



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα **ΠΠ**

ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

ΕΝΟΤΗΤΑ: **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

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



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΦΩΤΙΑΔΗ

Λέκτορας

του Τμήματος Διαχείρισης
Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων

 2641074156

 afotiadi@upatras.gr

Εισαγωγή – Τι γνωρίζουμε

- Το Σύστημα Γη-Ατμόσφαιρα δεν παραμένει αμετάβλητο για μεγάλο χρονικό διάστημα, αλλά εξελίσσεται με την πάροδο το χρόνου
- Οι χημικές & βιολογικές διεργασίες που διαμόρφωσαν τη σύσταση της γήινης Ατμόσφαιρας συνεχίζουν να δρουν, ενώ προστίθενται συνεχώς μεγάλες ποσότητες ποσότητες αερίων & σωματιδίων από τη δράση των ηφαιστειών και των θερμών πηγών
- Το νέο στοιχείο είναι ο **Άνθρωπος**, ο οποίος από την εποχή της Βιομηχανικής Επανάστασης και μετά έγινε και ο ίδιος παράγοντας με **περιβαλλοντική βαρύτητα** λόγω των αυξημένων ενεργειακών αναγκών του που τον οδήγησαν σε αυξημένη χρήση απολιθωμένων καυσίμων υλών, αύξηση η οποία έφτασε σε τρομακτικούς ρυθμούς στον 20^ο αιώνα

Εισαγωγή – Το πρόβλημα

- Οι δραστηριότητες του ανθρώπου αναπτύσσονται μέσα σ' ένα πεπερασμένων διαστάσεων σύστημα και με ένα πολύ χαμηλό βαθμό ενεργειακής απόδοσης.
- Τα κατάλοιπα της ανθρώπινης δραστηριότητας, σε διάφορες μορφές, αποβάλλονται στο πεπερασμένων διαστάσεων και χωρητικότητας σύστημα με συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό λόγω της αύξησης του πληθυσμού της Γης και της κατά κεφαλήν ενεργειακής κατανάλωσης

⇒ **Αποτέλεσμα:** τα τελευταία χρόνια τα χαρακτηριστικά του συστήματος έχουν αλλοιωθεί σημαντικά αλλά και η θερμοδυναμική του ισορροπία έχει διαταραχθεί

Εισαγωγή – Το πρόβλημα

- Οι ρύποι που εκπέμπονται στην Ατμόσφαιρα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες έρχονται να προστεθούν σε αυτούς που εκπέμπονται από φυσικές πηγές δημιουργώντας τις προϋπόθεσης για αλλοίωση της σύστασης της
- Αν και η ύπαρξη του ανθρώπινου γένους αφορά μόνο ένα πολύ μικρό κομμάτι της ιστορίας της Γης, υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι αλλοιώνουμε τη σύσταση της ατμόσφαιρας **1** ως **2** τάξεις μεγέθους ταχύτερα από το φυσικό ρυθμό αλλαγής
- μπορεί η βασική σύσταση της ατμόσφαιρας σε N_2 και O_2 (αποτελούν το 99% του ατμοσφαιρικού αέρα) να μην αλλάζει, η αύξηση όμως των συγκεντρώσεων αερίων με μικρή συμμετοχή στη σύσταση της ατμόσφαιρας κάνει την παραμονή στη Γη δυσκολότερη ή, στην πιο αισιόδοξη εκδοχή, λιγότερο ευχάριστη

Ρύπανση: Τεράστιες επιπτώσεις στην υγεία

Π.Ο.Υ (Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, 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 πρόιμων θανάτων προκαλούνται από τα αιωρούμενα σωματίδια**

➤ **1 στους 3 θανάτους παιδιών οφείλεται στην περιβαλλοντική ρύπανση**

Εισαγωγή – Το πρόβλημα

- Η ανθρώπινη υγεία και ευεξία, η ευστάθεια του κλίματος, το φυσικό & ανθρωπογενές περιβάλλον, όλα αποδεικνύονται πολύ ευαίσθητα σε αλλαγές αερίων, των οποίων η συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα δεν υπερβαίνει το 0.04%
- Ειδικά στις αστικές περιοχές η ατμοσφαιρική ρύπανση αποτελεί το σημαντικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα κυρίως λόγω των επιπτώσεων της στην ανθρώπινη υγεία
- Έχει υπολογιστεί ότι περίπου 1.200 εκατομμύρια άνθρωποι σε όλο τον κόσμο εκτίθενται σε υπερβάλλουσες συγκεντρώσεις SO₂ και 1.400 εκατομμύρια σε υπερβάλλουσες συγκεντρώσεις καπνού και σωματιδίων

Εισαγωγή – Το πρόβλημα

- Πρόσφατες εκτιμήσεις δείχνουν ότι:
 - 4-8% των πρώιμων θανάτων οφείλονται σε έκθεση σε αιωρούμενα σωματίδια
 - στις υπό ανάπτυξη χώρες σημειώνονται κάθε χρόνο 0.5 – 1.0 εκατομμύρια πρώιμοι θάνατοι σαν αποτέλεσμα της έκθεσης στην αστική ατμοσφαιρική ρύπανση
- Παρόλα αυτά ο έλεγχος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης δεν πρέπει να περιορίζεται μόνο σε άμεσα τοπικά προβλήματα αλλά θα πρέπει να είναι συνολικός και ολοκληρωμένος λαμβάνοντας υπόψη και τις υπόλοιπες περιβαλλοντικές επιδράσεις συμπεριλαμβανομένων των επιβαρύνσεων που αφορούν την κλιματική αλλαγή

Εισαγωγή – Το πρόβλημα

- Η πρόσφατη ανθρώπινη ιστορία σημαδεύτηκε από μια σημαντική υποβάθμιση του περιβάλλοντος
- Ταυτόχρονα όμως, η σημαντική πρόοδος που επιτεύχθηκε στην κατανόηση των φυσικών μηχανισμών και την περιβαλλοντική τεχνολογία μας δίνει τη δυνατότητα να αναδείξουμε τα προβλήματα και να προτείνουμε περισσότερο αποδοτικούς και φιλικούς προς το περιβάλλον τρόπους για να ικανοποιήσουμε τις ανάγκες μας
- Είναι όμως απόλυτα σίγουρο ότι η οικοδόμηση ενός περιβαλλοντικά βιώσιμου μέλλοντος δεν μπορεί να βασιστεί αποκλειστικά στην τεχνολογία, αλλά θα απαιτήσει επίσης τη σταθεροποίηση του πληθυσμού της Γης, την αναδόμηση της παγκόσμιας οικονομίας, μέσω γενναίων πολιτικών αποφάσεων, ώστε να μην καταστρέφει τα φυσικά συστήματα υποστήριξης της ζωής καθώς και ριζική αλλαγή του τρόπου ζωής μας και του αξιακού μας συστήματος

Σκοπός του Μαθήματος

- ο **Διαπίστωση**: το θέμα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι μεγάλης έκτασης αντικείμενο, πολύπλευρο και διεπιστημονικό
- ο **Σκοπός**: ορισμός, περιγραφή και οριοθέτηση του φαινομένου της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
 - ο εντοπισμός και ανάλυση των παραγόντων που δημιουργήσαν, διατηρούν ή επαυξάνουν το φαινόμενο
 - ο περιγραφή των επιδράσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
 - ο περιγραφή των μεθόδων και τεχνολογιών που αναπτύχθηκαν για την αντιμετώπιση του φαινομένου

Εισαγωγή – Ορισμός

- **Ρύπανση του Περιβάλλοντος:**

ορίζεται ως η είσοδος κάθε ουσίας ή ενέργειας (θερμότητας, ήχου, ραδιενέργειας κ.α.) στο περιβάλλον με ρυθμό ταχύτερο απ' ότι αυτό μπορεί να αφομοιώσει, προκαλώντας έτσι βλάβες στην υγεία των ανθρώπων, αλλά και σε άλλους έμβιους οργανισμούς, σε οικοσυστήματα, σε κατασκευές αλλά και ενόχληση στην έννομη χρήση του περιβάλλοντος

Εισαγωγή – Μορφές Περιβαλλοντικής Ρύπανσης

- Τρεις (3) είναι οι βασικές μορφές ρύπανσης του περιβάλλοντος, τοπικού κυρίως χαρακτήρα, που προκαλούν όχληση στον άνθρωπο και έχουν άμεσες επιπτώσεις στην ψυχοσωματική του υγεία.

