

ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

Μιχάλης Λεοτσινίδης
Καθηγητής

A stylized, low-poly silhouette of a mountain range in shades of teal and blue, located at the bottom right of the slide.

ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

- ◆ Καλείται η ύπαρξη στον ατμοσφαιρικό αέρα ύλης και ενέργειας που μπορεί να προκαλέσει οικολογικές διαταραχές και βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό

Επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην υγεία

Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι μπορεί να έχουν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου. Ιδιαίτερα ευάλωτοι είναι παιδιά και ηλικιωμένοι.

Πονοκέφαλος και άγχος (SO_2)
Επιπτώσεις στο κεντρικό νευρικό σύστημα [σωματιδιακή ύλη]

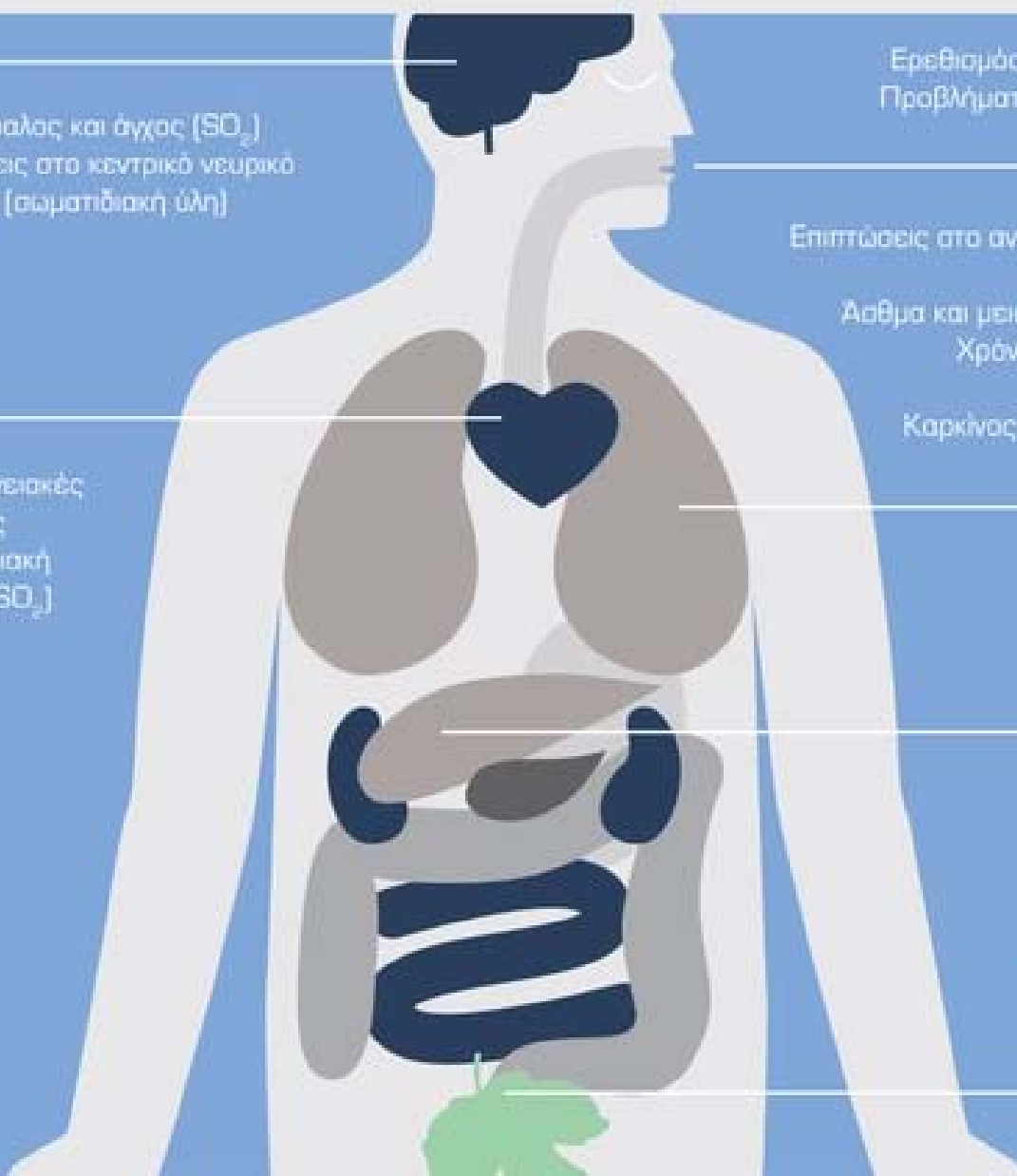
Καρδιαγγειακές παθήσεις
[σωματιδιακή ύλη, O_3 , SO_2]

Ερεθισμός στα μάτια, τη μύτη και το λαιμό
Προβλήματα αναπνοής (O_3 , PM, NO_2 , SO_2 , βενζο-α-πυρένιο)

Επιπτώσεις στο αναπνευστικό σύστημα: ερεθισμός, φλεγμονή και λοιμώξεις
Άσθμα και μειωμένη λειτουργία των πνευμόνων
Χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια [σωματιδιακή ύλη]
Καρκίνος του πνεύμονα [σωματιδιακή ύλη, βενζο-α-πυρένιο]

Επιπτώσεις στο ήπαρ, τη σπλήνα και το αίμα (NO_2)

Επιπτώσεις στο αναπαραγωγικό σύστημα [σωματιδιακή ύλη]



Ρύπανση: Τεράστιες επιπτώσεις στην υγεία

- ◆ Π.Ο.Υ(2002):
- ◆ **2.400.000 θάνατοι/έτος**
- ◆ 1.500.000 εσωτερική ρύπανση
- ◆ 900.000 εξωτερική ρύπανση
- ◆ **310.000 θάνατοι/έτος στην Ευρώπη**
- ◆ **500.000 – 1.000.000**
θάνατοι/έτος στις υπό ανάπτυξη χώρες
- ◆ 4-8% των πρώιμων θανάτων προκαλούνται από τα αιωρούμενα σωματίδια
- ◆ **1 στους 3 θανάτους παιδιών οφείλεται στην περιβαλλοντική ρύπανση**

Ατμοσφ Ένας σιω

9 εκατομμύρια πρόωροι θάνατοι το 2015

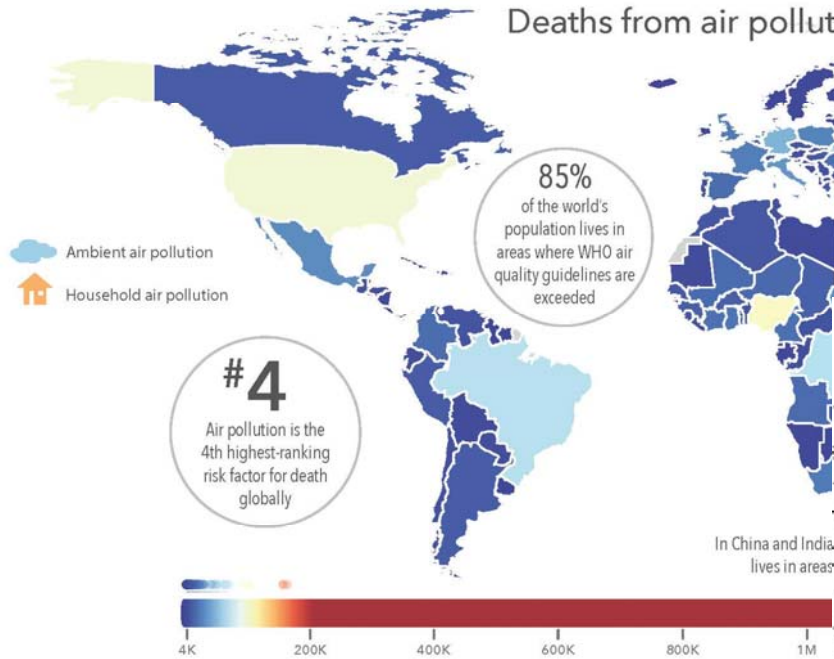
Το 16% όλων των θανάτων παγκοσμίως

3 X περισσότεροι από ότι από AIDS, TB και ελονοσία μαζί

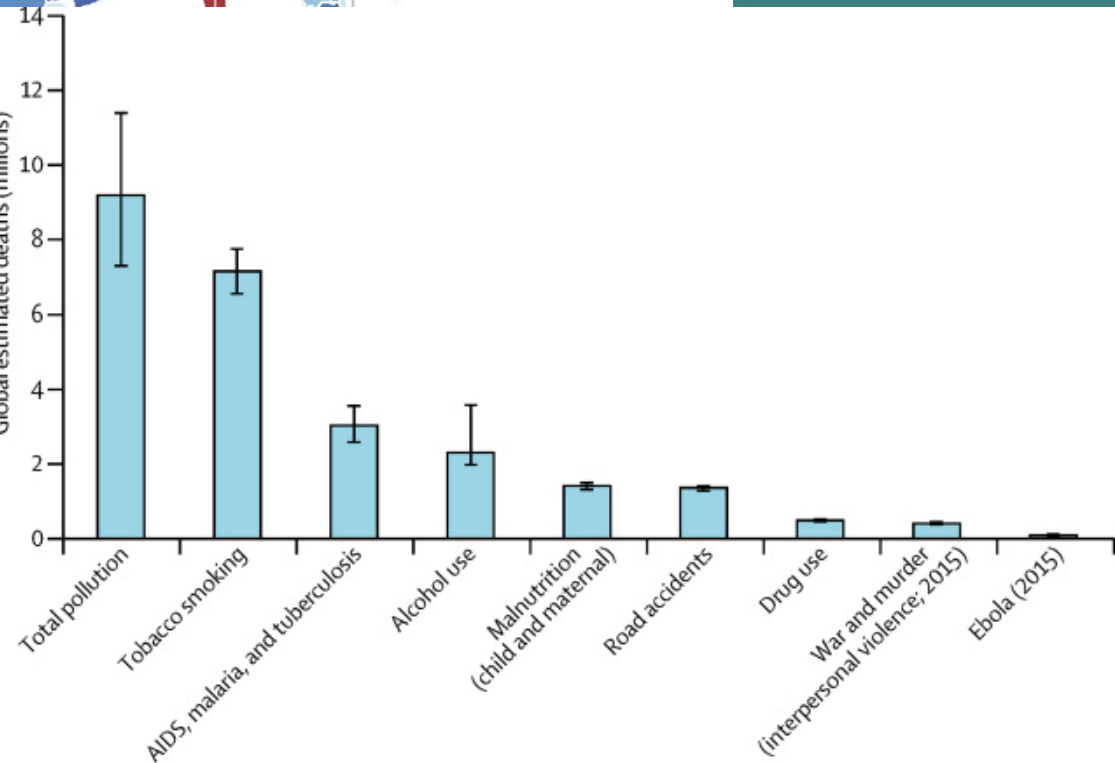
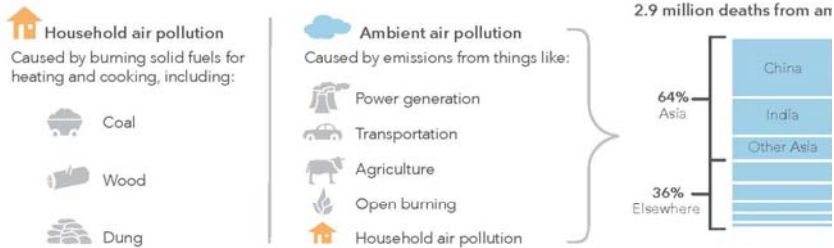
15 X περισσότερο από ό,τι από όλους τους πολέμους και άλλες μορφές βίας

Global Burden of A

Deaths from air pollut



Air pollution was responsible for 5.5 million deaths in 2015



Risk factors and causes

Source: [www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(17\)32345-0/fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(17)32345-0/fulltext)

Source:
1. Forouzanfar MH, et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioral, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*. 2015 Dec 5;386(10010):2287-323.
2. Brauer M, et al. Ambient air pollution exposure estimation for the Global Burden of Disease 2013. *Environmental Science & Technology*. 2016 Jan 5;50(1):79-88.

ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

- ◆ ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ
- ◆ ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ένωση	Συγκέντρωση φυσιολογικού περιβάλλοντος		Συγκέντρωση σε ρυπανθέντα αέρα	
	μg/m ³	ppm	μg/m ³	ppm
Μεθάνιο	1000	1,53	1500-2500	2,30-3,83
Μη μεθανικοί υδρογονάνθρακες	3	$\frac{0,07}{\text{MB}}$	50 – 500	$\frac{1,23-12,25}{\text{MB MB}}$
Μονοξείδιο του άνθρακα	100	0,09	2500-105	2,19-87,50
Διοξείδιο του θείου	5	0,002	100-2000	0,04-0,77
Διοξείδιο του αζώτου	2	0,001	100-1500	0,05-0,80
Όζον	30	0,02	100-1500	0,05-0,77

ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

- ◆ Στερεά: σκόνη
- ◆ Υγρή: θειϊκό οξύ, σταγονίδια
- ◆ Αέρια CO_2 , SO_2

Εκφράζεται ως $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ή σε ppm

$$1\text{ppm} = (10^3/\text{K}) * (\text{M.B}) * \mu\text{g}/\text{m}^3$$

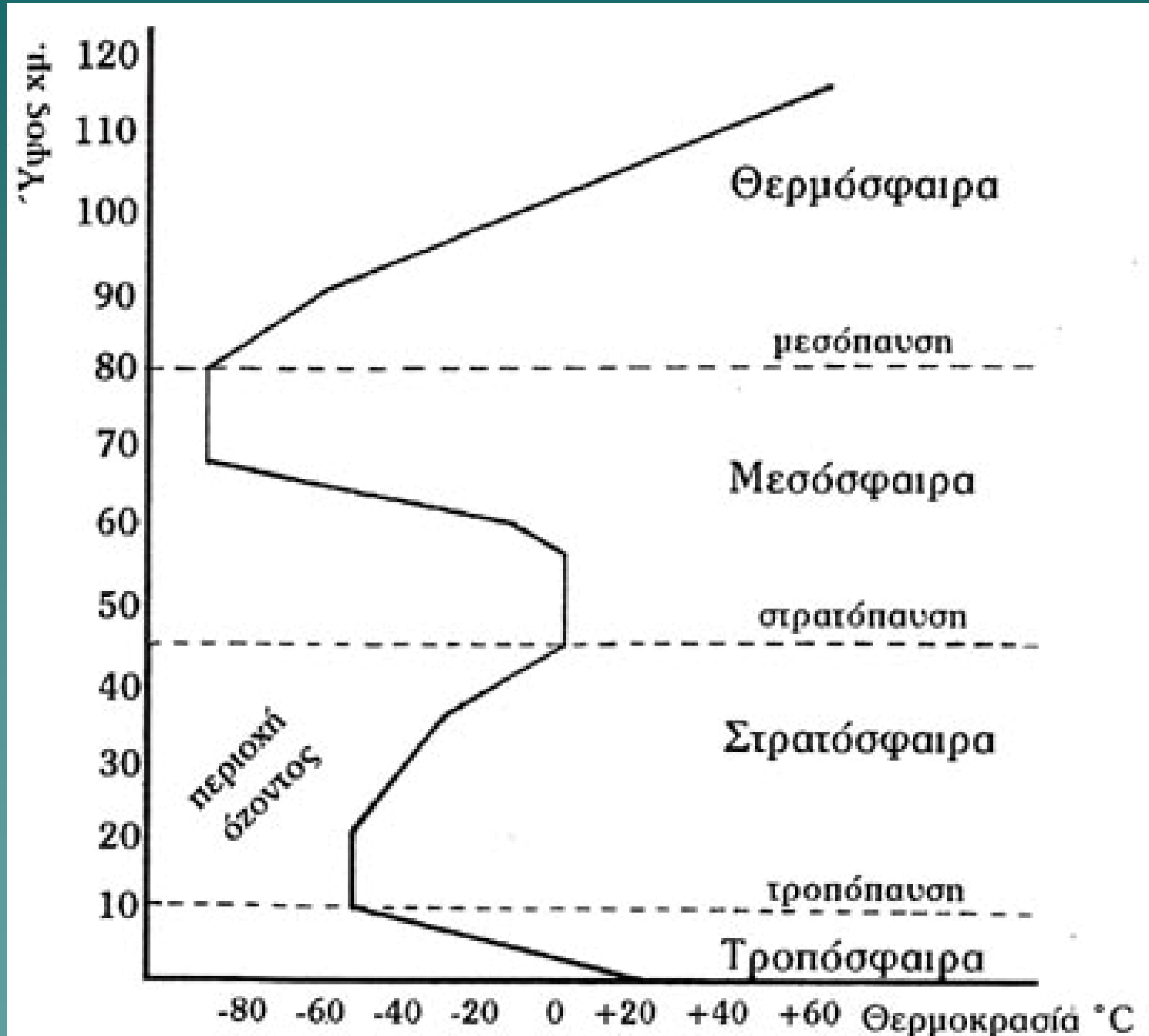
M.B = μοριακό βάρος ρύπου

K=24,5 σε 25°C και πίεση 1atm.

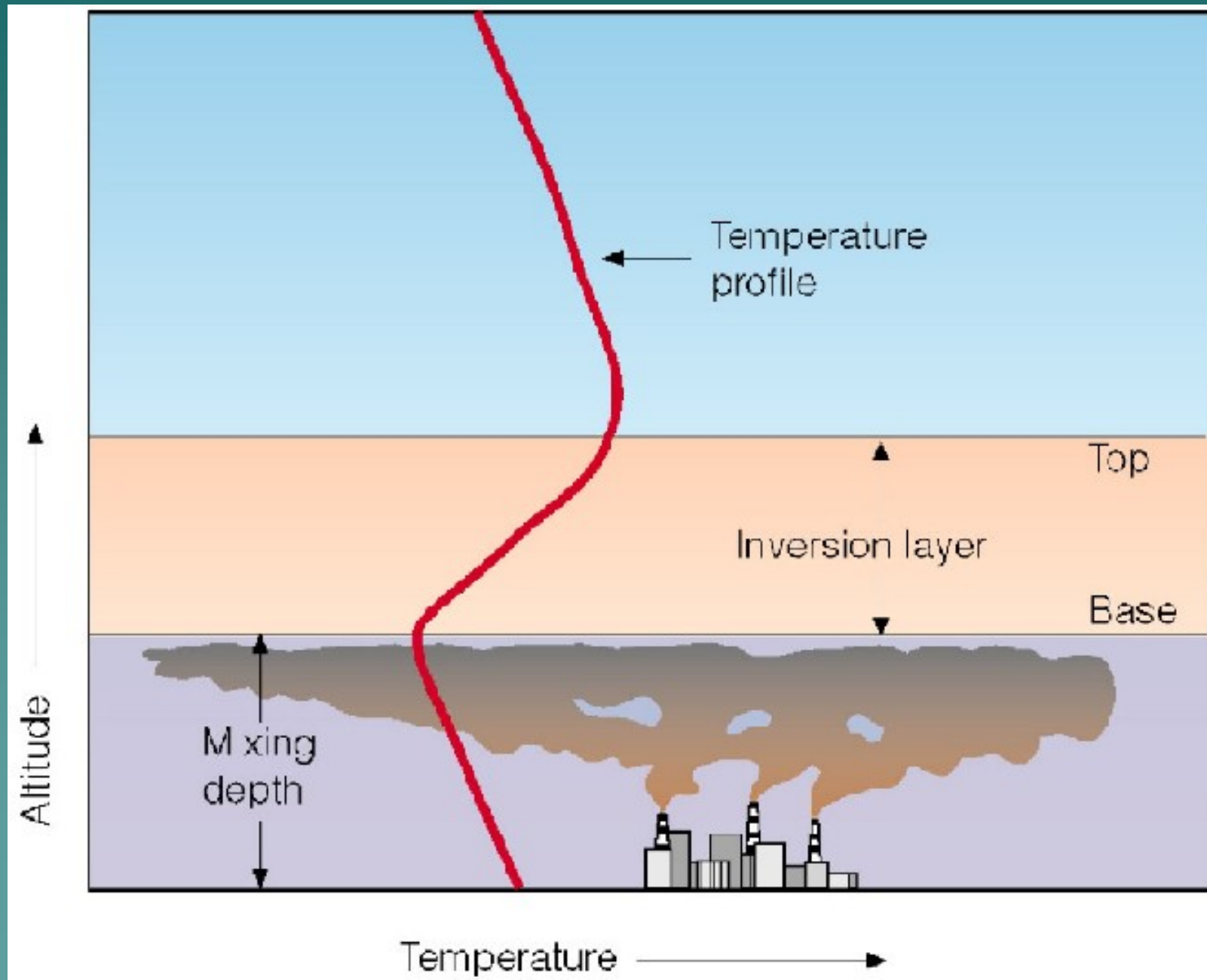
Δομή της ατμόσφαιρας

Γενικό σχήμα της κάθετης δομής της ατμόσφαιρας και διακύμανση της θερμοκρασίας σε σχέση με το υψόμετρο

Θερμοβαθμίδα: $6,6 \text{ }^\circ\text{C/Km}$
Για τα πρώτα 10Km



Θερμοκρασιακή αναστροφή



ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ

Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία με το ύψος, τότε έχουμε

◆ **θερμοκρασιακή αναστροφή.**



- ◆ **Επεισόδια Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης:**
- ◆ **Υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων**
Εκπομπές ρύπων
+
Υπαρξη συγκεκριμένων μετεωρολογικών καταστάσεων
- ◆ Γενικοί τύποι επεισοδίων κατά τον 20ο αιώνα:
- ◆ **Αιθαλομίχλη (SMOG = SMOke + foG)**
- ◆ **Φωτοχημική Αιθαλομίχλη (photochemical smog)**

Επεισόδια

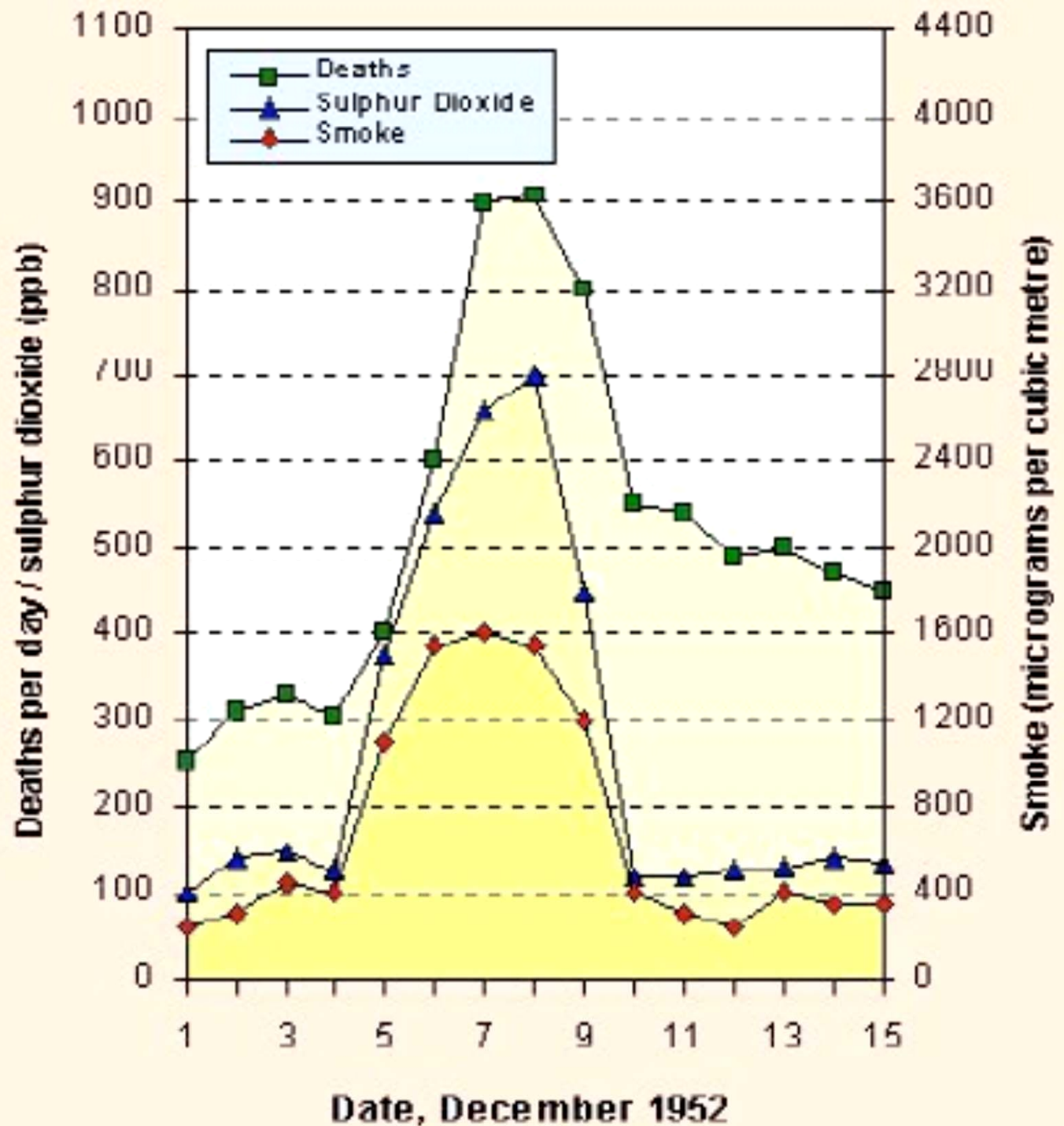
- ◆ **Κοιλάδα Meuse** του Βελγίου (Δεκέμβριος 1930)
5 ημέρες, 68 θάνατοι
- ◆ **Donora, Pittsburg, USA** (Οκτώμβριος 1948) 20 θάνατοι
- ◆ **Νέα Υόρκη**, Οκτώμβριος 1966, 168 θάνατοι
- ◆ **Λονδίνο**, Δεκέμβριος 1952, 5 ημέρες, 4000 θάνατοι

