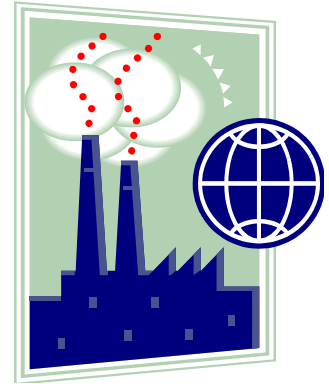


# Μηχανική Περιβάλλοντος

Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης

Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης



## ● Ενότητα 1

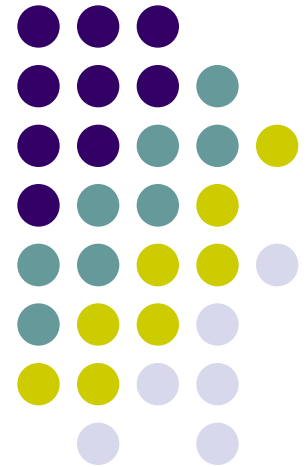
Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

## ● Ενότητα 2

Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης  
Οριακές τιμές

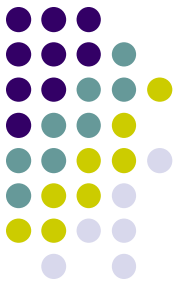
## ● Ενότητα 3

Μακροχρόνιες και μεγάλης κλίμακας επιδράσεις  
της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στον πλανήτη



# Ενότητα 1

## Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

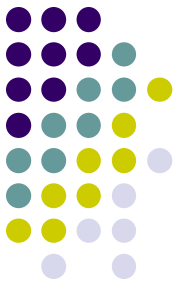


### 1. Φυσικές πηγές

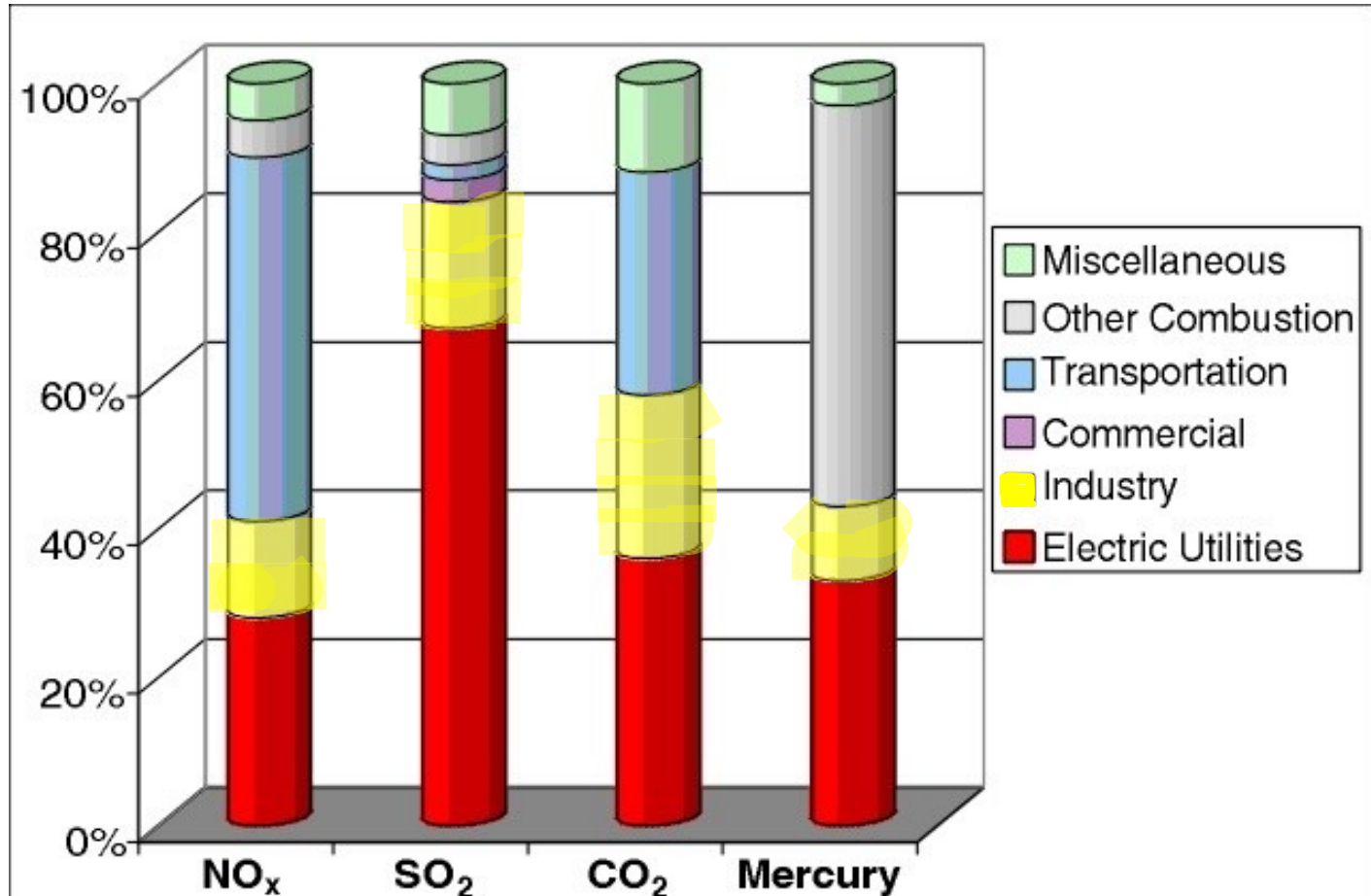
- Ηφαίστεια
- Ανεξέλεγκτες φωτιές στα δάση
- Άνεμοι (από την έρημο π.χ.)
- Ωκεανοί / θάλασσες
- Φυτά (γύρη)
- Θερμές πηγές (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, κτλ.)

# Ενότητα 1

## Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

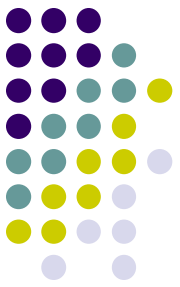


### 2. Ανθρωπογενείς πηγές



# 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**

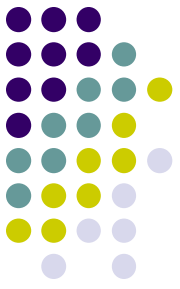
- Υπεύθυνοι ρύπανσης οι μονάδες παραγωγής ενέργειας ή οι καταναλωτές ?
- Διαχείριση στερεών / υγρών αποβλήτων
- π.χ. μονάδα καίει 1.000.000 kg/h γαιάνθρακα με 4% στάχτη → 40.000 kg/h στάχτης

- **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:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
- Άλλα προϊόντα καύσης σε μικρές ποσότητες:  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_x$ ,  $\text{NO}_x$ , καπνός, ιπτάμενη τέφρα, οξείδια μετάλλων, αλδεύδες, 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

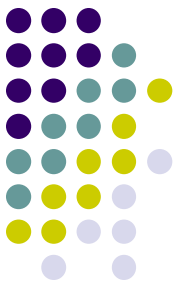
- Σύγκριση διαφόρων διεργασιών καύσης ως προς τις εκπομπές ρύπων

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 <sub>2</sub>	20xS*	20xS	16xS	1.5	1.0	0.8	7.5
NO <sub>2</sub>	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.

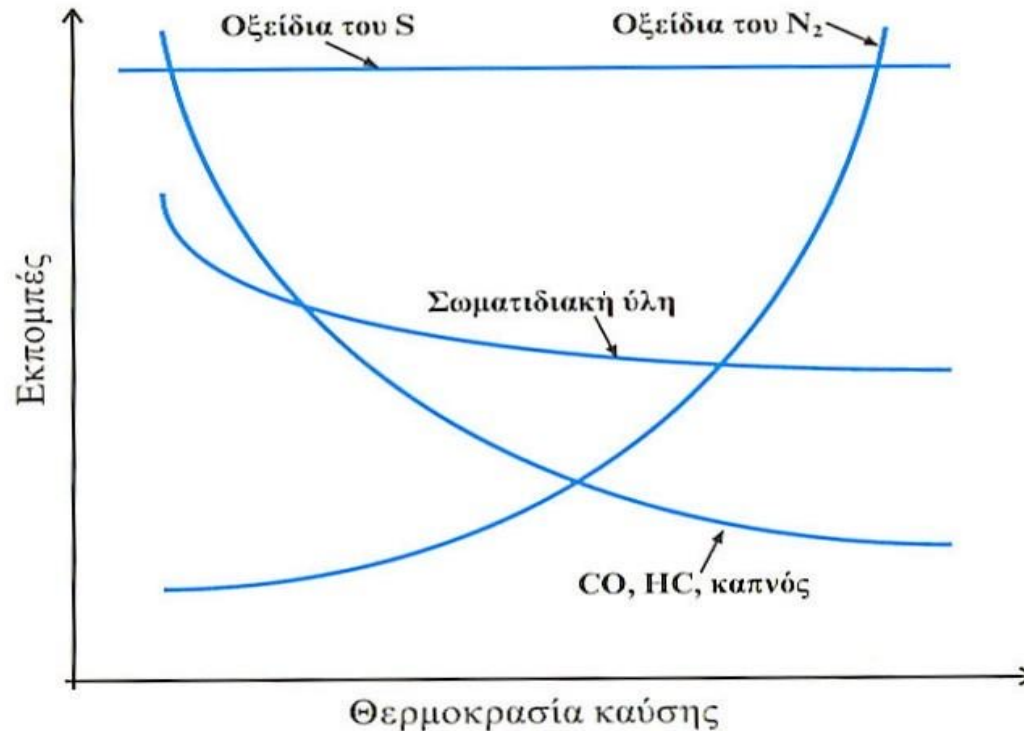
# Ενότητα 1

## Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



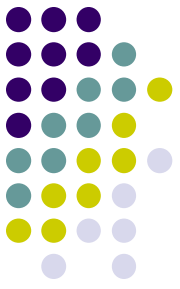
### 3. Καύση

- Εκπομπές διεργασίας καύσης σαν συνάρτηση της θερμοκρασίας καύσης



# Ενότητα 1

## Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



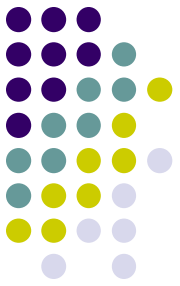
### 4. Στατικές πηγές (βιομηχανία, μονάδες παραγωγής ενέργειας)

- 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

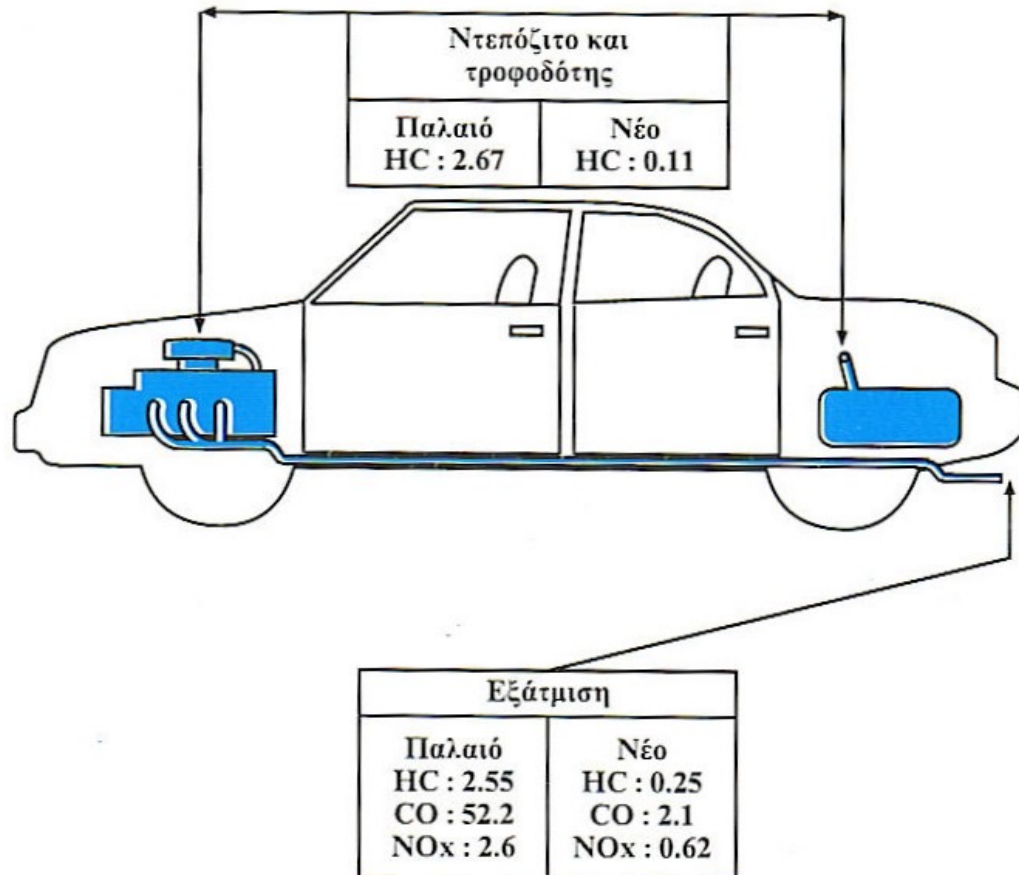


# Ενότητα 1

## Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

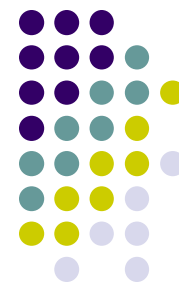


### 5. Κινητές πηγές (εκπομπές σε g/Km)



# Ενότητα 1

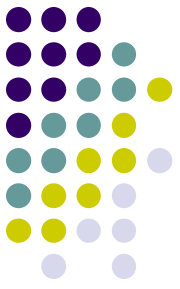
## Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



### 5. Κινητές πηγές και οι εκπομπές τους

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

# Ενότητες Παρουσίασης



- **Ενότητα 1**

Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

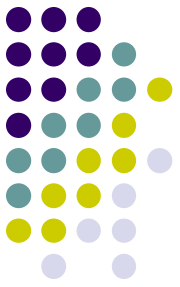
- **Ενότητα 2**

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  
καρβουνόσκη,  
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

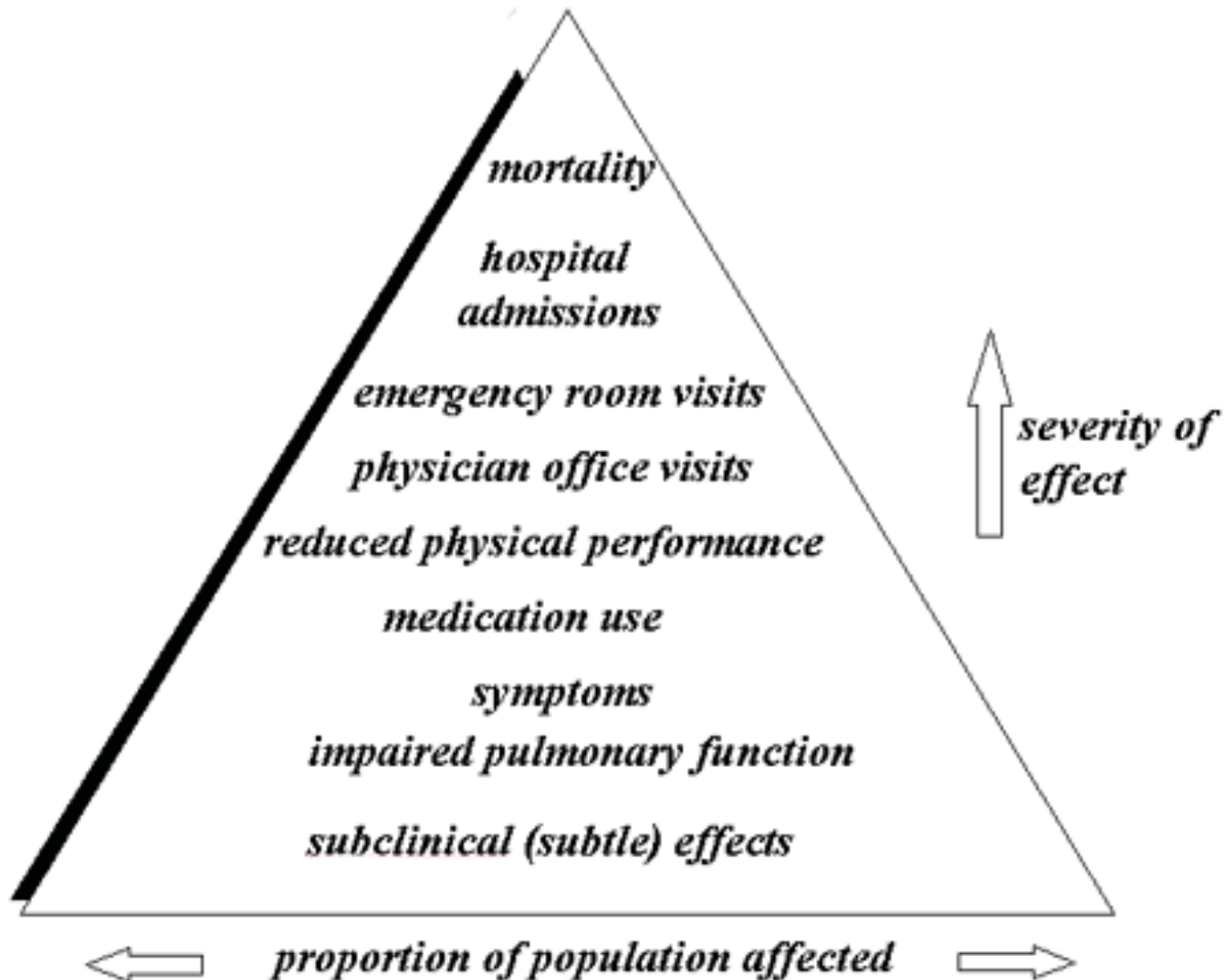
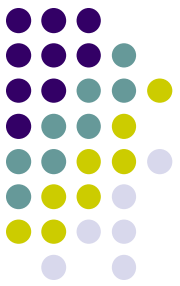
High levels of lead

- Mental retardation, coma, convulsions and death

Low levels of lead

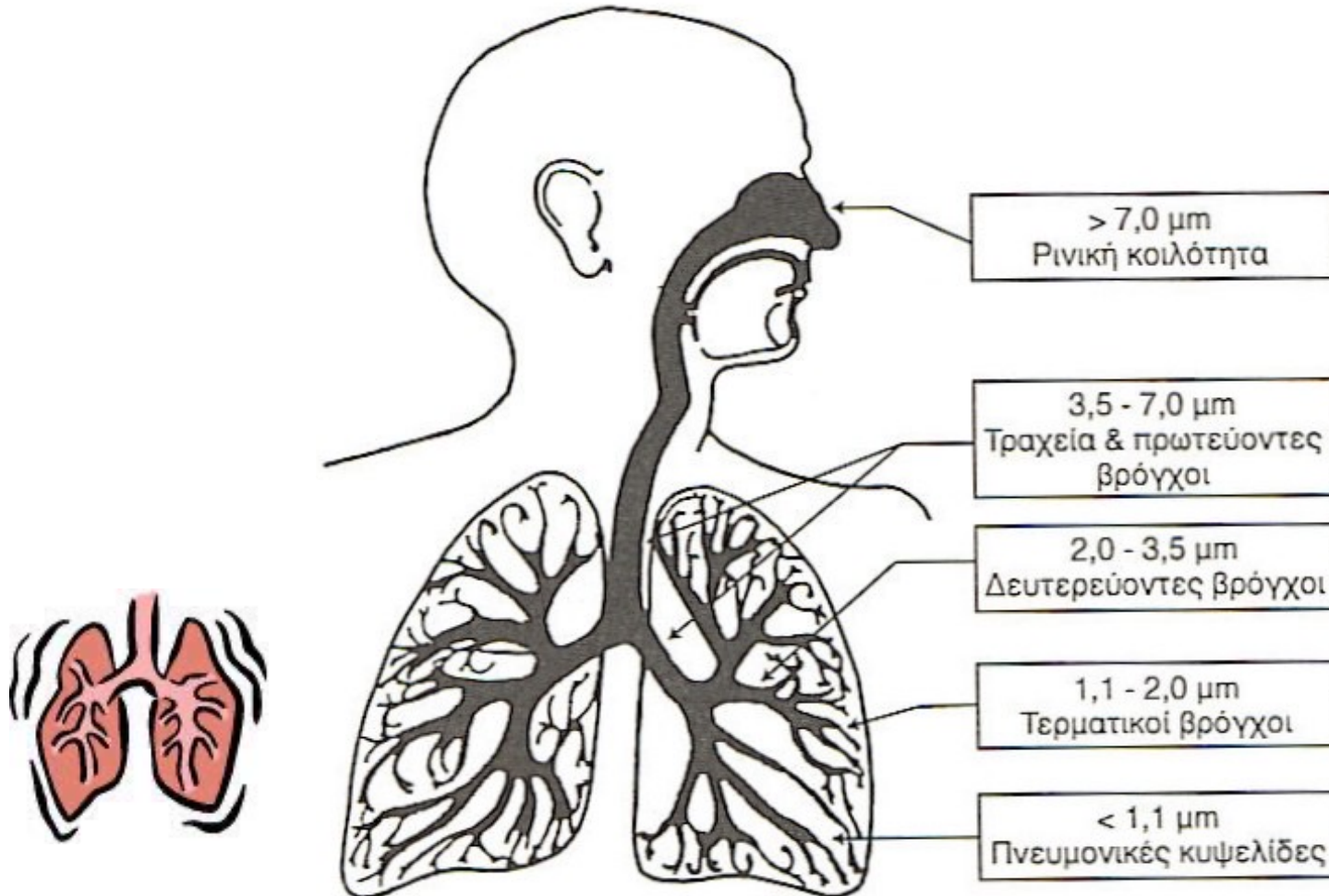
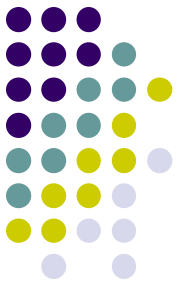
- Reduced IQ and attention span, impaired growth, reading and learning disabilities, hearing loss and a range of other health and behavioral effects.

# Πυραμίδα των επιπτώσεων στην υγεία



# Ενότητα 2

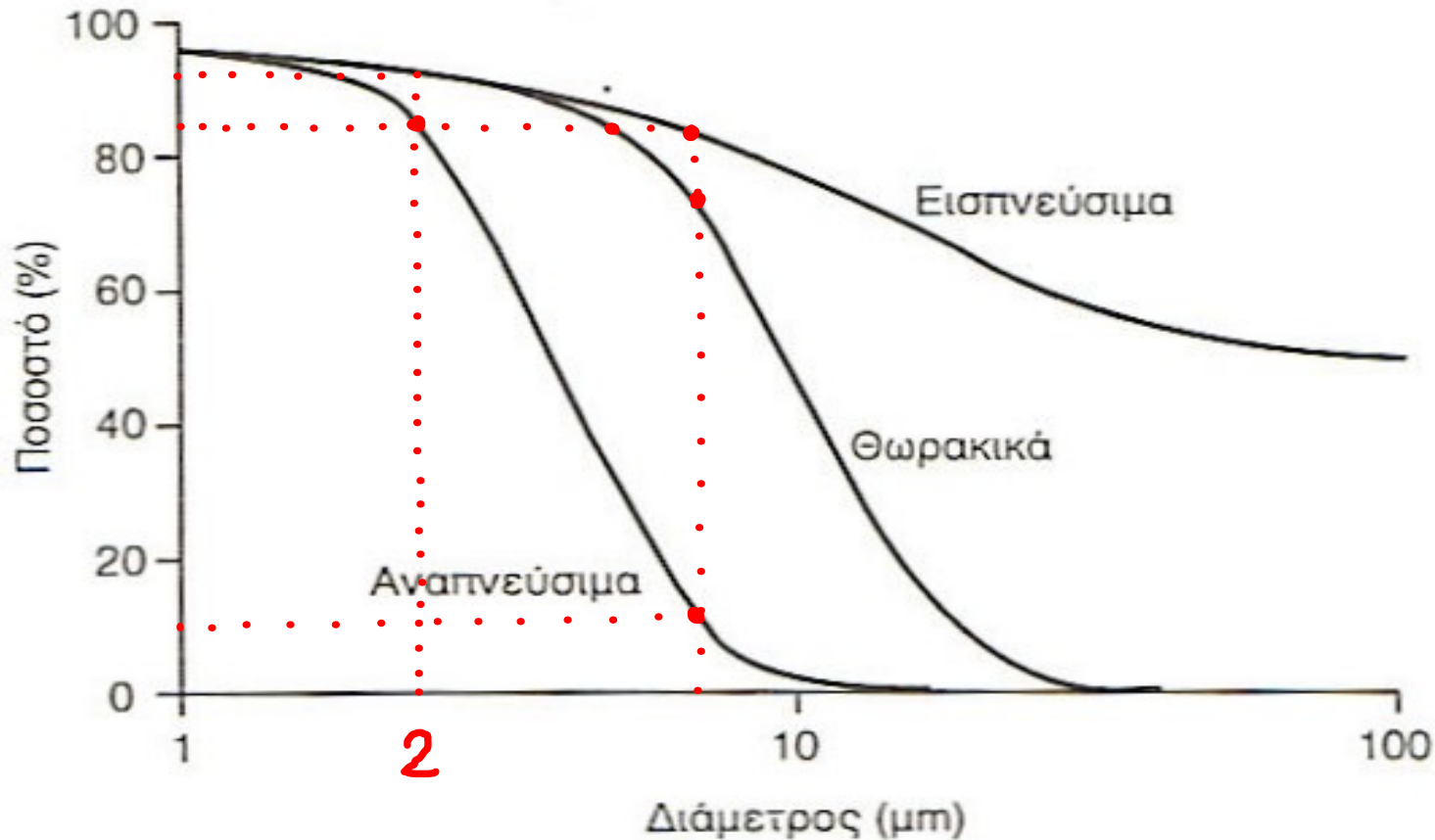
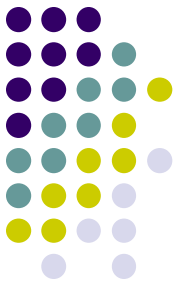
## Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



Σχήμα. Διείσδυση σωματιδίων στο αναπνευστικό σύστημα.