- ✓ Ρύπανση του αέρα (Ατμοσφαιρική Ρύπανση)
- ✓ Ρύπανση των υδάτων & των εδαφών
- ✓ Ηχητική Ρύπανση

Εισαγωγή – Μορφές Περιβαλλοντικής Ρύπανσης

- Υπάρχουν και άλλες μορφές ρύπανσης του περιβάλλοντος οι οποίες είτε συνδέονται με κάποια από τις τρεις προηγούμενες μορφές, είτε η επίδραση τους αναφέρεται σε μεγαλύτερη χωρική κλίμακα (ακόμη και πλανητική) και οι επιπτώσεις τους δεν είναι άμεσα αντιληπτές. Ωστόσο, σίγουρα στο μέλλον, αν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα, οι δυσχερείς συνέπειες τους θα είναι εκτεταμένες και η δυσκολία αποκατάστασης του περιβάλλοντος ιδιαίτερα μεγάλη
- Τέτοιες μορφές είναι:
 - ✓ ρύπανση από ακτινοβολία
 - ✓ καταστροφή του ατμοσφαιρικού όζοντος
 - ✓ φαινόμενο του θερμοκηπίου
 - ✓ όξινη βροχή
 - ✓ αλόγιστη καταστροφή των παρθένων δασών

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση

- **Ατμοσφαιρική Ρύπανση:**

ορίζεται κάθε κατάσταση στην οποία υπάρχουν στην ατμόσφαιρα **ουσίες** σε συγκεντρώσεις αρκετά υψηλότερες από τα φυσιολογικά επίπεδα του περιβάλλοντος, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν μετρήσιμα αποτελέσματα στον άνθρωπο, στα ζώα, στη βλάστηση ή και στα υλικά

- **Ουσίες:**

Κάθε φυσική ή ανθρωπογενής χημική ένωση ή χημικό στοιχείο που υπάρχει στην ατμόσφαιρα σε αέρια, υγρή ή στερεά μορφή

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση

- Επειδή η ανθρωπογενής παραγωγή των αερίων ρύπων βρίσκεται συγκεντρωμένη στα αστικά και βιομηχανικά κέντρα, οι συγκεντρώσεις τους σ' αυτές τις περιοχές είναι πολύ μεγαλύτερες από εκείνες σε πιο απομακρυσμένες περιοχές

⇒ έτσι για πολύ καιρό η ατμοσφαιρική ρύπανση θεωρούνταν ως ένα φαινόμενο που χαρακτήριζε τα μεγάλα αστικά κέντρα και τις βιομηχανικές περιοχές, όπου οι συγκεντρώσεις των ατμοσφαιρικών ρύπων μπορούν να φτάσουν σε τιμές πολύ μεγαλύτερες από τα επίπεδα υποβάθρου του περιβάλλοντος

Όμως, η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο, αφού τελικά οι ρύποι διασπείρονται σε ολόκληρη την ατμόσφαιρα

■ Διαβάθμιση του Προβλήματος της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης

- Τοπική Κλίμακα
 - Αστική
 - Περιφερειακή
 - Διηπειρωτική
 - Παγκόσμια

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση

- **Ρύπος:** ακαθαρσία, βρωμιά, λέρια
- **Ρυπαντής:** ουσία ρυπαντική του περιβάλλοντος, π.χ. Κατά τις μέρες της άπνοιας παρατηρείται αύξηση των ρυπαντών

Τελικά επικράτησε οι λέξεις **Ρύπος** και **Ρυπαντής** να είναι ταυτόσημες

- **Ρύπος:** θεωρείται οτιδήποτε προστίθεται στην ατμόσφαιρα και προκαλεί απόκλιση από τη μέση γεωχημική της σύνθεση και έχει επιβλαβείς συνέπειες στον άνθρωπο και το περιβάλλον
- **Ρύπος:** είναι ουσίες αέριες, στερεές ή υγρές που εκπέμπονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα ή προκύπτουν μετά από αλληλεπίδραση της ανθρώπινης δραστηριότητας με το οικοσύστημα, ή από φυσικές πηγές και οι οποίες επιφέρουν άμεσες ή έμμεσες επιπτώσεις στην άνεση, ευεξία και υγεία του ανθρώπου και όλων των έμβιων οργανισμών

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση

Δεν είναι καθόλου εύκολο να χαρακτηρίσουμε μία ουσία που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα ως ρύπο ή ασφαλή μη επιβλαβή

- Ο διαχωρισμός ανάμεσα στους ρύπους και στις αβλαβείς χημικές ενώσεις βασίζεται στην περιορισμένη γνώση των βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων επιπτώσεων κάθε χημικής ουσίας
- Επιπλέον αυτή η εκτίμηση γίνεται πολυπλοκότερη λόγω των χημικών αντιδράσεων ή διαφόρων φυσικο-χημικών διεργασιών που μπορούν να μετατρέψουν αβλαβείς χημικές ενώσεις σε ατμοσφαιρικούς ρύπους

Παράδειγμα το CO_2

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση

Ρύποι

Πρωτογενείς: εκπέμπονται άμεσα στην ατμόσφαιρα από ανθρώπινες δραστηριότητες ή από την ίδια τη φύση

Δευτερογενείς: προκύπτουν από πρωτογενείς ρύπους μετά από αλληλεπίδρασεις μεταξύ τους ή με τα οικοσυστήματα

Πρωτογενείς ρύποι	Δευτερογενείς ρύποι
CO, CO ₂ , COS, (CH ₃) ₂ S, H ₂ S SO ₂ , NO, NO ₂ , NH ₃ Υδρογονάνθρακες Αλογονομένοι υδρογονάνθρακες Αερολύματα	O ₃ , SO ₃ , SO ₄ ⁻² H ₂ SO ₄ , HNO ₃ , NO ₂ , NO ₃ , NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- Η ρύπανση συνοδεύει την ανθρωπότητα από τότε που οι άνθρωποι οργανώθηκαν σε ομάδες οι οποίες παρέμεναν για μεγάλο χρονικό διάστημα σ' έναν τόπο. Οι προϊστορικές ανθρώπινες εγκαταστάσεις άλλωστε αναγνωρίζονται από τους ρύπους τους
- Η ρύπανση αυτή όμως δεν αποτελούσε σοβαρό πρόβλημα όσο υπήρχε αρκετός διαθέσιμος χώρος για κάθε άτομο ή ομάδα
- **Η Ρύπανση έγινε και ρυθμιστικό - νομικό πρόβλημα πριν από τον 20^ο αιώνα οπότε ελήφθησαν τα πρώτα μέτρα**

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

Πριν το 1200 μ.Χ.