Ένα μεγάλο ποσοστό του SO_2 οξειδώνεται προς SO_3 , το οποίο με την υγρασία σχηματίζει σταγόνες θειϊκού οξέος. Η παρουσία ομίχλης ευνοεί τον σχηματισμό θειϊκού οξέος και επιπλέον παρατείνει το φαινόμενο της θερμοκρασιακής αναστροφής, αυξάνοντας τις δυσμενείς επιπτώσεις του νέφους.

Ιστορικά ατμοσφαιρικά επεισόδια

- ◆ **Λονδίνο, Δεκέμβριος 1952**
- ◆ Ένα από τα σοβαρότερα επεισόδια, διάρκειας 5 ημερών.
- ◆ **Θάνατοι > 4000, 2/3 Ηλικία > 65 ετών,**
- ◆ **45-64 ετών: Τριπλάσιοι θάνατοι σε σχέση με τα κανονικά επίπεδα**
- ◆ **Νήπια: Διπλάσιοι θάνατοι**
- ◆ **Ποσοστό αύξησης θανάτων Δεκεμβρίου 1952**
- ◆ **80% σε σχέση με το προηγούμενο έτος**
- ◆ **50% σε σχέση με τον Ιανουάριο 1953**
- ◆ **40% σε σχέση με τον Φεβρουάριο 1953 αντίστοιχα**
Θύματα με ιστορικό αναπνευστικών ή καρδιοαγγειακών παθήσεων.
- ◆ **Θνησιμότητα από βρογχίτιδα και πνευμονία: 7πλάσια.**

**Συγκεν-
τρώσεις
SO₂,
καπνού και
ημερήσιοι
θάνατοι
στο
Λονδίνο το
πρώτο
15ήμερο
του
Δεκεμβρίου
1952**



Αιθαλομίχλη

◆ Τύπος του Λονδίνου:

- ◆ Πολύ συχνό φαινόμενο στα τέλη του 19ου αιώνα Ύπαρξη νέφους και σε άλλες πόλεις της Μεγάλης Βρετανίας
- ◆ Προέλευση: Στάσιμες πηγές (κυρίως βιομηχανίες)
Μηχανισμός: Καύση άνθρακα για την παραγωγή ενέργειας με την παρουσία υψηλής σχετικής υγρασίας (ομίχλης) ή/και θερμοκρασιακής αναστροφής. Ύπαρξη συνήθως τους χειμερινούς μήνες.

◆ Βασικά συστατικά:

- ◆ Οξειδία του θείου και αιωρούμενα σωματίδια

Φωτοχημική αιθαλομίχλη

- ◆ **Απαιτείται ηλιοφάνεια,**
Τύπου Los Angeles
- ◆ **Προέλευση:** Εκπομπές από τροχοφόρα
Μηχανισμός: Εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα, οξειδίων του αζώτου και υδρογονανθράκων τα οποία με την επίδραση του ηλιακού φωτός αντιδρούν μεταξύ τους και σχηματίζουν δευτερογενείς ρύπους. Πιο συχνή τους καλοκαιρινούς μήνες
- ◆ **Βασικά συστατικά**
 NO_2 - O_3

ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ Η ΑΕΡΟΛΥΜΑΤΑ (AEROSOLS)

Τα αιωρούμενα σωματίδια η αερολύματα είναι τα στερεά ή υγρά σωματίδια που βρίσκονται σε λεπτή διασπορά στην ατμόσφαιρα.

(διάμετρος : 10^{-5} – 10^{-8} m)

◆ **Total Suspended Particles (TSP)** ή **Particulate matter(PM)**

Το σύνολο των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων και σταγονιδίων που βρίσκονται σε διασπορά στην ατμόσφαιρα.

Το μέγεθος ποικίλει από 0.01μm έως και μερικές εκατοντάδες μm.

Δεν έχουν όμως όλα την ικανότητα να εισέλθουν στον ανθρώπινο οργανισμό και να προκαλέσουν βλάβη.

Αεροδυναμική διάμετρος

- ◆ Αεροδυναμική διάμετρος ορίζεται η διάμετρος σφαίρας πυκνότητας μονάδας (1g/cm^3), η οποία έχει την ίδια τελική ταχύτητα πτώσης στον αέρα με το υπό εξέταση σωματιδίου.

Επιδράσεις στην υγεία

- ◆ Η επικινδυνότητα των αεροζόλ στη
- ◆ Δημόσια Υγεία εξαρτάται από δύο κύριους παράγοντες :
- ◆ (α) **το μέγεθος**
- ◆ (β) **τη χημική τους σύσταση.**

Τα σωματίδια που έχουν την ικανότητα να εισέλθουν στον ανθρώπινο οργανισμό και να προκαλέσουν βλάβη είναι:

Επιδράσεις στην υγεία

- ◆ **PM10 ή χονδρόκοκκα (*coarse mode*)** σωματίδια με μέγεθος έως 10μm. Αποτελούν εκείνο το κλάσμα των σωματιδίων που εισέρχεται στο ανώτερο σύστημα της αναπνευστικής οδού του ανθρώπου, για το λόγο αυτό καλούνται και εισπνεύσιμα σωματίδια (**inspirable particles**)

Επιδράσεις στην υγεία

- ◆ **PM2.5 ή λεπτόκκοκα (fine mode) καλούνται και αναπνεύσιμα.**
- ◆ μπορούν να διεισδύσουν σε μεγάλο βάθος του αναπνευστικού συστήματος, έως τις κυψελίδες των πνευμόνων. Γι' αυτό καλούνται και αναπνεύσιμα σωματίδια (inhalable particles)

μάτια, δέρμα, μαλλιά
>10 μm

λάρυγγας
5 ... 10 μm

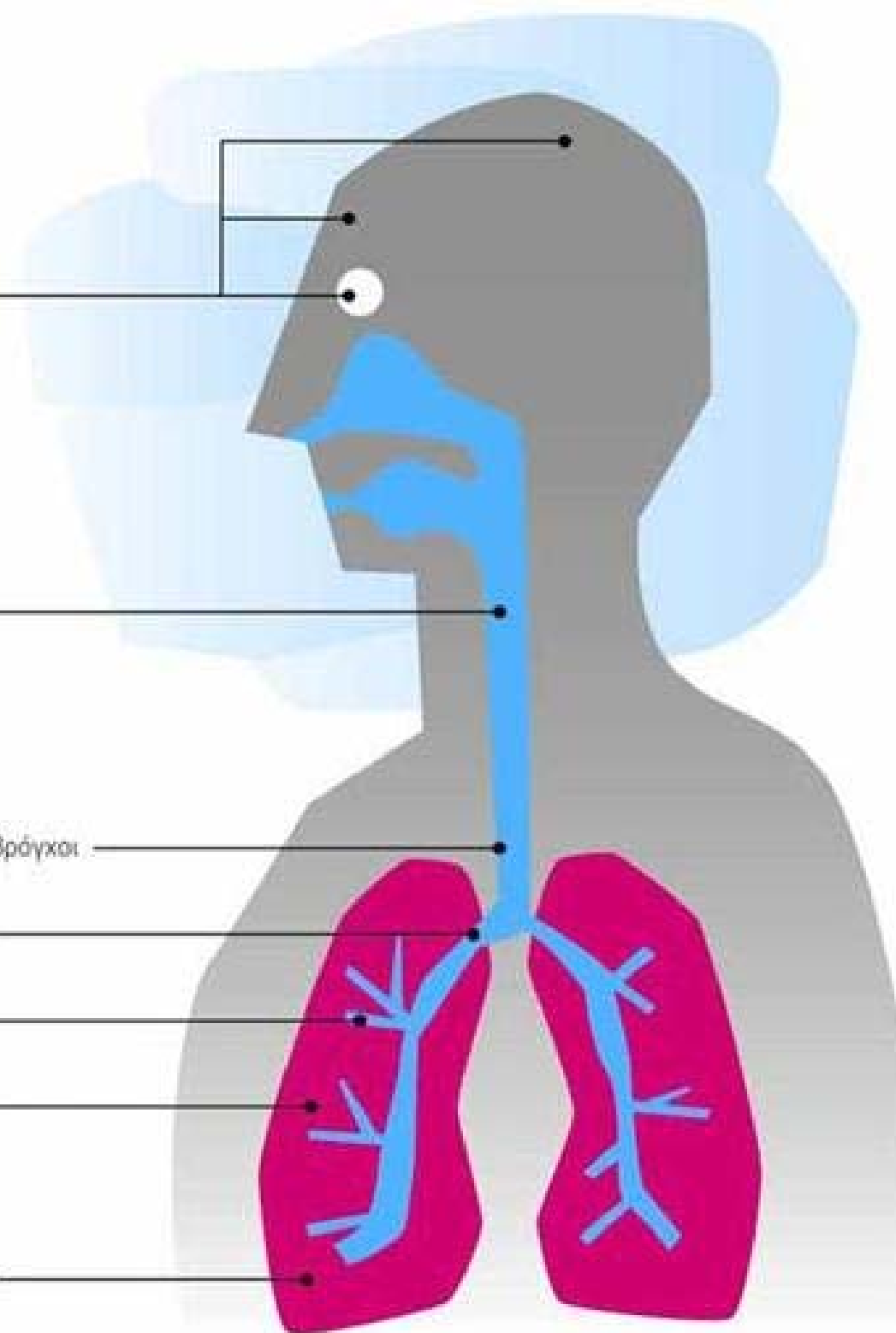
τραχεία και πρωτεύοντες βρόγχοι
3 ... 5 μm

