 ;

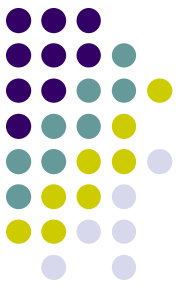


Εξάτμιση	
Παλαιό	Νέο
HC : 2.55	HC : 0.25
CO : 52.2	CO : 2.1
NOx : 2.6	NOx : 0.62



(Δίνονται σχετικές ατομικές μάζες: C=12, O=16).

Λύση



$$1. \text{ Ποσοστό} = \frac{\text{Αρχική τιμή} - \text{Νέα τιμή}}{\text{Αρχική τιμή}} * 100$$

$$= 95,9 \%$$

$$2. 52,2 / 2,1 = 24,85$$

Το νέο αυτοκίνητο εκπέμπει περίπου 25 φορές λιγότερο μονοξείδιο του άνθρακα.

$$3. M_r(\text{CO}) = A_r(\text{C}) + A_r(\text{O}) = 12 + 16 = 28 \text{ g/mol}$$

$$n = m/M_r = \text{Παλιό: } n = 52,2 \text{ g} / 28 \text{ g/mol} = 1,864 \text{ mol}$$

ΔΠΘ-ΜΠΔ

$$\text{Νέο: } n = 2,1 \text{ g} / 28 \text{ g/mol} = 0,075 \text{ mol}$$

4. Έχουμε ότι 2 mol CO αντιδρούν με 1 mol O₂ (αναλογία 2:1)

$$\text{Χαμένη ποσότητα: } n(\text{CO}) = 50,1 \text{ g} / 28 \text{ g/mol} = 1,789 \text{ mol}$$

$$\text{Απαιτούμενα moles O}_2: n(\text{O}_2) = 1,789 / 2 = 0,8945 \text{ mol}$$

Μετατροπή moles O₂ σε g:

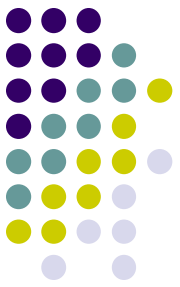
$$M_r(\text{O}_2) = 2 * 16 = 32 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{O}_2) = n * M_r = 0,8945 \text{ mol} * 32 \text{ g/mol} = 28,62 \text{ g}$$

Οξυγόνου ανά χιλιόμετρο για πλήρη μετατροπή του CO.

Ενότητα 1

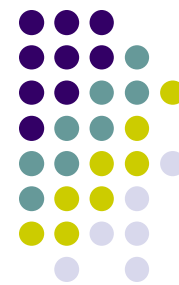
Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



5. Κινητές πηγές και οι εκπομπές τους

Τύπος μηχανής	Καύσιμο	Κύριοι ρύποι	Μέσον
Τετράχρονη (Οιτο)	βενζίνη	HC, CO, CO ₂ , NO _x	αυτοκίνητα, δίτροχα
Δίχρονη	βενζίνη	HC, CO, CO ₂ , NO _x , σωματ.	δίτροχα, εξωλέμβιες
Πετρελαίου (Diesel)	πετρέλαιο	NO _x , SO _x , CO ₂ , σωματίδια	αυτοκίνητα γενικώς
Τουρμπίνα (αεροπλάνα)	κεροζίνη	NO _x , σωματίδια, CO ₂	αεροπλάνα, τράινα
Ατμομηχανή	πετρέλαιο, C	NO _x , SO _x , σωματίδια, CO ₂	πλοία

Ενότητες Παρουσίασης



- **Ενότητα 1**

Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

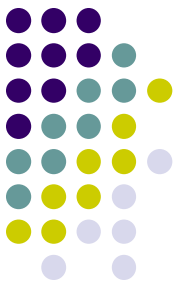
- **Ενότητα 2**

Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης – Οριακές τιμές

- **Ενότητα 3**

Μακροχρόνιες και μεγάλης κλίμακας επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στον πλανήτη

Ενότητες Παρουσίασης



- **Ενότητα 2**

Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης – Οριακές τιμές



**Παιδιά με
καρβονόσκη,
Copsa Mica,
Ρουμανία**

Dangers of lead and arsenic poisoning

Arsenic poisoning

Nerve damage

Skin damage:

- Hyperkeratosis (scaling skin)

- Pigment changes

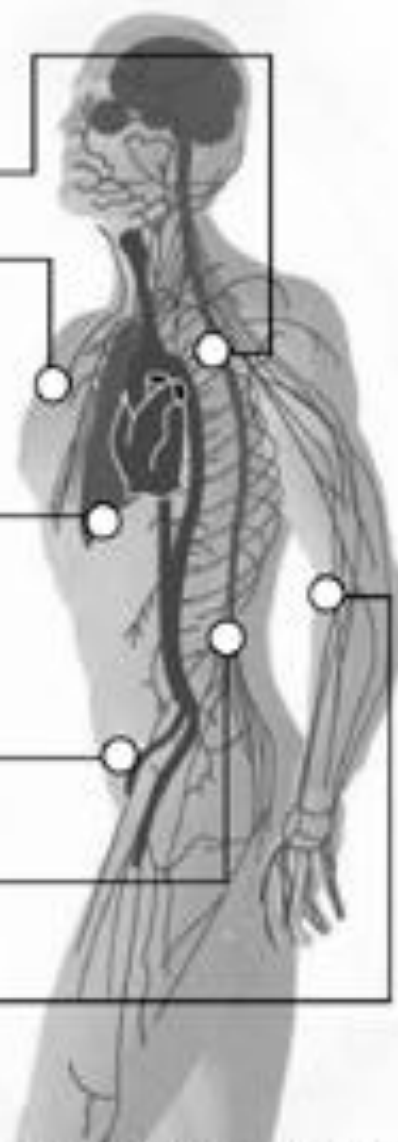
Increased cancer risk:

- Lung

- Bladder

- Kidney and liver cancers

Circulatory problems in skin



Lead poisoning

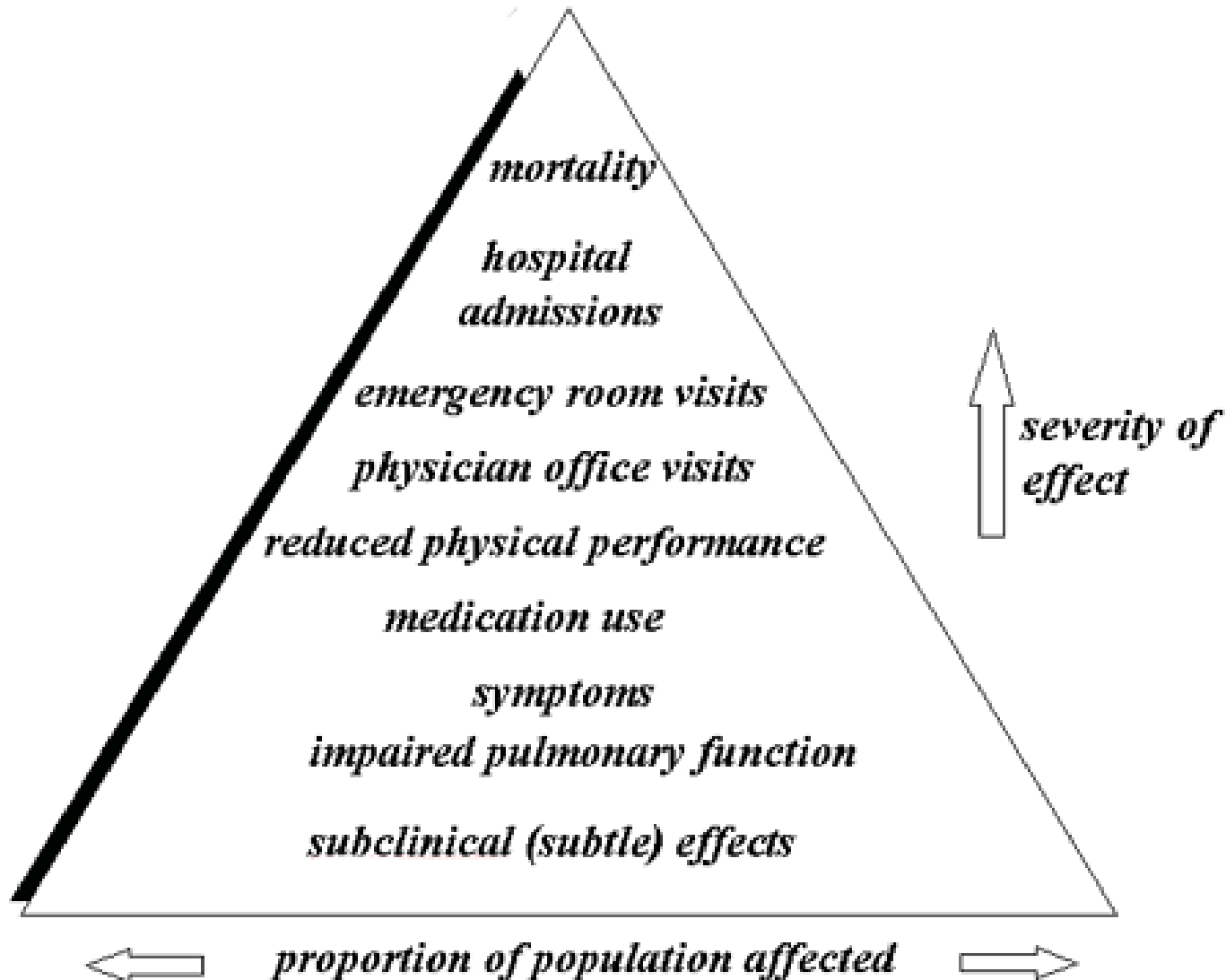
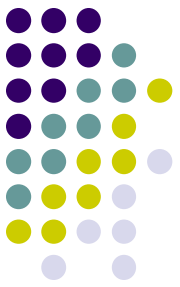
High levels of lead

- Mental retardation, coma, convulsions and death

Low levels of lead

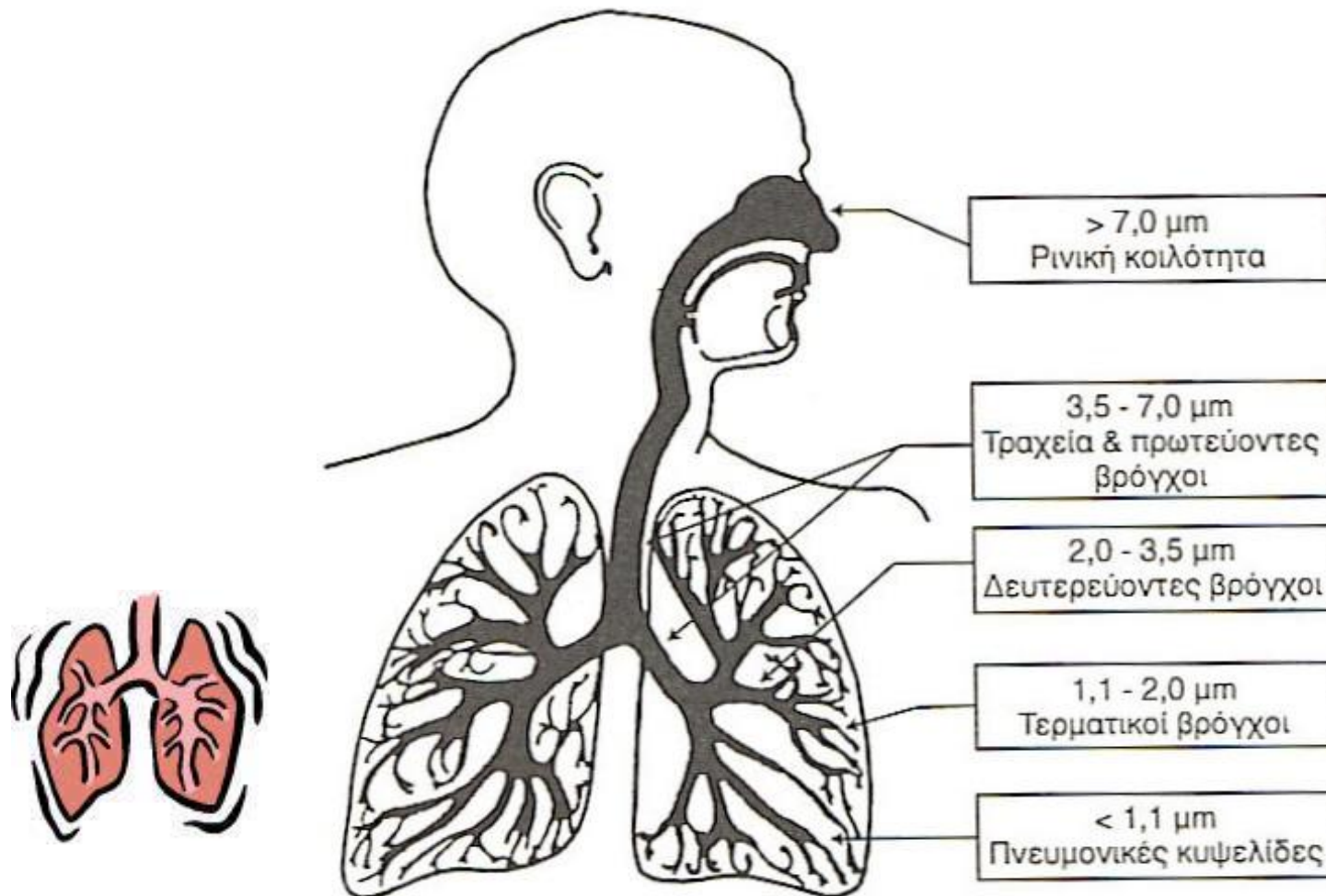
- Reduced IQ and attention span, impaired growth, reading and learning disabilities, hearing loss and a range of other health and behavioral effects.

Πυραμίδα των επιπτώσεων στην υγεία



Ενότητα 2

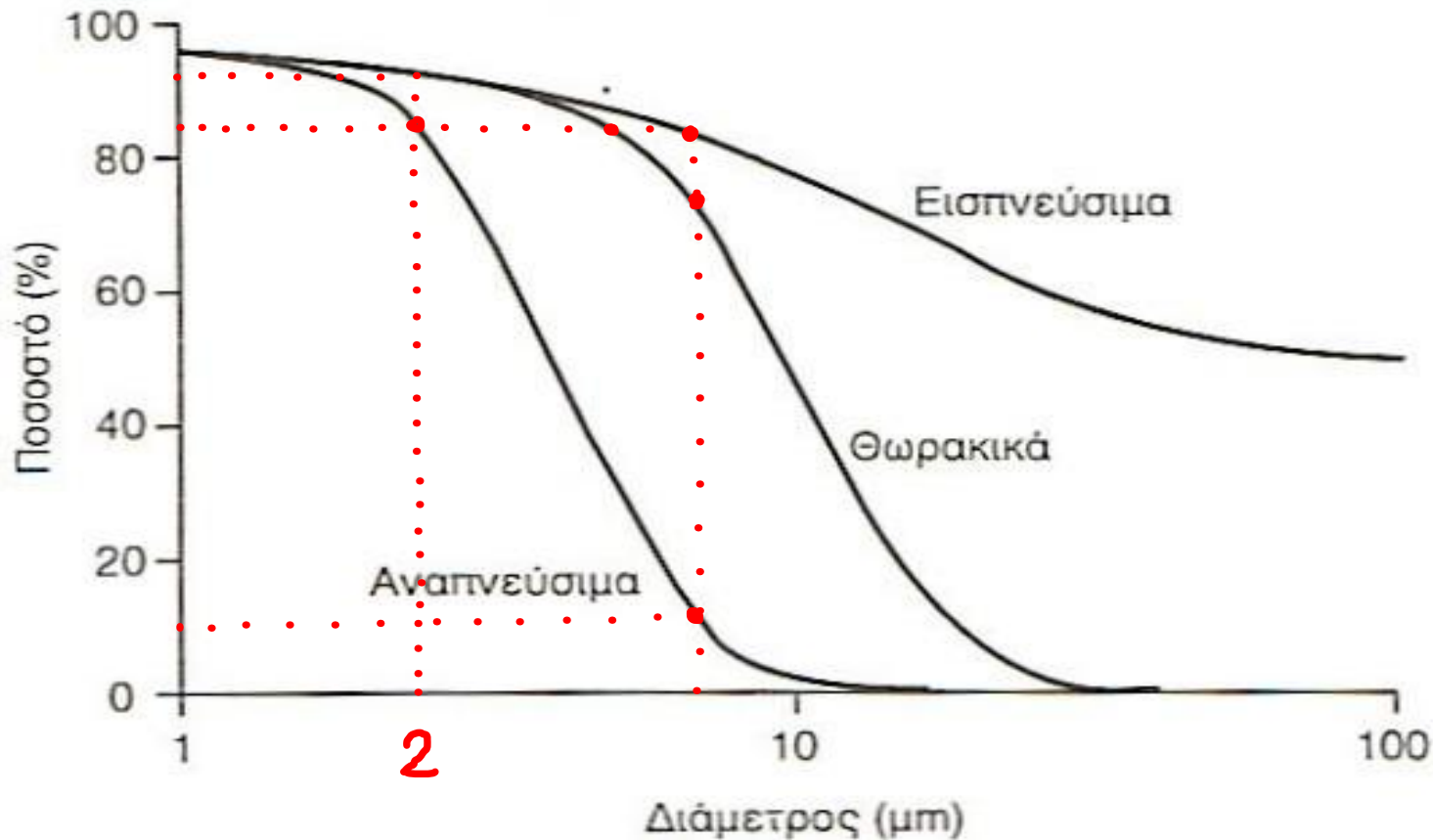
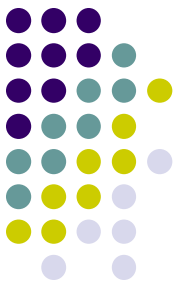
Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



Σχήμα. Διείσδυση σωματιδίων στο αναπνευστικό σύστημα.

Ενότητα 2

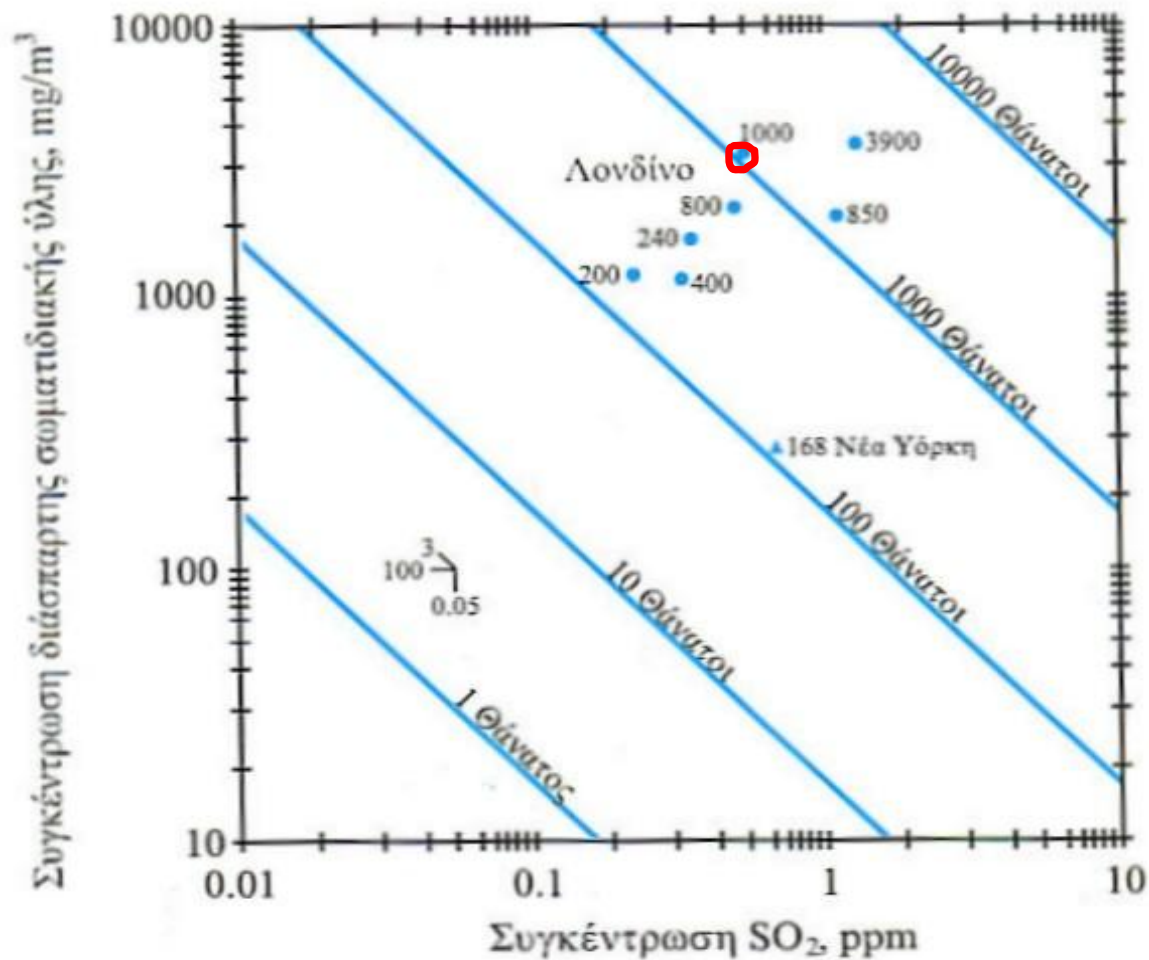
Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



Σχήμα. Κατανομή των αιωρούμενων σωματιδίων σε εισπνεύσιμα, θωρακικά και αναπνεύσιμα ανάλογα με το μέγεθός τους.

Ενότητα 2

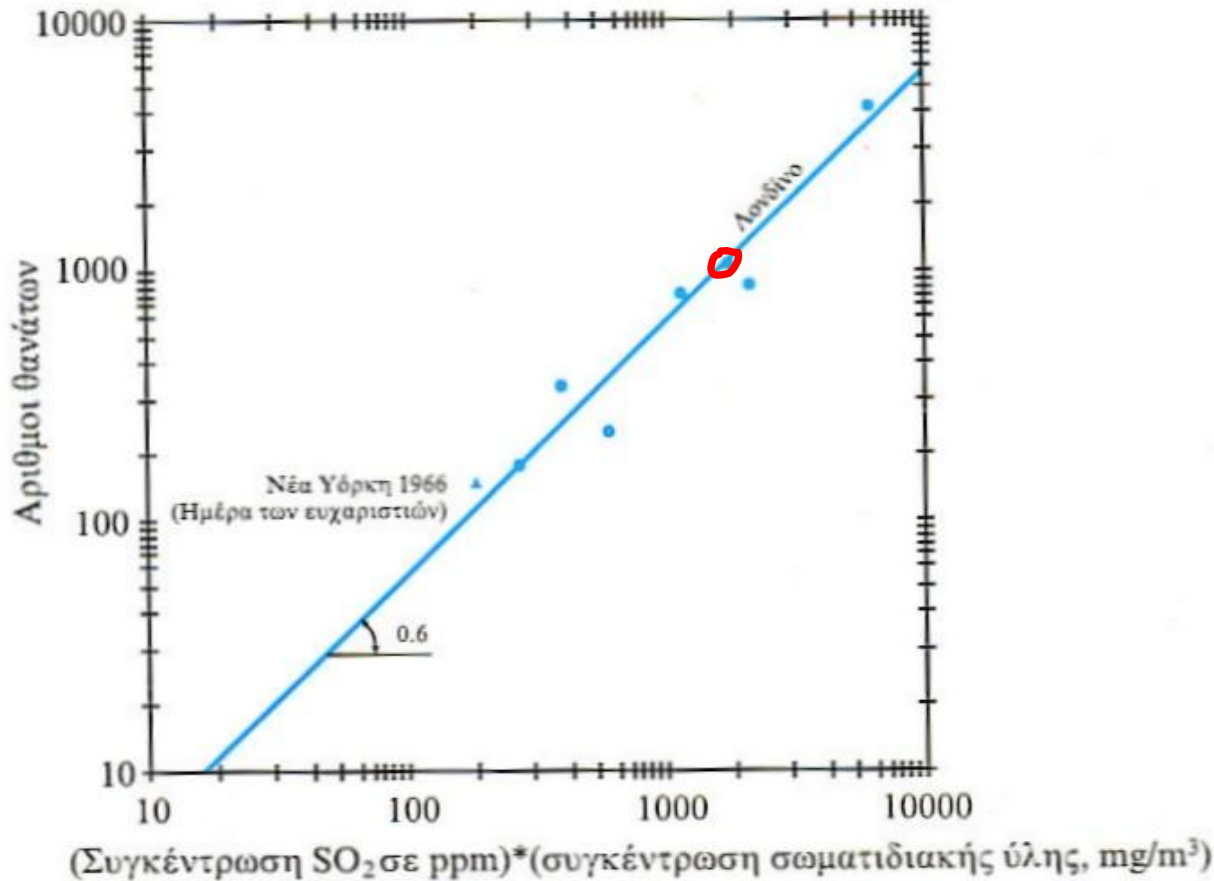
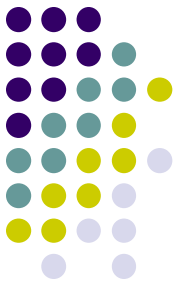
Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



Σχήμα. Αριθμός θανάτων ανά επεισόδιο ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο Λονδίνο και τη Ν. Υόρκη.

Ενότητα 2

Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



Σχήμα. Αριθμός θανάτων ανά επεισόδιο ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο Λονδίνο και τη Ν. Υόρκη σαν συνάρτηση της συγκέντρωσης SO_2 και αιωρούμενων σωματιδίων.

Ενότητα 2

Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

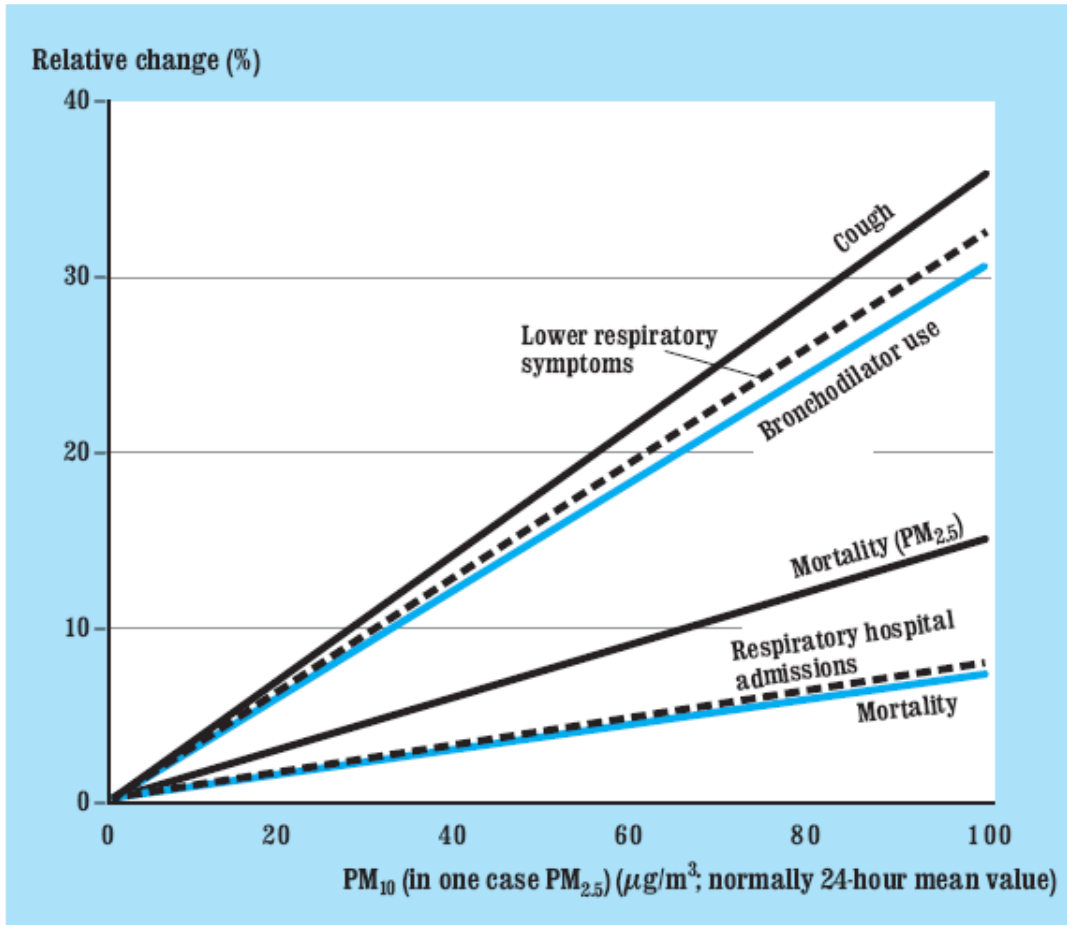
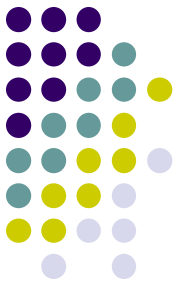


FIGURE 3.1. Link between particles in ambient air and effects on health. Dose response link at exposures below 20 μg/m³ is however uncertain. (WHO. Air Quality Guidelines for Europe. 2nd edition, 2000)

Ενότητα 2

Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

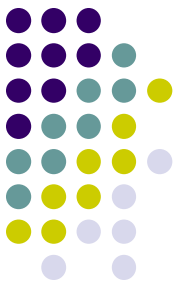


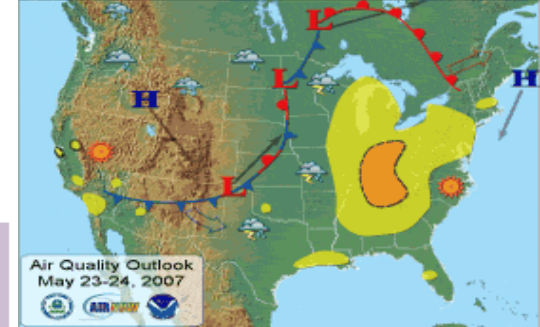
TABLE 3.5. Link between hospital admissions due to respiratory disease and measured ozone levels, according to epidemiological studies. (WHO, 2000)

Increase in ozone levels ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) for		Increase in hospital admissions
1 hour	8 hours	
30	25	5%
60	50	10%
120	100	20%

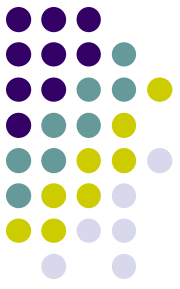
Air Quality Index

POLLUTANT SPECIFIC CAUTIONARY STATEMENTS

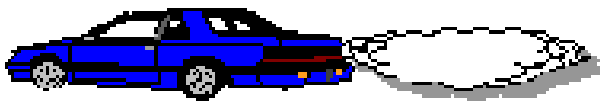
Health Categories	Ozone	Very Small Particles PM2.5	Small Particles PM10	Carbon Monoxide (CO)
VERY UNHEALTHY (201 TO 300)	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should avoid all outdoor exertion (participation in strenuous sports activities or exercise); everyone else, especially children, should limit outdoor exertion.	People with respiratory or heart disease, the elderly and children should avoid any outdoor activity; everyone else should avoid prolonged exertion.	People with respiratory disease, such as asthma, should avoid any outdoor activity; everyone else, especially the elderly and children, should limit outdoor exertion.	People with cardiovascular disease, such as angina, should avoid exertion and sources of CO, such as heavy traffic.
UNHEALTHY (151 TO 200)	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should avoid prolonged outdoor exertion; everyone else, especially children, should limit prolonged outdoor exertion.	People with respiratory or heart disease, the elderly and children should avoid prolonged exertion; everyone else should limit prolonged exertion.	People with respiratory disease, such as asthma, should avoid outdoor exertion; everyone else, especially the elderly and children, should limit prolonged outdoor exertion.	People with cardiovascular disease, such as angina, should limit moderate exertion and avoid sources of CO, such as heavy traffic.
UNHEALTHY FOR SENSITIVE GROUPS (101 TO 150)	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should limit prolonged outdoor exertion.	People with respiratory or heart disease, the elderly and children should limit prolonged exertion.	People with respiratory disease, such as asthma, should limit outdoor exertion.	People with cardiovascular disease, such as angina, should limit heavy exertion and avoid sources of CO, such as heavy traffic.
MODERATE (51 TO 100)	Unusually sensitive people should consider limiting prolonged outdoor exertion.	None	None	None
GOOD (0 TO 50)	None	None	None	None



Βήματα για τον υπολογισμό των ωφελειών στην υγεία



Baseline gasoline composition and changes to composition



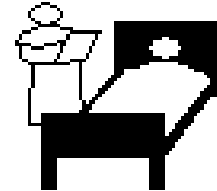
Combustion of gasoline in vehicles and subsequent changes in exhaust emissions

Changes in ambient air concentrations of pollutants



Changes in human exposure

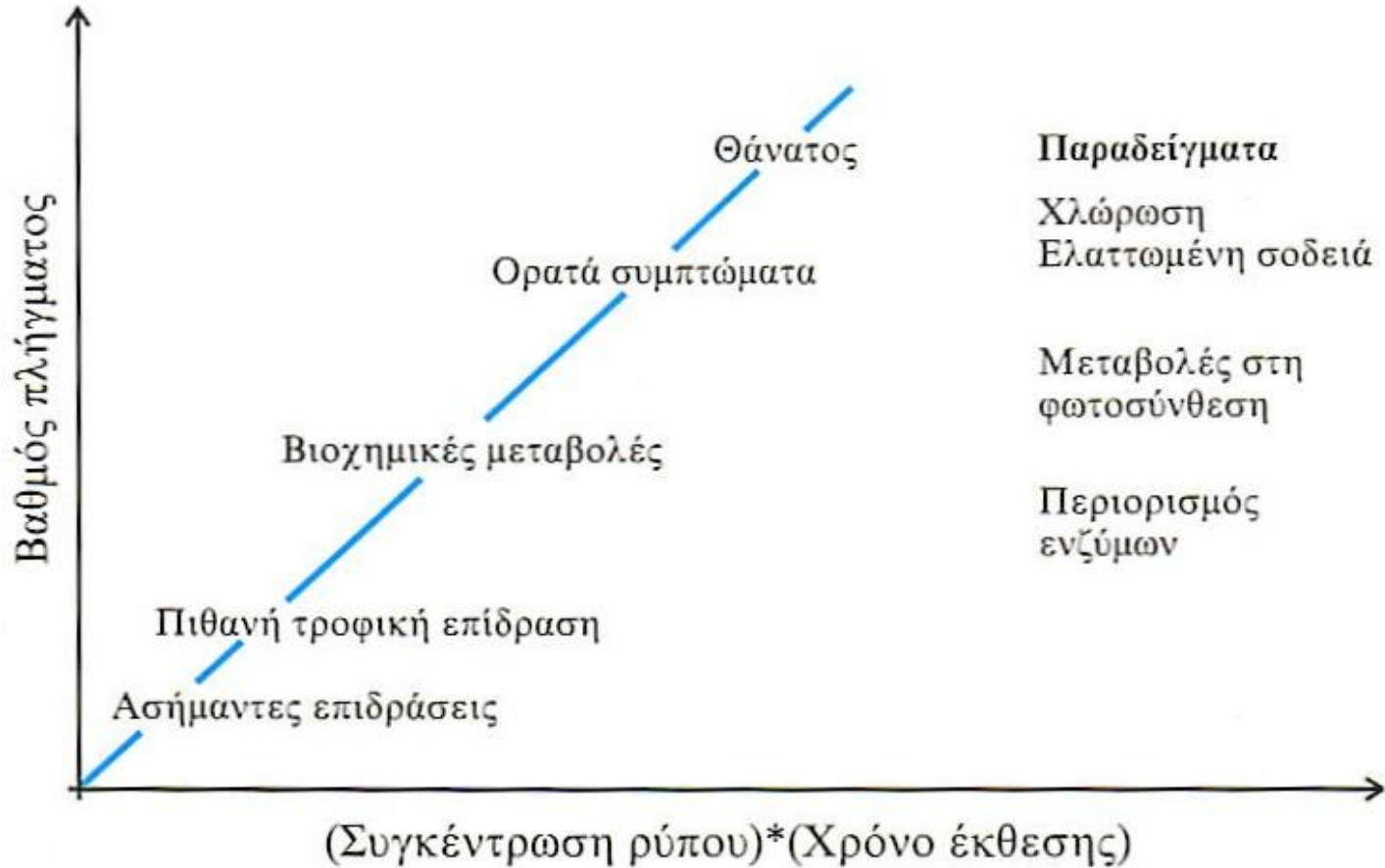
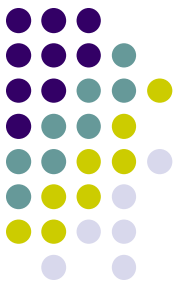
Changes in health effects



