

# ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ- ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικό και Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΠΜΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ- Α. ΑΡΓΥΡΑΚΗ

# Ατμοσφαιρικά σωματίδια - PM

2

- Στερεά σωματίδια και υγρά σταγονίδια, άφθονα στην ατμόσφαιρα
- Αεροδιαλύματα (aerosol) περιλαμβάνουν PM και διαλύτη = ατμοσφαιρικά αέρια
- Παράγοντας αβεβαιότητας στα μοντέλα κλιματικής αλλαγής (ποικιλία χημικών, φυσικών και ορυκτολογικών ιδιοτήτων)
- Επίδραση στην ανθρώπινη υγεία
- Φυσικά ή ανθρωπογενή/ πρωτογενή ή δευτερογενή
- Εξάπλωση κυρίως στην τροπόσφαιρα αλλά και στρατόσφαιρα

# Διασπορά ΡΜ στην τροπόσφαιρα (< ~ 10 km)

3



Πυρκαγιές Πελοποννήσου- Εύβοιας



Έκρηξη Αίτνα

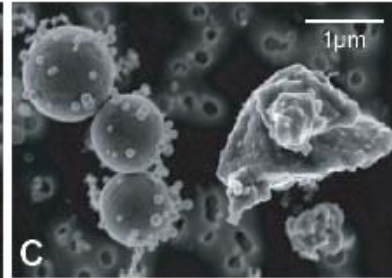
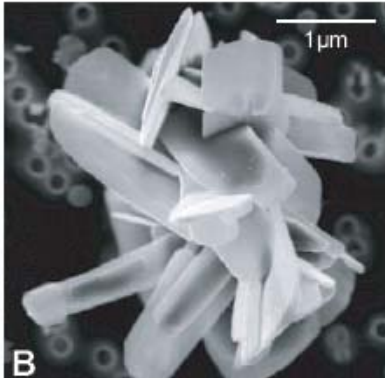
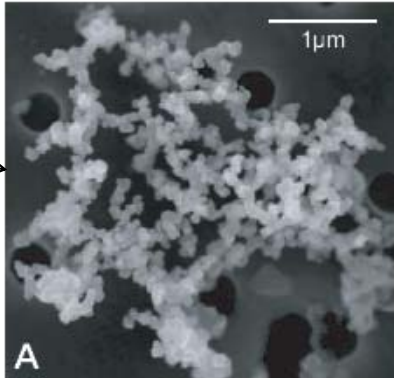
*(Elements, Vol. 6, pp. 215-222 )*

# Ανθρωπογενή και φυσικά αιωρούμενα σωματίδια στο SEM (*Elements, Vol. 6, pp. 215-222*)

4

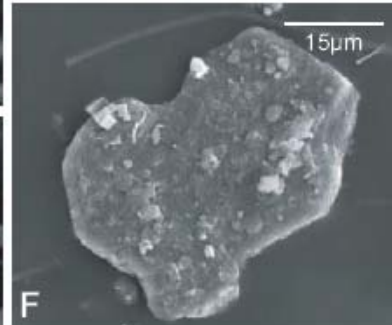
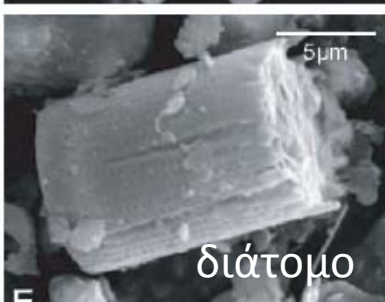
CaSO<sub>4</sub> από καύση

Προϊόν  
καύσης C  
(soot) →



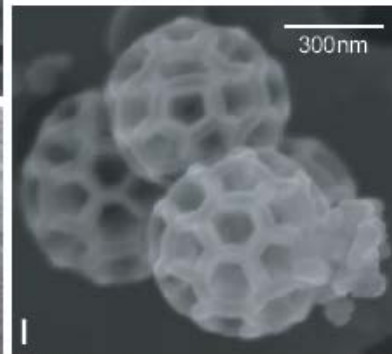
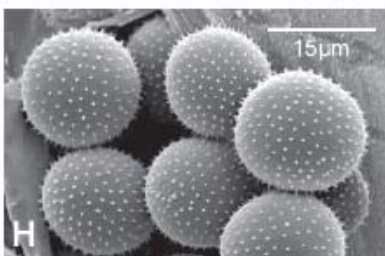
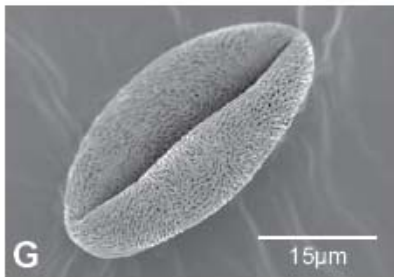
Πλαγιόκλαστο  
και σφαίρες  
μαγνητίτη από  
καύση

CaCO<sub>3</sub>+  
Clay  
(Sahara dust)



Αλίτης επί ιλλίτη  
(Sahara dust)

