

- Εισαγωγή στα μοντέλα διάχυσης και διασποράς ρύπων: Περιγραφή αρχών και βασικών παραμέτρων. Στοιχεία εισόδου στα μοντέλα. Εκπομπές. Εφαρμογές.
- Μεθοδολογία μετρήσεων φυσικών παραμέτρων και ατμοσφαιρικών ρύπων. Μετρήσεις Φυσικής Ατμόσφαιρας. Μετρήσεις ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
- Μηχανισμοί καθαρισμού της ατμόσφαιρας. Αέρια ρύπανση σε αστικές περιοχές. Ποιότητα ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος και αστικό μικροκλίμα.

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος

- Air and Climate
 - Ατμοσφαιρική Ρύπανση – Κλιματική αλλαγή – Προσαρμογή στην Κλιματική αλλαγή
- Nature
 - Βιοποικιλότητα – Οικοσυστήματα – Έδαφος – Χρήση γαιών – Υδάτινο και θαλάσσιο περιβάλλον
- Sustainability and well-being
 - Αποδοτική χρήση πόρων και απόβλητα - μετάβαση στη βιωσιμότητα – μέσα πολιτικής - περιβάλλον και υγεία
- Economic Sectors
 - Βιομηχανία – Ενέργεια – Γεωργία - Μεταφορές

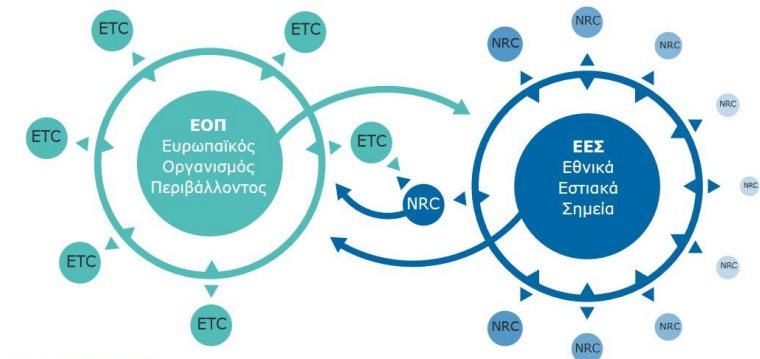
Το περιβάλλον της Ευρώπης το 2020

Καθώς ο χαρακτήρας και η κλίμακα των παγκόσμιων προκλήσεων γύρω από το περιβάλλον και το κλίμα έχουν καταστεί περισσότερο σαφείς, έχουν αντίστοιχα εξελιχθεί και τα πλαίσια πολιτικής. Το πλαίσιο περιβαλλοντικής πολιτικής της Ευρώπης -το περιβαλλοντικό κεκτημένο- διαμορφώνεται ολοένα και περισσότερο βάσει φιλόδοξων μακροπρόθεσμων οραμάτων και στόχων. Το γενικό όραμα για το περιβάλλον και την κοινωνία της Ευρώπης ορίζεται μέσω του ΕΒδόμου Προγράμματος Δράσης για το Περιβάλλον (7ο ΠΔΠ), το οποίο προβλέπει ότι έως το 2050:

«Ζούμε καλά, εντός των οικολογικών ορίων του πλανήτη μας. Η ευμάρεια που απολαμβάνουμε και το υγιεινό περιβάλλον στο οποίο ζούμε οφείλονται σε μια καινοτόμο και κυκλική οικονομία, όπου δεν γίνονται σπατάλες και όπου διασφαλίζεται η αειφόρος διαχείριση των φυσικών πόρων, και η βιοποικιλότητα προστατεύεται, αποτιμάται και αποκαθίσταται με τρόπους που ενισχύουν την ανθεκτικότητα της κοινωνίας μας. Η οικονομική μας αύξηση με χαμηλά επίπεδα ανθρακικών εκπομπών έχει προ πολλού αποσυνδεθεί από τη χρήση των πόρων και έχει γίνει η κινητήρια δύναμη στην πορεία προς μια ασφαλή και αειφόρο παγκόσμια κοινωνία.»

<https://www.eea.europa.eu/el/publications/to-eyropaiko-periballon-katastasi-kai>

Το Ευρωπαϊκό δίκτυο πληροφοριών και παρατηρήσεων σχετικά με το περιβάλλον (Eionet)



ETC=European Topic Centre
NRC=National Reference Centre

Παρατηρητήριο της ποιότητας του αέρα ευρωπαϊκών πόλεων

Έκθεση για την ποιότητα αέρα στην Ευρώπη

<https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2021/air-quality-status-briefing-2021>

Έκθεση για την ποιότητα αέρα στην Ελλάδα

<https://www.eea.europa.eu/themes/air/country-fact-sheets/2021-country-fact-sheets/greece>

Ο ΕΟΠ επιδιώκει να συνεισφέρει στο φιλόδοξο σχέδιο της Ευρώπης για μετάβαση σε μια κοινωνία χαμηλών εκπομπών άνθρακα, αποδοτικής χρήσης των πόρων και αντοχής του οικοσυστήματος έως το 2050. Τα μακροχρόνια περιβαλλοντικά προβλήματα είναι αλληλένδετα και στον πυρήνα βρίσκονται τα κοινωνικοοικονομικά συστήματα που παρέχουν τα απαραίτητα σε μια σύγχρονη κοινωνία, όπως τροφή, ενέργεια και μεταφορές. Τα βασικά κοινωνικά συστήματά μας θα πρέπει να μεταβληθούν εκ βάθρων εάν θέλουμε να ακολουθήσουμε μια αξιόπιστη πορεία προς τον στόχο που έχει τεθεί για το 2050.

Δρ. Hans Bruyninckx
Εκτελεστικός Διευθυντής

Όρια Ρύπων

- Για την Ελλάδα ισχύουν όρια για τους ρύπους
 - Διοξείδιο του Αζώτου (NO_2)
 - Όζον (O_3)
 - Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO)
 - Διοξείδιο του Θείου (SO_2)
 - Μόλυβδο (Mb)
 - Βενζόλιο (C_6H_6)
 - Βενζο(α)πυρένιο
 - Αρσενικό
 - Κάδμιο
 - Υδράργυρο (Hg)
 - Αιωρούμενα Σωματίδια (PM10, PM2.5)

Νομοθεσία – Οδηγίες

Εναρμόνιση της Οδηγίας 1996/62/ΕΚ για την εκτίμηση και διαχείριση της ποιότητας του αέρα του περιβάλλοντος	Κοινή Υπουργική Απόφαση 3277/209/2000, ΦΕΚ 180/Β/17-2-2000
1 ^η «θυγατρική» οδηγία για τις οριακές τιμές διοξειδίου του θείου, οξειδίων του αζώτου, σωματιδίων και μόλυβδου στον αέρα του περιβάλλοντος	οδηγία 1999/30/ΕΚ, ΦΕΚ 125/Β/5-6-02
2 ^η «θυγατρική» οδηγία, για τις οριακές τιμές μονοξειδίου του άνθρακα και βενζολίου στον αέρα του περιβάλλοντος	οδηγία 2000/69/ΕΚ
3 ^η «θυγατρική» οδηγία που αναφέρεται σχετικά με τα επίπεδα του όζοντος στον ατμοσφαιρικό αέρα	οδηγία 2002/3/ΕΚ
4 ^η «θυγατρική» οδηγία σχετικά με το αρσενικό, κάδμιο, υδράργυρο, νικέλιο και τους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες στον αέρα του περιβάλλοντος	οδηγία 2004/107/ΕΚ
Καθιέρωση διαδικασίας για την αμοιβαία ανταλλαγή πληροφοριών και δεδομένων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από διάφορα δίκτυα και μεμονωμένους σταθμούς	οδηγία 2008/50/ΕΚ που συσσωματώνεται στις προηγούμενες οδηγίες αλλά και την απόφαση 97/101/ΕΚ
Βραχυπρόθεσμα σχέδια δράσης για την αντιμετώπιση ατμοσφαιρικής ρύπανσης από αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ10 ή ΡΜ10)	Κοινή Υπουργική Απόφαση (Κ.Υ.Α.) με αριθμ.οικ.70601/ΦΕΚ 3272/τ.Α΄/23-12-2013
Τροποποίηση παραρτημάτων των οδηγιών του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου 2004/107/ΕΚ και 2008/50/ΕΚ που ορίζουν τους κανόνες σχετικά με τις μεθόδους αναφοράς, την επικύρωση των δεδομένων και την τοποθεσία των σημείων δειγματοληψίας για την εκτίμηση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα	Οδηγία 2015/1480/ΕΚ (ΚΥΑ 174505/607 , ΦΕΚ 1311Β/13.4.17)