- **Νομαδική ζωή πρώτων φυλών:** συχνά αναγκάζονταν να μετακινηθούν εξ' αιτίας της δυσσομίας την οποία δημιουργούσαν τα απόβλητα των ζώων και των ανθρώπων
- **Αρχαίες πόλεις:** συχνά νοσογόνες για τους κατοίκους τους, γεμάτες από αστικά απόβλητα & υλικά σε αποσύνθεση
 - Η ανακάλυψη της φωτιάς δημιούργησε άλλης μορφής ρύπανση εισάγοντας στην ατμόσφαιρα προϊόντα ατελούς καύσης

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **Πριν το 1200 μ.Χ.**

- **Αρχαία Ελλάδα:** παραμονή των πηγών δυσσομίας έξω από την πόλη

- **Ιπποκράτης** (460-360 π.Χ., *Περί αέρων, υδάτων και τόπων*) &

- Πλάτωνας** (*Νόμοι*): περιγράφουν την επίδραση που ασκεί το φυσικό περιβάλλον (κλιματολογικές συνθήκες, μορφολογία εδάφους & προσανατολισμός των πόλεων) στην ψυχοσωνατική επίδραση του ανθρώπου

- **Πλάτωνας** (427-347 π.Χ., *Κριτίας*): περιγράφει τις συνέπειες της αποψίλωσης των δασών της Αττικής, για την παραγωγή ξυλείας, στα αποθέματα ύδατος

- **Θεόφραστος** (372-287 π.Χ.): Δυσάρεστη και ερεθιστική οσμή από την καύση του άνθρακα

- **Σύβαρη:** απαγόρευση λειτουργίας εργαστηρίων μέσα στην πόλη (πρόδρομος των σημερινών ΒΙΠΕ)

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **Πριν το 1200 μ.Χ.**
 - **Αρχαία Ρώμη:** πολιτικές αγωγές
 - **Στράβων** (63 π.Χ.- 23 μ.Χ., *Γεωγραφία*): Κατασκευή υψηλών καμινάδων επεξεργασίας του αργύρου για να διασκορπίζεται η σκόνη στην ατμόσφαιρα
 - **Οράτιος** (65-8 π.Χ): φωτιές από καύσιμα ξύλα, «μαύρισμα» των κτιρίων
 - **Σενέκας** (4 π.Χ.-65 μ.Χ.): Αποπνικτικές συνθήκες στην ατμόσφαιρα της Ρώμης
 - «Βαρείς ουρανοί»
 - Επινόηση εξοχικών στη θάλασσα
 - Καμινάδες 7-8 m ψηλές
 - **Τήξη χαλκού για την παραγωγή νομισμάτων:** Αύξηση των συγκεντρώσεων του χαλκού στην ατμόσφαιρα (μετρήσεις των πάγων της Γροιλανδίας)

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **Πριν το 1200 μ.Χ.**
- **Προ της Βιομηχανικής Επανάστασης**
 - **Δραστηριότητες που αποτέλεσαν πηγές ρύπανσης**
 - ✓ Μεταλλουργία (εξόρυξη & επεξεργασία Χαλκού, σιδήρου, χρυσού, κ.α.)
 - ✓ Κεραμουργία (κατασκευή πυλούς για οικιακές συσκευές & τούβλων
 - ✓ Εξόρυξη & επεξεργασία μαρμάρων
 - ✓ Συντήρηση ζωικών προϊόντων
 - ✓ Επεξεργασία δερμάτων

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

• 1200 - 1700

▪ Μεσαίωνας στην Ευρώπη: Οι ανθυγιεινές αστικές συνθήκες ευνόησαν την εκδήλωση επιδημιών που αποδεκάτιζαν τον πληθυσμό

▪ Λονδίνο: Θέρμανση του ασβεστόλιθου για την παραγωγή ενεργού ασβέστη. Ανάμειξη ασβέστη με νερό για την παραγωγή τσιμέντου

Απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα *οργανικών ενώσεων, σωματιδίων,*

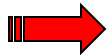
NO_x και CO₂

○ 1228: Αρχή χρήσης του άνθρακα ως πηγή καύσης στους κλιβάνους

Απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα: *SO₂, NO_x, CO₂, αιθάλης και*

σωματιδίων

Ποιότητα αέρα στο Λονδίνο πολύ κακή



○ 1273: Ο βασιλιάς Εδουάρδος ο 1ος της Αγγλίας θέσπισε νόμο περιορισμού της χρήσης της φωτιάς λόγω του καπνού που αυτή δημιουργούσε

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

● 1200 - 1700

- **Λονδίνο:** Απαγόρευση καύσης άνθρακα για τη θέρμανση του ασβεστόλιθου. Πρόστιμα & κατασχέσεις στους παραβάτες. Ισχύς των μέτρων για 20 περίπου χρόνια
- **1306:** Απαγόρευση καύση άνθρακα κατά τις ημέρες συνεδρίασης του Κοινοβουλίου
- **1377:** Αναγνώριση της σημασίας του ύψους των καμινάδων. Καθορισμός υψών στο Λονδίνο.
- **Μεσαίωνας στην Ευρώπη:** Οι ανθυγιεινές αστικές συνθήκες ευνόησαν την εκδήλωση επιδημιών που αποδεκάτιζαν τον πληθυσμό

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **13ος – 18ος αιώνας**

- Αύξηση της χρήσης των γαιανθράκων στη διαδικασία παραγωγής τσιμέντου, γυαλιού, τούβλων, ποτών και για τη θέρμανση των σπιτιών

- **John Evelyn (1620-1706), *Fumifugium* (1661):**

- ✓ Καπνός από τις καύσεις των κλιβάνων υπεύθυνος για τη μίανση των κτιρίων, των οικοσυσκευών, των έργων τέχνης, της βροχής, των νερών και των φυτών στο Λονδίνο

- ✓ Επιπτώσεις στους πνεύμονες

- ✓ Σύσταση για απομάκρυνση των πιο ρυπογόνων βιομηχανιών από την πρωτεύουσα.

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **1700 – 1900**

- **18ος αιώνας**

- ***Εφεύρεση της Ατμομηχανής από τον Watt***

Καύση κάρβουνου για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας

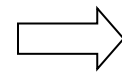
Χρήση: Άντληση του νερού από τα ανθρακωρυχεία και για την κίνηση των νερόμυλων

Απόδοση: 1%

Μη σοβαρά προβλήματα αστικής ρύπανσης

- **19ος αιώνας**

- ***Τροποποιήσεις στην Ατμομηχανή***



Απόδοση ~ 5 %

- Ατμομηχανές: τροφοδοτούνται με ορυκτά καύσιμα (κυρίως κάρβουνο) και πολύ αργότερα πετρέλαιο

-Επέκταση χρήσης: παραγωγή ενέργειας, παραγωγή χαρτιού, σιδήρου, αλεύρων, χάλυβα, στα αποστακτήρια, στα κανάλια, στα μηχανοστάσια ύδρευσης, ατμάμαξες, πλοία, θέρμανση σπιτιών

Σοβαρά προβλήματα αστικής ρύπανσης από Αιθάλη & Ιπτάμενη τέφρα

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

■ Βιομηχανική Επανάσταση

(Μεγάλη Βρετανία, 1750-1860)



- Βιομηχανία, βιοτεχνία, Αγροτική οικονομία
μαζική παραγωγή από μηχανές



○ Εκτεταμένη χρήση άνθρακα:

ατμομηχανή, κλίβανοι, λέβητες, χημικές
καύσεις στα εργοστάσια



- Ατμοσφαιρική ρύπανση: 4 ως 7
φορές περισσότερους θανάτους από ότι
παγκοσμίως



*Βικτωριανό Λονδίνο: Η εμφάνιση της
«γκρίζας ομίχλης» ήταν συχνό
φαινόμενο*

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **Βιομηχανική Επανάσταση** (Μεγάλη Βρετανία, 1750-1860)



Αύξηση του πληθυσμού της Γης

και ...