Κόκκος γύρης

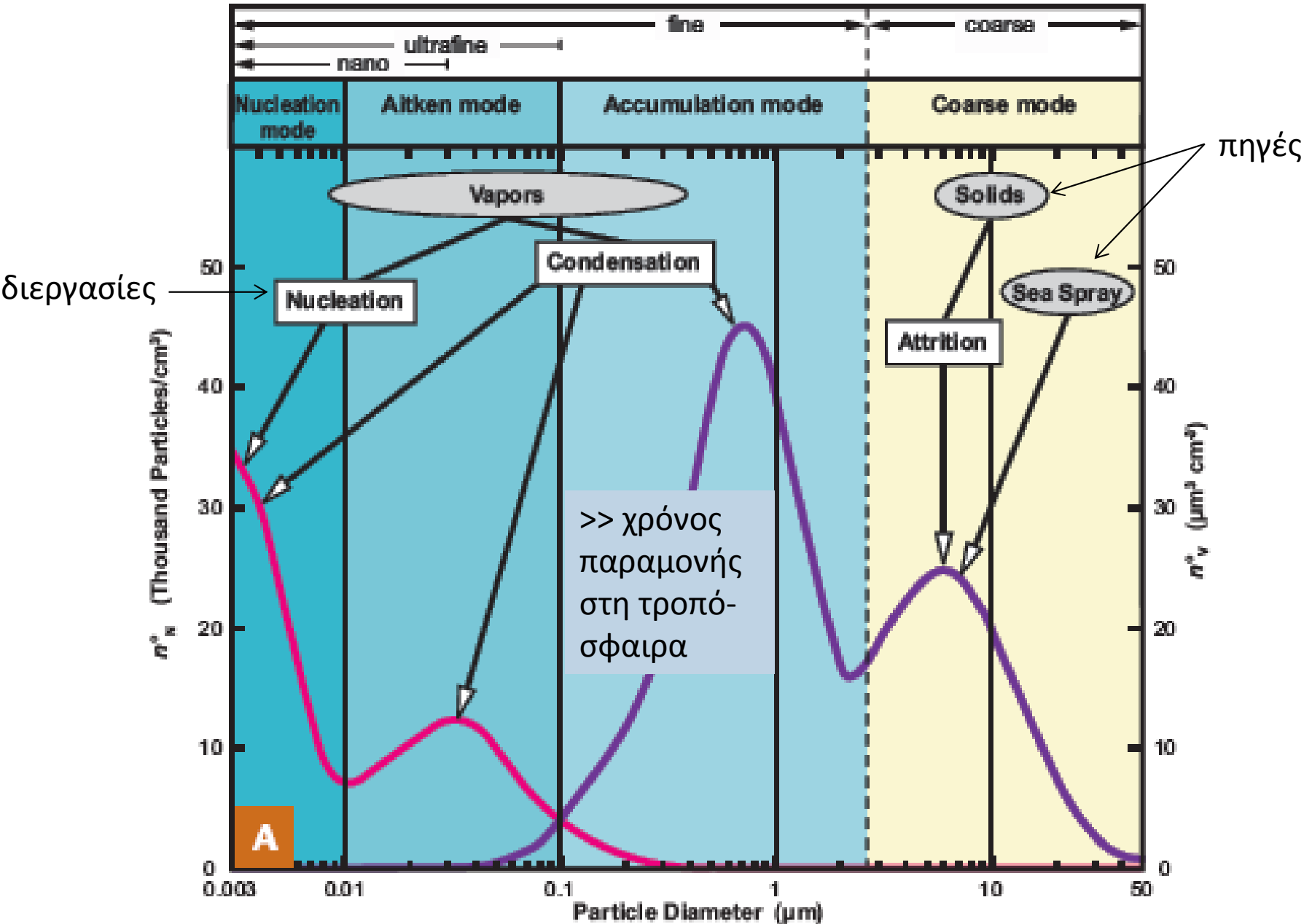


Βιογενή  
σωματίδια C

σπόρια

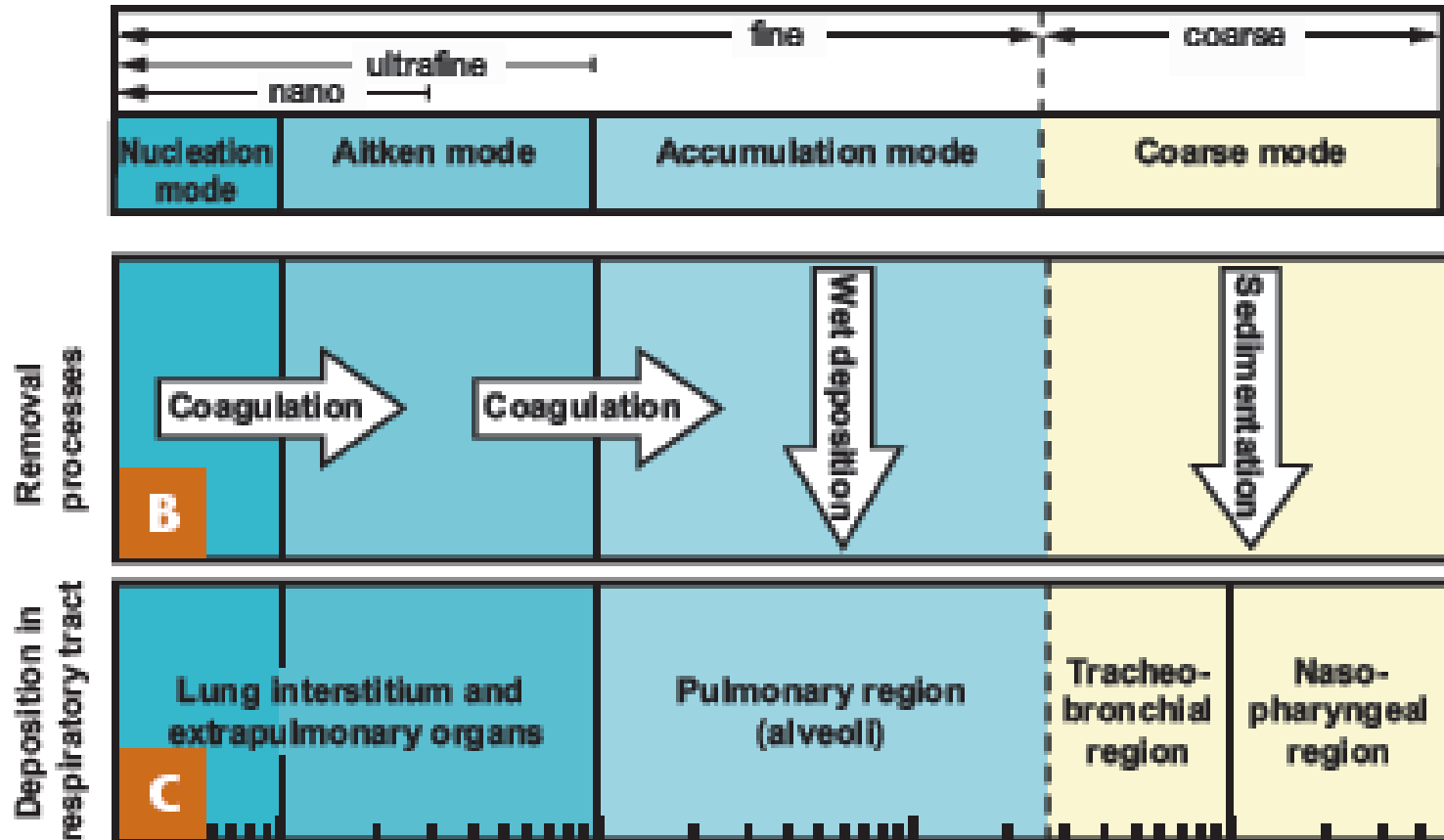
# Κοκκομετρία

PM 2.5



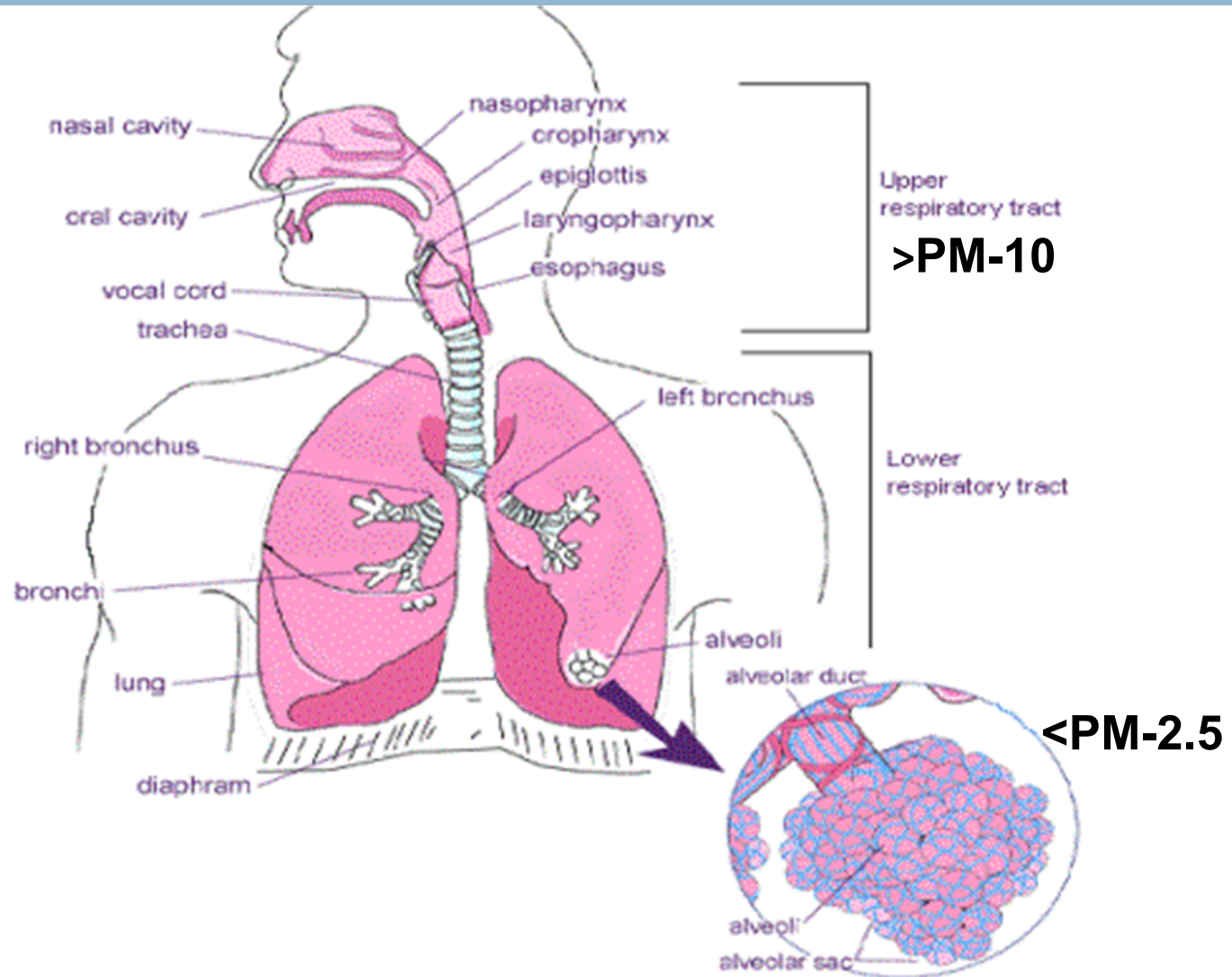
Μηχανισμοί απομάκρυνσης από την ατμόσφαιρα και περιοχές απόθεσης στο αναπνευστικό σύστημα  
(*Elements, Vol. 6, pp. 215-222*)

6



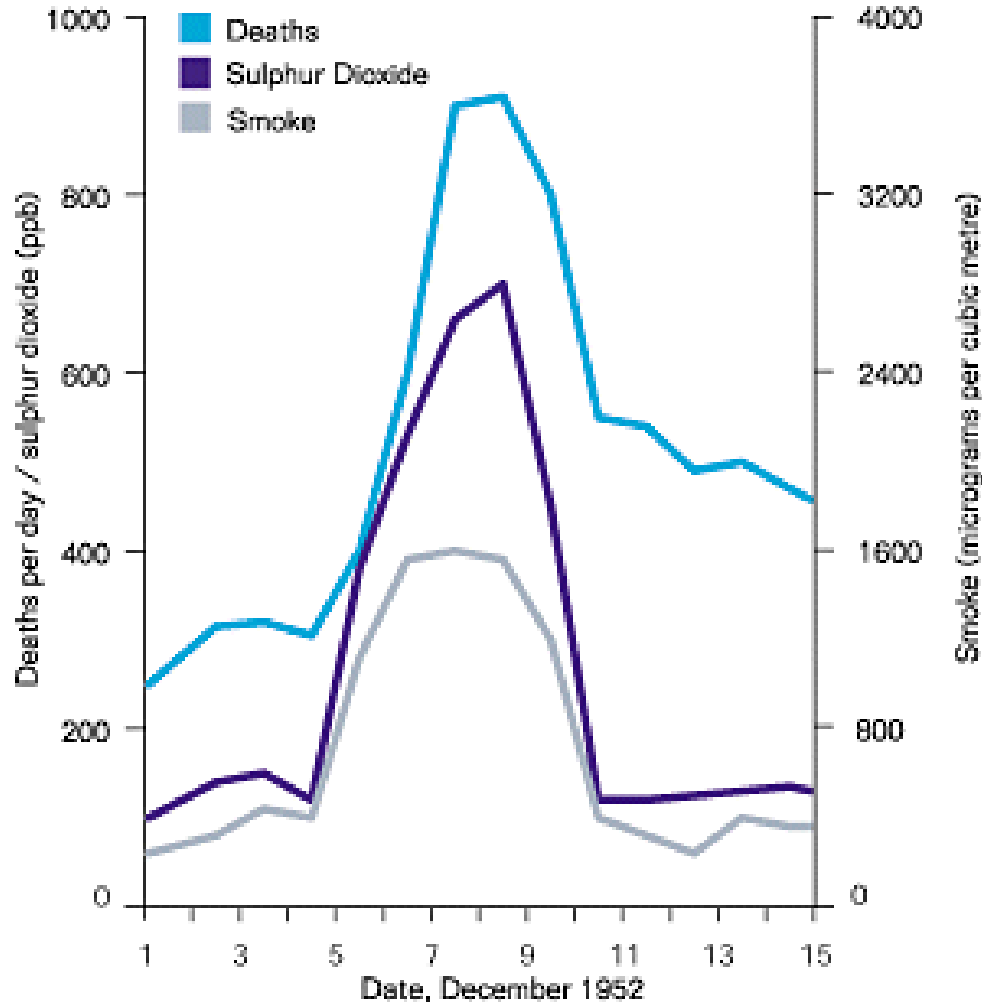
# Αιωρούμενα σωματίδια στο αναπνευστικό σύστημα

7



# Επεισόδιο London Smog 1952

8