# Ενότητα 2

## Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

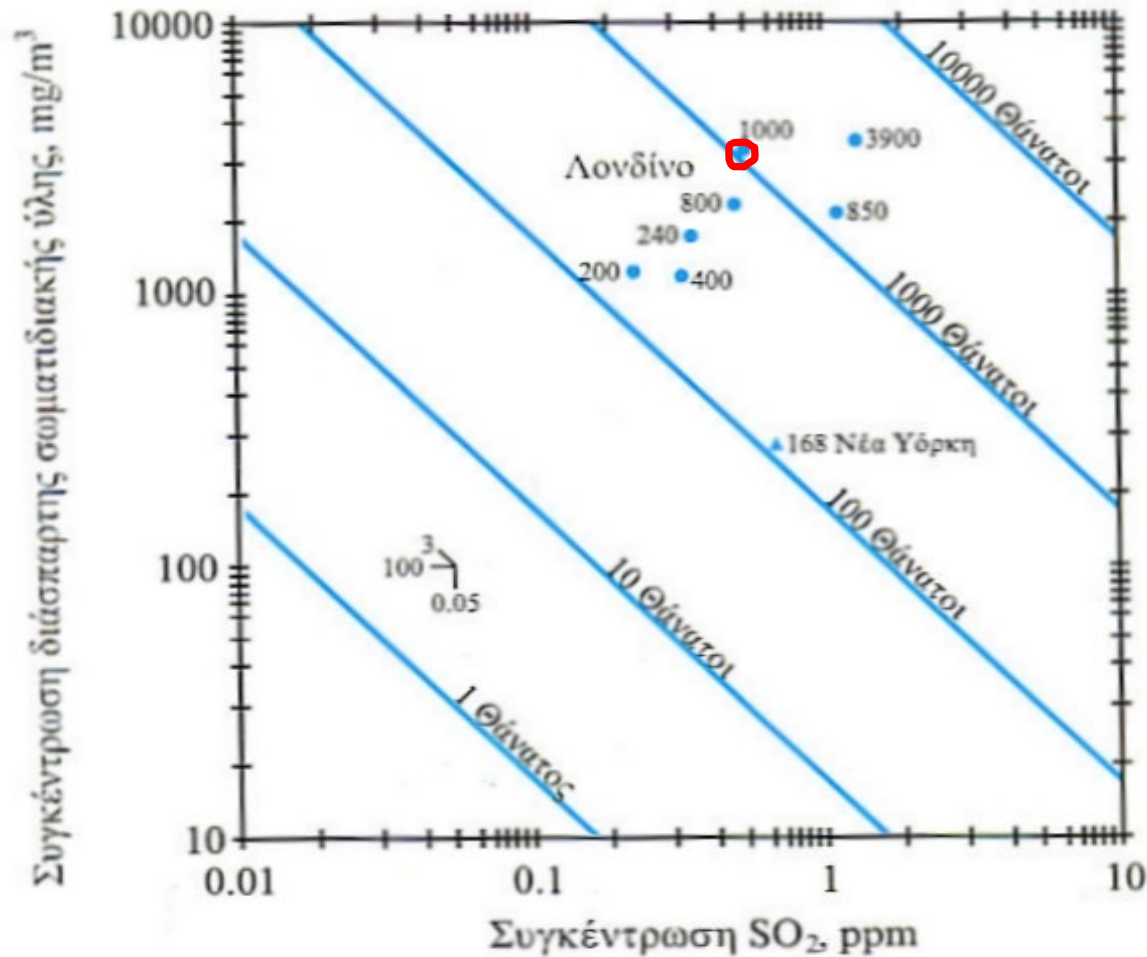
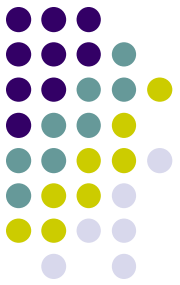


**Σχήμα.** Κατανομή των αιωρούμενων σωματιδίων σε εισπνεύσιμα, θωρακικά και αναπνεύσιμα ανάλογα με το μέγεθός τους.



# Ενότητα 2

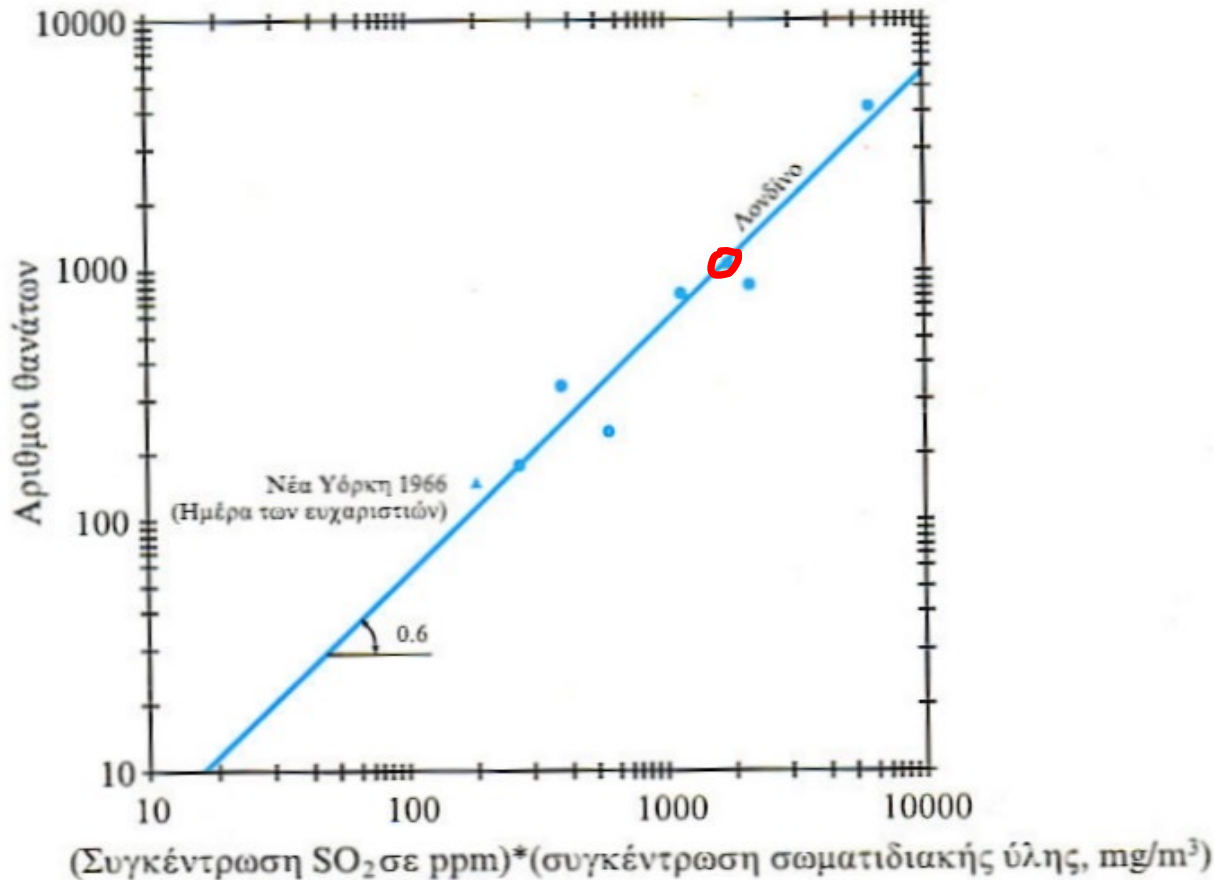
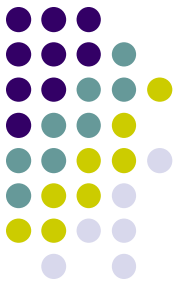
## Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης



**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  $\text{SO}_2$  και αιωρούμενων σωματιδίων.

# Ενότητα 2

## Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

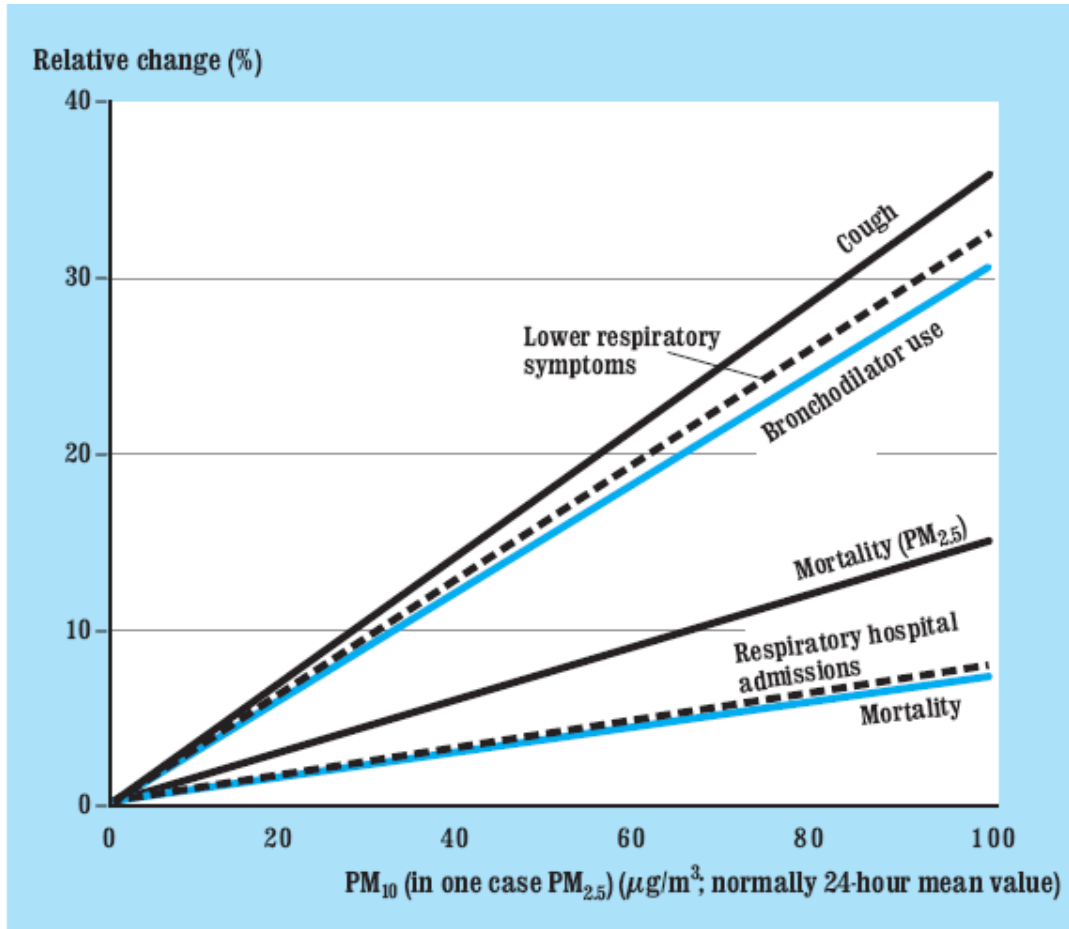
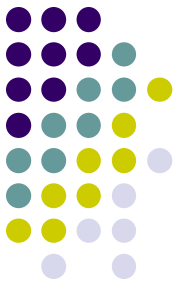


FIGURE 3.1. Link between particles in ambient air and effects on health. Dose response link at exposures below 20 μg/m<sup>3</sup> is however uncertain. (WHO. Air Quality Guidelines for Europe. 2nd edition, 2000)

# Ενότητα 2

## Επιδράσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

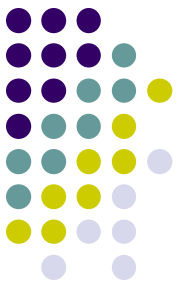


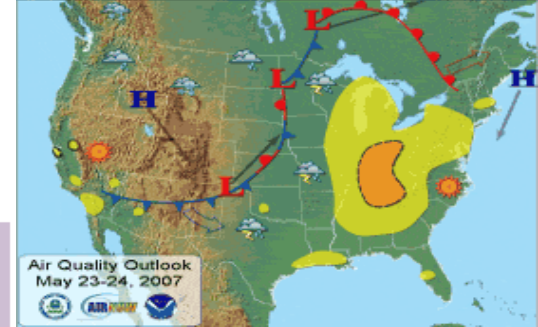
TABLE 3.5. Link between hospital admissions due to respiratory disease and measured ozone levels, according to epidemiological studies. (WHO, 2000)

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%

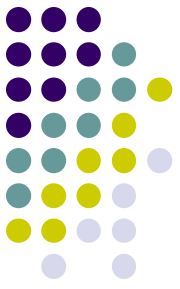
# Air Quality Index

## POLLUTANT SPECIFIC CAUTIONARY STATEMENTS

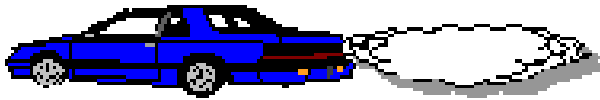
Health Categories	Ozone	Very Small Particles PM2.5	Small Particles PM10	Carbon Monoxide (CO)
<b>VERY UNHEALTHY (201 TO 300)</b>	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should avoid all outdoor exertion (participation in strenuous sports activities or exercise); 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.
<b>UNHEALTHY (151 TO 200)</b>	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.
<b>UNHEALTHY FOR SENSITIVE GROUPS (101 TO 150)</b>	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.
<b>MODERATE (51 TO 100)</b>	Unusually sensitive people should consider limiting prolonged outdoor exertion.	None	None	None
<b>GOOD (0 TO 50)</b>	None	None	None	None



# Βήματα για τον υπολογισμό των ωφελειών στην υγεία



Baseline gasoline composition and changes to composition



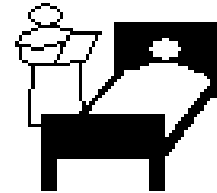
Combustion of gasoline in vehicles and subsequent changes in exhaust emissions

Changes in ambient air concentrations of pollutants



Changes in human exposure

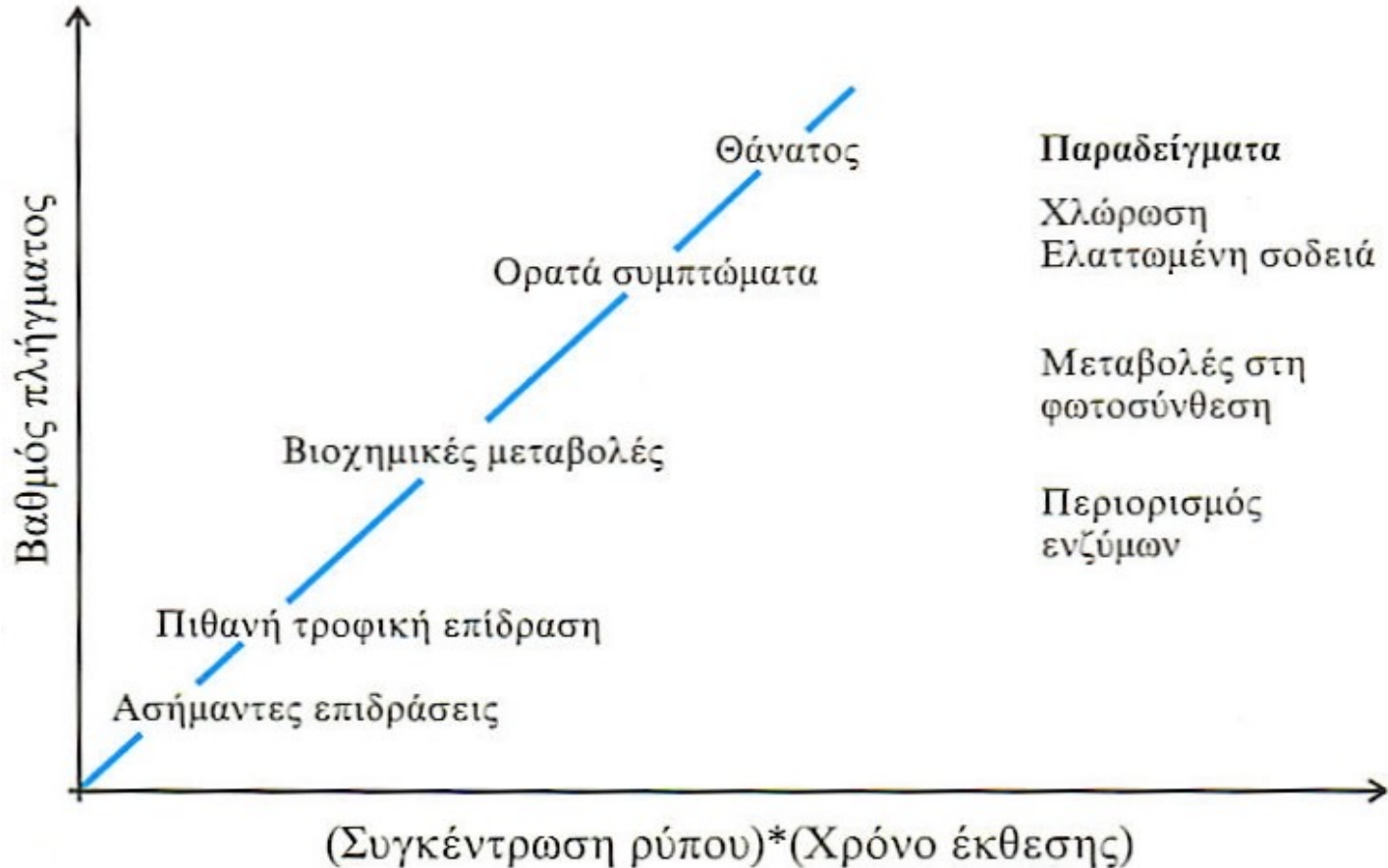
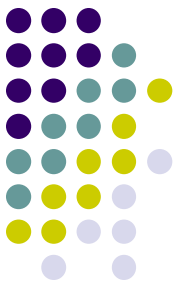
Changes in health effects



Value of health benefits

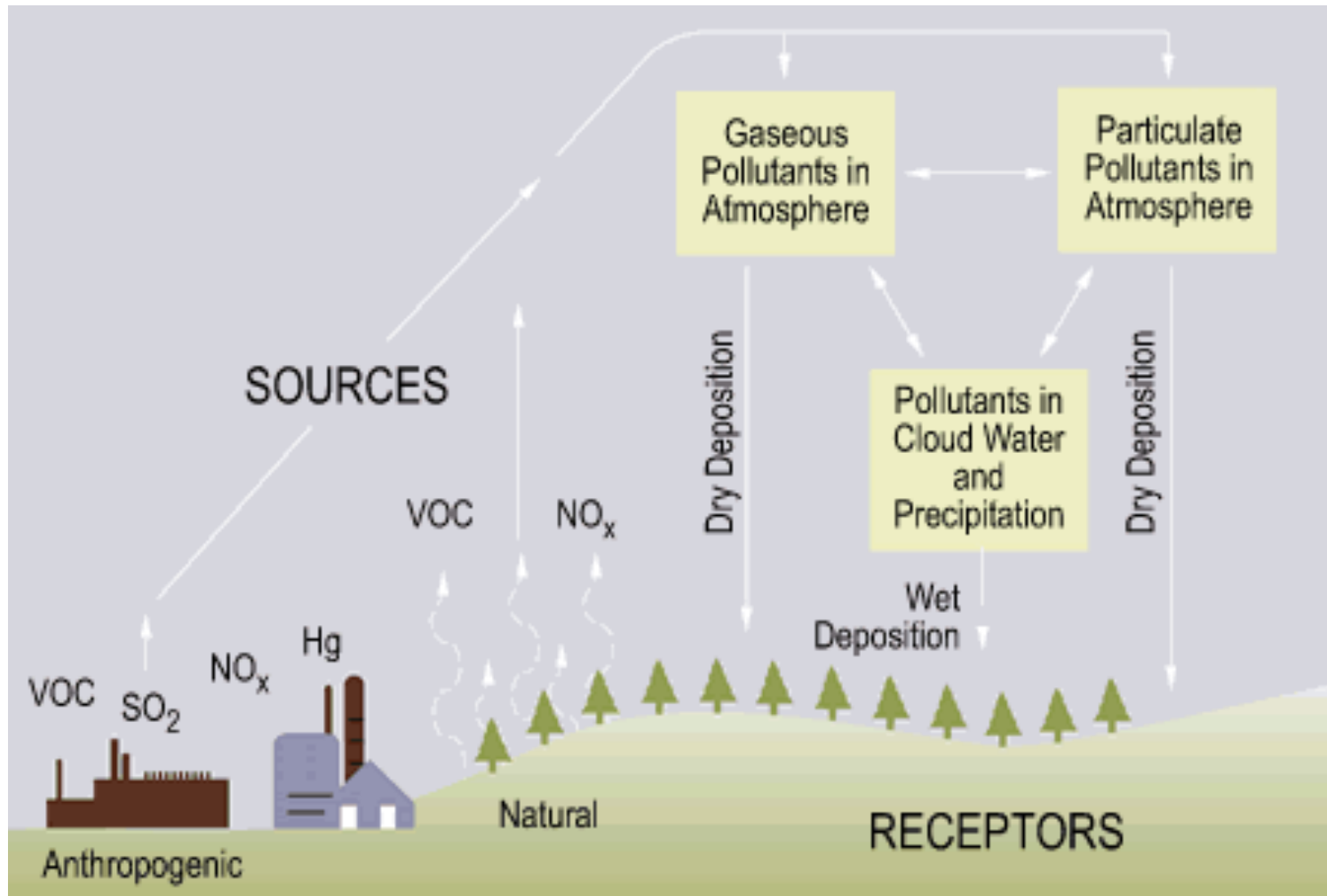
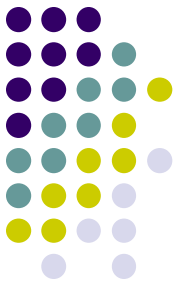
# Ενότητα 2

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



# Ενότητα 2

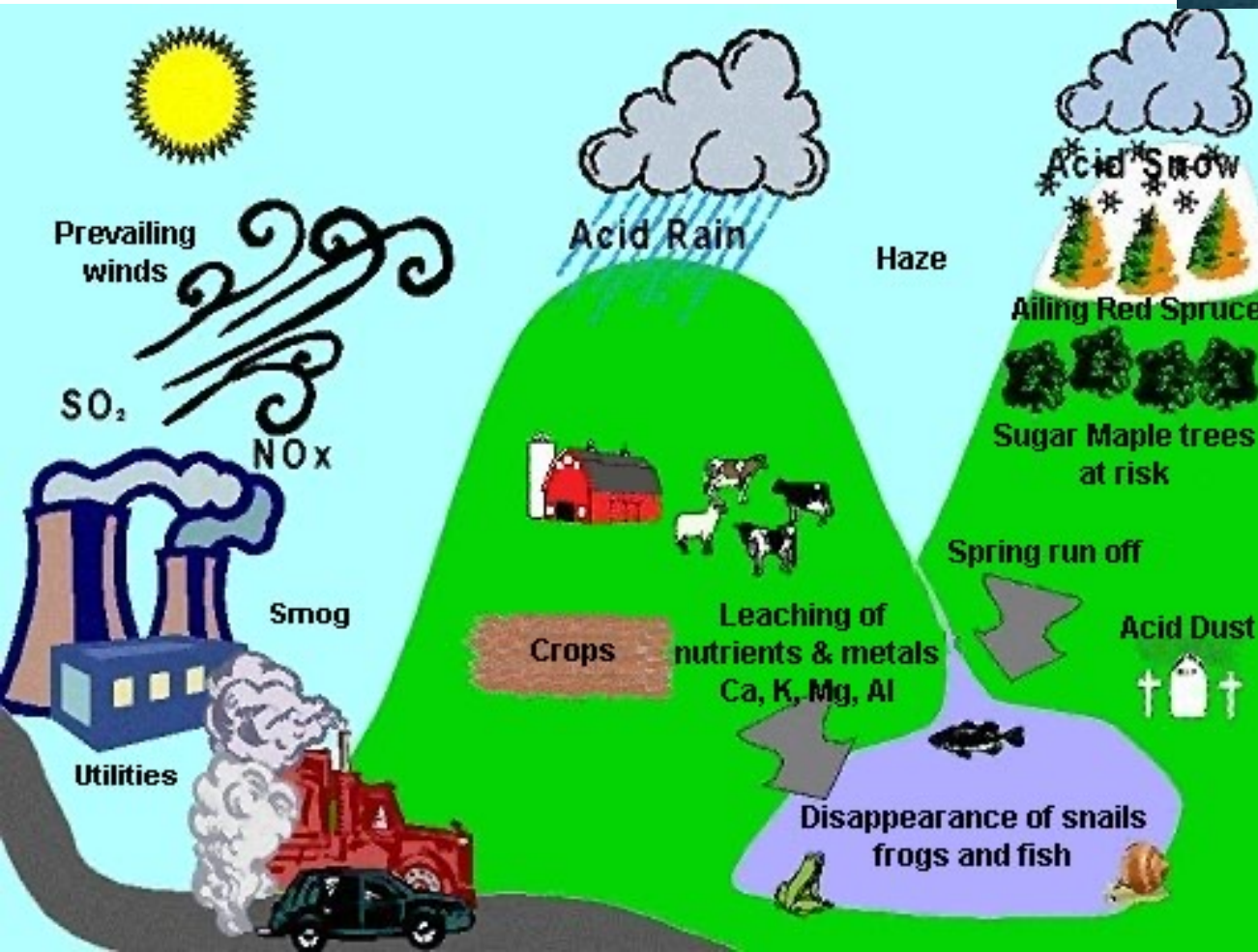
## Αναπαράσταση του μηχανισμού δημιουργίας της όξινης βροχής





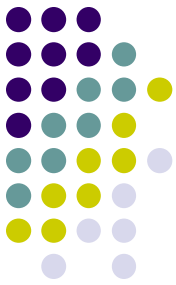
# Ενότητα 2

Αναπαράσταση του μηχανισμού δημιουργίας της όξινης βροχής



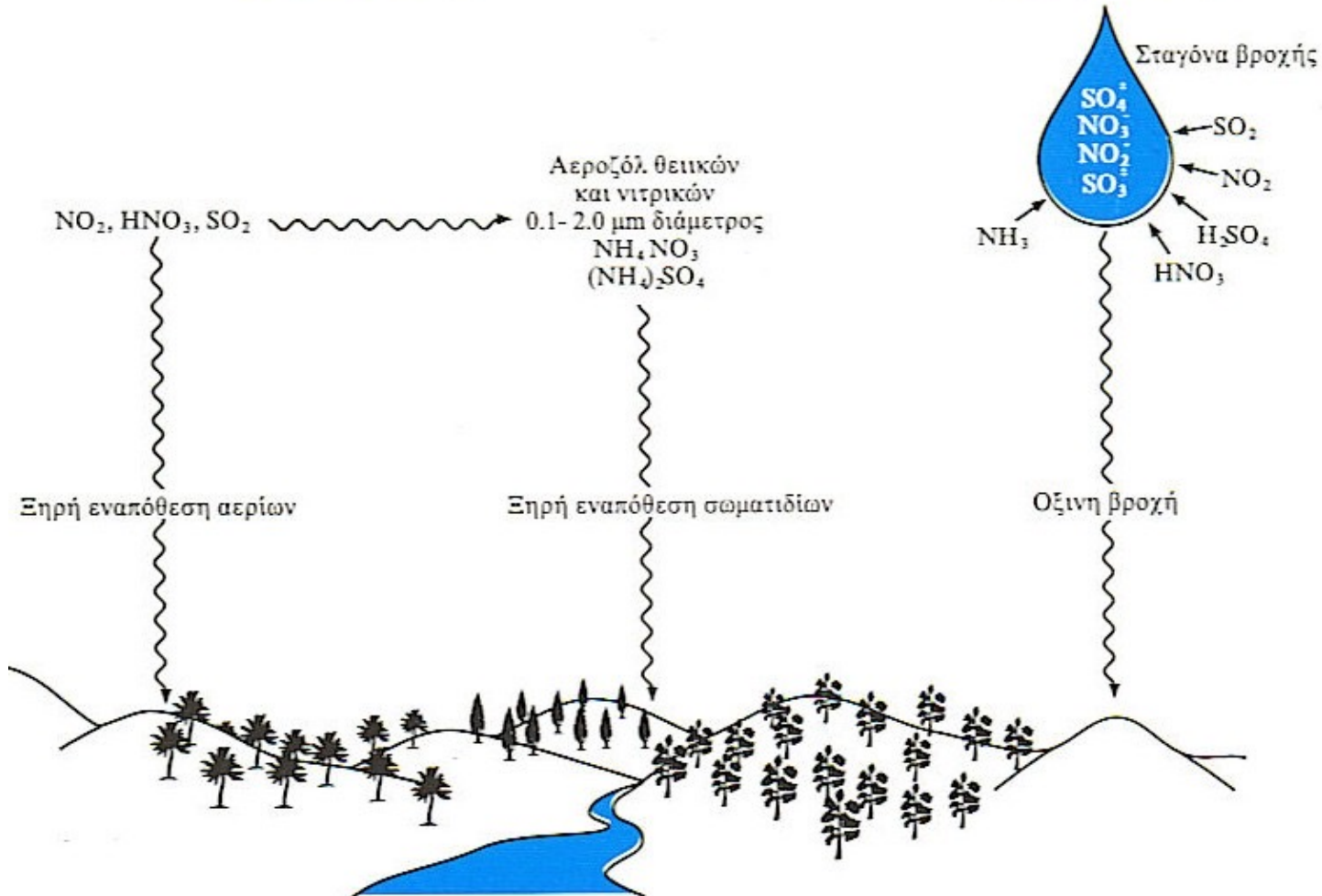
# Ενότητα 2

## Αναπαράσταση του μηχανισμού δημιουργίας της όξινης βροχής



ΞΗΡΗ ΕΝΑΠΟΘΕΣΗ

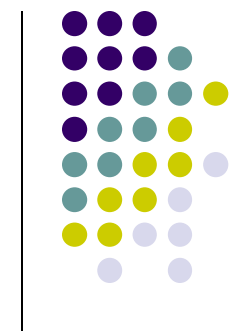
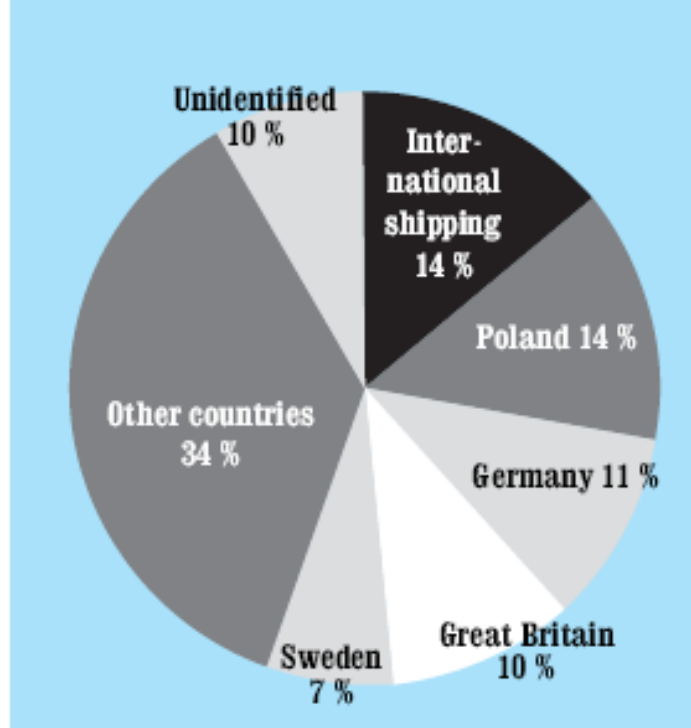
ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ



