



Ημερίδα : Ορυκτοί Πόροι και Περιβάλλον



AirLab

Ατμοσφαιρική ρύπανση και υπαίθρια ορυχεία: Διάγνωση - Πρόγνωση - Αντιμετώπιση

Γκάρας Σ*.^{1,2}, Διαμαντόπουλος Χ¹, Δουγαλή Α¹., Ζαψής Σ¹., Τριανταφύλλου Δ. Ε¹., Τριανταφύλλου Αθ*¹

¹ Εργ. Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Περιβαλλοντικής Φυσικής, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων (AirLab)

² Εργ. Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας – Τμήμα Χημικών Μηχανικών

1ο μέρος: Θεωρητικό υπόβαθρο – Μέθοδος (Α. Τριανταφύλλου)

2ο Μέρος: Εφαρμογή στα λιγνιτωρυχεία του ΛΚΔΜ/ΔΕΗ Α.Ε., ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ (Σ. Γκάρας)

Τετάρτη 11 Ιανουαρίου 2023

Διάγνωση – Πρόγνωση – Αντιμετώπιση της επίδρασης στην ποιότητα του αέρα των δραστηριοτήτων των υπαίθριων ορυχείων

Περίγραμμα

1. Απογραφή εκπομπών
 1. Πηγές
 2. Υπολογισμός εκπομπών των ρύπων
2. Ανάπτυξη εμπειρικών σχέσεων - Ανάπτυξη λογισμικού εφαρμογής σε υπάρχουσες και μελλοντικές δραστηριότητες
3. Χαρακτηριστικά διασποράς :
 1. Ποσοτικοποίηση της συνεισφοράς επι μέρους πηγών
 2. Βελτιστοποίηση χωροθέτησης εξοπλισμού
4. Ανάπτυξη συστήματος πρόγνωσης – Σύστημα Ολοκληρωμένης Διαχείρισης ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα

Ατμοσφαιρική ρύπανση - υπαίθρια ορυχεία:

Ατμοσφαιρική ρύπανση:

- Ορισμός.
- Πηγές:
- Κατάταξη πηγών σε κατηγορίες:
 - Σημειακές
 - Γραμμικές
 - Επιφανειακές
 - Όγκου

Ατμοσφαιρική ρύπανση - υπαίθρια ορυχεία:

Υπαίθριο Ορυχείο, υπαίθρια ή επιφανειακή εκμετάλλευση

- Υπό τον όρο υπαίθρια ή επιφανειακή εκμετάλλευση νοείται οποιαδήποτε εκμετάλλευση στερεών πρώτων υλών, η οποία πραγματοποιείται υπό οικονομικώς συμφέροντες όρους επιφανειακώς (Τσουτρέλης, ΕΜΠ, Αθήνα 1974).
- Οι επιφανειακές (υπαίθριες) εκμεταλλεύσεις αναπτύσσονται για την εκμετάλλευση των διαφόρων χρήσιμων συστατικών (ορυκτών, πετρωμάτων κλπ.) που υπάρχουν σε μικρό συγκριτικά βάθος από τη φυσική επιφάνεια και αποτελούν την κυριότερη, την πλέον μηχανοποιημένη και λιγότερο δαπανηρή μέθοδο εκμετάλλευσης (V.V. RZHEVSKYα, URSS Publishing Group 1985, Μετάφραση Παπαγεωργίου Χρ., Ρούμπος Χρ., εκδ ΔΕΗ 2018).

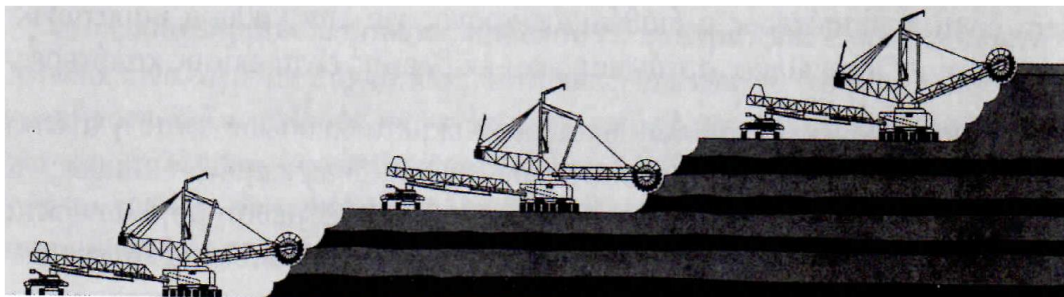
Μια τυπική διαδικασία επιφανειακής εκμετάλλευσης περιλαμβάνει:

Την απομάκρυνση του επιφανειακού εδάφους. Το υλικό προωθείται για να καλύψει προηγούμενο ορυχείο, ως μέρος διαδικασίας αποκατάστασης, ή τοποθετείται προσωρινά σε σωρούς.

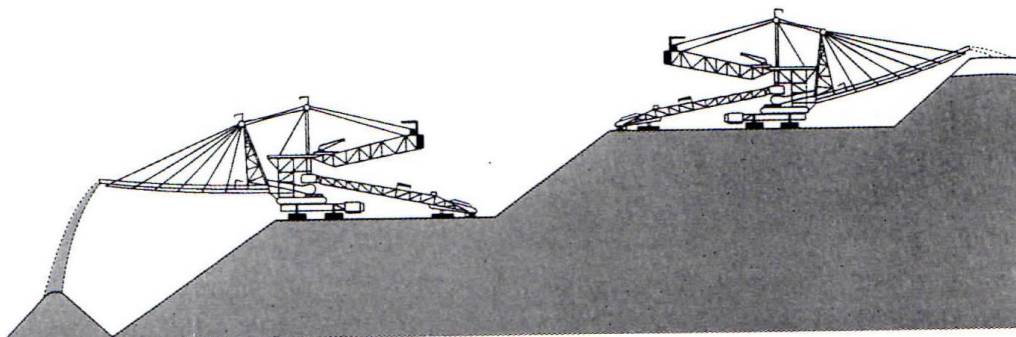
Την εκσκαφή σταδιακά των υπερκειμένων εδαφών ανάμεσα στο επιφανειακό έδαφος και το ορυκτό (λ.χ. λιγνίτη), και του ορυκτού, ενώ προηγούνται γεωτρήσεις και εκρήξεις όταν η φυση των εδαφών το επιβάλλει.

Τη μεταφορά των υλικών αυτών με ταινιοδρόμους ή φορτηγά και απόθεση των υπερκείμενων σε ειδικούς χώρους (αποθέσεις), του ορυκτού (λ.χ. λιγνίτη) σε σωρούς σε προεπιλεγμένες θέσεις (bunker).

- Μέθοδος της συνεχούς εξόρυξης (Γερμανική)(καδοφόροι εκσκαφείς, ταινιόδρομοι, αποθέτες)
- Μέθοδος της ασυνεχούς εξόρυξης (Αμερικανική) (τσάπες, χωματουργικά αυτοκίνητα)



Γενική μορφή της πλευράς εκσκαφής υπαίθριου ανθρακωρυχείου σε πολυστρωματικό κοίτασμα με τη Γερμανική μέθοδο εκμετάλλευσης (Κολοβός, 2004)



Γενική μορφή της πλευράς απόθεσης υπαίθριου ανθρακωρυχείου σε πολυστρωματικό κοίτασμα με τη Γερμανική μέθοδο εκμετάλλευσης (Κολοβός, 2004)

Όλες οι δραστηριότητες σε υπαίθριο ορυχείο που περιλαμβάνουν εκσκαφή, μεταφορά, απόθεση, γεωτρήσεις και εκρήξεις, θραύση, απόθεση τέφρας, αποτελούν πηγές εκπομπής σκόνης.

Διαφεύγουσα σκόνη (fugitive dust)

Είναι η σκόνη που δημιουργείται όχι από κάποια συγκεκριμένη σημειακή πηγή εκπομπής, αλλά πάνω από εκτεταμένες περιοχές.

Παράγεται με φυσικό τρόπο, όπως λ.χ. με το φύσημα του αέρα. Ο συνδυασμός, όμως, της ανθρώπινης δραστηριότητας με την ποικιλία των καιρικών συνθηκών μπορεί να αυξήσει δραματικά τα επίπεδα της διαφεύγουσας σκόνης.

Πηγές διαφεύγουσας σκόνης:

- ✓ Χωματοδρόμοι κατά τη διέλευση οχημάτων
- ✓ Ενεργοί σωροί αποθέσεων λόγω διάβρωσης από τον άνεμο
- ✓ Περιοχές κατασκευαστικών έργων
- ✓ Λατομεία
- ✓ Επεξεργασία υλικών, λειτουργίες όπως θραύση αδρανών υλικών, η οποία μεταβάλλει τα χαρακτηριστικά του υλικού τροφοδοσίας



ΑΣ_x, PM_x x = 10, 2.5, 1.0

ΑΣ₁₀ (PM₁₀), ΑΣ_{2.5}(PM_{2.5}), ΑΣ₁ (PM₁)

Οι δραστηριότητες των υπαίθριων ορυχείων αποτελούν σημαντικές πηγές διαφεύγουσας σκόνης

Μέθοδος Συνεχούς Εξόρυξης (Γερμανική)



Νότιο Πεδίο, Bunker



Νότιο Πεδίο, Α6



**Μέθοδος
Ασυνεχούς
εξόρυξης
(Αμερικανική)**

Εκσκαφή με τσάπες & φόρωση σε φορτηγά



Νότιο Πεδίο, Απόθεση με φορτηγά



**Πόση είναι η ποσότητα
της σκόνης που
εκπέμπεται στην
ατμόσφαιρα;**

Περίγραμμα

1. Απογραφή εκπομπών

- Πηγές
- Υπολογισμός εκπομπών σκόνης

2. Ανάπτυξη εμπειρικών σχέσεων - Ανάπτυξη λογισμικού εφαρμογής σε υπάρχουσες και μελλοντικές δραστηριότητες
3. Χαρακτηριστικά διασποράς : Ποσοτικοποίηση της συνεισφοράς – Χωροθέτηση εξ/σμου
4. Ανάπτυξη συστήματος πρόγνωσης – Διαχείριση ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα



Συνήθης μέθοδος υπολογισμού των εκπομπών αποτελεί ο **συντελεστής εκπομπής**.