... γιγάντωση των πόλεων με μετακίνηση πληθυσμών προς αυτές

- ***Επέκταση της Βιομηχανικής Επανάστασης και σε άλλες χώρες***

○ Ανάπτυξη βιομηχανίας με καύσιμη ύλη τον άνθρακα σε:
ΗΠΑ, Βέλγιο, Γερμανία, Ρωσία, Ιαπωνία, Ινδία, Νότια Αφρική και
Αυστραλία

○ **1800 – 1900:** Αύξηση καύσης άνθρακα **100** φορές παγκοσμίως

και ...

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **Βιομηχανική Επανάσταση** (Μεγάλη Βρετανία, 1750-1860)



Ραγδαία αύξηση στην κατανάλωση Ενέργειας

- **20^{ος} αιώνας: Ραγδαία Εξέλιξη**
- **Ενεργειακό Πρόβλημα**
 - Ενεργειακή Επάρκεια
 - Κόστος Ενέργειας
 - Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

■ Θέσπιση μέτρων για τη ρύπανση

Ηνωμένο Βασίλειο

- ✓ **1843-1850:** Νομοθετικά διατάγματα για περιορισμό των εκπομπών
Κατάληξη: Καταψηφίστηκαν ή δεν εφαρμόστηκαν
- ✓ **1851:** αρχή εφαρμογής μέτρων για τις μειώσεις εκπομπών ρύπων

ΗΠΑ

- ✓ Αρχικά αποτυχία θέσπισης νομοσχεδίων για τις εκπομπές καπνού
- ✓ 1893 (St. Louis, Missouri): Νόμος που απαγόρευε την εκπομπή «πυκνού μαύρου ή γκρίζου καπνού»
- ✓ Κατάργηση νόμου από το Ανώτατο Δικαστήριο της πολιτείας
- ✓ Ειδικά διατάγματα για τη ρύπανση σε δήμους
 - Μέχρι το 1910: 175
 - Μέχρι το 1940: 200

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

■ Θέσπιση μέτρων για τη ρύπανση

19ο αιώνα σημειώθηκε και μια βασική τεχνολογική ανάπτυξη της Μηχανικής για τον έλεγχο της αέριας ρύπανσης με:

- ✓ ελεγχόμενο κλίβανο ανάφλεξης κάρβουνου
- ✓ συσκευή απομάκρυνσης οξέων από τα αέρια βιομηχανικών εκπομπών
- ✓ Κυκλώνες και φίλτρα για την συλλογή της σωματιδιακής ύλης
- ✓ Ανάπτυξη φυσικο-χημικών μεθόδων (απορρόφηση, προσρόφηση κλπ.) στον σχεδιασμό μονάδων ελέγχου

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **20ος αιώνας: Περίοδος 1900 -1925**

- Μεγάλες αλλαγές τόσο στην παραγωγή ρύπων όσο και στην τεχνολογία ελέγχου ρύπων. Όμως η κατανόηση του προβλήματος από το ευρύ κοινό είναι περιορισμένη ⇒ ΜΗ θέσπιση σοβαρών νομοθετικών μέτρων & κανονισμών ελέγχου εκπομπών ρύπων

- **Εξελίξεις ως προς τις πηγές ρύπων**

- πόλεις & εργοστάσια αναπτύσσονται συνεχώς

- Αρχή χρήσης ηλεκτρικού κινητήρα αντί ατμομηχανής

- θρυμματισμένο κάρβουνο, πετρέλαιο & αέρια καύσιμα αρχίζουν να χρησιμοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία

- Ραγδαία αύξηση στον αριθμό των αυτοκινήτων

- **Εξελίξεις ως προς την αντιρυπαντική τεχνολογία**

- βελτιστοποίηση συσκευών επεξεργασίας καυσαερίων στην έξοδο των πηγών ⇒ δημιουργία μεγάλης κλίμακας συστημάτων επεξεργασίας καπναερίων

- Ανακάλυψη του ηλεκτροστατικού φίλτρου (έλεγχος σωματιδιακής ύλης)

- Ανάπτυξη χημικής Μηχανικής στον τομέα ελέγχου των διεργασιών

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **20ος αιώνας: Περίοδος 1925 -1950**

- Η τεχνολογική εξέλιξη συνεχίζεται με αποτέλεσμα τη ραγδαία ανάπτυξη της βιομηχανίας
- Προκύπτουν σοβαρά προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης με την εκδήλωση **επεισοδίων** νομοθεσία & κανονισμούς για την ατμοσφαιρική ρύπανση

- ***Εξελίξεις ως προς τις πηγές ρύπων***

- τα αυτοκίνητα συνεχίζουν να πολλαπλασιάζονται
- ραγδαία αντικατάσταση του κάρβουνου από το πετρέλαιο (κεντρική θέρμανση, μέσα μεταφοράς π.χ. τραίνα)
- λεωφορεία που κινούνται με ηλεκτρισμό
- μεταφορά φυσικού αερίου με αγωγούς

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση

- **Επεισόδια Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης:** Εξαιρετικά αυξημένες συγκεντρώσεις ρύπων στην ατμόσφαιρα
- Συνθήκες δημιουργίας επεισοδίων ατμοσφαιρικής ρύπανσης:
 - Αυξημένες εκπομπές ρύπων
 - +
 - Ύπαρξη συγκεκριμένων μετεωρολογικών συνθηκών

*Επεισόδια
Ατμοσφαιρικής
Ρύπανσης*
- **«Νέφος»:** υψηλά επίπεδα ρύπανσης \equiv υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων
- **Τύποι Επεισοδίων**
 - **Αιθαλομίχλη** (SMOG = SMOke (αιθάλη) + foG (ομίχλη))
 - **Φωτοχημική Αιθαλομίχλη (photochemical smog)**

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση

■ **Αιθαλομίχλη (Smog)**

• **Αιθαλομίχλη τύπου Λονδίνου** (συχνό φαινόμενο στα τέλη του 19ου αιώνα)

- **Χαρακτηριστικά:** μορφή νέφους
- **Προέλευση:** στάσιμες πηγές κατανάλωσης και καύσης καυσίμων υλικών και ειδικά κάρβουνου (κυρίως βιομηχανία, σταθμοί παραγωγής ενέργειας, χυτήρια).
- **Μηχανισμός:** καύση άνθρακα για την παραγωγή ενέργειας & άλλων ακατέργαστων υλών για την παραγωγή χημικών προϊόντων με την παρουσία **υψηλής σχετικής υγρασίας** (ομίχλης) ή/και θερμοκρασιακής αναστροφής. Εμφανίζεται συνήθως τους **χειμερινούς μήνες**
- **Βασικά συστατικά:** αιθάλη (κάπνα), SO_x, αιωρούμενα σωματίδια + υψηλή σχετική υγρασία