δευτερεύοντες βρόγχοι
2 ... 3 μm

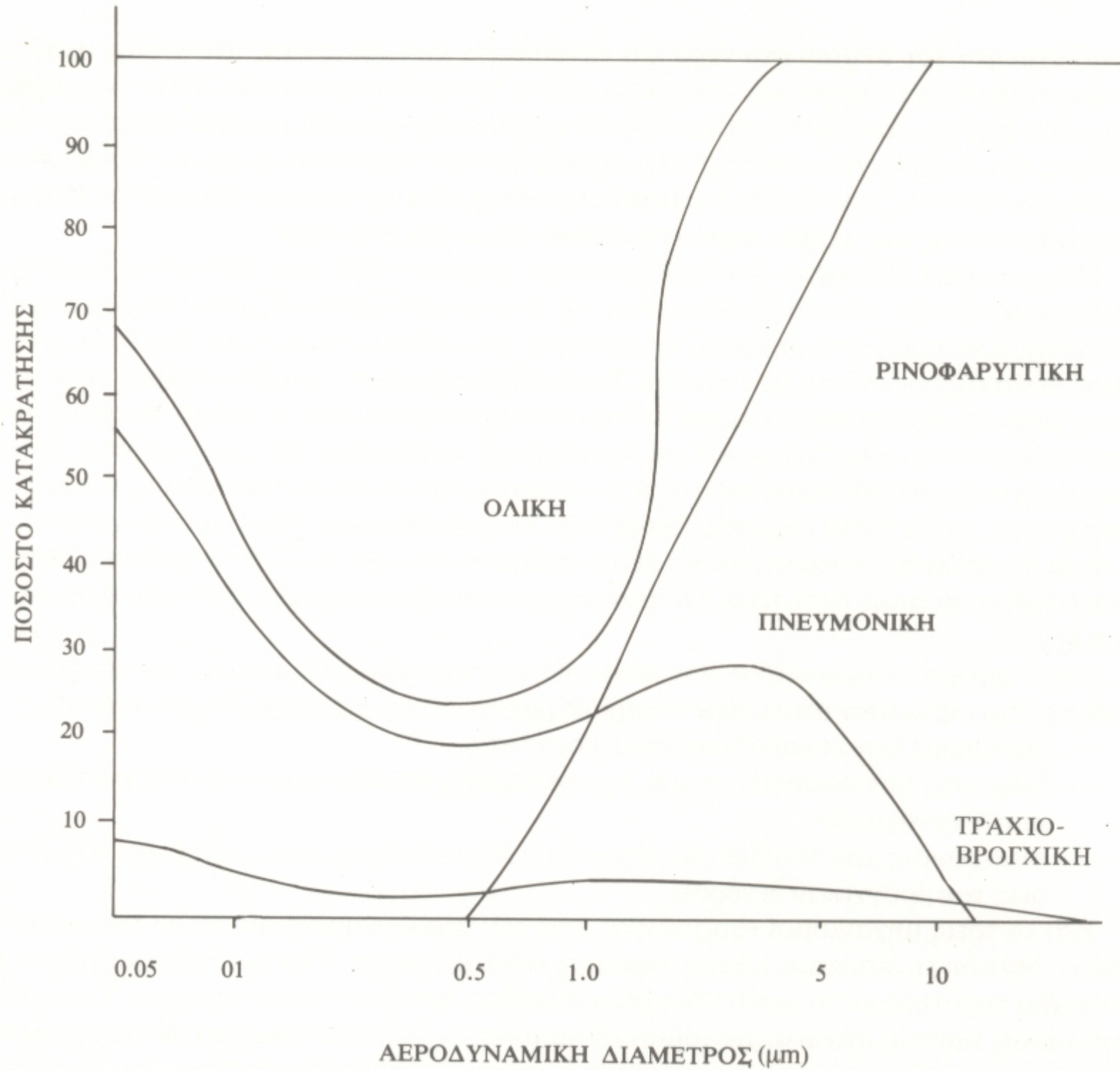
τερματικοί βρόγχοι
1 ... 2 μm

πνευμονικές κυψελίδες
0.3 ... 1 μm

πνευμονικές κυψελίδες
0.1 ... 1 μm



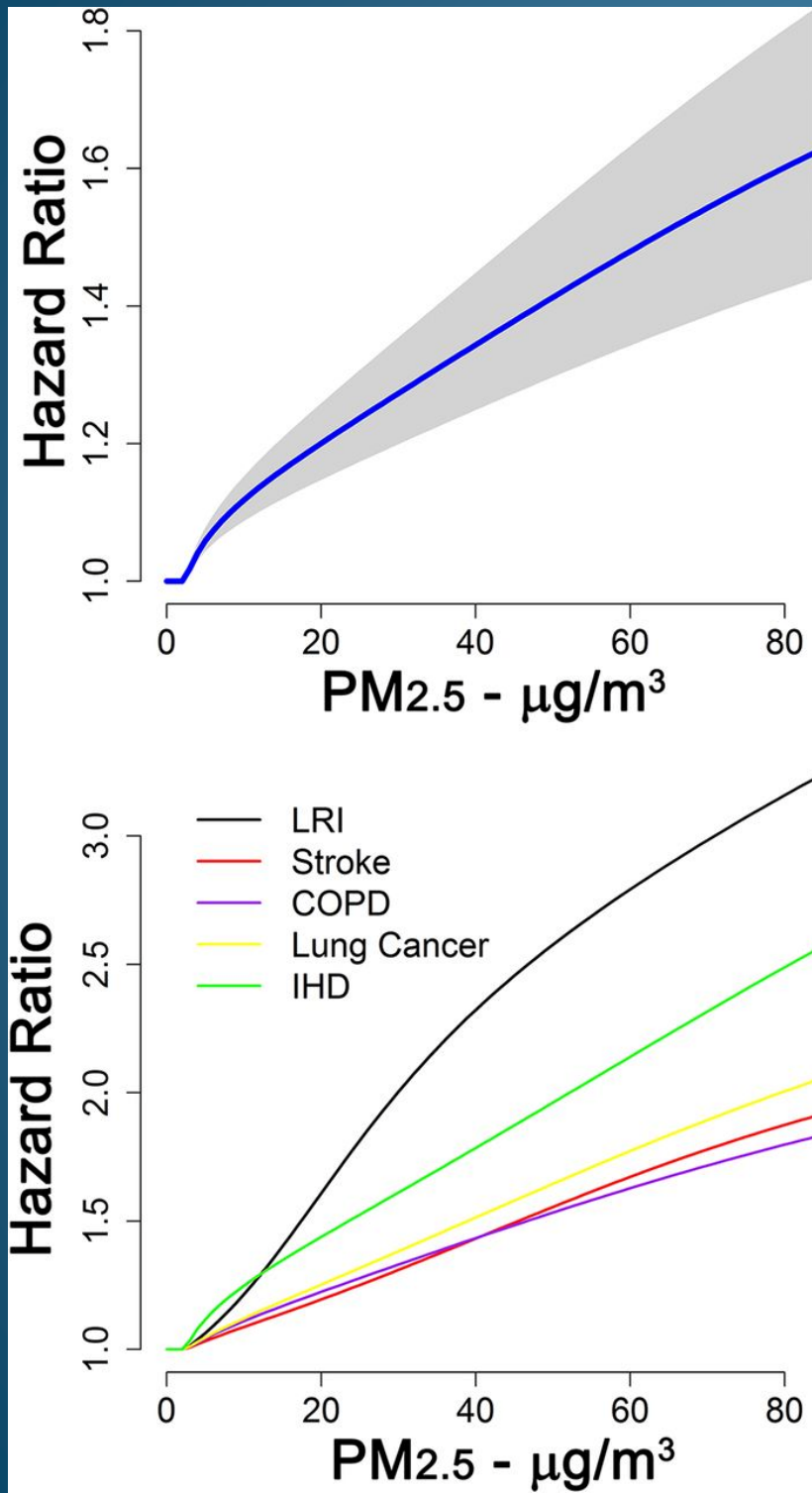
ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΝΕΩΝ



Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter
Burnett et al PNAS published ahead of print September 4, 2018

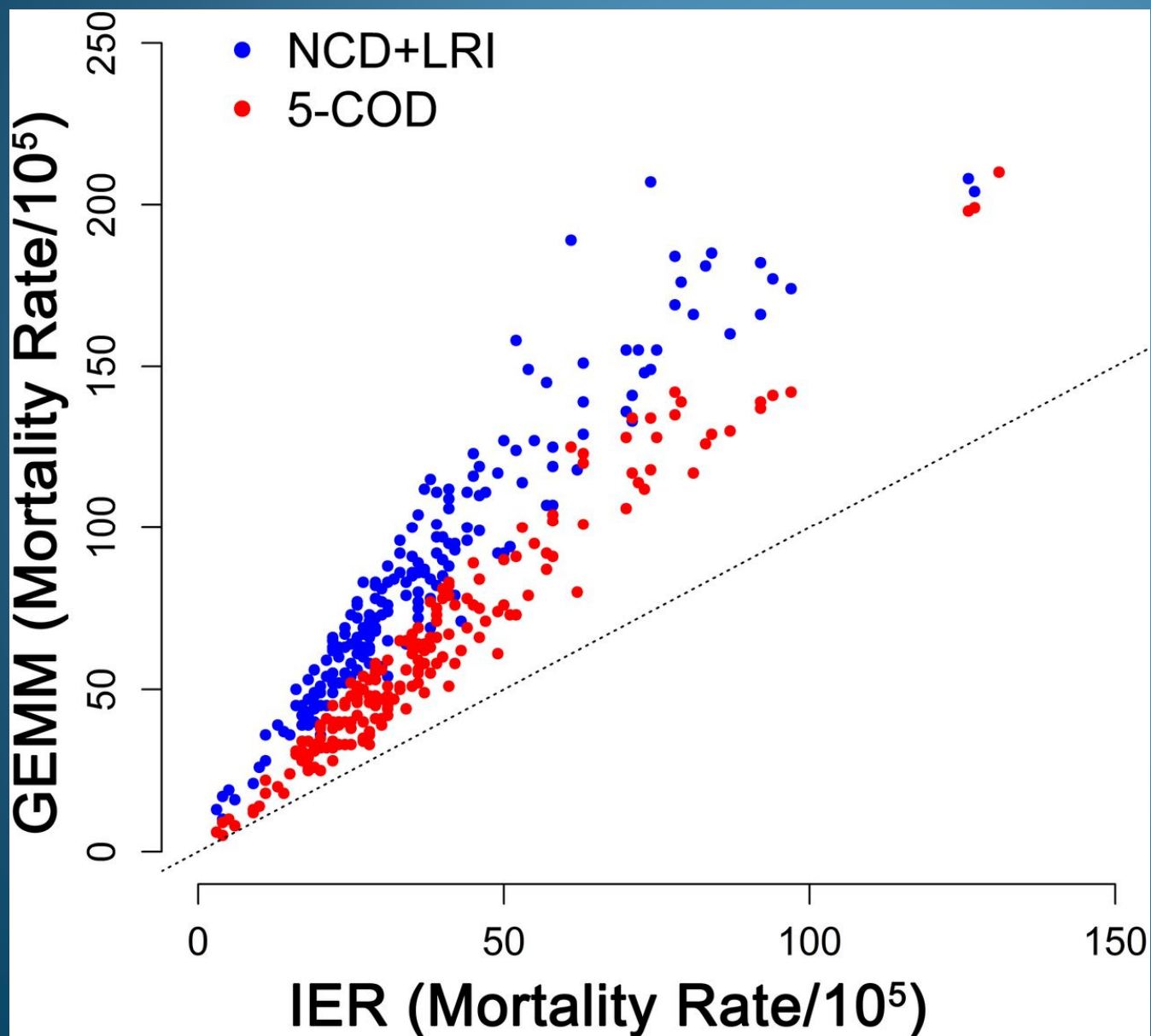
for noncommunicable diseases plus LRIs (NCD+LRI). (*Top*) With 95% confidence interval (gray shaded area). (*Bottom*) GEMM predictions for each of the five causes of death displayed. GEMM NCD+LRI, GEMM IHD, and GEMM stroke were based on the 60- to 64-y-old age group.

GEMM: Global Exposure Mortality Model



Global estimates of mortality associated with long-term exposure to outdoor fine particulate matter

Burnett et al PNAS published ahead of print September 4, 2018



Country-specific estimates of excess mortality rates associated with 100% reduction to the counterfactual concentration in population-weighted country average fine particulate matter concentrations by age-adjusted GEMM NCD+LRI vs. IER (blue dots) and GEMM 5 Causes of Death (COD) vs. IER (red dots). Dotted line represents 1:1 association.



Η διαμονή κοντά σε δρόμους υψηλής κυκλοφορίας μπορεί να είναι υπεύθυνη για 15-30% της επίπτωσης του άσθματος στα παιδιά και της COPD και CHD σε ενήλικες >65 ετών.