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

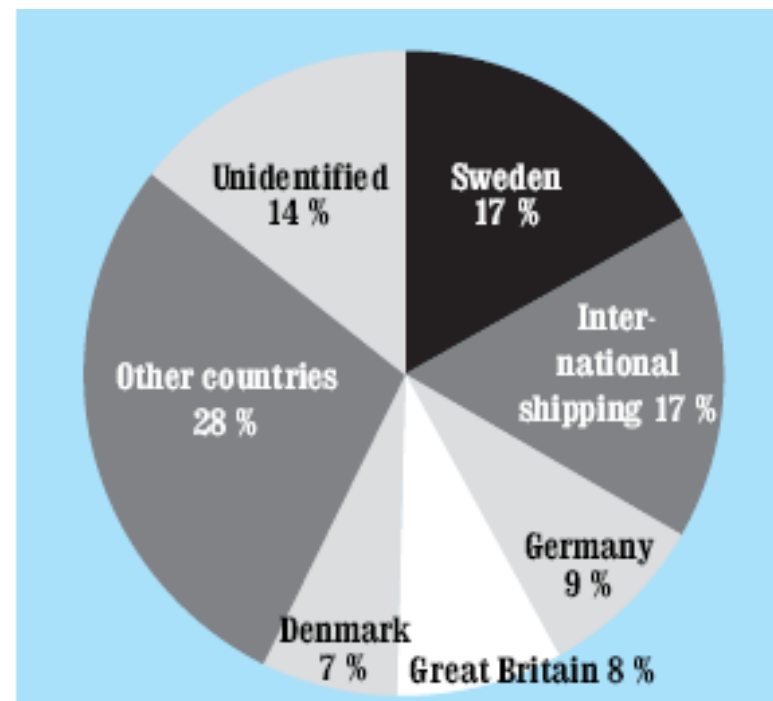
**SULPHUR DIOXIDE  
(1998, thousands of tonnes)**

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



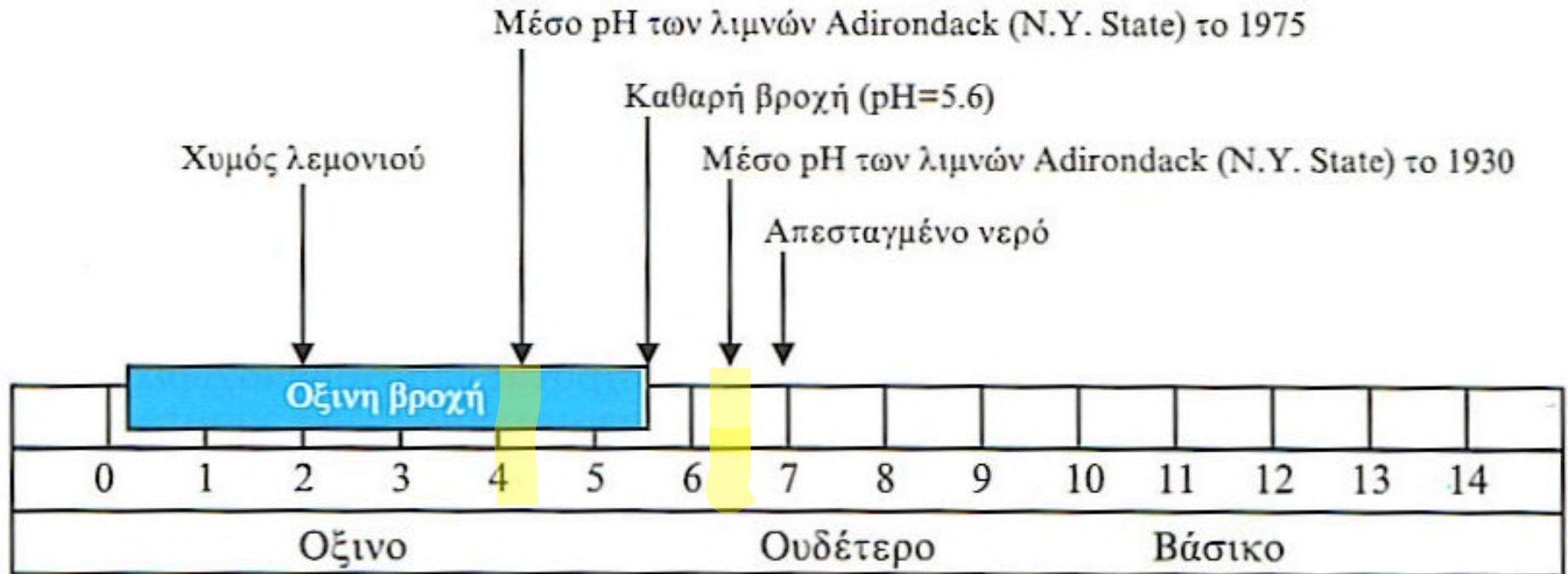
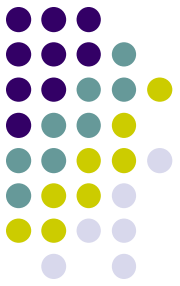
**NITROGEN OXIDES  
(1998, thousands of tonnes)**

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



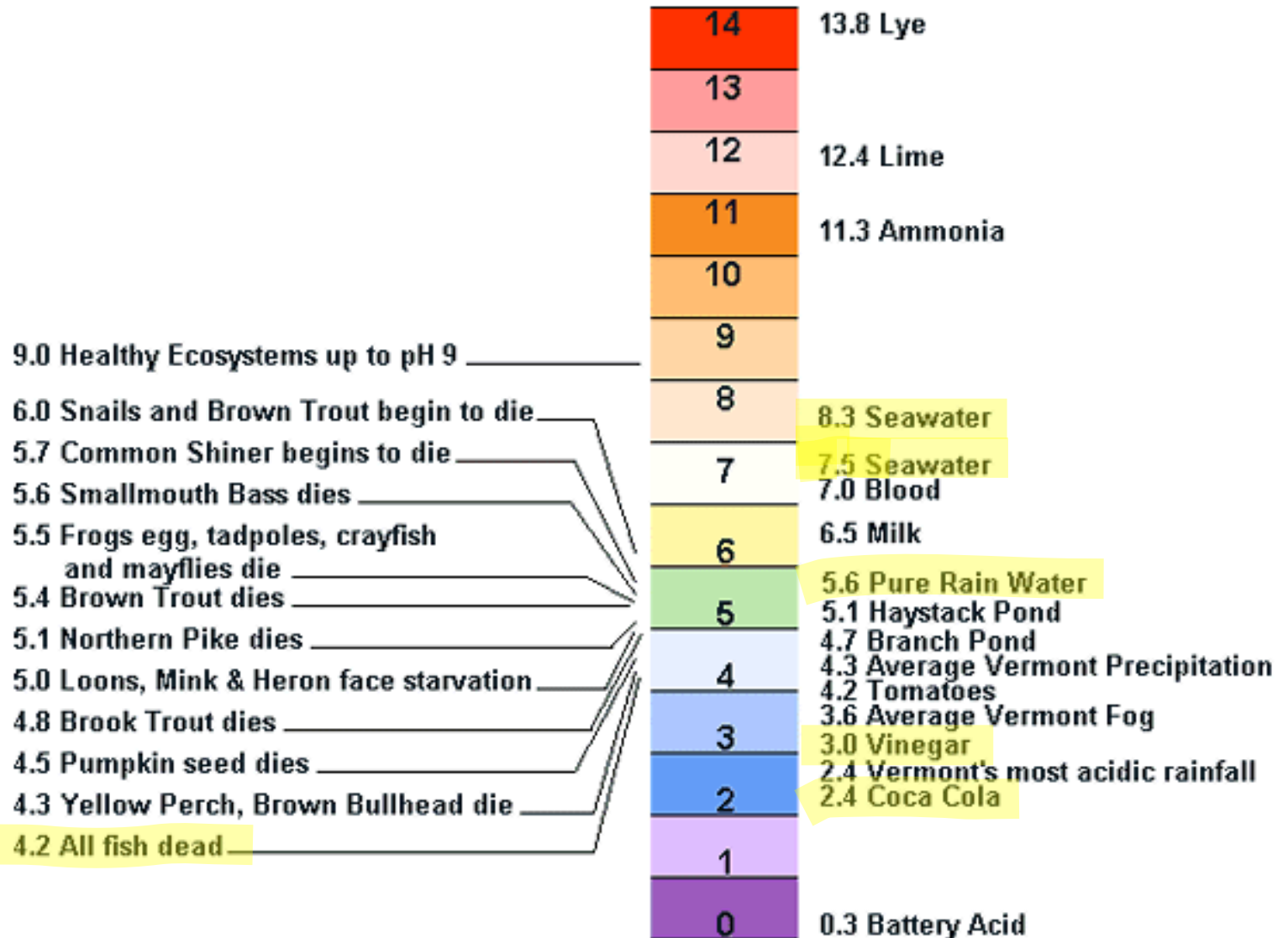
# Ενότητα 2

## Συγκριτική κλίμακα του pH



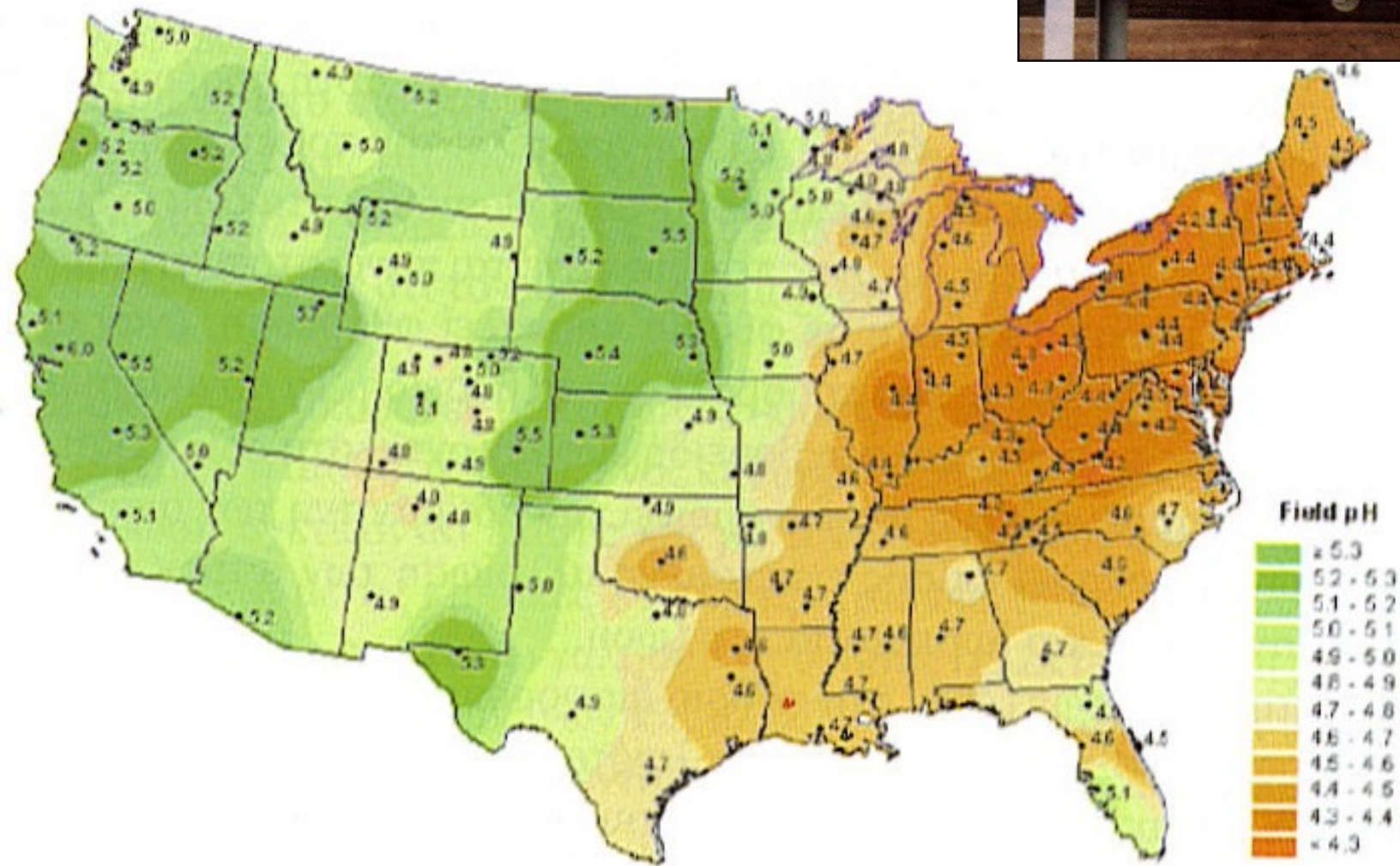
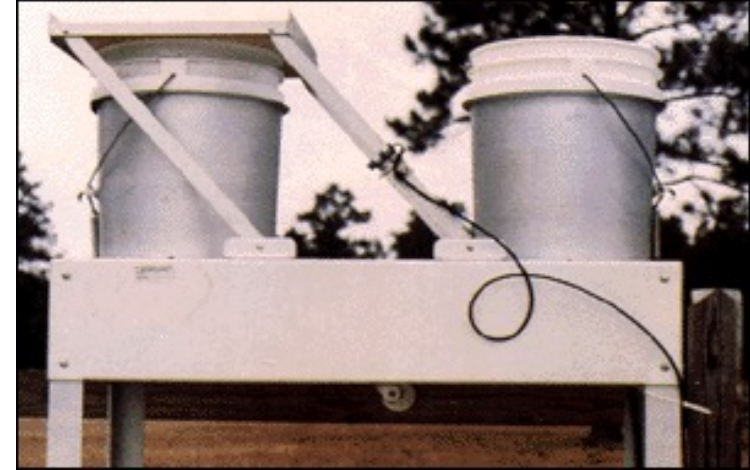
# Ενότητα 2

## Συγκριτική κλίμακα του pH



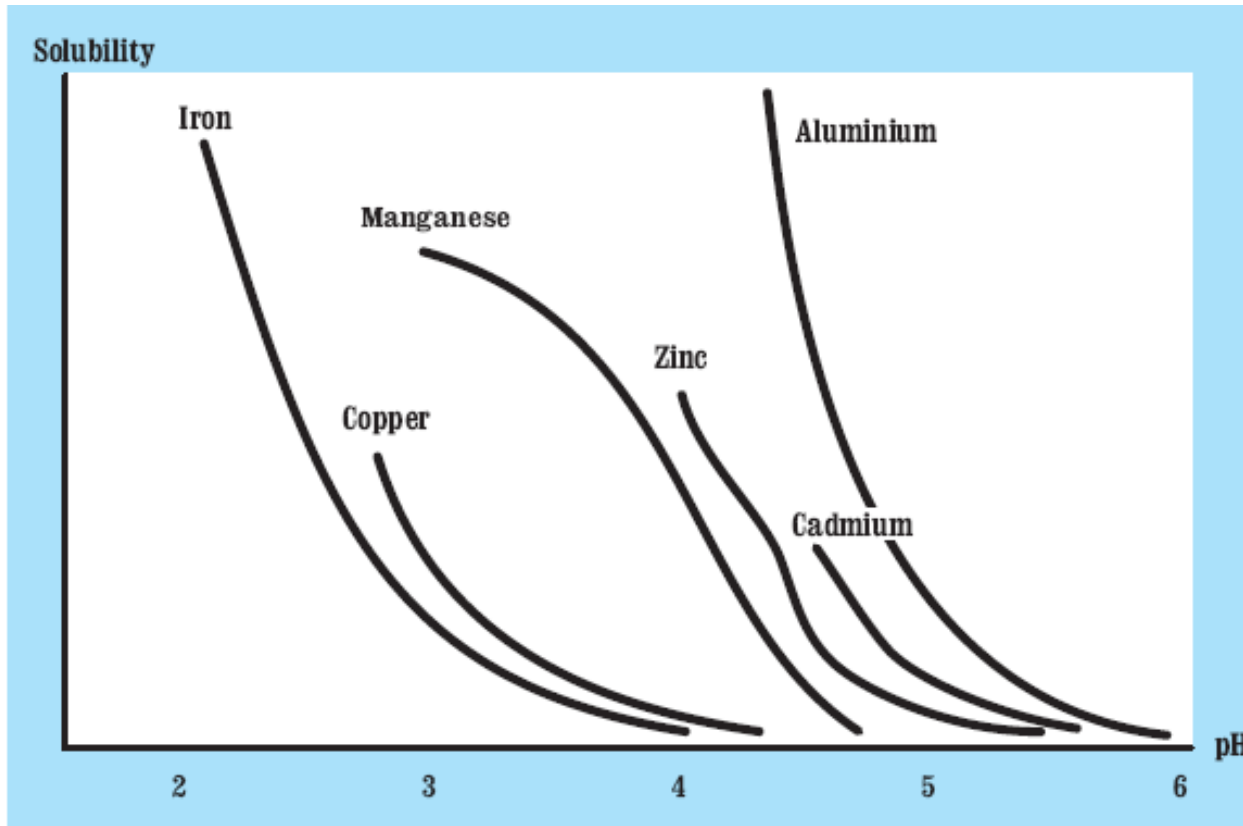
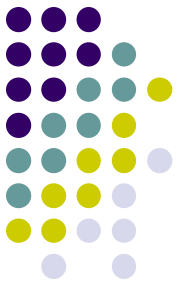
# Ενότητα 2

Όξινη ξηρή και υγρή εναπόθεση στις ΗΠΑ



# Ενότητα 2

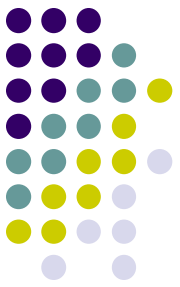
## Απελευθέρωση μετάλλων εδάφους λόγω όξινης βροχής



**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

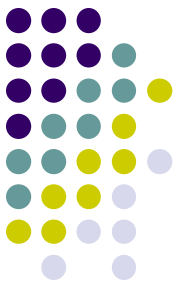
Αποτέλεσμα της όξινης βροχής σε δάσος της ΒΔ Καρολίνας, ΗΠΑ

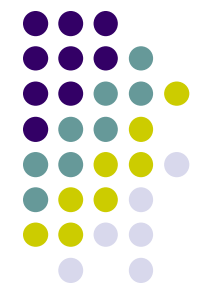
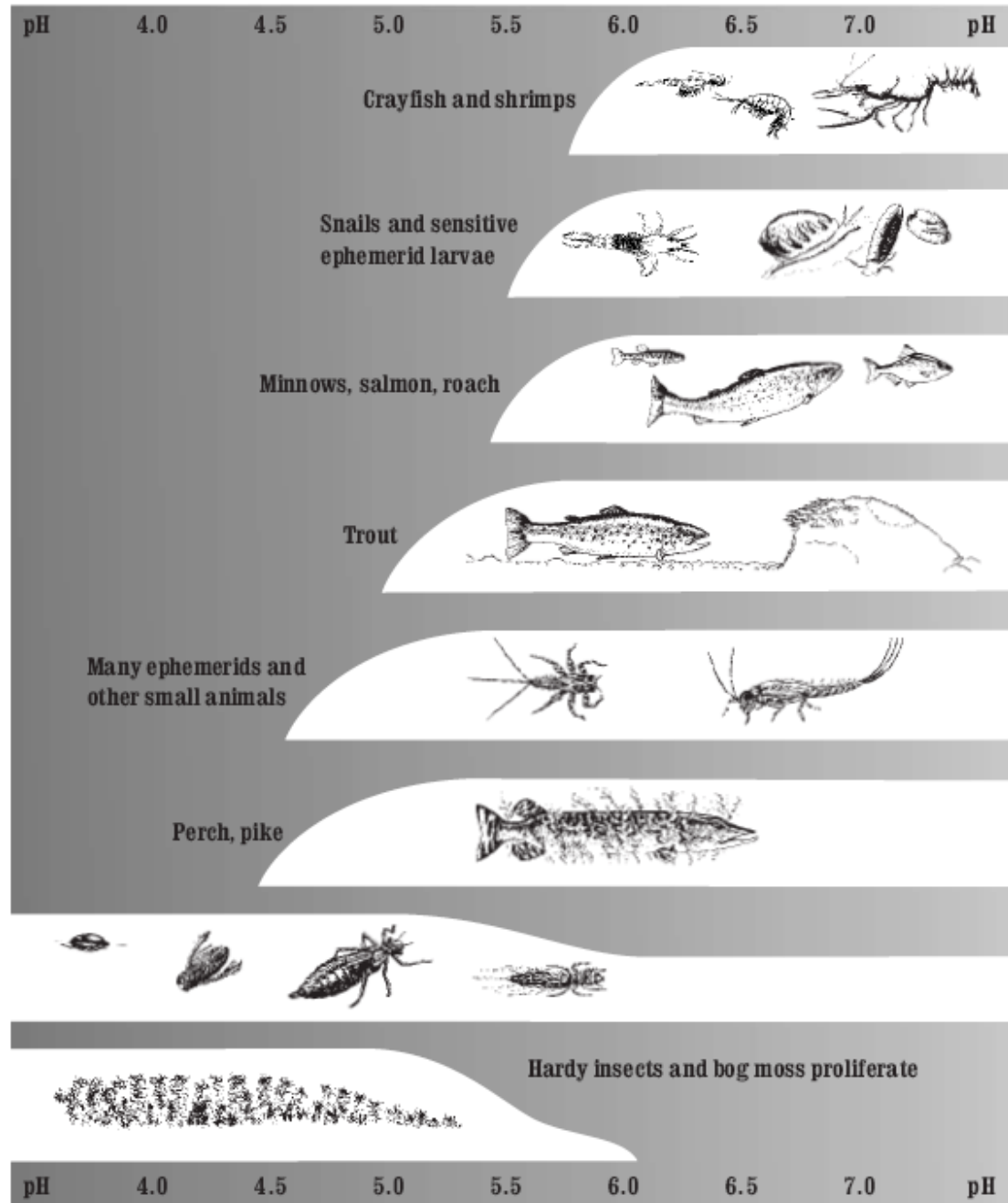




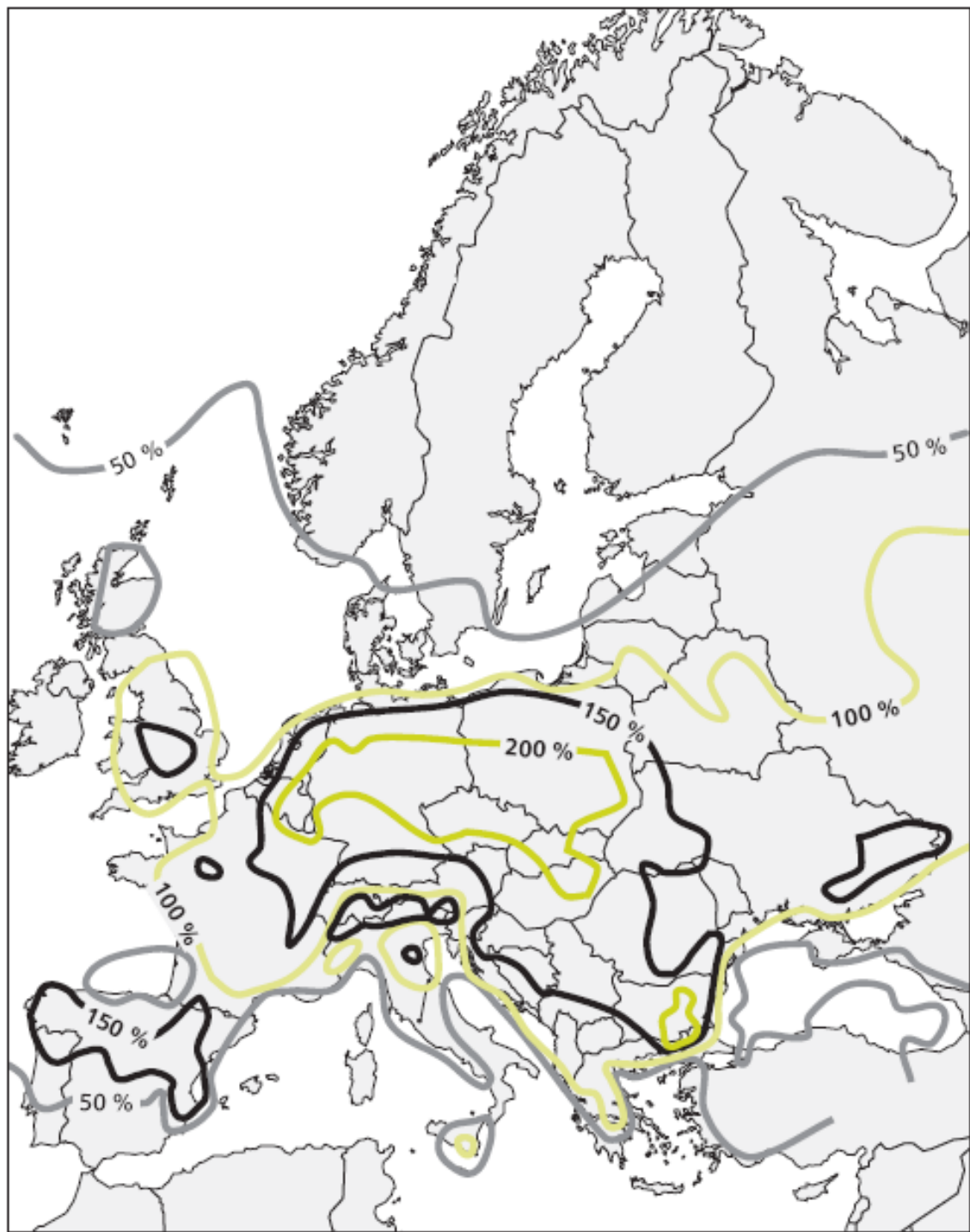
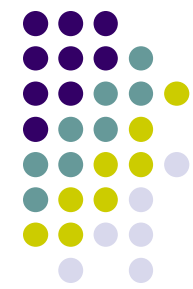
# Ενότητα 2

Αποτέλεσμα της όξινης βροχής σε δάσος ελάτων της Βαυαρίας





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



**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

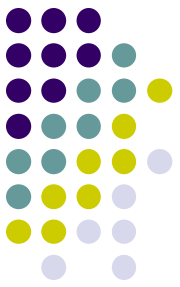


Πίνακας . Εθνικά Όρια Ποιότητας της Ατμόσφαιρας του Περιβάλλοντος (NAAQSs)<sup>a</sup>

Ρύπος	Μέσος Χρόνος	Οριακή Τιμή και Είδος <sup>b</sup>	
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 <sup>c</sup>	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 <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub>	Ετήσια μέση αριθμητική τιμή	0.053 ppm (P&S)	100 $\Rightarrow$
O <sub>3</sub> <sup>d</sup>	Μέσος όρος 1-ώρας	0.12 ppm (P&S)	235 $\Rightarrow$
O <sub>3</sub> <sup>c, d</sup>	Μέγιστη τιμή 8-ώρου	0.08 ppm (P&S)	156 $\Rightarrow$

# Ενότητα 2

## Όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας για το SO<sub>2</sub>



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

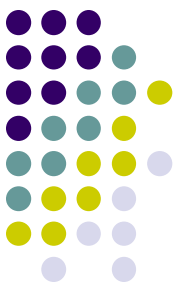
## Εθνικά όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας για το SO<sub>2</sub> (μg/m<sup>3</sup>)