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση

- **Φωτοχημική Αιθαλομίχλη (απαιτείται ηλιοφάνεια)**
- **Τυπικά παραδείγματα: Los Angeles, Αθήνα**
 - **Χαρακτηριστικά:** μορφή νέφους
 - **Προέλευση:** κατά κύριο λόγο εκπομπές από κινούμενες πηγές (τροχοφόρα)
 - **Μηχανισμός:** εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα (CO), οξειδίων του αζώτου (NO_x) και υδρογονανθράκων (VOCs) τα οποία με την επίδραση του **ηλιακού φωτός** αντιδρούν μεταξύ τους και σχηματίζουν δευτερογενείς ρύπους. **Πιο συχνή τους καλοκαιρινούς μήνες**
 - **Βασικά συστατικά:** NO₂, όζον (O₃)

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

Σημαντικά Επεισόδια Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης

Τόπος	Αριθμός θανάτων ή ασθενών
Γλασκώβη	1063 θάνατοι
Κοιλάδα Meuse – Βέλγιο	63 θάνατοι, 6000 ασθενείς
Donaora - Πενσυλβάνια	20 θάνατοι, 1190 ασθενείς (το 50% του ντόπιου πληθυσμού)
Λονδίνο	4000 – 8000 θάνατοι
Νέα Υόρκη	175 – 260 θάνατοι

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

■ Ιστορικά Επεισόδια Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης

Λονδίνο: 19ος και 20ος αιώνας:
Υπαρξη πολλών επεισοδίων
αιθαλομίχλης, τα σημαντικότερα εκ των
οποίων με χρονολογική σειρά είναι:

- **Δεκέμβριος 1873:** 270-700 επιπλέον θάνατοι
- **Ιανουάριος 1880:** 700-1100 επιπλέον θάνατοι
- **Φεβρουάριος 1882:**
- **Δεκέμβριος 1891:**
- **Δεκέμβριος 1892:** 1000 επιπλέον θάνατοι
- **Ιανουάριος 1911:** 1150 επιπλέον θάνατοι
- **Νοέμβριος 1948:** 300 επιπλέον θάνατοι
- **Δεκέμβριος 1952:** >4000 επιπλέον θάνατοι
- **Ιανουάριος 1956:** 480 επιπλέον θάνατοι
- **Δεκέμβριος 1957:** 300-800 επιπλέον θάνατοι

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

■ **Επεισόδιο Αιθαλομίχλης Λονδίνου, Δεκέμβριος 1952:**

Το πιο σοβαρό επεισόδιο ατμοσφαιρικής ρύπανσης που σημειώθηκε ποτέ στη Μεγάλη Βρετανία

○ **Συνθήκες:** πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, αναστροφή της θερμοκρασίας, ομίχλη, αυξημένες εκπομπές αιθάλης λόγω αυξημένων καύσεων για προστασία από το ψύχος

○ **Διάρκεια:** 5 μέρες

Συνέπειες: **4.000** «πλεονάζοντες» θάνατοι (σήμερα πιστεύεται ότι ο αριθμός των θανάτων ήταν **12.000**) και **~100.000** ασθενείς από πνευμονία, φυματίωση, βρογχίτιδες και καρδιο-αναπνευστικά προβλήματα.

Τα 2/3 των θανάτων παρατηρήθηκαν σε ηλικίες > 65 ετών.

45-64 ετών: Τριπλάσιοι θάνατοι σε σχέση με τα κανονικά επίπεδα

Νήπια: διπλάσιοι θάνατοι

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

■ Επεισόδιο Αιθαλομίχλης Λονδίνου, Δεκέμβριος 1952:

○ Ποσοστό αύξησης θανάτων:

80% σε σχέση με το προηγούμενο έτος

50% σε σχέση με τον Ιανουάριο 1953

○ Επίπεδα ρύπων:

○ Συγκεντρώσεις **PM10** = 14mg/m^3 (**56** φορές πάνω από τα κανονικά επίπεδα της εποχής)

○ Συγκεντρώσεις **SO₂** = **7** φορές πάνω από τα κανονικά επίπεδα της εποχής (μέγιστο ≈ 700 ppb)

○ Απελευθερώθηκαν στην ατμόσφαιρα:

○ 1000 t αιθάλης

○ 2000 t CO₂

○ 140 t υδροχλωρικού οξέως (HCl)

○ 14 t φθορίου (F₂)

○ 370 t SO₂ μετατράπηκαν σε
800 t H₂SO₄

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

■ Επεισόδιο Αιθαλομίχλης Λονδίνου, Δεκέμβριος 1952:

• Σημαντικές έμμεσες επιδράσεις:

- Επιστήμη
- Δημόσια αφύπνιση
- Κυβερνητικές ρυθμίσεις

1956: Πρώτος νόμος για την ποιότητα του αέρα (Clean Air Act)

- Έλεγχος των εγχώριων πηγών καπνού
- Δημιουργία ζωνών άκαπνης καύσης
- Κίνητρα για την αντικατάσταση των καυστήρων κάρβουνου σε άλλους χρήση καυσίμων που δεν εκπέμπουν αιθάλη (αερίου, λαδιού ή ηλεκτρικής ενέργειας)
- Περιορισμοί για την ποιότητα του άνθρακα
- Εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ενέργειας σε αγροτικές περιοχές

■ 1968: νομοθεσία που προβλέπει τη χρήση ψηλών καμινάδων από βιομηχανίες που καταναλώνουν λιγνίτη, υγρά ή αέρια καύσιμα => μείωση συγκεντρώσεων καπνού από 175 mg/m³ το 1958 σε 75 mg/m³ το 1968

■ **Επεισόδιο Αιθαλομίχλης κοιλάδα ποταμού Μόζα (Meuse Valley), Βέλγιο, 1-5 Δεκεμβρίου 1930**

Το 1^ο σοβαρό επεισόδιο ατμοσφαιρικής ρύπανσης στη σύγχρονη εποχή

○ **Συνθήκες:** κοιλάδα του ποταμού Μόζα, πυκνοκατοικημένη περιοχή με έντονη βιομηχανική δραστηριότητα (βιομηχανίες υαλουργίας, λιπασμάτων, χαλυβουργίας και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας) => σημαντικές εκπομπές ρύπων σε συνδυασμό με την επικράτηση ενός συστήματος υψηλών πιέσεων που είχε σαν αποτέλεσμα χαμηλές θερμοκρασίες, τη δημιουργία αναστροφή της θερμοκρασίας, πυκνή ομίχλη => **αιθαλομίχλης**

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

■ Επεισόδιο Αιθαλομίχλης κοιλάδα ποταμού Μόζα (Meuse Valley), Βέλγιο, 1-5 Δεκεμβρίου 1930

○ Συνέπειες:

○ **63** θάνατοι – δεκαπλάσιοι από τα κανονικά επίπεδα (κυρίως ηλικιωμένοι και άτομα με αναπνευστικά ή καρδιολογικά προβλήματα)

○ **εκατοντάδες ασθενείς** με συμπτώματα όπως: ναυτία, κάψιμο στο λαιμό, πόνος στο στήθος, βήχας, βραχεία αναπνοή, και ερεθισμός στα μάτια (άγνωστη πάθηση)

○ διαπιστώθηκαν επίσης **θάνατοι** οικόσιτων ζώων, πουλιών και ποντικών

○ **Αίτια:** εισπνοή σωματιδίων αιθάλης, SO_2 και παραγώγων οξειδίων του S (π.χ. H_2SO_4) και δευτερευόντως σε σωματίδια άλλων ενώσεων όπως π.χ. του F (HF) ή του Zn

Το συγκεκριμένο επεισόδιο αποτέλεσε την αιτία όπου για πρώτη φορά επιστημονική επιτροπή προτείνει την ατμοσφαιρική ρύπανση ως εν δυνάμει ή πιθανή αιτία θανάτου και ασθενειών. Η έλειψη μετρήσεων δεν επέτρεψε την εξαγωγή ακριβών συμπερασμάτων και τη λήψη αντιρρυπαντικών μέτρων