Smoke + Fog = Smog





# Τρόποι Δειγματοληψίας

## Αντλίες αέρα υψηλής παροχής (active samplers)



Σταθμός μέτρησης  
PM 2.5 (ΥΠΕΧΩΔΕ – Γουδί)



Σταθμός μέτρησης PM 2.5  
(ΕΜΠ – Τεχνολογικό Πάρκο Λαυρίου)

# Αντλίες αέρα χαμηλής παροχής



Σταθερός σταθμός



Φορητή μονάδα μέτρησης

# Passive samplers

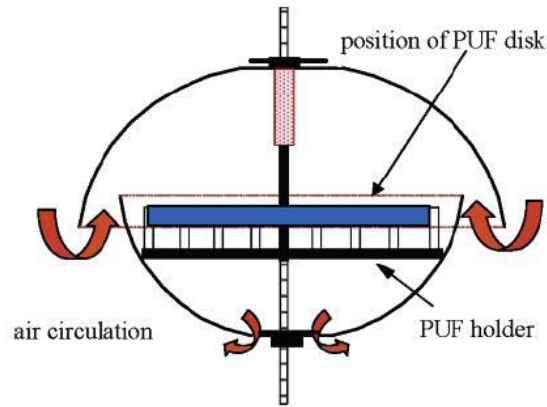
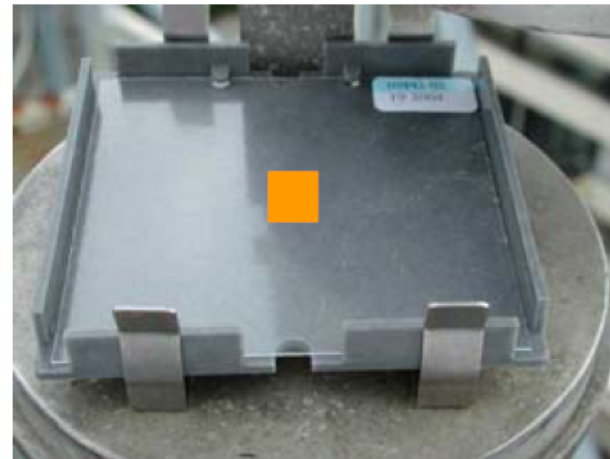


FIGURE 1. Schematic and photograph of PUF disk passive air sampler.