Όρια Ρύπων

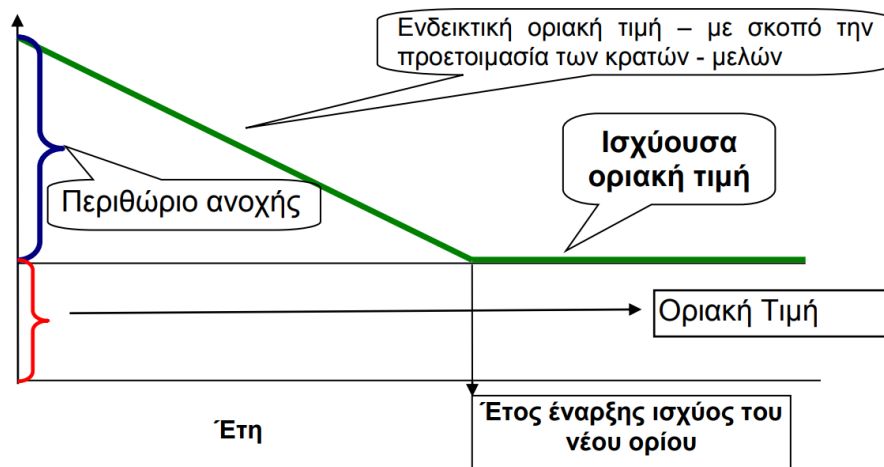
Pollutant	Concentration	Averaging period	Legal nature	Permitted exceedences each year
Fine particles (PM2.5)	25 µg/m ³ ***	1 year	Target value to be met as of 1.1.2010 Limit value to be met as of 1.1.2015	n/a
Sulphur dioxide (SO ₂)	350 µg/m ³	1 hour	Limit value to be met as of 1.1.2005	24
	125 µg/m ³	24 hours	Limit value to be met as of 1.1.2005	3
Nitrogen dioxide (NO ₂)	200 µg/m ³	1 hour	Limit value to be met as of 1.1.2010	18
	40 µg/m ³	1 year	Limit value to be met as of 1.1.2010 *	n/a
PM10	50 µg/m ³	24 hours	Limit value to be met as of 1.1.2005 **	35
	40 µg/m ³	1 year	Limit value to be met as of 1.1.2005 **	n/a
Lead (Pb)	0.5 µg/m ³	1 year	Limit value to be met as of 1.1.2005 (or 1.1.2010 in the immediate vicinity of specific, notified industrial sources; and a 1.0n/a µg/m ³ limit value applied from 1.1.2005 to 31.12.2009)	n/a
Carbon monoxide (CO)	10 mg/m ³	Maximum daily 8 hour mean	Limit value to be met as of 1.1.2005	n/a
Benzene	5 µg/m ³	1 year	Limit value to be met as of 1.1.2010**	n/a
Ozone	120 µg/m ³	Maximum daily 8 hour mean	Target value to be met as of 1.1.2010	25 days averaged over 3 years
Arsenic (As)	6 ng/m ³	1 year	Target value to be met as of 31.12.2012	n/a
Cadmium (Cd)	5 ng/m ³	1 year	Target value to be met as of 31.12.2012	n/a
Nickel (Ni)	20 ng/m ³	1 year	Target value to be met as of 31.12.2012	n/a
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons	1 ng/m ³ (expressed as concentration of Benzo(a)pyrene)	1 year	Target value to be met as of 31.12.2012	n/a

*Under Directive 2008/50/EU, the Member State could apply for an extension of up to five years (i.e. maximum up to 2015) in a specific zone. The request is subject to an assessment by the Commission. In such cases within the time extension period the limit value applies at the level of the limit value + maximum margin of tolerance (48 µg/m³ for annual NO₂ limit value).

Όρια Ρύπων

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΟΡΙΟ
Όριο ενημέρωσης	Μέση ωριαία τιμή 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Όριο συναγερωμού	Μέση ωριαία τιμή για τρεις συνεχόμενες ώρες 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Τιμή – στόχος για την προστασία της ανθρώπινης υγείας (Έτος ισχύος 2010)	Μέγιστη ημερήσια μέση 8ωρη τιμή, της οποίας δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 25 φορές ανά έτος για διάστημα 3 ετών 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Όρια όζοντος (Οδηγία 2008/3/ΕΕ)



Επεξήγηση της εφαρμογής της τιμής στόχου και οριακής τιμής σύμφωνα με τις οδηγίες της Ε.Ε.

ΡΥΠΟΣ	ΧΡΟΝΙΚΗ ΒΑΣΗ	ΟΡΙΟ	ΟΔΗΓΙΑ
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΑΖΩΤΟΥ (NO₂)	1 ώρα	Όριο συναγερωμού: 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (NO ₂) υπέρβαση της τιμής για 3 συνεχόμενες ώρες	1999/30/ΕΚ
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ (SO₂)	1 ώρα	Όριο συναγερωμού 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ υπέρβαση της τιμής αυτής για 3 συνεχόμενες ώρες	1999/30/ΕΚ
ΟΖΟΝ (O₃)	1 ώρα	Όριο συναγερωμού: 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (O ₃) υπέρβαση της τιμής για 3 συνεχόμενες ώρες	2002/3/ΕΚ
ΚΑΠΝΟΣ	24 ώρες	Στάδιο προειδοποίησης: 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Α΄ βαθμίδα μέτρων: 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Β΄ βαθμίδα μέτρων 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11824/93

Όρια επιβολής έκτακτων μέτρων (Οδηγία 2008/3/ΕΕ)

Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Τα μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος αφορούν
 - την διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των νερών, της ατμόσφαιρας και του εδάφους,
 - την ανάπτυξη τεχνολογιών και δημιουργία εγκαταστάσεων για τον καθαρισμό ή και την αξιοποίηση υγρών και στερεών αποβλήτων αστικής και βιομηχανικής προέλευσης,
 - την προστασία του φυσικού πλούτου και των πολιτιστικών μνημείων μιας περιοχής,
 - την προστασία των πολιτών από τον θόρυβο, ακτινοβολίες κ.α.
- Τεχνολογίες αντιμετώπισης ρύπων
 - Τεχνολογίες αντιρρύπανσης: αντιμετώπιση της ρύπανσης που παράγεται και εκπέμπεται στο περιβάλλον από ανθρωπογενείς πηγές
 - Αντιρρυπαντικές τεχνολογίες: τεχνολογίες σχεδιασμένες για την αποφυγή ή ελαχιστοποίηση της παραγωγής ρύπων

Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Μετριασμός ρύπανσης και αντιρρύπανση
- Καθαρισμός αερίων από αέριους ρύπους
 - Απορρόφηση
 - Προσρόφηση
 - Καταλυτική Διαδικασία
- Καθαρισμός αερίων από το σωματιδιακό φορτίο
- Μείωση έκλυσης CO₂