Συντελεστής εκπομπής (emission factor) είναι μία αντιπροσωπευτική τιμή η οποία συσχετίζει την ποσότητα συγκεκριμένου ρύπου που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα με τα δεδομένα μιας δραστηριότητας, αποτέλεσμα της οποίας είναι η εκπομπή του ρύπου αυτού.

Ο συντελεστής εκπομπής εκφράζεται συνήθως ως:

- Μάζα ρύπου ανά μάζα παραγόμενου προϊόντος (mg/kg, kg/t).
Π.χ. kg ΑΣ10 που εκπέμπονται ανά τόνο εξορυσσόμενου λιγνίτη
- Μάζα ρύπου ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας (kg/TJ).
Π.χ. γραμμάρια CO που εκπέμπονται ανά MJ παραγόμενης ενέργειας.
- Μάζα ρύπου ανά μάζα ή όγκο καυσίμου (mg /kg, kg/lit).
π.χ. 0,6 kg CO/1000 λίτρα πετρελαίου που καίει καυστήρας πετρελαίου
- Μάζα εκπεμπόμενου ρύπου ανά χιλιόμετρο g/km π.χ.
π.χ. 0,5 g CO/km, (PM): 0,005 g/km. (πρότυπο euro6 για diesel)

Η ποσότητα ρύπου (λ.χ. σκόνης) που παράγεται από μια δραστηριότητα i σε μια (1) λ. χ. ημέρα είναι

$$E_i = A \cdot EF_i$$

όπου E_i Η ποσότητα (μάζα) του ρύπου που εκπέμπεται από τη δραστηριότητα i
 A : Η δραστηριότητα (λ.χ. μάζα λιγνίτη ή τέφρας που φορτώνεται ή αποτίθεται
 EF_i : ο συντελεστής εκπομπής της δραστηριότητας i του ρύπου αυτού (μάζα εκπεμπόμενης σκόνης ανά μάζα λιγνίτη ή τέφρας)

$$E_i = AxEF_i \cdot x \left(1 - \frac{ER}{100} \right)$$

ER: Απόδοση % συστήματος μείωσης εκπομπής

$$E = \sum_{i=1}^n E_i$$

Η συνολικά εκπεμπόμενη ποσότητα του ρύπου θα ισούται με το άθροισμα των εκπομπών από τις n διαφορετικές δραστηριότητες του ορυχείου.

Οι συντελεστές εκπομπής προσδιορίζονται με δοκιμές ανά κατηγορία πηγών

Πολλοί δημοσιευμένοι συντελεστές εκπομπής δίνονται με έναν κωδικό κατάταξης, που είναι από το γράμμα A μέχρι το E.

Η αβεβαιότητα στον υπολογισμό των εκπομπών επηρεάζεται άμεσα από την αβεβαιότητα του χρησιμοποιούμενου συντελεστή εκπομπής, ο οποίος θα πρέπει να προσαρμόζεται στην περίπτωση.

Η αβεβαιότητα στον υπολογισμό με το συντελεστή εκπομπής εξαρτάται επίσης σημαντικά από την κατηγορία της πηγής, από το συγκεκριμένο ρύπο, από την εφαρμοζόμενη αντιρρυπαντική τεχνολογία.

Ο υπολογισμός των εκπομπών αποτελεί νομική υποχρέωση των φορέων εκμετάλλευσης:

Νομική: Σε εφαρμογή του Κανονισμού 166/2006/ΕΚ που προβλέπει τη δημιουργία ενός Ευρωπαϊκού Μητρώου Έκλυσης και Μεταφοράς Ρύπων (European Pollutant Release and Transfer Register – E-PRTR) σε ευρωπαϊκό επίπεδο

Εγκύκλιος 10111/17.02.2009 ΥΠΕΧΩΔΕ «Υποχρέωση υποβολής εκθέσεων (αναφορών) για την έκλυση και μεταφορά ρύπων σε ετήσια βάση»

...Θα πρέπει οι υπόχρεοι φορείς εκμετάλλευσης να υποβάλλουν στο ΥΠΕΧΩΔΕ εκθέσεις (αναφορές) για όλες ανεξαιρέτως τις εκπομπές... σε ετήσια βάση...

Ο υπολογισμός των εκπομπών στα υπαίθρια ορυχεία:

- Δύσκολο πρόβλημα
- Αποτελεί νομική υποχρέωση των φορέων εκμετάλλευσης

Τι πληροφορία είναι διαθέσιμη σχετικά με τις εκπομπές PM;

- Η έκδοση της USEPA, γνωστή ως AP-42 (Compilation of Air Pollutant Emission Factors)
 - Αυστραλία : «National pollutant Inventory – Emission estimation» Australian Government
 - Πολύ περιορισμένος αριθμός πηγών συντελεστών εκπομπής σε ευρωπαϊκό επίπεδο
- Διαφεύγουσα σκόνη. Τιμές – σχέσεις συντελεστών εκπομπής
- Μέθοδος Εκμετάλλευσης
 - Εξοπλισμός του Ορυχείου
 - Χαρακτηριστικά της σκόνης και των διακινούμενων υλικών
 - Μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής.

Μέθοδος

kg ΑΣ10 που
εκπέμπονται ανά
τόνο
εξορυσσόμενου
λιγνίτη

$$\text{Συντελεστής εκπομπής} = \frac{\text{Ρυθμός εκπομπής (emission Rate)}}{\text{Δραστηριότητα ανά μονάδα χρόνου}}$$

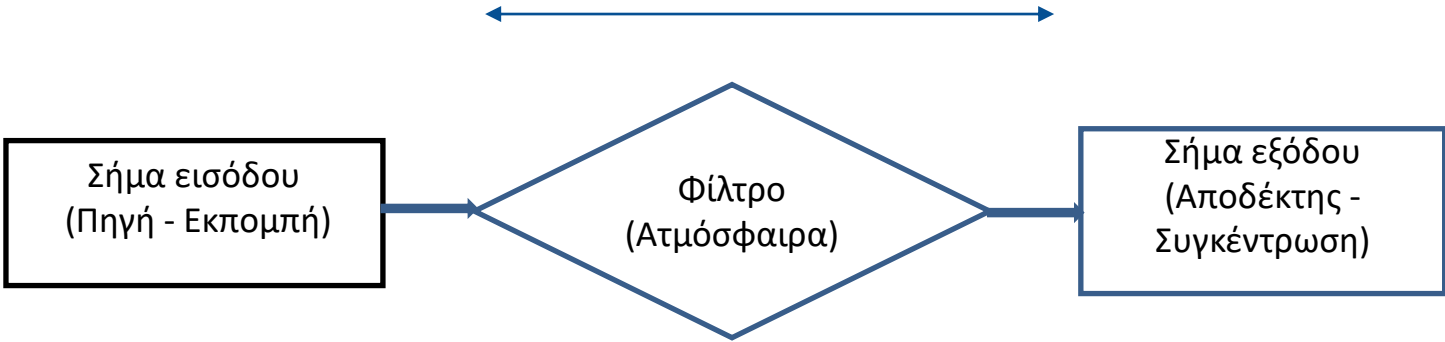
(Emission Factor, EF) (Μάζα ανά μονάδα χρόνου)
(Μάζα ανά μονάδα παραγωγής) (Παραγωγή ανά μονάδα χρόνου)

(Cowherd.,
JR, 2001)

$$\text{Συντελεστής εκπομπής (Emission Factor, EF)} = \frac{\text{Ρυθμός εκπομπής (emission Rate)}}{\text{Δραστηριότητα ανά μονάδα χρόνου}}$$

(Μάζα ανά μονάδα παραγωγής) (Μάζα ανά μονάδα χρόνο) (Παραγωγή ανά μονάδα χρόνο)

(Cowherd., JR, 2001)



Σήμα εισόδου: Οι ρυθμοί εκπομπής ρύπων

Ατμόσφαιρα: παίζει το ρόλο φίλτρου στο σήμα εισόδου, το οποίο φίλτρο «ρυθμίζει»