Η οικονομική επιβάρυνση υπολογίζεται σε 300 εκατ. € κάθε χρόνο

Αύξηση προσδόκιμ
25 πόλεις του δικτύ
τη συμμόρφωση εκ
όριο της WHO (10 µg/m³)

15000 απο καρδιαγγειακες
παθήσεις
31,5 δις € κόστος στην υγεία

Ο
ων οι

Μονοξειδίο του άνθρακα

◆ **9 ppm — επί 8 ώρες:** *Πρότυπο*

◆ **50 ppm — επί 6 ώρες:**

Παθολογοανατομίες βλάβες καρδιάς και εγκεφάλου

◆ **50 ppm — επί 50':**

Διαταραχές οπτικής οξύτητας

◆ **50 ppm — 8-12 ώρες:**

*Ψυχολογικές διαταραχές
(τρόμος, αδεξιότηης)*

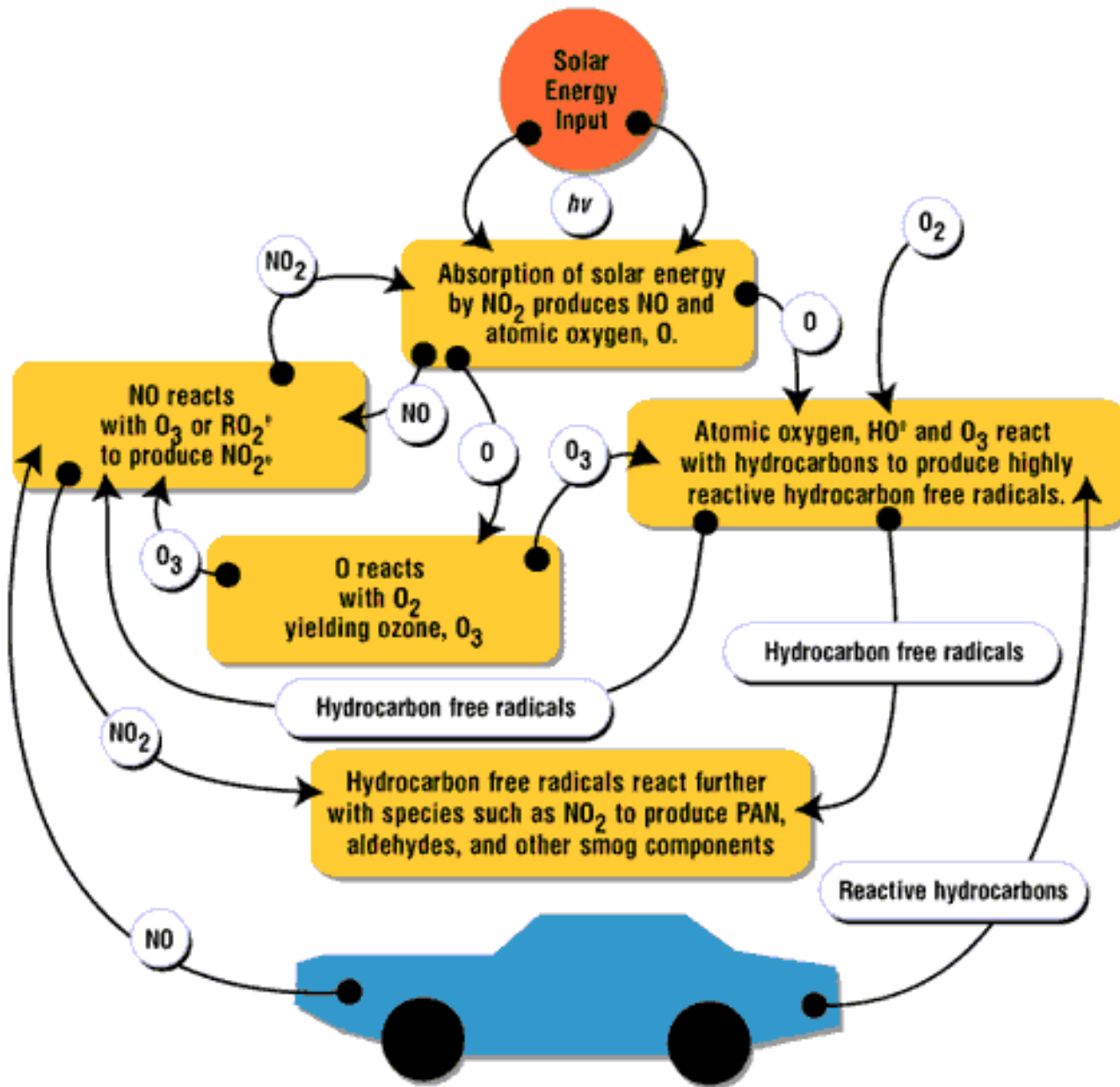
Διοξειδίο του θείου (SO_2)

- ◆ Το SO_2 είναι εξαιρετικά υδροδιαλυτό και για το λόγο αυτό συγκρατείται από τα άνω τμήματα του αναπνευστικού συστήματος.
- ◆ Η είσοδος του μέχρι τα βρογχίδια γίνεται όταν η ροή του εισπνεόμενου αέρα αυξάνεται σημαντικά όπως π. χ. κατά τη σωματική άσκηση.
- ◆ Η επίδραση του συνίσταται σε βρογχοσυστολή και ερεθισμό του βλεννογόνου με βήχα και ελαφρά απόχρεμψη, φαινόμενα που έχουν αποδειχθεί και πειραματικά.

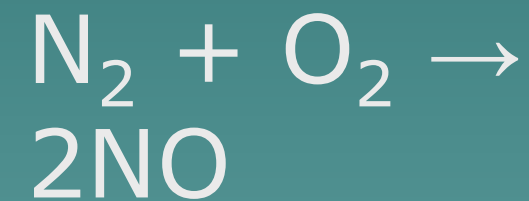
Διοξειδίο του θείου (SO₂)

- ◆ Η ευαισθησία των ατόμων ποικίλλει σημαντικά και ορισμένα άτομα μπορεί να παρουσιάσουν βρογχόσπασμο σε συγκεντρώσεις της τάξης των 500 μg/m³, ενώ άλλα άτομα αντιδρούν μόνο σε συγκεντρώσεις 2000 μg/m³.
- ◆ Τα πιο ευαίσθητα άτομα είναι οι ασθματικοί λόγω, ίσως, της μεγάλης ευαισθησίας του βρογχικού δένδρου σε εξωγενή ερεθίσματα.
- ◆ Μικρής διάρκειας εκθέσεις σε υψηλές συγκεντρώσεις καταλήγουν σε χρόνια βρογχίτιδα ιδιαίτερα στους καπνιστές.

NO & NO₂ : NO_x



Κύρια πηγή
οι μηχανές
εσωτερικής
καύσης :



Διοξείδιο του αζώτου (NO_2)

- ◆ Το 40% περίπου του NO_2 συγκρατείται από το βλεννογόνο τη μύτης και φάρυγγα. Σε περίπτωση όμως σωματικής κόπωσης με υπέρπνοια το 80-90% του NO_2 φθάνει μέχρι τα τελικά βρογχίδια. Πειραματικά αποδείχθηκε ότι το NO_2 ή παράγωγα παραμένουν επί μακρό στον αναπνευστικό βλεννογόνο.

Διοξειδίο του αζώτου (NO₂)

- ◆ Προκαλεί αισθητές μορφολογικές παθολογοανατομικές βλάβες με οίδημα του βλεννογόνου, υπερτροφία, βλάβες ή θάνατο κυττάρων.
- ◆ Στη αρχή της έκθεσης τα φυσιολογικά κύτταρα αντικαθίστανται με πιο ανθεκτικά (clara cells) τα οποία όμως, και αυτά, καταστρέφονται εάν συνεχισθεί η έκθεση σε υψηλά επίπεδα.

Διοξείδιο του αζώτου (NO₂)

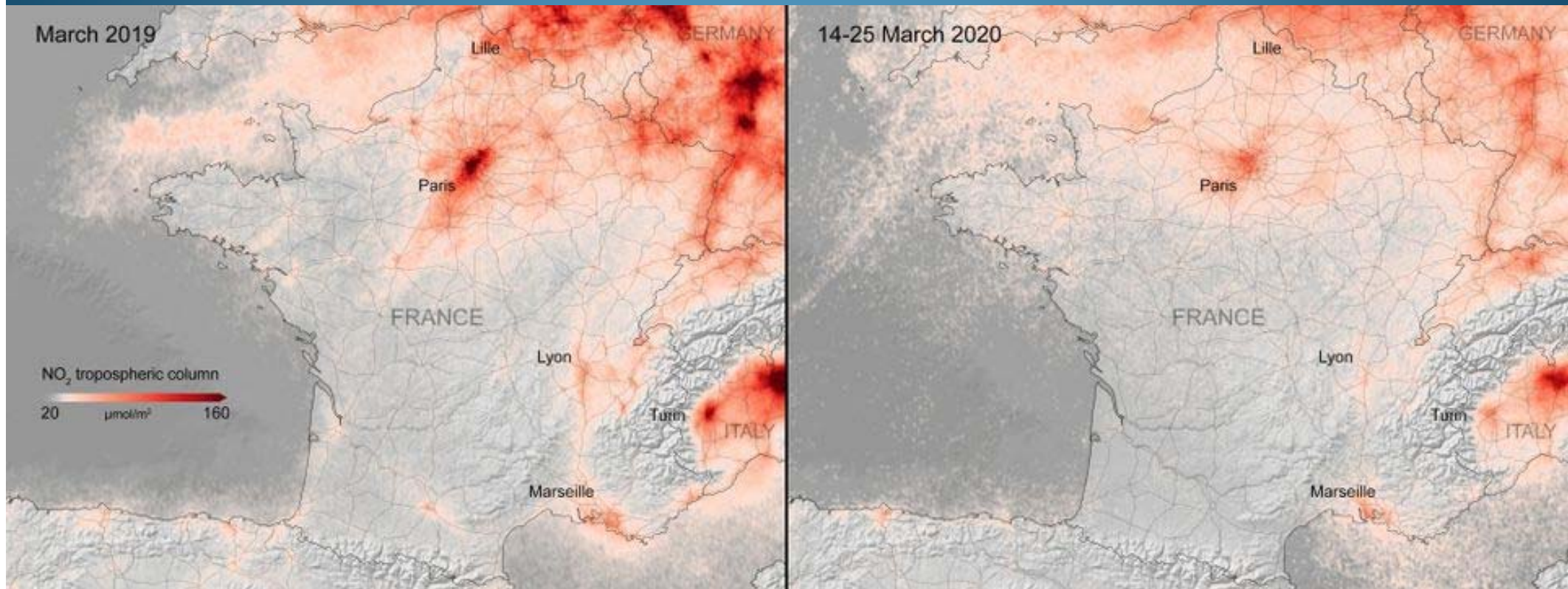
Προοδευτικά παρατηρείται πάχυνση της κυψελιδικής μεμβράνης και βλάβες που μοιάζουν με το τυπικό εμφύσημα. Τέτοιες βλάβες μπορεί να παρατηρηθούν και σε μικρές σχετικά συγκεντρώσεις (190 μg/m³) εάν είναι επαρκώς μακρόχρονες.

Σημαντική επίσης διαταραχή είναι η μείωση της αντίστασης του πνευμονικού ιστού κατά των μικροβιακών λοιμώξεων και κατά των ιών.