## Acceptor:

Sticky collection plate 67 x 67 mm :

Clear base foil

Adhesive:

Acrylesterpolymerisate



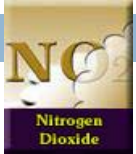






Preparation for microscopy:

18x18mm part of the foil embedded for the automated optical single-particle analysis.

Aqueous solution, refractive index:  
 $n_{20} = 1.432$



## Daily Report of Air Pollution Levels Athens, 24/10/2008

					
	10 μg/m <sup>3</sup>	109 μg/m <sup>3</sup>	12	1.8 mg/m <sup>3</sup>	?
	104		4		
		54			48 μg/m <sup>3</sup>
	88	15	6	?	29

Το ΥΠΕΧΩΔΕ παρακολουθεί την ατμοσφαιρική ρύπανση στην Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη

# Όρια συγκέντρωσης

13

<i>Pollutant</i>	<i>Concentration</i>	<i>Averaging period</i>	<i>Legal nature</i>	<i>Permitted exceedences each year</i>
Fine particles (PM2.5)	25 µg/m <sup>3</sup> ***	1 year	Target value entered into force 1.1.2010 Limit value enters into force 1.1.2015	n/a
PM10	50 µg/m <sup>3</sup>	24 hours	Limit value entered into force 1.1.2005**	35

<http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>

# Χημική Σύσταση PM

14

- Θαλάσσια αεροζόλ → Cl, Na, SO<sub>4</sub>, Mg
- Λιθογενής, ηφαιστειακή και βιομηχανική σκόνη → πυριτικές ενώσεις, οξείδια, θεικές ενώσεις, ανθρακικές, ύαλοι, κράματα μετάλλων
- Πρωτογενή βιογενή αεροζόλ (π.χ. γύρη, σπόρια) → C, K, P, Si
- Προϊόντα καύσης C → οργανικά σωματίδια, elemental C, black C
- Δευτερογενείς ανόργανες ενώσεις → άλατα NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>
- Δευτερογενή οργανικά αεροζόλ (SOA) → περιέχουν ελαφρά στοιχεία και προκύπτουν από χημικές αντιδράσεις οργανικών αερίων (π.χ. VOCs)
- Ιχνοστοιχεία μετάλλων → Διαγνωστικά της πηγής προέλευσης (π.χ. Ni, V καύση πετρελαίου, Cu, Sb, Sn φρένα αυτοκινήτων)

# Μέθοδοι ανάλυσης ΡΜ

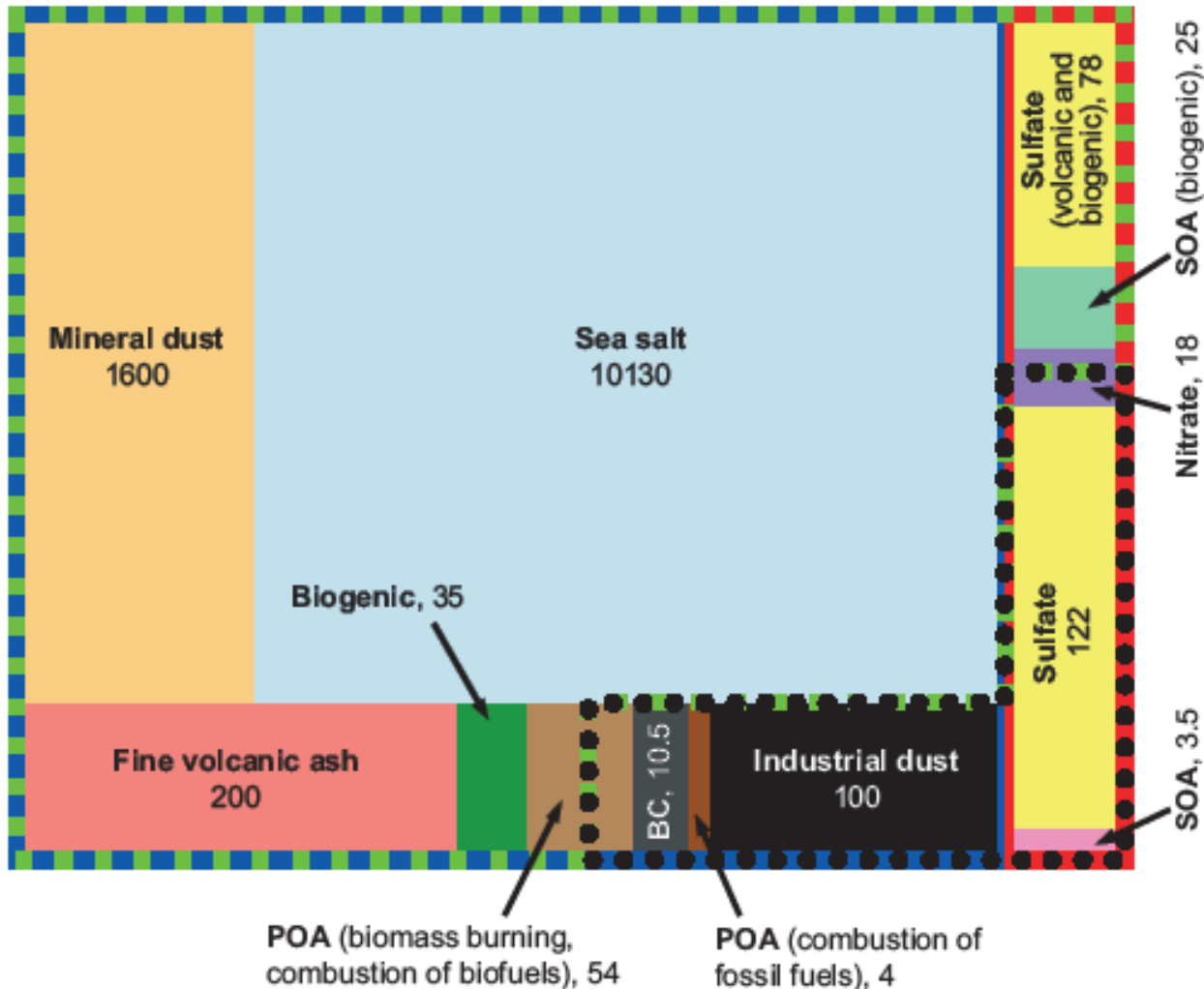
15

- Προσδιορισμός χημικής σύστασης στο σύνολο του υλικού (bulk methods) → ICP-MS, ICP-OES, XRF, PIXE, IC, XRD, aethalometry
- Ανάλυση μεμονωμένων κόκκων → SEM-EDS, TEM, synchrotron based techniques- XAFS

