



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

ΕΝΟΤΗΤΑ: **Ατμοσφαιρική Ρύπανση - Ταξινόμηση**

ΟΝΟΜΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ: ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΦΩΤΙΑΔΗ

ΤΜΗΜΑ: Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών
Πόρων

ΑΓΡΙΝΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΦΩΤΙΑΔΗ

Λέκτορας

του Τμήματος Διαχείρισης
Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων

 2641074156

 afotiadi@upatras.gr

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - Ταξινόμηση

1. Ταξινόμηση με βάση το περιβάλλον αναφοράς

a. Εξωτερική (περιβάλλοντος αέρα)

b. Εσωτερικού χώρου

2. Ταξινόμηση με βάση το προέλευση των ρύπων

a. Φυσική

i. Γεωχημική (ηφαίστεια, αποσάθρωση εδάφους, πυρκαγιές δασών, κεραυνοί)

ii. Βιολογική (βιολογική αποσύνθεση φυτών & ζώων, ωκεανοί & θαλάσσιες εκτάσεις, φυτά & δέντρα)

b. Ανθρωπογενής

i. Κοινωνική (περιβάλλουσα ή εξωτερική την οποία υφίσταται το σύνολο του πληθυσμού)

ii. Επαγγελματική (ρύπανση εργασιακού περιβάλλοντος την οποία υφίστανται συγκεκριμένες ομάδες ή κατηγορίες εργαζομένων)

iii. Προσωπική (κάπνισμα, σπρέι, κλπ)

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - ταξινόμηση

3. Ταξινόμηση με βάση τις φυσικές ιδιότητες των ρύπων

a. **Αέρια**

b. **Σωματίδια**

i. **Λεπτά (μικρού μεγέθους)**

ii. **Μεγάλου μεγέθους**

c. **Υδροσταγόνες**

d. **Οσμές**

αιωρούμενοι

4. Ταξινόμηση με βάση τον χρόνο παραμονή των ρύπων στην ατμόσφαιρα

a. **Μόνιμα αέρια**

b. **Μεταβλητά αέρια**

i. **Μικροί χρόνοι ζωής**

ii. **Ημιμόνιμα**

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - ταξινόμηση

5. Ταξινόμηση με βάση τη χημική δράση των ρύπων

- a. Χημικά ενεργά αέρια**
- b. Χημικά αδρανή αέρια**
- c. Ελεύθερες ρίζες**

6. Ταξινόμηση με βάση τον χρόνο παραμονή των ρύπων στην ατμόσφαιρα

- a. Μόνιμα αέρια**
- b. Μεταβλητά αέρια**
 - i. Μικροί χρόνοι ζωής**
 - ii. Ημιμόνιμα**

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - Ταξινόμηση

7. Ταξινόμηση με βάση την προέλευση των ρύπων

- a. **Πρωτογενείς** (Οι ρύποι που εκπέμπονται απευθείας από μία πηγή π.χ. CO, NO, SO₂, HC, σωματίδια)
 - i. **Πρόδρομοι**
- b. **Δευτερογενείς** (Οι ρύποι που σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα από πρωτογενείς πρόδρομους ρύπους έπειτα από χημικές αντιδράσεις π.χ. O₃, NO₂)

8. Ταξινόμηση με βάση την δραστικότητα των ρύπων

- a. **Ρύποι υψηλής τοξικότητας**
- b. **Συνηθισμένοι ρύποι**

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - Ταξινόμηση

9. Ταξινόμηση με βάση την κλίμακα

- Αυτή η διαβάθμιση βοηθάει στην καταγραφή και την κατανόηση της έκτασης και της εξέλιξης του προβλήματος της ρύπανσης

- a. **Τοπική** (μέχρι 5 Km)
- b. **Αστική** (μέχρι 50 Km)
- c. **Περιφερειακή** (50 – 1000 Km)
- d. **Διηπειρωτική** (1000 – μερικές χιλιάδες Km)
- e. **Πλανητική (παγκόσμια)** (ολόκληρος ο πλανήτης)

- Η χωρική κλίμακα μπορεί να συνδυαστεί με την χρονική η οποία είναι συνάρτηση του χρόνου ζωής ή του χρόνου παραμονής ενός ρύπου στην ατμόσφαιρα

- Ο 2ος παράγοντας που συνετέλεσε στη συγκεκριμένη ταξινόμηση είναι οι αντίστοιχες κλίμακες μετεωρολογικών φαινομένων τα οποία παίζουν καθοριστικό ρόλο στην κατακόρυφη και οριζόντια διασπορά & μεταφορά των ρύπων