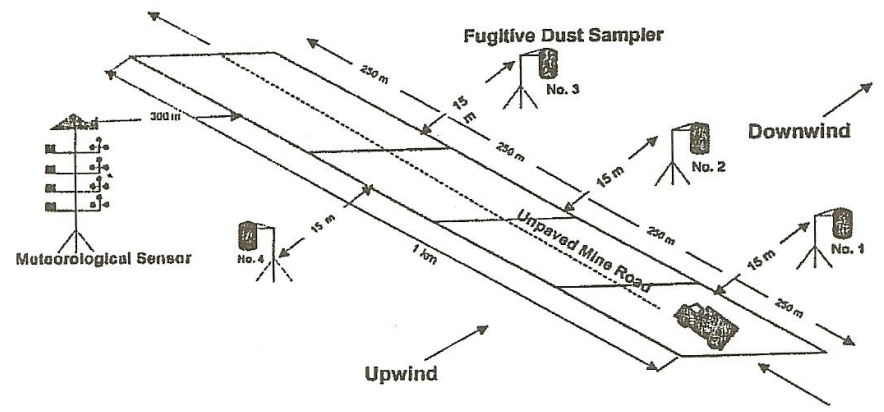
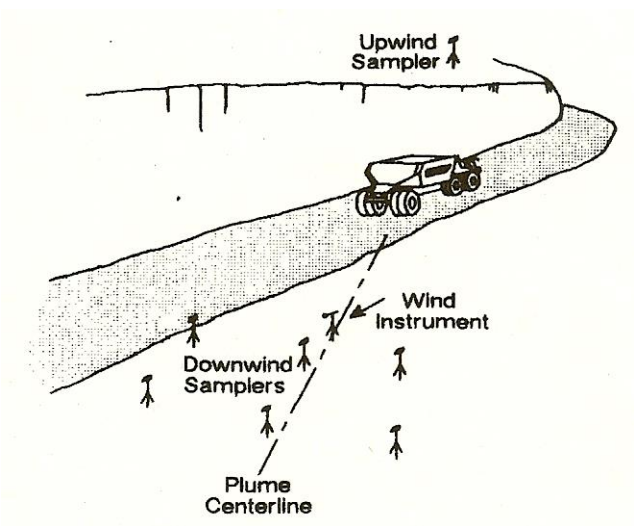
το **σήμα εξόδου:** τις συγκεντρώσεις δηλ. των ρύπων που μετριοούνται σε επιλεγμένους αποδέκτες.

$$C_{ir} = a_{ir} e_i$$

C_{ir} η **συγκέντρωση** ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) στον αποδέκτη r λόγω της συνεισφοράς της πηγής i
ρυθμού εκπομπής e_i (g/s)
 a_{ir} παράγοντας διασποράς (dispersion factor) μεταξύ πηγής i και αποδέκτη r

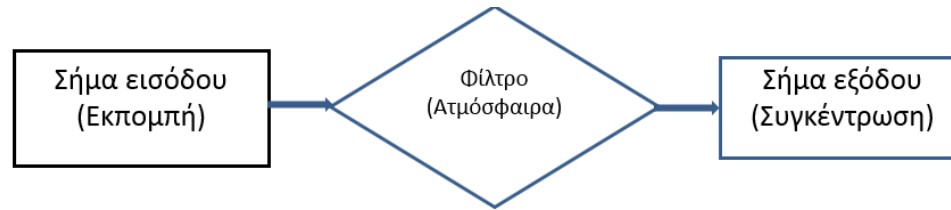
- C (Το σήμα εξόδου): Γνωστό από μετρήσεις, με ειδική εγκατάσταση μετρητών
- α (παράγοντας διασποράς): ?
- e = ?

Μετρήσεις της συγκέντρωσης C - Μέθοδος “upwind – downwind”



Υπολογισμός του α- Reverse Dispersion Modelling Method, Πρότυπο EN15445

$$C_i = a_i e_i$$



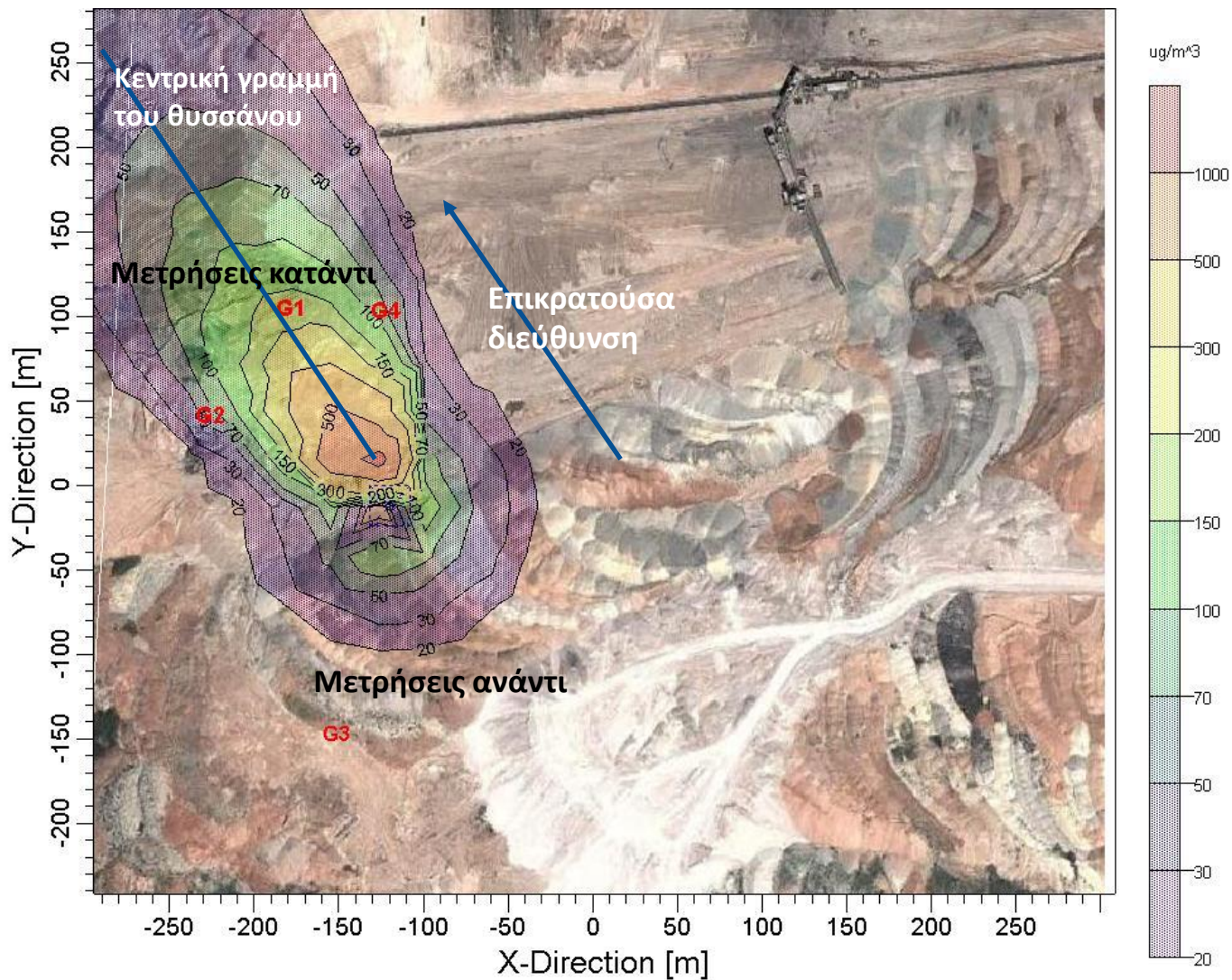
Το πως το φίλτρο (η ατμόσφαιρα) επιδρά μπορεί να προσομοιωθεί με μοντέλα που παριστούν τη διασπορά και την εναπόθεση.

Υπολογισμός του ρυθμού εκπομπής e (EF_R)

$$\frac{\Delta C}{C_{\text{Model}}} = \frac{EF_R}{EF_{\text{LIT}}}$$

<p>(Emission Factor, EF) Συντελεστής εκπομπής (Μάζα ανά μονάδα παραγωγής)</p>	<p>Ρυθμός εκπομπής (emission Rate) (Μάζα ανά μονάδα χρόνου)</p>
<p>$=$</p>	<p>Δραστηριότητα ανά μονάδα χρόνου (Παραγωγή ανά μονάδα χρόνου)</p>

Προεργασία πειραματικής εγκατάστασης για τον προσδιορισμό του ρυθμού εκπομπής πηγής διαφεύγουσας σκόνης
Συνδυασμένη χρήση προγνωστικών και διαγνωστικών μοντέλων.
[TAPM/CSIRO – AERMOD/USEPA, AUSTAL2000/ VDI 3945]



$$\text{Συντελεστής εκπομπής (emission Factor, EF)} = \frac{\text{Ρυθμός εκπομπής (emission Rate, ER)}}{\text{Δραστηριότητα ανά μονάδα χρόνου}}$$

Η ποσότητα σκόνης που παράγεται από τη δραστηριότητα i σε ορισμένη χρονική διάρκεια:

$$E_i = A \cdot EF_i$$

E_i : εκπομπή (μάζα ΑΣ10) από τη δραστηριότητα i

A δραστηριότητα (μάζα στείρων ή λιγνίτη ή τέφρας που εξορρύσσεται, φορτώνεται ή αποτίθεται)

EF_i συντελεστής εκπομπής της συγκεκριμένης δραστηριότητας (μάζα παραγόμενης σκόνης ανά μάζα στείρων, λιγνίτη ή τέφρας)

$$E = \sum_{i=1}^n E_i$$

Η συνολικά εκπεμπόμενη ποσότητα του ρύπου θα ισούται με το άθροισμα των εκπομπών από τις n διαφορετικές δραστηριότητες του ορυχείου.