# Ποσοτική κατανομή ανά πηγή ΡΜ (Tg/year)- σε παγκόσμια κλίμακα *(Elements, Vol. 6, pp. 215-222)*

16

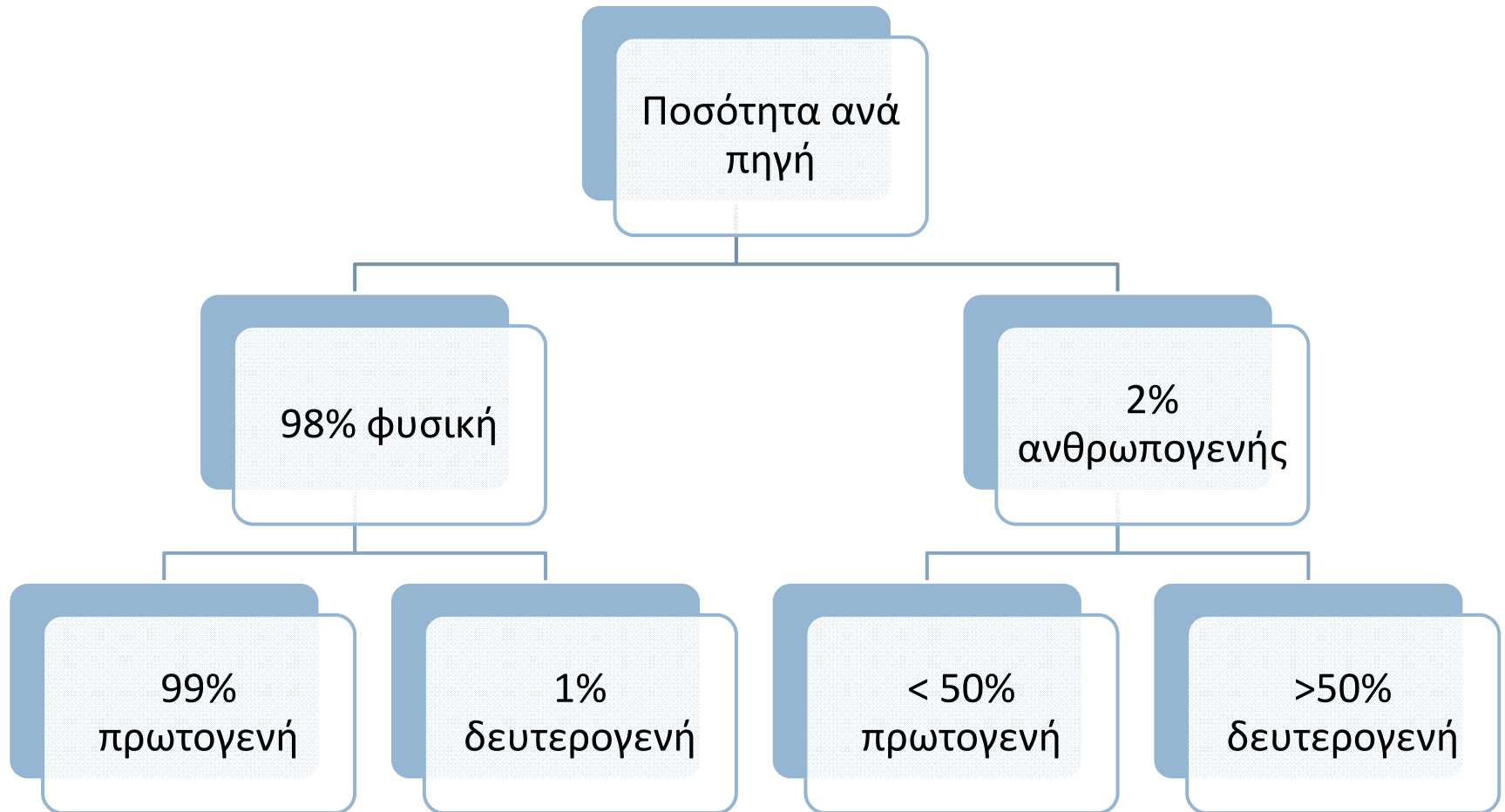
■ Natural    
 ●●● Anthropogenic    
 ■ Primary    
 ■ Secondary