Μείωση Αέριας Ρύπανσης

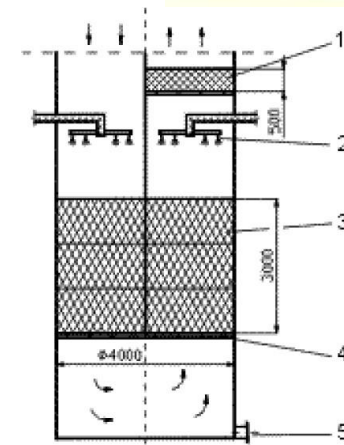
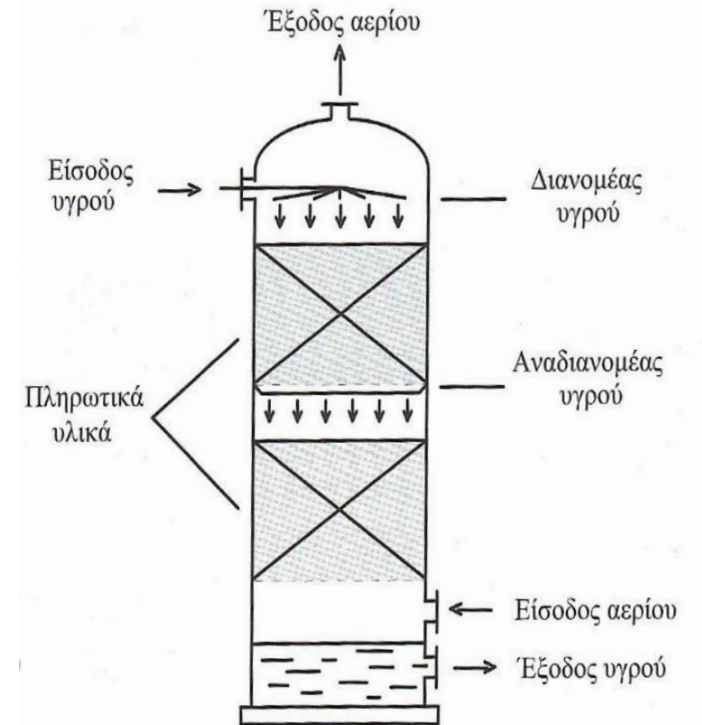
- Μετριασμός ρύπανσης και αντιρρύπανση
 - εύρος διεργασιών και τεχνολογιών μείωσης των ρύπων ανάλογα το είδος της εγκατάστασης (βιομηχανική μονάδα ή κινητή πηγή) και το είδος της διεργασίας που παράγει ρύπους
 - δέσμευση ή απομάκρυνση των ρύπων μετά το σχηματισμό τους
 - μείωση της παραγωγής τους κατά τη διάρκεια της διεργασίας
 - καλύτερος σχεδιασμός συστήματος καύσης σε κινητήρες οχημάτων
 - βελτίωση των καυσίμων

Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Καθαρισμός από αέριους ρύπους
 - Απορρόφηση: διαδικασία κατά την οποία ένα αέριο συστατικό διαχωρίζεται από ένα αέριο μίγμα μέσω της μεταφοράς μάζας προς ένα κατάλληλο υγρό.
 - διαφορά συγκέντρωσης του συγκεκριμένου αερίου μεταξύ του αερίου μίγματος (υψηλή συγκέντρωση) και του υγρού μίγματος (χαμηλή συγκέντρωση).
 - Προϋπόθεση: το αέριο να είναι διαλυτό στο απορροφητικό υγρό (τις περισσότερες φορές νερό)
 - το απορροφητικό υγρό πρέπει να είναι αυστηρά εκλεκτικό (απορρόφηση μόνο συγκεκριμένου αερίου)
 - Εφαρμογές
 - Απομάκρυνση και ανάκτηση αμμωνίας (βιομηχανία λιπασμάτων)
 - Έλεγχος SO₂ από διεργασίες καύσης
 - Έλεγχος οσμών από εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζωικών αποβλήτων

Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Η είσοδος του υγρού γίνεται από την κορυφή μέσω ενός διανομέα
- Το υγρό περνά μέσα από στρώματα (κλίνες) πληρωτικών υλικών και απομακρύνεται από τον πυθμένα
- Το αέριο εισέρχεται από τον πυθμένα και εξέρχεται από την κορυφή
- Η μεταφορά μάζας του συστατικού είναι ανάλογη της επιφάνειας επαφής των δύο φάσεων, η οποία μπορεί να αυξηθεί με την κάλυψη της στήλης με πληρωτικό υλικό
- Το υγρό διαβρέχει όλη την επιφάνεια του πληρωτικού υλικού και έτσι αυξάνει πολύ η επιφάνεια επαφής του υγρού με το αέριο



- 1 Διαχωριστής σταγονιδίων
- 2 Στόμια υγρού
- 3 Πληρωτικό μέσο
- 4 Δίσκος συγκράτησης
- 5 Εξόδος κορεσμένου απορροφητικού υγρού

Εξοπλισμός απορρόφησης - Πληρωτικά υλικά

- Απορρόφηση πραγματοποιείται σε πύργους με πληρωτικά υλικά
- Πληρωτικά υλικά
 - μεγιστοποίηση της επαφής αερίου-υγρού
 - επίτευξη χαμηλής πτώσης πίεσης στην αέρια φάση
 - Διάφορα σχήματα και υλικά (κατασκευάζονται από χάλυβα για αποφυγή διάβρωσης ή κεραμικό υλικό)
 - Επιθυμητά χαρακτηριστικά
 - Μεγάλη επιφάνεια διαβροχής ανά μονάδα όγκου
 - Ελάχιστο βάρος
 - Ικανοποιητική χημική αντίσταση
 - Χαμηλή επίδραση στη ροή του νερού
 - Χαμηλή πτώση πίεσης
 - Χαμηλό κόστος



Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Καθαρισμός από αέριους ρύπους

- Συσκευές

- Κυλινδρικός πύργος ψεκασμού (δεν απαιτείται πλήρης καθαρισμός)

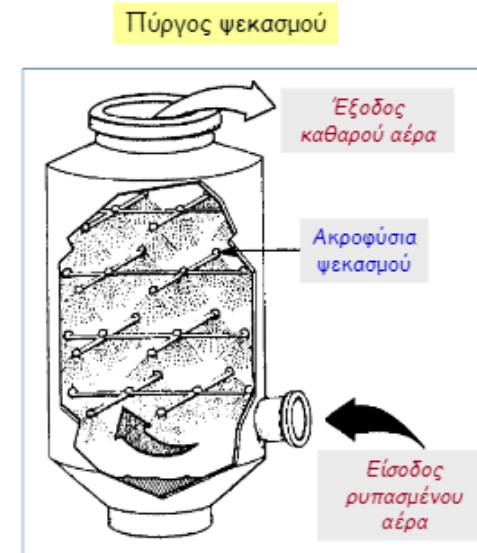
- Πλεονεκτήματα: μικρή πτώση πίεσης απαερίου, απλή κατασκευή, μικρή επίδραση σωματιδίων στη δέσμευση του αερίου
 - Μειονεκτήματα: χαμηλός ρυθμός διάχυσης και μεταφοράς μάζας, σχετικά μικρή απόδοση

- Απορροφητήρας με δίσκο

- Πλεονεκτήματα: πολύ καλή ανάμιξη υγρού και αερίου, υψηλή απόδοση
 - Μειονεκτήματα: μεγάλη πτώση πίεσης, κατανάλωσή ενέργειας