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - Ταξινόμηση

Χαρακτηριστικές κλίμακες ατμοσφαιρικών φαινομένων (κινήσεις αερίων μαζών)

1. Μικροκλίμακα: 0 – 1 km, Δευτερόλεπτα ως 1 ώρα

Πολύπλοκη ροή. Εξάρτηση ροής από τα λεπτομερή χαρακτηριστικά της επιφάνειας. Υδροδυναμικά φαινόμενα κυρίως

Διάτμηση ανέμου, τύρβη, κατώρευμα λόγω λόφων, κτιρίων, ανεμοθύελλες, ανεμοστρόβιλοι

2. Μεσοκλίμακα: 1 – 1000 km, 1 ώρα ως λίγες ημέρες

Εξάρτηση ροής από υδροδυναμικά φαινόμενα και από μέσης κλίμακας ανομοιογένειες στο ισοζύγιο της ενέργειας (*χρήση γης, νερό, στεριά*).

Καταιγίδες, συστήματα ξηράς - θάλασσας, βουνού- κοιλάδας, αναταράξεις εν αιθρία, αστική κυκλοφορία, μέτωπα, τυφώνες

Χαρακτηριστικές κλίμακες ατμοσφαιρικών φαινομένων (κινήσεις αερίων μαζών)

3. Μακροκλίμακα: >1000 km,

λίγες ημέρες ως μήνα

- Εξάρτηση ροής από ανομοιογένειες μεγάλης κλίμακας (*συστήματα ατμοσφαιρικής πίεσης*) στο ισοζύγιο της ενέργειας στην επιφάνεια της Γης.
- *Συνοπτικοί κυκλώνες, γενική κυκλοφορία της ατμόσφαιρας, αεροχείμαρροι*

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - ταξινόμηση

Τοπική κλίμακα (μέχρι 5 Km)

- Τοπικά προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης
 - ✓ μία ή περισσότερες πηγές έντονης ρυπογόνου δραστηριότητας
 - ✓ μεγάλος σχετικά μικρών εκπομπών
- Παραδείγματα
 - ✓ μεγάλες **τοπικές** συγκεντρώσεις CO κοντά σε αυτοκινητόδρομους που εκπέμπεται από τα αυτοκίνητα
 - ✓ Καμινάδες βιομηχανικών μονάδων μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα ρύπανσης τοπικής εμβέλειας, ιδιαίτερα όταν το ευνοούν οι μετεωρολογικές συνθήκες
 - * Η παρουσία κτιρίων, η ρυμοτομία και γενικά η διαμόρφωση της επιφάνειας του εδάφους ευνοούν *αυξημένες τοπικές συγκεντρώσεις ρύπων*

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - ταξινόμηση

Αστική κλίμακα (μέχρι 50 Km)

■ Ατμοσφαιρική ρύπανση σε αστική κλίμακα είναι σύνθετο πρόβλημα

✓ εκτός από την έκλυση των **πρωτογενών** ρύπων, υπάρχουν και οι **δευτερογενείς** που σχηματίζονται μέσω χημικών αντιδράσεων και μεταβολών των πρωτογενών

✓ οι σχετικά αδρανείς ρύποι (π.χ. CO ή αερολύματα) ή ρύποι με όχι εξαιρετικά μεγάλη δραστικότητα (π.χ. SO₂) προερχόμενοι από μικρές συνεισφορές πολλών μεμονωμένων πηγών παρουσιάζονται τελικώς σε μεγάλες συγκεντρώσεις σε **αστικό** επίπεδο, όπως θα παρουσιαζόταν σε τοπικό

■ Παραδείγματα

✓ μεγάλες πόλεις που χαρακτηρίζονται από μεγάλη κυκλοφορία αυτοκινήτων π.χ. Αθήνα, χαρακτηρίζονται από υψηλές συγκεντρώσεις CO & NO_x. Ιδιαίτερα το θέρος (άπνοια) φτάνουν σε επικίνδυνα επίπεδα

✓ Σημαντικό πρόβλημα προέρχονται από τη δημιουργία δευτερογενών ρύπων π.χ. **Φωτοχημικό νέφος & όζον**

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - ταξινόμηση

Περιφερειακή κλίμακα (50 - 1000 Km)

■ Ατμοσφαιρική ρύπανση σε περιφερειακή κλίμακα εμφανίζεται με δύο βασικούς τρόπους