Περίγραμμα

1. Πηγές
2. Υπολογισμός εκπομπών σκόνης
3. Ανάπτυξη κατάλληλων εμπειρικών σχέσεων και λογισμικού για εφαρμογή σε υπάρχουσες και μελλοντικές δραστηριότητες
4. Χαρακτηριστικά διασποράς : Ποσοτικοποίηση της συνεισφοράς – Χωροθέτηση εξ/σμου
5. Ανάπτυξη συστήματος πρόγνωσης – Διαχείριση ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα



Συντελεστής εκπομπής $E_{f,i}$ για κάθε δραστηριότητα i $E_{f,i} = \alpha S_a^\beta M_p^\gamma M_c^\zeta$

S_a , M_p , M_c μεταβλητές που χαρακτηρίζουν τη δραστηριότητα εκπομπής, ιδιότητες του υλικού, και μετεωρολογικές συνθήκες αντίστοιχα

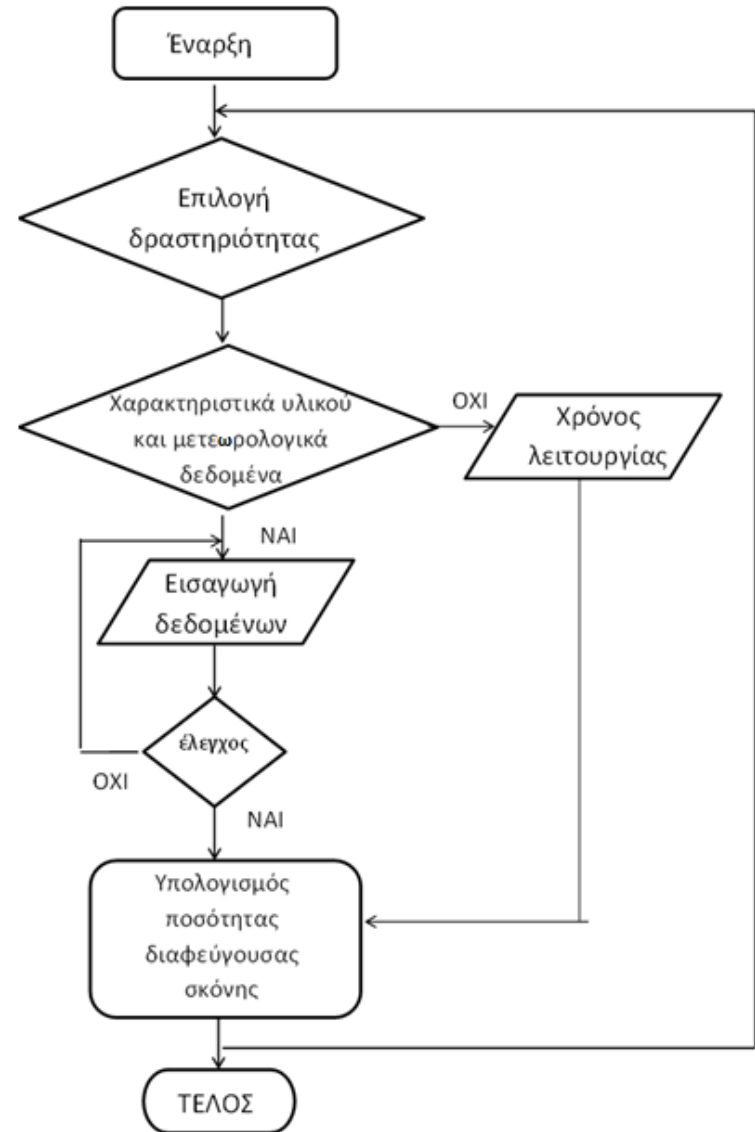
α , β , γ , ζ πειραματικές σταθερές που εξαρτώνται από κάθε δραστηριότητα

Η μάζα E_i της διαφεύγουσας σκόνης κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας i , υπολογίζεται από τη σχέση

$$E_i = A_i E_{f,i} \prod (1 - \eta_j)$$

(USEPA, 2009) Όπου A_i η ένταση της δραστηριότητας i , και η_j απόδοση της αντιρρυπαντικής τεχνολογίας j που εφαρμόζεται στη δραστηριότητα i

Ανάπτυξη κατάλληλων εμπειρικών σχέσεων και λογισμικού υπολογισμού των εκπομπών από κάθε δραστηριότητα εξόρυξης και των συνολικών εκπομπών από τις υπάρχουσες και τις μελλοντικές δραστηριότητες



Περίγραμμα

1. Πηγές
2. Υπολογισμός εκπομπών σκόνης
3. Ανάπτυξη εμπειρικών σχέσεων - Ανάπτυξη λογισμικού εφαρμογής σε υπάρχουσες και μελλοντικές δραστηριότητες
4. Χαρακτηριστικά διασποράς :
 1. Ποσοτικοποίηση της συνεισφοράς
 2. Χωροθέτηση εξ/σμου – Προγραμματισμός λειτουργίας
5. Ανάπτυξη συστήματος πρόγνωσης – Διαχείριση ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα

4. Χαρακτηριστικά διασποράς

4.1. Ποσοτικοποίηση της συνεισφοράς

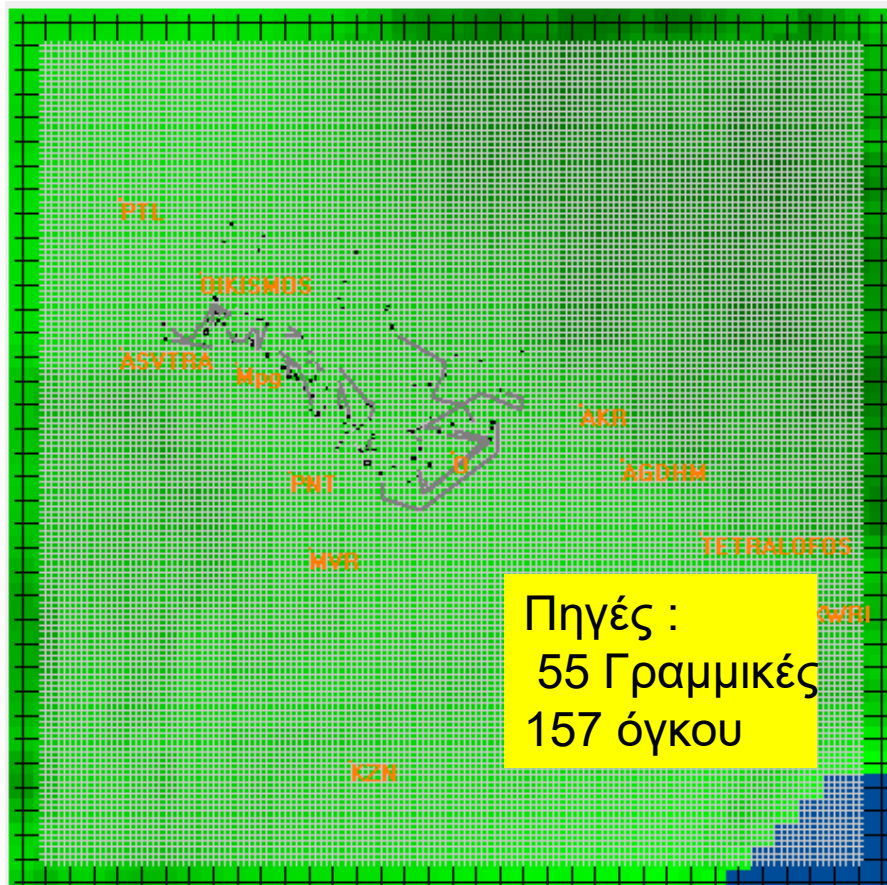
Μετεωρολογικό Μοντέλο και Μοντέλο διασποράς TAPM/CSIRO