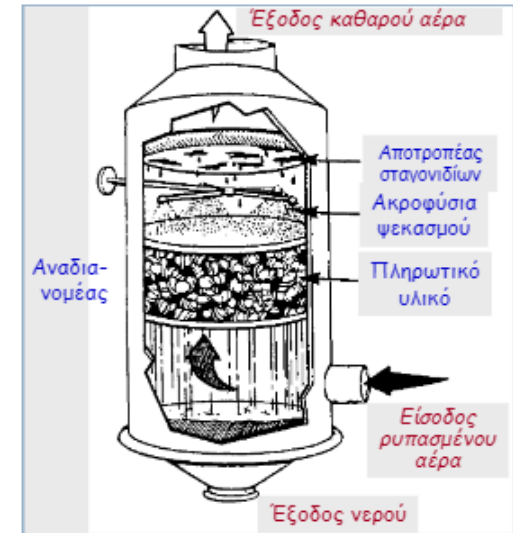
- Πύργος με πληρωτικό μέσο

- Πλεονεκτήματα: υψηλή απόδοση
 - Μειονεκτήματα: μεγάλη πτώση πίεσης, κατανάλωσή ενέργειας, για απαερία χωρίς σωματίδια



Mycock et al., 1995

Πύργος με πληρωτικό υλικό κατ' αντιστροφή (η κοινότερη συσκευή)



Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Καθαρισμός από αέριους ρύπους
 - Φυσική Προσρόφηση: διεργασία διάχυσης ενός αερίου στην επιφάνεια ενός στερεού.
 - εμφανίζεται και σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τη θερμοκρασία συμπύκνωσης ενός ατμού και σε μικρές συγκεντρώσεις (τάσεις) ατμών
 - δυνάμεις Van der Waals: συγκρατούν τα μόρια του αερίου πάνω στην επιφάνεια του στερεού
 - Κατά την προσρόφηση δεν λαμβάνει χώρα καμιά χημική αντίδραση
 - ευνοείται σε χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλές πιέσεις.
 - Η αποτελεσματικότητα της διεργασίας εξαρτάται από την ύπαρξη μεγάλης ειδικής επιφάνειας του στερεού μέσου
 - Αντιστρεπτή διαδικασία
 - Χημειορρόφηση: υποκατηγορία προσρόφησης όπου δημιουργείται χημικός δεσμός μεταξύ της προσροφητικής και της προσροφώμενης ουσίας.
 - πολύ ισχυρότερη διαδικασία από την προσρόφηση
 - Μη αντιστρέψιμη διαδικασία

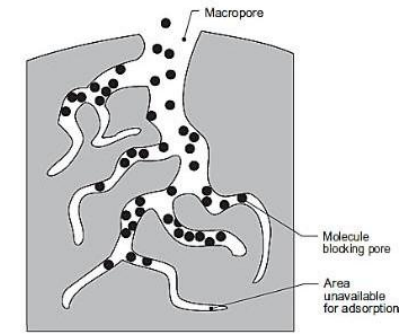
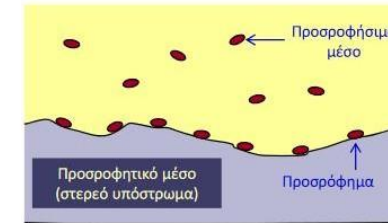
Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Καθαρισμός από αέριους ρύπους
 - Προσρόφηση: εφαρμογές
 - Απομάκρυνση ιχνών (<100 ppm) αερίων με ιδιαίτερη οσμή (συνήθως χωρίς αναγέννηση του προσροφητή)[απόσμηση]
 - Συγκέντρωση και ανάκτηση διαλυτών: βιομηχανία ημιαγωγών, χημική βιομηχανία κτλ. (βενζόλιο, αιθανόλη, φρέον, κτλ.)
 - Εκπλήρωση των απαιτήσεων σε εκπομπές VOC(τυπικά, η προσρόφηση είναι αποτελεσματική για κάθε οργανική ουσία με MB μεγαλύτερο από ~45 για συγκεντρώσεις από 10 μέχρι 10000 ppm)
 - Απομάκρυνση ιχνών από επικίνδυνους αέριους ρύπους(HAPs), όπως: πολυκυκλικές οργανικές ενώσεις, διοξίνες, φουράνια, εντομοκτόνα, φαινολικές ενώσεις κτλ.
 - Απομάκρυνση ατμών υδραργύρου
 - Καταλυτικοί μετατροπείς οχημάτων

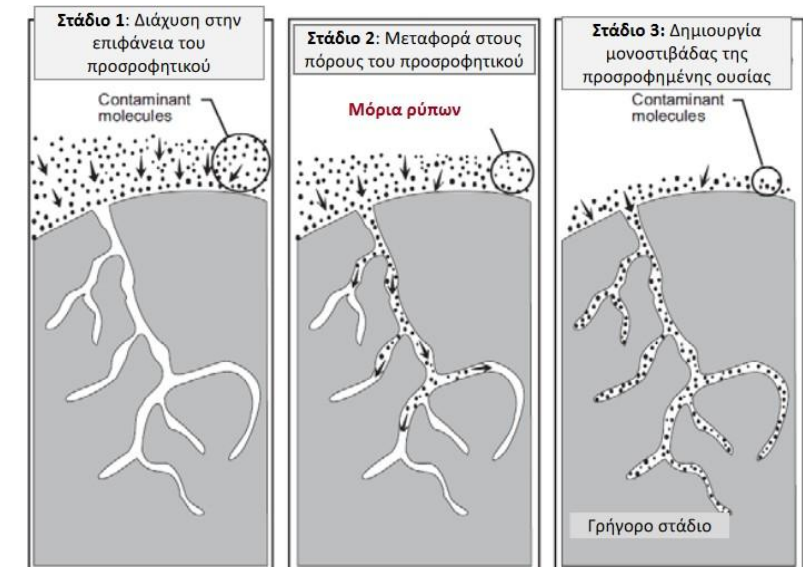
Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Καθαρισμός από αέριους ρύπους
 - Προσρόφηση: προσροφητικά μέσα
 - πορώδη υλικά που δεσμεύουν τα μόρια του αέριου ρύπου
 - Αλουμίνα
 - ενεργός άνθρακας
 - silica gel
 - Παράγοντες που επηρεάζουν την χωρητικότητα προσροφητη
 - Ειδική επιφάνεια (surface area)
 - Μέγεθος πόρων
 - Κατανομή πόρων
 - Πολικότητα (polarity)
- Διατάξεις
 - Αντιδραστήρας σταθερής κλίνης
 - Πλεονεκτήματα: 100% απόδοση
 - Μειονεκτήματα: Περιοδική αναγέννηση μέσου προσρόφησης

Ορισμοί



Cooper & Alley, Έλεγχος Αέριας Ρύπανσης



Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Καθαρισμός από αέριους ρύπους
 - Προσρόφηση: προσροφητικά μέσα
 - Αλουμίνα
 - Παρασκευάζεται με θέρμανση και αφυδάτωση υδροξειδίου του αργιλίου
 - χρησιμοποιείται σε προσροφητικά, καθαριστικά νερού, καταλύτες και υποστηρίγματα καταλύτη
 - έχει εκλεκτική ισχύ προσρόφησης για αέρια, υδρατμούς και ορισμένα υγρά
 - αφού κορεσθεί, το νερό μπορεί να απομακρυνθεί με θέρμανση στους 175 έως 315 ° C για να ανανεωθεί.



Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Καθαρισμός από αέριους ρύπους
 - Προσρόφηση: προσροφητικά μέσα
 - Silica gel
 - μικροί, μη τοξικοί κόκκοι διοξειδίου του πυριτίου (SiO_2 πολύ διαδεδομένη στη φύση σε κρυσταλλική ή άμορφη κατάσταση)
 - τεχνητά παρασκευασμένη μορφή του διοξειδίου του πυριτίου σε μικροσπογγώδη μορφή
 - έλκουν τα μόρια του νερού της ατμόσφαιρας στην επιφάνειά τους, και τα συγκρατούν στους μικροσκοπικούς τους πόρους
 - όταν κορεστούν από νερό μπορούν να θερμανθούν στους 100-120 βαθμούς Κελσίου ώστε να απομακρυνθεί η υγρασία
 - εφαρμογές ξήρανσης αερίων



Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Καθαρισμός από αέριους ρύπους

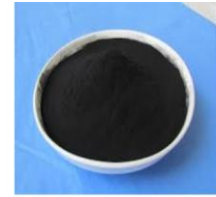
- Προσρόφηση: προσροφητικά μέσα

- Ενεργός άνθρακας

- Κάθε ανθρακούχο υλικό μπορεί να μετατραπεί σε ενεργό άνθρακα
 - Παράγεται από την αφυδάτωση και απανθράκωση των ανθρακούχων πρώτων υλών. Η ενεργοποίηση ολοκληρώνεται κατά τη διάρκεια ελεγχόμενης οξείδωσης στην οποία το ανθρακούχο υλικό θερμαίνεται παρουσία ενός οξειδωτικού αερίου
 - Φτιάχνεται για ειδική τελική χρήση μέσω της επιλογής της πρώτης ύλης και του ελέγχου της διαδικασίας ενεργοποίησης

- Ανθρακούχα μοριακά κόσκινα

- διαφέρουν από τον ενεργό άνθρακα στο ότι η πρώτη ύλη είναι ένα πολυμερές υλικό το οποίο παράγει ομοιόμορφου μεγέθους πόρους περίπου 5 \AA ($1 \text{ \AA} = 0.0001 \mu\text{m}$)
 - χρησιμοποιούνται στο διαχωρισμό υγρών με χαμηλά σημεία βρασμού
 - Σε σταθεροποιημένες κλίνες: χρησιμοποιείται σκληρός άνθρακας σε κοκκώδη μορφή ή σε μορφή πελέτας (0.127 mm) για ελαχιστοποίηση της φθοράς της κλίνης και τη δημιουργία σωματιδίων



Ενεργός άνθρακας σε σκόνη (PAC)



Κοκκώδης ενεργός άνθρακας (GAC)



Κυλινδρικά σφαιρίδια ενεργού άνθρακα



Σφαιρίδια ενεργού άνθρακα



Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Καθαρισμός από αέριους ρύπους

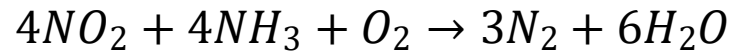
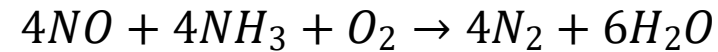
- Καταλυτική Επεξεργασία

- για NO_x ή οργανική ύλη

- Βιομηχανικοί καταλυτικοί μετατροπείς: αναγωγή NO_x σε N_2 ή οξείδωση οργανικής ύλης προς CO_2 H_2O

- Κατάλυση: επιτάχυνση αντιδράσεων με τη χρήση κατάλληλου καταλύτη

- Επιλεκτική καταλυτική αναγωγή (selective catalytic reduction – SCR)



αποτελεσματική σε θερμοκρασίες πάνω από 200-250°C και ο βαθμός μετατροπής μπορεί να φτάσει το 80-85%

- Εφαρμογές

- Γενικά

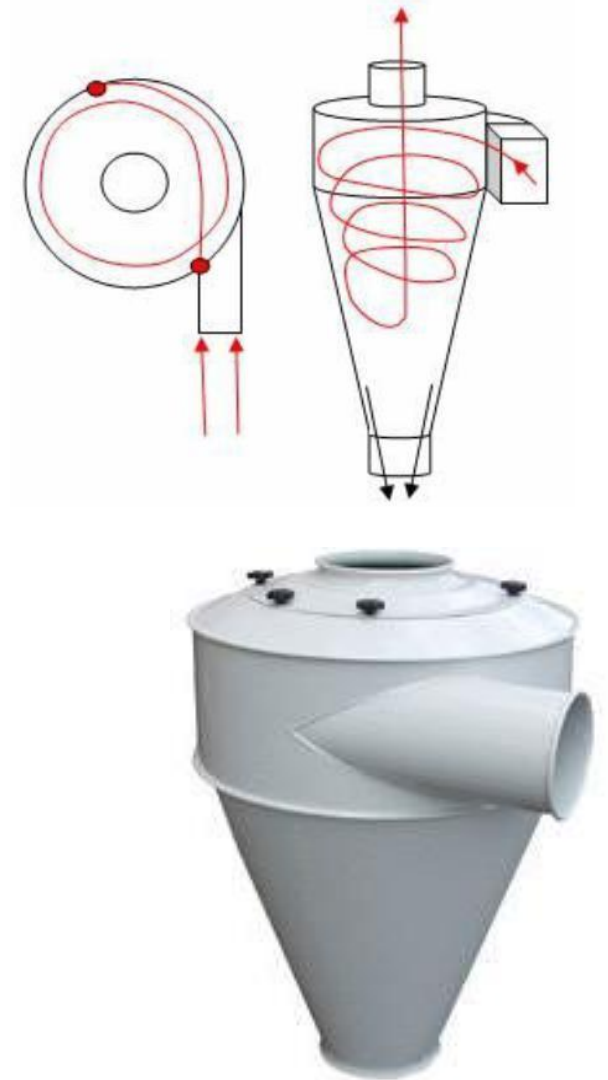
- Καθαρισμός εκπομπών κινητών πηγών

- SCR

- Βιομηχανικές εγκαταστάσεις (σταθμούς παραγωγής ενέργειας με χρήση στερεών καυσίμων ή φυσικού αερίου, βιομηχανικούς καυστήρες, αποτεφρωτήρες απορριμμάτων, σε κινητήρες ντίζελ πλοίων και τραίνων)

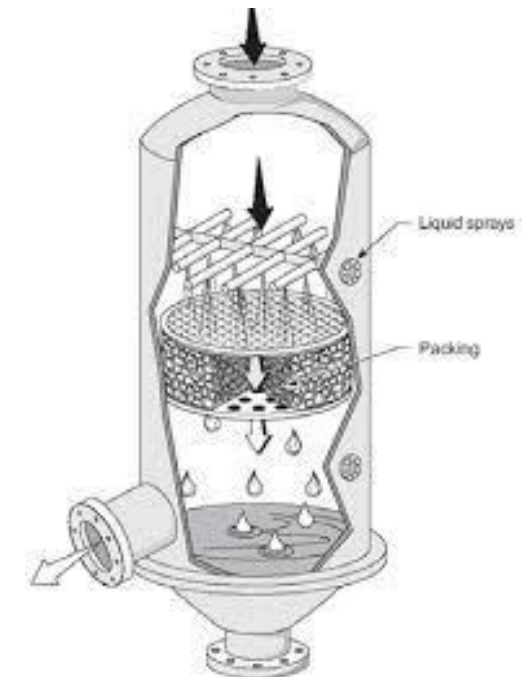
Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Καθαρισμός από το σωματιδιακό φορτίο
 - Ανάλογα την διεργασία -> είδος (μέγεθος, χημική σύσταση, ιδιότητες) και συγκέντρωση σωματιδίων
 - Διαφορετικές διατάξεις αντιρρύπανσης
 - Κυκλώνια: χρήση φυγόκεντρου για την απομάκρυνση σωματιδίων
 - Τα απαέρια εισέρχονται περιφερειακά σε εφαπτόμενη διεύθυνση με τη συσκευή και υποβάλλονται σε περιστροφική κίνηση – μετά κατακρημνίζονται προς τη βάση
 - Το καθαρό απαέριο εξέρχεται από το κέντρο του κυκλωνίου
 - Χαμηλό κόστος
 - Μη αποτελεσματικά για σωματίδια $< 10\mu\text{m}$
 - Ακατάλληλα για κολλώδη σωματιδιακή ύλη – δεν επιτρέπει την κατακρήμνιση από τα τοιχώματα



Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Καθαρισμός από το σωματιδιακό φορτίο
 - Ανάλογα την διεργασία -> είδος (μέγεθος, χημική σύσταση, ιδιότητες) και συγκέντρωση σωματιδίων
 - Διαφορετικές διατάξεις αντιρρύπανσης
 - Πλυντρίδες (wet scrubbers): εκμετάλλευση βαρύτητας σωματιδίων με δέσμευση τους από σταγονίδια νερού
 - Ανοδικό ρεύμα απαερίων – καθοδικό ρεύμα σταγονιδίων νερού – διεπαφή και δέσμευση των σωματιδίων από τα σταγονίδια νερού
 - Μείωση σωματιδίων μέχρι 95% για $PM_{0.3-0.5\mu m}$
 - Κατάλληλο για κολλώδη σωματίδια
 - Μειονεκτήματα: μεγάλη πτώση πίεσης, ανάγκη επεξεργασίας ρυπασμένου ρευστού μετά τη διαδικασία, ακατάλληλο για θερμό ρεύμα καυσαερίων, διαβρωτικός χαρακτήρας απαερίων λόγω θειωδων



Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Ηλεκτροστατικός κατακρημνιστής: χρήση ηλεκτροστατικής δύναμης και ιονισμού σωματιδίων για την απομάκρυνση αιωρούμενων σωματιδίων από απαέρια

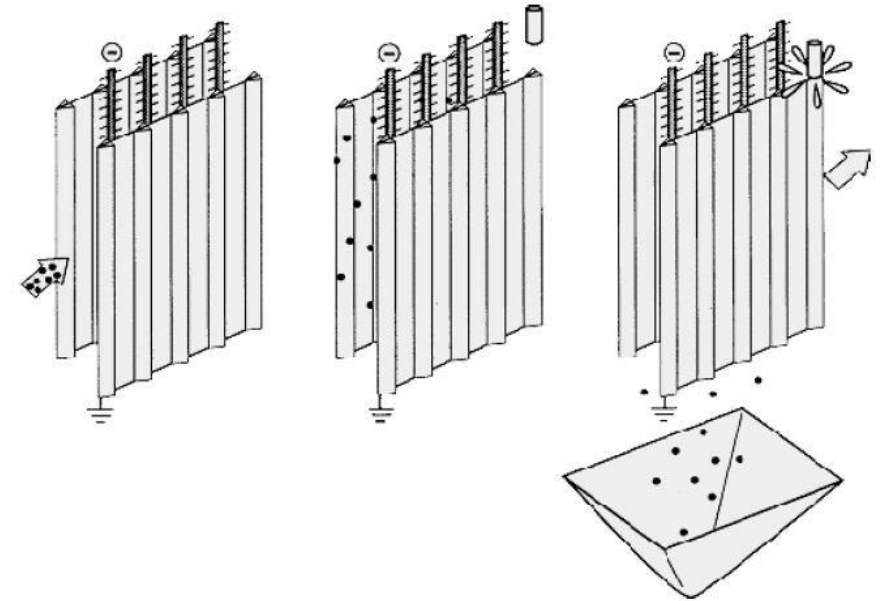
Αρχή λειτουργίας:

1.Ιονισμός σωματιδίων: Το απαέριο περνά μέσα από ισχυρό ηλεκτρικό πεδίο. Προκαλείται ιονισμός του αερίου και φόρτιση των σωματιδίων (θετικά ή αρνητικά).

2.Έλξη προς ηλεκτρόδια συλλογής: Τα φορτισμένα σωματίδια έλκονται από αντίθετα φορτισμένα ηλεκτρόδια και προσκολλώνται (στρώμα σκόνης)

3.Απομάκρυνση σωματιδίων: Η σκόνη που έχει συσσωρευτεί απομακρύνεται από τα ηλεκτρόδια μέσω

- Αποτελεσματικός για σωματίδια μικρής αεροδυναμικής διαμέτρου
- Μεγάλο κόστος επένδυσης και λειτουργίας
- Ακατάλληλο για κολλώδη σωματιδιακή ύλη



Μείωση Αέριας Ρύπανσης - Φίλτρα

- **Επιφανειακά Φίλτρα ή Σακκόφιλτρα:** υφασμάτινοι ή συνθετικοί σάκοι με δυνατότητα συγκράτησης σωματιδίων διαφόρων αεροδυναμικών διαμέτρων (εως 1 μ m)

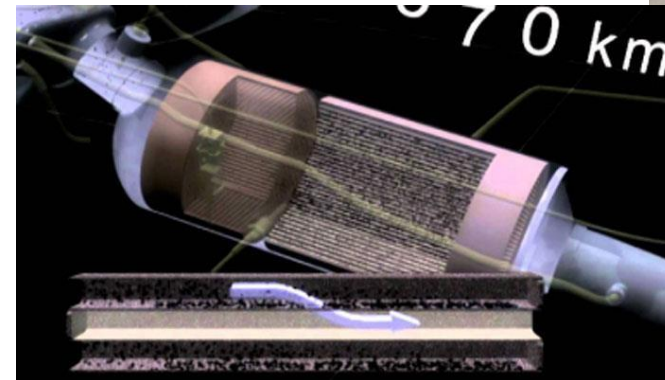
Αρχή λειτουργίας:

παγιδεύουν τα αιωρούμενα σωματίδια στην επιφάνειά τους, επιτρέποντας στο καθαρό αέριο να περάσει.

Καθαρισμός:

περιοδικά με μηχανικούς ή αεροδυναμικούς τρόπους:

1. Ανακίνηση των σάκων.
 2. Αντίστροφη ροή καθαρού αέρα (reverse air).
 3. Παλμούς πεπιεσμένου αέρα (pulse-jet).
- Οικονομική λύση (λατομεία, σιλό κλπ)
 - Κατάλληλο για απαέρια υψηλής υγρασίας (με ειδικό υφασμάτινο σάκο)



Μείωση Αέριας Ρύπανσης - Φίλτρα

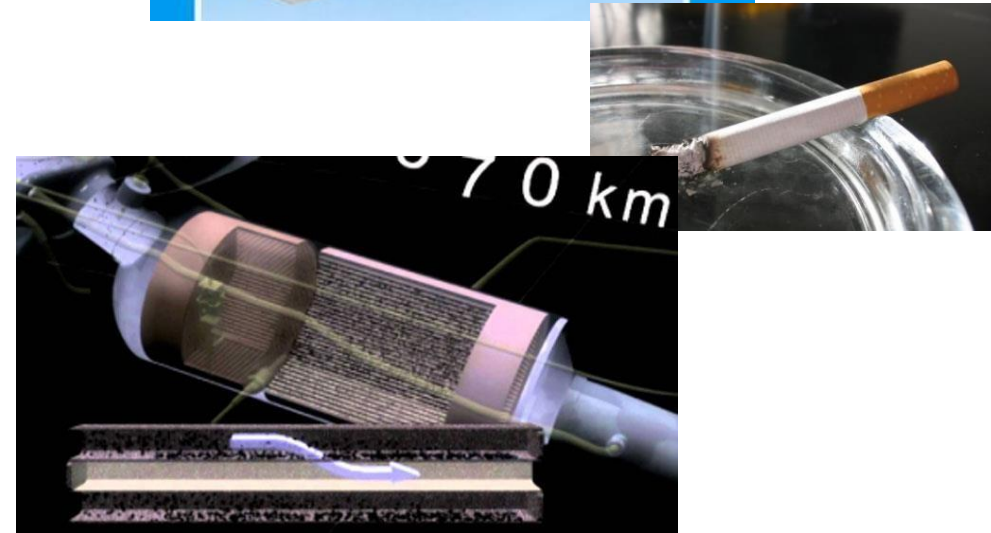
- **Φίλτρα βαθιάς διήθησης:** συγκράτηση σωματιδίων σε όλο το βάθος του φίλτρου (πορώδη υλικά, όπως υαλοβάμβακας, ίνες άνθρακα ή κεραμικά)