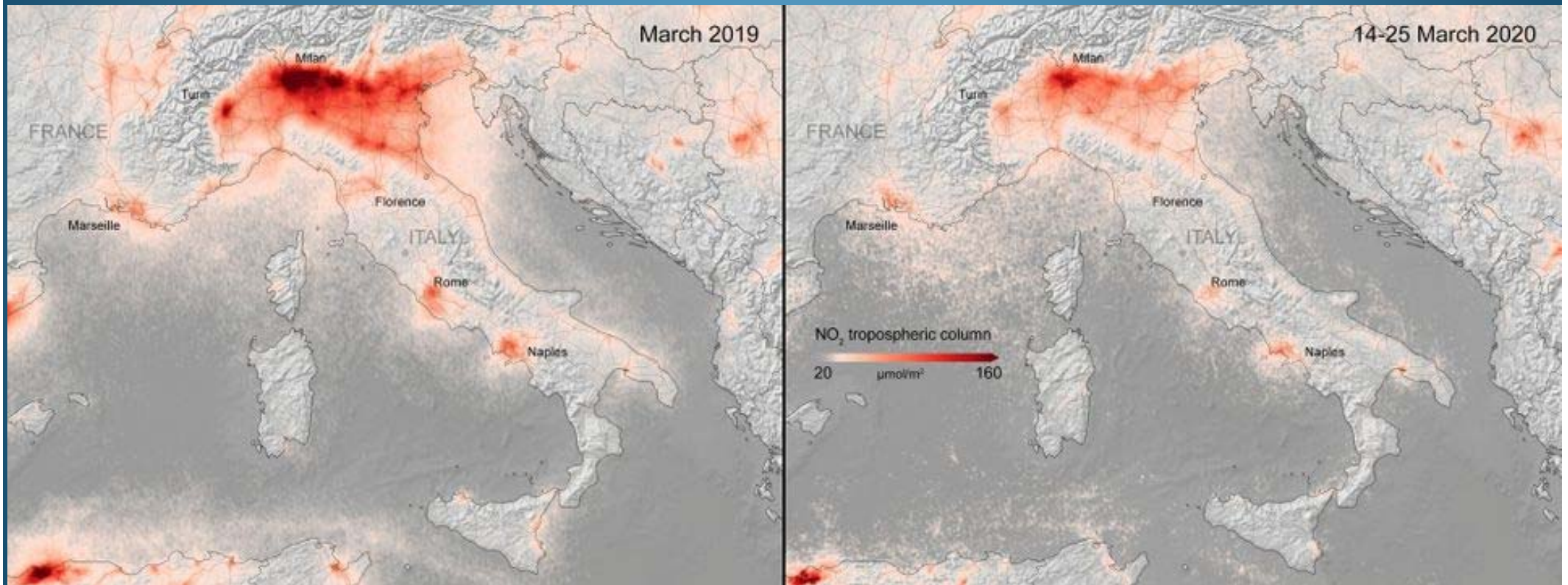
Τοξικές επιπτώσεις από τα NOx

- NO₂ πιο τοξικό από NO.
- Το NO₂ σε εξωτερικούς χώρους σπανίως φθάνει υψηλά επίπεδα. Σε ατυχήματα με απελευθέρωση NO₂ παρατηρούνται τοξικές επιπτώσεις ή και θάνατος.
- Βραχεία έκθεση σε 50-100 ppm NO₂ προκαλεί φλεγμονή των πνευμόνων για 6-8 εβδομάδες.
- Έκθεση σε 100-500 ppm προκαλεί θανατηφόρα φλεγμονή των πνευμόνων μετά από 3-5 εβδομάδες (*bronchiolitis fibrosa obliterans*).
- Έκθεση σε >500 ppm προκαλεί θάνατο σε 2-10 ημέρες

Γαλλία NO₂

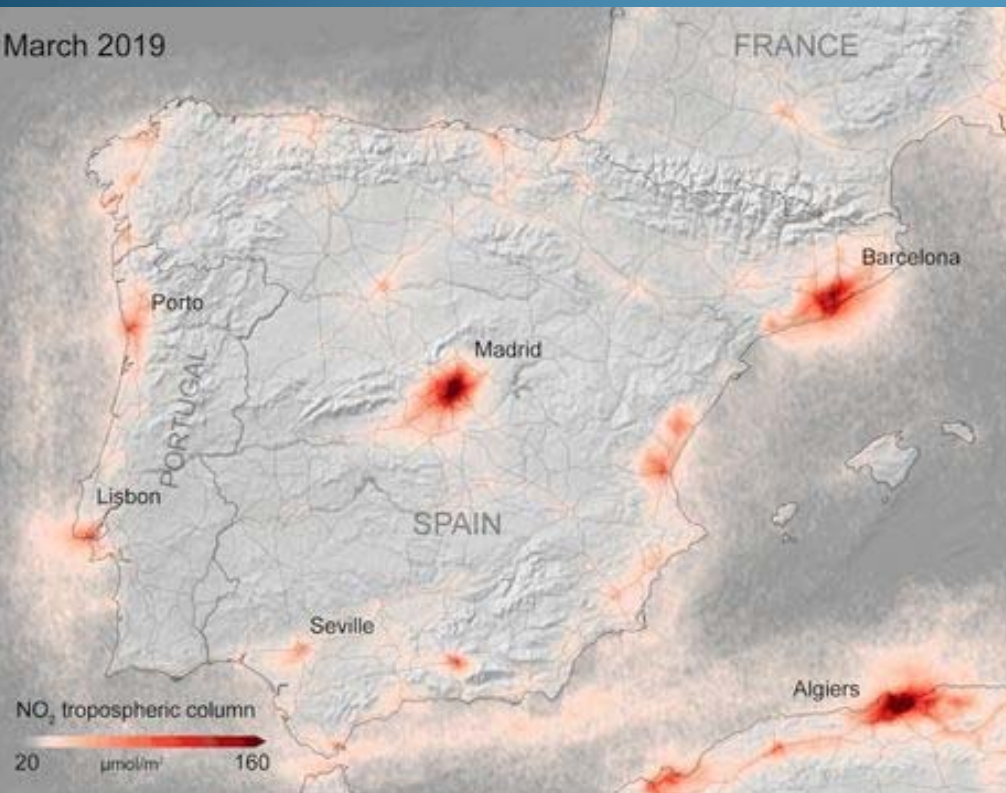


Ιταλία NO₂

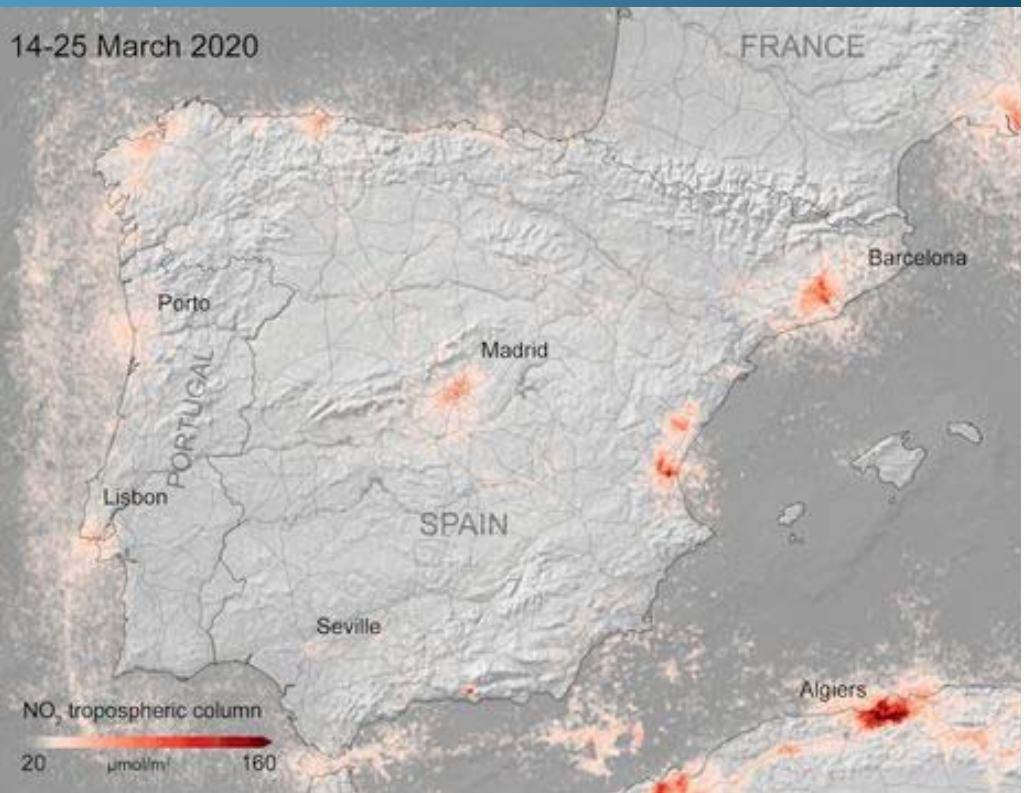


Ισπανία NO₂

March 2019

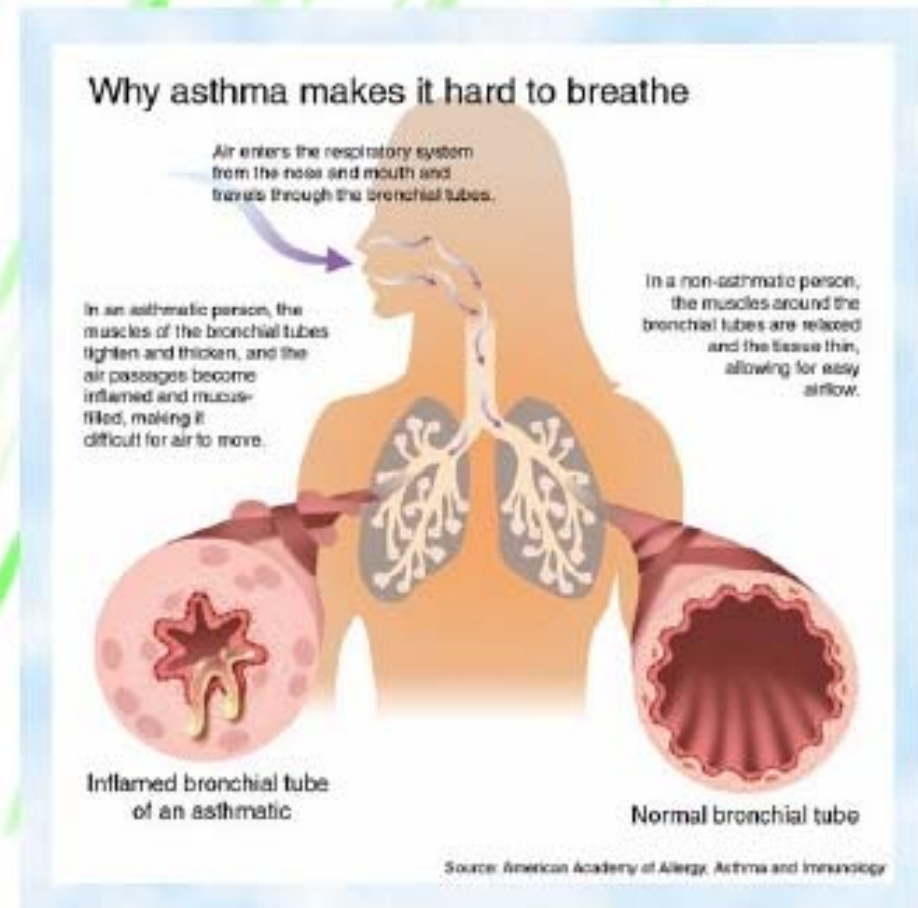


14-25 March 2020



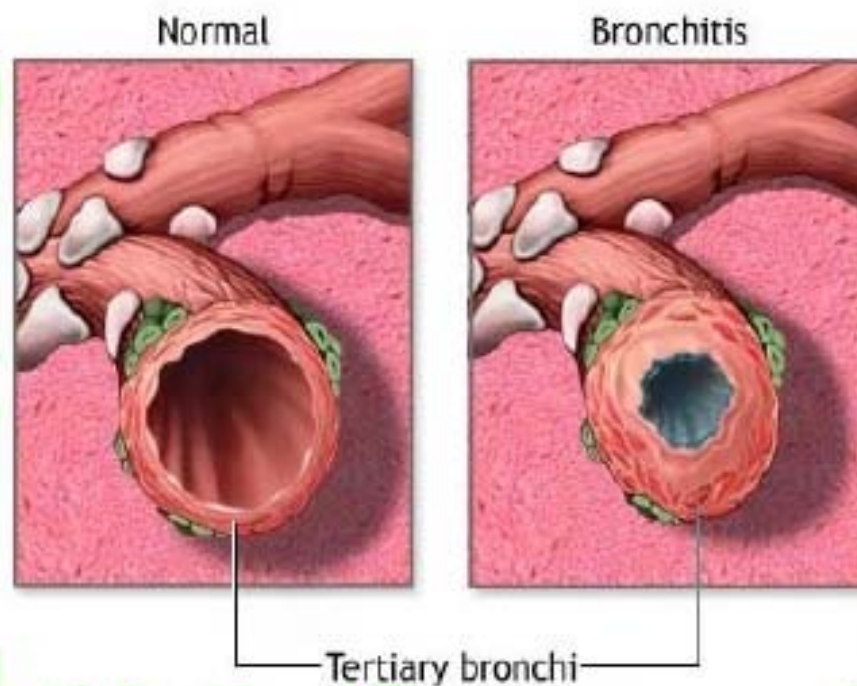
Health Problems

- **Sulfur dioxide (SO₂) and nitrogen oxides (NO_x) gases turn in to particles that can be inhaled deep into people's lungs.**
- **In high levels of the fine particles there is an increase in illnesses, a key component of urban smog, cause inflammation and damage to tissues, and premature death from respiratory diseases such as:**
- **Asthma and Bronchitis.**