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 <sup>3</sup>	
ΕΛΛΑΔΑ <sup>1</sup> ΕΟΚ <sup>2</sup>	120			Διάμεσος των ημερήσιων μέσων τιμών όταν η ετήσια διάμεσος των ημερήσιων μέσων τιμών των αιωρούμενων σωματιδίων είναι <40 μg/m <sup>3</sup>	
	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 <sup>3</sup>	
	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 <sup>3</sup>	
	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 <sup>3</sup>
				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 <sup>3</sup>
Κατευθυντήριες τιμές	40 έως 60			Αριθμητικός μέσος όρος ημερήσιων μέσων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους	
ΕΛΛΑΔΑ <sup>1</sup> ΕΟΚ <sup>2</sup>			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 <sup>3</sup>	
ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΥΓΕΙΑΣ (Π.Ο.Υ.) <sup>3</sup>			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 <sup>3</sup> 2) Μέθοδος αναρρόφησης μεγάλου όγκου αέρα: 120 μg/m <sup>3</sup> 3) Μέθοδος με διαχωρισμό αναπνεύσιμων σωματιδίων: 70 μg/m <sup>3</sup>	

# 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

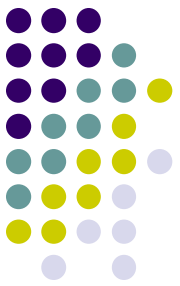
## Εθνικά όρια ποιότητας ατμόσφαιρας για αιωρούμενα σωματίδια ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΑ ή ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ - ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ			ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ/ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	ΕΤΟΣ 1	ΜΗΝΕΣ 6	ΩΡΕΣ 24	
ΕΛΛΑΔΑ <sup>1</sup> ΕΟΚ <sup>2</sup>	Οριακές τιμές	80		ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΥΡΟΥ ΚΑΠΝΟΥ 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
Ε.Ο.Κ. <sup>2</sup>	Οριακές τιμές	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)
ΕΛΛΑΔΑ <sup>1</sup> ΕΟΚ <sup>2</sup>	Κατευθυντήριες τιμές	40 - 60		ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΥΡΟΥ ΚΑΠΝΟΥ Αριθμητικός μέσος όρος ημερήσιων τιμών που λαμβάνονται στη διάρκεια του έτους
			100 - 150	Ημερήσια μέση τιμή
ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΥΓΕΙΑΣ (Π.Ο.Υ.) <sup>3</sup>	Κατευθυντήριες τιμές	40		ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΑΥΡΟΥ ΚΑΠΝΟΥ 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 NO<sub>2</sub>



	1-hour mean value	Annual mean value
WHO target value (WHO 2000)	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (health) 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (vegetation; NO+NO <sub>2</sub> )
EU limit value, applies from 2010 (A)	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (B)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (health) (C) 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (vegetation; NO+NO <sub>2</sub> ) (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 NO<sub>2</sub> (μg/m<sup>3</sup>)



ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΑ ή ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ - ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	ΕΤΟΣ 1	ΩΡΕΣ 24 1	
Οριακή τιμή ΕΛΛΑΔΑ <sup>1</sup> -ΕΟΚ <sup>2</sup>		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 <sup>1</sup> ΕΟΚ <sup>2</sup>	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.) <sup>3,4</sup>		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

# Ενότητα 2

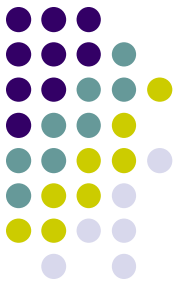
## Εθνικά όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας για τον μόλυβδο ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΑ ή ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ - ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
	ΕΤΟΣ 1	
<u>Οριακή τιμή</u> ΕΛΛΑΔΑ <sup>1</sup> -Ε.Ο.Κ. <sup>2</sup>	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>Καταθυντήριες τιμές</u> ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΥΓΕΙΑΣ (Π.Ο.Υ.) <sup>3</sup>	0.5 - 1	Μέση ετήσια τιμή συγκέντρωσης

# Ενότητα 2

## Όρια ποιότητας της ατμόσφαιρας για το Βενζένιο



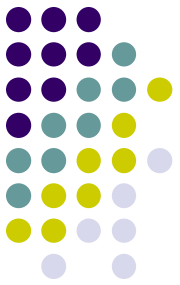
	Annual mean value
EU limit value, applies from 2010 (A)	5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Low risk level (B)	1.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Current levels, urban environment, Europe	1–10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ background level 20–50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ roadside

(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 SO<sub>2</sub> από σταθερές πηγές



Χώρα	Πηγή	Όριο εκπομπής	Παρατ.
Δανία	Εργοστάσια θειώδους πολτού (νέα)	10 kg/ton πολτού	-
	Εργοστάσια θειώδους πολτού (υπάρχοντα)	20 kg/ton πολτού	-
	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 <sup>3</sup>	-
	Καύση φυσικού αερίου	50.0 mg/m <sup>3</sup>	-
	Καύση φωταερίου	100.0 mg/m <sup>3</sup>	-
	Χυτήρια μη σιδηρούχων	3000.0 mg/m <sup>3</sup>	-
	Εργοστάσιο θειικού οξέος (100%)	1500.0 mg/m <sup>3</sup>	-
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, ψευδαργύρου	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 <sup>3</sup>	-
	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 πολτού (νέες)	10.0 kg/ton πολτού	-
	Εγκαταστάσεις θειώδους πολτού (υπάρχουσες)	20.0 kg/ton πολτού	-
	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 <sup>3</sup>	2, 3
	Αναγέννηση υγρών καταλυτών	50 mg/m <sup>3</sup>	2
	Τσιμεντοβιομηχανίες	0,30 pound/ton πρώτης ύλης	-
	Εργοστάσια ασφάλτου	70 mg/m <sup>3</sup>	2, 3
	Χυτήρια μολύβδου	50 mg/m <sup>3</sup>	-
	Καύση απορριμμάτων	80 mg/m <sup>3</sup>	4
	Καύση υλούς βιολογικού καθαρισμού	70 mg/m <sup>3</sup>	2, 5
Γερμανία	Καύση στερεών καυσίμων	300 mg/m <sup>3</sup>	-
	Καύση απορριμμάτων	100 mg/m <sup>3</sup>	6
	Παραγωγή σκυροδέματος	100 mg/m <sup>3</sup>	-
	Τήξη γυαλιού	150 mg/m <sup>3</sup>	-
	Τσιμεντοβιομηχανίες που εκπέμπουν σκόνη υψηλής ειδικής αντίστασης	150 mg/m <sup>3</sup>	-
	Τσιμεντοβιομηχανίες που εκπέμπουν σκόνη χαμηλής ειδικής αντίστασης	120 mg/m <sup>3</sup>	-
	Τσιμεντοβιομηχανίες χωρίς ηλεκτροφίλτρα	75 mg/m <sup>3</sup>	-
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 <sup>3</sup>	2, 7
	Χυτήρια χαλκού (νέα)	2 kg/ton προϊόντος	8
	Χυτήρια χαλκού (υπάρχοντα)	4 kg/ton	-
Ελλάδα	Παλιές εγκαταστάσεις	150 mg/m <sup>3</sup>	-
	Νέες εγκαταστάσεις	100 mg/m <sup>3</sup>	-
	Τσιμεντοβιομηχανίες (παλιές)	150 mg/m <sup>3</sup>	10
	Τσιμεντοβιομηχανίες νέες	100 mg/m <sup>3</sup>	10



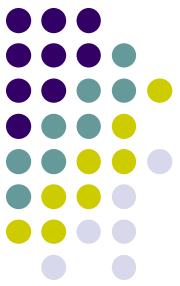
# Ενότητα 2

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

Ουσία	ppm <sup>a</sup>	Ουσία	ppm <sup>a</sup>
Αιθανολαμίνη	3	2-Εξανόνη	100
Αιθανόλη	1000	Ισοκυανικός μεθυλεστήρ	0,02
Αιθυλαιθέρας	400	Ιώδιο <sup>β</sup>	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 <sup>β</sup>	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 <sup>β</sup>	50



# Ενότητα 2



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

	ΜΑΚ (mg/m <sup>3</sup> )	TLV (mg/m <sup>3</sup> )*
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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (κάπνα)	0,1	0,05
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (σκόνη)	0,5	0,05
ZnCl <sub>2</sub> (κάπνα)	-	1



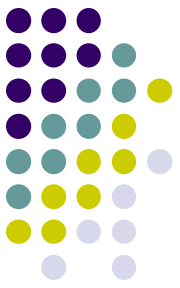
# AIR POLLUTION LEVELS IN AN URBAN-RESIDENTIAL SITE ADJACENT TO INDUSTRIAL ACTIVITIES

Georgios Gaidajis\*

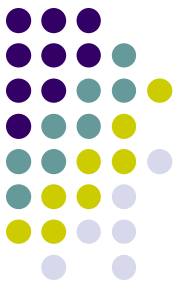
Laboratory of Environmental Management and Industrial Ecology, Department of Production and Management Engineering, Democritus University of Thrace, Xanthi, Greece



# 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 Αιωρούμενα σωματίδια PM2.5	Αναλυτής PM10-PM2.5 κατά EN12341 / EN14907 Ισοδύναμη μέθοδος μέτρησης αιωρούμενων σωματιδίων με οπτική μέθοδο (σκέδαση).
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	Αναλυτής CO κατά EN14626. Μέθοδος μέτρησης CO με NDIR
Οξείδια του αζώτου (NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> )	Αναλυτής NO <sub>x</sub> κατά EN14211. Μέθοδος μέτρησης NO <sub>2</sub> με χημειοφωταύγεια.
Διοξείδιο του θείου (SO <sub>2</sub> ) Υδρόθειο (H <sub>2</sub> S)	Αναλυτής SO <sub>2</sub> / H <sub>2</sub> S κατά EN14212. Μέθοδος μέτρησης SO <sub>2</sub> με υπεριώδη ακτινοβολία.
Όζον (O <sub>3</sub> )	Αναλυτής O <sub>3</sub> κατά EN14625. Μέθοδος μέτρησης O <sub>3</sub> 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 ( $\text{NO}_2$ )

- 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 ( $\text{CO}$ )

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

Διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ )

- 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

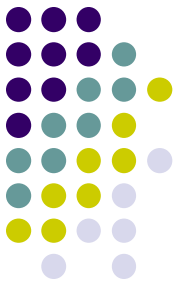
Όζον ( $\text{O}_3$ )

- 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  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

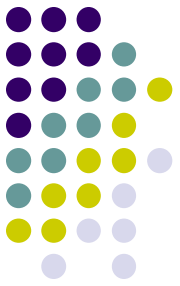
Subset of measurements		NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	O <sub>3</sub>	PM-10	PM-2.5	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S
All measurements (same as Table 2) (100% of data)	Average	2.2	6.7	8.9	0.4	73.4	17.3	12.8	19.4	5.2
	Median	1.2	3.8	5.1	0.4	71.8	16.0	12.0	12.8	3.0
	A/M*	1.8	1.8	1.7	1.0	1.0	1.1	1.0	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.

# Ενότητες Παρουσίασης



- **Ενότητα 1**

Πηγές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (Κεφ. 5)

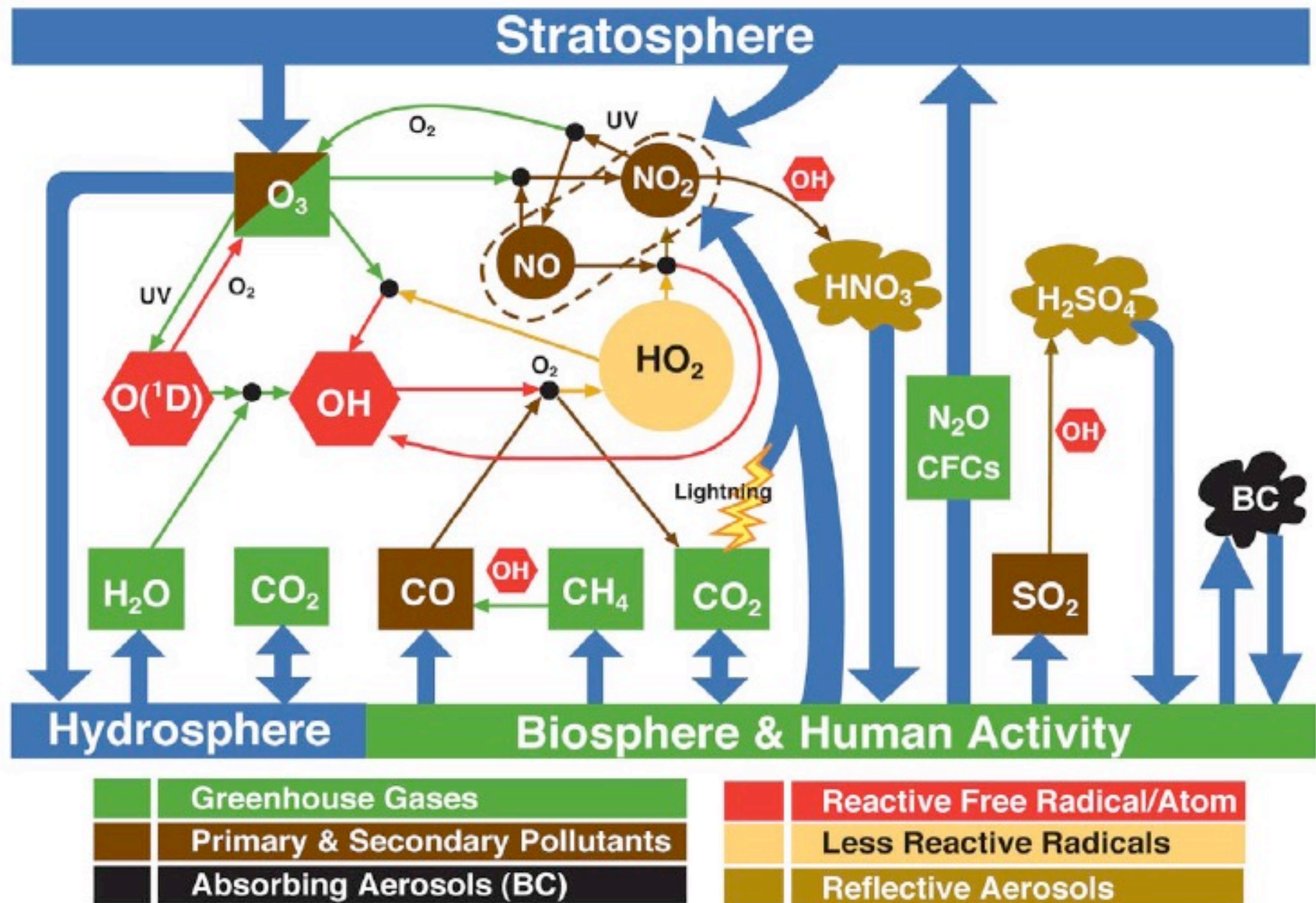
- **Ενότητα 2**

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

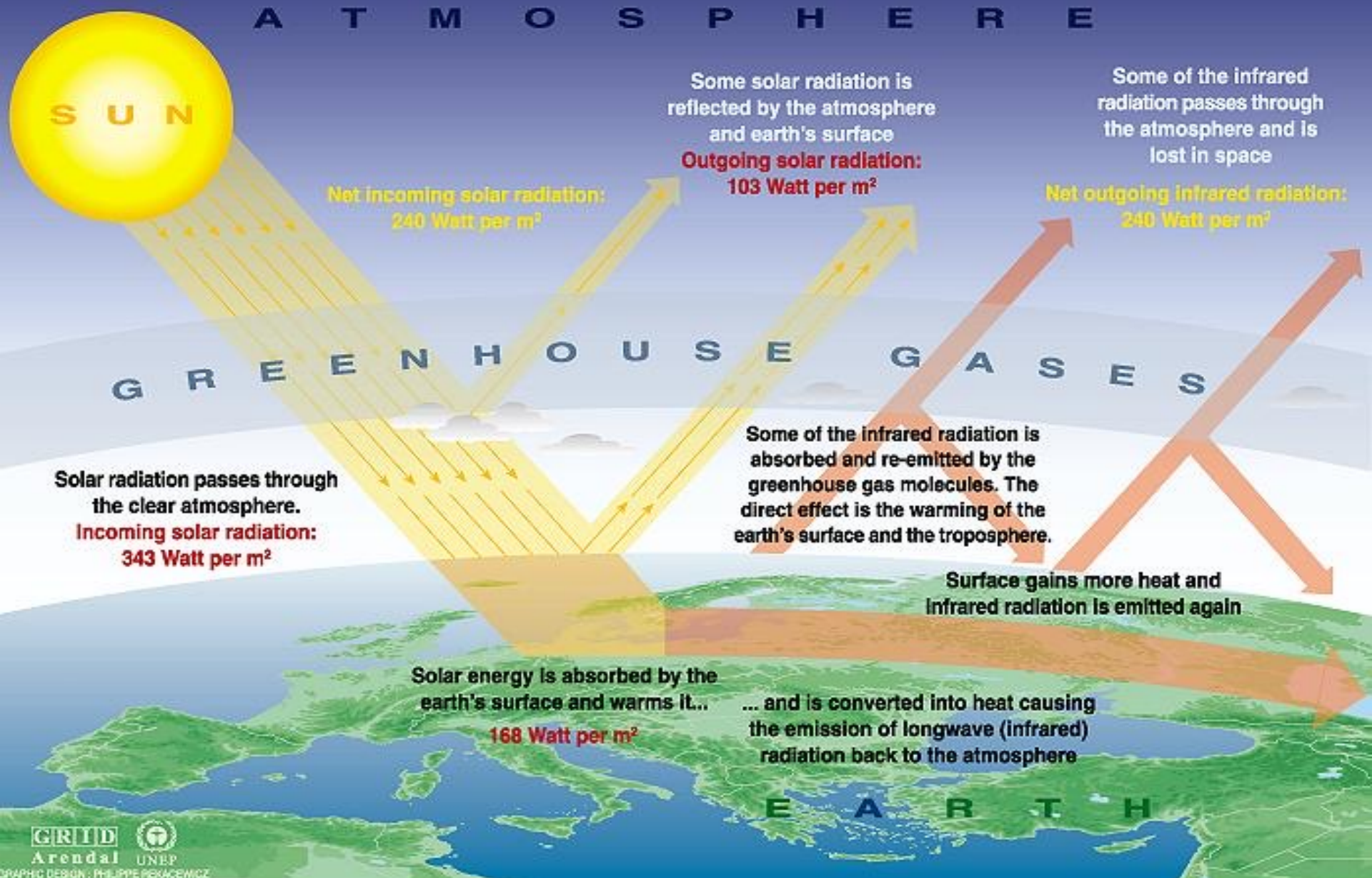
- **Ενότητα 3**

Μακροχρόνιες και μεγάλης κλίμακας επιδράσεις της  
ατμοσφαιρικής ρύπανσης στον πλανήτη

# Interactions Between Air Pollution and Climate

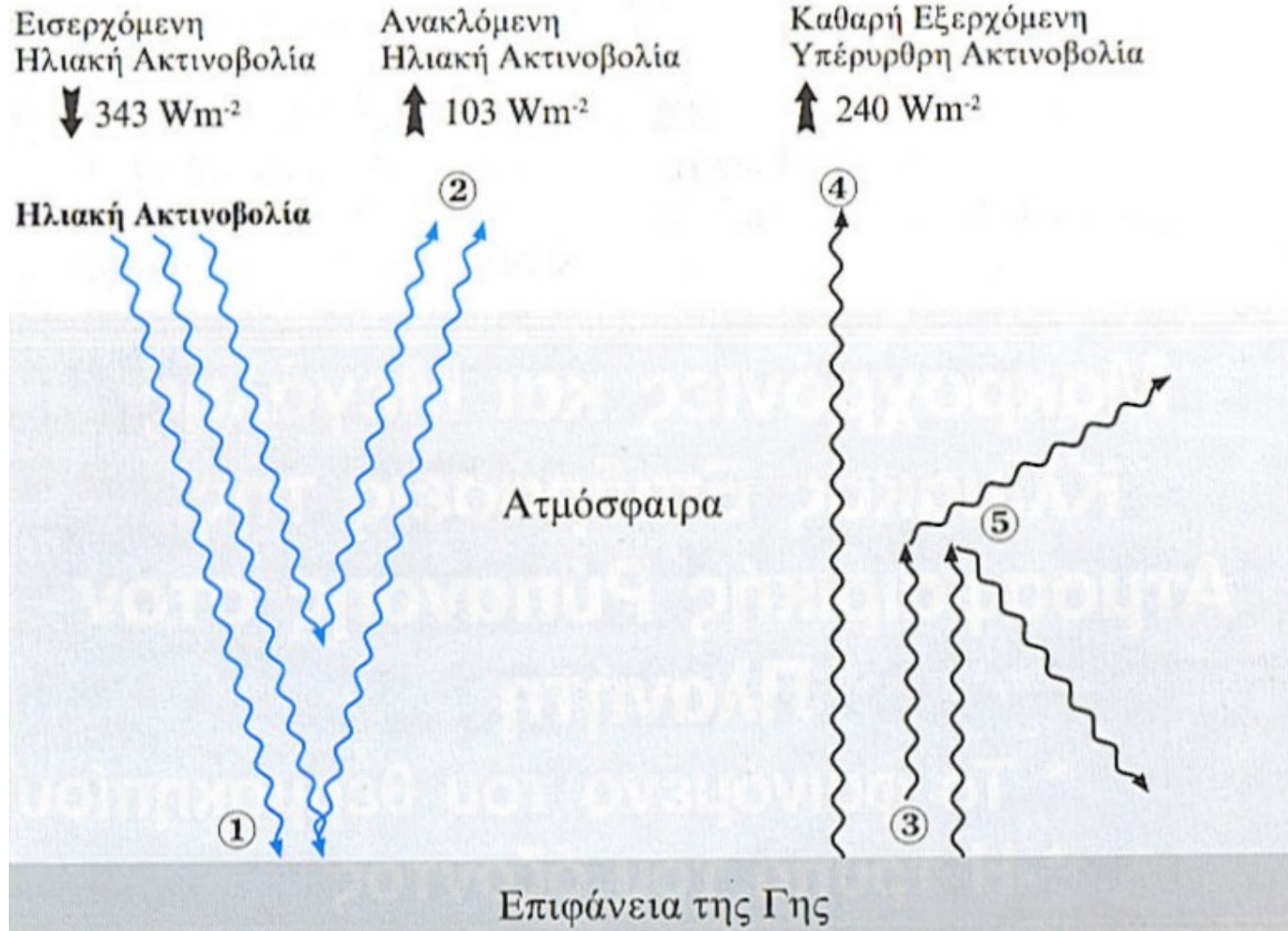
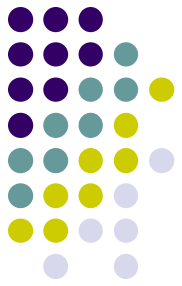


# The Greenhouse effect

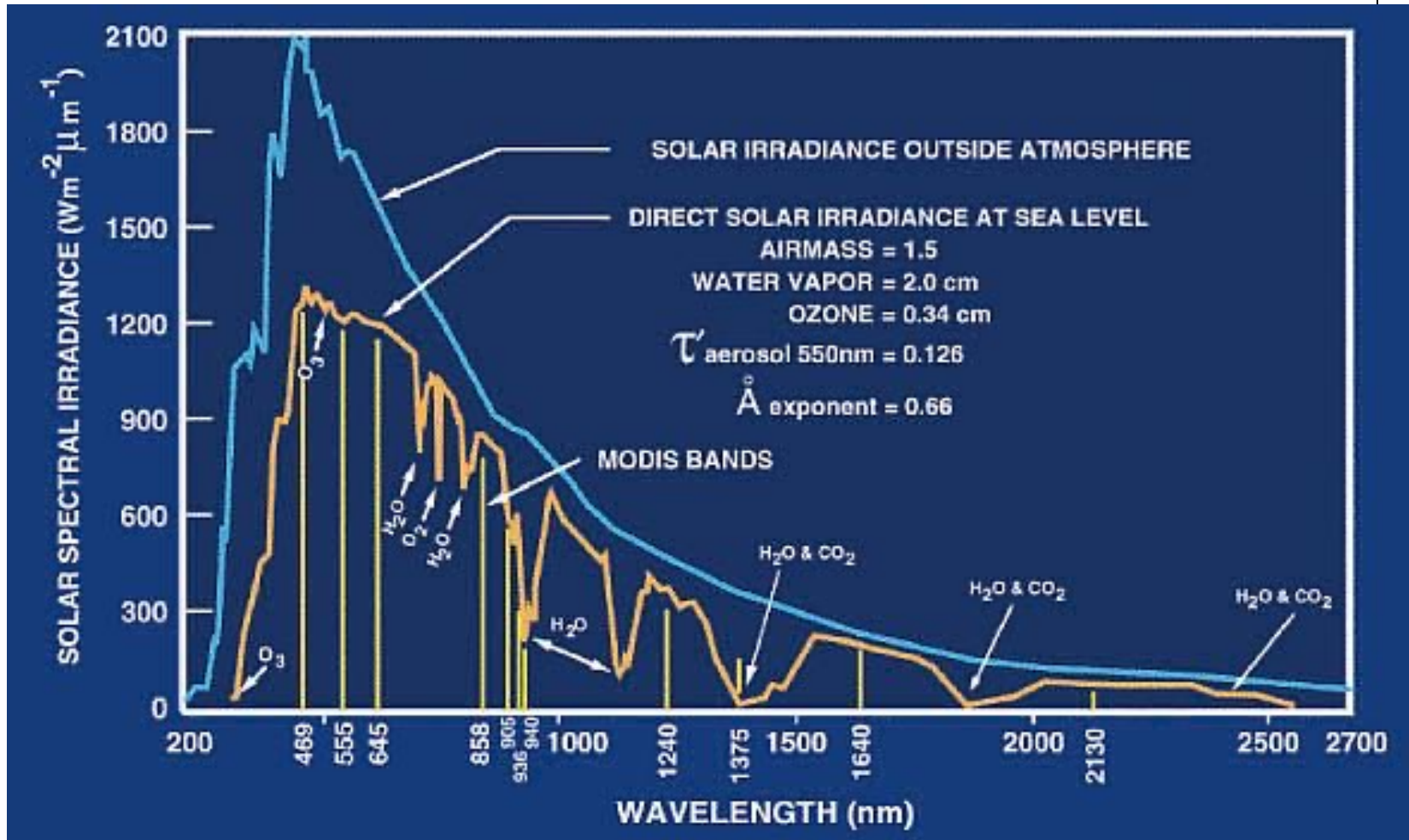


# Ενότητα 3

## Το φαινόμενο του θερμοκηπίου



# Ενότητα 3 - Το φαινόμενο του θερμοκηπίου



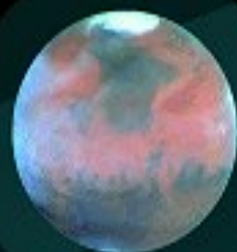
**Σχήμα.** Ηλιακή ακτινοβολία στην άκρη της ατμόσφαιρας και στην επιφάνεια της θάλασσας.