Value of health benefits

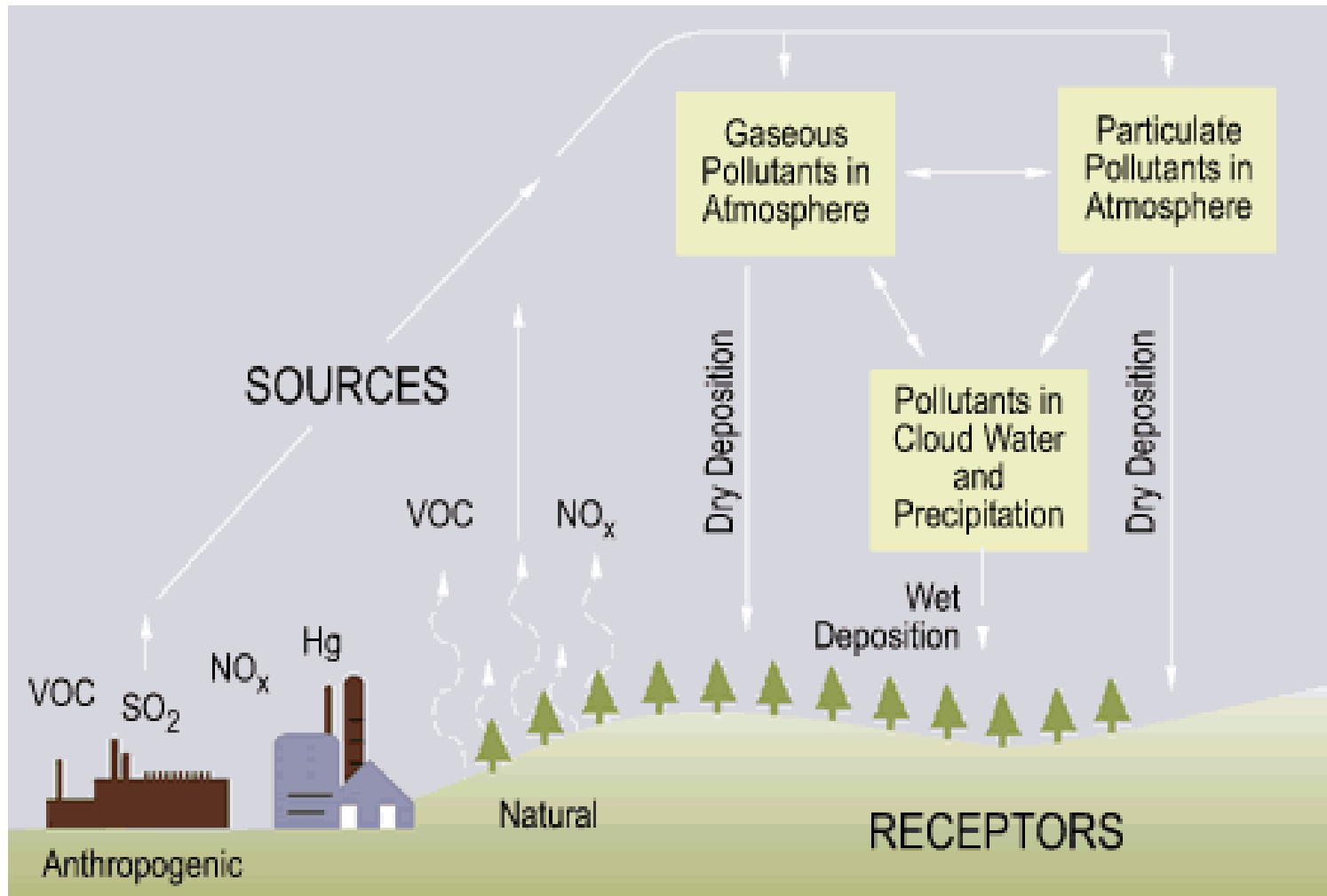
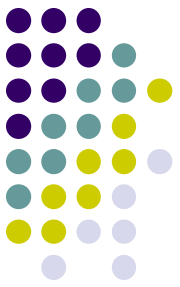
Ενότητα 2

Επίπεδα καταστροφής **χλωρίδας** με αυξανόμενη έκθεση στην ατμοσφαιρική ρύπανση



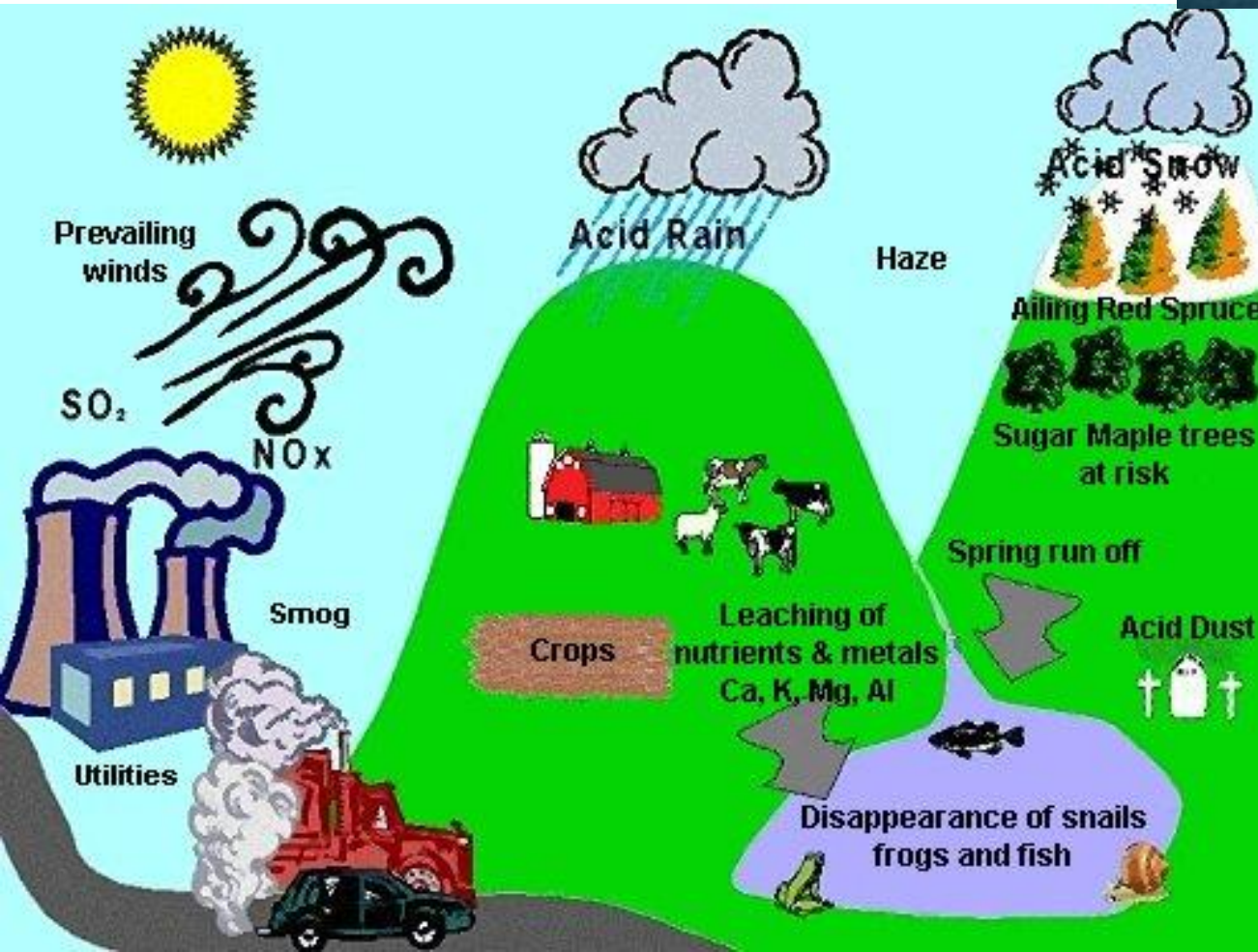
Ενότητα 2

Αναπαράσταση του μηχανισμού δημιουργίας της όξινης βροχής



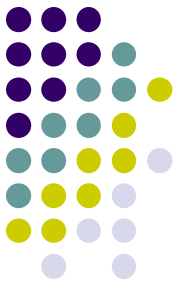
Ενότητα 2

Αναπαράσταση του μηχανισμού δημιουργίας της όξινης βροχής



Ενότητα 2

Αναπαράσταση του μηχανισμού δημιουργίας της όξινης βροχής



ΞΗΡΗ ΕΝΑΠΟΘΕΣΗ

ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ

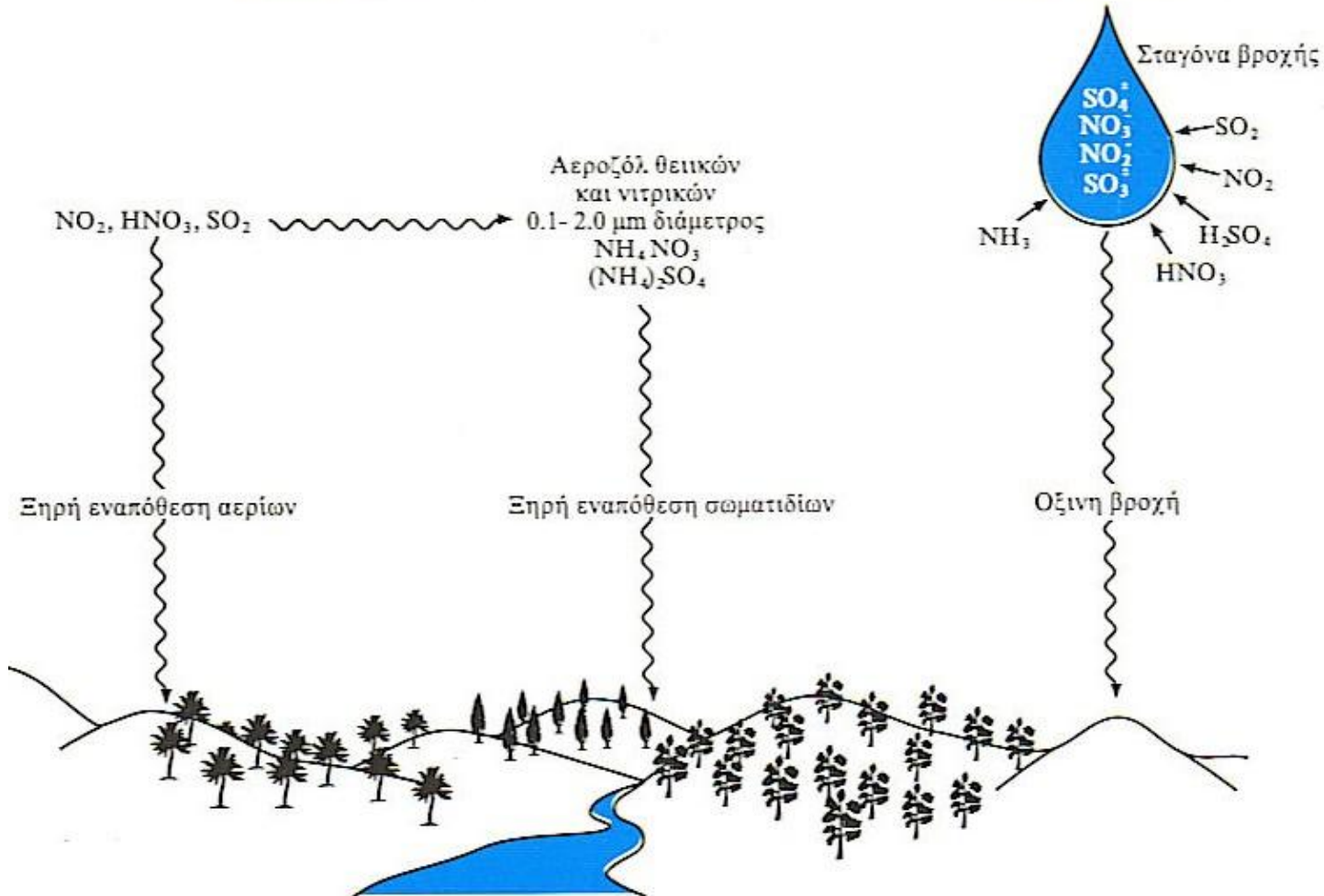
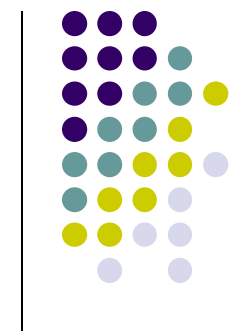
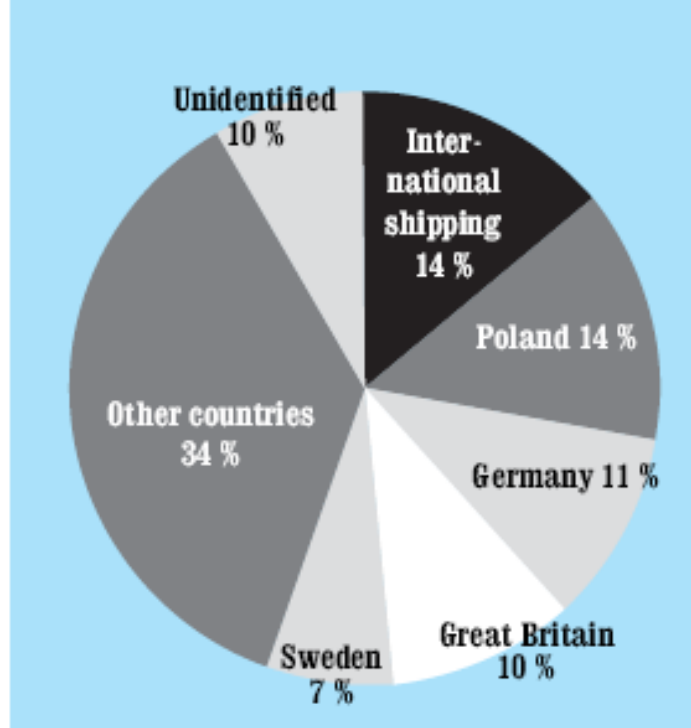


FIGURE 5.6. The origins of acid deposition over Sweden. (EMEP Report 1/2000.)

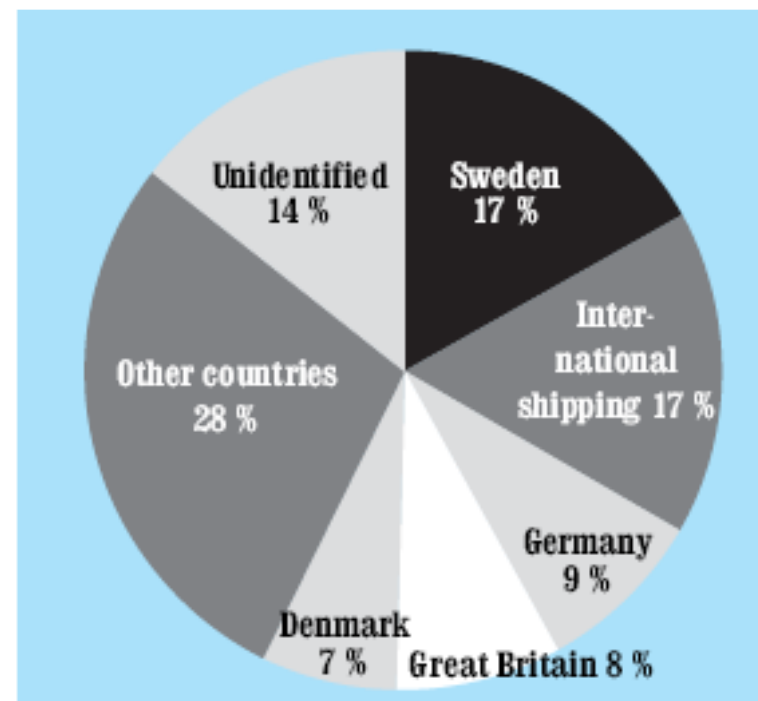
**SULPHUR DIOXIDE
(1998, thousands of tonnes)**

**Total deposition over Sweden: 144,000 tonnes S.
Imported from other countries: 133,000 tonnes S.
(Exported Swedish emissions: 14,000 tonnes S.)**



**NITROGEN OXIDES
(1998, thousands of tonnes)**

**Total deposition over Sweden: 107,000 tonnes N.
Imported from other countries: 89,000 tonnes N.
(Exported Swedish emissions: 60,000 tonnes N.)**



Ενότητα 2

Συγκριτική κλίμακα του pH



Μέσο pH των λιμνών Adirondack (N.Y. State) το 1975

Καθαρή βροχή (pH=5.6)

Χυμός λεμονιού

Μέσο pH των λιμνών Adirondack (N.Y. State) το 1930

Απεσταγμένο νερό

Οξίνη βροχή

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

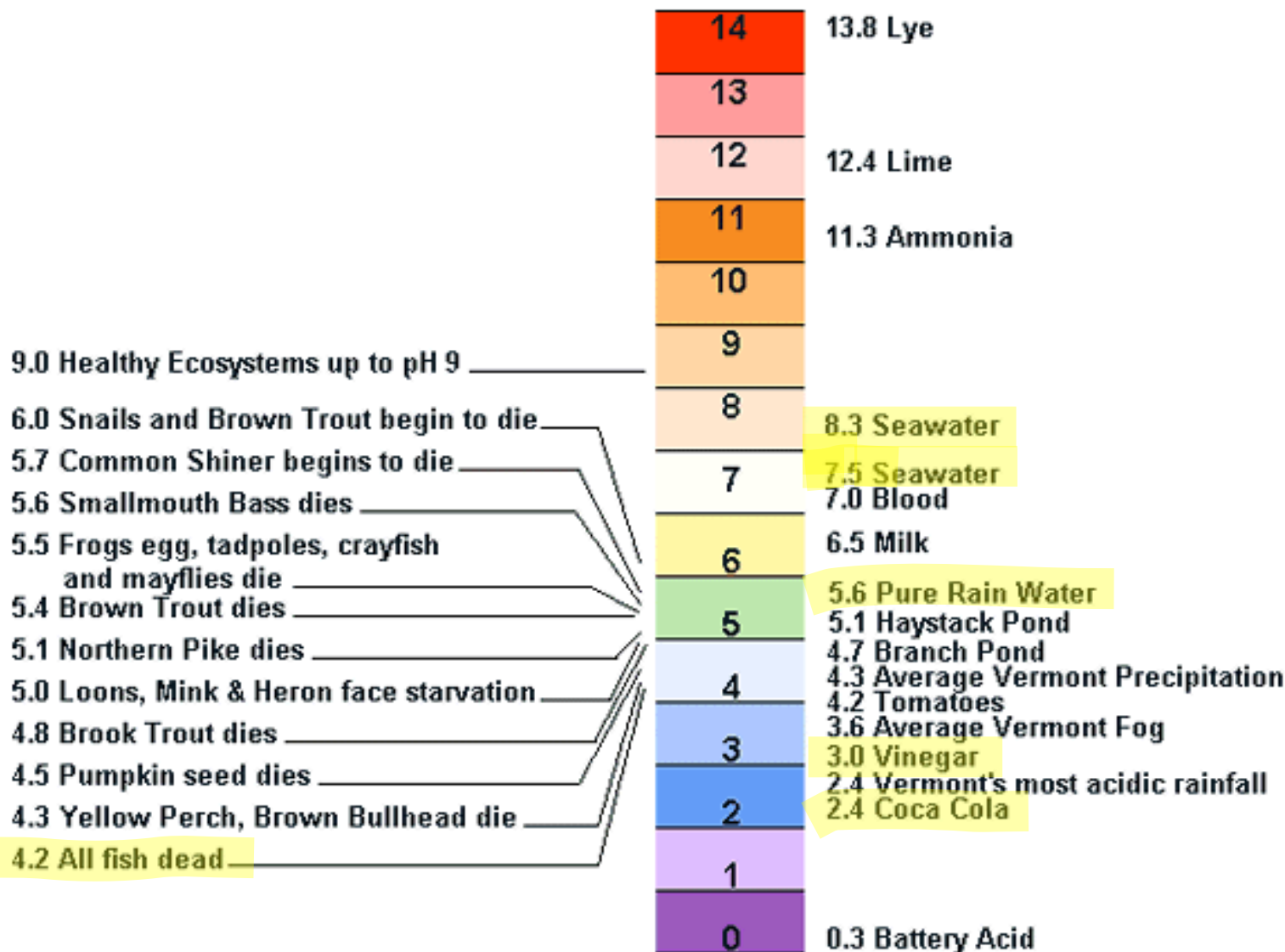
Οξίνο

Ουδέτερο

Βάσικο

Ενότητα 2

Συγκριτική κλίμακα του pH



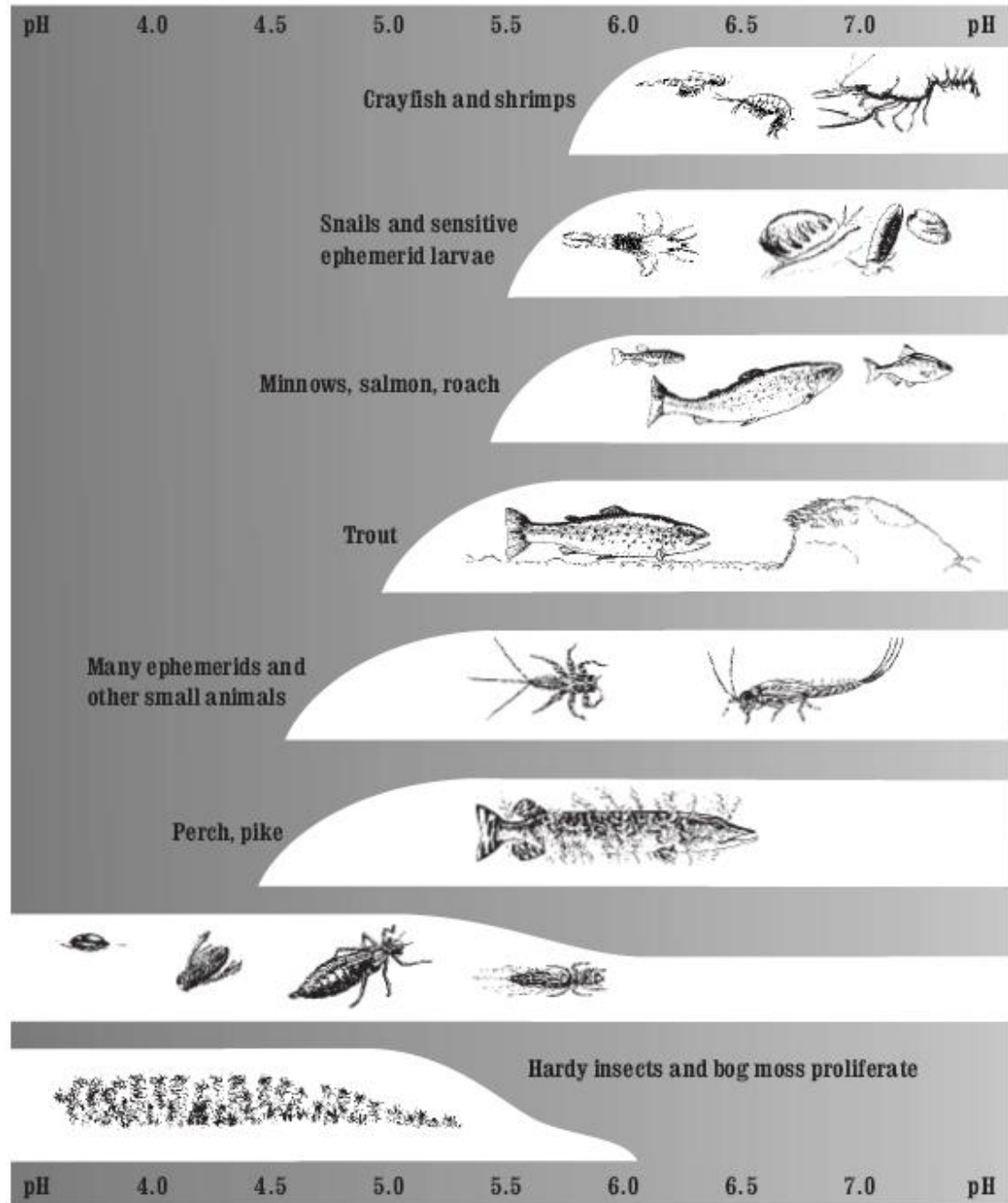
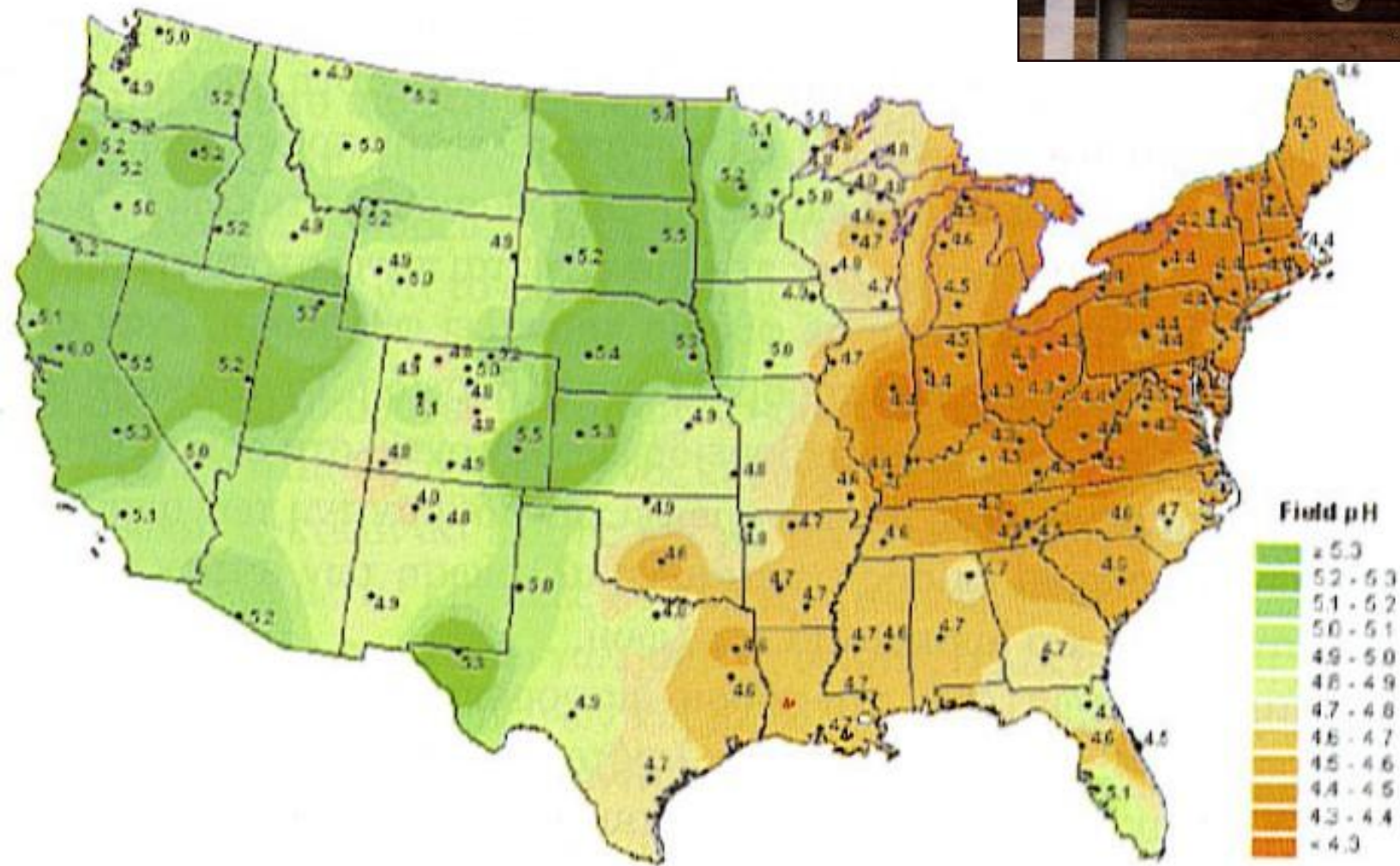
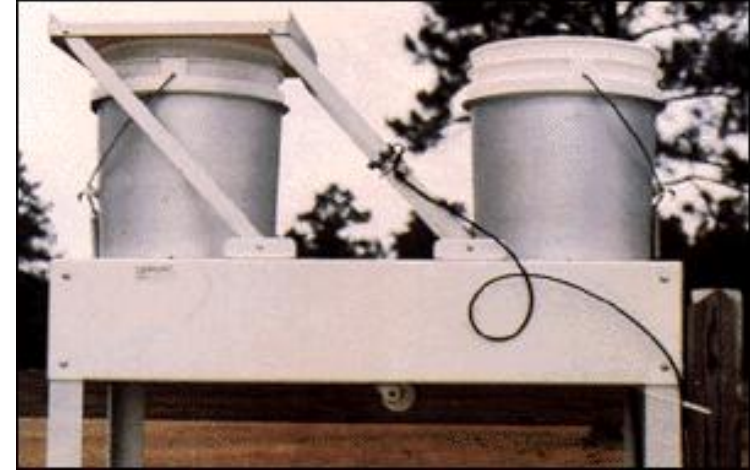


FIGURE 2.2. The sensitivity of different groups of plants and animals to the acidification of lakes and waterways.

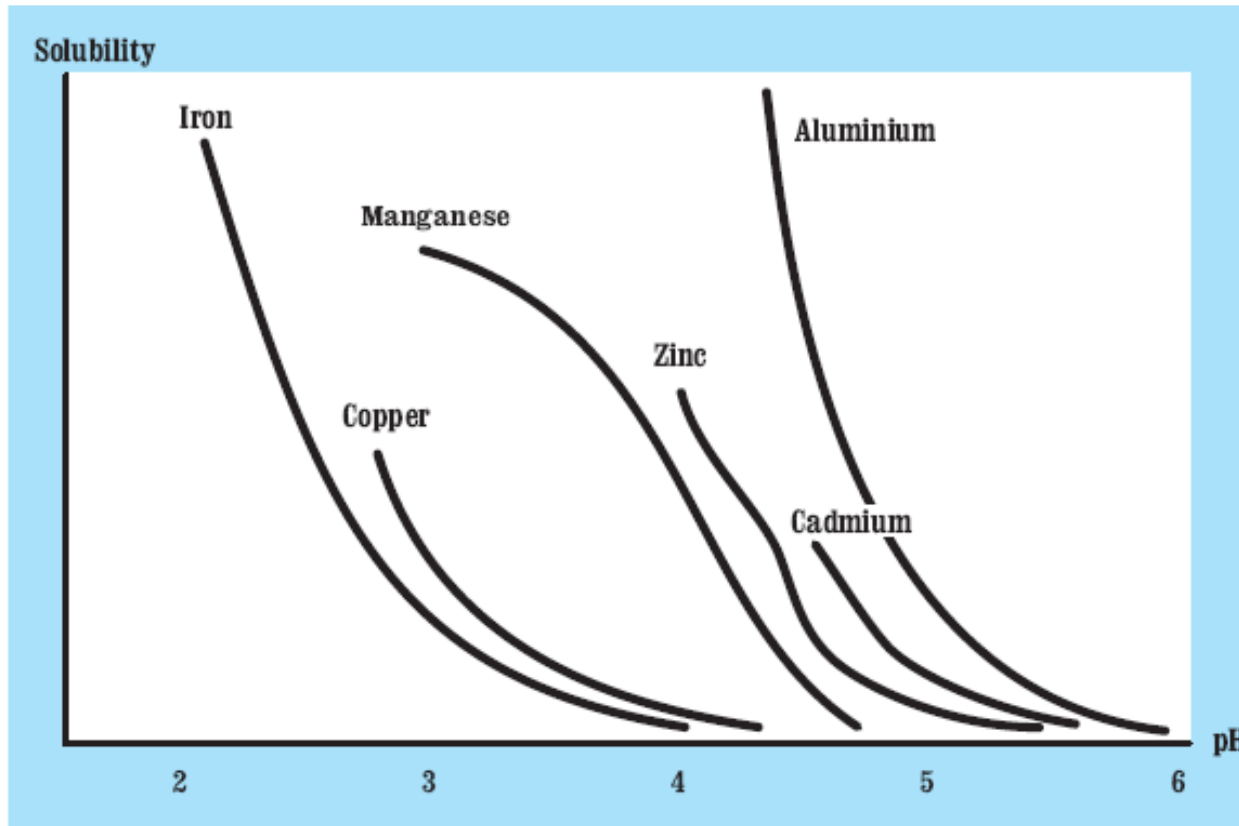
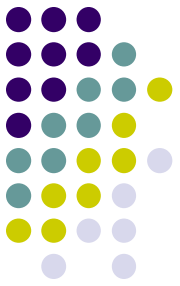
Ενότητα 2

Όξινη ξηρή και υγρή εναπόθεση στις ΗΠΑ



Ενότητα 2

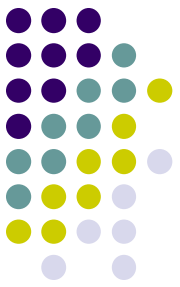
Απελευθέρωση μετάλλων εδάφους λόγω όξινης βροχής



Σχήμα. Απελευθέρωση μετάλλων από εδαφικό υλικό σε διαφορετικά επίπεδα pH (“Air and the Environment”, P. Elvingson and C. Ågren, Publ. Göteborg Univ., 2004).