Αρχή λειτουργίας:

επιτρέπουν στα σωματίδια να διεισδύσουν μέσα στη δομή του φίλτρου, όπου παγιδεύονται σε βάθος (παρέχει αυξημένη χωρητικότητα για συγκράτηση ρύπων και συχνά μεγαλύτερη διάρκεια ζωής)

Μηχανισμοί συγκράτησης σωματιδίων:

1. **Αδράνεια:** Τα μεγαλύτερα σωματίδια αποκλίνουν από τη ροή του αέρα και παγιδεύονται.
 2. **Διάχυση:** Τα μικρότερα σωματίδια παγιδεύονται λόγω της τυχαίας κίνησης (Brownian motion).
 3. **Ηλεκτροστατική έλξη:** Τα φορτισμένα σωματίδια έλκονται από τις ίνες του φίλτρου.
- Χρήση σε τσιγάρα και οχήματα ντίζελ
 - Υψηλή αποδοτικότητα (>99%) για σωματίδια < 1μm
 - Απαιτείται περιοδικός καθαρισμός του φίλτρου



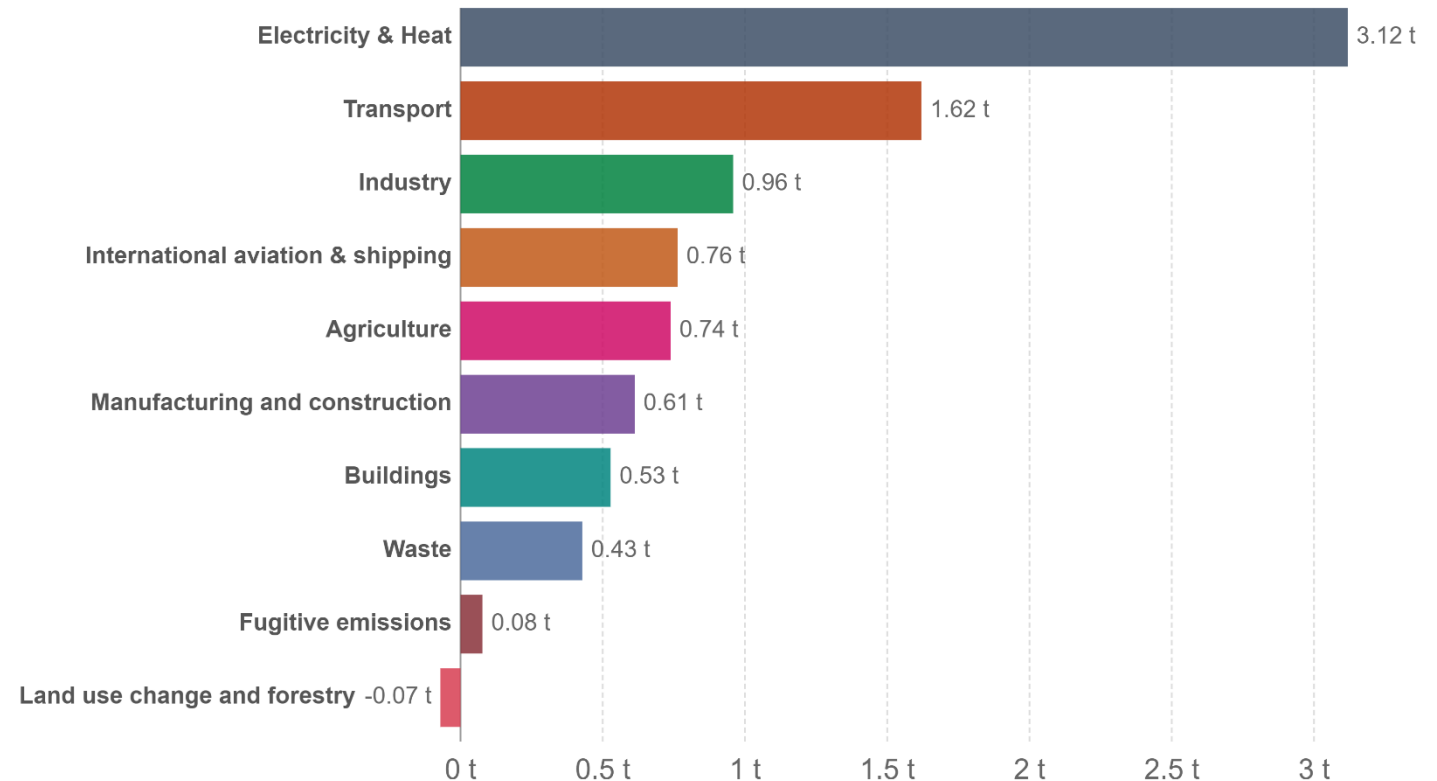
Μείωση Αέριας Ρύπανσης (δράσεις ΕΕ)

- Σύστημα Εμπορίας Εκπομπών στον κλάδο της βιομηχανίας
- Εισφορά άνθρακα σε εισαγωγές αγαθών
- Μείωση των εκπομπών άνθρακα σε άλλους τομείς
 - Νέες αποδοτικότερες τεχνολογίες καύσης
 - Χρήση βιοκαυσίμων
 - Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
 - Δέσμευση και αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα
- Τα δάση και η κλιματική αλλαγή
- Μειώνοντας τις εκπομπές CO₂ αυτοκινήτων

Per capita greenhouse gas emissions by sector, Greece, 2016

Per capita greenhouse gas emissions are measured in tonnes of carbon-dioxide equivalents (CO₂e) per person per year. This metric converts all greenhouse gases to CO₂e based on their global warming potential value over a 100-year timescale.

Our World
in Data

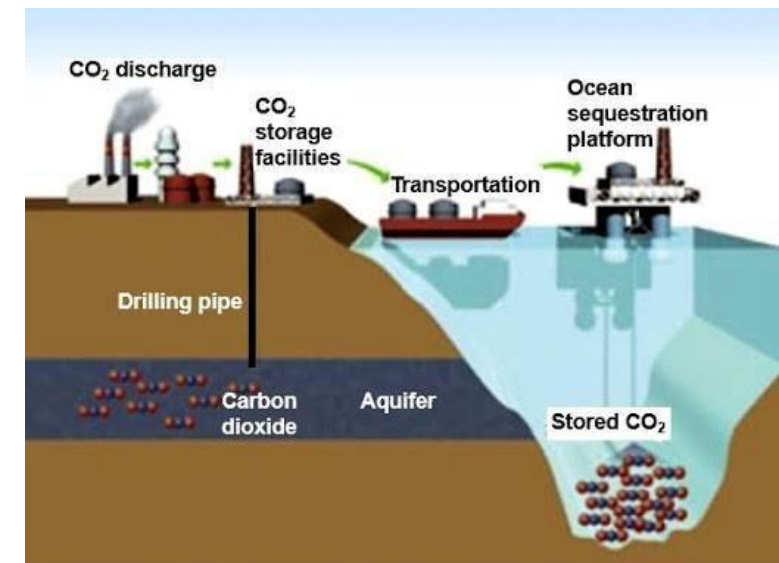
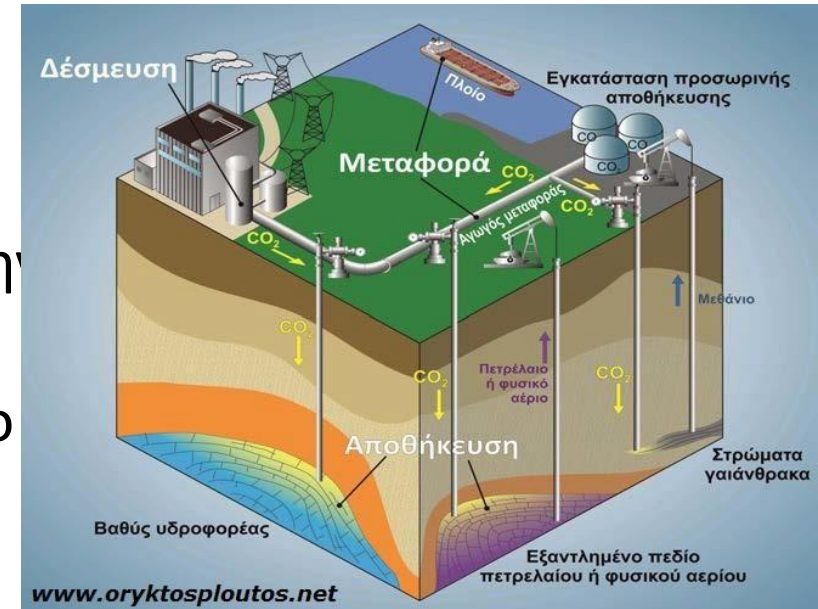