## Mars

Thin atmosphere

(Almost all CO<sub>2</sub> in ground)

Average temperature : - 50°C



## Earth

0,03% of CO<sub>2</sub> in the atmosphere

Average temperature : + 15°C



## Venus

Thick atmosphere

containing 96% of CO<sub>2</sub>

Average temperature : + 420°C



# Ενότητα 3

## Έμμεσος ρόλος – συνεισφορά και άλλων ρύπων



- **CH<sub>4</sub>**

- Απορροφά υπέρυθη ακτινοβολία
- Αντιδρά με OH και άρα επηρεάζει τη συγκέντρωση του τροποσφαιρικού O<sub>3</sub>

- **CFCs**

- Απορροφούν έντονα στο υπέρυθρο
- Συμβάλλουν στη μείωση του στρατοσφαιρικού O<sub>3</sub> → αύξηση της προσπίπτουσας υπεριώδους ακτινοβολίας → αύξηση της θερμοκρασίας της Γης



# Ενότητα 3

## Έμμεσος ρόλος – συνεισφορά και άλλων ρύπων



- **Συνεισφορά CO** → αύξηση συγκεντρώσεων CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>3</sub>
  - Αντιδρά με ρίζες OH παράγοντας CO<sub>2</sub>
  - Η έλλειψη ριζών OH ελαττώνει την οξείδωση CH<sub>4</sub>
  - Η έλλειψη OH ελαττώνει τη διάσπαση του O<sub>3</sub> στην τροπόσφαιρα
- **H<sub>2</sub>O**
  - Σύννεφα στα χαμηλά στρώματα αντανακλούν την προσπίπτουσα ακτινοβολία
  - Σύννεφα στα ανώτερα στρώματα επιτρέπουν τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας αλλά εμποδίζουν τη διαφυγή της υπέρυθρης
- **O<sub>3</sub>**
  - Απορροφητής τόσο της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας όσο και της επανεκπεμπόμενης υπέρυθρης από τη Γη
  - Χείριστο σενάριο: μείωση του στρατοσφαιρικού - αύξηση του τροποσφαιρικού O<sub>3</sub>

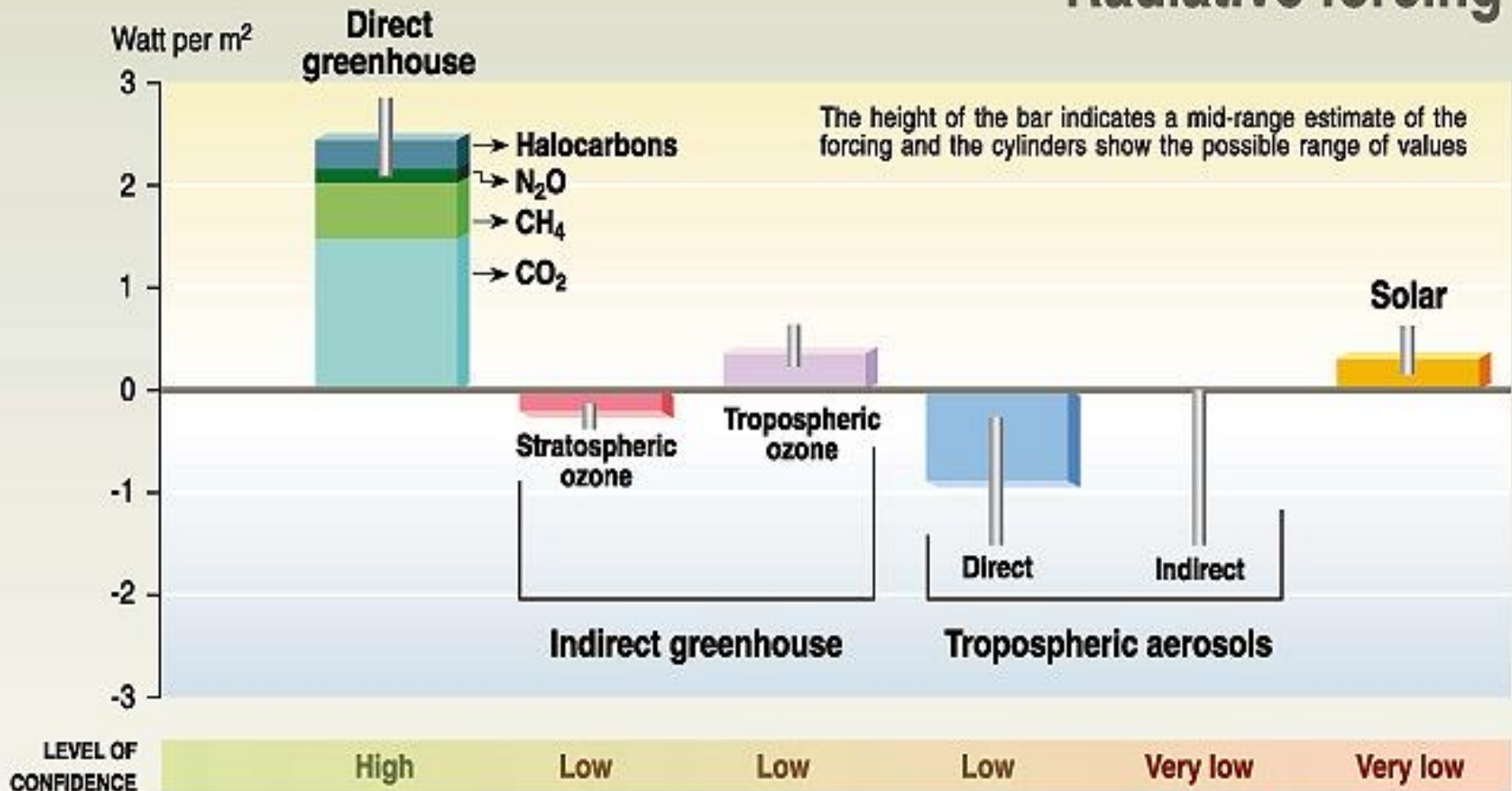
# Ενότητα 3

## Το φαινόμενο του θερμοκηπίου – συνεισφορά διαφόρων αερίων



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

# Radiative forcing



GRAPHIC DESIGN : PHILIPPE REKACEWICZ



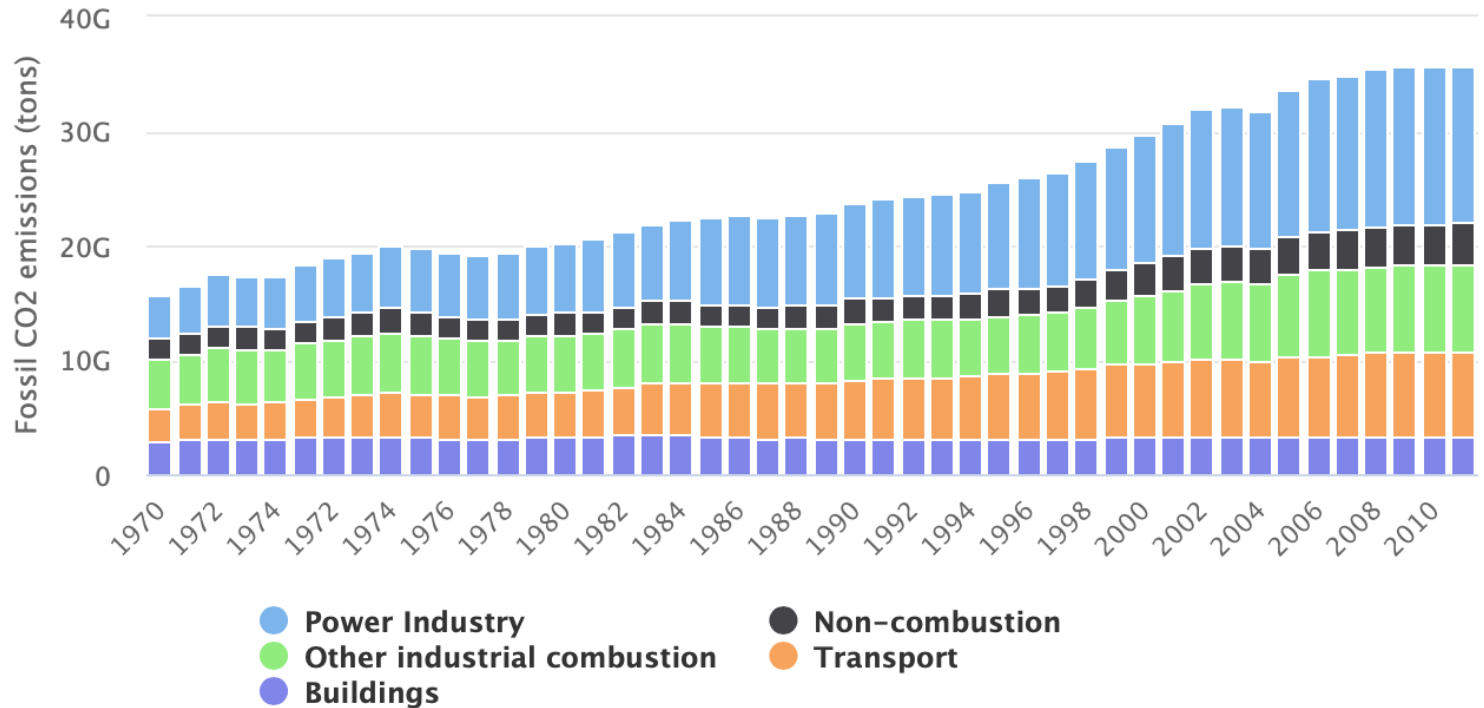
Source: Climate change 1995, The science of climate change, contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change, UNEP and WMO, Cambridge university press, 1996.

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

Change  
**+0.34%**

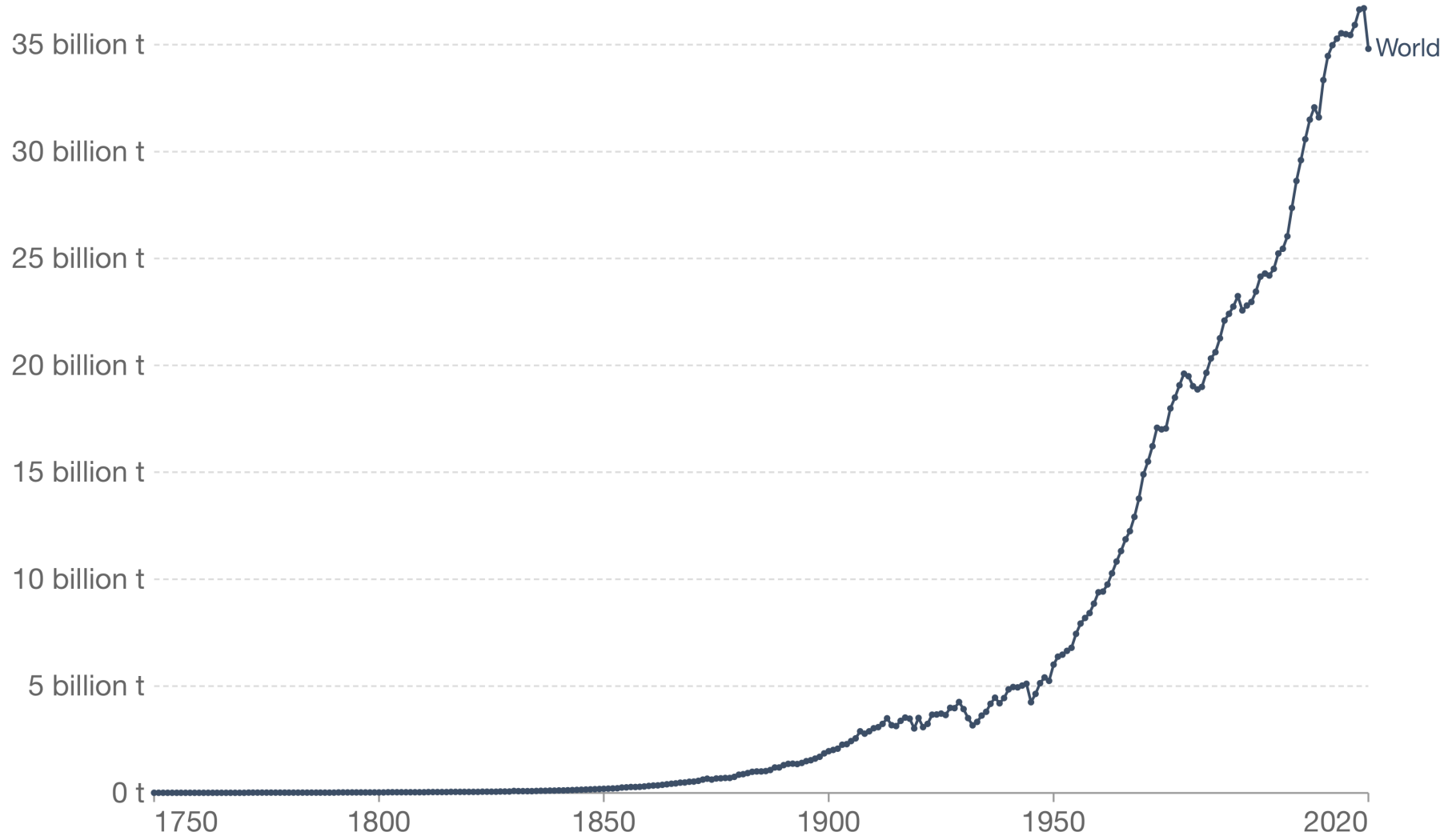
Per capita  
**4.79 tons**

Global CO2 emissions by Year (tons)

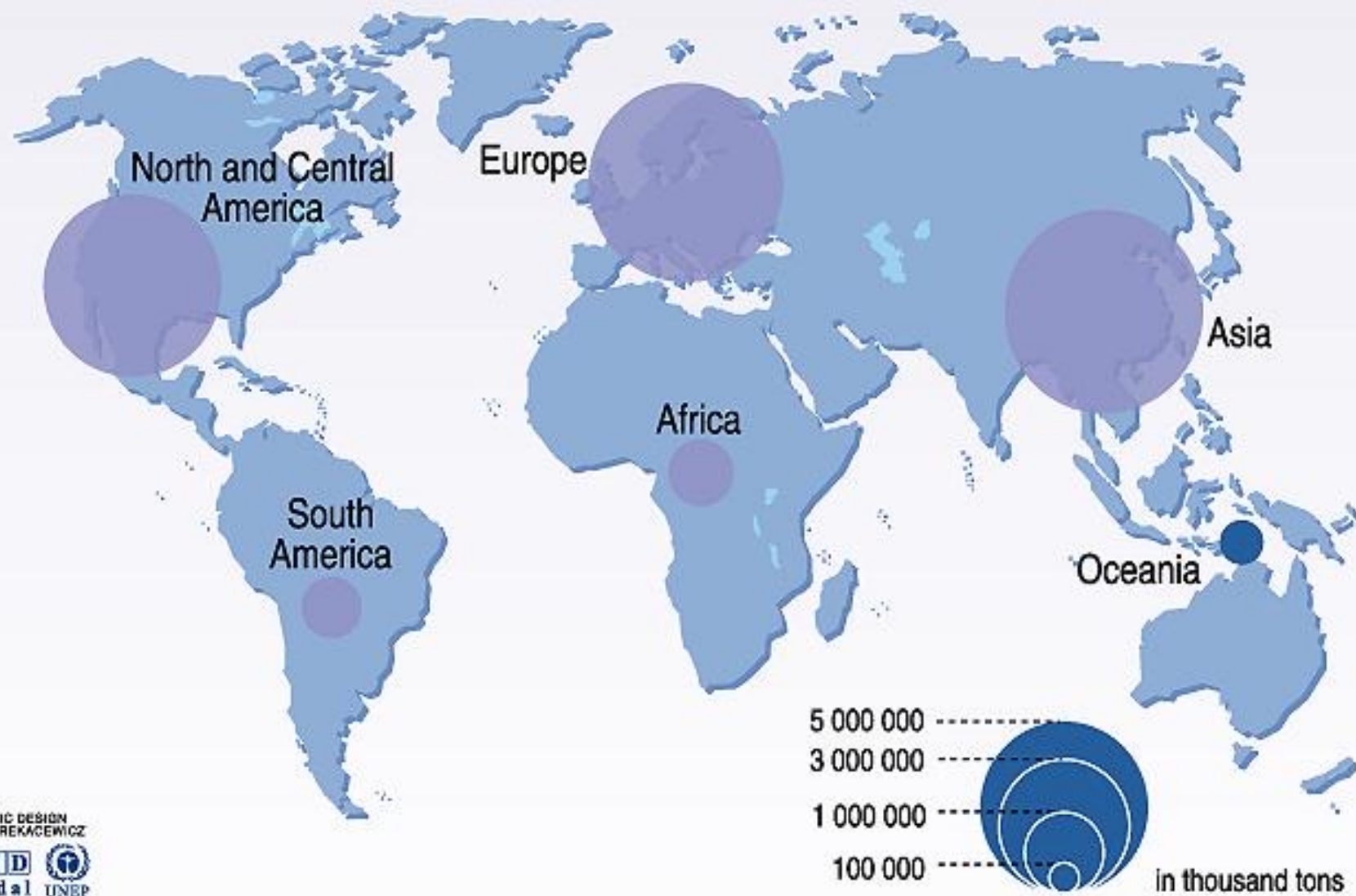


# Annual CO<sub>2</sub> emissions

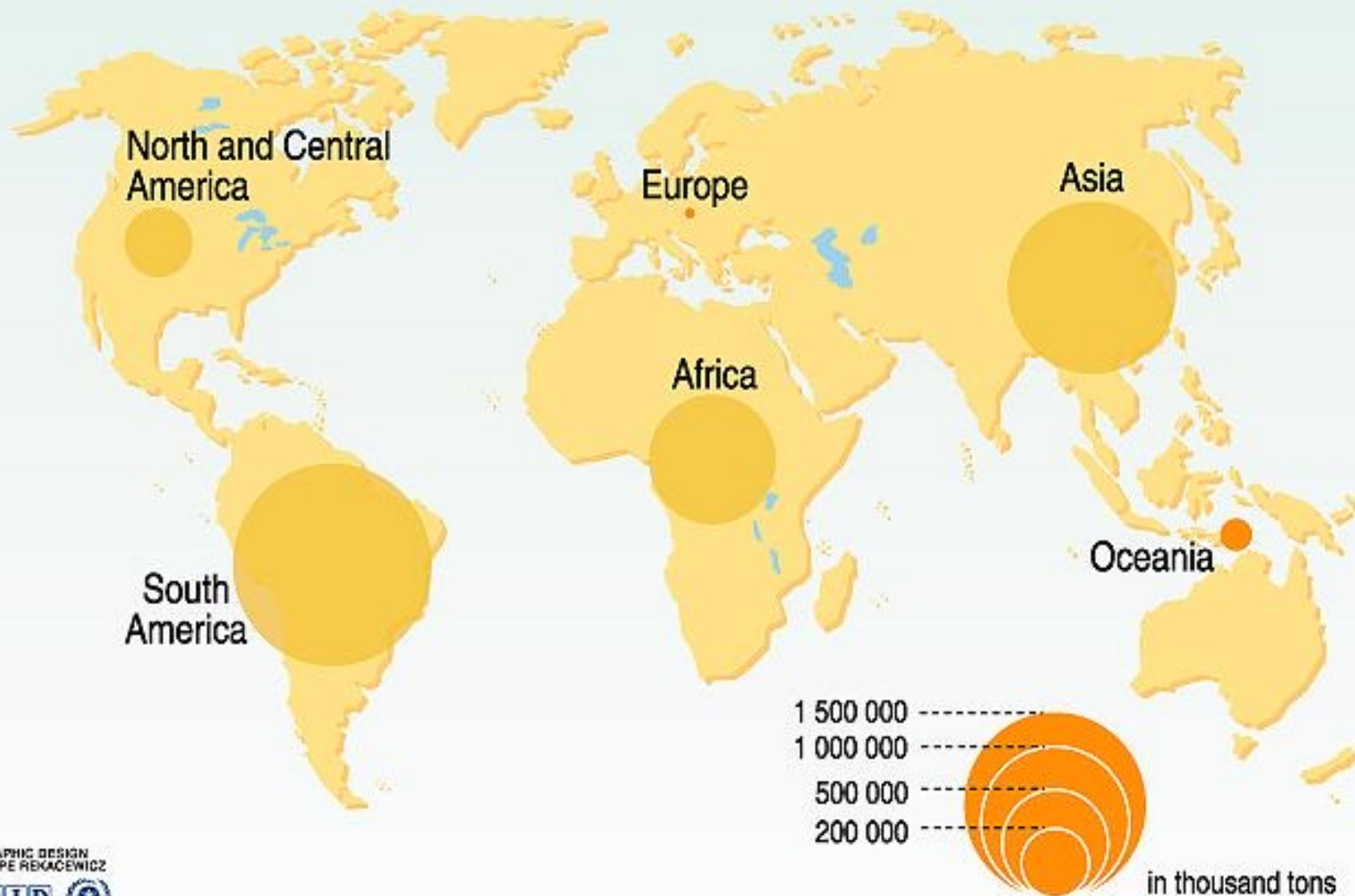
Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions from the burning of fossil fuels for energy and cement production. Land use change is not included.



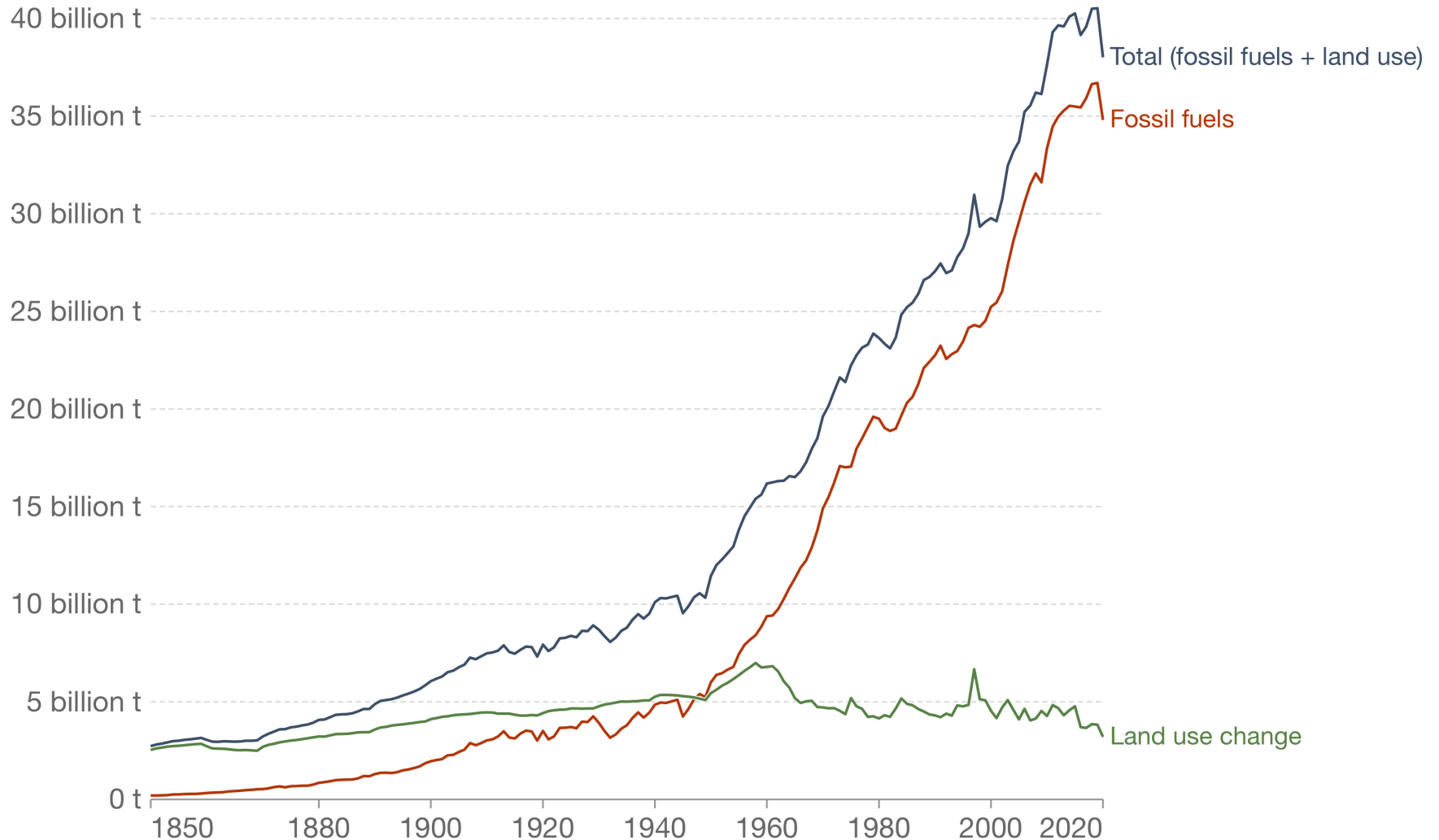
# CO<sub>2</sub> emissions from industrial processes



## CO<sub>2</sub> emissions from land use change



# Global CO<sub>2</sub> emissions from fossil fuels and land use change

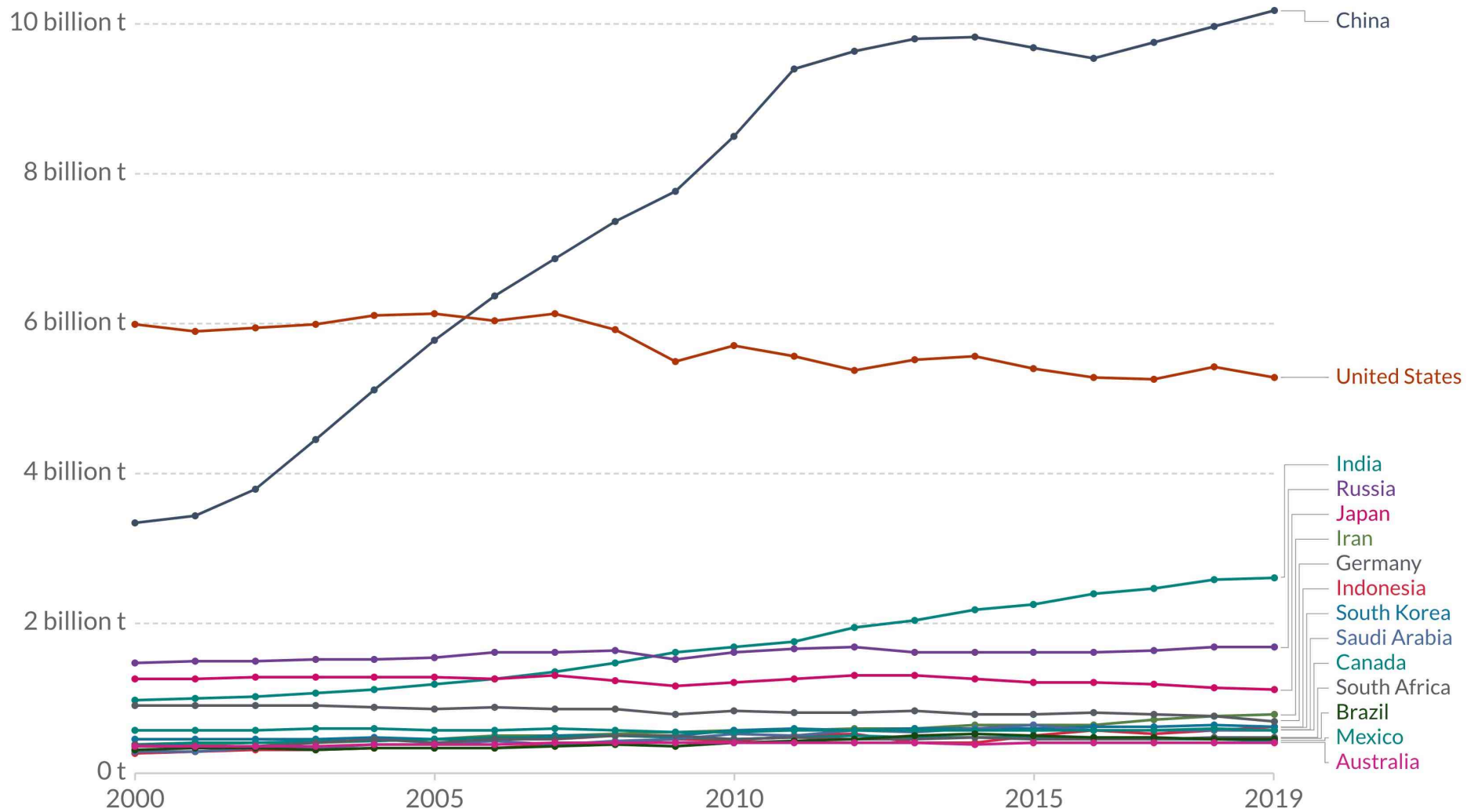


Source: Global Carbon Project. (2021). Supplemental data of Global Carbon Budget 2021 (Version 1.0) [Data set]. Global Carbon Project. [OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions](https://OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions) • CC BY



# Annual CO<sub>2</sub> emissions

Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) 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: CO<sub>2</sub> emissions are measured on a production basis, meaning they do not correct for emissions embedded in traded goods.

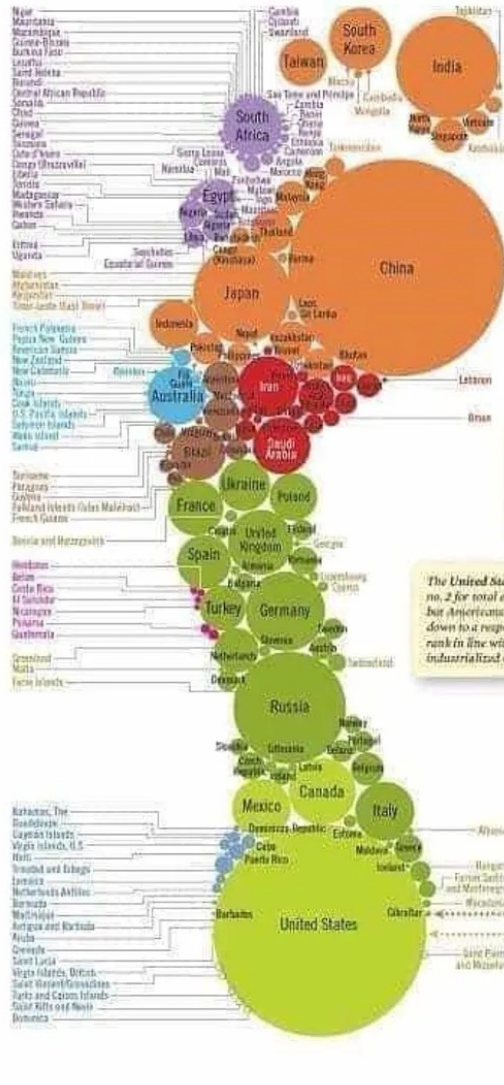
# Tracking Carbon Emissions

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.