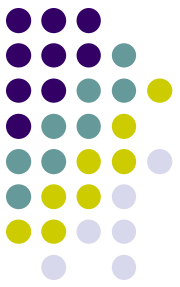
Ενότητα 2

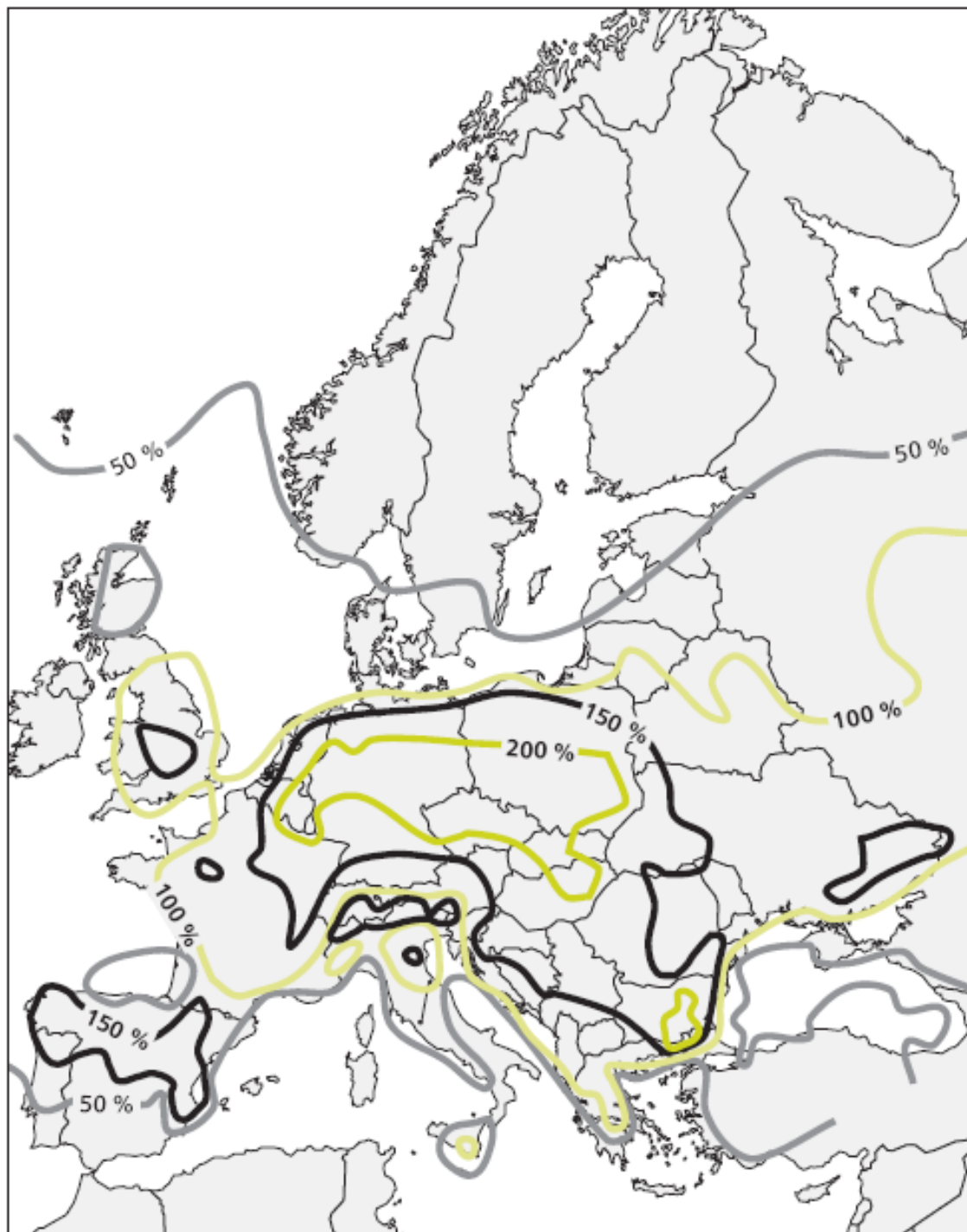
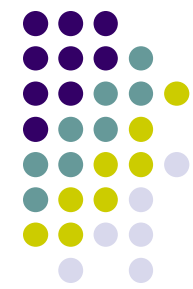
Αποτέλεσμα της όξινης βροχής σε δάσος της ΒΔ Καρολίνας, ΗΠΑ



Ενότητα 2

Αποτέλεσμα της όξινης βροχής σε δάσος ελάτων της Βαυαρίας





Σχήμα. Ρυθμοί διάβρωσης του χαλκού ψηλότεροι των τιμών υποβάθρου (σε %)

Ενότητα 2

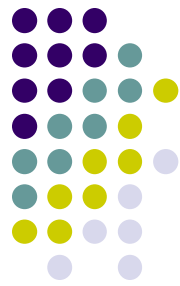
Νομοθεσία σχετική με την ατμοσφαιρική ρύπανση



1. **ΠΥΣ 98/87 (ΦΕΚ 135 Α/28-7-87)**
Οριακή τιμή ποιότητας της ατμόσφαιρας σε μόλυβδο
2. **ΠΥΣ 99/87 (ΦΕΚ 135 Α/28-7-87)**
Οριακές και κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του θείου και αιωρούμενα σωματίδια
3. **ΠΥΣ 25/88 (ΦΕΚ 52 Α/22-3-88)**
Οριακές και κατευθυντήριες τιμές ποιότητας της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του αζώτου και τροποποίηση των με αριθ. 98 και 99/10.7.87 Πράξεων του Υπουργικού Συμβουλίου
4. **ΚΥΑ 58751/2370/93 (ΦΕΚ 264 Β/15-4-93)**
Καθορισμός μέτρων και όρων για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης
5. **ΚΥΑ 76802/1033/96 (ΦΕΚ 596 Β/19-7-96)**
Τροποποίηση και συμπλήρωση της 58751/2370/1993 κοινής υπουργικής απόφασης «Καθορισμός μέτρων και όρων για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προέρχεται από μεγάλες εγκαταστάσεις καύσης (Β' 264)»
6. **ΚΥΑ 11294/93 (ΦΕΚ 264 Β/15-4-93)**
Οροι λειτουργίας και επιτρεπόμενα όρια εκπομπών αερίων αποβλήτων από βιομηχανικούς λέβητες ατμογεννήτριες, ελαιόθερμα και αερόθερμα που λειτουργούν με καύσιμο μαζούτ, ντήζελ ή αέριο
7. **ΚΥΑ 11535/93 (ΦΕΚ 328 Β/6-5-93)**
Επιτρεπόμενα είδη καυσίμων στις βιομηχανικές, βιοτεχνικές και συναφείς εγκαταστάσεις στους αποτεφρωτήρες νοσηλευτικών μονάδων και μέτρα για τις ανοικτές εστίες καύσης
8. **ΚΥΑ 10315/93 (ΦΕΚ 369 Β/24-5-93)**
Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τη λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανση κτιρίων και νερού
9. **ΠΔ 922/77 (ΦΕΚ 315 Α/14-10-77)**
Περί απαγορεύσεως της χρήσεως πετρελαίου τύπου Μαζούτ εις κτιριακές εγκαταστάσεις καύσεως

Ενότητα 2

Όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας για τις ΗΠΑ



Πίνακας . Εθνικά Όρια Ποιότητας της Ατμόσφαιρας του Περιβάλλοντος (NAAQSs)^a

Ρύπος	Μέσος Χρόνος	Οριακή Τιμή και Είδος ^b	
PM-10	Ετήσια μέση αριθμητική τιμή	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P&S)	
	Μέσος όρος 24-ωρών	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P&S)	
PM-2.5 ^c	Ετήσια μέση αριθμητική τιμή	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P&S)	
	Μέσος όρος 24-ωρών	65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P&S)	
CO	Μέσος όρος 1-ώρας	35 ppm (P)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Μέσος όρος 8-ωρών	9 ppm (P)	10 \Rightarrow
SO ₂	Ετήσια μέση αριθμητική τιμή	0.03 ppm (P)	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Μέσος όρος 24-ωρών	0.14 ppm (P)	365 \Rightarrow
	Μέσος όρος 3-ωρών	0.50 ppm (S)	1300 \Rightarrow
NO ₂	Ετήσια μέση αριθμητική τιμή	0.053 ppm (P&S)	100 \Rightarrow
O ₃ ^d	Μέσος όρος 1-ώρας	0.12 ppm (P&S)	235 \Rightarrow
O ₃ ^{c, d}	Μέγιστη τιμή 8-ώρου	0.08 ppm (P&S)	156 \Rightarrow

Ενότητα 2

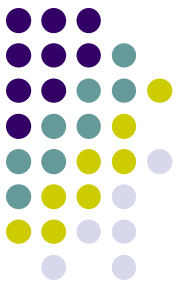
Όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας για την Ελλάδα-ΕΕ



Παράμετρος / Ρύπος	Νομοθετικά όρια
Αιωρούμενα σωματίδια PM10	<ul style="list-style-type: none">• 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέση ημερήσια τιμή, των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 35 φορές/έτος• 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέση ετήσια τιμή
Αιωρούμενα σωματίδια PM2.5	<ul style="list-style-type: none">• 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέση ετήσια τιμή
Διοξείδιο του αζώτου (NO_2)	<ul style="list-style-type: none">• 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέση ωριαία τιμή, για την οποία δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 18 φορές ανά έτος• 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Όριο συναγερμού• 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέση ετήσια τιμή
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	<ul style="list-style-type: none">• 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέγιστη ημερήσια οκτάωρη τιμή
Διοξείδιο του θείου (SO_2)	<ul style="list-style-type: none">• 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέση ωριαία τιμή, των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 24 φορές ανά έτος• 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέση ημερήσια τιμή, των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 3 φορές ανά έτος• 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Όριο συναγερμού – Μέση ωριαία τιμή
Όζον (O_3)	<ul style="list-style-type: none">• 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Τιμή στόχος για την προστασία της ανθρώπινης υγείας. Μέγιστη ημερήσια μέση 8ωρη τιμή, της οποίας δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 25 φορές ανά έτος κατά μέσο όρο σε 3 χρόνια• 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Όριο ενημέρωσης – Μέση ωριαία τιμή• 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Όριο συναγερμού – Μέση ωριαία τιμή

Ενότητα 2

Όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας για το SO₂



	10-minute mean value	1-hour mean value	max. 24-hour mean value	annual mean value
WHO target value (WHO 2000)	500 µg/m ³	–	125 µg/m ³	50 µg/m ³ (health)
EU limit value, from 2005 (A)	–	350 µg/m ³ (B)	125 µg/m ³ (C)	20 µg/m ³ (D)

(A) European Union 1999, Directive 1999/30/EC.

(B) Must not be exceeded more than 24 times per calendar year.

(C) Must not be exceeded more than 3 times per calendar year.

(D) To protect ecosystem. Applies outside urban areas, with effect from 19 July 2001.

Ενότητα 2

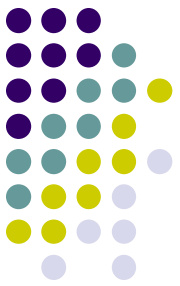
Εθνικά όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας για το SO₂ (μg/m³)



ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΑ ή ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ - ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ			ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ Συνάρτηση με αιωρούμενα σωματίδια όπως μετρούνται με τη μέθοδο του μαύρου καπνού	
	ΕΤΟΣ 1	ΜΗΝΕΣ 8	ΩΡΕΣ 24		
Οριακές τιμές	80			Διάμεσος των ημερήσιων μέσων τιμών όταν η ετήσια διάμεσος των ημερήσιων μέσων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων είναι >40 μg/m ³	
ΕΛΛΑΔΑ ¹ ΕΟΚ ²	120			Διάμεσος των ημερήσιων μέσων τιμών όταν η ετήσια διάμεσος των ημερήσιων μέσων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων είναι <40 μg/m ³	
	ΧΕΙΜΩΝΑΣ: 1/10 έως 31/3	130		Διάμεσος των ημερήσιων μέσων τιμών του χειμερινού εξαμήνου όταν η διάμεσος των ημερήσιων μέσων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων είναι > 60 μg/m ³	
	ΧΕΙΜΩΝΑΣ: 1/10 έως 31/3	180		Διάμεσος των ημερήσιων μέσων τιμών του χειμερινού εξαμήνου όταν η διάμεσος των ημερήσιων μέσων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων είναι < 60 μg/m ³	
	Από τις 7 ημέρες (δηλαδή κατά τη διάρκεια του έτους 2%) που επιτρέπεται η μέση ημερήσια τιμή να ξεπερνά αυτή την οριακή τιμή, συνεχόμενες δεν πρέπει να είναι περισσότερες από τρεις			250	98% όλων των ημερήσιων μέσων τιμών στη διάρκεια του έτους δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή όταν 98% των ημερήσιων μέσων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων είναι > 150 μg/m ³
				350	98% όλων των ημερήσιων μέσων τιμών στη διάρκεια του έτους δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή όταν 98% των ημερήσιων μέσων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων είναι < 150 μg/m ³
Κατευθυντήριες τιμές	40 έως 60			Αριθμητικός μέσος όρος ημερήσιων μέσων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους	
ΕΛΛΑΔΑ ¹ ΕΟΚ ²			100 - 150	Ημερήσια μέση τιμή	
Κατευθυντήριες τιμές	50			Αριθμητικός μέσος όρος ημερήσιων μέσων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους όταν η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων όπως υπολογίζεται με τη μέθοδο του μαύρου καπνού είναι < 50 μg/m ³	
ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΥΓΕΙΑΣ (Π.Ο.Υ.) ³			125	Ημερήσια μέση τιμή όταν η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων όπως υπολογίζεται με μια από τις παρακάτω μεθόδους είναι μικρότερη από: 1) Μέθοδος μαύρου καπνού: 125 μg/m ³ 2) Μέθοδος αναρρόφησης μεγάλου όγκου αέρα: 120 μg/m ³ 3) Μέθοδος με διαχωρισμό αναπνεύσιμων σωματιδίων: 70 μg/m ³	

Ενότητα 2

Όρια ποιότητας ατμόσφαιρας για PM-10



	Max. 24-hour mean value	Annual mean value
WHO target value (WHO 2000)	dose-response	dose-response
EU limit value, from 2005 (A)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (B)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Prel. EU limit value 2010 (A)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (C)	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Guide value proposed by IMM (D)	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Current levels in Europe		10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ remote areas

(A) European Union 1999, Directive 1999/30/EC.

(B) Not to be exceeded more than 35 times per year.

(C) Not to be exceeded more than 7 times per year.

(D) IMM = National Institute of Environmental Medicine, Sweden.

Ενότητα 2

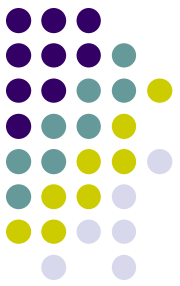
Εθνικά όρια ποιότητας ατμόσφαιρας για αιωρούμενα σωματίδια ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΑ ή ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ - ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ			ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ/ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	ΕΤΟΣ 1	ΜΗΝΕΣ 6	ΩΡΕΣ 24	
Οριακές τιμές ΕΛΛΑΔΑ ¹ ΕΟΚ ²	80			ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΥΡΟΥ ΚΑΠΙΝΟΥ Διάμεσος των ημερήσιων μέσων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους
	ΧΕΙΜΩΝΑΣ: 1/10 έως 31/3	130		Διάμεσος των ημερήσιων μέσων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του χειμώνα
			250	98% όλων των ημερήσιων μέσων τιμών κατά τη διάρκεια του έτους δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή. Από τις 7 ημέρες (δηλαδή κατά τη διάρκεια του έτους 2%) που επιτρέπεται η ημερήσια μέση τιμή να ξεπερνά αυτή την οριακή τιμή, συνεχόμενες δεν πρέπει να είναι περισσότερες από τρεις
Οριακές τιμές Ε.Ο.Κ. ²	150			ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ ΜΕΓΑΛΟΥ ΟΓΚΟΥ ΑΕΡΑ (HIGH VOLUME SAMPLING) Αριθμητικός μέσος όρος των ημερήσιων μέσων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους
			300	95% όλων των ημερήσιων μέσων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή (δηλαδή η τιμή αυτή δεν πρέπει να ξεπερνιέται πάνω από 18 ημέρες το έτος)
Κατευθυντήριες τιμές ΕΛΛΑΔΑ ¹ ΕΟΚ ²	40 - 60			ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΥΡΟΥ ΚΑΠΙΝΟΥ Αριθμητικός μέσος όρος ημερήσιων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους
			100 - 150	Ημερήσια μέση τιμή
Κατευθυντήριες τιμές ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΥΓΕΙΑΣ (Π.Ο.Υ.) ³	40			ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΥΡΟΥ ΚΑΠΙΝΟΥ Αριθμητικός μέσος όρος ημερήσιων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους
			120	98% όλων των ημερήσιων μέσων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή (δηλαδή η τιμή αυτή δεν πρέπει να ξεπερνιέται πάνω από 7 ημέρες το έτος)
			180	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ ΜΕΓΑΛΟΥ ΟΓΚΟΥ ΑΕΡΑ (HIGH VOLUME SAMPLING) Ημερήσια μέση τιμή
			110	ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΕΙΣΠΝΕΥΣΙΜΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ (THORACIC PARTICLES) Ημερήσια μέση τιμή

Ενότητα 2

Όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας για το NO₂



	1-hour mean value	Annual mean value
WHO target value (WHO 2000)	200 µg/m ³	40 µg/m ³ (health) 30 µg/m ³ (vegetation; NO+NO ₂)
EU limit value, applies from 2010 (A)	200 µg/m ³ (B)	40 µg/m ³ (health) (C) 30 µg/m ³ (vegetation; NO+NO ₂) (C)

(A) European Union 1999, Directive 1999/30/EC.

(B) Must not be exceeded more than 18 times per calendar year.

(C) Applies from 19 July 2001.

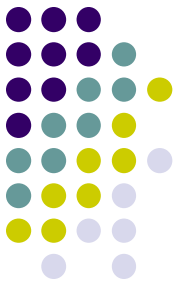
Ενότητα 2

Εθνικά όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας για το NO₂ (μg/m³)



ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΑ ή ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ - ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ			ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	ΕΤΟΣ 	24 ΩΡΕΣ		
Οριακή τιμή ΕΛΛΑΔΑ ¹ -ΕΟΚ ²			200	98% όλων των μέσων ωριαίων τιμών ή και για μικρότερα χρονικά διαστήματα, που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια του έτους, δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή (δηλαδή η τιμή αυτή δεν πρέπει να ξεπερνιέται για πάνω από 175 ώρες το έτος)
Κατευθυντήριες τιμές ΕΛΛΑΔΑ ¹ ΕΟΚ ²	50			50% όλων των μέσων ωριαίων τιμών ή και για μικρότερα χρονικά διαστήματα, που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια του έτους, δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή (δηλαδή η τιμή αυτή δεν πρέπει να ξεπερνιέται για πάνω από 4380 ώρες το έτος)
	135			98% όλων των μέσων ωριαίων τιμών ή και για μικρότερα χρονικά διαστήματα, που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια του έτους, δεν πρέπει να ξεπερνά την τιμή αυτή (δηλαδή η τιμή αυτή δεν πρέπει να ξεπερνιέται για πάνω από 175 ώρες το έτος)
Κατευθυντήριες τιμές ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΥΓΕΙΑΣ (Π.Ο.Υ.) ^{3,4}		150		Αριθμητικός μέσος όρος ημερήσιων μέσων τιμών που λαμβάνονται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους
			190 - 320	Η τιμή αυτή δεν πρέπει να ξεπερνιέται για περισσότερο από 1 ώρα το μήνα

Πρόβλημα



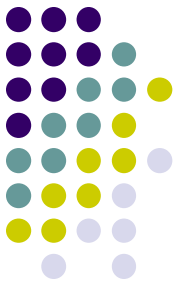
Το θειικό οξύ (H_2SO_4) αποτελεί έναν από τους κύριους ρύπους της όξινης βροχής. Σε μια βιομηχανική περιοχή, καταγράφηκε βροχόπτωση με συγκέντρωση θειικού οξέος $2,5 \cdot 10^{-5}$ M. Θεωρήστε ότι το H_2SO_4 ιοντίζεται πλήρως και στα δύο στάδια ($\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$).

1. Ποιο είναι το pH αυτού του δείγματος βροχής; Πόσες φορές "πιο όξινο" (σε όρους συγκέντρωσης H^+) είναι αυτό το δείγμα σε σχέση με την καθαρή βροχή που έχει pH 5,6;
2. Ο ασβεστόλιθος (CaCO_3) στα εδάφη βοηθά στην εξουδετέρωση της οξύτητας μέσω της αντίδρασης: $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
Αν σε μια μικρή λίμνη πέσουν 1.000 m^3 αυτής της όξινης βροχής, πόσα γραμμάρια (g) ανθρακικού ασβεστίου απαιτούνται για την πλήρη εξουδετέρωση των πρωτονίων που προστέθηκαν;

Δίνεται: Μοριακή μάζα $\text{CaCO}_3 = 100 \text{ g/mol}$

$$n = C * V \text{ (αριθμός των moles μιας ουσίας)}$$

Λύση



1. Συγκέντρωση $[H^+]$: Αφού κάθε mole οξέος δίνει 2 mol H^+ , έχουμε:

$$[H^+] = 2 * (2,5 * 10^{-5} M) = 5 * 10^{-5} M$$

Υπολογισμός pH: $pH = -\log[H^+] = -\log(5 * 10^{-5}) = 5 - \log 5 = 5 - 0,7 = 4,3$

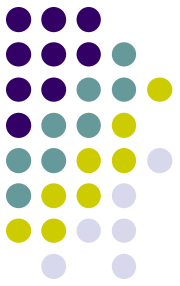
Σύγκριση με "καθαρή" βροχή (pH 5,6):

$$\text{Για pH 5,6: } [H^+]_{\text{clean}} = 10^{-5,6} = 2,5 * 10^{-6} M$$

$$\text{Λόγος} = \frac{[H^+]_{\text{acid}}}{[H^+]_{\text{clean}}} = 5 * 10^{-5} / 2,5 * 10^{-6} = 20$$

Η όξινη βροχή είναι 20 φορές πιο όξινη από την καθαρή.

Λύση



2. Βρίσκουμε τα συνολικά moles των πρωτονίων $[H^+]$ που έπεσαν στη λίμνη.

Όγκος σε Λίτρα: $1.000 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ L}$

Moles $[H^+]$: $n(H^+) = C * V = (5 * 10^{-5} \text{ mol/L}) * 10^6 \text{ L} = 50 \text{ mol } H^+$

Από την αντίδραση $CaCO_3 + 2H^+ \rightarrow Ca^{2+} + CO_2 + H_2O$, βλέπουμε ότι:

1 mol $CaCO_3$ εξουδετερώνει 2 mol H^+ .

Άρα απαιτούνται: $n(CaCO_3) = 50 / 2 = 25 \text{ mol } CaCO_3$

Μάζα $CaCO_3$:

$m = n * M_r = 25 \text{ mol} * 100 \text{ g/mol} = 2.500 \text{ g}$ (ή 2.5 kg)

Ενότητα 2

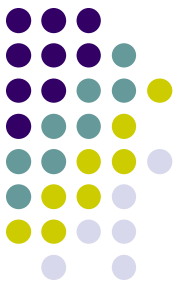
Εθνικά όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας για τον μόλυβδο ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΑ ή ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ - ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	ΕΤΟΣ 1	
<u>Οριακή τιμή</u> ΕΛΛΑΔΑ ¹ -Ε.Ο.Κ. ²	2	Μέση ετήσια τιμή συγκέντρωσης. Η μέση ετήσια τιμή προκύπτει από τη διαίρεση του αθροίσματος των έγκυρων ημερήσιων τιμών δια του αριθμού των ημερών κατά τη διάρκεια των οποίων ελήφθησαν οι έγκυρες τιμές (10 τουλάχιστον συνεχείς ημέρες κάθε μήνα)
<u>Καταθυνητήριες τιμές</u> ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΥΓΕΙΑΣ (Π.Ο.Υ.) ³	0.5 - 1	Μέση ετήσια τιμή συγκέντρωσης

Ενότητα 2

Όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας για το Βενζένιο



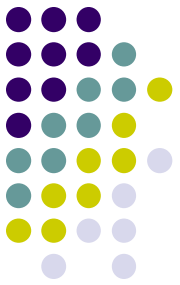
	Annual mean value
EU limit value, applies from 2010 (A)	5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Low risk level (B)	1.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Current levels, urban environment, Europe	1–10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ background level 20–50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ roadside

(A) European Union 2000, Directive 2000/69/EC.

(B) Assessment by National Institute of Environmental Medicine, Sweden. Lifetime exposure to this concentration gives rise to 1 case of cancer per 100,000 inhabitants.

Ενότητα 2

Όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας για το Όζον



	One-hour mean value (health)	Eight-hour mean value (health)	Three-month mean value (vegetation)
WHO target value (WHO 2000)	-	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
EU standards (A)	180/240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (B)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (C)	AOT40 (D) = 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hours (E)
EU long-term objective (A)	-	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AOT40 (D) = 6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hours
Proposed target value by IMM (F)	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-

(A) European Union 2002, Directive 2002/3/EC.

(B) At 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (information threshold) the population should be informed, and at 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (alert threshold) short-term actions should be taken.

(C) Target value for 2010, not to be exceeded more than 25 times per year.

(D) AOT40 = Accumulated exposure over the threshold 40 ppb.

(E) Target value for 2010.

(F) IMM = National Institute of Environmental Medicine, Sweden.

Ενότητα 2

Όρια εκπομπής SO₂ από σταθερές πηγές



Χώρα	Πηγή	Όριο εκπομπής	Παρατ.
Δανία	Εργοστάσια θειώδους πόλτου (νέα)	10 kg/ton πόλτου	-
	Εργοστάσια θειώδους πόλτου (υπάρχοντα)	20 kg/ton πόλτου	-
	Εργοστάσια θειικού οξέος (νέα)	5 Kg/ton οξέος	-
	Εργοστάσια θειικού οξέος (υπάρχοντα)	20 kg/ton οξέος	-
Δ. Γερμανία	Εργοστάσια διοξειδίου του θείου	30.0 mg/m ³	-
	Καύση φυσικού αερίου	50.0 mg/m ³	-
	Καύση φωταερίου	100.0 mg/m ³	-
	Χυτήρια μη σιδηρούχων	3000.0 mg/m ³	-
	Εργοστάσιο θειικού οξέος (100%)	1500.0 mg/m ³	-
Η.Π.Α.	Εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας που λειτουργούν με υγρά καύσιμα (νέες)	0.8 pound/MMBTU	-
	Εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας που λειτουργούν με στερεά καύσιμα (νέες)	1.2 pound/MMBTU	-
	Χυτήρια χαλκού, μολύβδου, νικελίου	0.065%	-
	Βιομηχανίες θειικού οξέος	4 pounds/ton	-
Ιταλία	Εγκαταστάσεις θέρμανσης	0.20% κ.ο.	1
Ελλάδα	Εργοστάσια θειικού οξέος (100%) (παλιά)	10 kg/ton οξέος	-
	Εργοστάσια θειικού οξέος (νέα)	6 kg/ton οξέος	-
Μ. Βρετανία	Συμπύκνωση θειικού οξέος	3.432.4 mg/m ³	-
	Βιομηχανίες παραγωγής θειικού οξέος από καύση θείου (παλιές)	2% του θείου που καίγεται	-
	Βιομηχανίες παραγωγής θειικού οξέος όχι από καύση θείου (παλιές)	9.153.2	-
Σουηδία	Βιομηχανίες θειικού οξέος (νέες)	5 kg/ton οξέος	-
	Βιομηχανίες θειικού οξέος (υπάρχουσες)	20.0 kg/ton οξέος	-
	Εγκαταστάσεις θειώδους πόλτου (νέες)	10.0 kg/ton πόλτου	-
	Εγκαταστάσεις θειώδους πόλτου (υπάρχουσες)	20.0 kg/ton πόλτου	-
	Θερμοηλεκτρικές εγκαταστάσεις πάνω από 300 MW που λειτουργούν με πετρέλαιο	20.0 kg/ton καυσίμου	-

Ενότητα 2

Όρια εκπομπής αιωρούμενων σωματιδίων από σταθερές πηγές



Χώρα	Πηγή	Όριο εκπομπής	Παρατ.
Η.Π.Α.	Όλες	70 mg/m ³	2, 3
	Αναγέννηση υγρών καταλυτών	50 mg/m ³	2
	Τσιμεντοβιομηχανίες	0,30 pound/ton πρώτης ύλης	-
	Εργοστάσια ασφάλτου	70 mg/m ³	2, 3
	Χυτήρια μολύβδου	50 mg/m ³	-
	Καύση απορριμμάτων	80 mg/m ³	4
	Καύση υλούς βιολογικού καθαρισμού	70 mg/m ³	2, 5
Γερμανία	Καύση στερεών καυσίμων	300 mg/m ³	-
	Καύση απορριμμάτων	100 mg/m ³	6
	Παραγωγή σκυροδέματος	100 mg/m ³	-
	Τήξη γυαλιού	150 mg/m ³	-
	Τσιμεντοβιομηχανίες που εκπέμπουν σκόνη υψηλής ειδικής αντίστασης	150 mg/m ³	-
	Τσιμεντοβιομηχανίες που εκπέμπουν σκόνη χαμηλής ειδικής αντίστασης	120 mg/m ³	-
	Τσιμεντοβιομηχανίες χωρίς ηλεκτροφίλτρα	75 mg/m ³	-
Τσεχοσλοβακία	Όλες	5 kg/h	-
	Υφικάμινοι τσιμέντου και ασβέστη 25 ton/h	120 kg/h	9
	100 - 150 ton/h	270 kg/h	-
Σουηδία	Καύση απορριμμάτων 15 ton/h	180 mg/m ³	2, 7
	Χυτήρια χαλκού (νέα)	2 kg/ton προϊόντος	8
	Χυτήρια χαλκού (υπάρχοντα)	4 kg/ton	-
Ελλάδα	Παλιές εγκαταστάσεις	150 mg/m ³	-
	Νέες εγκαταστάσεις	100 mg/m ³	-
	Τσιμεντοβιομηχανίες (παλιές)	150 mg/m ³	10
	Τσιμεντοβιομηχανίες νέες	100 mg/m ³	10

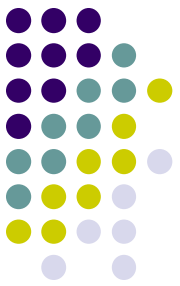
Ενότητα 2



Πίνακας . Τιμές μέγιστης επιτρεπτής έκθεσης σε αέριους ρύπους στους χώρους εργασίας (OSHA, 1983)

Ουσία	ppm ^α	Ουσία	ppm ^α
Αιθανολαμίνη	3	2-Εξανόνη	100
Αιθανόλη	1000	Ισοκυανικός μεθυλεστήρ	0,02
Αιθυλαιθέρας	400	Ιώδιο ^β	0,1
Αιθυλαμίνη	10	Καμφορά	2
Αιθυλενοδιαμίνη	10	Κροτοναλδεΐδη	2
Αιθυλομερκαπτάνη	10	Μεθανόλη	200
Ακεταλδεΐδη	200	Μεθυλομερκαπτάνη	10
Ακετόνη	1000	Μηλονικός ανυδρίτης	0,25
Ακετονιτρίλιο	40	Μυρμηκικό οξύ	5
Ακρολεΐνη	0,1	Όζον	0,1
Αλλυλοχωρίδιο	1	Οξειδιο φθορίου	0,05
Αμμωνία	50	Οξικό οξύ	10
Αρσίνη	0,05	Πενταφθοριούχο θείο	0,025
π-Βενζοκινόνη	0,1	Πυριδίνη	5
Βενζυλοχλωρίδιο	1	Στυλβένιο	0,1
Βουτυλομερκαπτάνη	10	Τετρακαρβονυλονικέλιο	0,001
Βρώμιο	0,1	Τετραφαινύλια	1
Δεκαβοράνιο	0,05	Τριχλωριούχος φωσφόρος	0,5
Διαζωμεθάνιο	0,2	Υδραζίνη	1
Διαιθυλαμίνη	25	Υδροσελήνιο	0,05
Διβοράνιο	0,1	Υδροχλώριο ^β	5
Διοξείδιο του αζώτου	5	Φθόριο	0,1
Διοξείδιο του θείου	5	Φωσγένιο	0,1
Διοξείδιο του χλωρίου	0,5	Φωσφίνη	0,1
Διφαινύλιο	0,2	Χλωροακετοφαινόνη	0,05
		Χλωροφόρμιο ^β	50

Ενότητα 2



Πίνακας . *Ανώτατες επιτρεπτές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στους χώρους εργασίας*

	ΜΑΚ (mg/m ³)	TLV (mg/m ³)*
Pb (κάπνα, σκόνη)	0,1	0,15
As	-	0,2
Cd (σκόνη)	-	0,05
Cr	-	0,5
Ενώσεις Cr(III)	-	0,5 ως Cr
Ενώσεις Cr(VI)	-	0,05 ως Cr
Cu (κάπνα)	0,1	0,2
Cu (σκόνη)	1	1
Mn	5	-
Mn (κάπνα)	-	1
Ni	-	1
V ₂ O ₅ (κάπνα)	0,1	0,05
V ₂ O ₅ (σκόνη)	0,5	0,05
ZnCl ₂ (κάπνα)	-	1



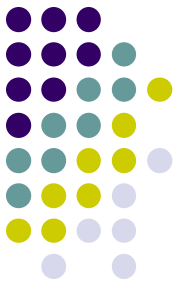
AIR POLLUTION LEVELS IN AN URBAN-RESIDENTIAL SITE ADJACENT TO INDUSTRIAL ACTIVITIES

Georgios Gaidajis*

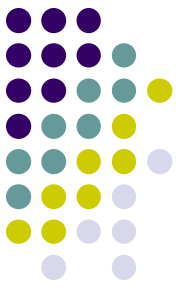
Laboratory of Environmental Management and Industrial Ecology, Department of Production and Management Engineering,
Democritus University of Thrace, Xanthi, Greece



Αξιολόγηση ποιότητας ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος στη βιομηχανική περιοχή της Νέας Καρβάλης Καβάλας



Αξιολόγηση ποιότητας ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος στη βιομηχανική περιοχή της Νέας Καρβάλης Καβάλας



Αξιολόγηση ποιότητας ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος στη βιομηχανική περιοχή της Νέας Καρβάλης Καβάλας