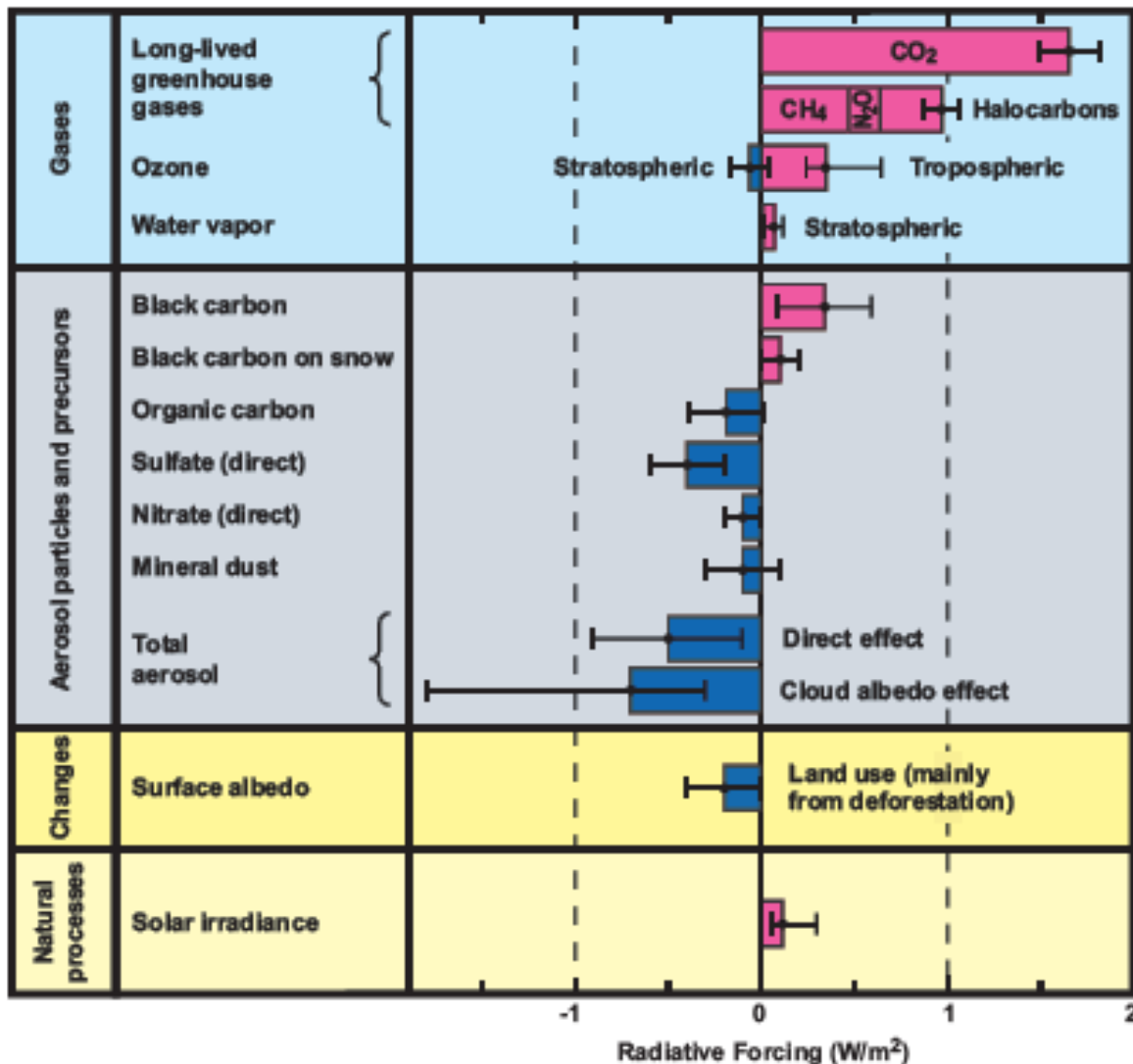
# Κατανομή ΡΜ σε παγκόσμια κλίμακα

17



# Επίδραση στην κλιματική αλλαγή- Radiative Forcing *(Elements, Vol. 6, pp. 215-222)*

18



# Επίδραση στο Οικοσύστημα και την Ορατότητα

19

- Αιολική σκόνη → η βασική πηγή Fe, απαραίτητου θρεπτικού για την ενζυματική λειτουργία της φωτοσύνθεσης για το φυτοπλαγκτόν των ωκεανών
- Αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη των κοραλλιών
- Θετική ή αρνητική επίδραση στη βιογεωχημεία των εδαφών
- Ελάττωση της ορατότητας → παρεμπόδιση της παγκόσμιας συγκοινωνίας

# Μελέτη περίπτωσης- Αιωρούμενα σωματίδια στην περιοχή Λαυρίου

20

- Skarpelis, N., Argyraki, A. & Grypioti, A. (2009) **Characterization of sources of inhalable particulate matter (PM10) in the old processing and smelting site of Lavrion, Greece.**  
Goldschmidt 2009, Davos, Switzerland, Special Supplement Geoch. et Cosmoch. Acta 73, no 13S, p. A 1324.

**B**

**N**



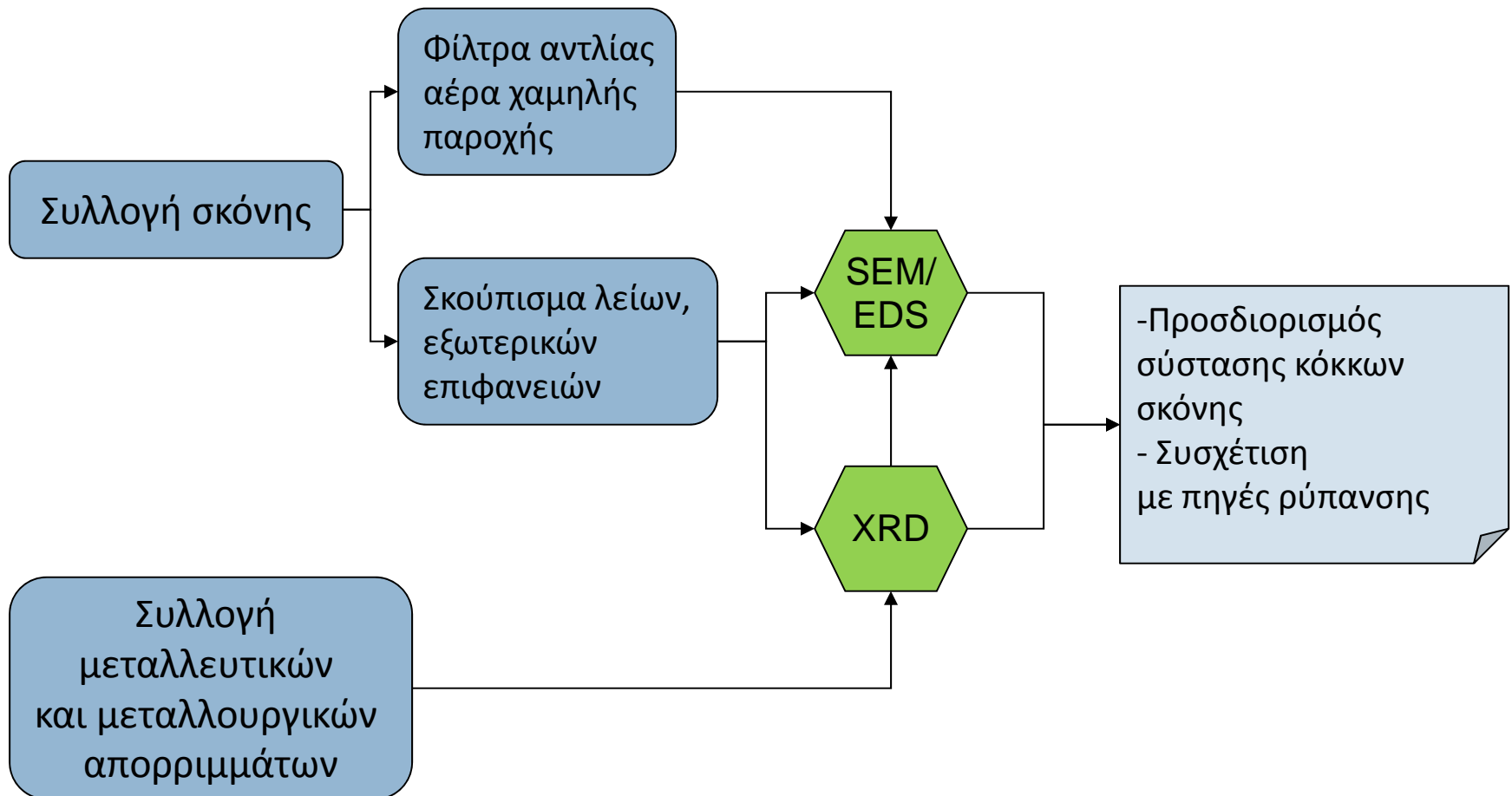
## Τι μπορεί να υπάρχει στην ατμόσφαιρα της πόλης του Λαυρίου;