Health Problems

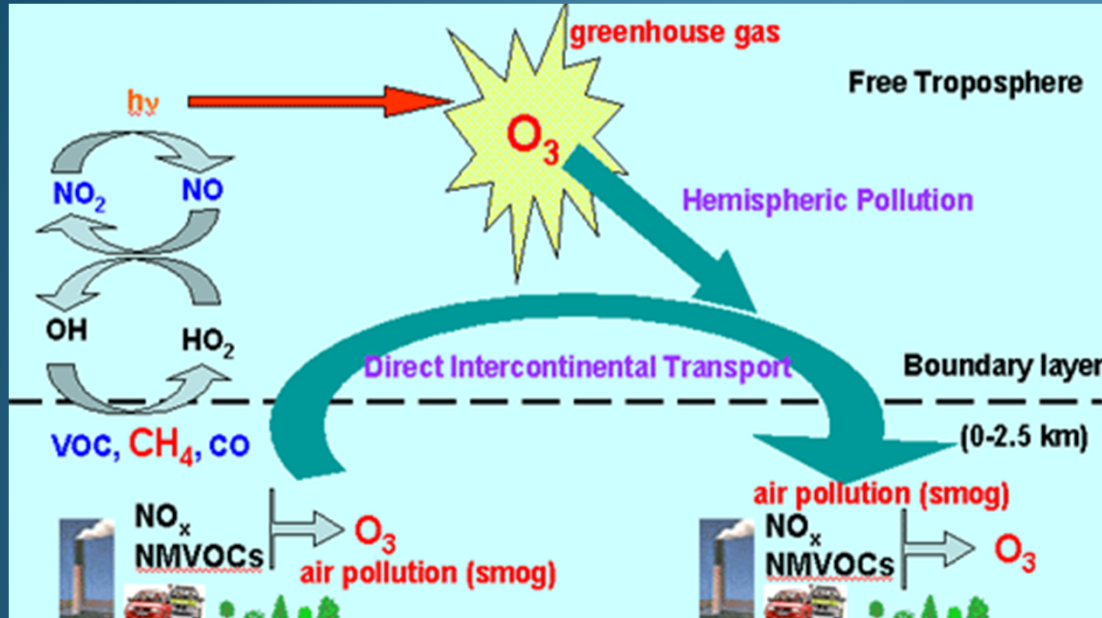
- These particles are particularly dangerous to the elderly and to people with heart and respiratory diseases.
- Nitrogen oxides cause ground-level ozone that causes respiratory problems like:
- **Pneumonia and Bronchitis**



◆ OZON



Τροποσφαιρικό Όζον



Γιατί το τροποσφαιρικό όζον είναι επιβλαβές;

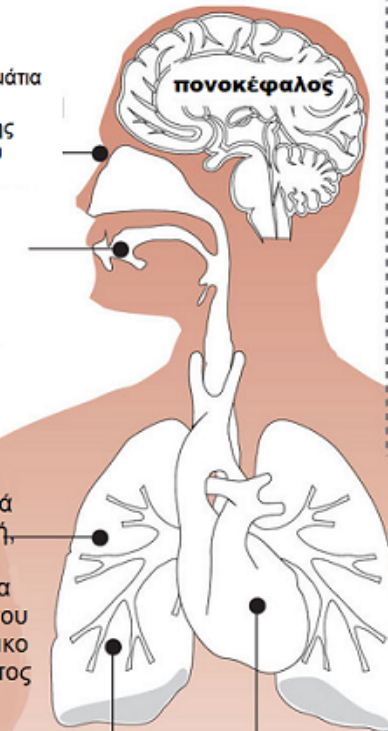
Το όζον είναι ένας από τους πιο διαδεδομένους ατμοσφαιρικούς ρύπους και από τους πιο επικίνδυνους.

Επιπτώσεις στην υγεία





Κάψιμο στα μάτια και το λαιμό. Ερεθισμός της βλεννογόνου

Δύσπνοια, συριγμός, βήχας

Κρίσεις άσθματος, πόνος στο στήθος κατά την εισπνοή, αυξημένος κίνδυνος για ασθένειες του αναπνευστικού ή συστήματος



Πώς σχηματίζεται το όζον;

- 1 Οξυγόνο στην ατμόσφαιρα 
- 2 Οξείδιο του αζώτου, υποπροϊόν καύσης 
- 3 Το φως του ήλιου διασπά το οξείδιο του αζώτου 
- 4 Το όζον σχηματίζεται από τρία άτομα οξυγόνου 

U.S. ozone limits

In parts per billion

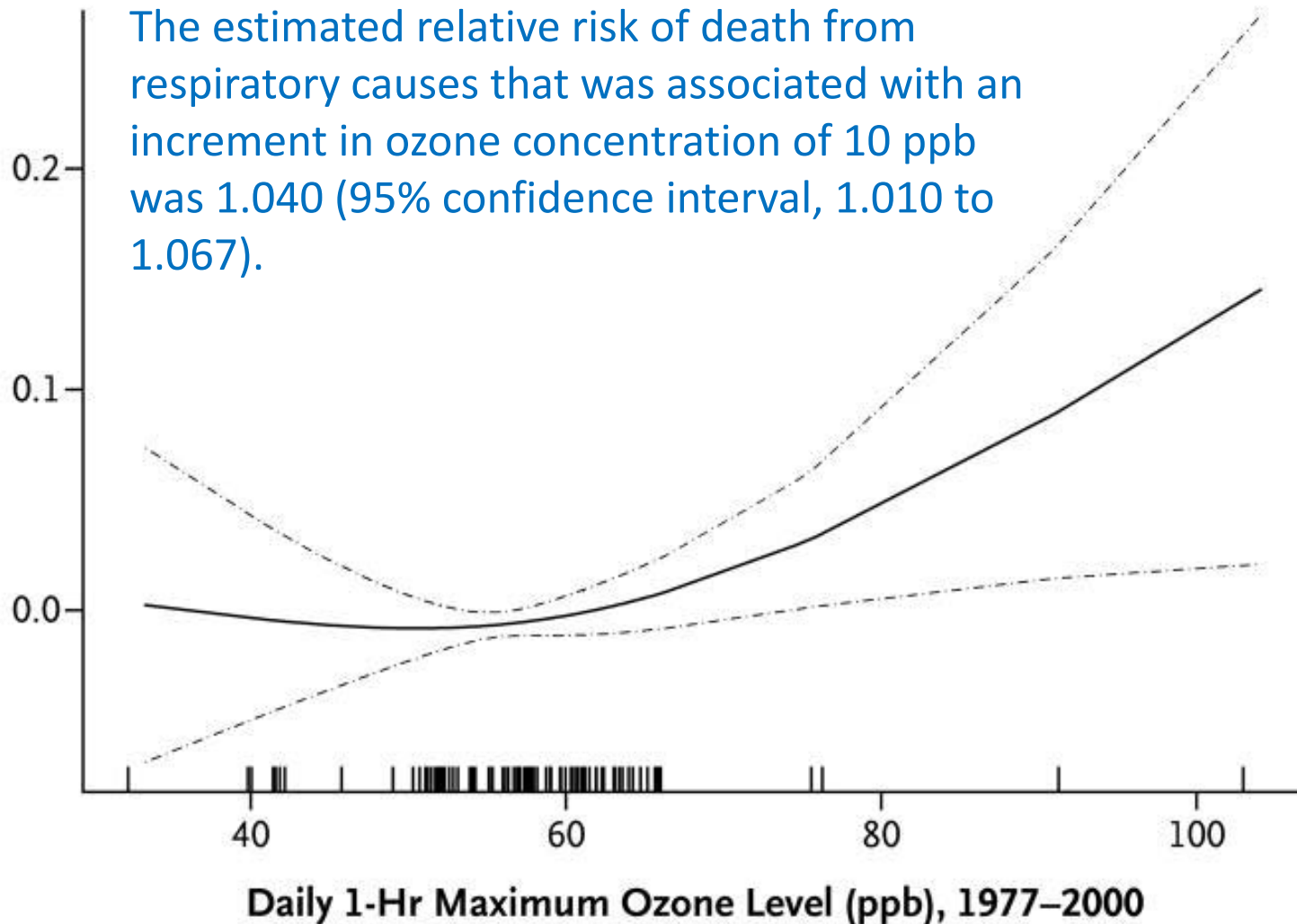
• 1997-2008	84
• 2008-present	75
• New EPA proposal	60-70

© 2010 MCT

Source: American Lung Association, State of the Air 2008, AP Graphic: Staff

The estimated relative risk of death from respiratory causes that was associated with an increment in ozone concentration of 10 ppb was 1.040 (95% confidence interval, 1.010 to 1.067).

Residual Risk



cohort of the American Cancer Society Cancer Prevention Study II. Air pollution data from 96 metropolitan statistical areas in the United States. Data were analyzed from 448,850 subjects, with 118,777 deaths in an 18-year follow-up period.

Jerrett et al.,
NEJM, 2009)

Exposure–Response Curve for the Relation between Exposure to Ozone and the Risk of Death from Respiratory Causes. The curve is based on a natural spline with 2 df estimated from the residual relative risk of death within a metropolitan statistical area (MSA) according to a random-effects survival model. The dashed lines indicate the 95% confidence interval of fit, and the hash marks indicate the ozone levels of each of the 96 MSAs.