✓ μεταφορά & διασπορά αστικών ρύπων σε ευρύτερη κλίμακα. Ιδιαίτερα η ύπαρξη πυκνής χωροταξίας μεγαλουπόλεων πολύπλευρη συνεισφορά πρωτογενών & δευτερογενών ρύπων σε μια εκτεταμένη περιοχή

✓ πρωτογενείς κυρίως ρύποι σχετικά χημικά αδρανείς ή με μικρή δραστηριότητα (δηλ. με μεγάλο χρόνο ζωής) μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις. Μάλιστα στην πορεία τους μπορεί να μετατραπούν σε δευτερογενείς ρύπους που να εμφανίζουν και αυτοί σχετική σταθερότητα

■ Παραδείγματα

✓ $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ θειικά άλατα (αερολύματα)

✓ $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_2 +$ διάφορες ενώσεις \rightarrow νιτρικά άλατα (αερολύματα)

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - ταξινόμηση

Διηπειρωτική κλίμακα (1000 – μερικές χιλιάδες Km)

- Φαινόμενα ατμοσφαιρική ρύπανση σε διηπειρωτική κλίμακα είναι αποτέλεσμα της γενικής κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας
- Παραδείγματα
 - ✓ Μεταφορά αέριας ρύπανσης από την Ασία προς τη Β. Αμερική
 - ✓ Μεταφορά σκόνης από την Αφρική πάνω από τον Ατλαντικό. Συχνά σκόνη από τις ερήμους της Αφρικής ανιχνεύεται πάνω από τη Β. Αμερική

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - ταξινόμηση

Διηπειρωτική κλίμακα (1000 – μερικές χιλιάδες Km)

- Η Μεσόγειος είναι τόπος συνύπαρξης διαφόρων τύπων αερολυμάτων:

✓ Αερολύματα Σκόνης

✓ Αερολύματα Θαλάσσιας προέλευσης

Μεγάλου μεγέθους
σωματίδια

✓ Ανθρωπογενή & Βιομηχανικά
Αερολύματα

✓ Αιθάλη από Καύση Βιομάζας

Λεπτά ή Μικρού
μεγέθους
σωματίδια

*Αποτελέσματα της καμπάνιας MINOS,
Κρήτη καλοκαίρι 2001*

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - ταξινόμηση

Παγκόσμια κλίμακα (ολόκληρος ο Πλανήτης)

- Φαινόμενα ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε πλανητική κλίμακα είναι αποτέλεσμα της γενικής κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας (κύματα Rossby)
- Παραδείγματα
 - ✓ **Το φαινόμενο του θερμοκηπίου**
- Ουσίες με μεγάλο χρόνο ζωής
- Μείξη σε όλη την τροπόσφαιρα
- Μικρή μεταφορά προς τους τροπικούς
- Μέγιστες συγκεντρώσεις 50°N

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - ταξινόμηση

Παγκόσμια κλίμακα (ολόκληρος ο Πλανήτης)

- ✓ Μεταφορά χλωροφθορανθράκων (CFCs) στη στρατόσφαιρα καταστροφή του στρατοσφαιρικού O_3
- ✓ Μεταφορά σωματιδιακής ύλης προερχόμενης από εκρήξεις ηφαιστειών αέριας ρύπανσης από την Ασία προς τη Β. Αμερική
- ✓ Ανίχνευση στο Β. Ημισφαίριο ραδιενεργών στοιχείων προερχόμενων από πυρηνικές δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν στο Ν. Ημισφαίριο