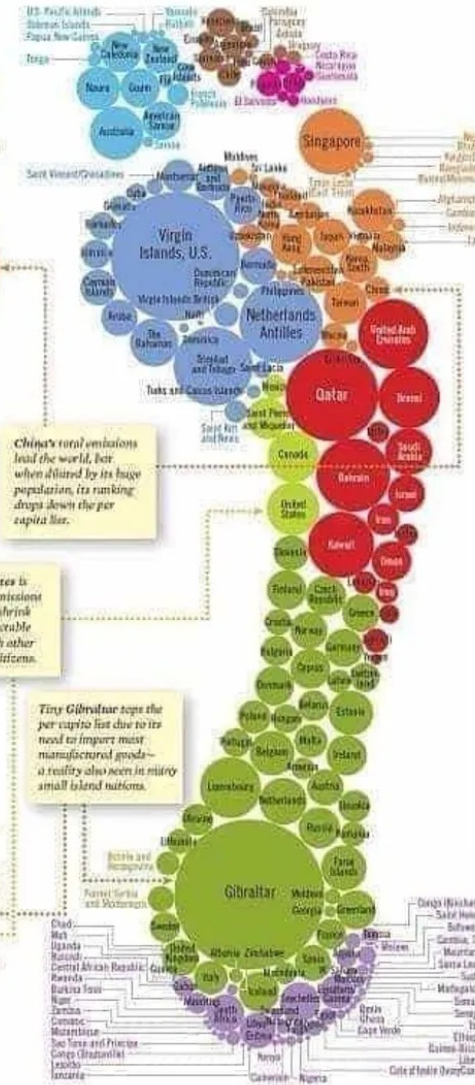
By Stanford Kay



### Total Carbon Emissions by Nation



### Total Carbon Emissions Per Capita



China's total emissions lead the world, but when divided 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 nations.

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.

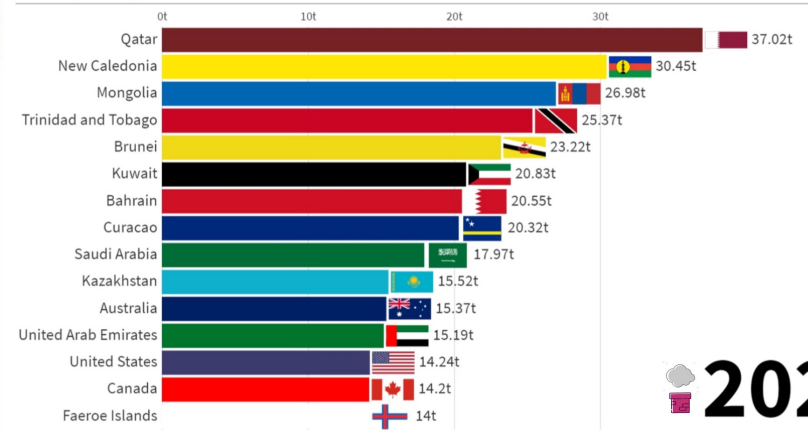
**KEY**

- AFRICA
- ASIA
- MIDDLE EAST
- CARIBBEAN
- CENTRAL AMERICA
- EUROPE
- NORTH AMERICA
- OCEANIA
- SOUTH AMERICA

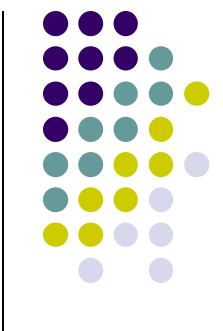
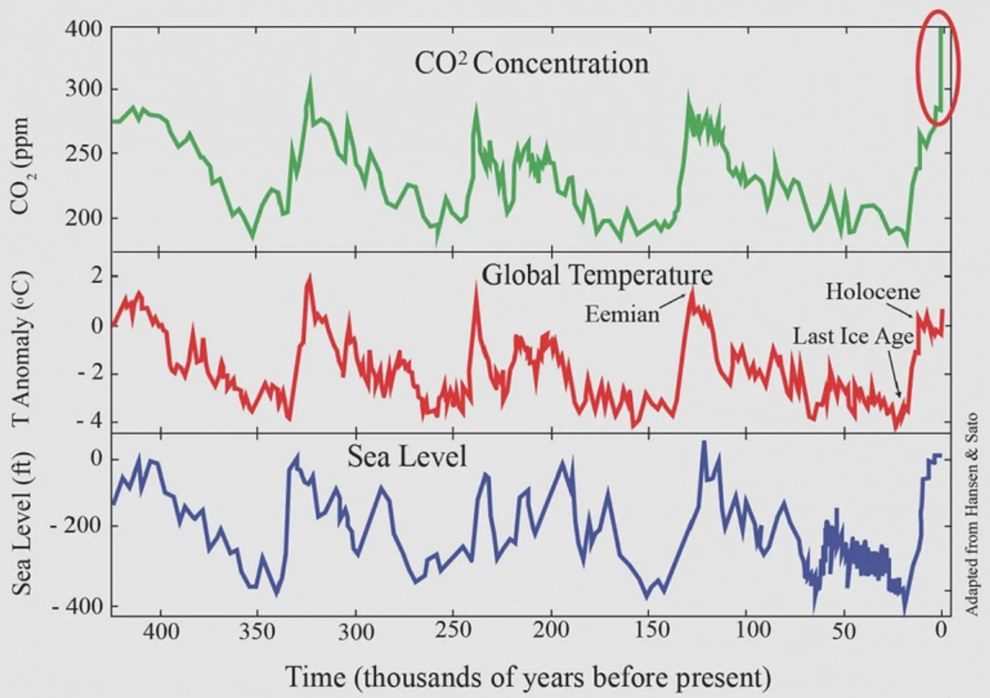


## CO2 EMISSION PER CAPITA

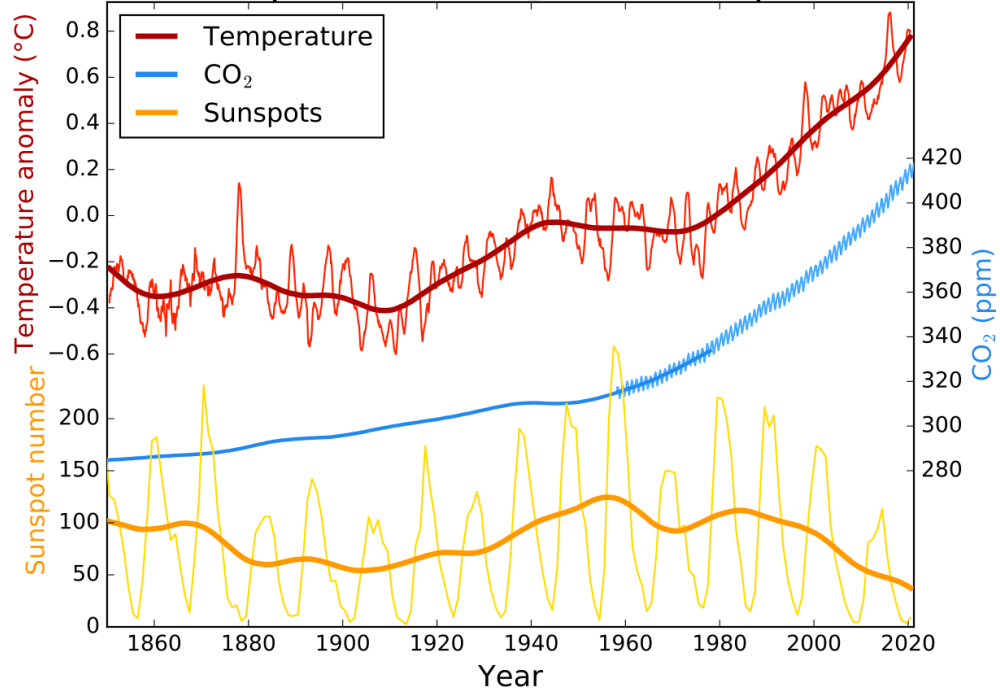
tonnes



**2020**



### Temperature, CO<sub>2</sub>, and Sunspots



ΔΠΘ-ΜΠΑ

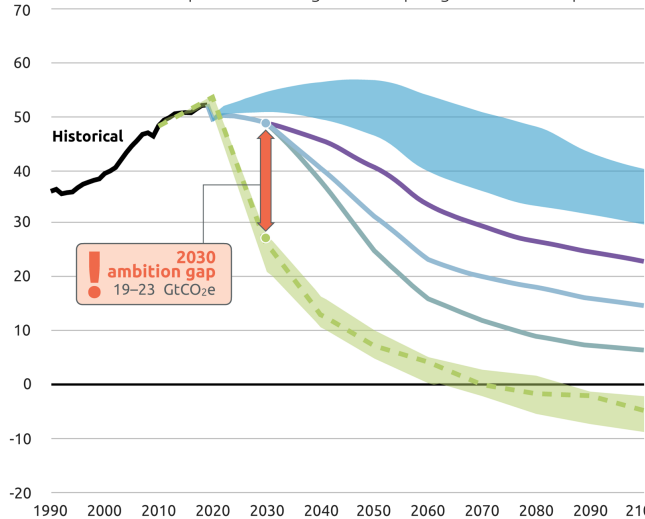
# 2100 WARMING PROJECTIONS

Emissions and expected warming based on pledges and current policies



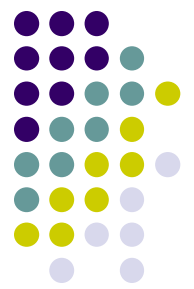
Nov 2021 update

Global greenhouse gas emissions GtCO<sub>2e</sub>/year



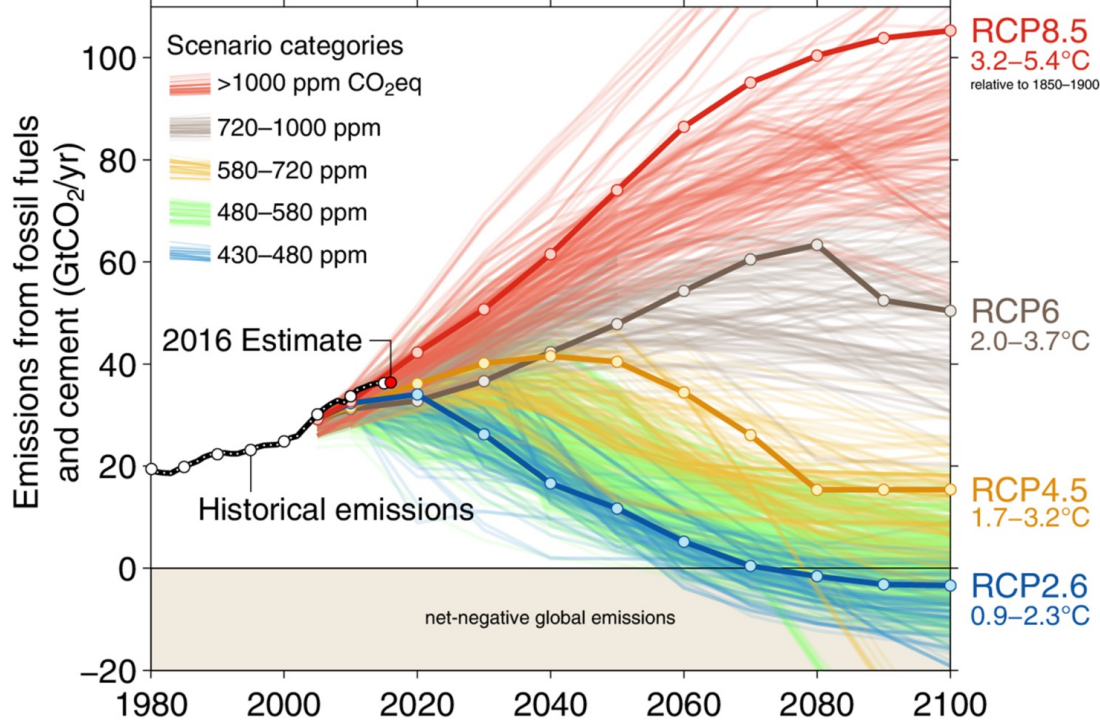
Warming projected by 2100

- 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

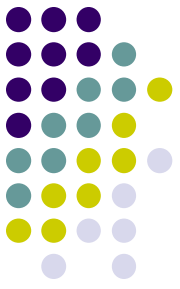
Data: CDIAC/GCP/IPCC/Fuss et al 2014



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 Φεβρουάριου, 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:** Στοιχεία για τις επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου παγκοσμίως.

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

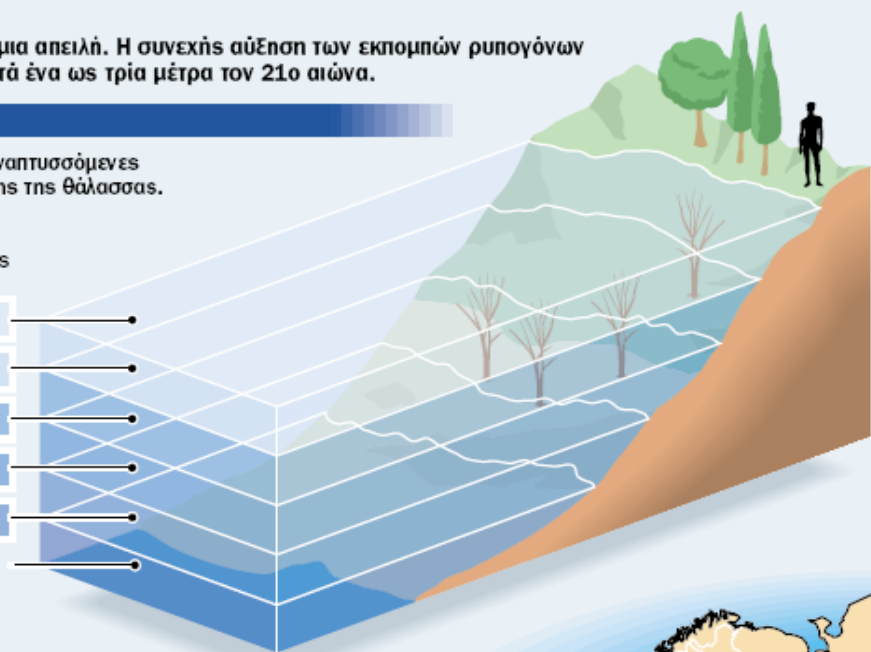
**16 Νοεμβρίου, Βαλένθια:** Θα εκδοθεί «Συνθετική μελέτη» για την ανακεφαλαίωση όλων των πορισμάτων.

## 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 άνοδου της στάθμης της θάλασσας



Πηγή: U.S. Geological Survey, World Bank

## Επιπτώσεις για την Ευρώπη

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

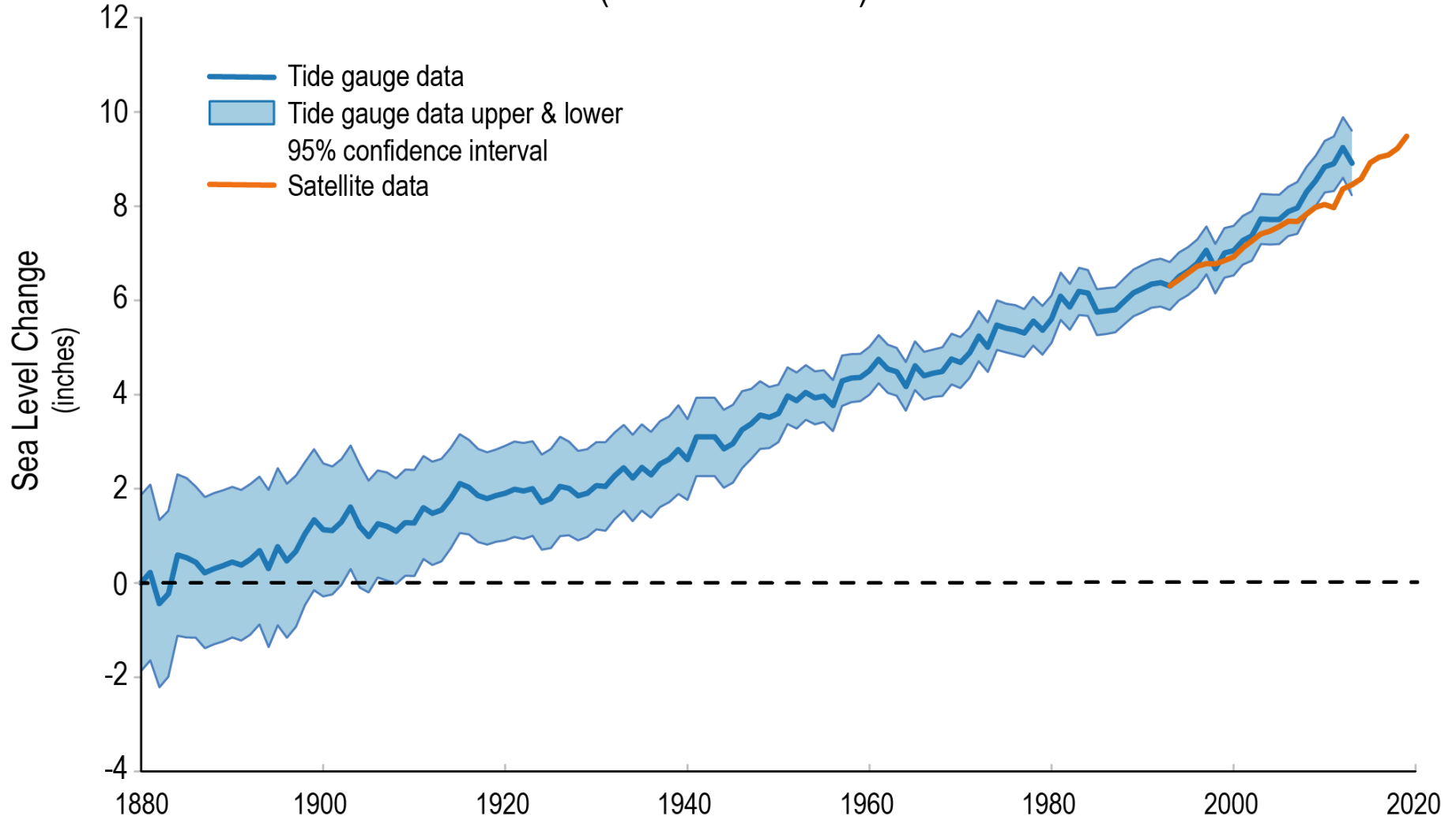
**Πληθυσμός:** Σύμφωνα με τα σενάρια ραγδαίας αύξησης της θερμοκρασίας, ως το 2080 οι πλημμύρες στις παράκτιες περιοχές θα επηρεάζουν επιπλέον 2,5 εκατομμύρια ανθρώπους επίσης.

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

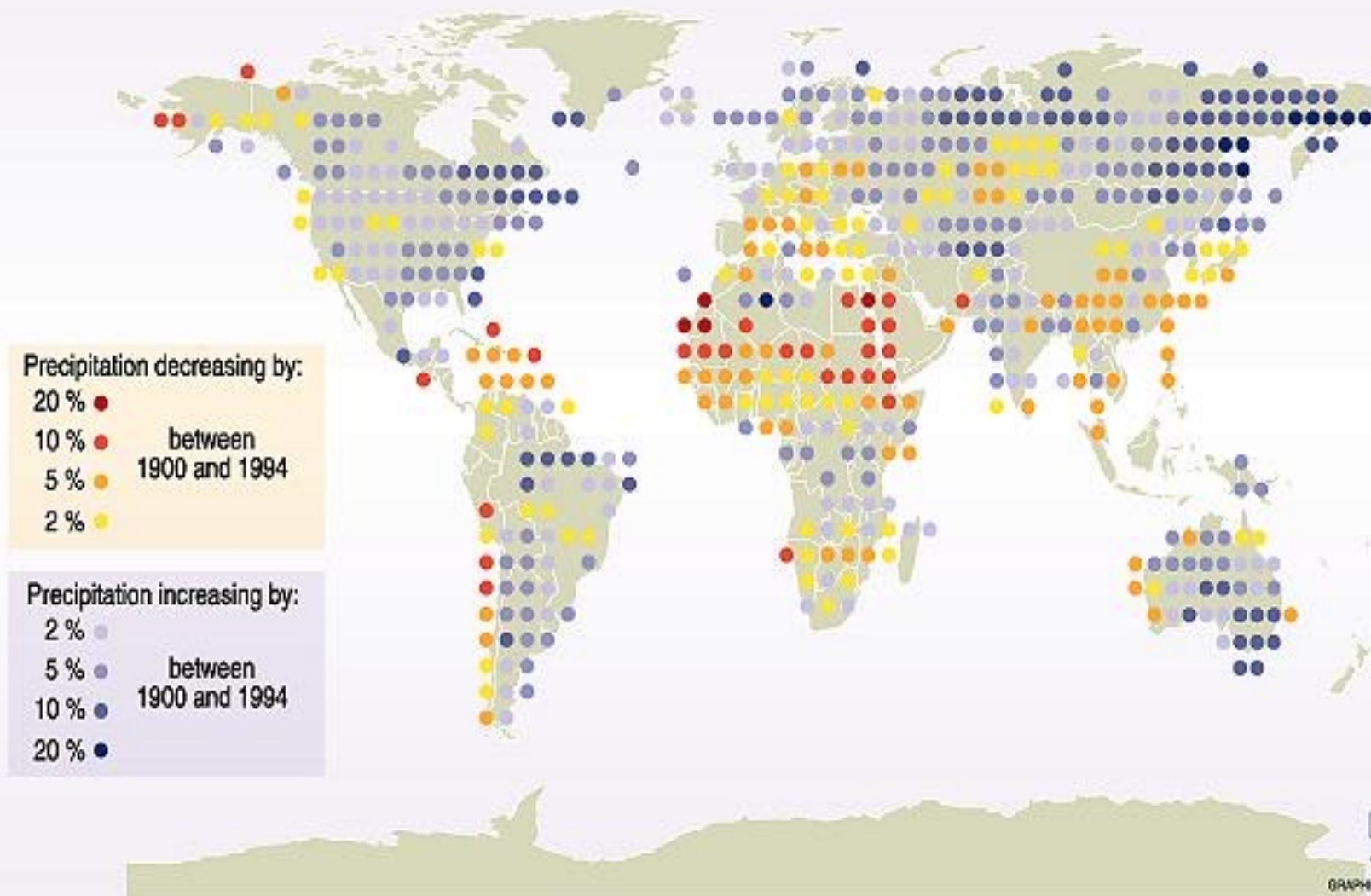
**Αλπικοί παγετώνες:** Οι μικροί παγετώνες θα εξαφανιστούν, ενώ οι μεγαλύτεροι θα μειωθούν σε μέγεθος ως το 2050 από 30% ως 70%.



# Global Average Sea Level Change (Relative to 1880)



# Precipitation changes: trend over land from 1900 to 1994



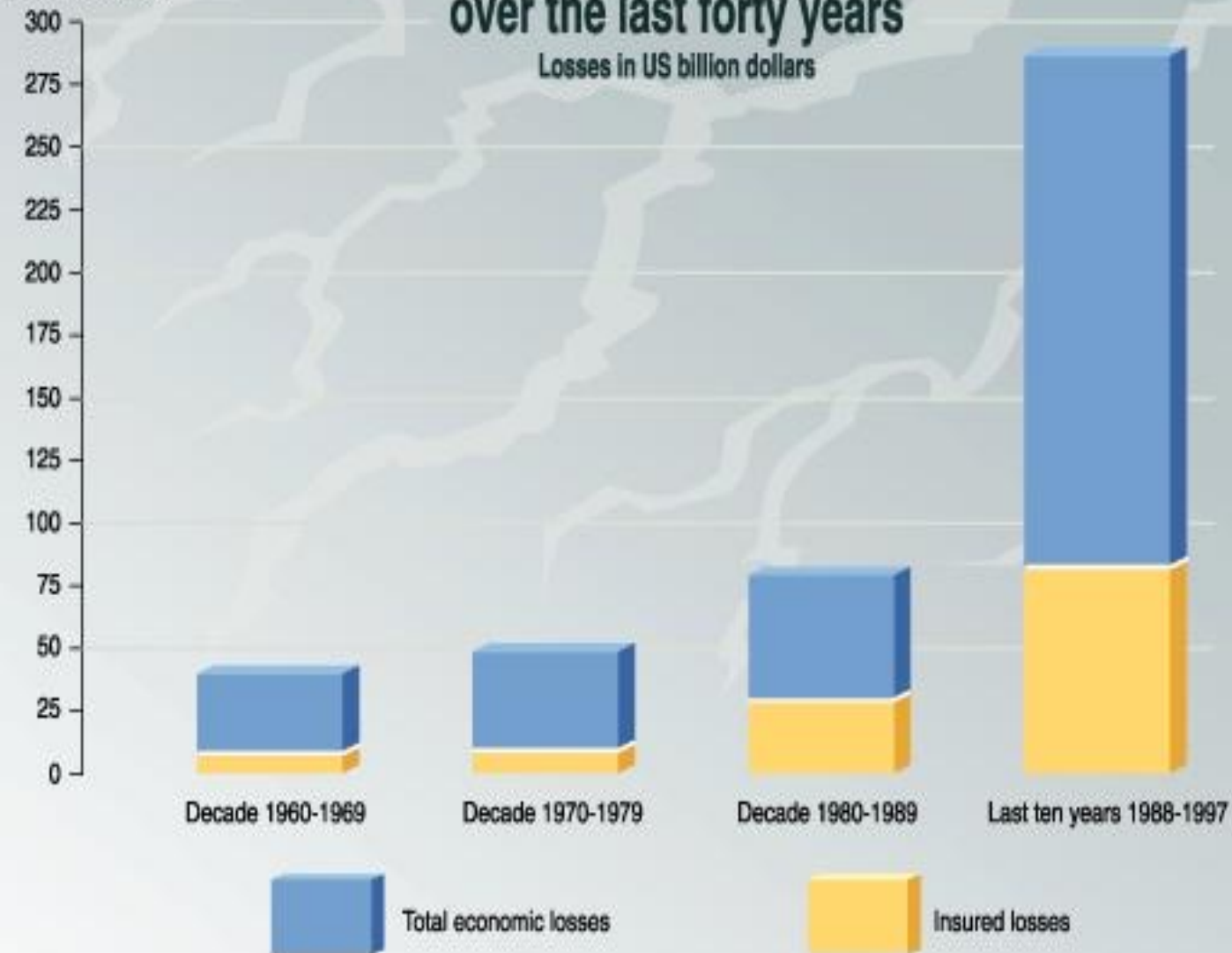
Sources: Climate change 1995, The science of climate change, contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change, UNEP and WMO, Cambridge press university, 1996; Hulme et al., 1991 and 1994; Global Historical Climate Network (GHCN), Vose et al., 1995 and Eischeid et al., 1995)