Όζον: Επιπτώσεις



Αλλεργίες
Λοιμώξεις
αναπνευστικού
Λοιμώξεις ωτών
Εμφύσημα
Θάνατοι

Short-term exposure to ozone, mortality and hospital admissions

European cities in the APHENA study

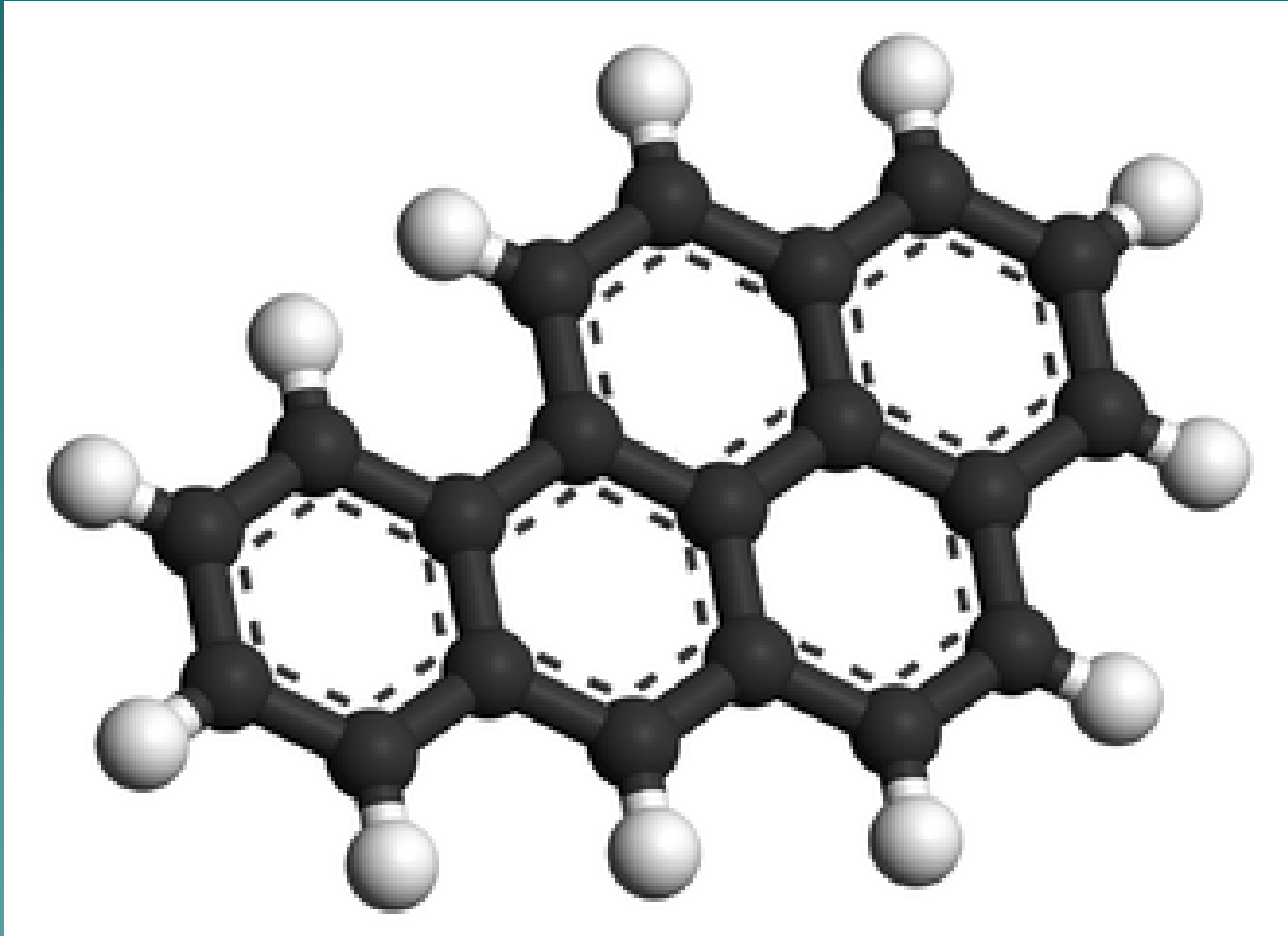
Outcome	Per cent increase in deaths/admissions (95% CI) per 10 µg/m ³ increment in daily maximum 1-hour ozone concentrations	
	Single pollutant	Adjusted for PM ₁₀
All-cause mortality ^a	0.18 (0.07–0.30)	0.21 (0.10–0.31)
Cardiovascular mortality: 75 years and older ^a	0.22 (0.00–0.45)	0.21 (-0.01–0.43)
Cardiovascular mortality: younger than 75 years ^a	0.35 (0.12–0.58)	0.36 (0.10–0.62)
Respiratory mortality ^b	0.19 (-0.06–0.45)	0.21 (-0.08–0.50)
Cardiac admissions: older than 65 years ^a	-0.10 (-0.46–0.27)	0.64 (0.36–0.91)
Respiratory admissions: older than 65 years ^b	0.19 (-0.28–0.67)	0.32 (0.05–0.60)

^a lag 0-1 results; ^b lag 1 results

ΠΑΥΣ

Υπολογίζεται ότι η μακρόχρονη επίπτωση της νεοπλασίας ανέρχεται σε

8,7 ανά 100.000 εκτιθέμενους ανά νg ΒαΠ/κυβικό μέτρο.

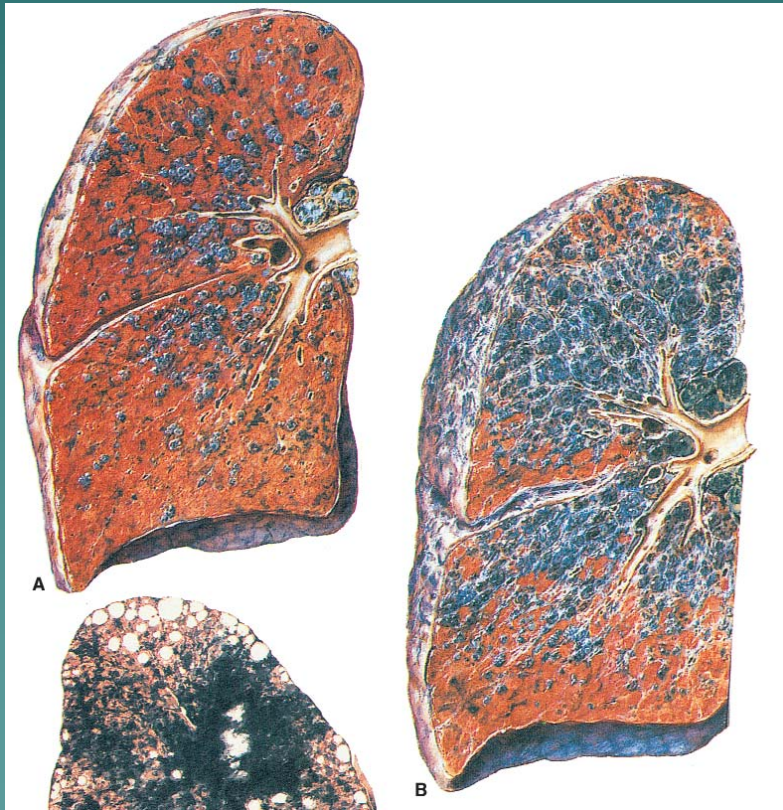


Silicosis - Πυριτίαση

- ◆ Πνευμονοπάθεια που οφείλεται στην εισπνοή SiO_2 σε κρυσταλλική μορφή (το άμορφο μη κρυσταλλικό πυρίτιο δεν προκαλεί πυριτίαση όταν εισπνέεται)
- ◆ Διάνοιξη υπόγειων σηράγγων, κατασκευή δρόμων, επεξεργασία δομικών υλικών κλπ.
- ◆ 1920 Vermont όλοι οι εργαζόμενοι στα μεταλλεία γρανίτη είχαν πυριτίαση. Λήψη μέτρων. 1937 κανένας δεν είχε πυριτίαση.
- ◆ Μετά από μακρόχρονη έκθεση οι πνεύμονες παθαίνουν φλεγμονή και οίδημα, κόβεται η αναπνοή, υπάρχει ξηρός επίμονος βήχας και μπορεί τελικά να προκαλέσει αναπνευστική ανεπάρκεια και θάνατο.
- ◆ Εκτός από τη βρογχίτιδα και την ΧΑΠ, η πυριτίαση έχει συσχετιστεί με αυξημένα επίπεδα καρκίνου των πνευμόνων, φυματίωση, σκληροδερμία

Silicosis - Πυριτίαση

- ◆ Λεπτές τομές πνεύμονα
- ◆ Α. Πυριτίαση
- ◆ Β. Επιπεπλεγμένη πυριτίαση (μαζική πνευμονική ίνωση)

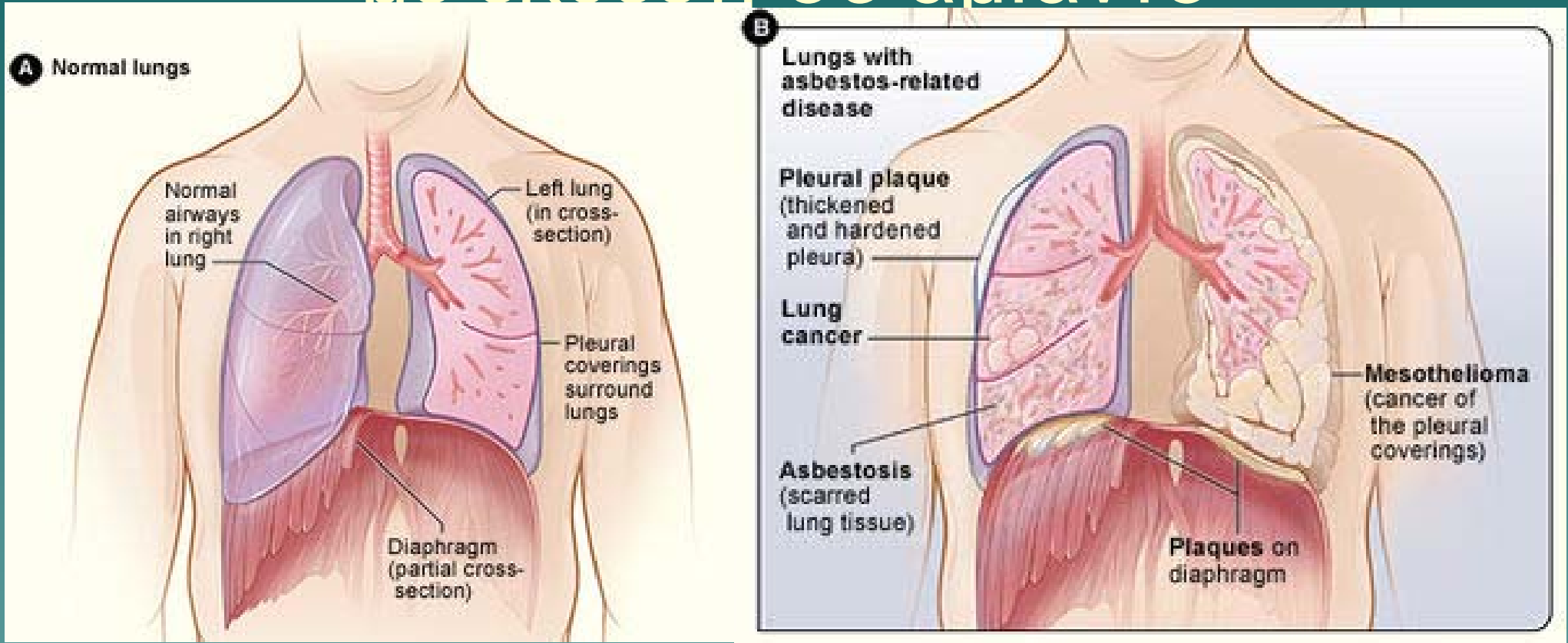


Asbestos – Αμίαντος



- ◆ $Mg_3P(Si_2O_5)(OH)_4$
- ◆ Οι ίνες του είναι πολύ λεπτές
- ◆ Η έκθεση σε αναπνεύσιμες ίνες αμιάντου (διαμέτρου μικρότερης των 3μ), είναι δυνατόν να προκαλέσει διάμεσο πνευμονική ίνωση. Η νόσος αυτή ονομάστηκε αμιάντωση (asbestosis) από τον Cooke το 1927.
- ◆ Χαρακτηριστικά έχει αποδειχθεί ότι έκθεση σε 0,3-1,1 ίνες αμιάντου ανά cm^3 προκαλεί εντός 40 ετών αμιάντωση στο 1% των εργατών
- ◆ Φλεγμονή των πνευμόνων σε σχέση με δυσκολία στην αναπνοή, βήχα, και μόνιμη πνευμονική βλάβη.
- ◆ Μεσοθηλίωμα: από τις πιο δύσκολες ασθένειες που σχετίζονται με την επαγγελματική έκθεση

Ασθένειες πνεύμονα σχετιζόμενες με έκθεση σε αμίαντο



Φυσιολογικοί πνεύμονες, αεραγωγοί, υπεζωκότας και διάφραγμα

- ◆ Πνεύμονες μετά από έκθεση σε αμίαντο: Πλάκα υπεζωκότα, καρκίνος πνεύμονα, αμιάντωση πλάκα διαφράγματος και μεσοθηλίωμα.

Συνεργιστική δράση

- ◆ Υπάρχει έντονη συνεργιστική δράση της έκθεσης σε αμίαντο και της έκθεσης σε κάπνισμα για τον καρκίνο των πνευμόνων.
- ◆ Τυπικά, ενώ η επίπτωση του καρκίνου του πνεύμονα αυξάνεται ~ 5 φορές από τη μακρόχρονη έκθεση σε αμίαντο και ~10 φορές από το κάπνισμα, η ταυτόχρονη έκθεση και στα δύο αυξάνει την επίπτωση του καρκίνου κατά ~50 φορές!!