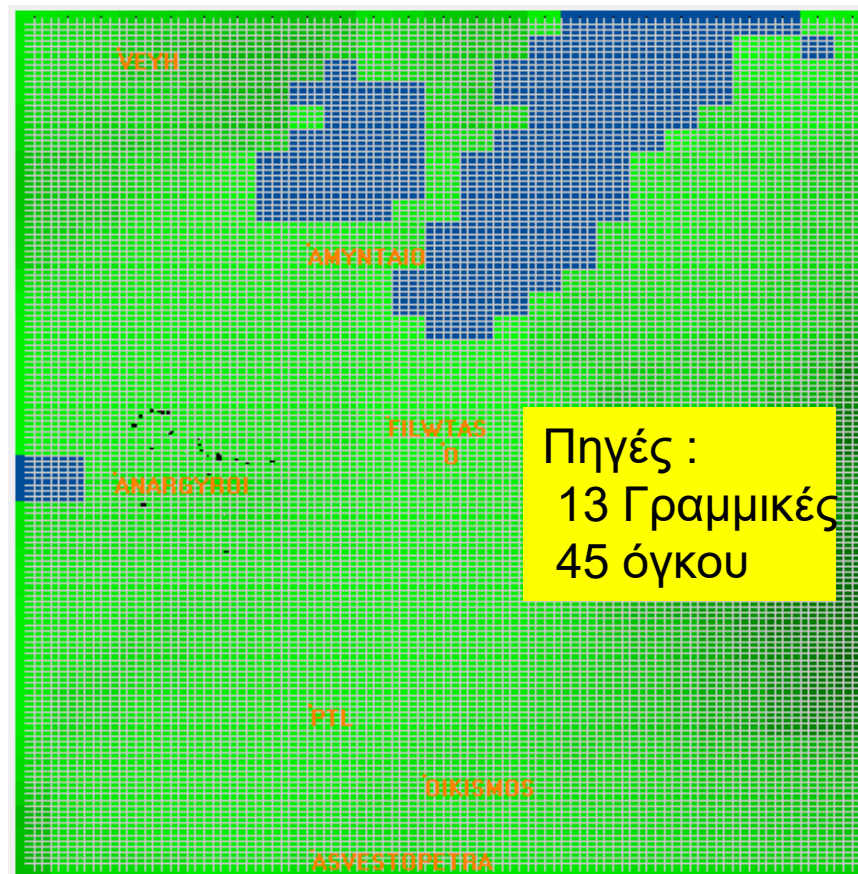
4. Χαρακτηριστικά διασποράς

4.1. Ποσοτικοποίηση της συνεισφοράς

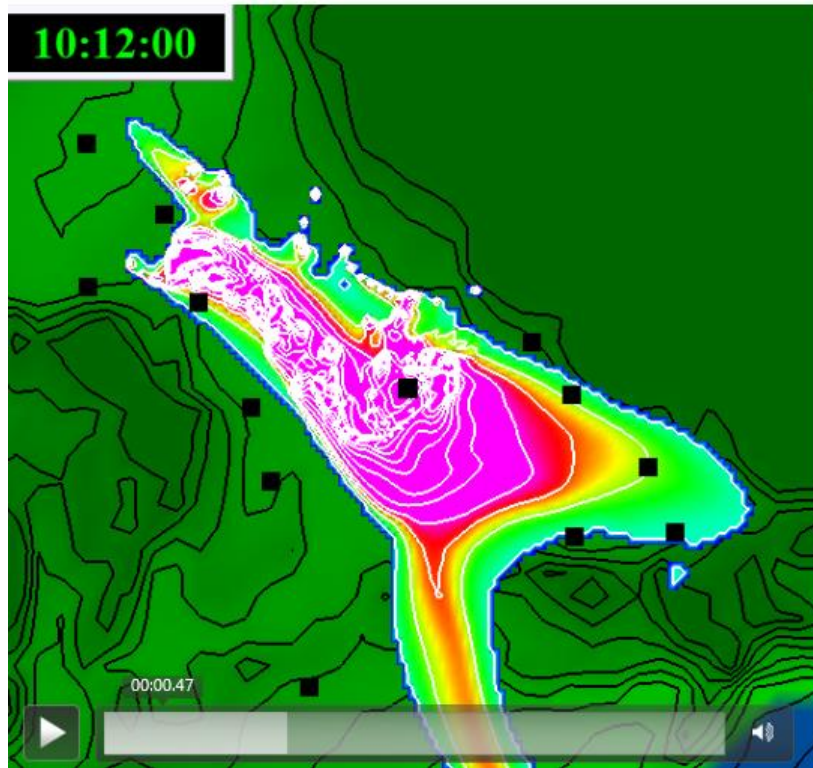
Εσωτερικό πλέγμα περιοχής ενδιαφέροντος



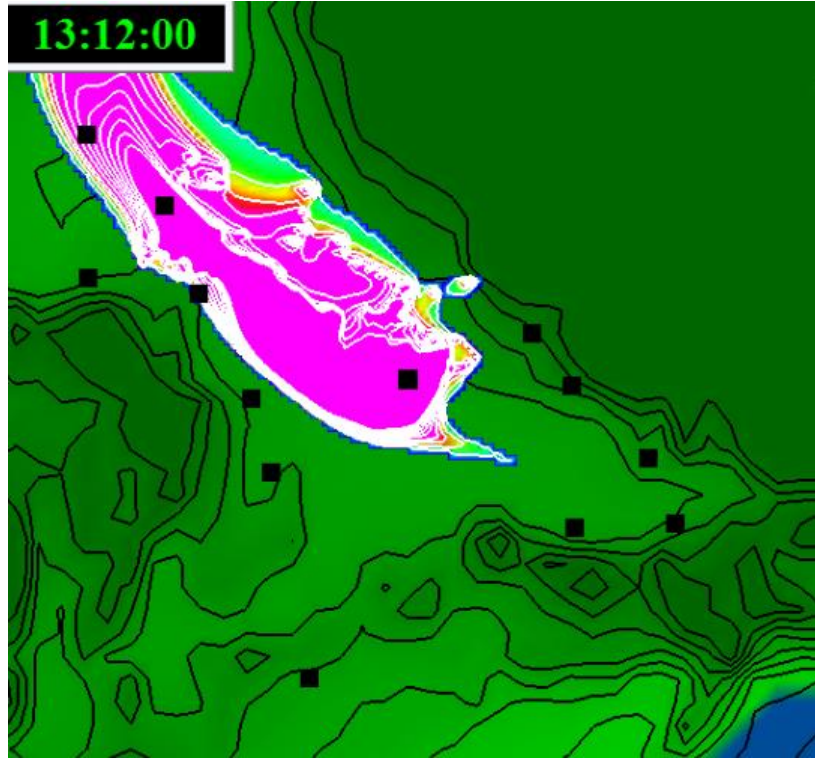
Νότιο – Καρδιά - Μαυροπηγή



Ορυχείο Αμυνταίου



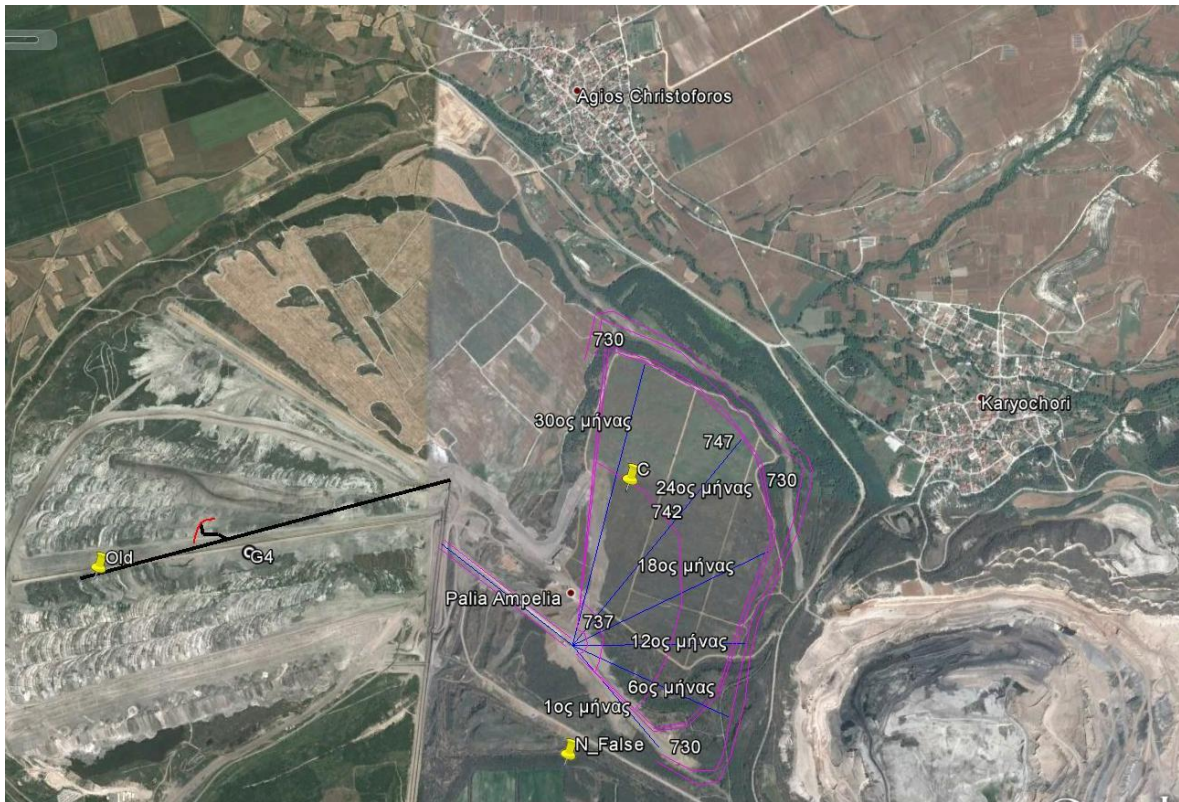
13:12:00



4.2. Χωροθέτηση εξοπλισμού

Να ποσοτικοποιηθεί η συνεισφορά των εκπομπών διαφεύγουσας σκόνης από τη θέση μετασκευής του Α2 / Ορυχείο Μαυροπηγής, στην επιβάρυνση της ατμόσφαιρας των γειτονικών οικισμών

Είναι η νέα κατάσταση διαχειρίσιμη και πώς;



Συντήρηση, διακοπή
λειτουργίας, διαβροχή κλπ

Περίγραμμα

1. Πηγές
2. Υπολογισμός εκπομπών σκόνης
3. Ανάπτυξη εμπειρικών σχέσεων - Ανάπτυξη λογισμικού εφαρμογής σε υπάρχουσες και μελλοντικές δραστηριότητες
4. Χαρακτηριστικά διασποράς :
 1. Ποσοτικοποίηση της συνεισφοράς
 2. Χωροθέτηση εξ/σμου
5. Ανάπτυξη συστήματος πρόγνωσης – Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα

http://www.airlab.edu.gr/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=144&lang=el



Home > Ρύπανση

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ



- Συσκευές - Υποδομή
- Εικόνες

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΩΡΑ

- Δήμος Κοζάνης
- Δήμος Αμυνταίου

ΠΡΟΓΝΩΣΗ

- Καιρός
- **Ρύπανση**

Ο ΚΑΙΡΟΣ ΤΩΡΑ

- Παρατηρήσεις Εδάφους
- Δορυφορικές Εικόνες
- Ραδιοβολίσεις και διαγράμματα

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

- Μαθήματα
- Πρακτική Άσκηση

ΧΡΗΣΙΜΑ

- Όρια Συγκεντώσεων Ρύπων
- Δείκτες Ποιότητας Αέρα
- Υπολογισμός AQI

ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Όνομα χρήστη:

Κωδικός:

Αποστολή

Χαμηλή ρύπανση | Πολύ υψηλή ρύπανση

Select Region:

- Western Macedonia (W.M.)
- Surrounding Area W.M.**

Select Pollutant:

- PM10**
- PM2.5
- SO2
- NOx
- NO2
- O3

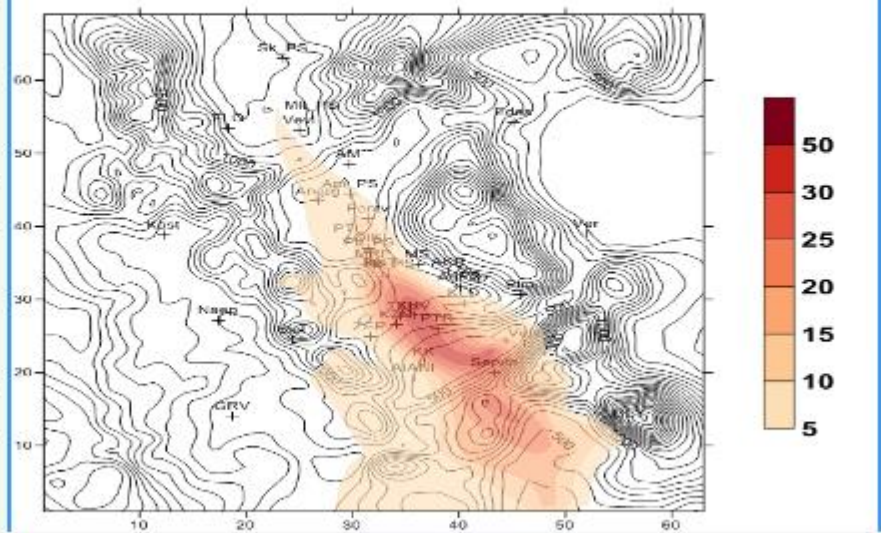
Select Emission Source:

- All Power Stations**
- Power Station Agiou Dimitriou
- Power Station Kardias
- Power Station Ptolemaidas
- Power Stationu Amyntaiou
- Power Station Bitola

Select Date:

- 10/01/2023
- 11/01/2023
- 12/01/2023**
- 12/31/2023

PsBAPKA: Predicted PM10 Daily Mean Concntrts ($\mu\text{g m}^{-3}$) for 12 Jan 2023



History

From

To

Preview

Clear

Animation

Western Macedonia (W.M.)
Surrounding Area W.M.

Select Pollutant:

PM10
PM2.5
SO2
NOx
NO2
O3

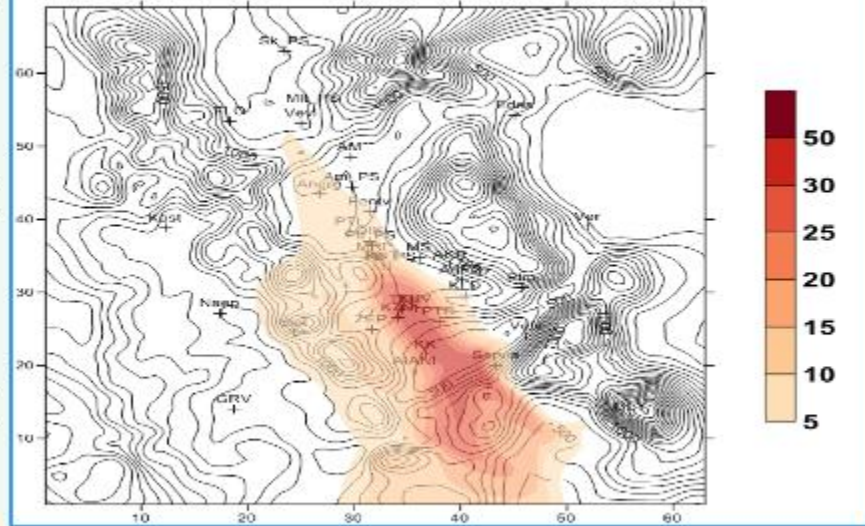
Select Emission Source:

All Power Stations
Power Station Agiou Dimitriou
Power Station Kardias
Power Station Ptolemaidas
Power Station Amyntaiou
Power Station Bitola

Select Date:

10/01/2023
11/01/2023
12/01/2023
13/01/2023
14/01/2023

PsBAPKA: Predicted PM10 Daily Mean Concentrations ($\mu\text{g m}^{-3}$) for 13 Jan 2023



History

From

To

Preview

Clear

Animation

Western Macedonia (W.M.)
Surrounding Area W.M.

Select Pollutant:

PM10
PM2.5
SO2
NOx
NO2
O3

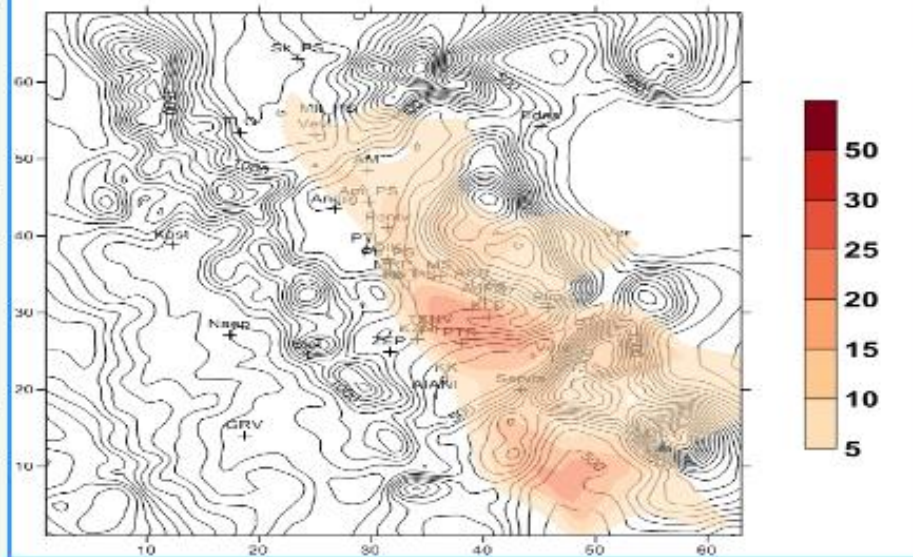
Select Emission Source:

All Power Stations
Power Station Agiou Dimitriou
Power Station Kardias
Power Station Ptolemaidas
Power Stationu Amyntaiou
Power Station Bitola

Select Date:

10/01/2023
11/01/2023
12/01/2023
13/01/2023
14/01/2023

PsBAPKA: Predicted PM10 Daily Mean Concentrations ($\mu\text{g m}^{-3}$) for 14 Jan 2023



History

From

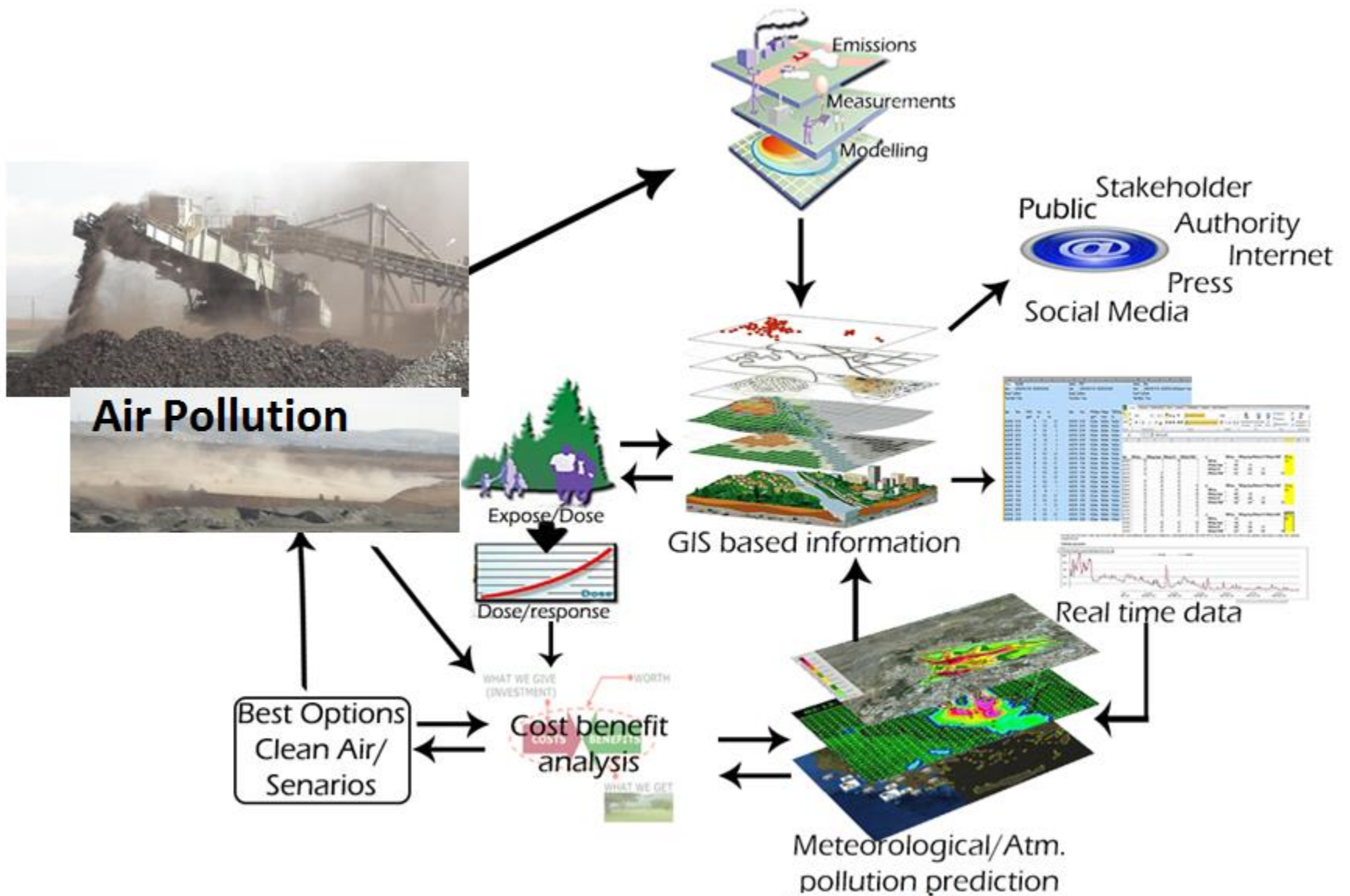
To

Preview

Clear

Animation

Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας του Αέρα



Η ανάπτυξη και λειτουργία ενός ΟΣΔΠΑ μπορεί να αποτελέσει ένα αποτελεσματικό εργαλείο ανταπόκρισης των φορέων εκμετάλλευσης στις νομικές τους υποχρεώσεις σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο και κυρίως εργαλείο αποκατάστασης σχέσεων εμπιστοσύνης με τις τοπικές κοινωνίες με στόχο την επιθυμητή ποιότητα αέρα.