# The great weather and flood catastrophes over the last forty years

Billion US dollars

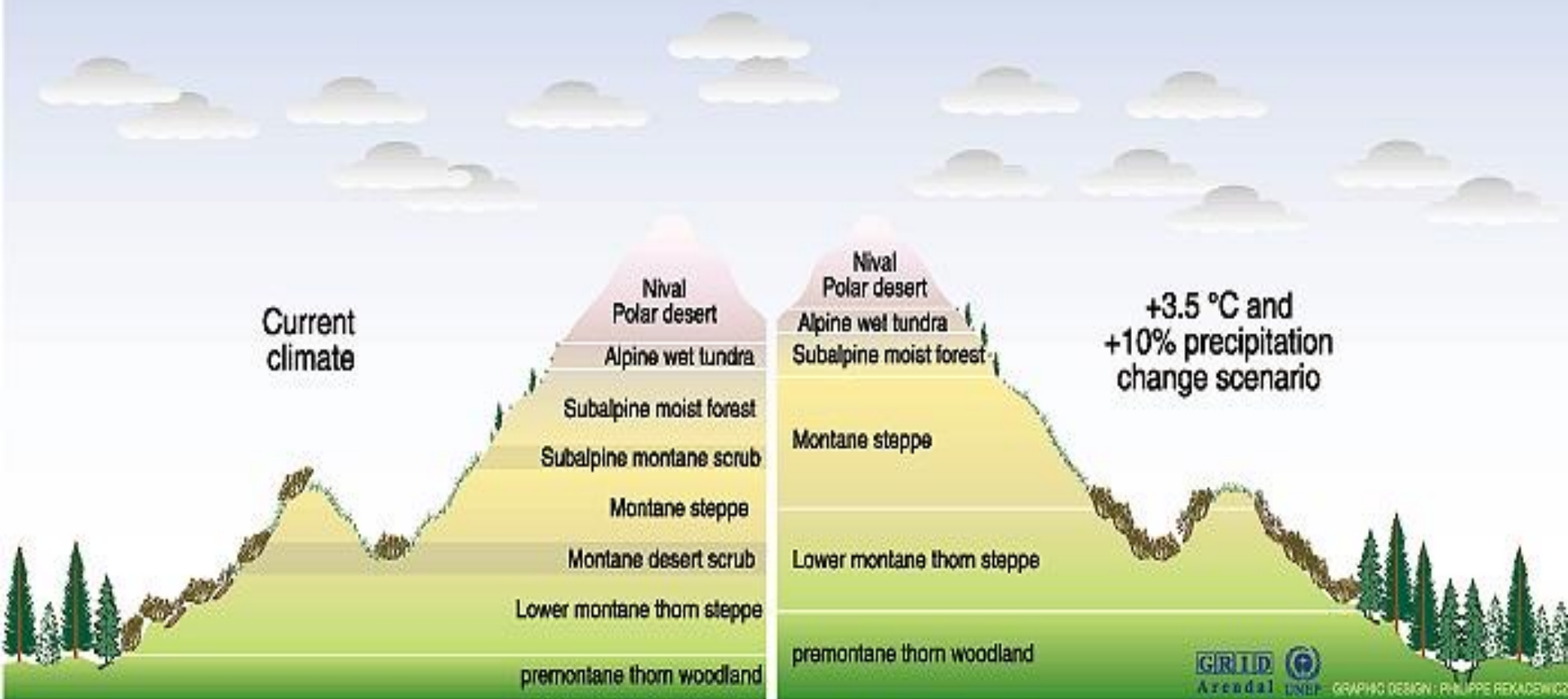
## Losses in US billion dollars



GRID  
Arendal  
UNEP

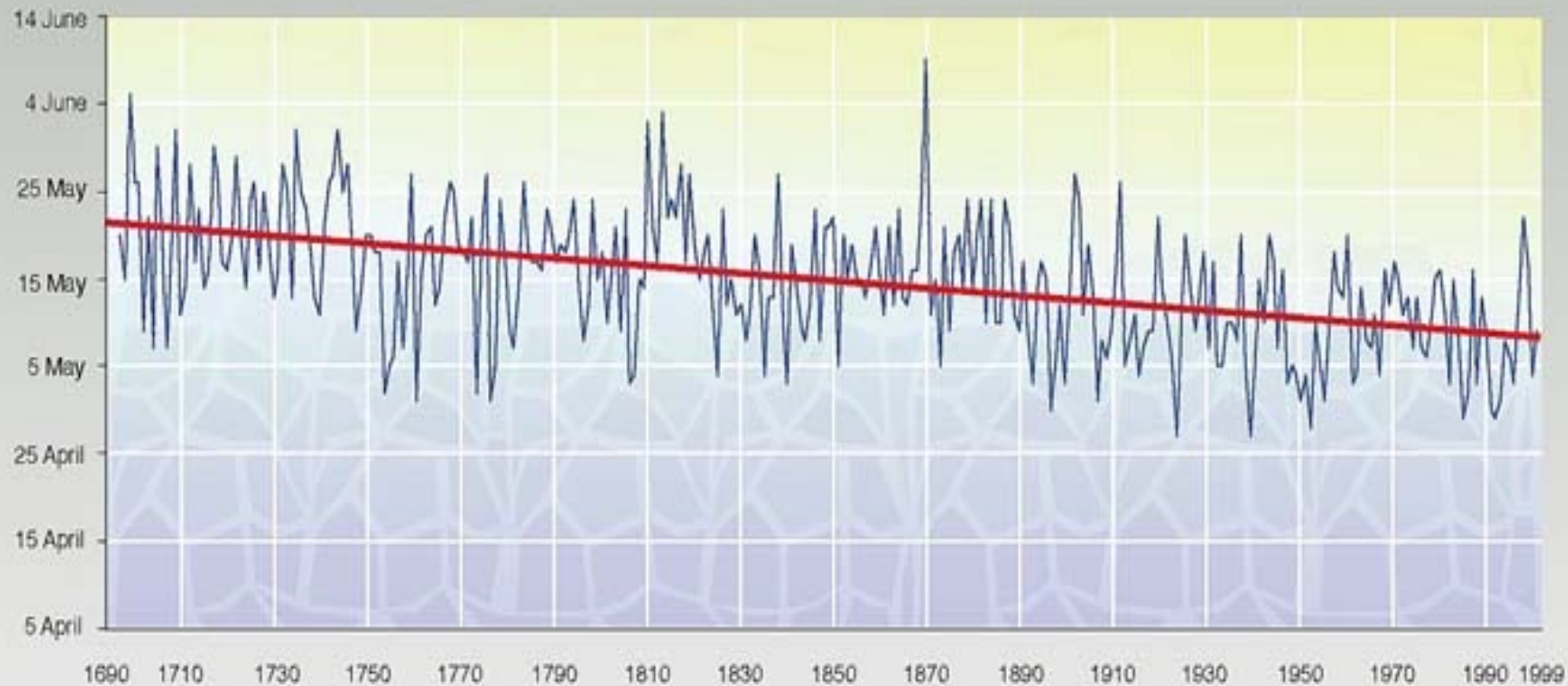
GRAPHIC DESIGN : PHILIPPE REKACEWICZ

# 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.

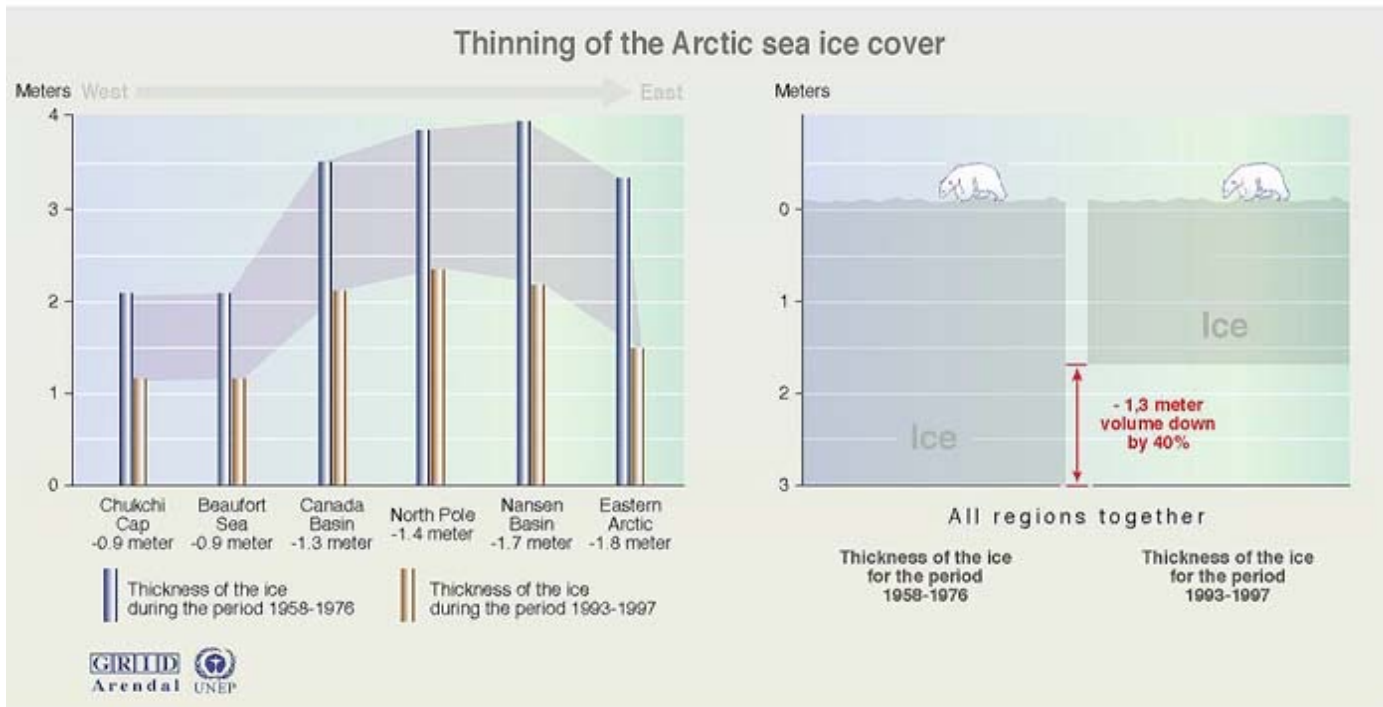
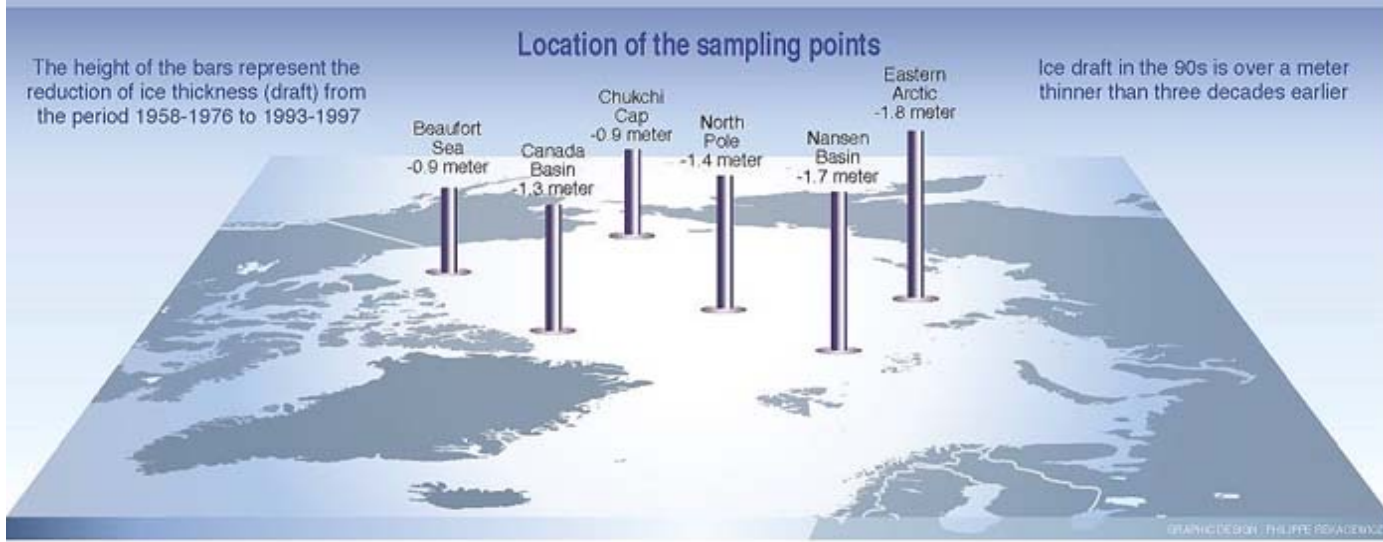
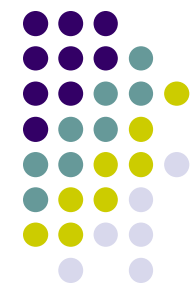
# Evolution of the ice-breaking date in the River Tornio (Finland)



GRID  
Arendal  
UNEP  
GRAPHIC DESIGN: PHILIPPE PEKACZEWSKI

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 km<sup>2</sup>



**1.5 m - Impact**

Total population affected: 17 Million (15%)

Total land area affected: 22,000 km<sup>2</sup> (16%)

## Potential impact of sea level rise: Nile Delta

Population: 3 800 000  
Cropland (Km<sup>2</sup>): 1 800

## Potential impact of sea level rise: Nile Delta



GRID  
Arendal

UNEP



0 50 km



Population: 6 100 000  
Cropland (Km<sup>2</sup>): 4 500



GRID  
Arendal

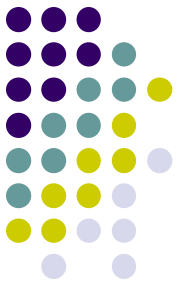
UNEP



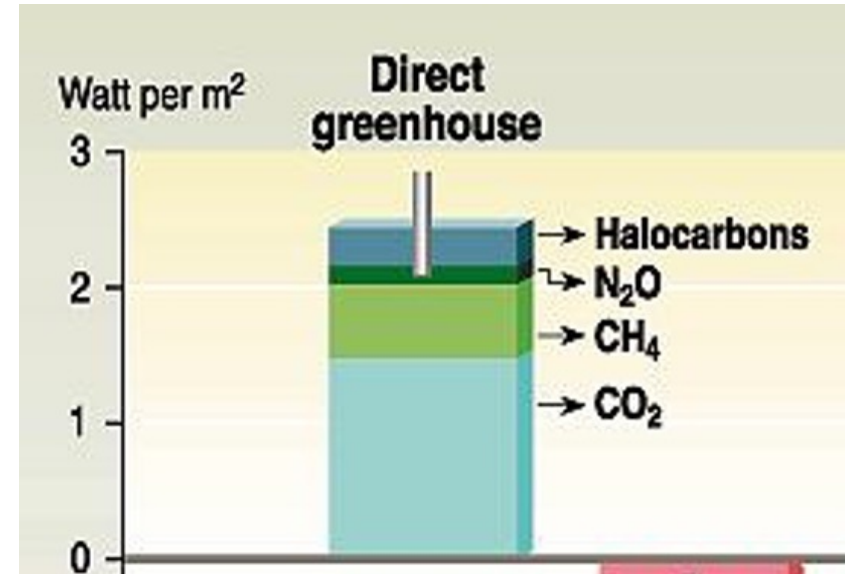
0 50 km

# Ενότητα 3

## Φαινόμενο θερμοκηπίου – Μέτρα αντιμετώπισης



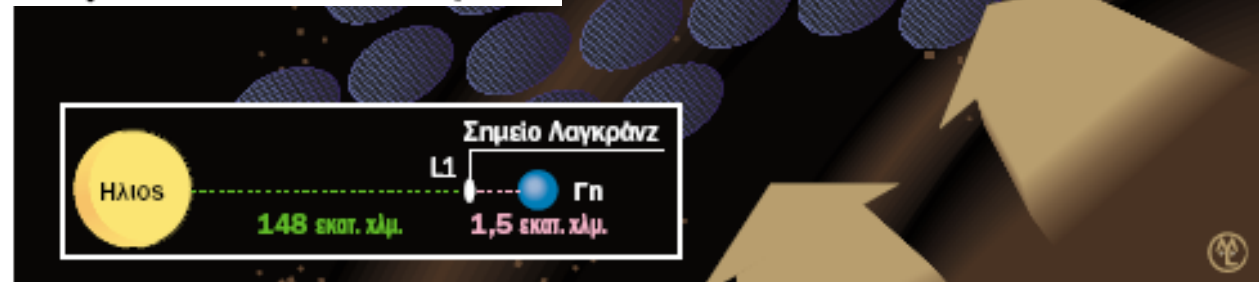
- Μείωση της χρήσης CFCs
- Μείωση του τροποσφαιρικού  $O_3$
- Μείωση του  $N_2O$
- Ελάττωση εκπομπών  $CH_4$
- Ελάττωση ατμοσφαιρικού  $CO_2$



# ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΗ



## 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 πλιακή ακτινοβολία που φθάνει στο έδαφος.



### 3. Τεχνητοί πάγοι για να σωθεί το Ρεύμα του Κόλπου



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 Σονγκτζιάν 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 μασούνες 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 ωκεανίων ρευμάτων, αλλά και στο περιβάλλον και στο κλίμα του πλανήτη.

## ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΗ

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.

## 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 καταστροφικό αποτέλεσμα» τονίζει ο κ. Λέιθαμ «μπορούμε εύκολα να τη σταματήσουμε και μέσα σε τέσσερις-πέντε ημέρες όλες οι επιδράσεις της θα έχουν εξαφανιστεί».

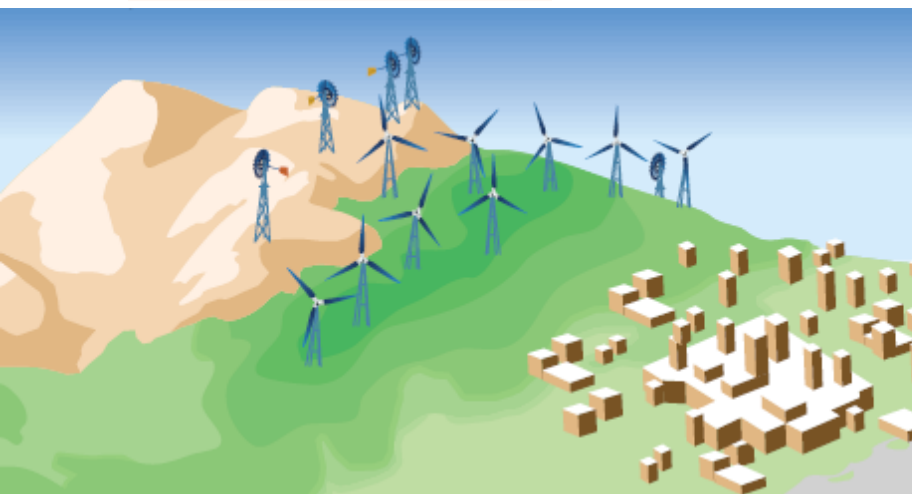


Ανεμογεννήτριες θα ψεκάζουν θαλασσινό νερό προς τα σύννεφα των ωκεανών για να αυξήσουν τα σταγονίδια στο εσωτερικό τους και να τα κάνουν πιο λευκά. Έτσι θα αντανακλούν πίσω στο διάστημα μεγαλύτερο τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας βοηθώντας τη Γη να διατηρήσει τη θερμοκρασία της σε υγιή επίπεδα.

# 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

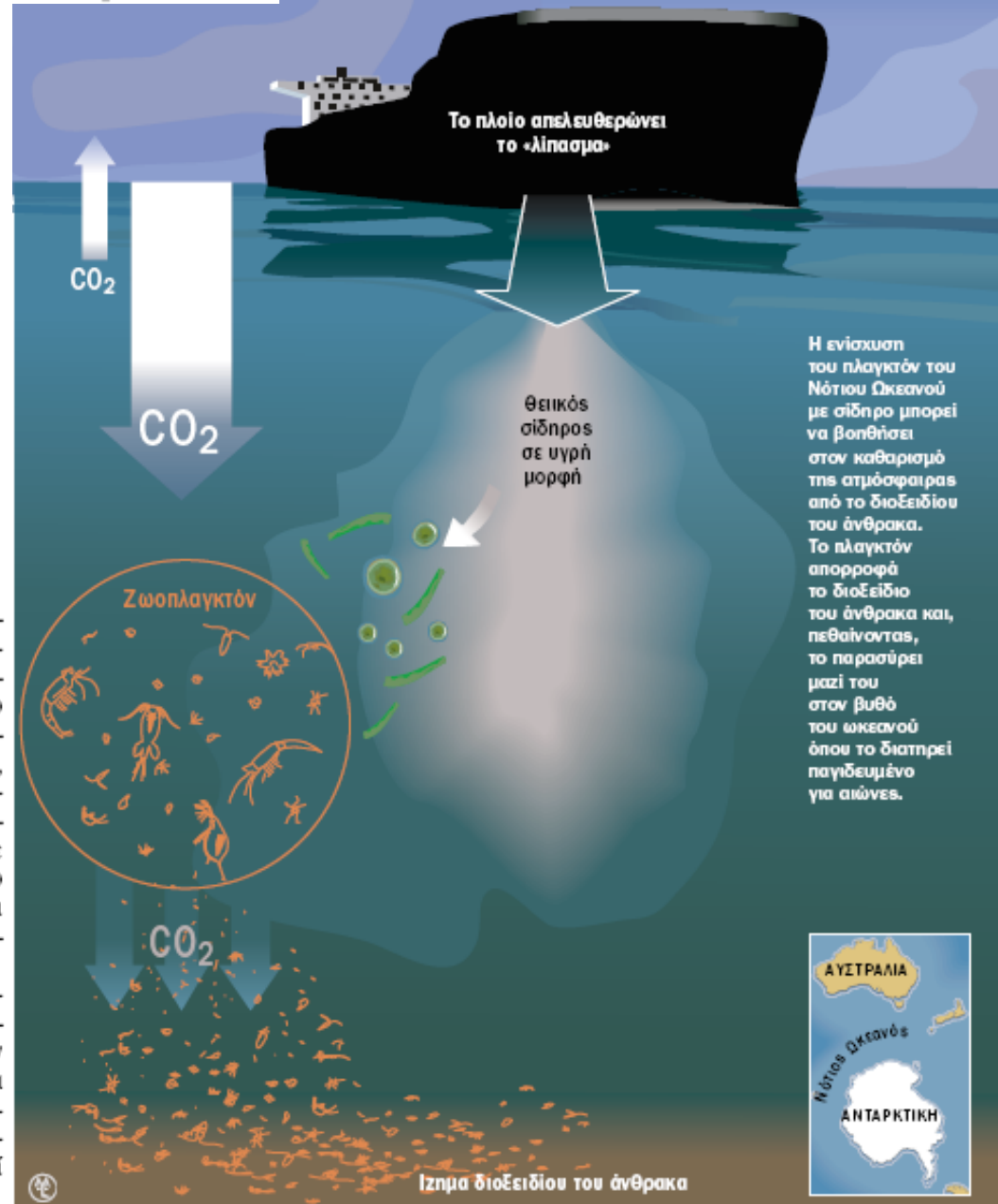
Είναι η μόνη από τις προτεινόμενες μεθόδους γεωμηχανικής που έχει δοκιμαστεί πειραματικά, συναντά όμως και αυτή ποικίλες αντιρρήσεις. Εδώ και μερικά χρόνια ομάδες ερευνητών από πολλά κράτη έχουν αρχίσει να πραγματοποιούν μελέτες σκορπίζοντας στην επιφάνεια του ωκεανού σίδηρο ο οποίος λειτουργεί σαν «λίπασμα»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

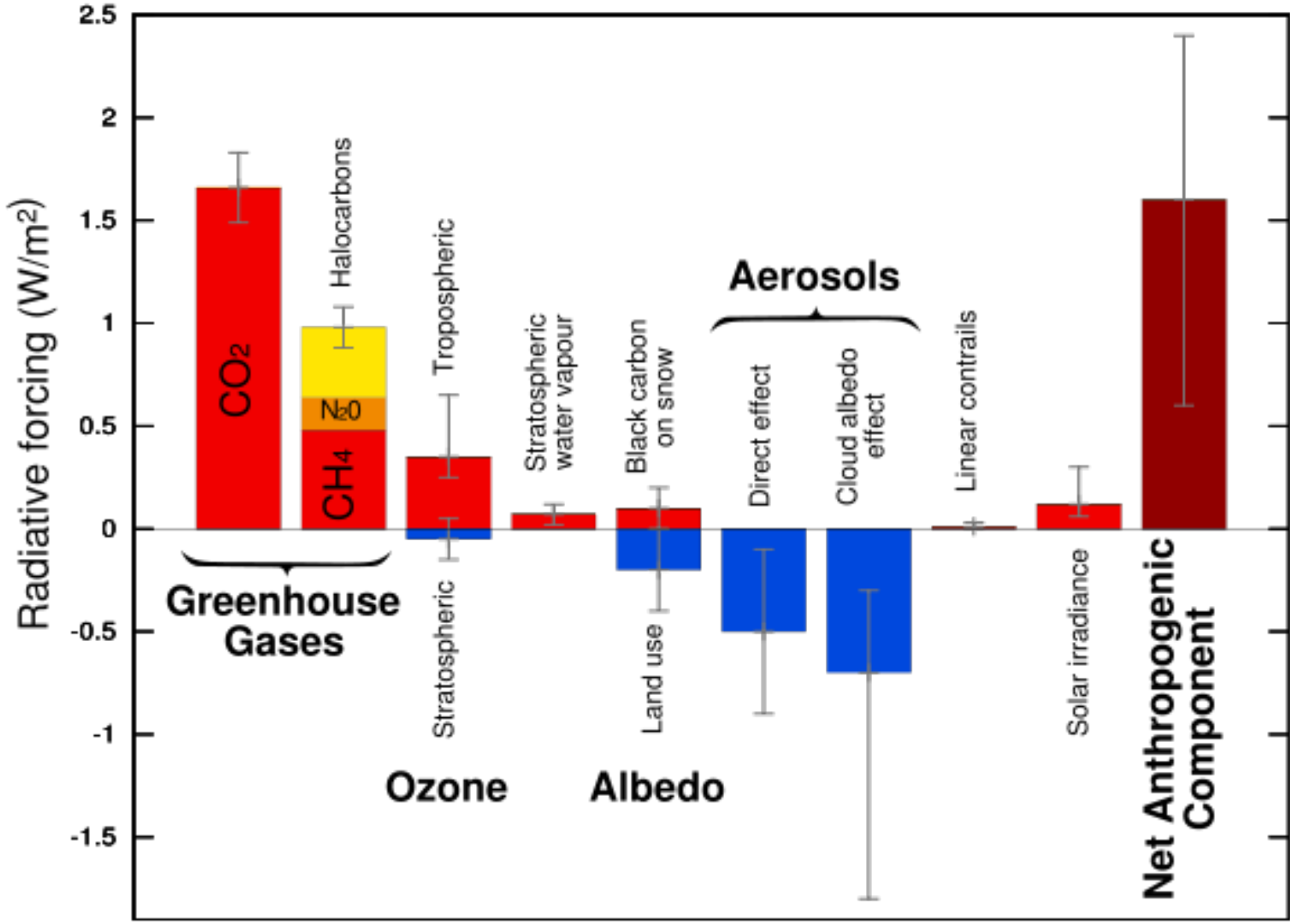
Η μέθοδος έχει χαμηλό κόστος και είναι εύκολη στην εφαρμογή της. Ωστόσο οι επιστήμονες δεν γνωρίζουν ακόμη με βεβαιότητα αν λειτουργεί ακριβώς όπως προβλέπουν τα μοντέλα και οι προσομοιώσεις. Κατ' αρχάς δεν είναι βέβαιο ότι όλο το διοξείδιο του άνθρακα θα οδηγηθεί στον βυθό. Αυτό συμβαίνει όταν καταναλώνεται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