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - ταξινόμηση

Ταξινόμηση με βάση την **κλίμακα** φαινομένων ρύπανσης

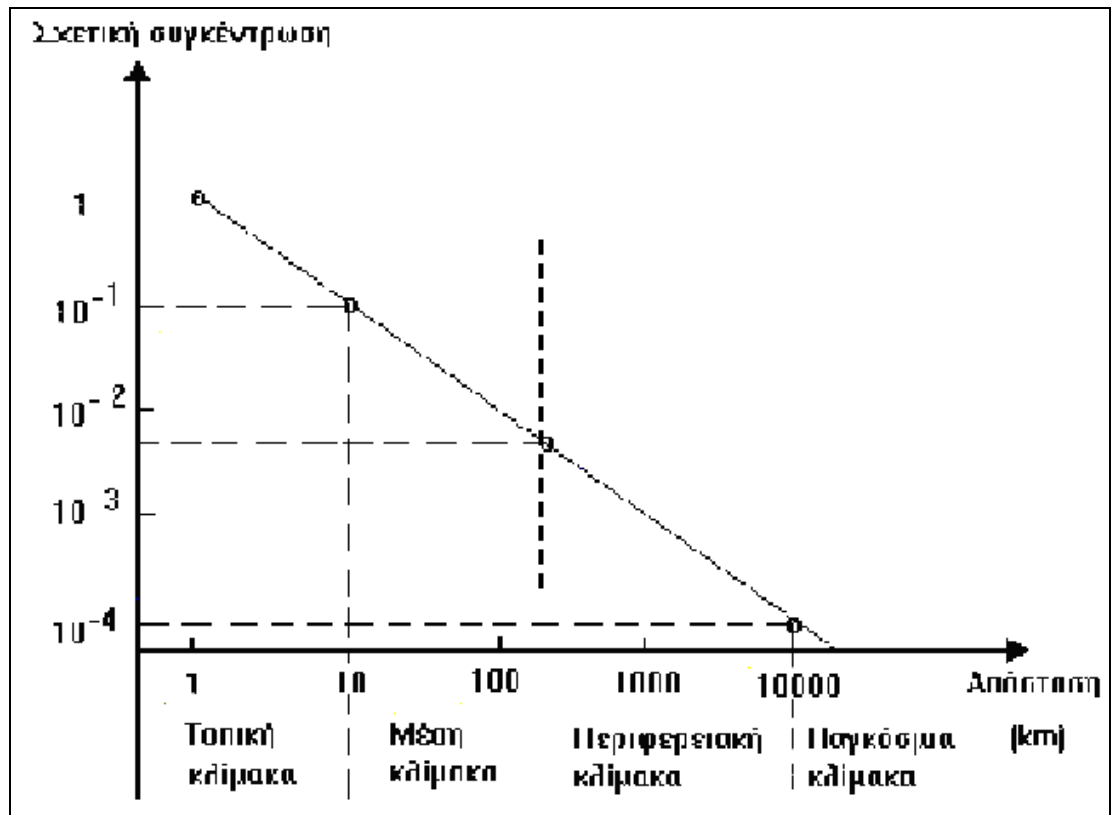
- Αντίστοιχη ταξινόμηση

- 1. Μικροκλίμακα (0 – 100 m)**, διασπορά ρύπων του κλιβάνου
θέρμανσης ενός σπιτιού
- 2. Τοπική (0 - 10 Km)**
- 3. Μέση (10 – μερικές εκατοντάδες Km)**
- 4. Περιφερειακή (μερικές εκατοντάδες–μερικές χιλιάδες Km)**
- 5. Παγκόσμια (μερικές χιλιάδες Km)**

Ατμοσφαιρική Ρύπανση - ταξινόμηση

Τοπική κλίμακα (0 - 10 Km)

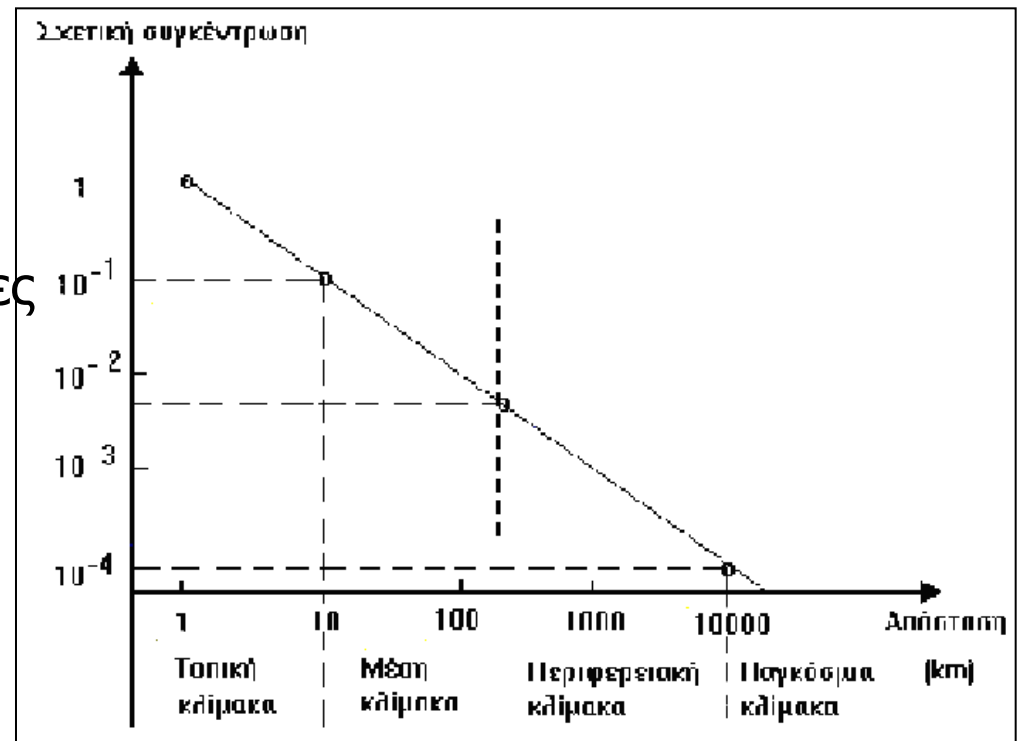
- Τοπικά προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης
 - ✓ Τυρβώδης διάχυση
 - ✓ Μέγιστες συγκεντρώσεις ρύπων
 - ✓ Άνεμος: Μεταβλητός, αλλά ομοιογενής
 - ✓ Μικρή σημασία χημικών μετασχηματισμών
 - ✓ Μη σημαντική απόθεση
 - ✓ Μεγάλη σημασία έχουν τα χαρακτηριστικά της πηγής
 - ✓ $D < 1 \text{ km} \rightarrow$ τεχνικά στοιχεία