Μετρούμενοι ρύποι	Αναλυτής – Μέθοδος
Αιωρούμενα σωματίδια PM10	Αναλυτής PM10-PM2.5 κατά EN12341 / EN14907 Ισοδύναμη μέθοδος μέτρησης αιωρούμενων σωματιδίων με οπτική μέθοδο (σκέδαση).
Αιωρούμενα σωματίδια PM2.5	
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	Αναλυτής CO κατά EN14626. Μέθοδος μέτρησης CO με NDIR
Οξείδια του αζώτου (NO, NO ₂ , NO _x)	Αναλυτής NO _x κατά EN14211. Μέθοδος μέτρησης NO ₂ με χημειοφωταύγεια.
Διοξείδιο του θείου (SO ₂)	Αναλυτής SO ₂ / H ₂ S κατά EN14212. Μέθοδος μέτρησης SO ₂ με υπεριώδη ακτινοβολία.
Υδρόθειο (H ₂ S)	
Όζον (O ₃)	Αναλυτής O ₃ κατά EN14625. Μέθοδος μέτρησης O ₃ με υπεριώδη ακτινοβολία

Αξιολόγηση ποιότητας ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος στη βιομηχανική περιοχή της Νέας Καρβάλης Καβάλας



Παράμετρος / Ρύπος

Νομοθετικά όρια

Αιωρούμενα σωματίδια PM10

- 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέση ημερήσια τιμή, των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 35 φορές/ετός
- 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέση ετήσια τιμή

Αιωρούμενα σωματίδια PM2.5

- 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέση ετήσια τιμή

Διοξείδιο του αζώτου (NO_2)

- 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέση ωριαία τιμή, για την οποία δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 18 φορές ανά έτος
- 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Όριο συναγερμού
- 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέση ετήσια τιμή

Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

- 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέγιστη ημερήσια οκτάωρη τιμή

Διοξείδιο του θείου (SO_2)

- 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέση ωριαία τιμή, των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 24 φορές ανά έτος
- 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Σαν μέση ημερήσια τιμή, των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 3 φορές ανά έτος
- 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Όριο συναγερμού – Μέση ωριαία τιμή

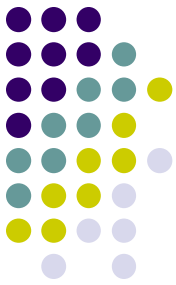
Όζον (O_3)

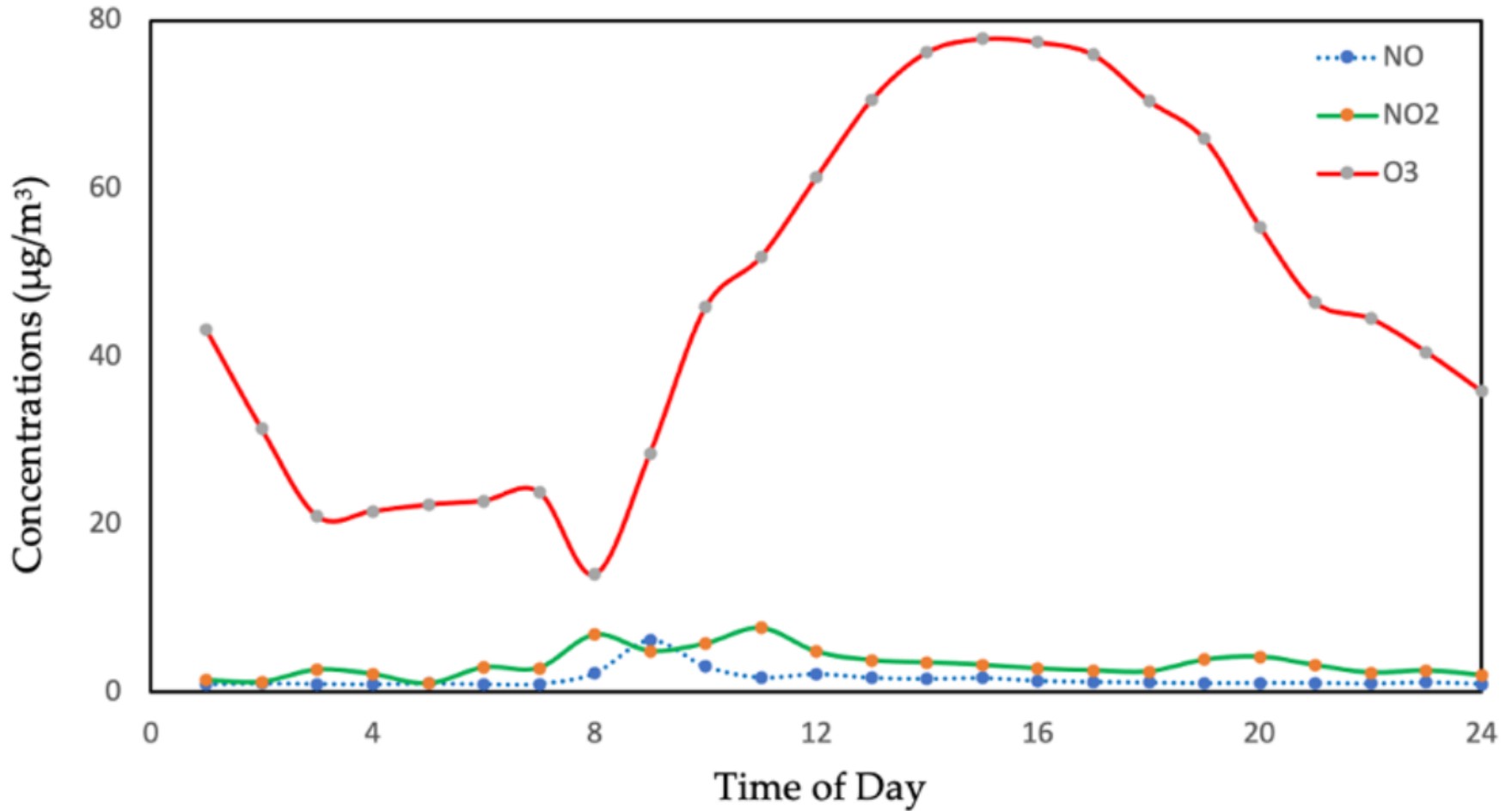
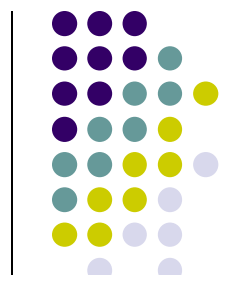
- 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Τιμή στόχος για την προστασία της ανθρώπινης υγείας. Μέγιστη ημερήσια μέση 8ωρη τιμή, της οποίας δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 25 φορές ανά έτος κατά μέσο όρο σε 3 χρόνια
- 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Όριο ενημέρωσης – Μέση ωριαία τιμή
- 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Όριο συναγερμού – Μέση ωριαία τιμή

Table. Concentrations of pollutants for different subset of measurements. All concentrations are in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ except CO concentrations in mg/m^3 .

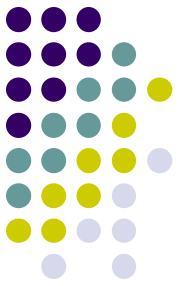
Subset of measurements		NO	NO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM-10	PM-2.5	SO ₂	H ₂ S
All measurements (same as Table 2) (100% of data)	Average	2.2	6.7	8.9	0.4	73.4	17.3	12.8	19.4	5.2
	Median	1.2	3.8	5.1	0.4	71.8	16.0	12.0	12.8	3.0
	A/M*	1.8	1.8	1.7	1.0	1.0	1.1	1.0	1.5	1.7
	St. Dev.	6.8	16.1	23.0	0.1	29.9	10.7	7.8	27.0	9.3
	Max.	436.7	933.5	1370.2	2.3	181.6	453.0	172.0	839.1	190.0
Wind from Desulfurization plant (13.8% of data)	Average	2.5	8.5	11.1	0.4	79.5	16.4	11.1	18.8	4.2
	Median	1.2	5.7	7.0	0.4	69.9	15.0	9.0	13.3	2.8
	A/M*	2.1	1.5	1.6	1.0	1.1	1.1	1.2	1.4	1.5
	St. Dev.	5.4	19.0	24.5	0.1	47.2	12.5	8.0	24.6	6.3
	Max.	188.4	616.0	804.4	1.1	271.4	453.0	97.0	828.5	161.6
Wind from Fertilizer plant (16.7% of data)	Average	2.3	7.6	9.8	0.4	64.3	18.5	14.9	29.3	6.1
	Median	1.2	5.7	7.0	0.3	61.9	16.0	13.0	32.0	3.5
	A/M*	1.9	1.3	1.4	1.3	1.0	1.2	1.1	0.9	1.7
	St. Dev.	3.4	12.6	16.0	0.1	32.7	10.8	8.5	19.4	7.5
	Max.	83.6	589.2	672.8	2.2	271.4	163.0	158.0	357.0	190.0
All other wind directions (69.4% of data)	Average	2.1	6.8	8.9	0.4	88.7	17.2	12.6	20.5	5.4
	Median	1.2	3.8	5.1	0.4	79.8	16.0	12.0	12.0	3.0
	A/M*	1.8	1.8	1.7	1.0	1.1	1.1	1.1	1.7	1.8
	St. Dev.	7.5	15.9	23.4	0.1	50.4	10.2	7.4	30.8	10.1
	Max.	436.7	604.5	1041.2	2.3	299.4	389.0	172.0	839.1	185.7
Weekends and holidays (26% of data)	Average	1.6	6.6	8.3	0.4	89.5	18.1	14.0	21.6	5.0
	Median	1.2	3.8	5.1	0.4	73.8	17.0	13.0	16.0	2.6
	A/M*	1.3	1.7	1.6	1.0	1.2	1.1	1.1	1.4	1.9
	St. Dev.	1.9	14.6	16.5	0.1	54.7	10.8	8.8	23.2	5.0
	Max.	49.9	604.5	654.4	2.3	299.4	165.0	161.0	411.6	52.6
Wet periods (RH>95%) (10% of data)	Average	2.9	8.4	11.3	0.4	39.4	19.4	16.0	39.6	8.3
	Median	1.2	5.7	7.0	0.4	33.9	18.0	14.0	35.2	3.8
	A/M*	2.4	1.5	1.6	1.0	1.2	1.1	1.1	1.1	2.2
	St. Dev.	5.9	13.0	18.9	0.1	20.7	11.7	9.5	54.9	16.2
	Max.	123.5	589.2	712.7	1.5	121.7	146.0	108.0	495.5	144.9
Hot periods (T>28°C) (9.7% of data)	Average	1.9	6.9	8.7	0.4	129.4	19.9	10.8	20.9	4.5
	Median	1.2	5.7	7.0	0.4	117.8	18.0	11.0	8.8	1.4
	A/M*	1.6	1.2	1.2	1.0	1.1	1.1	1.0	2.4	3.2
	St. Dev.	5.4	17.9	23.2	0.1	57.2	9.1	4.6	57.1	15.0
	Max.	193.4	581.5	774.9	1.2	299.4	180.0	38.0	839.1	161.6

*A/M = Average / Median concentration ratios.





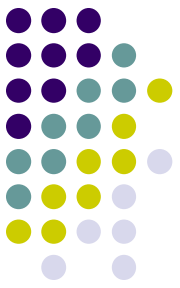
Αξιολόγηση ποιότητας ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος στη βιομηχανική περιοχή της Νέας Καρβάλης Καβάλας



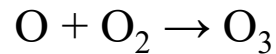
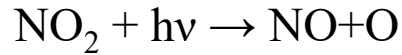
Τα κύρια συμπεράσματα από την αποτίμηση της 6-μηνης δειγματοληψίας είναι:

- Καταγράφηκε μία (1) ουσιαστικά υπέρβαση για το διοξείδιο του θείου στις 21.11.2018. Εκτιμάται από βιομηχανική διαφυγή με επακόλουθη αύξηση των ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων.
- Καταγράφηκαν εννέα υπερβάσεις των νομοθετικών ορίων του όζοντος σε καλοκαιρινές μέρες με υψηλή θερμοκρασία. Το όζον είναι δευτερογενής ρύπος, τοξικός, και για να σχηματιστεί απαιτείται η ύπαρξη ηλιακής ακτινοβολίας και υψηλές συγκεντρώσεις αζωτο-οξειδίων. Αν και τα αζωτο-οξείδια ήταν εντός των νομοθετικών ορίων οι υψηλές συγκεντρώσεις του όζοντος καταδεικνύουν την ανάγκη για μείωση των εκπομπών άζωτο-οξειδίων από τη βιομηχανία και την αυτοκίνηση. Ποσοτικά, οι συγκεντρώσεις του όζοντος ήταν αυξημένες κατά 75% όταν επικρατούσαν συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών.
- Οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του αζώτου ήταν αυξημένες κατά 25% όταν επικρατούσε διεύθυνση ανέμου από την Kavala Oil.
- Οι συγκεντρώσεις του διοξειδίου του θείου ήταν αυξημένες κατά 51% όταν επικρατούσε διεύθυνση ανέμου από τη Βιομηχανία Φωσφορικών Λιπασμάτων.

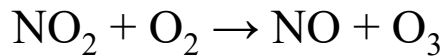
Πρόβλημα



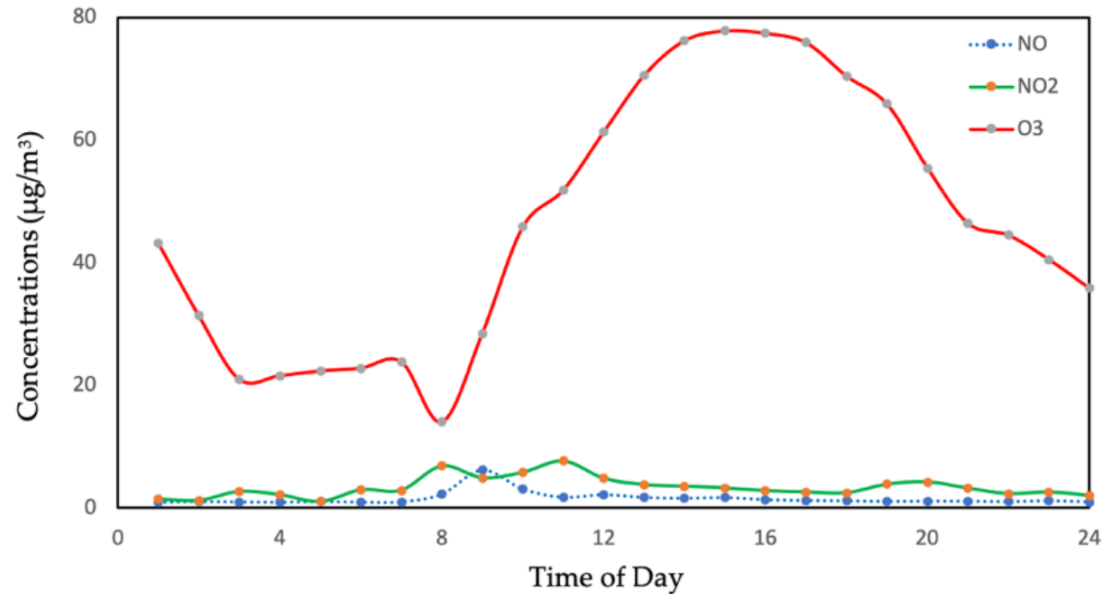
Στην τροπόσφαιρα, το Όζον (O_3) παράγεται μέσω των παρακάτω διαδοχικών αντιδράσεων:



Η συνολική (καθαρή) αντίδραση παραγωγής είναι:

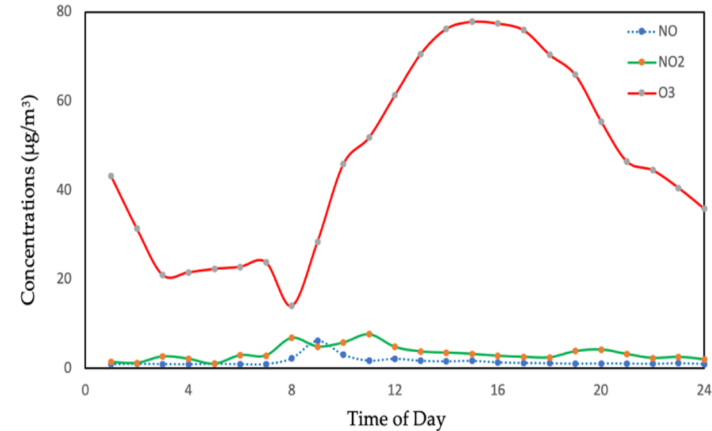


Θεωρήστε έναν αέριο όγκο 1 m^3 πάνω από μια λεωφόρο στις 11:00 π.μ., όπου η μάζα του NO_2 είναι 8 μg .



Πρόβλημα

1. Πόσα moles NO_2 περιέχονται σε αυτό το 1 m^3 αέρα;
(Δίνονται: $\text{N}=14$, $\text{O}=16$ και σημειώστε ότι $1 \mu\text{g}=10^{-6} \text{ g}$).

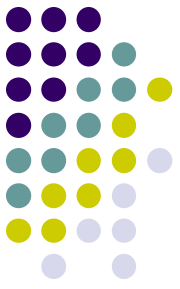


2. Αν υποθέσουμε ότι το 100% της ποσότητας του NO_2 αντιδρά με το πλεόνασμα οξυγόνου της ατμόσφαιρας, πόσα μg Όζοντος (O_3) θα παραχθούν θεωρητικά σε αυτό το m^3 ;

3. Στο διάγραμμα, η τιμή του Όζοντος στις 15:00 μ.μ. είναι περίπου $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Με βάση τον υπολογισμό σας στο ερώτημα 2, επαρκεί η "πρωινή" ποσότητα του NO_2 για να δικαιολογήσει όλο το Όζον της ημέρας ή υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που το επηρεάζουν;

Λύση



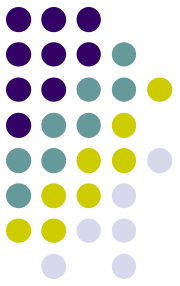
1. Moles NO₂:

- Μοριακή μάζα: $\text{NO}_2 = 14 + (2 * 16) = 46 \text{ g/mol}$
- Μάζα: $m = 8 * 10^{-6} \text{ g}$
- $n = 8 * 10^{-6} / 46 = 1,74 * 10^{-7} \text{ mol}$

2. Μάζα O₃:

- Από τη συνολική αντίδραση έχουμε: NO₂ : O₃ είναι 1:1
- Άρα θα παραχθούν: $1,74 * 10^{-7} \text{ mol O}_3$
- Μοριακή μάζα: $\text{O}_3 = 3 * 16 = 48 \text{ g/mol}$
- Μάζα O₃: $(1,74 * 10^{-7} \text{ mol}) * 48 \text{ g/mol} = 8,35 * 10^{-6} \text{ g} = 8,35 \text{ }\mu\text{g}$

Λύση



3. Παρατηρούμε ότι τα 8 $\mu\text{g NO}_2$ παράγουν περίπου 8,35 $\mu\text{g O}_3$.

Όμως η κορυφή στο διάγραμμα είναι 78 μg .

Αυτό σημαίνει ότι το Όζον που βλέπουμε το μεσημέρι είναι αποτέλεσμα συνεχούς παραγωγής και συσσώρευσης από όλες τις προηγούμενες ώρες (και από άλλες πηγές όπως VOCs) και όχι μόνο από το NO_2 μιας συγκεκριμένης στιγμής.

Ενότητες Παρουσίασης



- **Ενότητα 1**

Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Κεφ. 5)

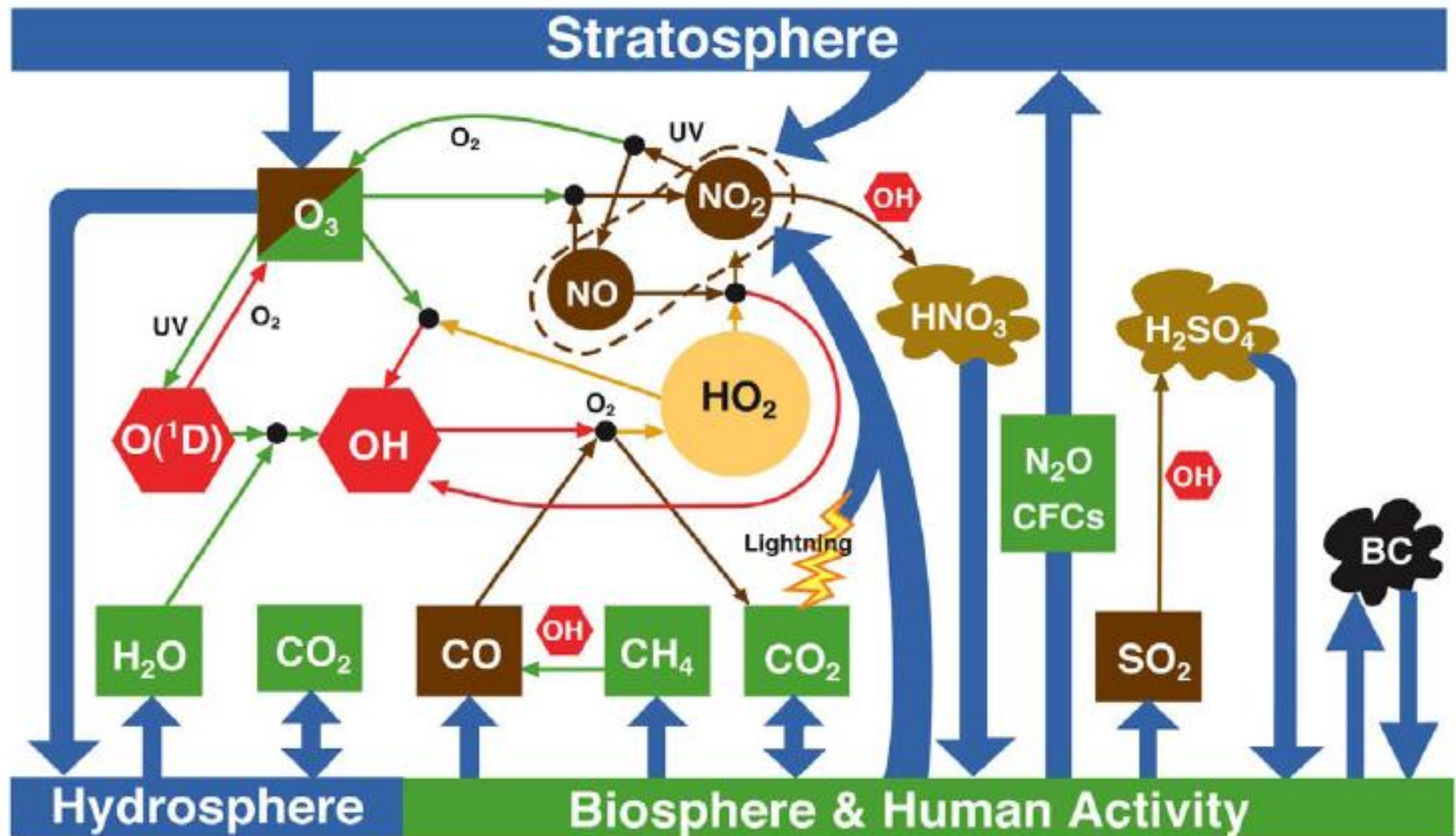
- **Ενότητα 2**

Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Κεφ. 6) –
Οριακές τιμές

- **Ενότητα 3**

Μακροχρόνιες και μεγάλης κλίμακας επιδράσεις της
ατμοσφαιρικής ρύπανσης στον πλανήτη

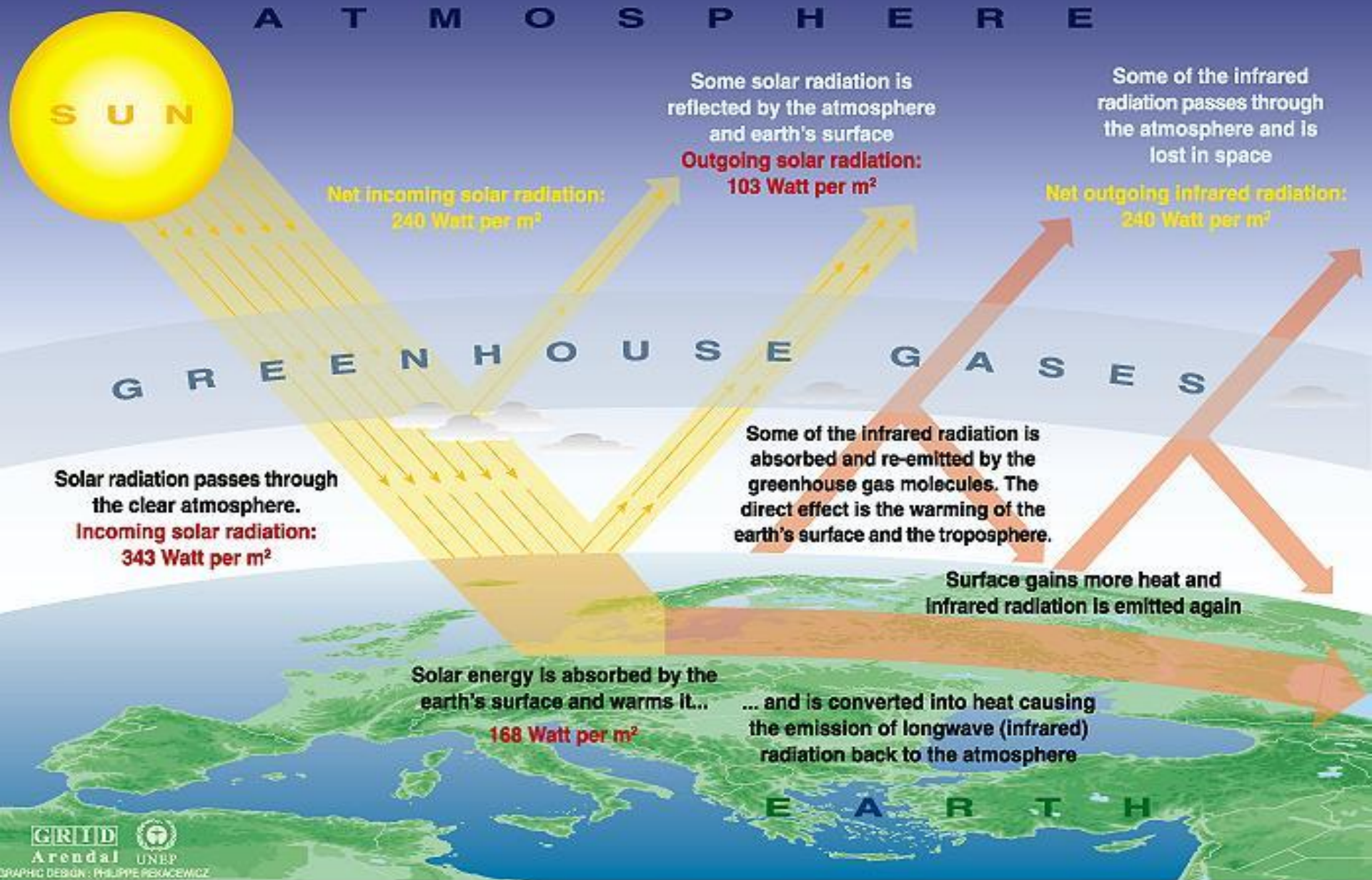
Interactions Between Air Pollution and Climate



Greenhouse Gases
Primary & Secondary Pollutants
Absorbing Aerosols (BC)

Reactive Free Radical/Atom
Less Reactive Radicals
Reflective Aerosols

The Greenhouse effect

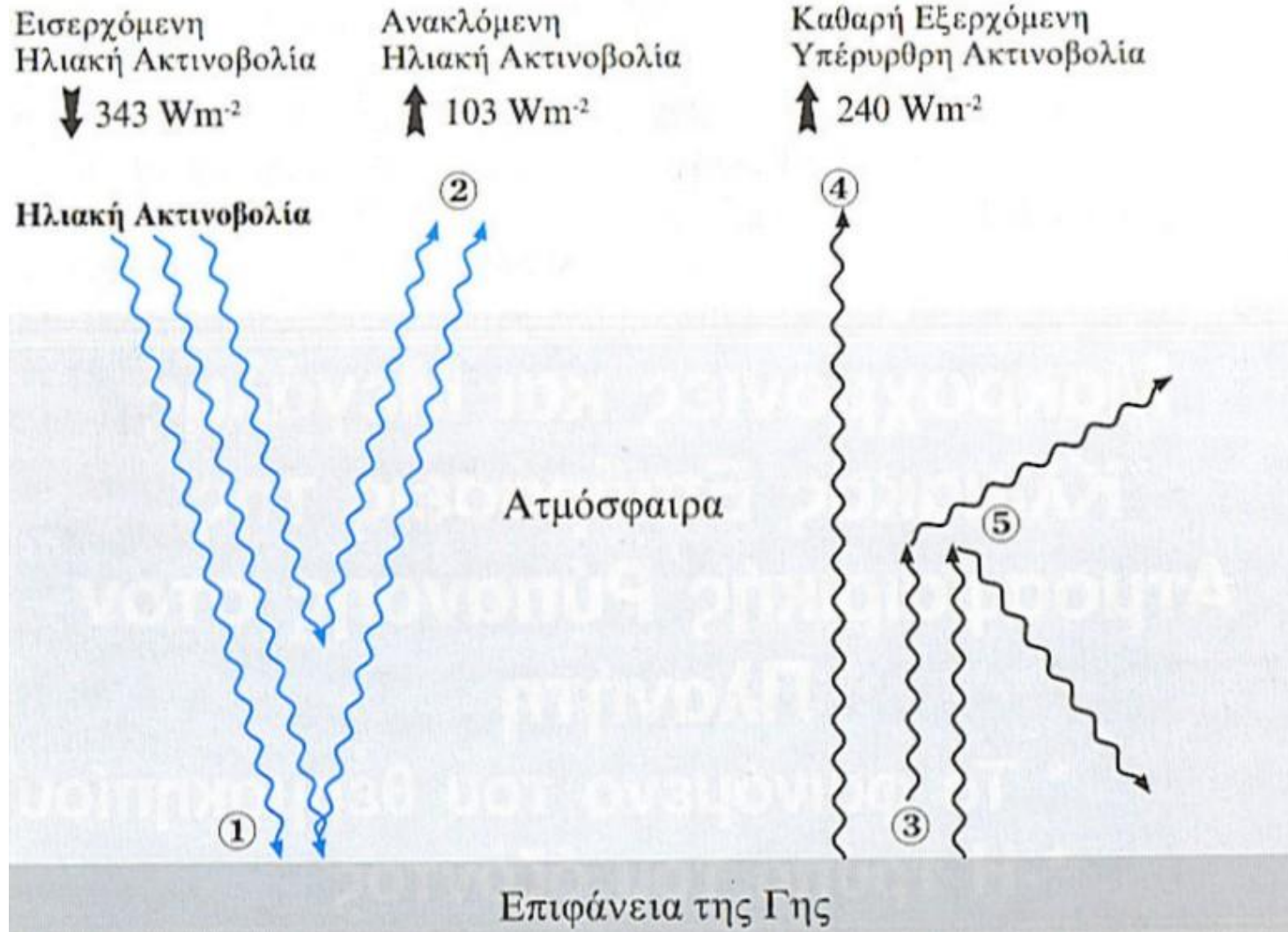
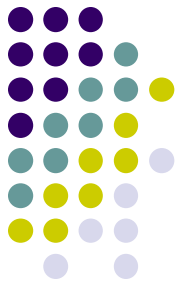


GRID Arendal UNEP
GRAPHIC DESIGN: PHILIPPE PEKACIEWICZ

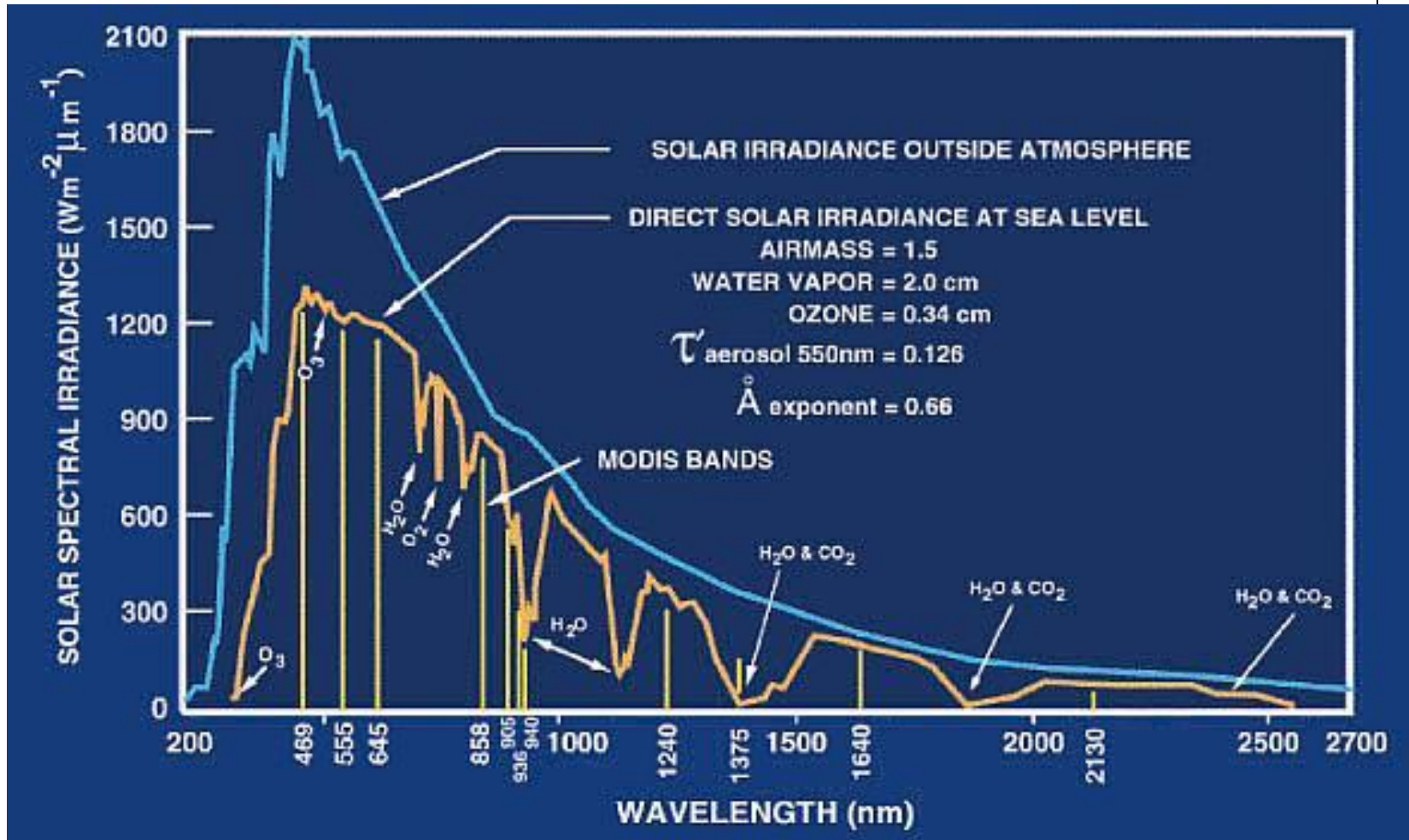
Sources: Okanagan university college in Canada, Department of geography, University of Oxford, school of geography; United States Environmental Protection Agency (EPA), Washington; Climate change 1995, The science of climate change, contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change, UNEP and WMO, Cambridge university press, 1996.