372 π.Χ. - 287 π.Χ.

ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ

Ποσοτικοποίηση της συνεισφοράς των ορυχείων του ΛΚΔΜ στις εκπομπές - συγκεντρώσεις ΑΣ10, από τις σημερινές και από τις προγραμματιζόμενες δραστηριότητες, στις πηγές και τους αποδέκτες.

Ανάθεση : Λιγνιτικό Κέντρο Δυτικής Μακεδονίας
Γενική Διεύθυνση Ορυχείων
ΔΕΗ Α.Ε.

Υλοποίηση : Εργαστήριο Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης & Περιβαλλοντικής Φυσικής



Φυσικό Αντικείμενο - Σκοπός:

- Προσδιορισμός συντελεστών εκπομπής Αιωρουμένων Σωματιδίων από διάφορες λειτουργίες εξόρυξης
- Ποσοτικοποίηση εκπομπών ανά ορυχείο και ανά επιμέρους δραστηριότητα
- Ανάπτυξη εμπειρικών σχέσεων υπολογισμού συντελεστών εκπομπής
- Ανάπτυξη κατάλληλου λογισμικού υπολογισμού των εκπομπών ΑΣ10
- Μελέτη διασποράς εκπομπών ΑΣ10 - εκτίμηση της συνεισφοράς στις συγκεντρώσεις των γειτονικών περιοχών
- διερεύνηση της μεταφοράς των ΑΣ10

Αναγκαιότητα

Νομική:

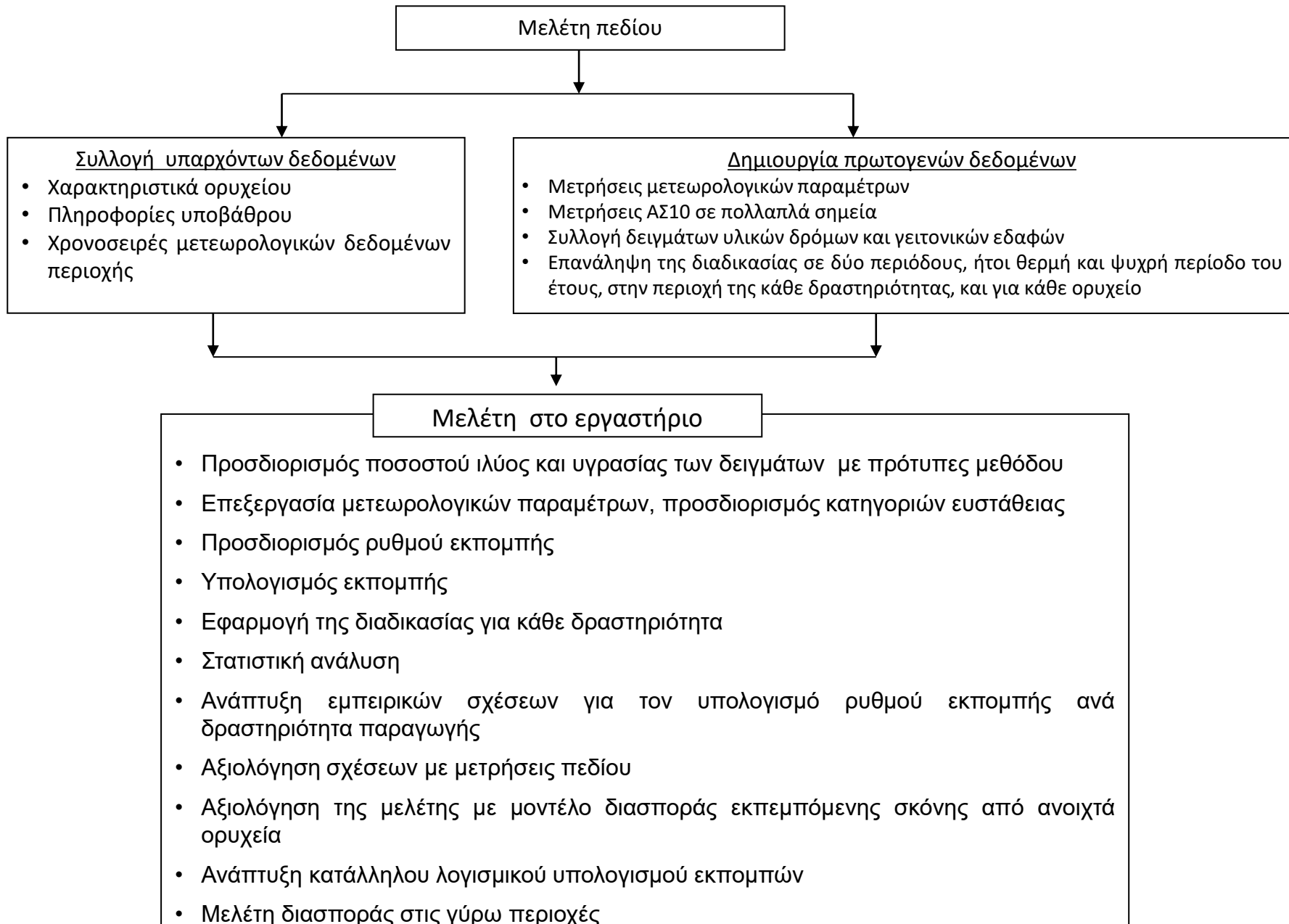
Η ποσοτικοποίηση των εκπομπών αποτελεί υποχρέωση της επιχείρησης με βάση τον κανονισμό 166/2000 του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου για τη σύσταση ευρωπαϊκού μητρώου έκλυσης και μεταφοράς ρύπων και τη λήψη μέτρων για την αποφυγή υπερβάσεων των ορίων.

Πρακτική:

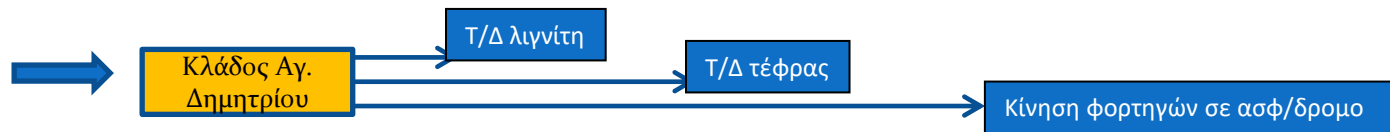
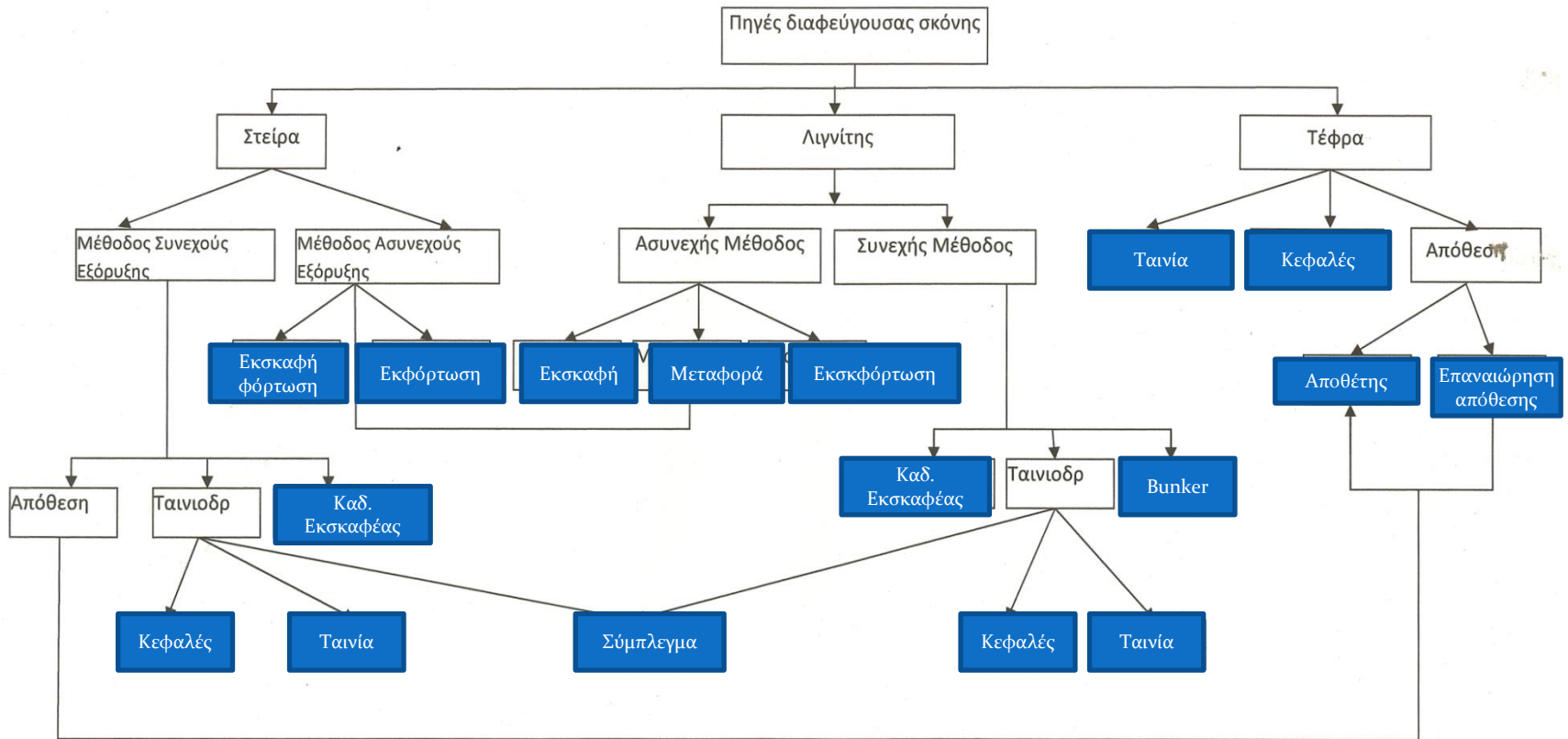
Εκτίμηση της συμβολής των δραστηριοτήτων των ορυχείων στην επιβάρυνση της ατμόσφαιρας των γύρω περιοχών.