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

■ **Επεισόδιο Αιθαλομίχλης Donora ΗΠΑ, 26-31 Οκτωβρίου 1948**

- Η σοβαρότερη «καταστροφή» εξ' αιτίας της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις ΗΠΑ, που αποτέλεσε την αιτία θέσπισης νόμων ελέγχου αέριας ρύπανσης σε ομοσπονδιακό και πολιτειακό επίπεδο
- Σηματοδότησε την αρχή, στην σύγχρονη εποχή, της έρευνας των κινδύνων της ανθρώπινης υγείας λόγω της αέριας ρύπανσης

Επεισόδιο Αιθαλομίχλης Donora ΗΠΑ, 26-31 Οκτωβρίου 1948

- **Τοποθεσία:** Donora: μικρή βιομηχανική πόλη 14.000 κατοίκων στην πολιτεία της Pennsylvania, 45 Km νότια του Pittsburgh στην κοιλάδα του ποταμού Monongahela. Λόφοι με απότομες πλαγιές βρίσκονται στις δύο πλευρές του ποταμού.
- **Χαρακτηριστικά:** βιομηχανική δραστηριότητα από το 1758 με εργοστάσια χάλυβα, ψευδαργύρου, θειικού οξέως, υάλου, τα οποία καταναλώνουν άνθρακα, όπως και το σιδηροδρομικό δίκτυο και τα ποταμόπλοια, αποτελώντας πηγές εκπομπής CO, SO_x, προϊόντα οξειδωσής τους και σωματίδια βαρέων μετάλλων

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

■ **Επεισόδιο Αιθαλομίχλης Donora-ΗΠΑ, 26-31 Οκτωβρίου 1948**

○ **Συνθήκες:** επικράτηση και εμμονή για αρκετές ημέρες αντικυκλωνικών συνθηκών με αναστροφή της θερμοκρασίας και σχηματισμό πυκνής ομίχλης

○ Συνδυασμός 'υψηλών' εκπομπών ρύπων, τοπογραφίας και θερμοκρασιακής αναστροφής =>

Πυκνή ομίχλη και ρύποι παγιδεύτηκαν κοντά στο έδαφος => πολίτες να εισπνέουν επικίνδυνες χημικές ενώσεις

○ **Συνέπειες:** **20** θάνατοι οι περισσότεροι από τους οποίους ήταν ηλικιωμένοι πολίτες με ιστορικό καρδιολογικών ή αναπνευστικών νοσημάτων και πάνω από **7000** ασθενείς (~50% του πληθυσμού) με συμπτώματα όπως: ερεθισμός στα μάτια, τη μύτη και στο λάρυγγα, βήχας, πονοκέφαλος, ναυτία και αναπνευστικά προβλήματα

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **Επεισόδιο Αιθαλομίχλης Donora-ΗΠΑ, 26-31 Οκτωβρίου 1948**
 - **Μεταγενέστερη έρευνα:** Αυξημένους ρυθμοί θνησιμότητας και νοσηρότητας σε αυτούς που είχαν παρουσιάσει συμπτώματα κατά τη διάρκεια του επεισοδίων αιθαλομίχλης
 - **Αίτια:** συνδυασμένη δράση, λόγω εισπνοής, κυρίως του SO₂, προϊόντων οξειδωσής του (π.χ. H₂SO₄) και σωματιδίων (αερολύματα)
 - Μαρτυρία:** «... τα πάντα ήταν μαύρα από την κάπνα. Κάποιος μπορούσε μέχρι και να τη γευτεί ...»
 - **Αποτέλεσμα:** οι ΗΠΑ μετά το συγκεκριμένο επεισόδιο άρχισαν να λαμβάνουν σοβαρά υπόψη τους την επίδραση των εκπεμπόμενων βιομηχανικών ρύπων στην ανθρώπινη υγεία
 - Η Δημοτική αρχή του Pittsburg παρότι είχε πάρει μέτρα από το 1941 για τη μείωση εκπομπών αιθάλης χωρίς όμως να εφαρμοστούν στην πράξη, μετά το επεισόδιο της Donora απαγόρευσε τη χρήση άνθρακα για οικιακή θέρμανση αντικαθιστώντας τον με φυσικό αέριο
 - Μέχρι το 1952 αντικαταστάθηκαν οι ατμομηχανές των τρένων και των ποταμόπλοιων με μηχανές diesel

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

■ Επεισόδιο Αιθαλομίχλης Donora-ΗΠΑ, 26-31 Οκτωβρίου 1948

○ Αποτέλεσμα:

- Μέχρι το **1955** οι εκπομπές στο Pittsburg είχαν μειωθεί κατά 97% και ο αέρας είχε 'καθαρίσει' σημαντικά
- η Πολιτεία της Pennsylvania ίδρυσε υπηρεσία (Division of Air Pollution Control) με αντικείμενο τη μελέτη της επίδρασης της ποιότητας του αέρα στην ανθρώπινη υγεία
- **1966**: θεσπίστηκαν μέτρα ποιότητας του αέρα σε όλη την επικράτεια της Πολιτείας
- **1970**: η Πολιτεία της Pennsylvania θέσπισε τον Περιβαλλοντικό Καταστατικό Χάρτη "Environmental Bill of Rights" ο οποίος διακηρύττει ότι οι πολίτες, μεταξύ άλλων, έχουν δικαίωμα σε μια καθαρή ατμόσφαιρα

Ruth Podems, EPA (U.S. Environmental Protection Agency): "Η τραγωδία της Donora ήταν η πρώτη φορά που οι δημόσιοι λειτουργοί αναγνώρισαν την άμεση σύνδεση μεταξύ της αέριας ρύπανσης και δημόσιας υγείας, και ήταν η πρώτη φορά που κινητοποιήθηκαν να κάνουν κάτι γι' αυτό."

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **Επεισόδια φωτοχημικής ρύπανσης Los Angeles, Καλιφόρνια ΗΠΑ**
 - Διαρκές πρόβλημα ρύπανσης σε περιοχές με έντονη ηλιοφάνεια (πολύ διαφορετικό όμως από τα επεισόδια αιθαλομίχλης)

Χαρακτηριστικό Παράδειγμα

Στρώμα ρύπανσης σχεδόν καθημερινό σε L. Angeles, Καλιφόρνια

Αρχές 20^{ου} αιώνα: Επεισόδια Ρύπανσης σε L. Angeles

1903: Πυκνό νέφος καπνού που θεωρήθηκε ηλιακή έκλειψη

1905 & 1912: Εφαρμογή ρυθμίσεων ελέγχου των εκπομπών καπνού

ΜΗ ΕΞΑΛΕΙΨΗ ΝΕΦΟΥΣ

ΥΠΕΡΟΧΗ ΦΩΤΟΧΗΜΙΚΗΣ ΑΙΘΑΛΟΜΙΧΛΗΣ

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

■ Επεισόδια φωτοχημικής ρύπανσης Los Angeles, Καλιφόρνια ΗΠΑ

- Η σχετική συνεισφορά φωτοχημικής αιθαλομίχλης / αιθαλομίχλης τύπου Λονδίνου αυξάνει με την αύξηση των αυτοκινήτων

- **Φθινόπωρο 1943:** Το πρώτο αναγνωρισμένο επεισόδιο φωτοχημικής ρύπανσης (ορατότητα μόλις τρία οικοδομικά τετράγωνα)