Ενότητα 3

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου



Ενότητα 3 - Το φαινόμενο του θερμοκηπίου



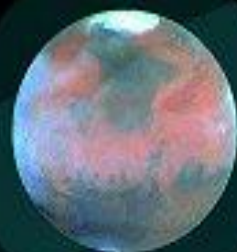
Σχήμα. Ηλιακή ακτινοβολία στην άκρη της ατμόσφαιρας και στην επιφάνεια της θάλασσας.

Mars

Thin atmosphere

(Almost all CO₂ in ground)

Average temperature : - 50°C



Earth

0,03% of CO₂ in the atmosphere

Average temperature : + 15°C



Venus

Thick atmosphere

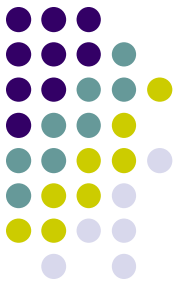
containing 96% of CO₂

Average temperature : + 420°C



Ενότητα 3

Έμμεσος ρόλος – συνεισφορά και άλλων ρύπων



- **CH₄**

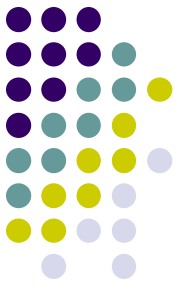
- Απορροφά υπέρυθη ακτινοβολία
- Αντιδρά με OH και άρα επηρεάζει τη συγκέντρωση του τροποσφαιρικού O₃

- **CFCs**

- Απορροφούν έντονα στο υπέρυθρο
- Συμβάλλουν στη μείωση του στρατοσφαιρικού O₃ → αύξηση της προσπίπτουσας υπεριώδους ακτινοβολίας → αύξηση της θερμοκρασίας της Γης

Ενότητα 3

Έμμεσος ρόλος – συνεισφορά και άλλων ρύπων



- **Συνεισφορά CO** → αύξηση συγκεντρώσεων CO₂, CH₄, O₃
 - Αντιδρά με ρίζες OH παράγοντας CO₂
 - Η έλλειψη ριζών OH ελαττώνει την οξείδωση CH₄
 - Η έλλειψη OH ελαττώνει τη διάσπαση του O₃ στην τροπόσφαιρα
- **H₂O**
 - Σύννεφα στα χαμηλά στρώματα αντανακλούν την προσπίπτουσα ακτινοβολία
 - Σύννεφα στα ανώτερα στρώματα επιτρέπουν τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας αλλά εμποδίζουν τη διαφυγή της υπέρυθρης
- **O₃**
 - Απορροφητής τόσο της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας όσο και της επανεκπεμπόμενης υπέρυθρης από τη Γη
 - Χείριστο σενάριο: μείωση του στρατοσφαιρικού - αύξηση του τροποσφαιρικού O₃

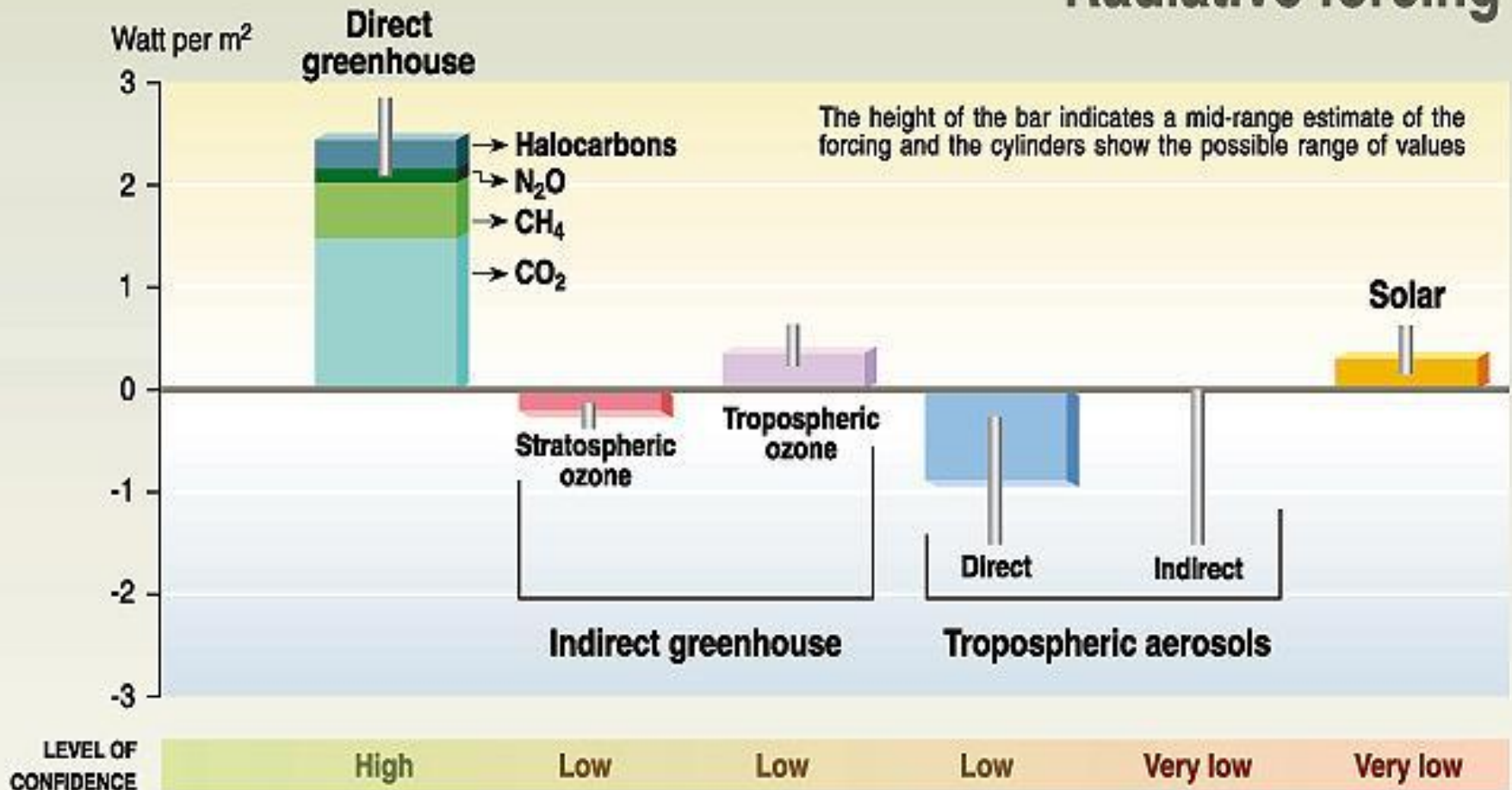
Ενότητα 3

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου – συνεισφορά διαφόρων αερίων



Ένωση	Μέση συγκέντρωση (ppb), 1992	Χρόνος ζωής (χρόνια)	Α.Θ.	Κύρια πηγή*	Κύριοι τρόποι καταστροφής (απομάκρυνσης)
CO ₂	356,000	~200	1	A, Φ	Ωκεανοί-φωτοσύνθεση
CH ₄	1714	11	21	A, Φ	OH-τροπόσφαιρα
O ₃	10-200	#	2000	A, Φ	Διάφοροι
N ₂ O	310	120	206	A, Φ	ην-στρατόσφαιρα
CFCl ₃ (CFC-11)	0.268	50±5	12,400	A	ην-στρατόσφαιρα
CF ₂ Cl ₂ (CFC-12)	0.503	102	15,800	A	ην-στρατόσφαιρα
CF ₂ HCl (HCFC-22)	0.105	13.3	10,660	A	OH- τροπόσφαιρα
CH ₃ CCl ₃	0.160	5.4±0.6	2730	A	OH- τροπόσφαιρα
CF ₃ Br (H-1301)	0.002	65	16,000	A	ην-στρατόσφαιρα
C ₂ F ₃ Cl ₃ (CFC-113)	0.082	85	-	A	ην-στρατόσφαιρα
CF ₂ ClCF ₂ Cl (CFC-114)	0.02	300	-	A	ην-στρατόσφαιρα
C ₂ F ₃ Cl (CFC-115)	<0.01	1700	-	A	O(¹ D)-στρατόσφ.
CH ₃ CFCl ₂ (HCFC-141b)	-	9.4	-	A	OH-τροπόσφαιρα
CH ₃ CF ₂ Cl (HCFC-142b)	0.0035	19.5	-	A	OH-τροπόσφαιρα
CF ₃ CH ₂ F (HFC-134a)	-	14	-	A	OH-τροπόσφαιρα
CH ₂ F ₂ (HFC-32)	-	6	-	A	OH-τροπόσφαιρα
CCl ₄	0.132	42	-	A	OH-τροπόσφαιρα

Radiative forcing



GRAPHIC DESIGN : PHILIPPE REKACEWICZ



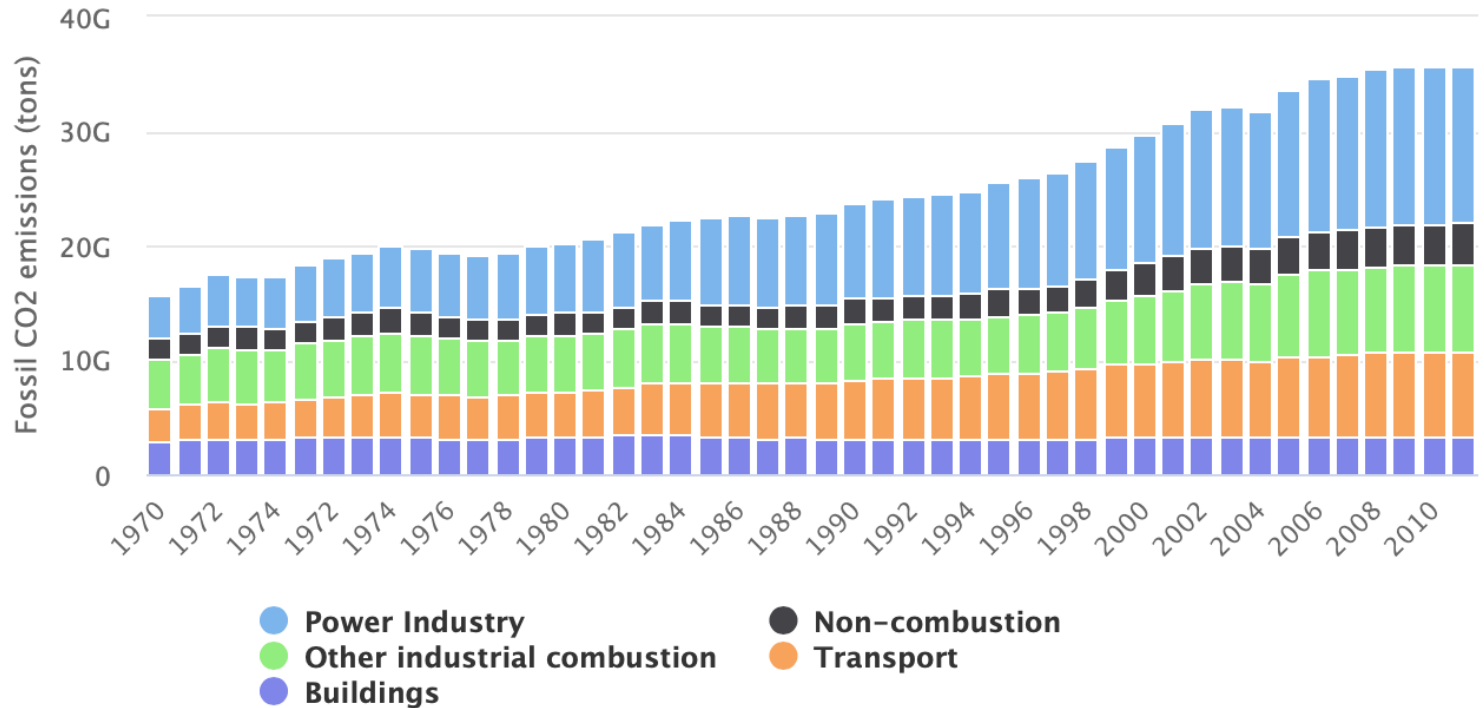
Source: Climate change 1995, The science of climate change, contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change, UNEP and WMO, Cambridge university press, 1996.

Fossil CO2 Emissions
(2016)
35,753,305,000 tons

Change
+0.34%

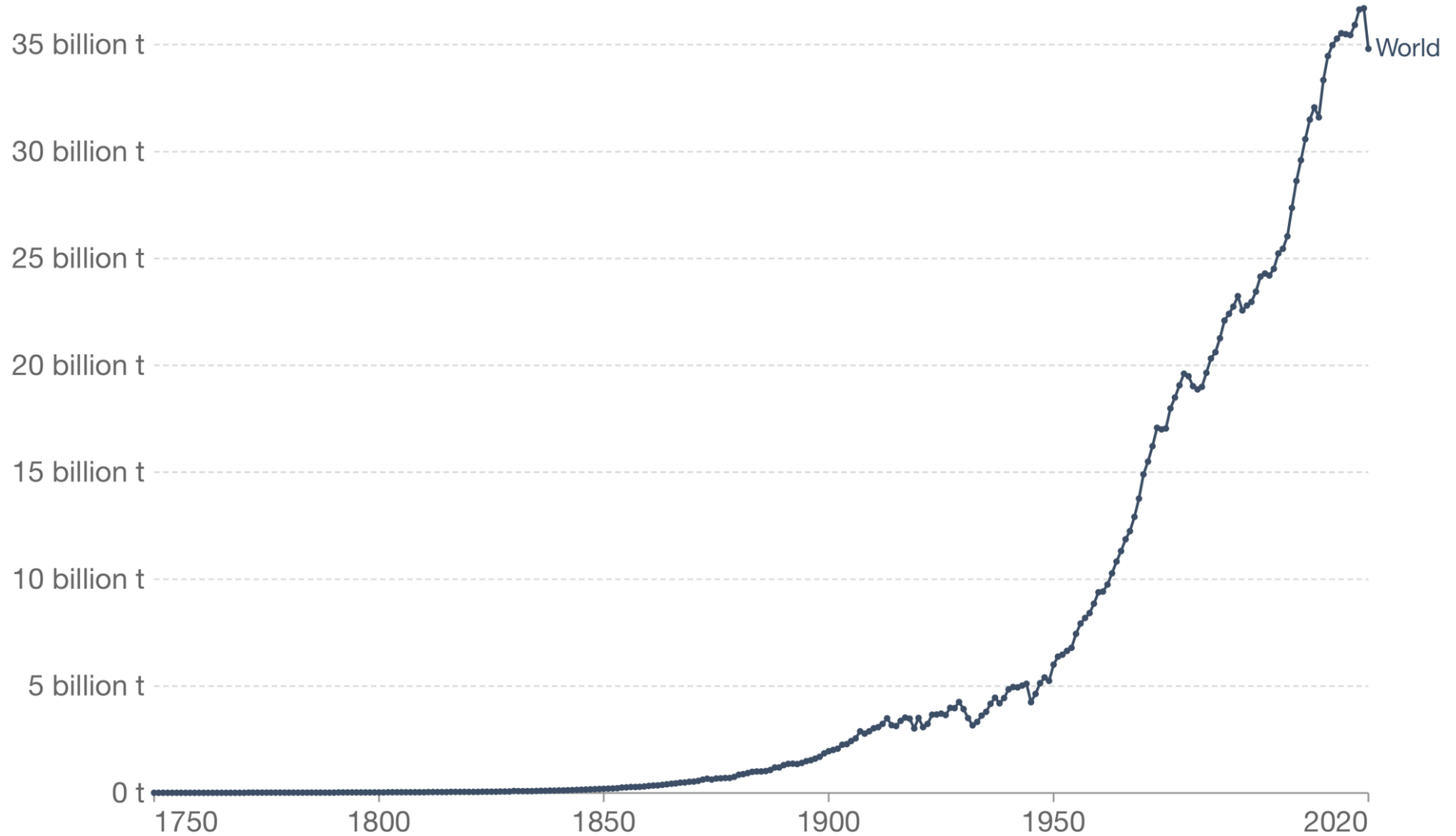
Per capita
4.79 tons

Global CO2 emissions by Year (tons)

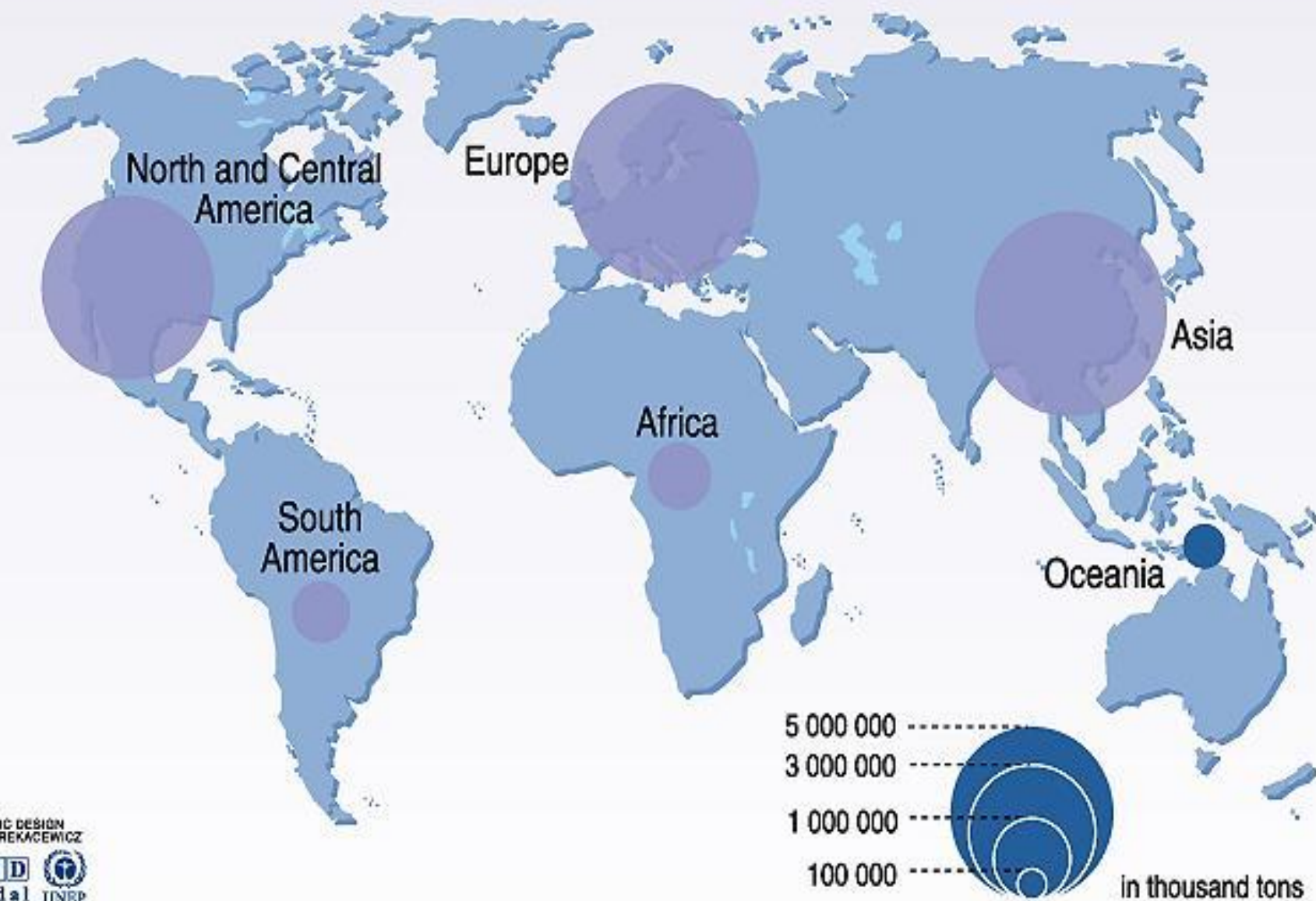


Annual CO₂ emissions

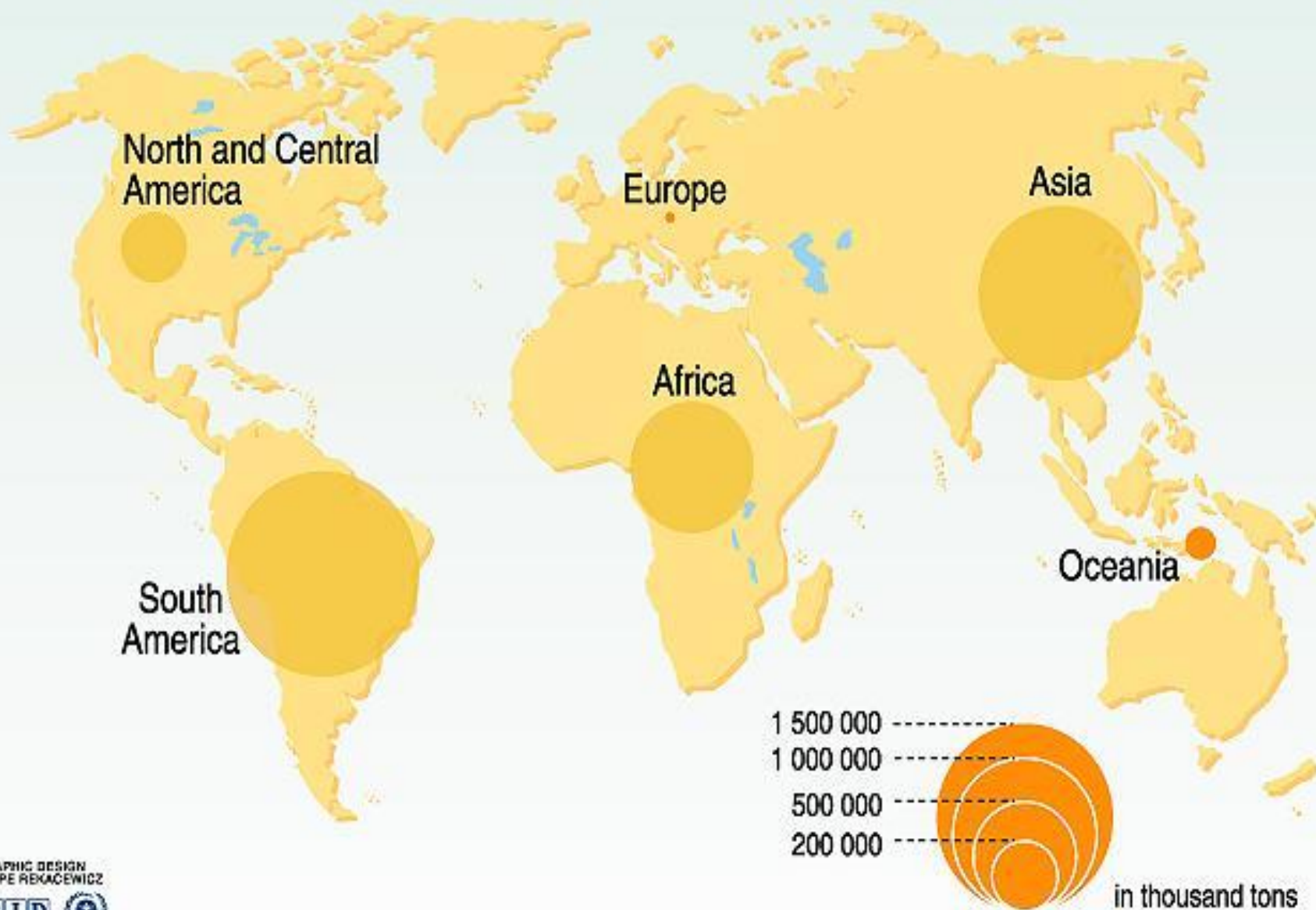
Carbon dioxide (CO₂) emissions from the burning of fossil fuels for energy and cement production. Land use change is not included.



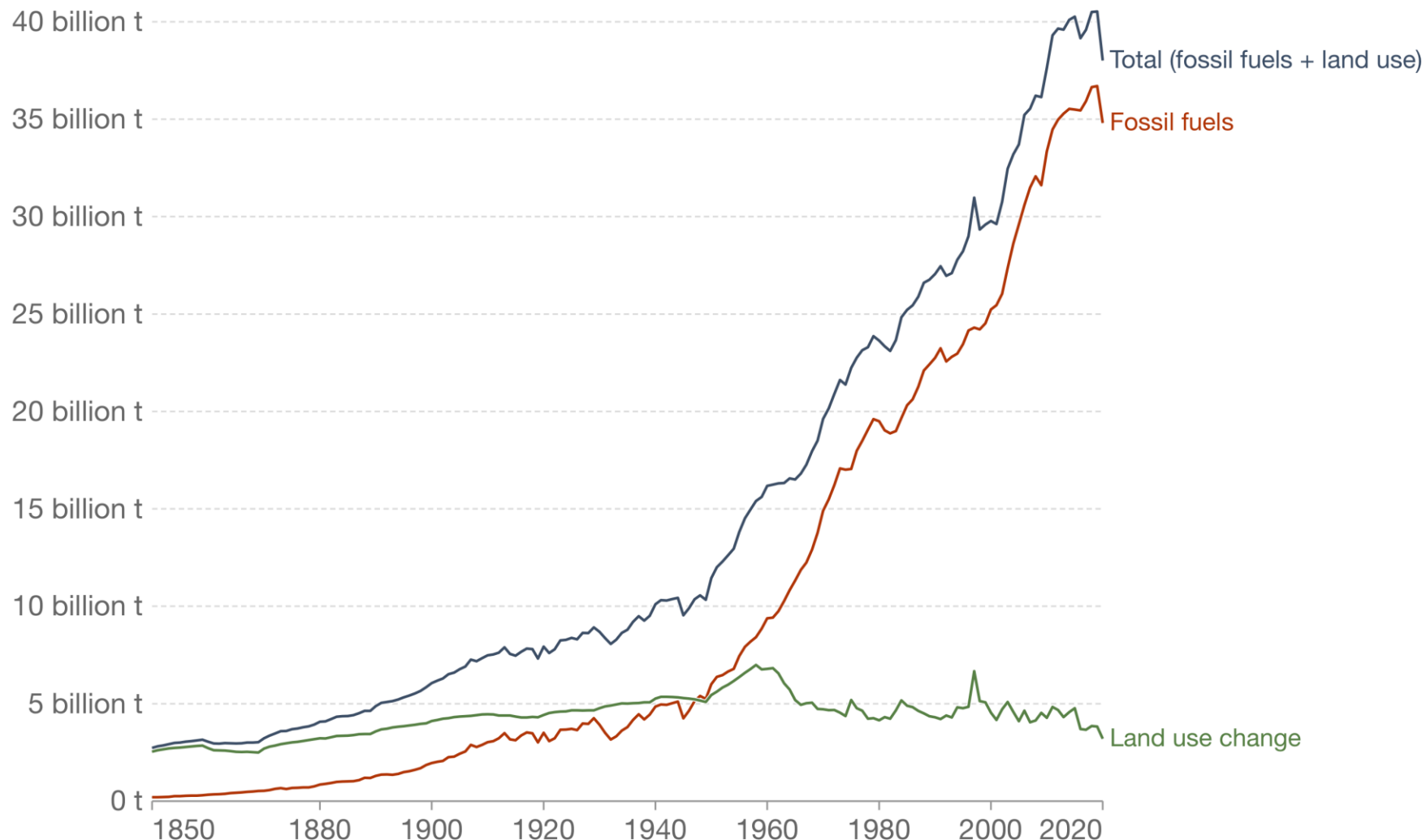
CO₂ emissions from industrial processes



CO₂ emissions from land use change



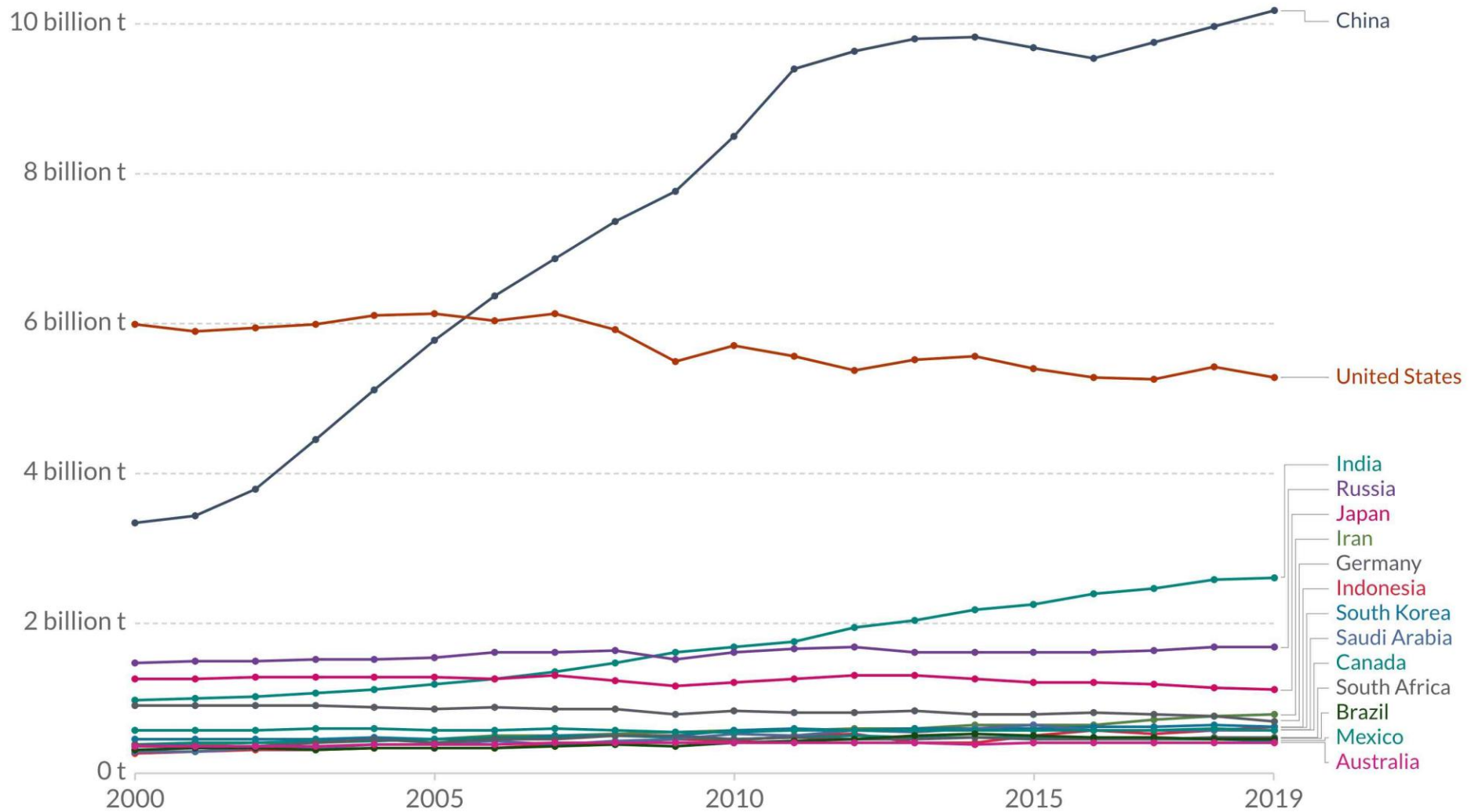
Global CO₂ emissions from fossil fuels and land use change



Source: Global Carbon Project. (2021). Supplemental data of Global Carbon Budget 2021 (Version 1.0) [Data set]. Global Carbon Project. OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

Annual CO₂ emissions

Carbon dioxide (CO₂) emissions from the burning of fossil fuels for energy and cement production. Land use change is not included.



Source: Global Carbon Project; Carbon Dioxide Information Analysis Centre (CDIAC)

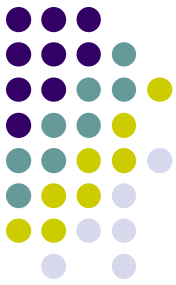
OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions/ • CC BY

Note: CO₂ emissions are measured on a production basis, meaning they do not correct for emissions embedded in traded goods.

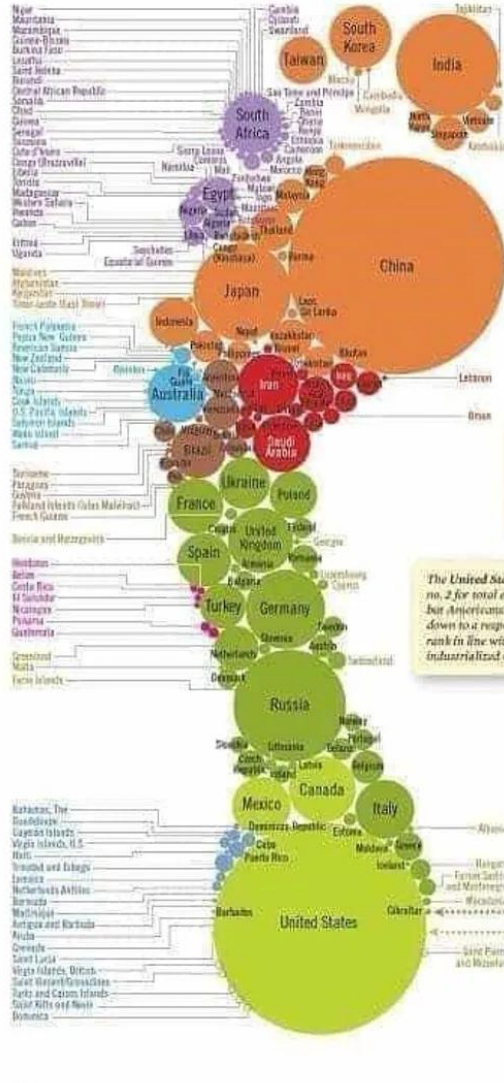
Tracking Carbon Emissions

A footprint comparison of total carbon dioxide emissions by nation and per capita shows there's plenty of room for smaller countries to reduce their carbon footprints.