22

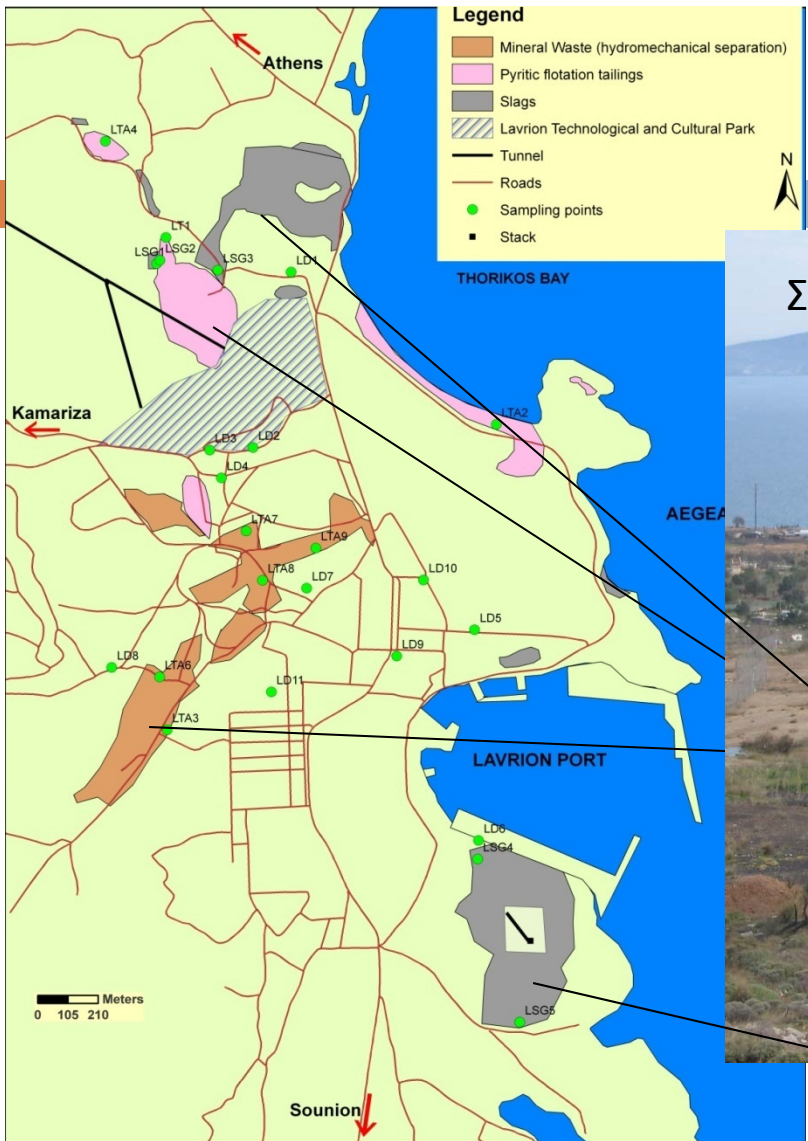
- Θαλάσσια αεροδιαλύματα (aerosols): Na, Cl
- Βιολογικά υλικά: γυρέοκοκκοι, σπόροι
- Εκπομπές αερίων πόλης: NO<sub>x</sub>, CO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>
- Ανόργανα στερεά σωματίδια:
  - Ορυκτά ή πετρώματα από την ευρύτερη περιοχή ή από μακρινές περιοχές (π.χ. σκόνη Σαχάρας)
  - Ορυκτά από οικοδομικές εργασίες ή σωρούς οικοδομικών υλικών
  - Ορυκτά από τους σωρούς των απορριμμάτων από παλαιές μεταλλευτικές και μεταλλουργικές εργασίες