Απόδοση αιτίας: Βιομηχανικές εκπομπές

- **1945:** απαγόρευση εκπομπών πυκνής αιθάλης

- **1947:** νομοθεσία που επιτρέπει τον έλεγχο εκπομπών σε μεγάλες βιομηχανίες και εταιρίες πετρελαιοειδών

- **τέλη 1940-αρχές 1950:** μείωση εκπομπών SO_2 λόγω περιορισμών στο είδος των καυσίμων για βιομηχανικούς σκοπούς και στην αποτέφρωση απορριμμάτων



Εμμονή του προβλήματος με συνεχή σχηματισμό φωτοχημικού νέφους

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

■ Επεισόδια φωτοχημικής ρύπανσης Los Angeles, Καλιφόρνια ΗΠΑ

- **1948:** μελετώνται οι επιπτώσεις της αιθαλομίχλης στα φυτά (καταστροφή)
- **1950:** διαπιστώνεται ότι η έκθεση των φυτών σε όζον (O_3) προκαλεί τις ίδιες ακριβώς επιπτώσεις με την επίδραση της αιθαλομίχλης σε αυτά. Επίσης διαπιστώθηκε ότι το O_3 προκαλεί ερεθισμούς στα μάτια, αναπνευστικά προβλήματα και φθορά σε υλικά
 - ⇒ Το όζον (O_3) είναι το κύριο συστατικό του νέφους
- **1952:** ανακάλυψη του μηχανισμού σχηματισμού του O_3 από NO_x και οργανικά αέρια μέσω φωτοχημικών αντιδράσεων
 - ⇒ πιστοποίηση ότι πηγή του νέφους ήταν οι φωτοχημικές αντιδράσεις


Κύρια πηγή NO_x και οργανικών ενώσεων: καυσαέρια αυτοκινήτων

○ **Πολιτεία της Καλιφόρνια:** Θέσπιση πρωτοπόρων νομοθεσιών - Σημείο δοκιμών για την τεχνολογία συσκευών ελέγχου εκπομπών.

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

■ Επεισόδια φωτοχημικής ρύπανσης Los Angeles, Καλιφόρνια ΗΠΑ

ο Άκαυστα αέρια: Υπεύθυνα για το 25% των εκπεμπόμενων υδρογονανθράκων από τα οχήματα



Εγκατάσταση συσκευών στα αυτοκίνητα επιστροφής άκαυστων αερίων στους θαλάμους καύσης. Υποχρεωτικός εξοπλισμός στην Καλιφόρνια, αρχής γενομένης με τα μοντέλα του 1963

ο Καυσαέρια των αυτοκινήτων: υπεύθυνα για το 55% των υδρογονανθράκων, και για το σύνολο των εκπομπών CO, NOx και μολύβδου



Υποχρεωτική ύπαρξη συσκευών ελέγχου καυσαερίων από το 1966

• το φωτοχημικό νέφος είναι ανεξάρτητο της αιθαλομίχλης τύπου Λονδίνου και για το σχηματισμό του δεν απαιτείται ούτε η παρουσία αιθάλης, ούτε η παρουσία ομίχλης

• το φωτοχημικό νέφος εξακολουθεί να αποτελεί και σήμερα πρόβλημα για μεγάλες πόλεις του κόσμου με ηλιοφάνεια όπως: Ατλάντα, LA, Χιούστον, Μέξικο Σίτυ, Τόκυο, Πεκίνο, **Αθήνα**, ...

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- Τόσο ο σχηματισμός του φωτοχημικού νέφους όσο και ο σχηματισμός της αιθαλομίχλης τύπου Λονδίνου, αλλά και η ένταση των φαινομένων αυτών ενισχύεται κατά την εκδήλωση **αναστροφών της θερμοκρασίας**

⇒

η εκδήλωση επεισοδίων ρύπανσης και γενικά τα επίπεδα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τις επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες

**⇒ Πρόβλημα Ρύπανσης =
Πηγές Ρύπανσης + Μετεωρολογικές Συνθήκες**

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

• 20ος αιώνας: Περίοδος 1950 -1980

- Οι μεγαλουπόλεις σε σχεδόν όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες, στις ΗΠΑ, καθώς επίσης η Ιαπωνία, Αυστραλίας και Νέα Ζηλανδία έχουν προβλήματα σοβαρής ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- Ιδρύονται μεγάλα εθνικά ερευνητικά κέντρα για τον έλεγχο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις ΗΠΑ, Αγγλία, Γαλλία, Ολλανδία, Σουηδία, Γερμανία, Ιαπωνία, κ.α.
- **1964:** ιδρύεται η διεθνής οργάνωση για την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (IUAPPA: International Union of Air pollution Prevention Associations), η οποία συγκάλεσε διεθνείς συνδιασκέψεις
- **1970:** ιδρύεται στις ΗΠΑ η *U.S. Environmental Protection Agency (EPA)*, που είναι υπεύθυνη για την περιβαλλοντική πολιτική των ΗΠΑ
- Αναπτύσσεται και εξαπλώνεται η ερευνητική δραστηριότητα πάνω στην ατμοσφαιρική ρύπανση και διοργανώνονται διεθνή συνέδρια
- **1973:** Ιδρύεται στην Ελλάδα το ΠΕΡΠΑ στα πλαίσια της UNESCO για την προστασία του Παρθενώνα

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **20ος αιώνας: Περίοδος 1950 -1980**

- Εξελίξεις ως προς την αντιρυπαντική τεχνολογία
 - επικεντρώθηκε στα αυτοκίνητα

- **1965 – 1968:**

- Μείωση εκπομπών υδρογονανθράκων και CO κατά 12%
- Αύξηση NO_x κατά 28%

Αίτια: - Αδυναμία της αντιρρυπαντικής τεχνολογίας
- Αύξηση του αριθμού των αυτοκινήτων
- Αυξανόμενη κατανάλωση βενζίνης .

- **Ανάπτυξη καταλυτικών μετατροπέων:** Μετατροπή NO_x σε αβλαβή προϊόντα

Υποχρεωτικοί καταλυτικοί μετατροπείς από το 1975

Πρόβλημα: Καταστροφή από το μόλυβδο της βενζίνης

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **20ος αιώνας: Περίοδος 1950 -1980**

- ***Εξελίξεις ως προς την αντιρυπαντική τεχνολογία***

- απομάκρυνση ρύπων SO_x
- έλεγχο αερίων που εκλύονται από σταθερές πηγές
- αποθείωση καυσίμων
- έλεγχο NO_x που παράγονται από διεργασίες καύσης

- Η Σύνδεση επεισοδίων ρύπανσης με τις επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες => **ανάπτυξη και εξέλιξη μαθηματικών μοντέλων για την πρόβλεψη της εξέλιξης της ρύπανσης**

- Εξελίσσεται η επιστημονική γνώση σχετικά με τη φωτοχημεία στην χημεία της ατμόσφαιρας
- Λειτουργία συστημάτων παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα σε όλο τον κόσμο
- Μεγάλη ποικιλία οργάνων μέτρησης ρύπων

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **20ος αιώνας: Περίοδος 1980 -1990**

- 1985: **ανακάλυψη της τρύπας του O₃**

- Έναρξη της συζήτησης για τον περιορισμό των ενώσεων (χλωροφθοράνθρακες, CFCs, και άλλες παρόμοιες χημικές ουσίες) που εκλύονται στην ατμόσφαιρα, ανέρχονται στην στρατόσφαιρα και καταστρέφουν το O₃

- Συνέπειες της μείωσης του στρατοσφαιρικού O₃: αύξηση της υπεριώδους (UV) ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της Γης