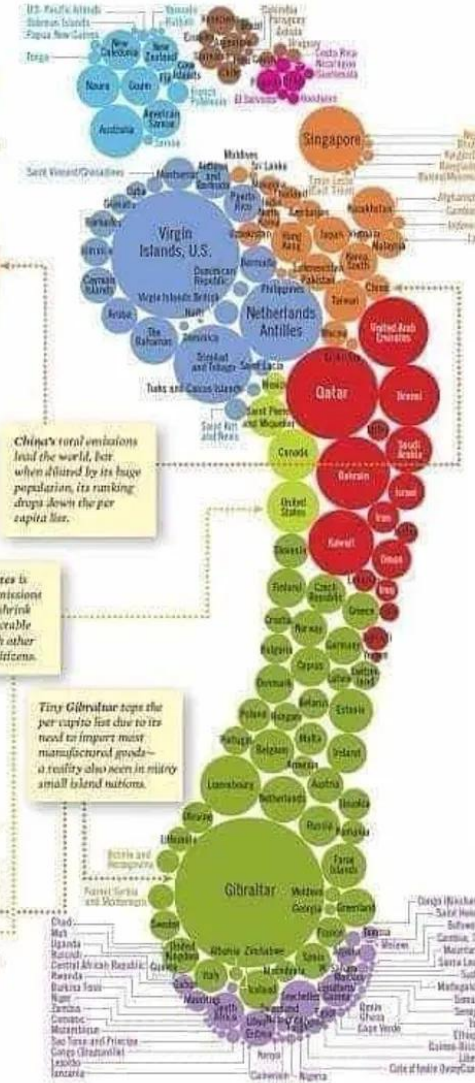
By Stanford Kay



Total Carbon Emissions by Nation



Total Carbon Emissions Per Capita



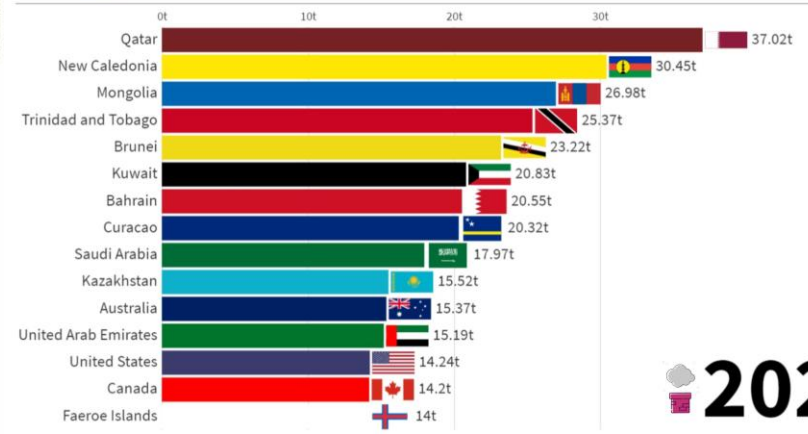
China's total emissions lead the world, but when diluted by its huge population, its ranking drops down the per capita list.

The United States is no. 2 for total emissions but Americans shrink down to a respectable rank in line with other industrialized citizens.

Tiny Gibraltar tops the per capita list due to its need to import most manufactured goods—a reality also seen in many small island nations.

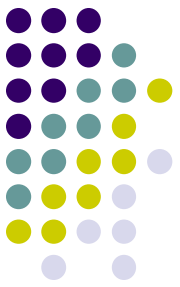


CO2 EMISSION PER CAPITA tonnes



2020

Πρόβλημα



Σε μια γεωργική περιοχή, οι δραστηριότητες (κτηνοτροφία και λιπάσματα) απελευθερώνουν ετησίως στην ατμόσφαιρα τις εξής ποσότητες αερίων:

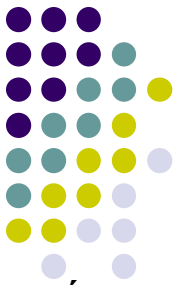
10 τόνους Μεθανίου (CH_4) από την κτηνοτροφία.

2 τόνους Υποξειδίου του Αζώτου (N_2O) από τη χρήση λιπασμάτων.

Παράλληλα, τα μηχανήματα της φάρμας εκπέμπουν 250 τόνους Διοξειδίου του Άνθρακα (CO_2).

1. Ποια είναι η συνεισφορά του CH_4 και ποια του N_2O στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, εκφρασμένη σε τόνους ισοδύναμου CO_2 ;
2. Ποιο αέριο από τα τρία ευθύνεται τελικά για τη μεγαλύτερη επιβάρυνση στον πλανήτη από τη συγκεκριμένη φάρμα;

Πρόβλημα



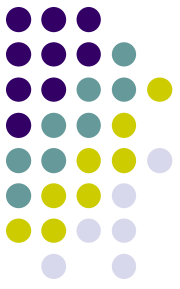
3. Εκτός από τα αέρια της φάρμας, σε μια παλιά αποθήκη της περιοχής υπάρχει ένα ξεχασμένο κλιματιστικό που παρουσιάζει διαρροή. Από το κλιματιστικό διαρρέουν στην ατμόσφαιρα 500 γραμμάρια του αερίου CFC-12 (CF_2Cl_2). Να υπολογίσετε:

Πόσους τόνους ισοδύναμου CO_2 (CO_2e) αντιπροσωπεύει η διαρροή αυτών των 500 g του CFC-12;

Συγκρίνετε το αποτέλεσμα αυτό με τους 250 τόνους CO_2 που εκπέμπουν τα μηχανήματα της φάρμας σε έναν ολόκληρο χρόνο. Ποια πηγή ρυπαίνει περισσότερο τον πλανήτη;

Ένωση	Μέση συγκέντρωση (ppb), 1992	Χρόνος ζωής (χρόνια)	Α.Θ.	Κύρια πηγή*	Κύριοι τρόποι καταστροφής (απομάκρυνσης)
CO_2	356,000	~200	1	A, Φ	Ωκεανοί-φωτοσύνθεση
CH_4	1714	11	21	A, Φ	OH-τροπόσφαιρα
O_3	10-200	#	2000	A, Φ	Διάφοροι
N_2O	310	120	206	A, Φ	ην-στρατόσφαιρα
CFCl_3 (CFC-11)	0.268	50±5	12,400	A	ην-στρατόσφαιρα
CF_2Cl_2 (CFC-12)	0.503	102	15,800	A	ην-στρατόσφαιρα
CF_2HCl (HCFC-22)	0.105	13.3	10,660	A	OH- τροπόσφαιρα
CH_2CCl_3	0.160	5.4±0.6	2730	A	OH- τροπόσφαιρα
CF_3Br (H-1301)	0.002	65	16,000	A	ην-στρατόσφαιρα
$\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$ (CFC-113)	0.082	85	-	A	ην-στρατόσφαιρα
$\text{CF}_2\text{ClCF}_2\text{Cl}$ (CFC-114)	0.02	300	-	A	ην-στρατόσφαιρα
$\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$ (CFC-115)	<0.01	1700	-	A	O(¹ D)-στρατόσφ.
CH_3CFCl_2 (HCFC-141b)	-	9.4	-	A	OH-τροπόσφαιρα
$\text{CH}_3\text{CF}_2\text{Cl}$ (HCFC-142b)	0.0035	19.5	-	A	OH-τροπόσφαιρα
$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$ (HFC-134a)	-	14	-	A	OH-τροπόσφαιρα
CH_2F_2 (HFC-32)	-	6	-	A	OH-τροπόσφαιρα
CCl_4	0.132	42	-	A	OH-τροπόσφαιρα

Λύση



1. Για το CH_4 : $10 \text{ τόνοι} * 21 = 210 \text{ τόνοι CO}_2\text{e}$.

Για το N_2O : $2 \text{ τόνοι} * 206 = 412 \text{ τόνοι CO}_2\text{e}$.

2. Σύγκριση:

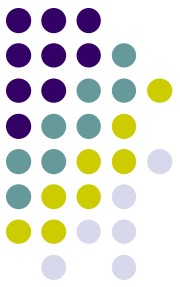
CO_2 : 250 τόνοι

CH_4 : 210 τόνοι

N_2O : 412 τόνοι

Το N_2O προκαλεί τη μεγαλύτερη επιβάρυνση, παρόλο που εκπέμπεται σε πολύ μικρότερη ποσότητα, επειδή έχει πολύ υψηλό Α.Θ. (206).

Λύση



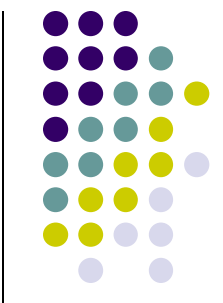
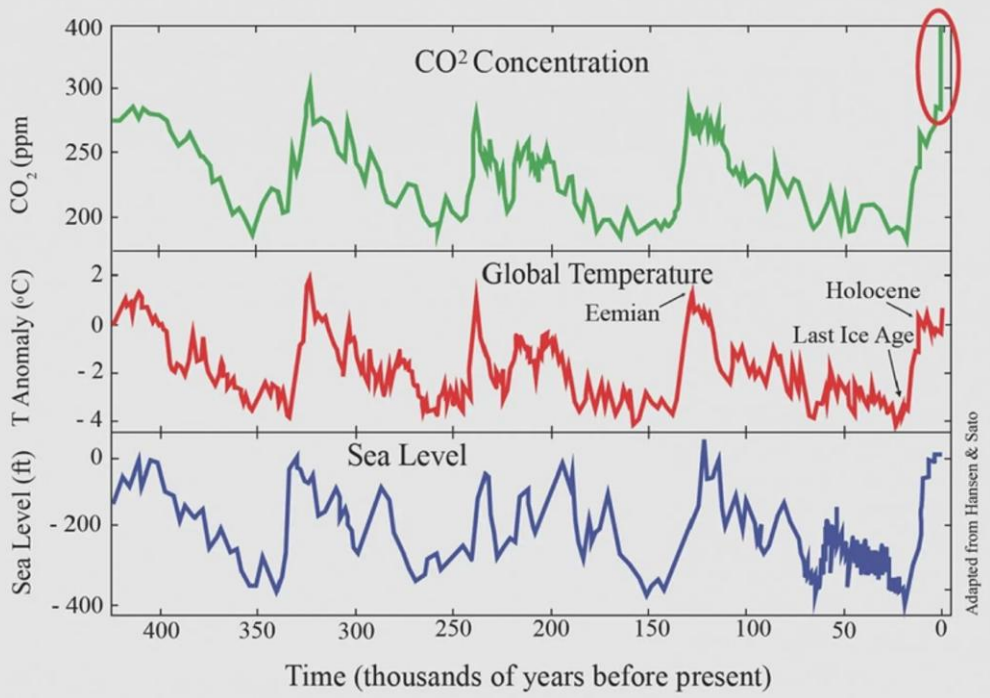
3. Υπολογισμός CO₂e:

- Μάζα CFC-12 = 0,5 kg ή 0,0005 τόνοι.
- Α.Θ. (CFC-12) = 15.800.
- CO₂e = 0,0005 τόνοι * 15.800 = 7,9 τόνοι CO₂e.

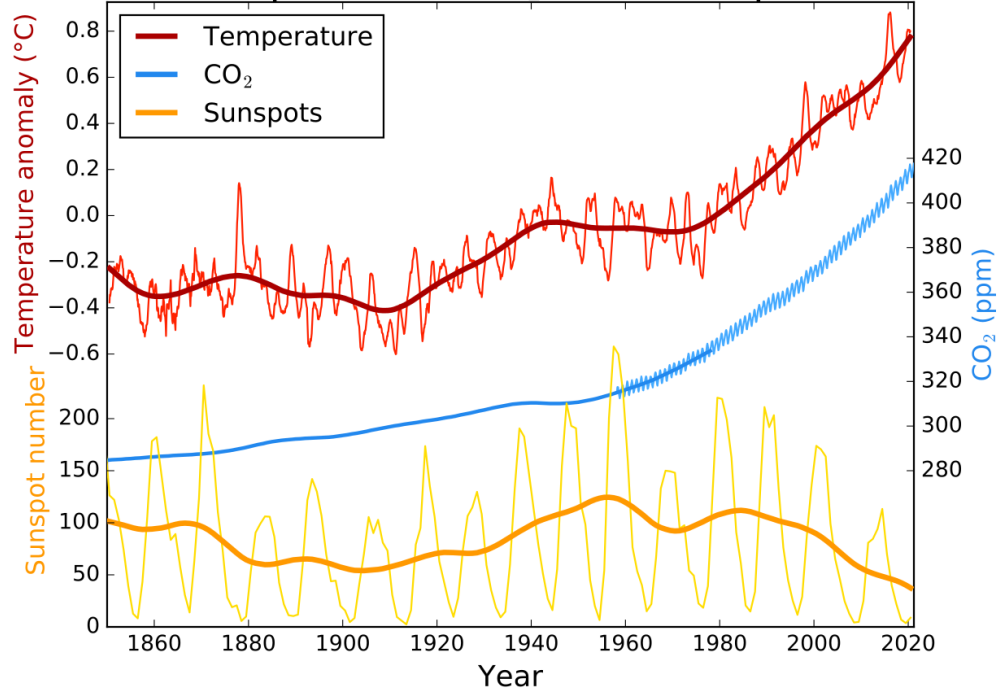
Σύγκριση:

Η διαρροή του κλιματιστικού (7,9 τόνοι CO₂e) είναι μικρότερη από τις εκπομπές των μηχανημάτων (250 τόνοι CO₂).

Παρατήρηση: Μόλις 0,5 kg ενός CFC ισοδυναμεί με σχεδόν 8 τόνους διοξειδίου του άνθρακα. Αν η διαρροή ήταν μεγαλύτερη θα μπορούσε να ξεπεράσει σε περιβαλλοντική ζημιά όλη τη λειτουργία της φάρμας.



Temperature, CO₂, and Sunspots



ΔΠΘ-ΜΠΑ

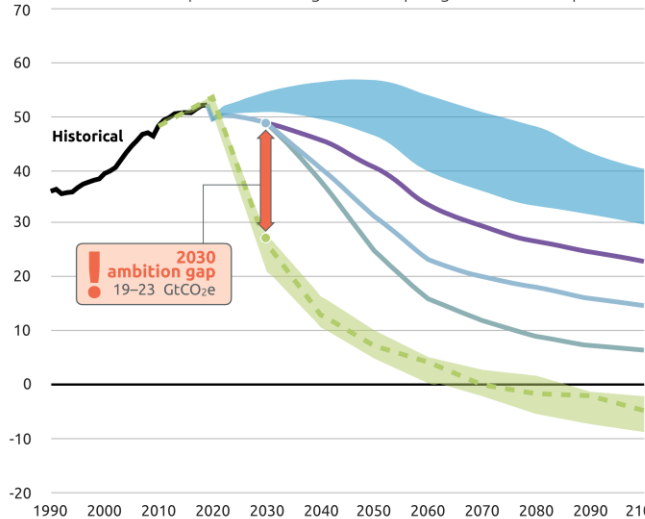
2100 WARMING PROJECTIONS

Emissions and expected warming based on pledges and current policies



Nov 2021 update

Global greenhouse gas emissions GtCO_{2e}/year



Warming projected by 2100

Policies & action
+2.5 – 2.9°C

2030 targets only
+2.4°C

Pledges & targets
+2.1°C

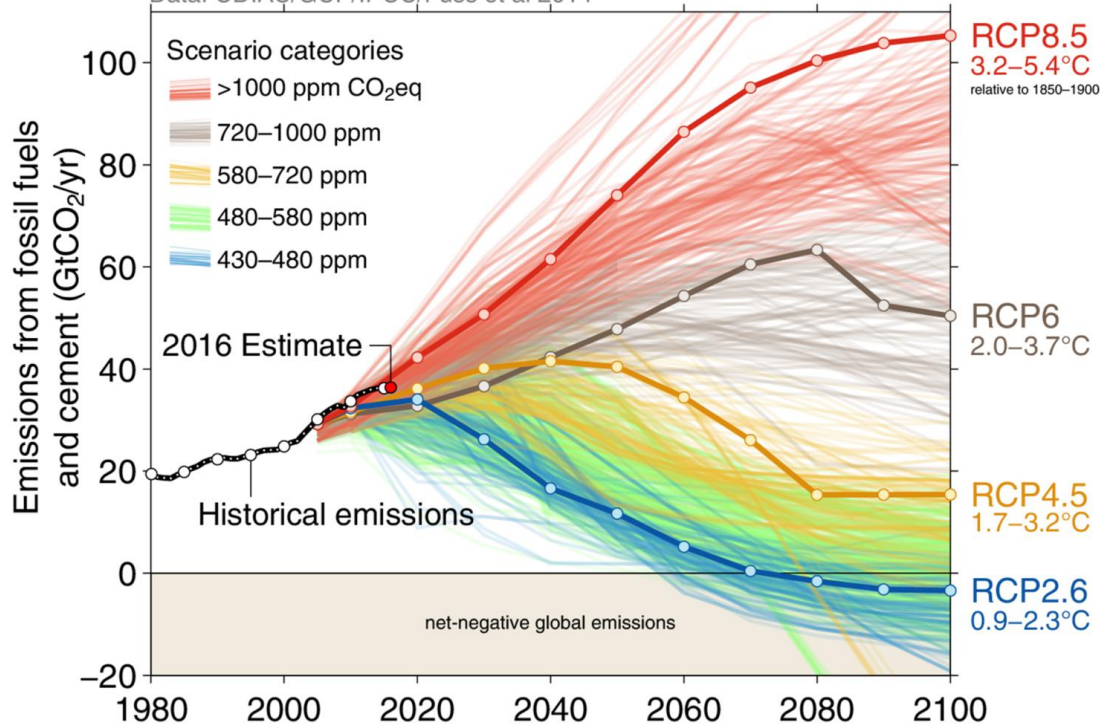
Optimistic scenario
+1.8°C

1.5°C consistent
+1.3°C



ΔΠΘ-ΜΠΔ

Data: CDIAC/GCP/IPCC/Fuss et al 2014



Τεχνο

Ενότητα 3

Φαινόμενο θερμοκηπίου - Συνέπειες



- Αυξημένη ξηρασία στα μέσα γεωγραφικά πλάτη
- Αυξημένη ένταση βροχοπτώσεων / μουσώνων στη Ν. Ασία
- Ακραία καιρικά φαινόμενα σε όλο τον πλανήτη
- Άνοδος στάθμης της θάλασσας κατά 0,4 – 1,5 m
- Μεταβολές στη βλάστηση και μετατόπιση των εύφορων περιοχών σε υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη

Η ΑΝΟΔΟΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας εξαιτίας των κλιματικών αλλαγών αποτελεί σοβαρή παγκόσμια απειλή. Η συνεχής αύξηση των εκπομπών ρυπογόνων αερίων και το φαινόμενο του θερμοκηπίου ενδέχεται να ανεβάσουν τη στάθμη των θαλασσών κατά ένα ως τρία μέτρα τον 21ο αιώνα.

ΕΚΘΕΣΕΙΣ

2007: Η Διακυβερνητική Επιτροπή για τις Κλιματικές Αλλαγές αναφέρει:

2 Φεβρουαρίου, Παρίσι: Επισκόπηση του φαινομένου του θερμοκηπίου ανέφερε ότι υπαίτια, σε ποσοστό ως και 90%, για την άνοδο της θερμοκρασίας το δεύτερο ήμισυ του αιώνα είναι η ανθρώπινη δραστηριότητα.

6 Απριλίου, Βρυξέλλες: Στοίχεια για τις επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου παγκοσμίως.

4 Μαΐου, Μπανγκόκ: Ανέλυσε μεθόδους για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

16 Νοεμβρίου, Βαλένθια: Θα εκδοθεί «Συνθετική μελέτη» για την ανακεφαλαίωση όλων των πορισμάτων.

ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

Ως και 245 εκατομμύρια άνθρωποι, κυρίως από αναπτυσσόμενες χώρες, θα επηρεαστούν από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

Πληθυσμός που θα επηρεαστεί (σε εκατομμύρια)	Περιοχή που θα πληγεί (σε τετ. κλμ.)	Άνοδος της θαλάσσιας στάθμης
245,9	768.804	5 μ.
183,4	608.239	4 μ.
133,0	449.428	3 μ.
89,6	305.036	2 μ.
53,3	194.309	1 μ.

Σημερινό ύψος θάλασσας



ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ

■ Οι πιο απειλούμενες περιοχές εξαιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας



Επιπτώσεις για την Ευρώπη

■ Περιοχή που θα εξαφανιστεί αν η άνοδος της στάθμης της θάλασσας φθάσει τα πέντε μέτρα

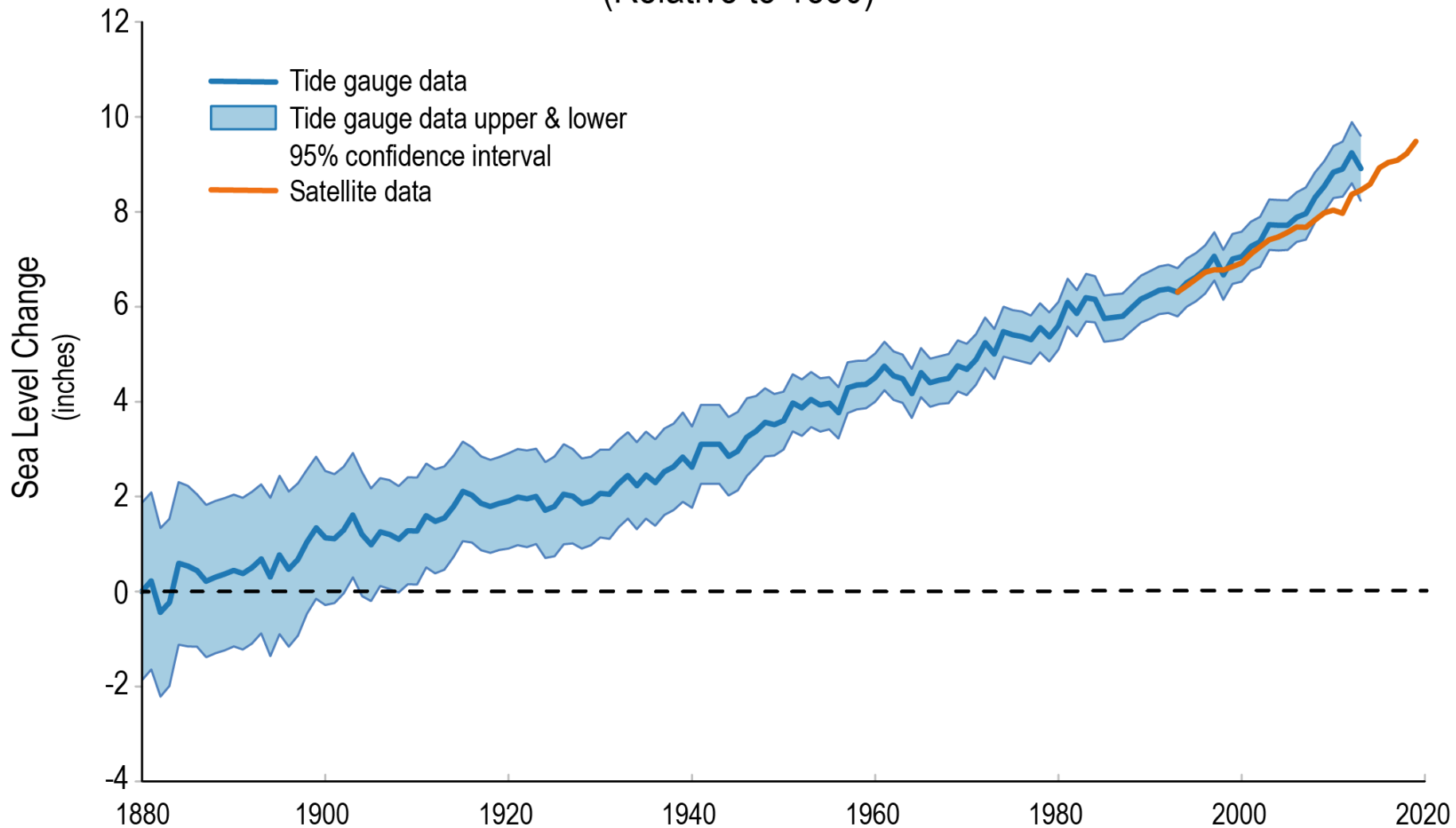
Πληθυσμός: Σύμφωνα με τα σενάρια ραγδαίας αύξησης της θερμοκρασίας, ως το 2080 οι πλημμυρές στις παράκτιες περιοχές θα επηρεάζουν επιπλέον 2,5 εκατομμύρια ανθρώπους ετησίως.

Ποτάμια: Οι περιοχές με σοβαρή έλλειψη νερού ενδέχεται να αυξηθούν ως το 2070 από 19% ως 34% - 36%.

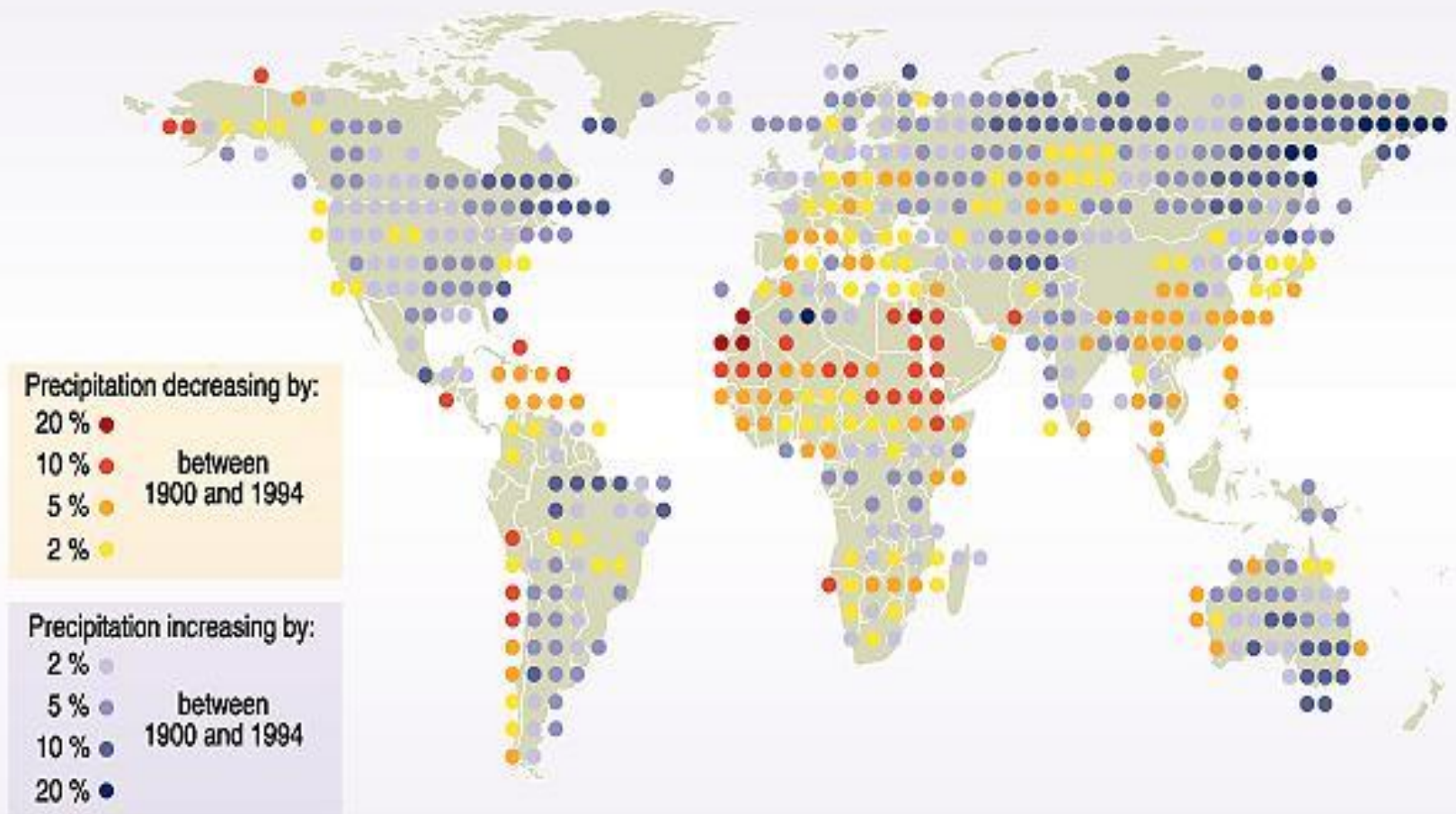
Αλπικοί παγετώνες: Οι μικροί παγετώνες θα εξαφανιστούν, ενώ οι μεγαλύτεροι θα μειωθούν σε μέγεθος ως το 2050 από 30% ως 70%.



Global Average Sea Level Change (Relative to 1880)



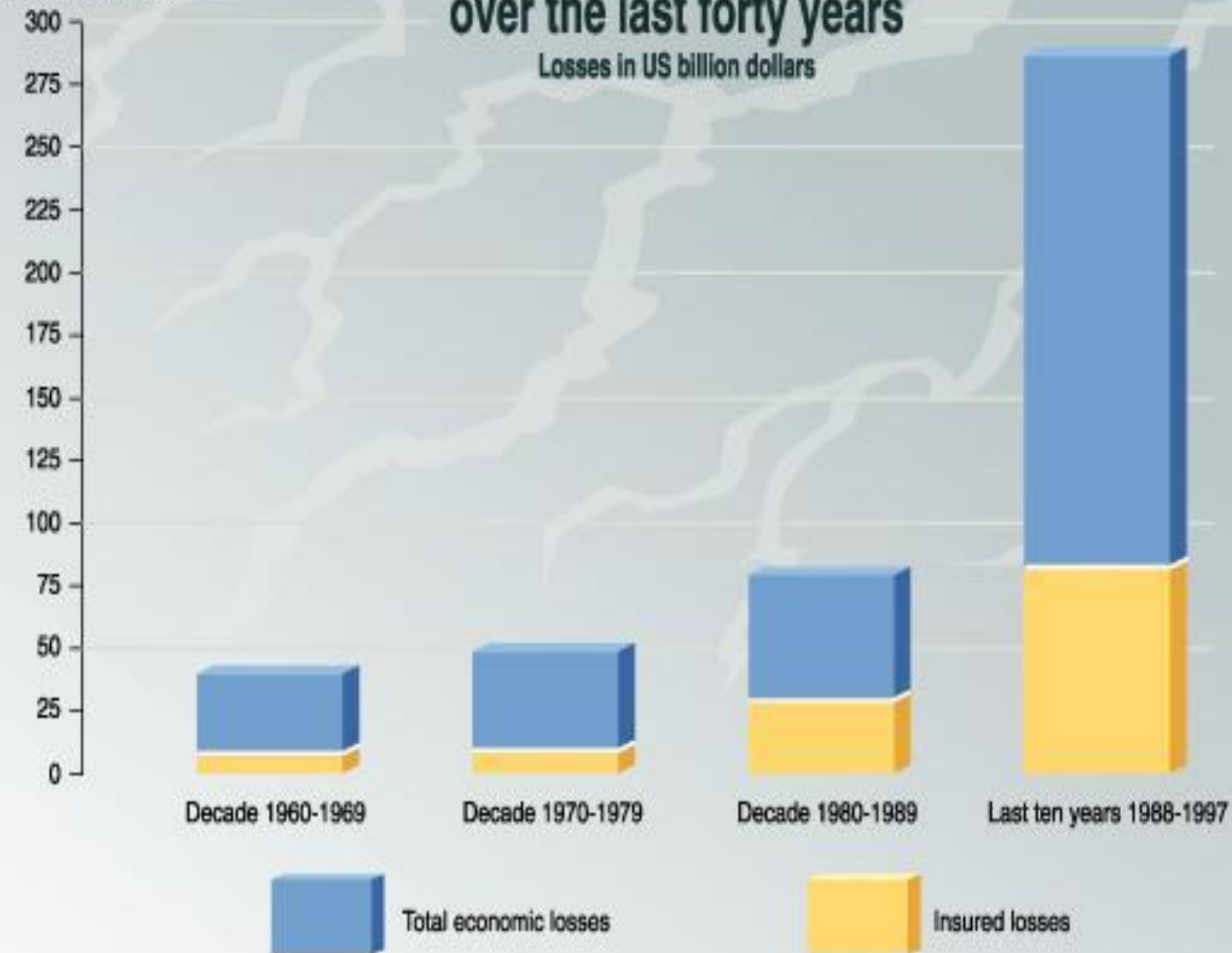
Precipitation changes: trend over land from 1900 to 1994



The great weather and flood catastrophes over the last forty years

Billion US dollars

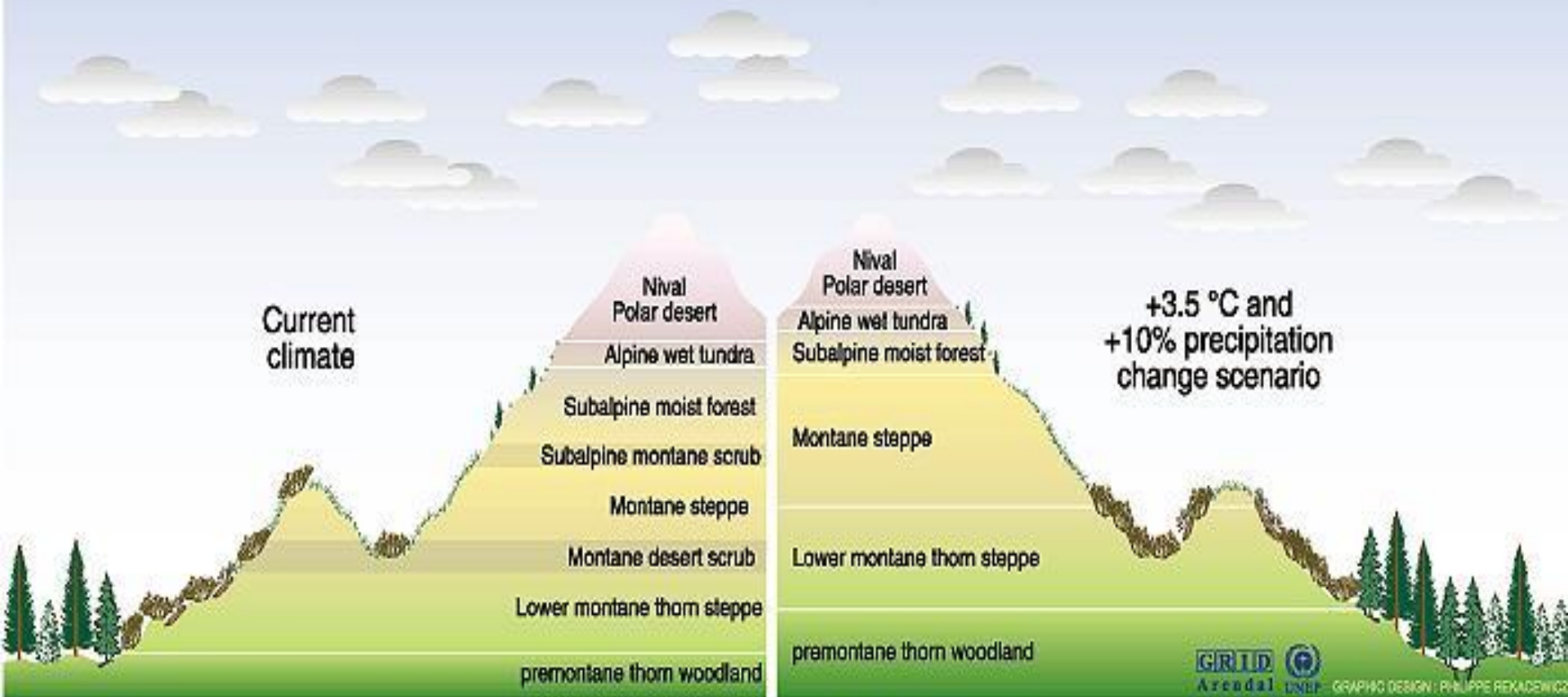
Losses in US billion dollars



GRID
Arendal UNEP

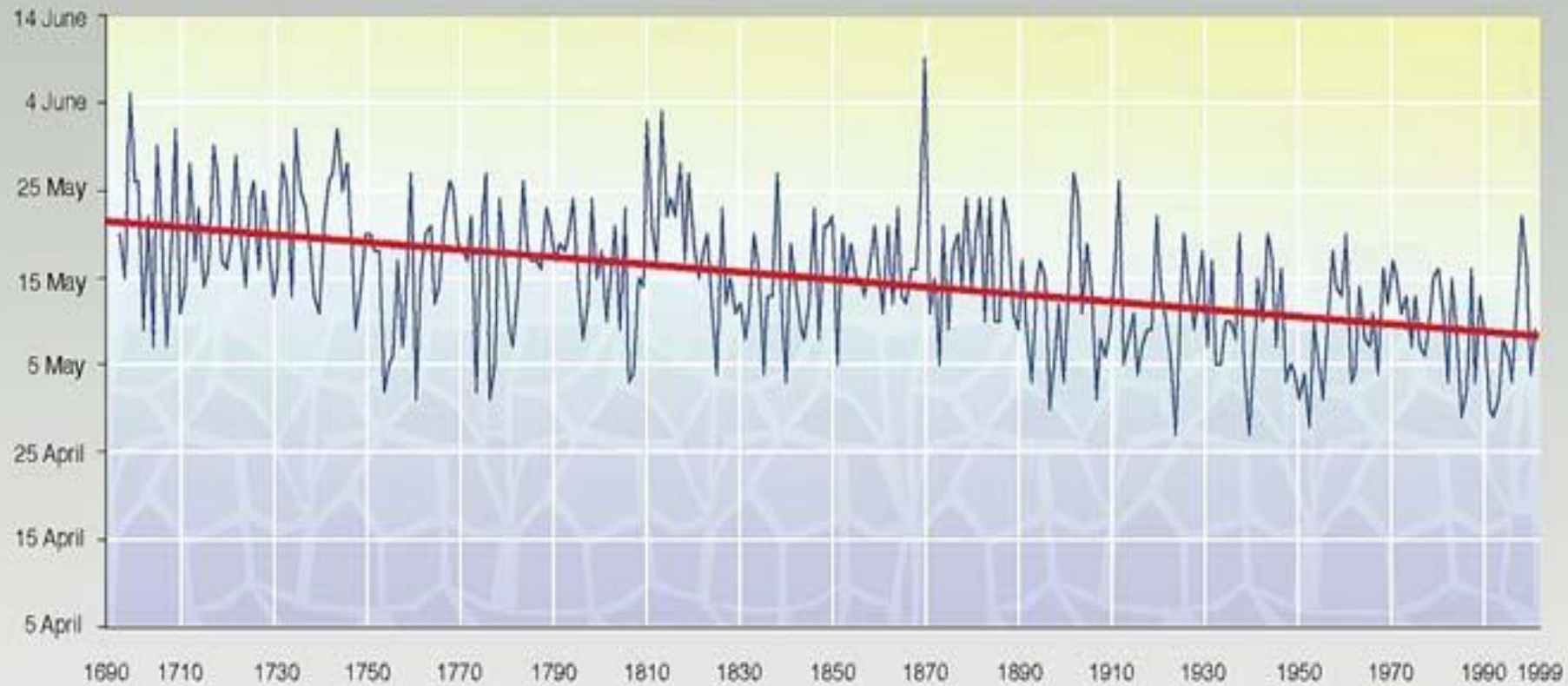
GRAPHIC DESIGN : PHILIPPE REKACEWICZ

Impact on mountain vegetation zones



Sources: Martin Beniston, Mountain environments in changing climates, Routledge, London, 1994; Climate change 1995, Impacts, adaptations and migration of climate change, contribution of working group 2 to the second assessment report of the Intergovernmental panel on climate change (IPCC), UNEP and WMO, Cambridge press university, 1996.