Source: CAIT Climate Data Explorer via. Climate Watch

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Δέσμευση και αποθήκευση CO₂
 - Τεχνικές
 - Διαχωρισμός CO₂ από το καυσαέριο (δέσμευση μετά την καύση “Post-combustion”). [?]
 - Διαχωρισμός CO₂ στο μείγμα καυσίμου (δέσμευση προ της καύσης “Pre-combustion”) [?]
 - Καύση σε συνθήκες καθαρού οξυγόνου (oxyfuel). [?]

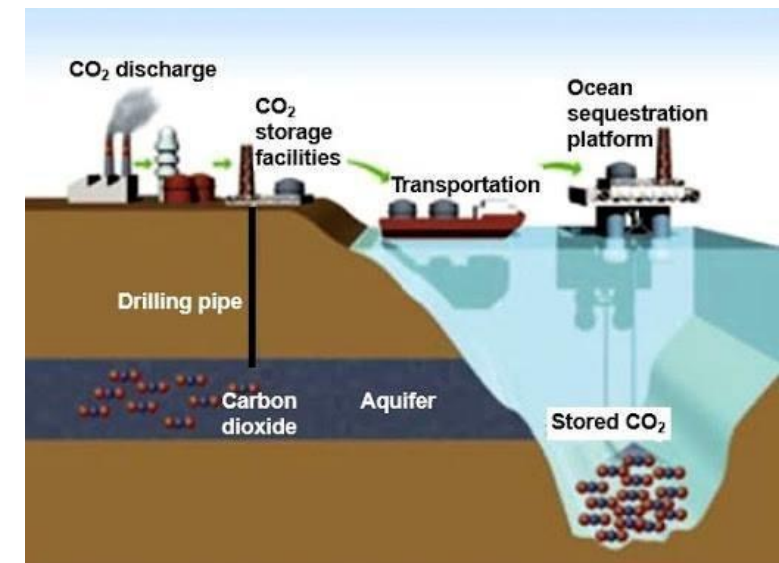
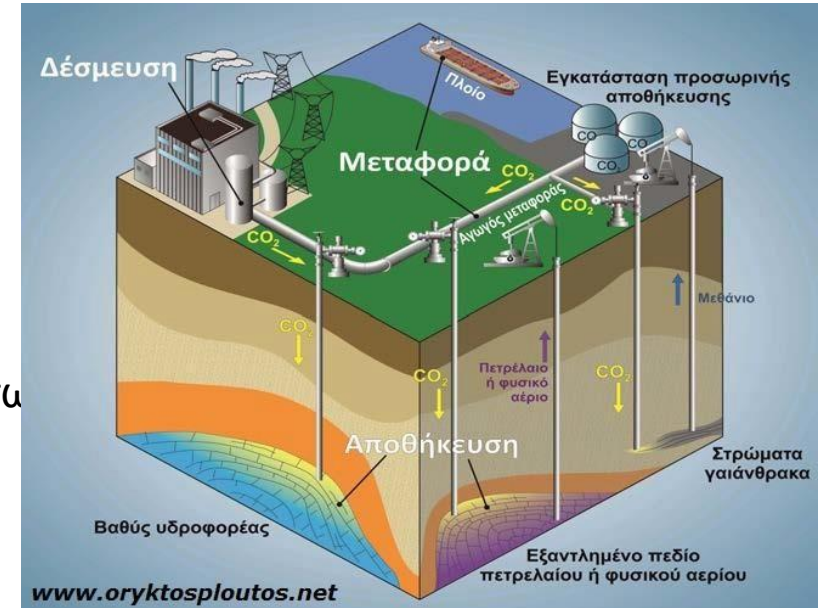


Μείωση Αέριας Ρύπανσης

- Δέσμευση και αποθήκευση CO₂

- Τεχνικές

- Σε διάλυμα αμινών (αζωτούχες οργανικές ενώσεις)
 - Μεγάλο κόστος επένδυσης και λειτουργίας
 - Μειωμένος βαθμός απόδοσης λόγω της ανάγκης αναγέννησης των αμινών
- Χρήση καθαρού O₂ κατά την καύση (αντί αέρα)
 - Απαιτήση υψηλών θερμοκρασιών λόγω απουσίας N₂ (>3500K)
 - Αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση
- Απομάκρυνση C πριν την καύση (ενδόθερμη αντίδραση)
 - Το δεσμεύεται από μείγμα αερίων με ελάχιστες προσμίξεις
 - Χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση
- Κρυογενική (διαχωρισμός με ψύξη και συμπύκνωση)
 - Εύκολη μεταφορά διότι παράγει απευθείας υγροποιημένο CO₂
 - Αυξημένη ποσότητα ενέργειας για την παροχή της απαραίτητης ψύξης
 - Απομάκρυνση συστατικών πριν την ψύξη για την αποφυγή εμπλοκών



Εκπομπές ρύπων από ανθρωπογενή δραστηριότητα

- Πηγές Αέριων Ρύπων
 - Σταθμοί παραγωγής και μετατροπής ενέργειας
 - Μέσα μεταφοράς
 - Βιομηχανία
 - Καλλιεργούμενες εκτάσεις
- Πηγές Σωματιδίων
 - Βιομηχανική καύση
 - Παραγωγή ενέργειας
 - Εξόρυξη ορυκτών καυσίμων
 - Μεταφορές

Χαρακτηριστικά
κάθε ρύπου
εξαρτώνται από τα
χαρακτηριστικά
κάθε πηγής

Εκπομπές ρύπων από βιοσφαιρα - γεώσφαιρα

- Εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων από τη βλάστηση
- Εκπομπές σωματιδίων άλατος από τη θάλασσα
- Εκπομπές αέριων ρύπων από το έδαφος
 - Οξείδια του αζώτου
 - Σωματίδια σκόνης
- Εκπομπές ρύπων από πυρκαγιές
- Διασυνοριακή ρύπανση
 - Από την Ευρώπη
 - Από την Αφρική

<https://waqi.info/el/>

Παγκόσμια ρύπανση του αέρα: Δείκτης ποιότητας αέρα σε πραγματικό χρόνο

Κλίμακα ποιότητας αέρα

Κλίμακα	Χρώμα
Καλός	Πράσινο
Μέτριος	Κίτρινο
Ανεπιθύμητο για ευαίσθητες ομάδες	Πορτοκαλί
Ανεπιθύμητο	Κόκκινο
Πολύ Ανεπιθύμητο	Μαύρο
Επικίνδυνος	Μαύρο

23:38
10/06/2020