- αύξηση των ποσοστών ασθενειών του ανθρώπου (καρκίνος του δέρματος, καταρράκτης των ματιών, πιθανή καταστολή του ανοσοποιητικού συστήματος), επιβλαβείς επιπτώσεις στην πανίδα, τη χλωρίδα και τη θαλάσσια βλάστηση

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

• 20ος αιώνας: Περίοδος 1980 -1990

▪ **1986: πυρηνικό ατύχημα Τσερνόμπιλ**

(Ουκρανία, 26 Απριλίου)

○ **Αίτια:** βλάβη στην αντλία κυκλοφορίας ψυκτικού μέσου (ψύξης)
=> έκρηξη του πυρηνικού αντιδραστήρα + λάθη και μη προβλεπόμενους χειρισμούς απελευθέρωση ραδιενεργών υλικών (^{131}I , ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{90}Sr , ισότοπα U, Pu)

○ **Συνέπειες:** **31** άμεσοι θάνατοι, **237** υπέφεραν από οξείας μορφής μόλυνση από ραδιενέργεια, **135.000** άνθρωποι εκκενώθηκαν από την περιοχή

○ Καταστροφή πανίδας και χλωρίδας και μεταλλάξεις σε ζώα

○ Επιπτώσεις σε χώρες της Α., Β. και Δ. Ευρώπης όπου καταγράφηκαν αυξημένα ποσοστά ραδιενεργών στοιχείων, αυξημένα ποσοστά διαφόρων μορφών καρκίνου και λευχαιμίας. Η **Ελλάδα**, επίσης επηρεάστηκε.

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **20ος αιώνας: Περίοδος 1980 -1990**

- Δίνεται έμφαση στο φαινόμενο της **όξινης βροχής** (acid rain)
- Ο όρος περιγράφει την παρουσία στη βροχή αλλά και σε άλλα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα ρύπων με έντονη όξινη αντίδραση. Τέτοιοι ρύποι είναι τα προερχόμενα, συνήθως από καυσαέρια, οξειδία του αζώτου (NO_x) και του θείου (SO_x), τα οποία διαλυόμενα δίνουν ισχυρά όξινα και οξειδωτικά διαλύματα

- **Επιπτώσεις:**

- ✓ φυσικά οικοσυστήματα (δάση, υδροβιότοποι, έδαφος) προκαλώντας βλάβες, ακόμη και θάνατο, άμεσα ή έμμεσα σε διάφορες μορφές ζωής
- ✓ οικιστικά οικοσυστήματα (ιστορικά μνημεία, κτήρια και οχήματα)
- ✓ ανθρώπινη υγεία

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

• 20ος αιώνας: Περίοδος 1980 -1990

- Κατανόηση της ανάγκης για ανάπτυξη οικολογικής ή περιβαλλοντικής συνείδησης και ουσιαστικής προσέγγισης του προβλήματος => σύσταση σε κυβερνητικό επίπεδο οργανισμών ή υπουργείων για το περιβάλλον έχοντες την ευθύνη για
 - την ποιότητα του αέρα
 - του νερού
 - τη μείωση του θορύβου
 - έλεγχο του κινδύνου από ραδιενέργεια
 - χρήση εντομοκτόνων
- Δίνεται πλέον έμφαση στην **πρόληψη** της ρύπανσης αντί της προσπάθειας αποκατάστασης μετά την εμφάνιση του προβλήματος => ανάπτυξη μονάδων και συσκευών ελέγχου της ρύπανσης κατ' ευθείαν στις πηγές όπου αυτή παράγεται (βιομηχανίες, αυτοκίνητα)
- **1986:** παραγωγή πλήρους αμόλυβδης βενζίνης
- Δίνεται έμφαση στη μεταφορά της ρύπανσης σε μεγάλες αποστάσεις
- **τέλη '80:** παρατηρείται 'απότομη' άνοδο της θερμοκρασίας => δίνεται έμφαση στο **φαινόμενο του θερμοκηπίου** & την **παγκόσμια θέρμανση**

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **20ος αιώνας: Περίοδος 1980 – 1990**

- ο 1987: υπογράφεται από τα ανεπτυγμένα βιομηχανικά κράτη το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, το οποίο τέθηκε σε εφαρμογή την 1 Γενάρη του 1989 και προέβλεπε την μείωση ως και σταδιακή κατάργηση των περισσότερων χημικών ενώσεων (CFCs) που καταστρέφουν το όζον. Σήμερα εφαρμόζεται από 189 χώρες

- ο 1988: ιδρύεται η Διακυβερνητική Διάσκεψη για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) υπό την αιγίδα του παγκόσμιου μετεωρολογικού οργανισμού (WMO) και του ΟΗΕ. Δημοσιοποίηση εκθέσεων 1992, 1996, 2001, 2007

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **20ος αιώνας: Περίοδος 1990 – σήμερα ...**

- ο 1990: στις ΗΠΑ ψηφίζεται η βελτίωση του νόμου για τον καθαρό αέρα (Clean Air Act Amendments)

- ο 1992: πραγματοποιείται στο Ριο ντε Τζανειρο συνδύασκεψη κορυφής για την ανάπτυξη και το Περιβάλλον του Πλανήτη, υπό την αιγίδα του ΟΗΕ. Η διάσκεψη ανέδειξε τα προβλήματα, υπέδειξε το μέγεθος της ανησυχίας της και άφησε να να φανούν οι διαφωνίες των διαφόρων κρατών. Η διάσκεψη κατέληξε απλώς σε ευχολόγια ...

- ο 1997: **Πρωτόκολλο του Κιότο**, 11 Δεκεμβρίου 1997, υστέρη από μαραθώνιες διαπραγματεύσεις που κράτησαν 11 ήμερες, υιοθετήθηκε στη διεθνή διάσκεψη του Κιότο στην Ιαπωνία σχέδιο Πρωτοκόλλου για τις κλιματικές αλλαγές. Σύμφωνα με τις ρυθμίσεις του Πρωτοκόλλου του Κιότο, οι βιομηχανικές χώρες συνολικά υποχρεούνται να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου κατά 5,2% κατά μέσο όρο σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, κατά τη διάρκεια της πρώτης «περιόδου δέσμευσης», η οποία καλύπτει τα έτη 2008 έως 2012. Η ΕΕ είναι ένθερμος υποστηρικτής του Πρωτοκόλλου του Κιότο, αντίθετα άλλες χώρες όπως οι ΗΠΑ δεν το έχουν υπογράψει ακόμη ...

Εισαγωγή – Ατμοσφαιρική Ρύπανση: Λίγη Ιστορία...

- **20ος αιώνας: Περίοδος 1990 – σήμερα ...**

- **δεκαετία του '90:** ραγδαία εξέλιξη στους υπολογιστές επιφέρει εκπληκτική βελτίωση στα μοντέλα πρόγνωσης μεταφοράς και διάχυσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης αλλά και στα κλιματικά μοντέλα

- **δεκαετίες 1990-2000:** εκπληκτική εξέλιξη στην αντιρυπαντική τεχνολογία και κατασκευή υβριδικών αυτοκινήτων

- **δεκαετίες 1990-2000:** πλήθος οδηγιών στην ΕΕ για τον περιορισμό των εκπομπών ρύπων, την προστασία του περιβάλλοντος και την ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)

- **δεκαετία του 2000: ο ΟΗΕ αναγνωρίζει την Κλιματική Αλλαγή ως Κίνδυνο και Απειλή για τον πλανήτη μεγαλύτερο και από την τρομοκρατία ...**

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