# Μεθοδολογία έρευνας

23

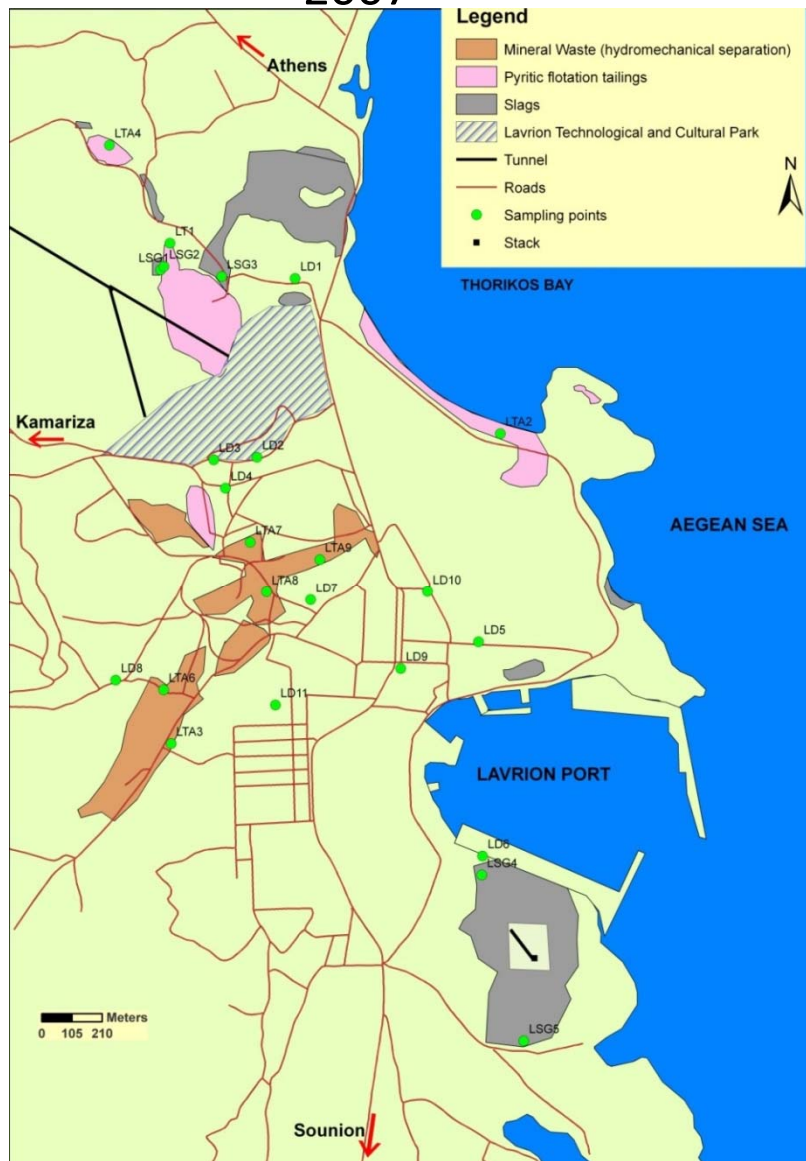


Λαύριο- Μεταλλευτικά & μεταλλουργικά απορρίμματα

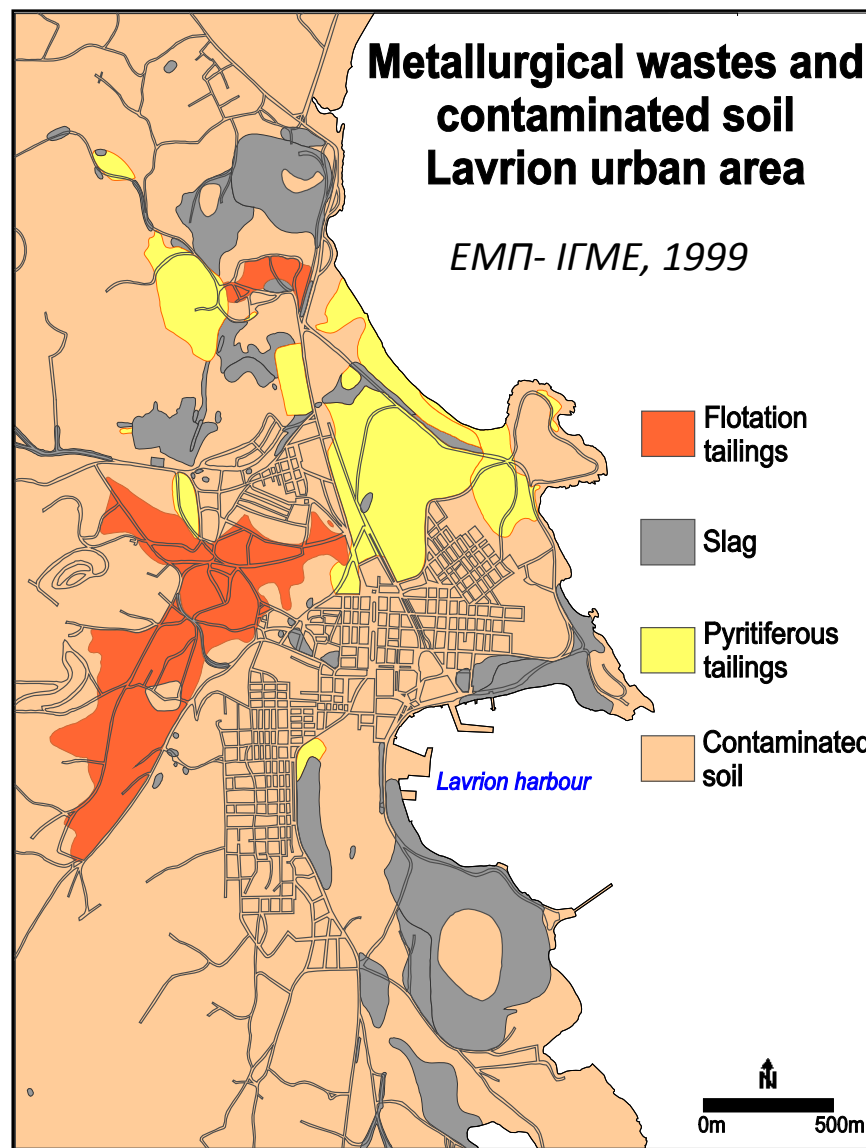




2007

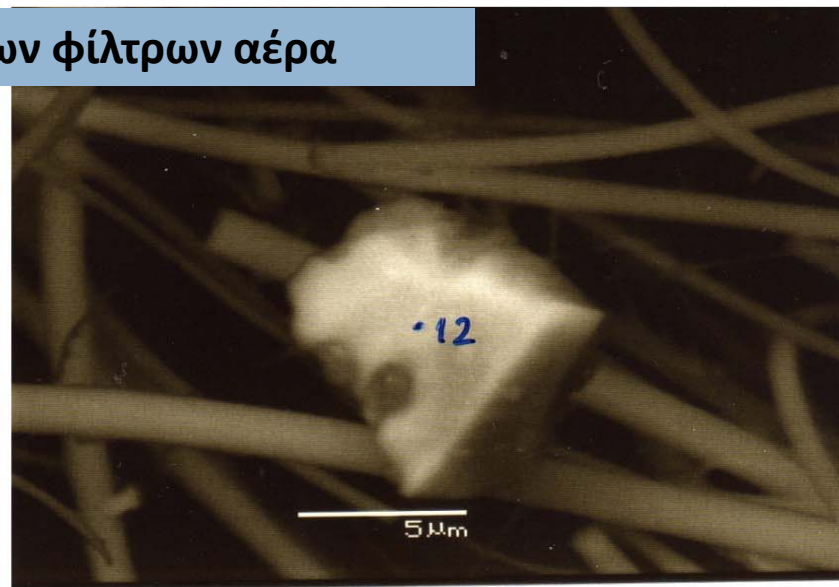


1999

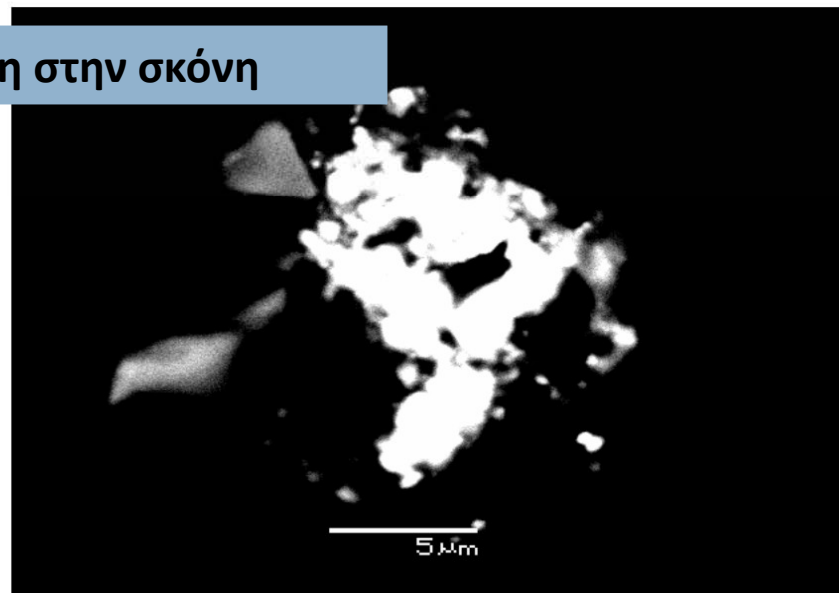
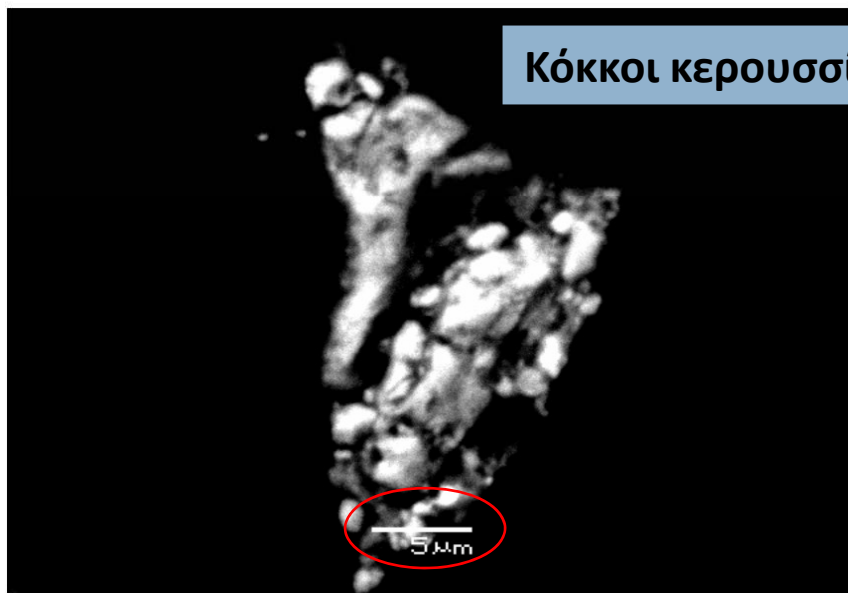




Κόκκοι σκωρίας επί των φίλτρων αέρα



Κόκκοι κερουσίτη στην σκόνη



**Table 1. Metallic mineral phases identified in representative dust samples**

	LD 3		LD 5		LD 6		LD 10		LD 11		LD 7	
Mineral\grain size	>10	<10	>10	<10	>10	<10	>10	<10	>10	<10	>10	<10
Slag - phase A (Fe-Zn-Pb-S)		+				+						+
Slag - phase B (Si-Al-Ca-Fe)	+		+			+	+	+				
Cerussite		+			+						+	+
FeS <sub>2</sub>		+	+			+	+		+			+
Siderite		+	+									
Plumbojarosite		+	+									
Pb-arsenate (mimetite varieties)			+		+			+		+	+	+
Unidentified Fe-Pb-As phase				+			+					
Fe-hydroxide		+		+	+	+		+		+		+
Arsenopyrite				+								
Anglesite				+						+		
Hemimorphite										+		