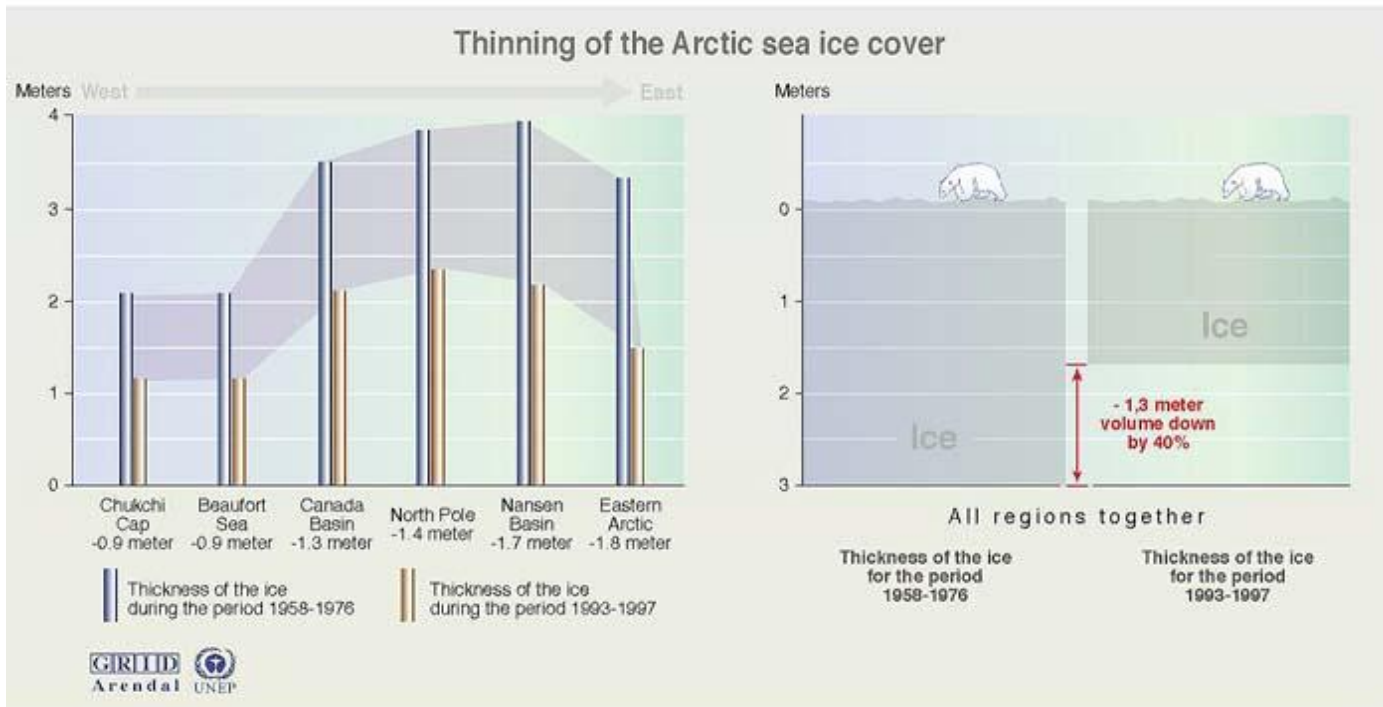
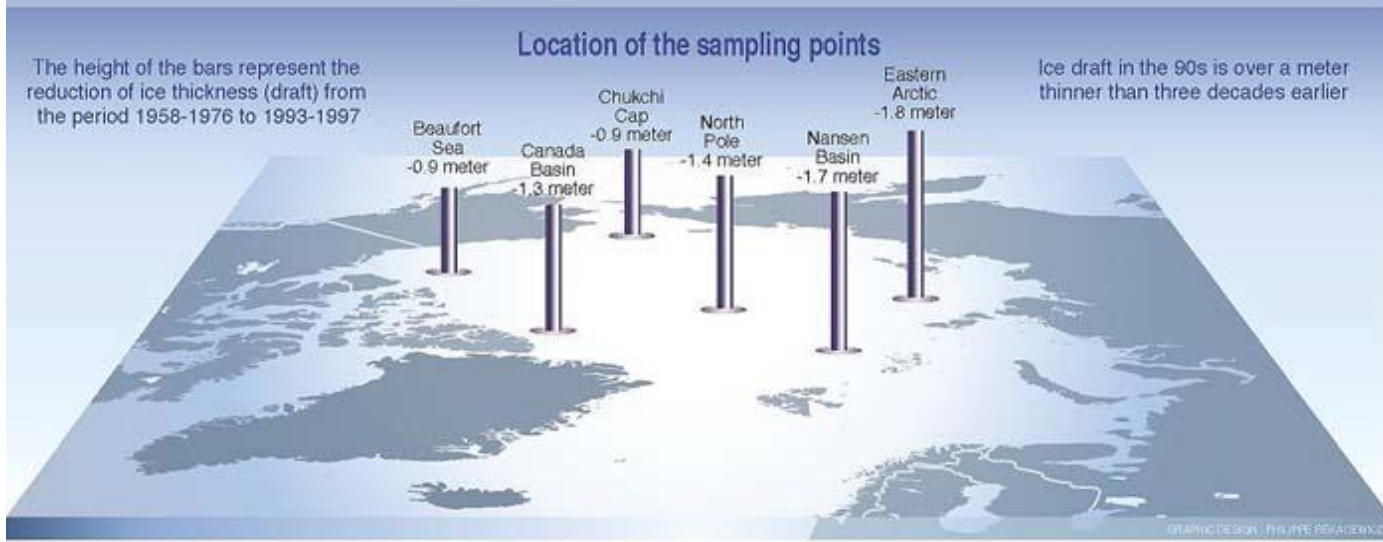
Evolution of the ice-breaking date in the River Tornio (Finland)



GRID
Arendal
UNEP
GRAPHIC DESIGN: PHILIPPE REXACEWICZ

Source: Trends in the Finnish Environment 1997, fig. 1.7, updated in February 2000.

Thinning of the Arctic sea-ice



Note: comparison of sea-ice draft data acquired on submarine cruises between 1993 and 1997 with data from 1958-1976 indicates that mean ice draft at the end of the melt season has decreased by 1,3 m (from 3,1 m to 1,8 m). Value is down by 40%

Sources: D.A. Rothrock, Y.Yu and G.A. Maykut, Thinning of the Arctic sea-ice cover, University of Washington, Seattle, 1999.

Potential impact of sea-level rise on Bangladesh



Today

Total population: 112 Million

Total land area: 134,000 km²



1.5 m - Impact

Total population affected: 17 Million (15%)

Total land area affected: 22,000 km² (16%)

Potential impact of sea level rise: Nile Delta

Population: 3 800 000
Cropland (Km²): 1 800

Potential impact of sea level rise: Nile Delta



GRID
Arendal

UNEP



0 50 km

Sources: Otto Simonett, UNEP/GRID Geneva; Prof. G. Sestini, Florence; Remote Sensing Center, Cairo; DIERCKE Weltwirtschaftsatlas.



0.5 m

Population: 6 100 000
Cropland (Km²): 4 500



1.0 m

GRID
Arendal

UNEP

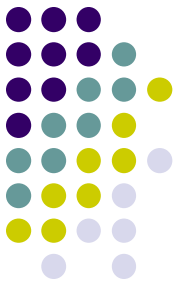


0 50 km

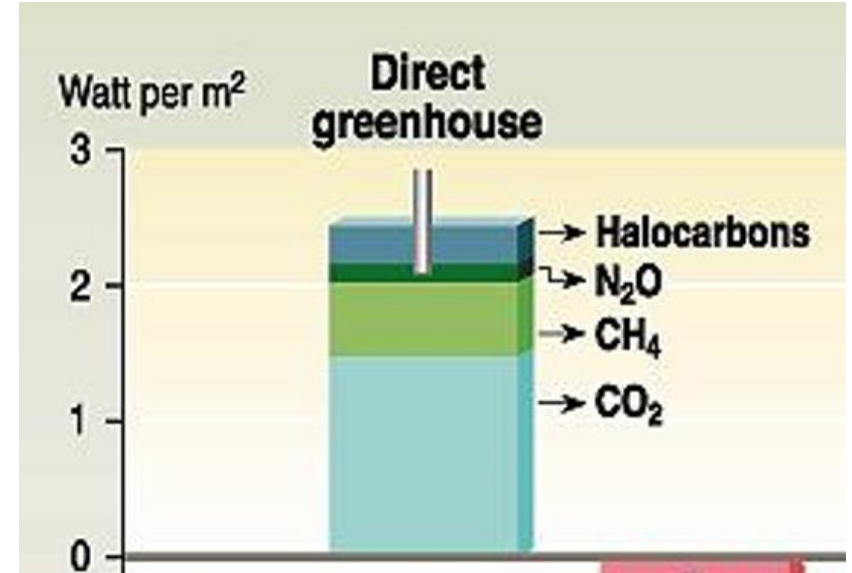
Sources: Otto Simonett, UNEP/GRID Geneva; Prof. G. Sestini, Florence; Remote Sensing Center, Cairo; DIERCKE Weltwirtschaftsatlas.

Ενότητα 3

Φαινόμενο θερμοκηπίου – Μέτρα αντιμετώπισης



- Μείωση της χρήσης CFCs
- Μείωση του τροποσφαιρικού O_3
- Μείωση του N_2O
- Ελάττωση εκπομπών CH_4
- Ελάττωση ατμοσφαιρικού CO_2



ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΗ

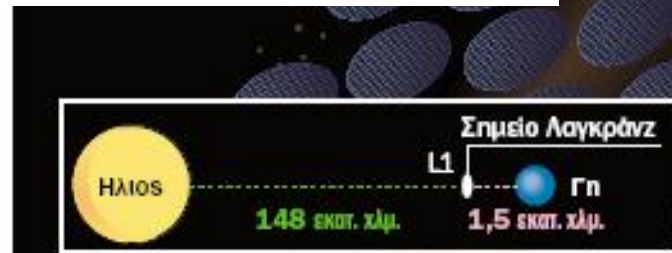


Μικροί διάφανοι δίσκοι μπορούν να εκτοξευθούν στο διάστημα, στο σημείο Λαγκράνζ L1, ανάμεσα στη Γη και στον Ήλιο. Εκεί θα παραμείνουν σε σταθερή θέση, ακολουθώντας συνεχώς την τροχιά της Γης, και θα διαθλούν την ηλιακή ακτινοβολία εμποδίζοντας ένα μέρος της να φθάσει στον πλανήτη μας.



Ένα τεράστιο κάτοπτρο μπορεί να τοποθετηθεί ανάμεσα στη Γη και στον Ήλιο για να σκιάσει τον πλανήτη μας και να αποτρέψει την αύξηση της θερμοκρασίας του.

1. Γιγαντιαίες «ομπρέλες» για το ηλιακό φως



2. Θείο στη στρατόσφαιρα

Μετεωρολογικά αερόστατα θα μεταφέρουν θείο ή θειούχο υδρογόνο σε υγρή μορφή στη στρατόσφαιρα. Όταν απελευθερωθεί, το θείο θα αντιδράσει με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας δημιουργώντας διοξείδιο του θείου. Αυτό στη συνέχεια θα αντιδράσει με το νερό δημιουργώντας θειούχα σταγονίδια τα οποία θα μειώνουν την ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στο έδαφος.



3. Τεχνητοί πάγοι για να σωθεί το Ρεύμα του Κόλπου



Ανεμογεννήτριες θα ψεκάζουν το νερό του ωκεανού δημιουργώντας τεχνητές νησίδες πάγου στην Αρκτική. Το καλοκαίρι οι νησίδες θα ψεκάζονται και πάλι για να λιώσουν: το νερό που θα απελευθερώνουν θα τροφοδοτεί το υπόγειο ψυχρό ρεύμα που ενισχύει το Ρεύμα του Κόλπου, μεγάλο ρυθμιστή του κλίματος.

Ενας από τους μεγάλους φόβους των επιστημόνων είναι ότι η κλιματική μεταβολή μπορεί να εξασθενήσει το Ρεύμα του Κόλπου – έναν από τους σημαντικούς ρυθμιστές του κλίματος του πλανήτη – βυθίζοντας την Ευρώπη σε πολικό ψύχος. Πολλοί μάλιστα από όσους έχουν εκπονήσει σχέδια γεωμηχανικής αναφέρουν ως μία από τις περιπτώσεις ανάγκης εφαρμογής τους το ενδεχόμενο της ξαφνικής διακοπής της κυκλοφορίας των ρευμάτων των ωκεανών.

Για την αντιμετώπιση μιας τέτοιας εφιαλτικής προοπτικής ο Πίτερ Φλιν, χημικός μηχανικός στο Πανεπιστήμιο της Αλμπέρτα του Καναδά, και ο συνεργάτης του Σονκτζάν Ζου προτείνουν την ενίσχυση των πάγων της Αρκτικής στα ανοιχτά της Γροιλανδίας και της Ισλανδίας, εκεί από όπου ξεκινά ένα ψυχρό υπόγειο ρεύμα το οποίο κατεβαίνει τον Ατλαντικό Ωκεανό προς τα νότια για να ενισχύσει τον σχηματισμό του θερμού ρεύματος στον Κόλπο του Μεξικού.

Οι δύο ερευνητές μελέτησαν διάφορες μεθόδους για να επιτύχουν κάτι τέτοιο και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η καλύτερη είναι η εξής: 8.000 μαούνες θα διαπλέουν το φθινόπωρο τον Βόρειο Παγωμένο Ωκεανό και θα επιταχύνουν τον σχηματισμό πάγου αντλώντας νερό από τον ωκεανό και ψεκάζοντάς το στον αέρα. Μόλις σχηματιστεί ένα πρώτο λεπτό στρώμα πάγου θα συνεχίζουν τον ψεκασμό επάνω σε αυτό, παγιδεύοντας αλάτι στο εσωτερικό του και κάνοντάς το να αποκτήσει πάχος επτά μέτρων. Την άνοιξη τα σκάφη θα εξακολουθούν να ρίχνουν νερό επάνω στις τεχνητές νησίδες πάγου ώστε να τις κάνουν να λιώνουν και να απελευθερώνουν ψυχρό νερό το οποίο θα ενισχύει το υπόγειο ρεύμα.

Το κόστος της μεθόδου αυτής υπολογίζεται στα 50 εκατ. δολάρια, τα αποτελέσματά της είναι ωστόσο ακόμη αβέβαια. Κατ' αρχήν, όπως τονίζουν οι ίδιοι οι ερευνητές, πρέπει να εξασφαλιστεί ότι το αλάτι θα παγιδεύεται στο εσωτερικό του πάγου κατά τον σχηματισμό του, διαφορετικά το λιώσιμο των τεχνητών παγονησίδων θα προκαλεί αραίωση στο νερό του ωκεανού. Επίσης, όπως και με τα περισσότερα σχέδια της γεωμηχανικής, δεν μπορεί να προσδιοριστεί ακόμη ποιες θα είναι οι πλήρεις, μακροπρόθεσμες και βραχυπρόθεσμες, συνέπειες μιας τόσο μεγάλης κλίμακας ενέργειας όχι μόνο στον σύνθετο σχηματισμό των ωκεάνιων ρευμάτων, αλλά και στο περιβάλλον και στο κλίμα του πλανήτη.

ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΗ

4. Λευκότερα σύννεφα

Η πρόταση του Τζον Λέιθαμ, φυσικού του αμερικανικού Εθνικού Κέντρου Ερευνών είναι από τις πλέον «συμπαθείς» στους κλιματολόγους διότι, τουλάχιστον σε πρώτη φάση, φαίνεται να είναι από αυτές που ενέχουν τους λιγότερους κινδύνους. Ο αμερικανός ερευνητής υποστηρίζει ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη μπορεί να αντιμετωπιστεί σε σημαντικό βαθμό αν αυξήσουμε την ανακλαστικότητα της Γης, κάνοντας τα σύννεφα πιο λευκά ώστε να αντανακλούν μεγαλύτερο μέρος του ηλιακού φωτός.

Η ιδέα του Τζον Λέιθαμ είναι μια παραλλαγή της σποράς των νεφών για τον σχηματισμό βροχής. Η βροχή προκαλείται από σταγονίδια νερού τα οποία σχηματίζονται στο εσωτερικό των νεφών από τη συγκέντρωση υδρατμών γύρω από τους λεγόμενους «πυρήνες συμπύκνωσης». Στη σπορά των νεφών για την πρόκληση βροχής πολλαπλασιάζονται οι πυρήνες συμπύκνωσης τόσο ώστε να σχηματιστούν περισσότερα σταγονίδια, τα οποία μόλις φθάσουν σε ένα ικανό μέγεθος πέφτουν στο έδαφος. Αν οι πυρήνες πολλαπλασιαστούν περισσότερο από όσο είναι απαραίτητο, τότε σχηματίζονται ακόμη περισσότερα σταγονίδια τα οποία όμως δεν μπορούν να αυξηθούν σε μέγεθος τόσο ώστε να πέσουν: το σύννεφο γίνεται πιο πυκνό και πιο λευκό χωρίς να προκαλείται βροχή.

«Στόχος» του Λέιθαμ είναι οι θαλάσσιοι στρωματοσφαιρίτες, χαμηλά υπόλευκα και γκριζα νέφη τα οποία καθημερινά καλύπτουν περίπου το ένα τρίτο των ωκεανών. Αν τα σταγονίδια σε αυτά τα σύννεφα αυξηθούν κατά 10%, η ανακλαστικότητά τους θα ενισχυθεί τόσο ώστε να διατηρήσει τη θερμοκρασία του πλανήτη στα ίδια επίπεδα ακόμη και αν το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα διπλασιαστεί.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί – όπως υποστηρίζει σε συνεργασία με τον Στίβεν Σόλτερ του Πανεπιστημίου του Εδιμβούργου, ο οποίος αναπτύσσει την τεχνική πλευρά της πρότασης – με τη βοήθεια πλοίων εξοπλισμένων με ανεμογεννήτριες που θα ψεκάζουν το θαλασσινό νερό προς τα σύννεφα έτσι ώστε το αλάτι να ενεργεί ως πυρήνας συμπύκνωσης αυξάνοντας τα σταγονίδια στο εσωτερικό τους.

Η μέθοδος αυτή παρουσιάζει ακόμη αρκετές τεχνικές δυσκολίες, είναι όμως «ήπια» για το περιβάλλον και έχει χαμηλό κόστος. Το «δυνατό» σημείο της είναι το γεγονός ότι είναι ελέγξιμη. «Αν τη δοκιμάσουμε και δούμε ότι έχει κάποιο καταστρεπτικό αποτέλεσμα» τονίζει ο κ. Λέιθαμ «μπορούμε εύκολα να τη σταματήσουμε και μέσα σε τέσσερις-πέντε ημέρες όλες οι επιδράσεις της θα έχουν εξαφανιστεί».



Ανεμογεννήτριες θα ψεκάζουν θαλασσινό νερό προς τα σύννεφα των ωκεανών για να αυξήσουν τα σταγονίδια στο εσωτερικό τους και να τα κάνουν πιο λευκά. Έτσι θα αντανακλούν πίσω στο διάστημα μεγαλύτερο τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας βοηθώντας τη Γη να διατηρήσει τη θερμοκρασία της σε υγιή επίπεδα.

ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΗ

5. Φίλτρα για το διοξείδιο του άνθρακα

Κάθε πόλη θα μπορεί να έχει τους δικούς της ανεμόμυλους-μονάδες καθαρισμού για να φιλτράρει το διοξείδιο του άνθρακα που παράγει, διατηρώντας την ατμόσφαιρα του πλανήτη καθαρή.



Ενας ανεμόμυλος θα διοχετεύει τον αέρα σε μια μονάδα όπου, περνώντας μέσα από υδροξείδιο του ασβεστίου ή του νατρίου, θα καθαρίζεται από το διοξείδιο του άνθρακα και θα επιστρέφει ξανά στην ατμόσφαιρα. Το διοξείδιο του άνθρακα θα παραμένει ως απόβλητο στο εσωτερικό της μονάδας.

6. Σιδηρούχο «λίπασμα» στους ωκεανούς θα παγιδεύει το διοξείδιο του άνθρακα

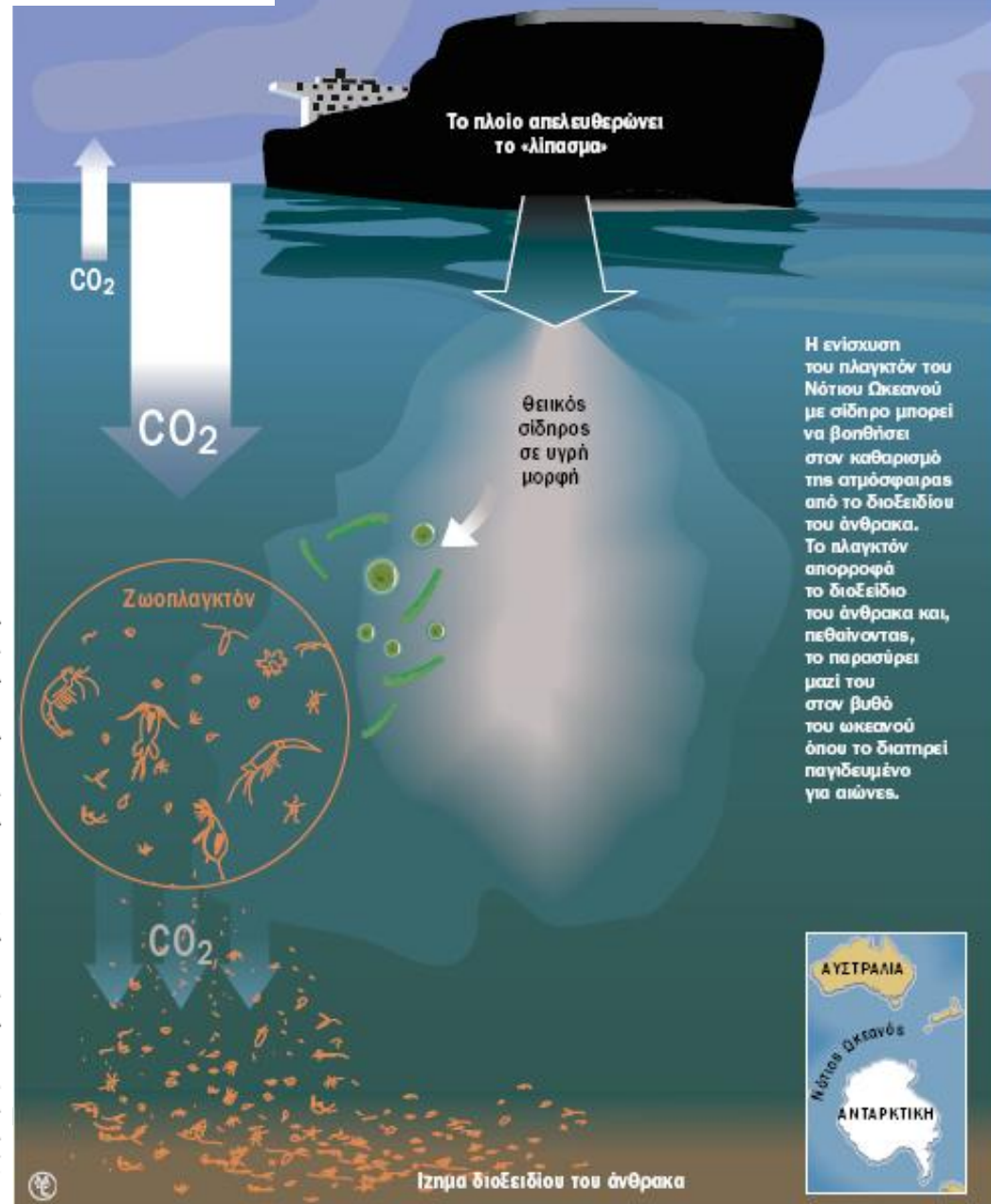
Είναι η μόνη από τις προτεινόμενες μεθόδους γεωμηχανικής που έχει δοκιμαστεί πειραματικά, συναντά όμως και αυτή ποικίλες αντιρρήσεις. Εδώ και μερικά χρόνια ομάδες ερευνητών από πολλά κράτη έχουν αρχίσει να πραγματοποιούν μελέτες σκορπίζοντας στην επιφάνεια του ωκεανού σίδηρο ο οποίος λειτουργεί σαν «λίπασμα» ενισχύοντας την ανάπτυξη του πλαγκτού. Οι μελέτες γίνονται στον Νότιο Ωκεανό, ο οποίος λόγω βιοχημικών ιδιαιτεροτήτων παρουσιάζει μεγάλη έλλειψη σιδήρου.

Η ιδέα είχε ξεκινήσει πριν από περισσότερο από μία δεκαετία από τον ωκεανολόγο Τζον Μάρτιν, ο οποίος είχε καταλήξει στο συμπέρασμα ότι ο Νότιος Ωκεανός δεν διαθέτει πολύ πλαγκτόν – και επομένως δεν χειρίζεται ικανοποιητικά το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρά του – επειδή είναι «αναιμικός». «Δώστε μου μισό τάνκερ σίδηρο» είχε δηλώσει «και θα σας φέρω την εποχή των παγετώνων». Το πλαγκτόν απορροφά μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα από τον αέρα και οι υποστηρικτές της συγκεκριμένης προσέγγισης πιστεύουν ότι η ενίσχυση της ανάπτυξης του στον Νότιο Ωκεανό θα καθαρίσει σημαντικά την ατμόσφαιρα, καθώς με τον θάνατο των θαλάσσιων μικροοργανισμών το «επικίνδυνο» για τη θερμοκρασία του πλανήτη αέριο θα παρασυρθεί στον βυθό της θάλασσας και θα παγιδευτεί εκεί για εκατοντάδες χρόνια.

Η μέθοδος έχει χαμηλό κόστος και είναι εύκολη στην εφαρμογή της. Ωστόσο οι επιστήμονες δεν γνωρίζουν ακόμη με βεβαιότητα αν λειτουργεί ακριβώς όπως προβλέπουν τα μοντέλα και οι προσομοιώσεις. Κατ' αρχάς δεν είναι βέβαιο ότι όλο το διοξείδιο του άνθρακα θα οδηγηθεί στον βυθό. Αυτό συμβαίνει όταν καταναλώνεται από τους μικροοργανισμούς που ζουν σε μεγαλύτερο βάθος, το πλαγκτόν όμως της επιφάνειας αποθηκεύει το διοξείδιο του άνθρακα τον χειμώνα αλλά το απελευθερώνει ξανά την άνοιξη επιστρέφοντάς το στον αέρα. Ερευνητές οι οποίοι έχουν ασχοληθεί με τη μελέτη της συγκεκριμένης πρότασης, όπως ο Κεν Μπούσλερ του Ωκεανογραφικού Ινστιτούτου Γουιντς Χόουλ, υπογραμμίζουν ότι για τον λόγο αυτόν δεν είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε πόσο ακριβώς διοξείδιο του άνθρακα θα απορροφηθεί.

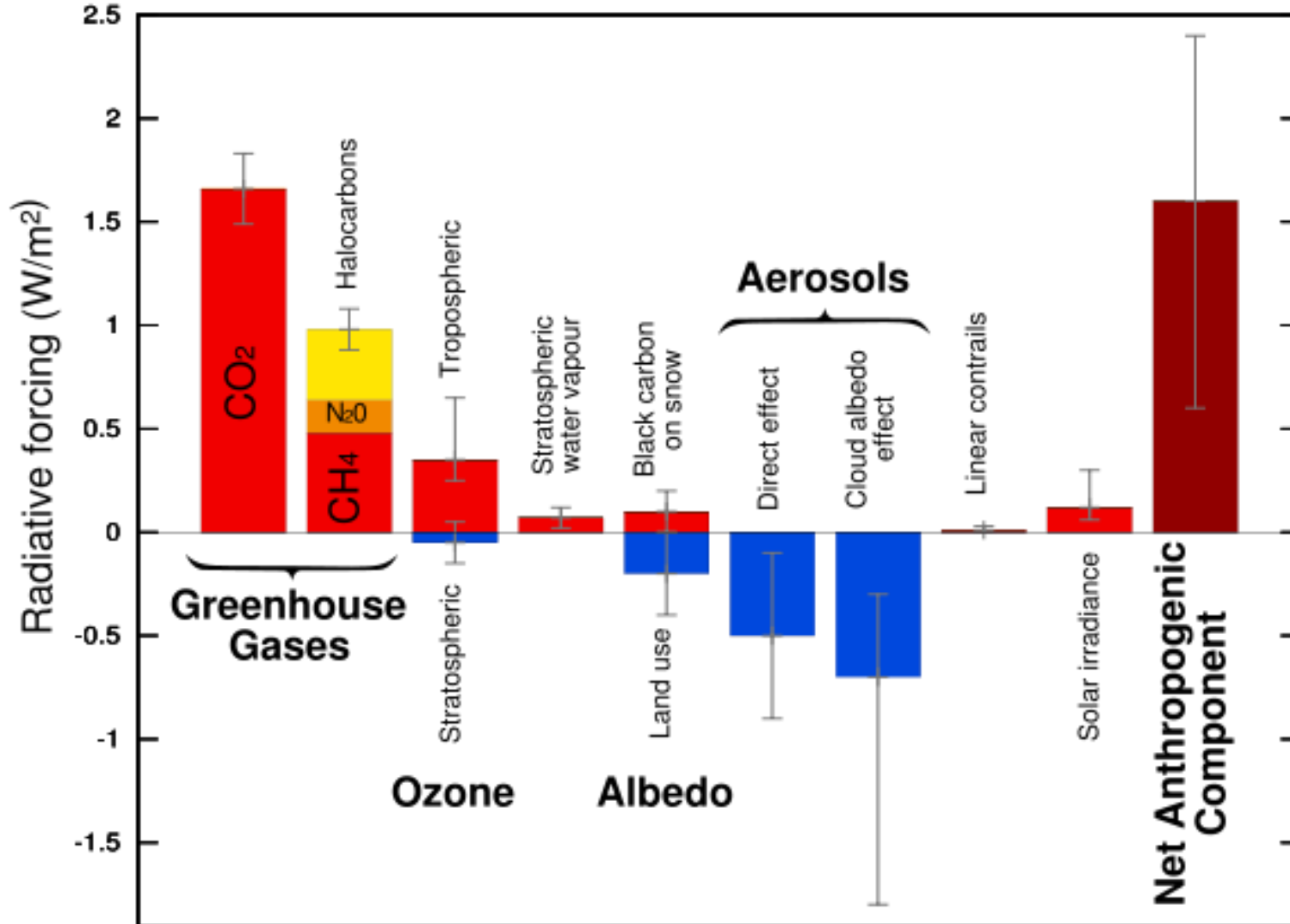
Επίσης κανένας δεν μπορεί να προβλέψει – ούτε οι ίδιοι οι υπέρμαχοι της πρότασης – αν αυτή η παρέμβαση θα έχει ευρύτερες συνέπειες στη διατροφική αλυσίδα και στην ισορροπία των άλλων ωκεανών με ανυπολόγιστες συνέπειες για το οικοσύστημα. Αν, για παράδειγμα, τα θαλάσσια ρεύματα παρασύρουν πλούσια σε θρεπτικά συστατικά νερά προς τα βόρεια, σε περιοχές όπου ζουν ψάρια και άλλοι οργανισμοί που τρέφονται με αυτά, οι ωκεανοί αντί για πλουσιότεροι μπορεί να γίνουν άγονοι.