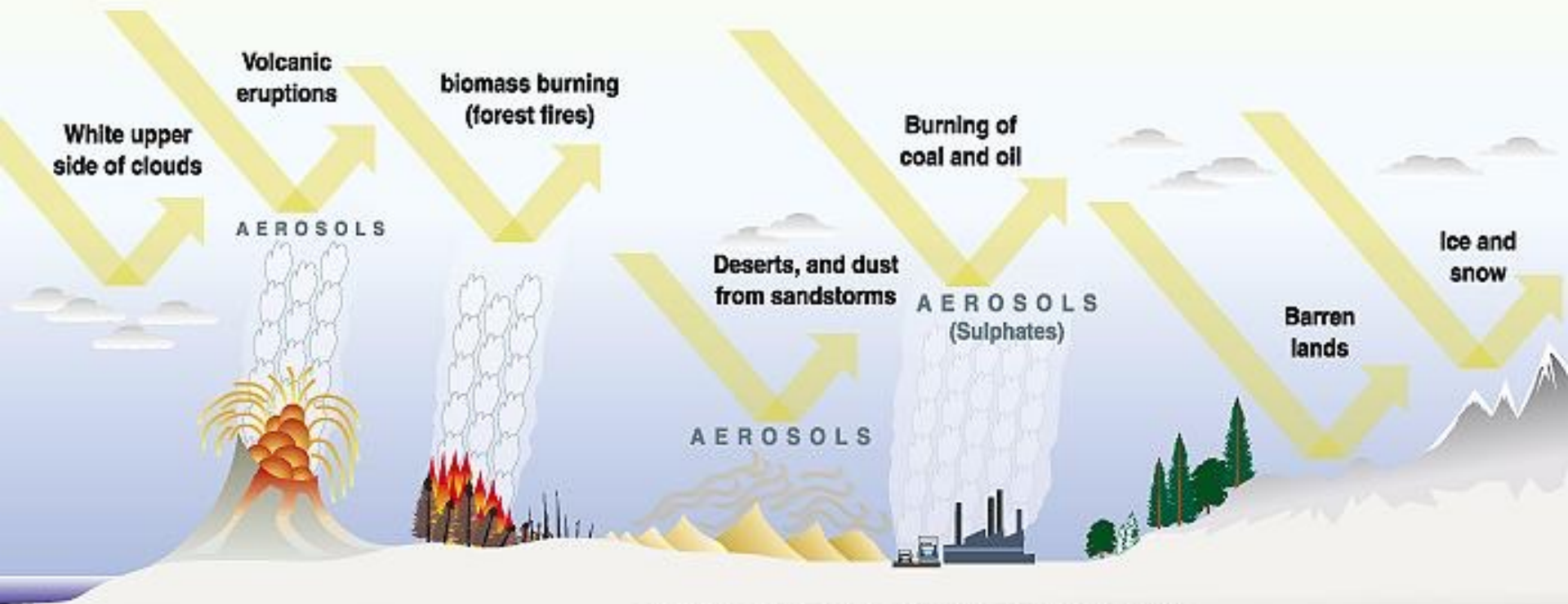
# Radiative Forcing Components



# 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  $\text{SO}_2$ )

**GRID**  
Arendal

GRAPHIC DESIGN: PHILIPPE REKACEWICZ

# 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

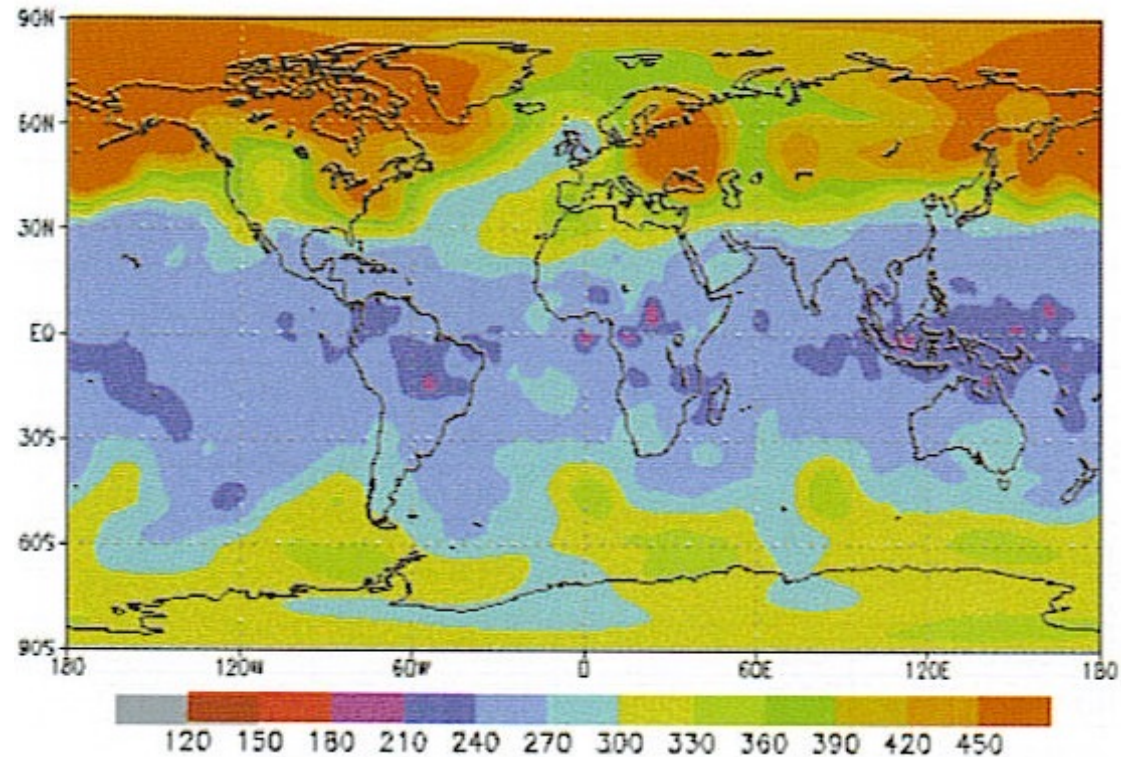
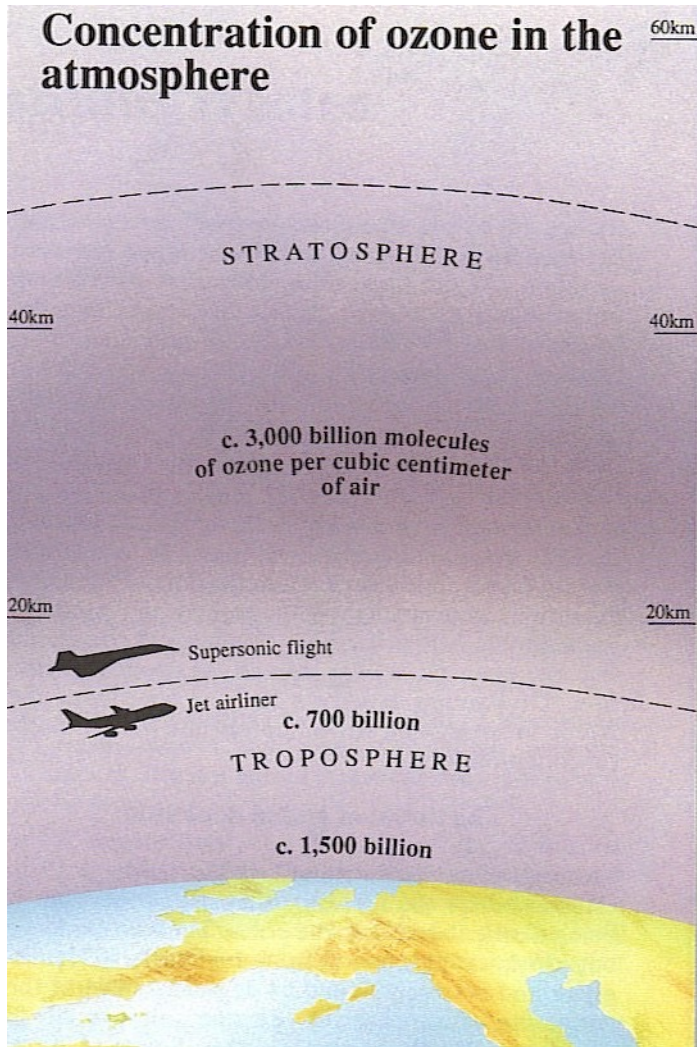
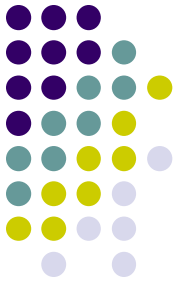


Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

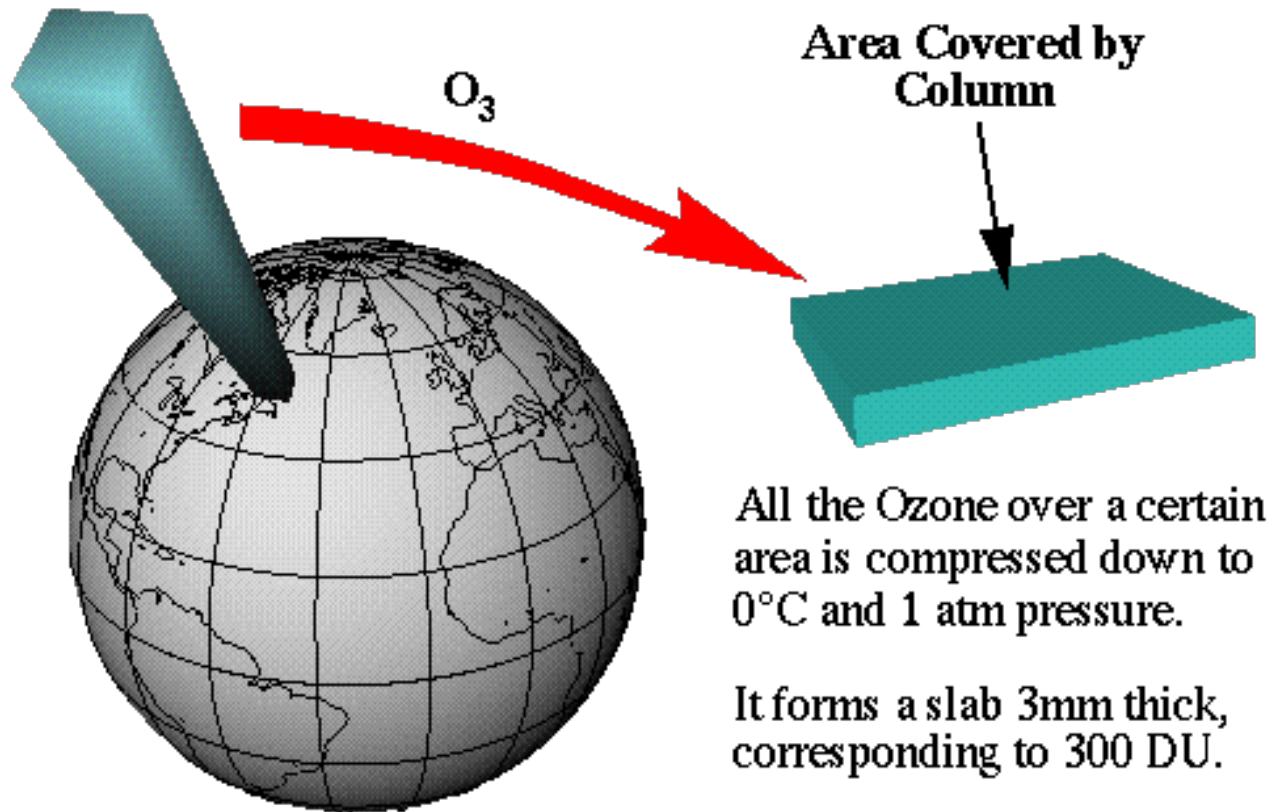
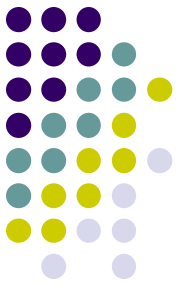


# Ενότητα 3

## Η ελάττωση του στρατοσφαιρικού όζοντος

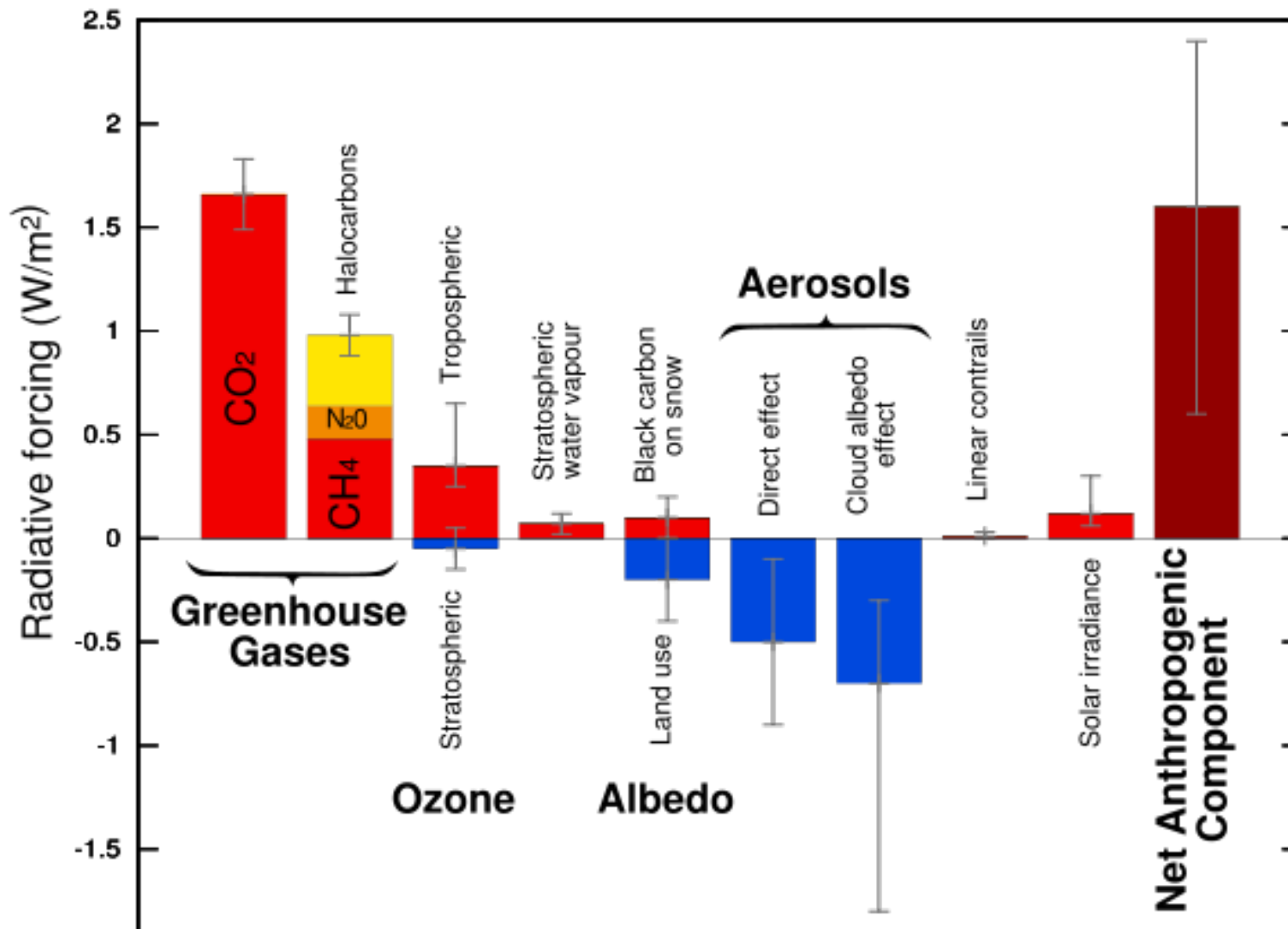


# Μονάδες Dobson



- Το σχήμα δείχνει μια στήλη αέρα 10 deg x 5 deg, πάνω από το Labrador, στον Καναδά.
- Αν όλο το O<sub>3</sub> 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.

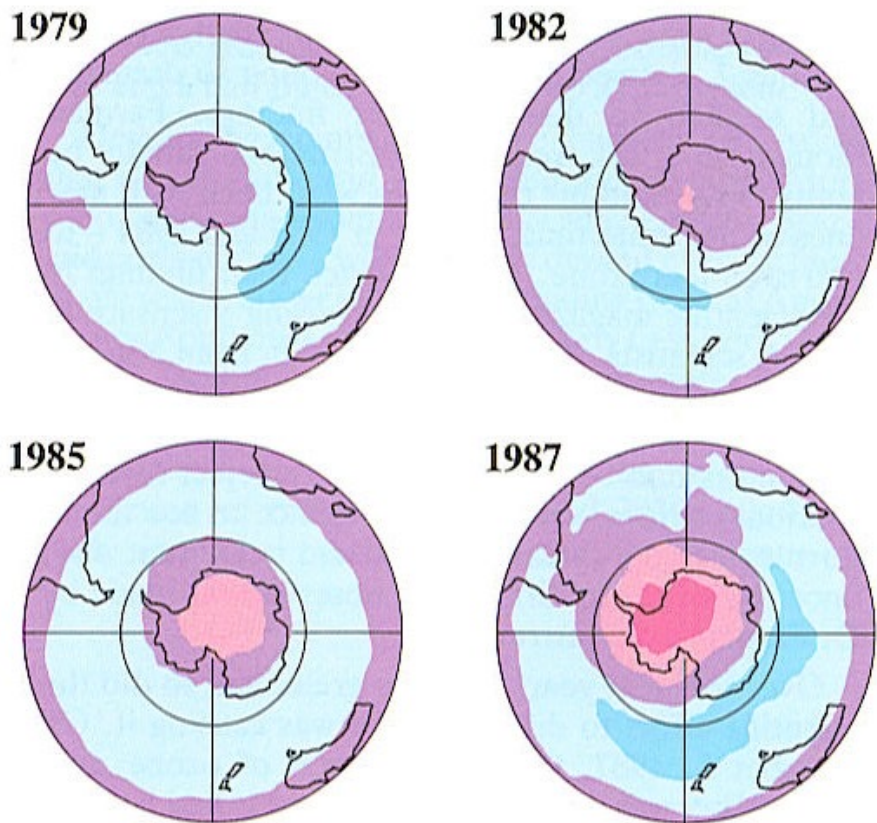
# Radiative Forcing Components



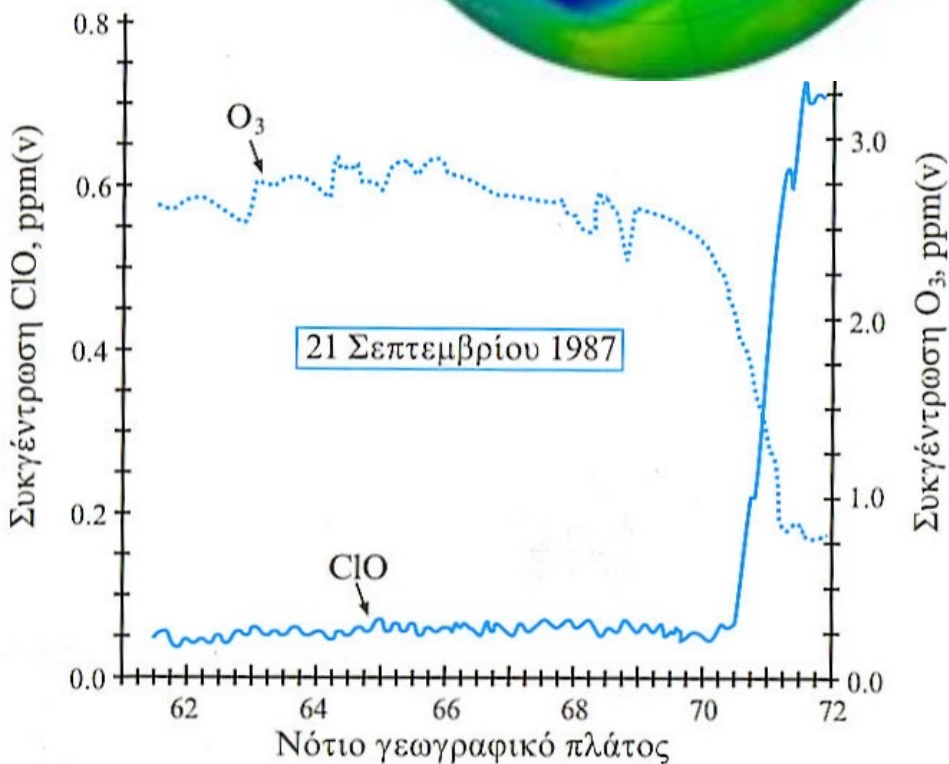
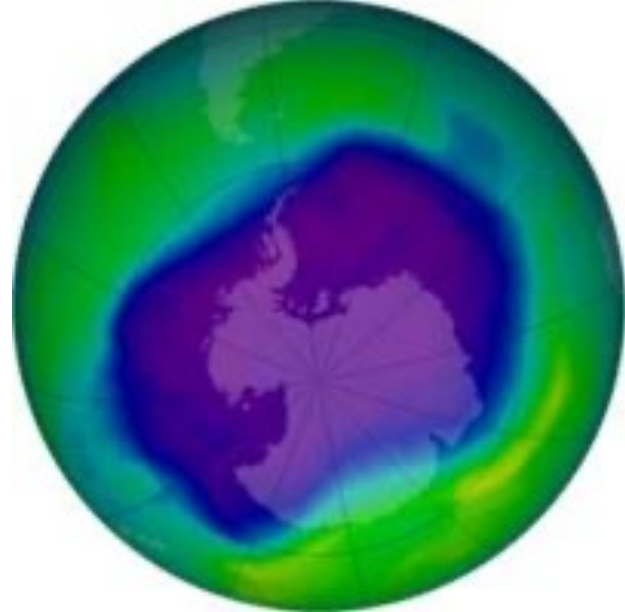
# Ενότητα 3

Η ελάττωση του στρατοσφαιρικού όζοντος

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



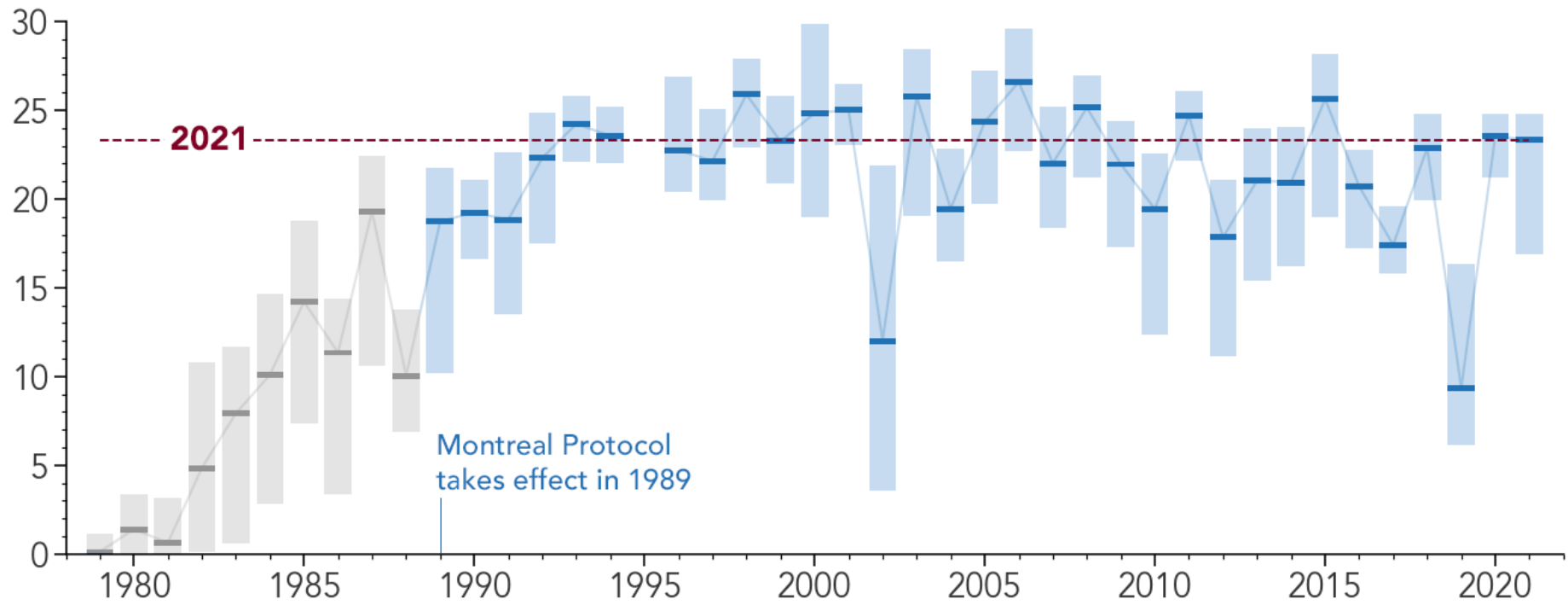
Σεπτ. 2006



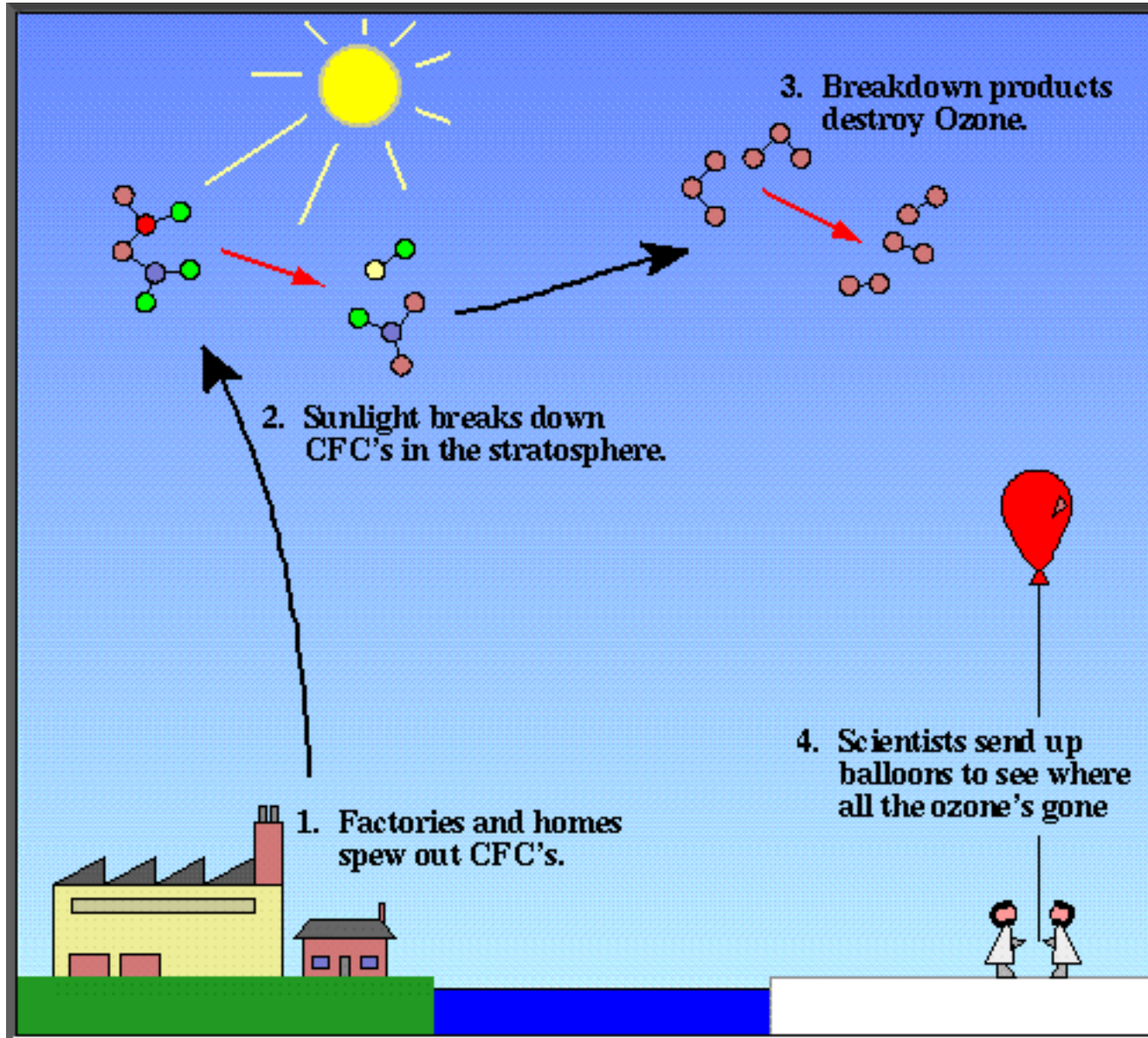
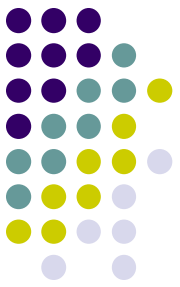


## Average Ozone Hole Area, September 7 - October 13

Millions km<sup>2</sup>

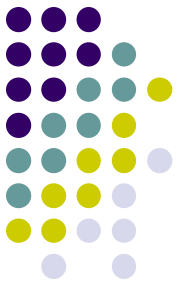


# Σχηματική επεξήγηση



# Ενότητα 3

## Επίδραση CFCs στη μείωση του στρατοσφαιρικού O<sub>3</sub>

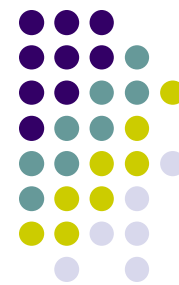


- $\text{CCl}_3\text{F} + h\nu \rightarrow \text{CCl}_2\text{F} + \text{Cl}$
  - $\text{Cl} + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO} + \text{O}_2$
  - $\text{ClO} + \text{O} \rightarrow \text{Cl} + \text{O}_2$
  - $\text{O} + \text{O}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{O}_2$
- 
- Χρόνος ζωής CFCs : 65-110 έτη
  - Ένα άτομο Cl διασπά πολλά μόρια O<sub>3</sub>
  - Ελαχιστοποίηση-μηδενισμός της χρήσης CFCs

# Ενότητα 3

Η ελάττωση του στρατοσφαιρικού όζοντος

- CFCs HCFs και τα δυναμικά ελάττωσης O<sub>3</sub> που εμφανίζουν -



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

ODP: επίδραση ενός χημικού είδους με το O<sub>3</sub> σε σύγκριση με την επίδραση που έχει μια ίσου βάρους ποσότητα CFC-11



# Global Mixing Ratios of Anthropogenic Halocarbons