Ατμοσφαιρική Ρύπανση - ταξινόμηση

Μέση κλίμακα (10 – μερικές εκατοντάδες Km)

- ✓ Τυρβώδης διάχυση
- ✓ Άνεμος: Μη ομοιογενής
- ✓ Μεγαλύτερη σημασία χημικών μετασχηματισμών
- ✓ Μεγαλύτερη σημασία απόθεσης
- ✓ Καλή μείξη ρύπων σε περίπτωση αστάθειας
- ✓ Μπορεί να συσσωρευθούν μεγάλες συγκεντρώσεις

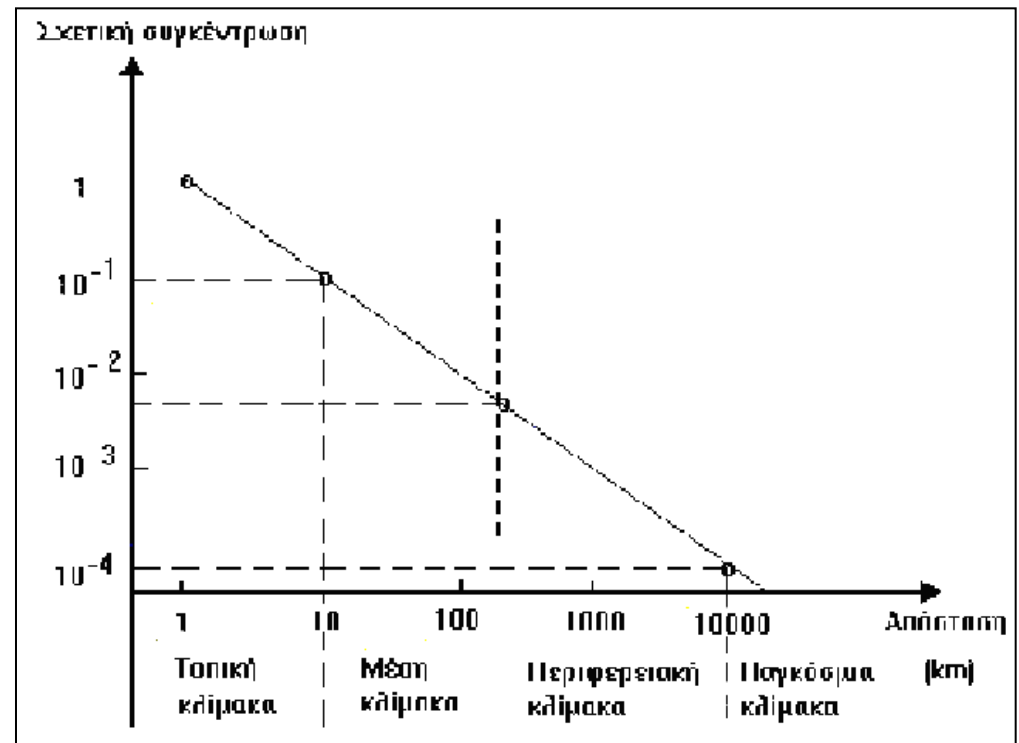


Ατμοσφαιρική Ρύπανση - ταξινόμηση

Περιφερειακή κλίμακα

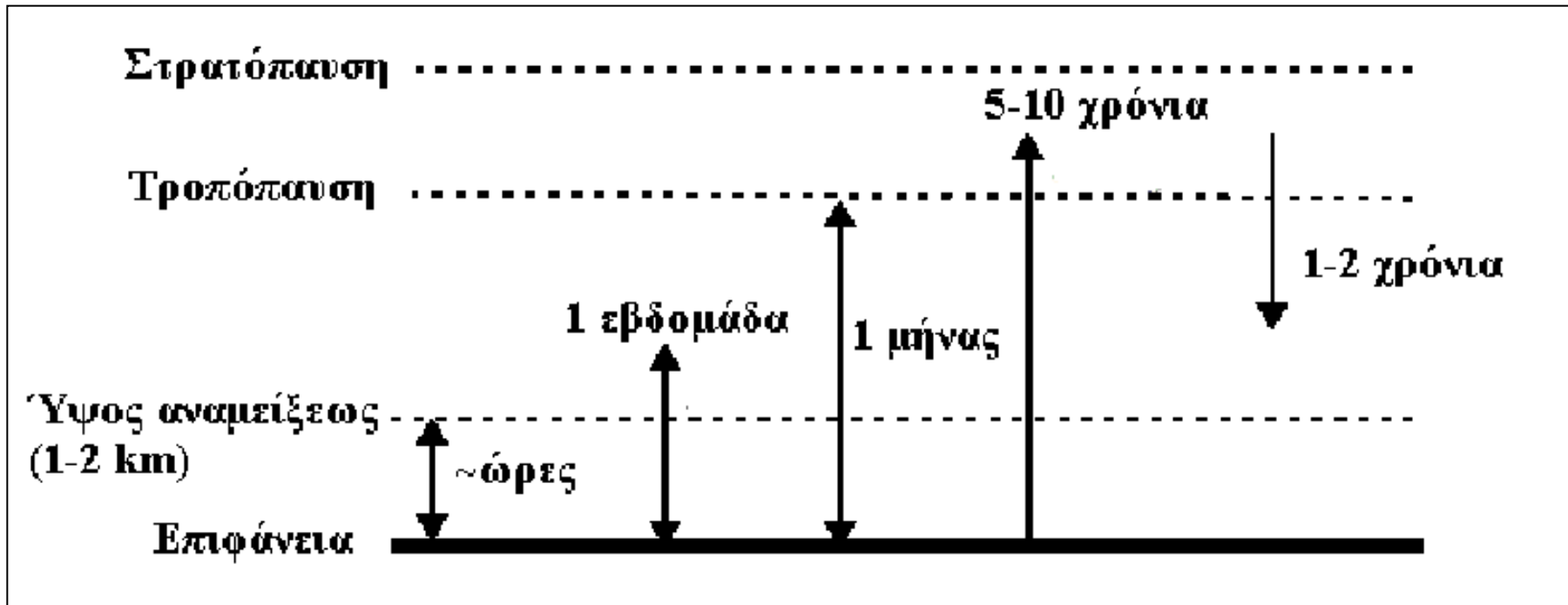
(μερικές εκατοντάδες - μερικές χιλιάδες Km)

- ✓ Διάχυση από συνοπτικά συστήματα καιρού
- ✓ Μεγάλη σημασία χημικών μετασχηματισμών
- ✓ Μεγάλη σημασία απόθεσης
- ✓ Μεγαλύτερο μέρος μεταφοράς στο οριακό στρώμα
- ✓ Μεταφορά ρύπων στην ελεύθερη ατμόσφαιρα από μετωπικές δραστηριότητες



Ατμοσφαιρική Ρύπανση - ταξινόμηση

Χαρακτηριστικές χρονικές κλίμακες για την κατακόρυφη μεταφορά ρύπων



Ατμοσφαιρική Ρύπανση - ταξινόμηση

- Χαρακτηριστικές χωρικές & χρονικές κλίμακες των ατμοσφαιρικών φαινομένων

Πίνακας 3-1 Ατμοσφαιρικά φαινόμενα και οι συνήθεις διαστάσεις τους

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

«Το υλικό της παρουσίασης προέρχεται από τις πανεπιστημιακές παραδόσεις της καθηγήτριας Α. Φωτιάδη».