ΔΠΘ-Μ

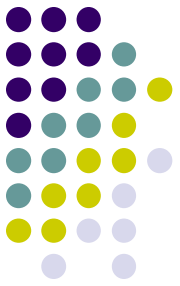


Η ενίσχυση του πλαγκτόν του Νότιου Ωκεανού με σίδηρο μπορεί να βοηθήσει στον καθαρισμό της ατμόσφαιρας από το διοξείδιο του άνθρακα. Το πλαγκτόν απορροφά το διοξείδιο του άνθρακα και, πεθαίνοντας, το παρασύρει μαζί του στον βυθό του ωκεανού όπου το διατηρεί παγιδευμένο για αιώνες.

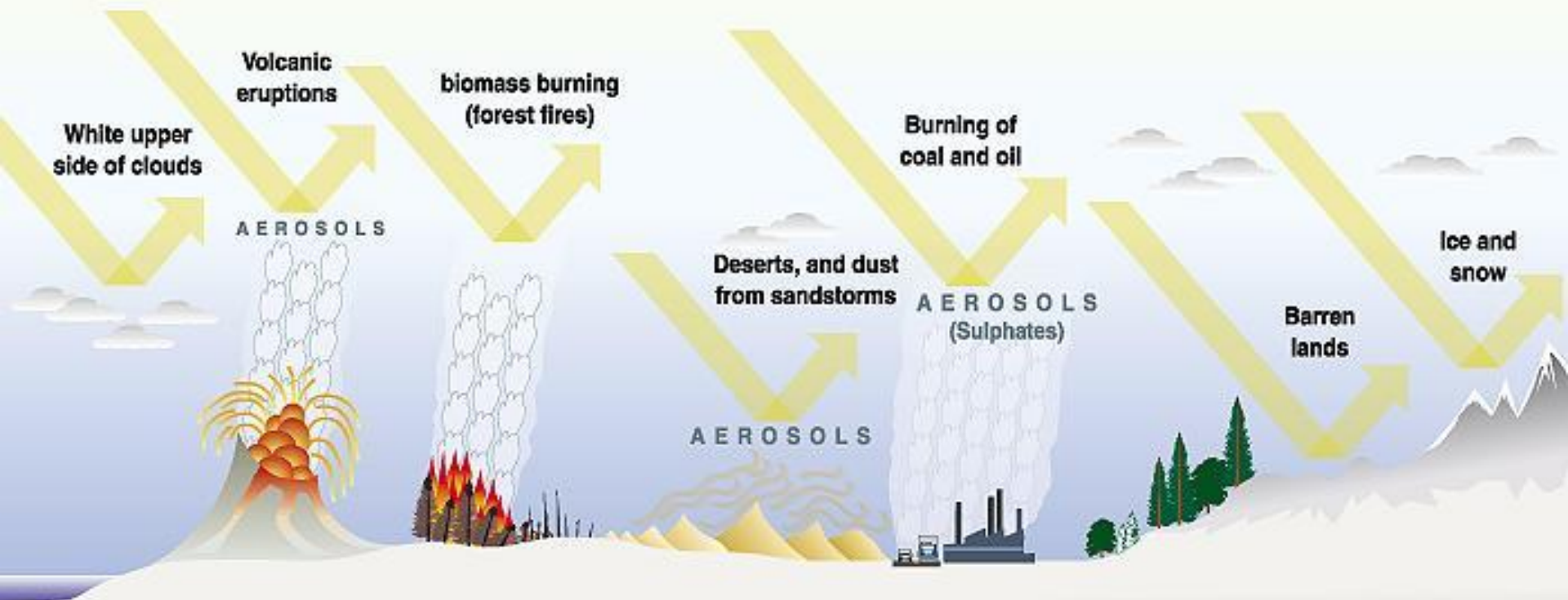
Radiative Forcing Components



Αντισταθμιστικοί παράγοντες



The cooling factors



Energy reflected

Albedo: ability of a surface to reflect light.

Aerosols: tiny particles of liquid or dust suspended in the atmosphere (most important anthropogenic aerosols is sulphate produced from SO_2)

GRID
Arendal

GRAPHIC DESIGN : PHILIPPE REKACZEWICZ

IPCC

(Intergovernmental Panel on Climate Change)

- Founded 1988 by UNEP and WMO
- No research, no monitoring, no recommendations
- Only assessment of **peer-reviewed** literature
- Authors **academic, industrial and NGO** experts
- Reviews by independent Experts *and* **Governments**
- Policy relevant, but **NOT** policy prescriptive
- Full report and technical summary: **accepted by governments without change**
- Summary for policymakers: **government approval**
- **2007 Nobel peace Prize (1/2) - Al Gore the other 1/2**

CLIMATE CHANGE 2001

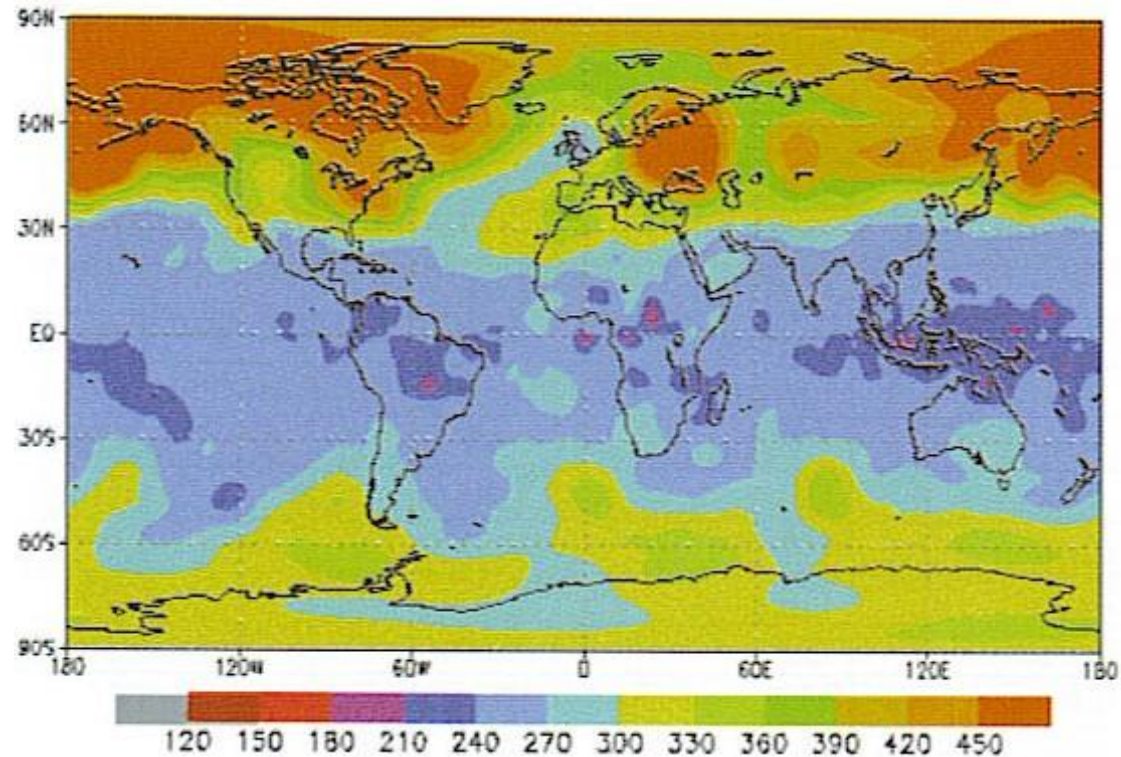
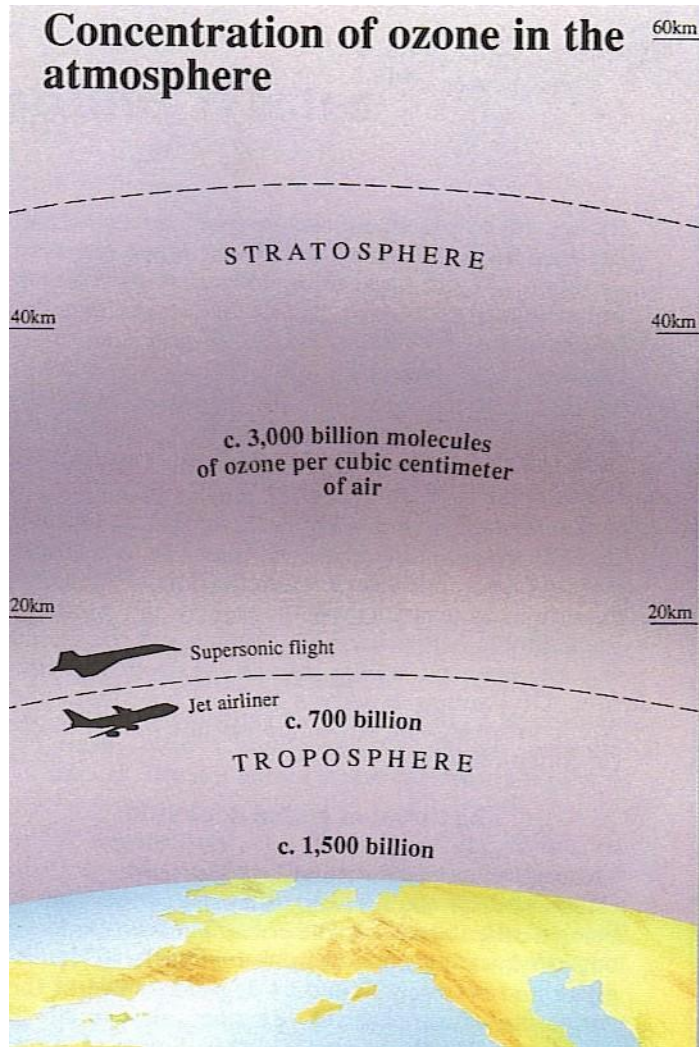
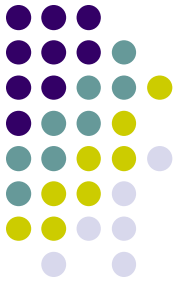
Mitigation



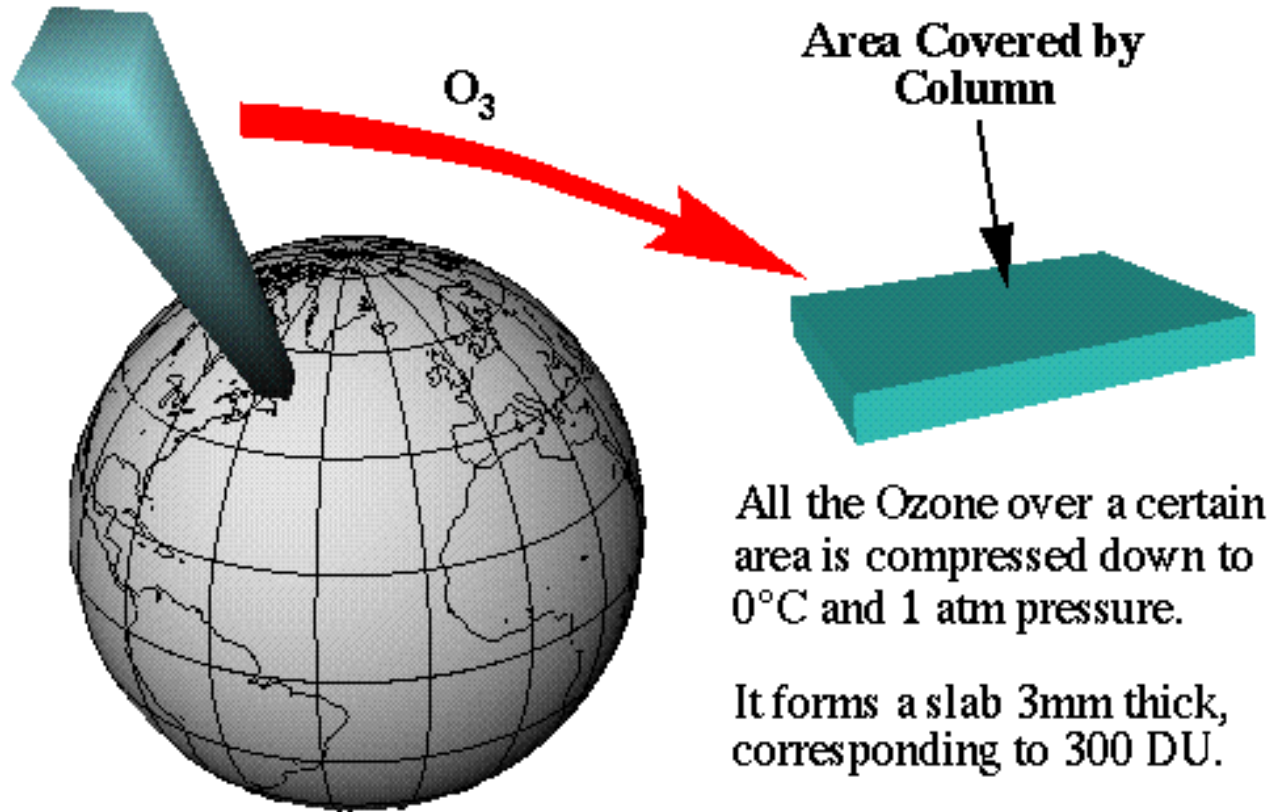
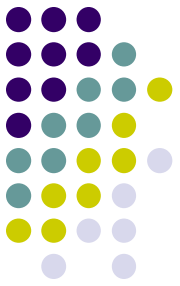
Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

Ενότητα 3

Η ελάττωση του στρατοσφαιρικού όζοντος



Μονάδες Dobson

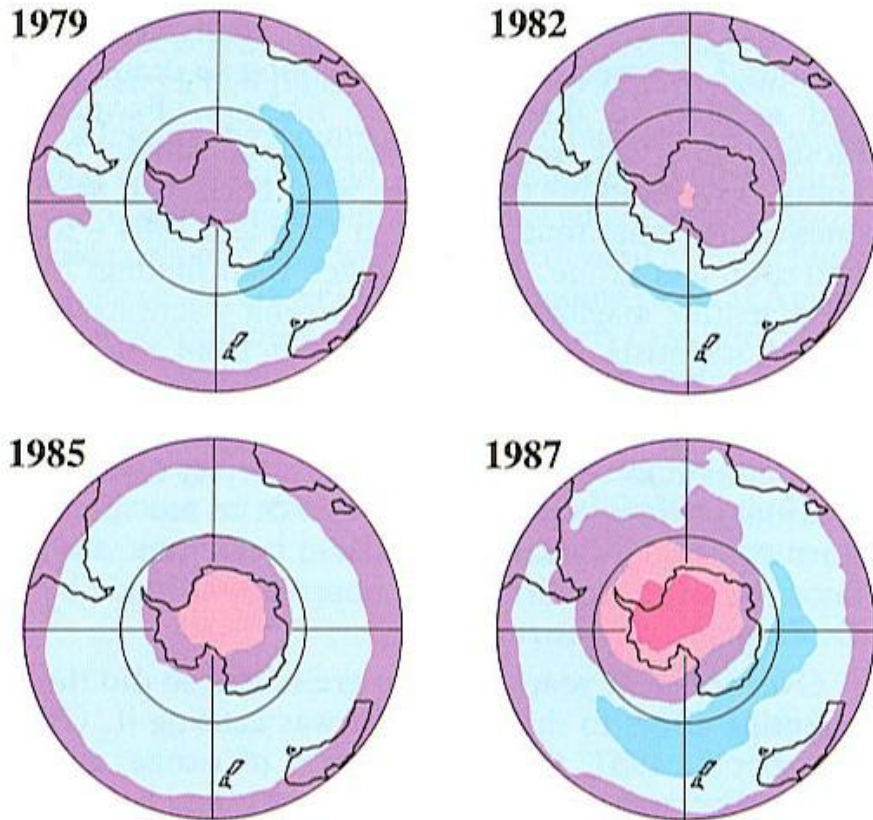


- Το σχήμα δείχνει μια στήλη αέρα 10 deg x 5 deg, πάνω από το Labrador, στον Καναδά.
- Αν όλο το O₃ της στήλης συμπιεστεί σε 0°C και 1 atm και απλωθεί ομοιόμορφα θα καταλαμβάνει περίπου 3mm.
- 1 Dobson Unit (DU) = 0.01 mm , άρα στη συγκεκριμένη περιοχή ~300 DU.

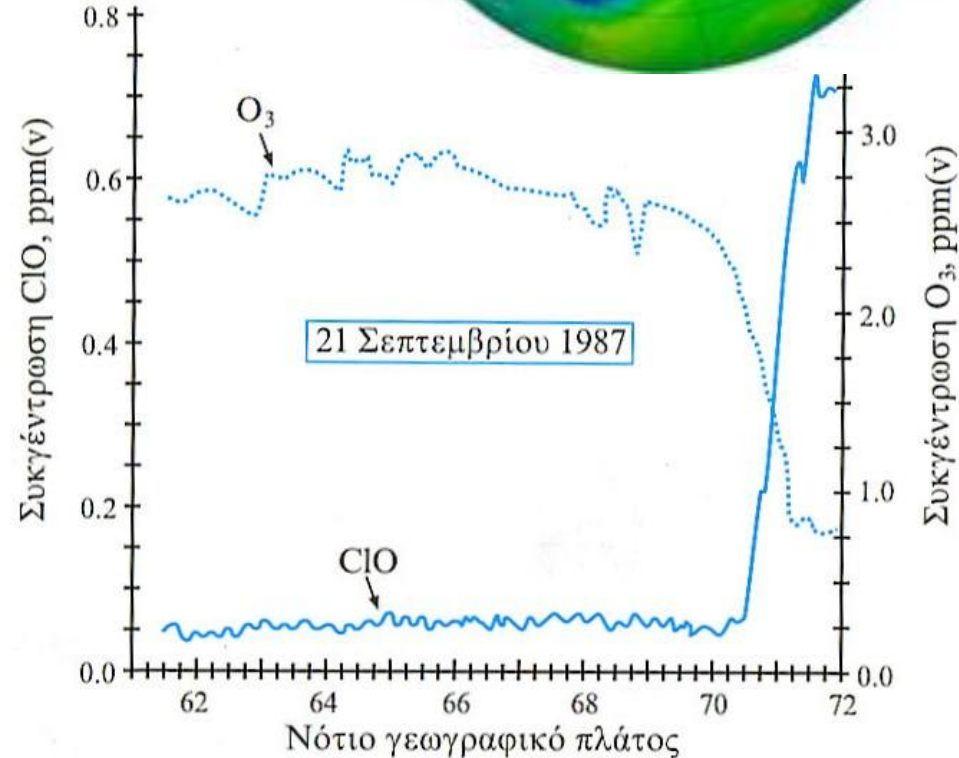
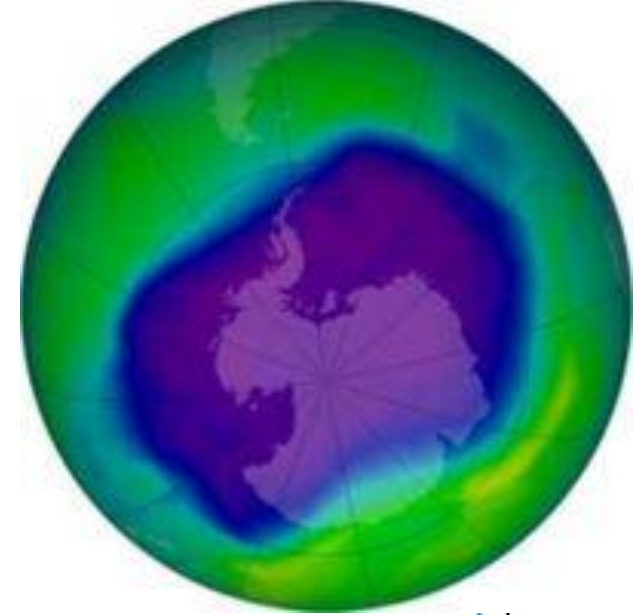
Ενότητα 3

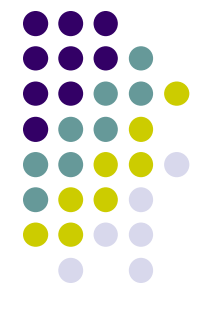
Η ελάττωση του στρατοσφαιρικού όζοντος

Evolution of the Antarctic ozone hole, 1979 – 87 (October)



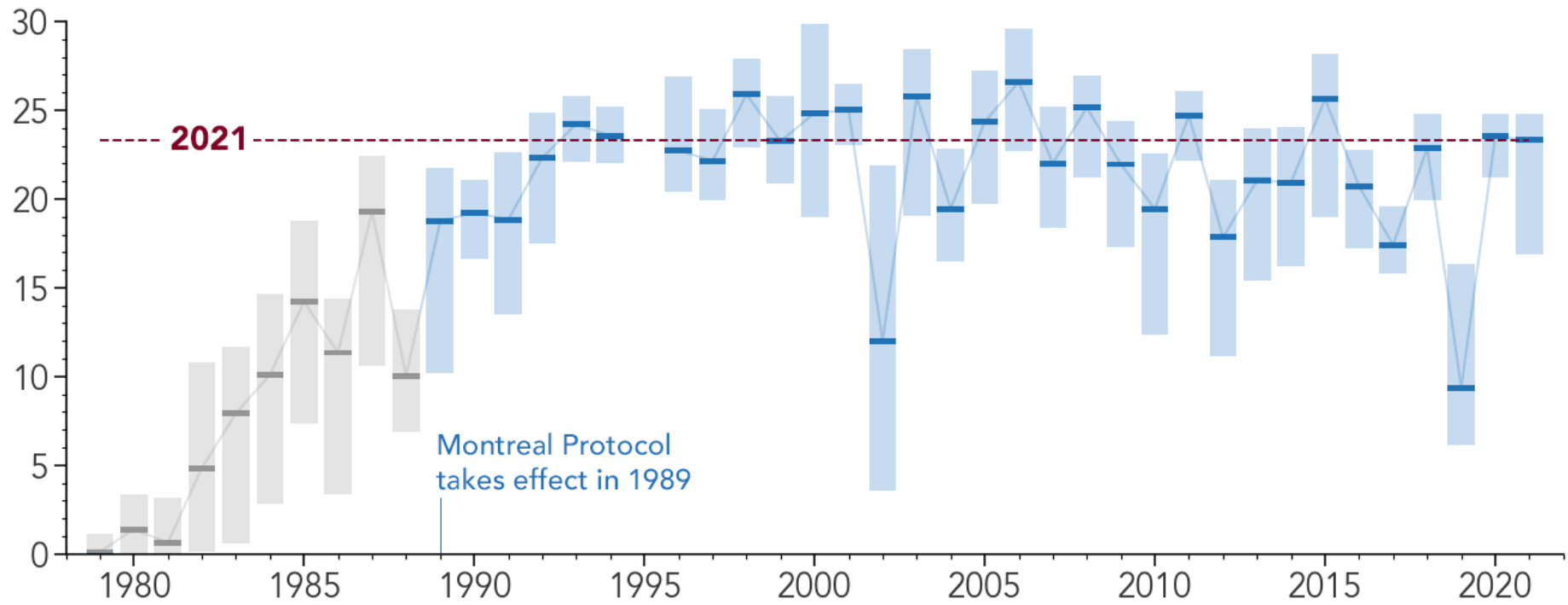
Σεπτ. 2006



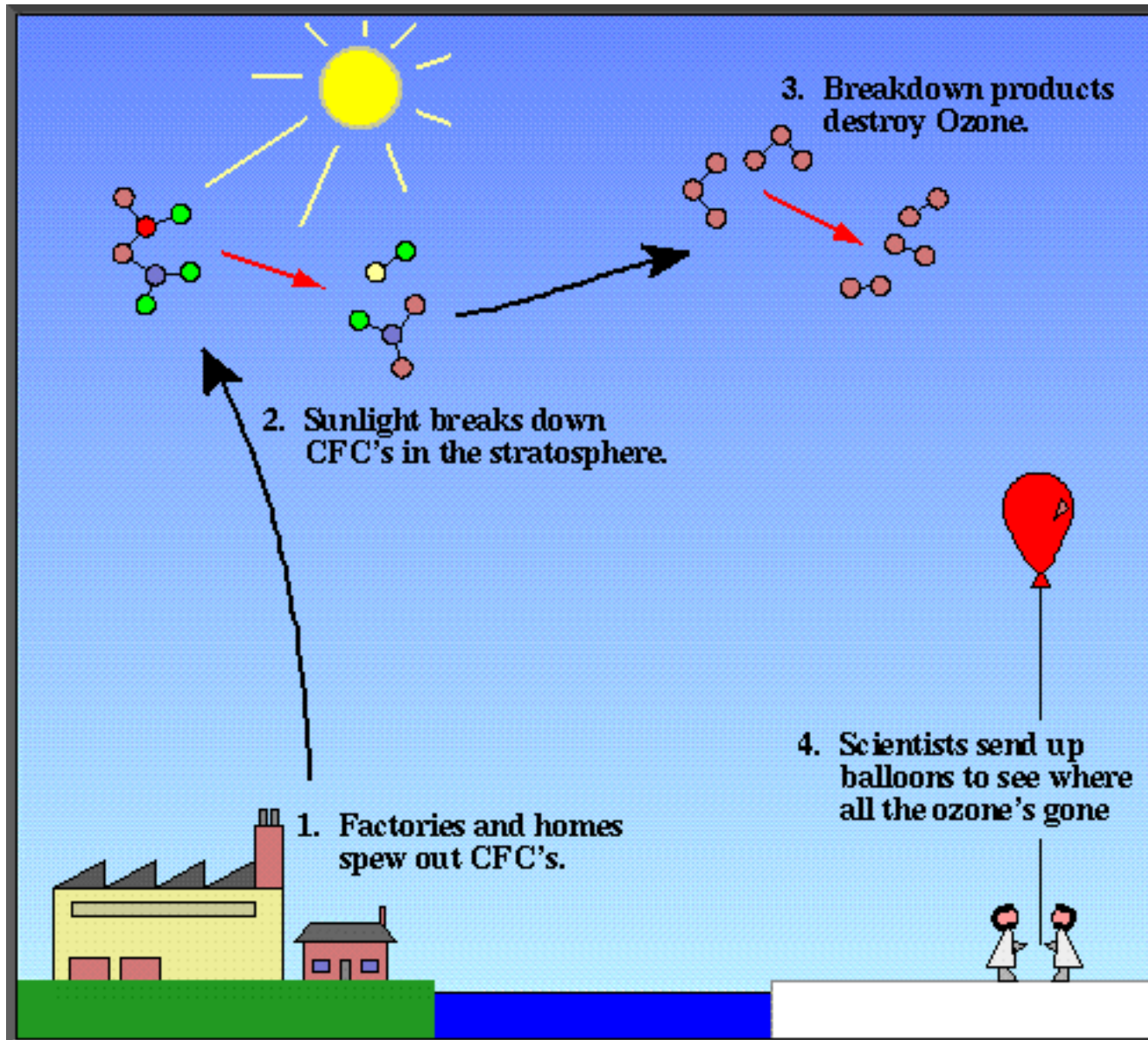
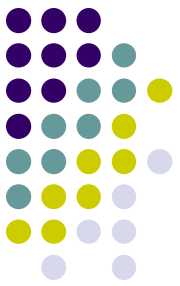


Average Ozone Hole Area, September 7 - October 13

Millions km²



Σχηματική επεξήγηση



Ενότητα 3

Επίδραση CFCs στη μείωση του στρατοσφαιρικού O₃

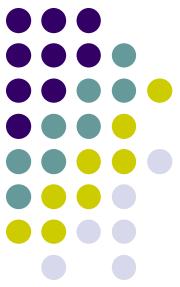


- $\text{CCl}_3\text{F} + h\nu \rightarrow \text{CCl}_2\text{F} + \text{Cl}$
 - $\text{Cl} + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO} + \text{O}_2$
 - $\text{ClO} + \text{O} \rightarrow \text{Cl} + \text{O}_2$
 - $\text{O} + \text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{O}_2$
-
- Χρόνος ζωής CFCs : 65-110 έτη
 - Ένα άτομο Cl διασπά πολλά μόρια O₃
 - Ελαχιστοποίηση-μηδενισμός της χρήσης CFCs

Ενότητα 3

Η ελάττωση του στρατοσφαιρικού όζοντος

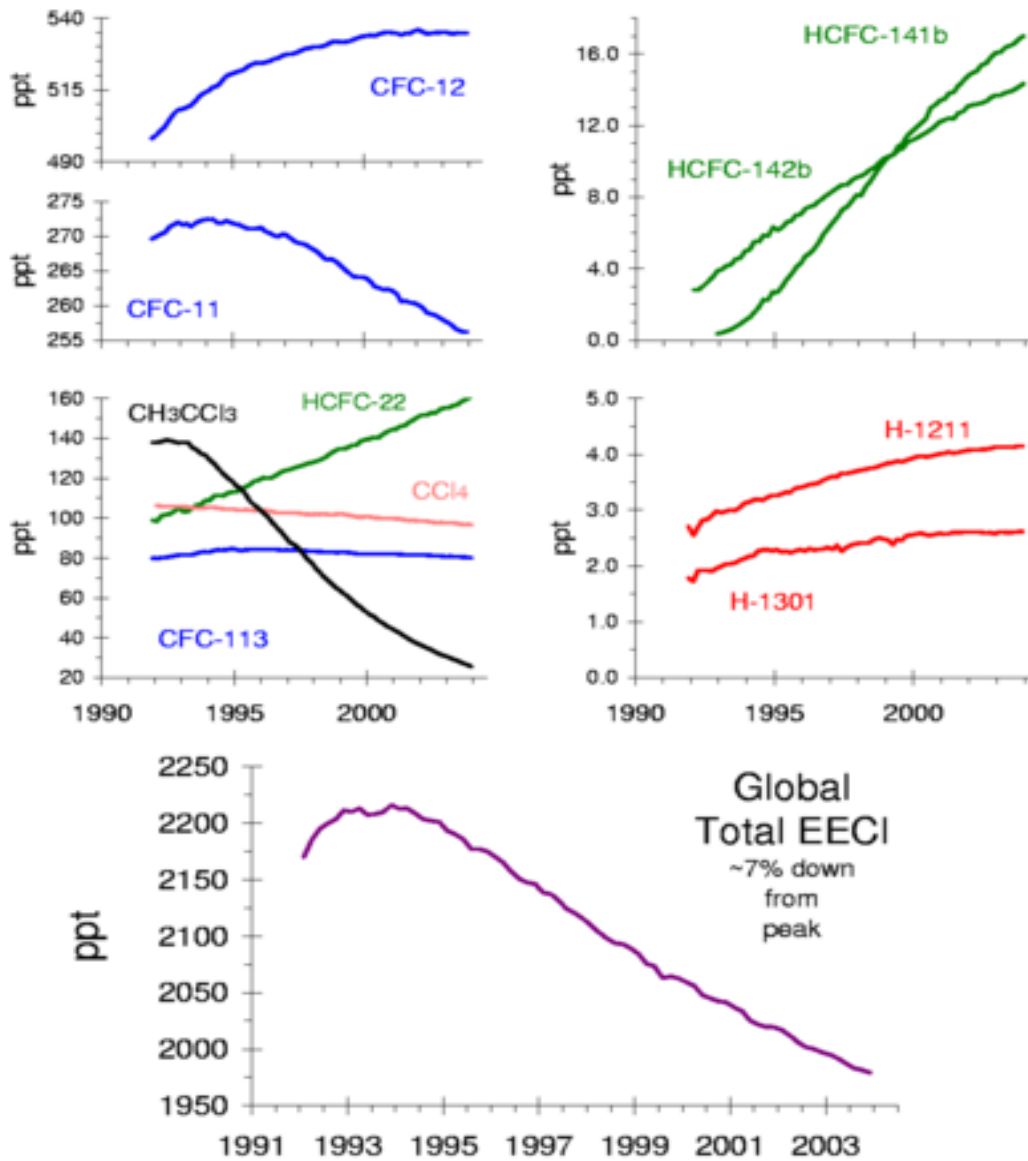
- CFCs HCFs και τα δυναμικά ελάττωσης O₃ που εμφανίζουν -



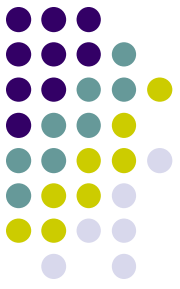
Κωδικός	Χημική ονοματολογία και τύπος	ODP	Χρόνος ζωής
CFC-11	Τριχλωροφθορομεθάνιο (CFCl ₃)	1	50±5
CFC-12	Διχλωροφθορομεθάνιο (CF ₂ Cl ₂)	1	102
Halon 1301	Βρωμοτριφθορομεθάνιο (CF ₃ Br)	10	65
Halon 2402	Διβρωμοτετραφθοροαιθάνιο (CF ₃ CFBr ₂)	6	-
HCFC-22	Χλωροδιφθορομεθάνιο (CF ₂ HCl)	0.05	13.3
HCFC-123	2,2-διχλωρο-1,1,1-τριφθοροαιθάνιο (C ₂ F ₃ HCl ₂)	0.02	1.4
HCFC-124	2-χλωρο-1,1,1,2-τετραφθοροαιθάνιο (C ₂ F ₄ HCl)	0.02	5.9
HCFC-141b	1,1-διχλωρο-1-φθοροαιθάνιο (C ₂ FH ₃ Cl ₂)	0.1	9.4
HCFC-142b	1-χλωρο-1,1-διφθοροαιθάνιο (C ₂ F ₂ H ₃ Cl)	0.06	19.5

ODP: επίδραση ενός χημικού είδους με το O₃ σε σύγκριση με την επίδραση που έχει μια ίσου βάρους ποσότητα CFC-11

Global Mixing Ratios of Anthropogenic Halocarbons



Συνοπτικά



- Φυσικές και Ανθρωπογενείς πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- Καύση
- Στατικές και Κινητές πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης – Οριακές τιμές
- Όξινη βροχή
- Συγκριτική κλίμακα του pH
- Νομοθεσία σχετική με την ατμοσφαιρική ρύπανση
- Όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας
- Αξιολόγηση ποιότητας ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος (ΒΙΠΕ-Καβάλας)
- Μακροχρόνιες και μεγάλης κλίμακας επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στον πλανήτη
- Φαινόμενο του θερμοκηπίου και συνέπειές του
- Μέτρα αντιμετώπισης του φαινομένου του θερμοκηπίου
- Ελάττωση του στρατοσφαιρικού όζοντος
- Μονάδες Dobson

Ερωτήσεις - Συζήτηση