Είναι κατά συνέπεια είναι απαραίτητο ένα μόνιμο εργαλείο για την ανταπόκριση στις παραπάνω υποχρεώσεις, τόσο με βάση τις σημερινές, όσο και τις μελλοντικές δραστηριότητες.

Διάγραμμα ροής εργασιών



Πηγές διαφεύγουσας σκόνης στο ορυχείο



➔ **Σύνδεσμος T/Δ ορυχείου και T/Δ τέφρας ΑΗΣ Αγίου Δημητρίου**

Μέθοδος Ασυνεχούς εξόρυξης

Εκσκαφή με τσάπες &
φόρωση σε φορτηγά



Νότιο Πεδίο
Απόθεση με φορτηγά



Νότιο Πεδίο, Θερμή Περίοδος, Απόθεση με φορτηγά



ΑΠΟΘΕΣΗ ΜΕ ΦΟΡΤΗΓΑ



Μέθοδος Συνεχούς Εξόρυξης



**Νότιο Πεδίο, Bunker
Ψυχρή περίοδος**



Νότιο Πεδίο, Θερμή Περίοδος, Α6
Δειγματοληψία υλικού απόθεσης



Διάγραμμα ροής έργου

The emission factors were further combined with activity data from LCWM in order to calculate the mass of PM₁₀ emitted from each activity

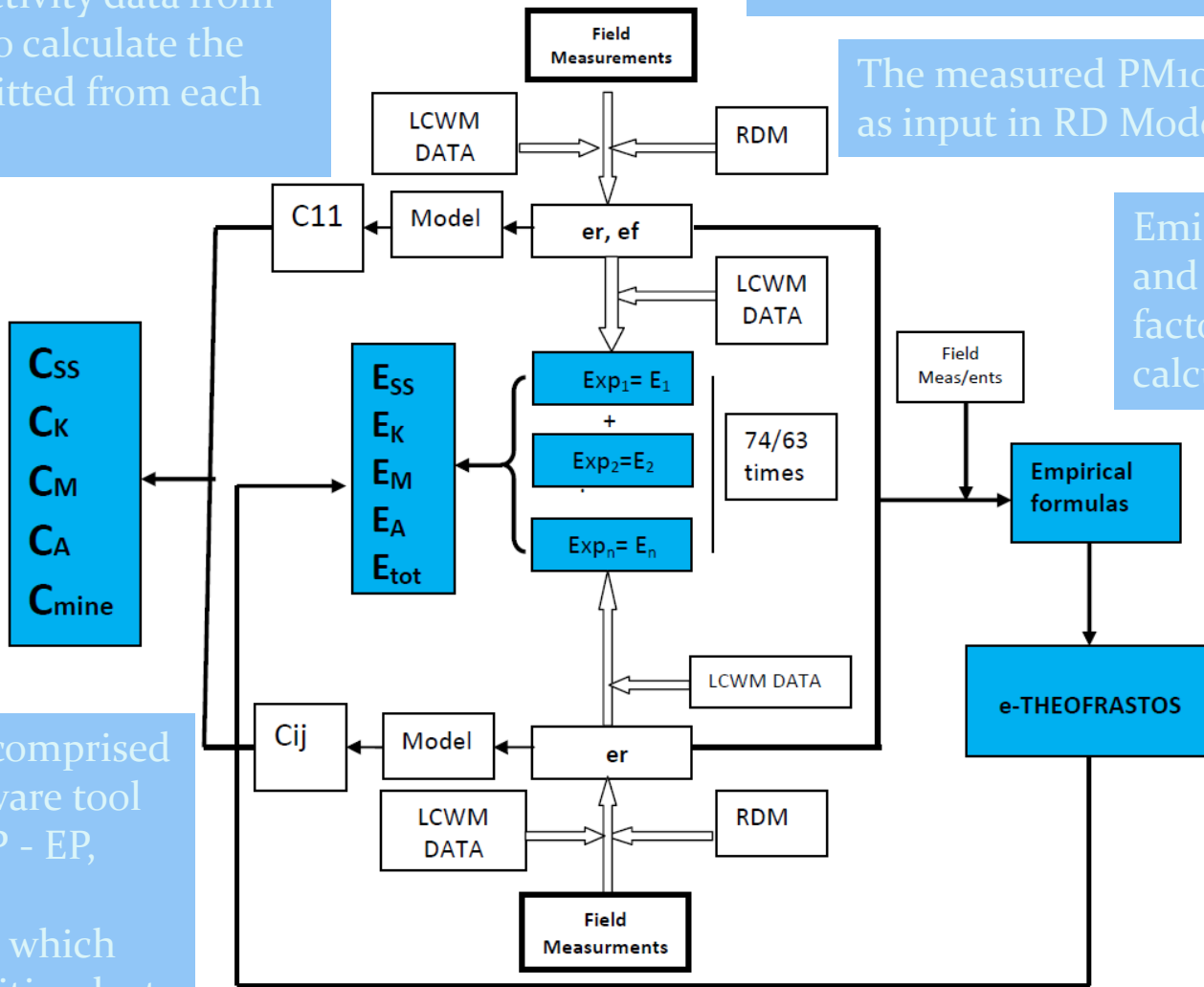
Field measurements were conducted

The measured PM₁₀ data were used as input in RD Models

Emission rates (e_r) and emission factors (e_f) were calculated

Activity data, together with proper field measurements were used for the development of empirical formulas

These equations comprised the core of a software tool developed by LAP - EP, named "e-THEOFRASTOS", which calculates the fugitive dust emissions

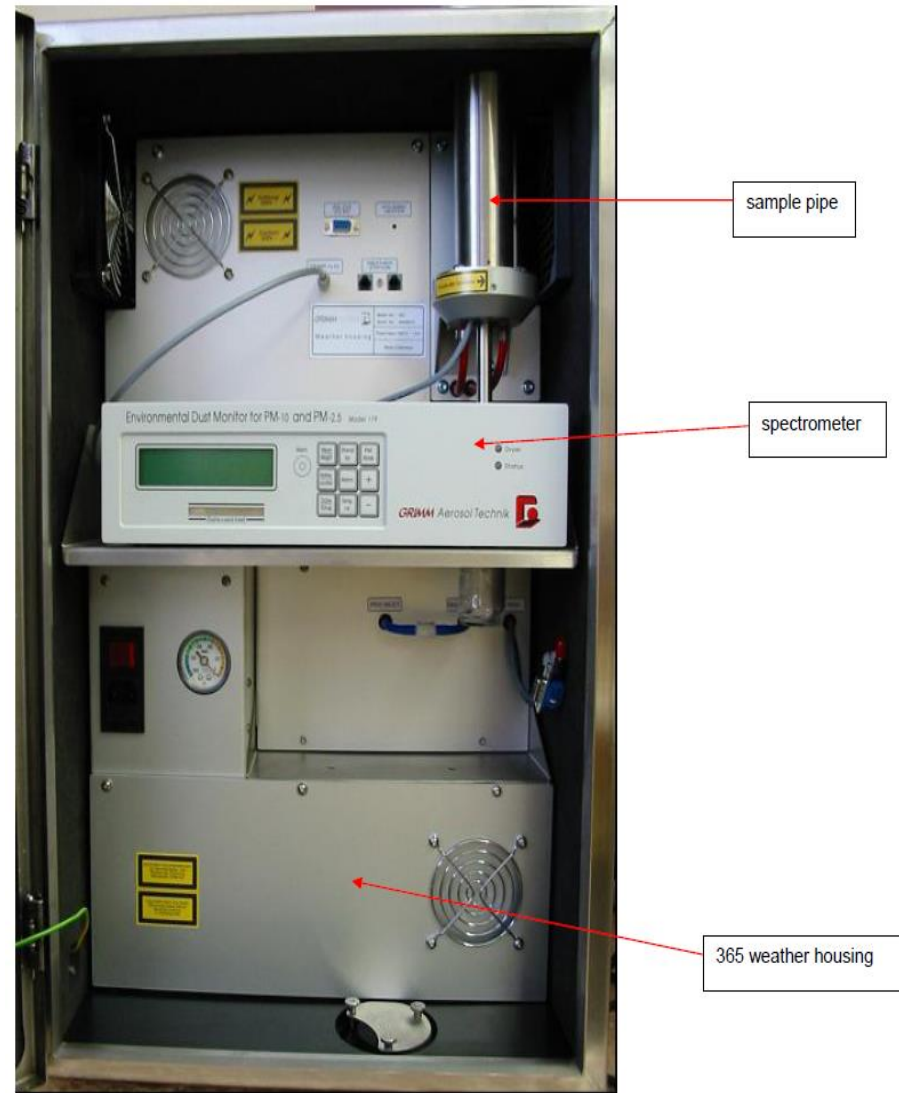


ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ



Αναλυτής ΑΣ10 DUST MONITOR SYSTEM ENVIRON CHECK 107

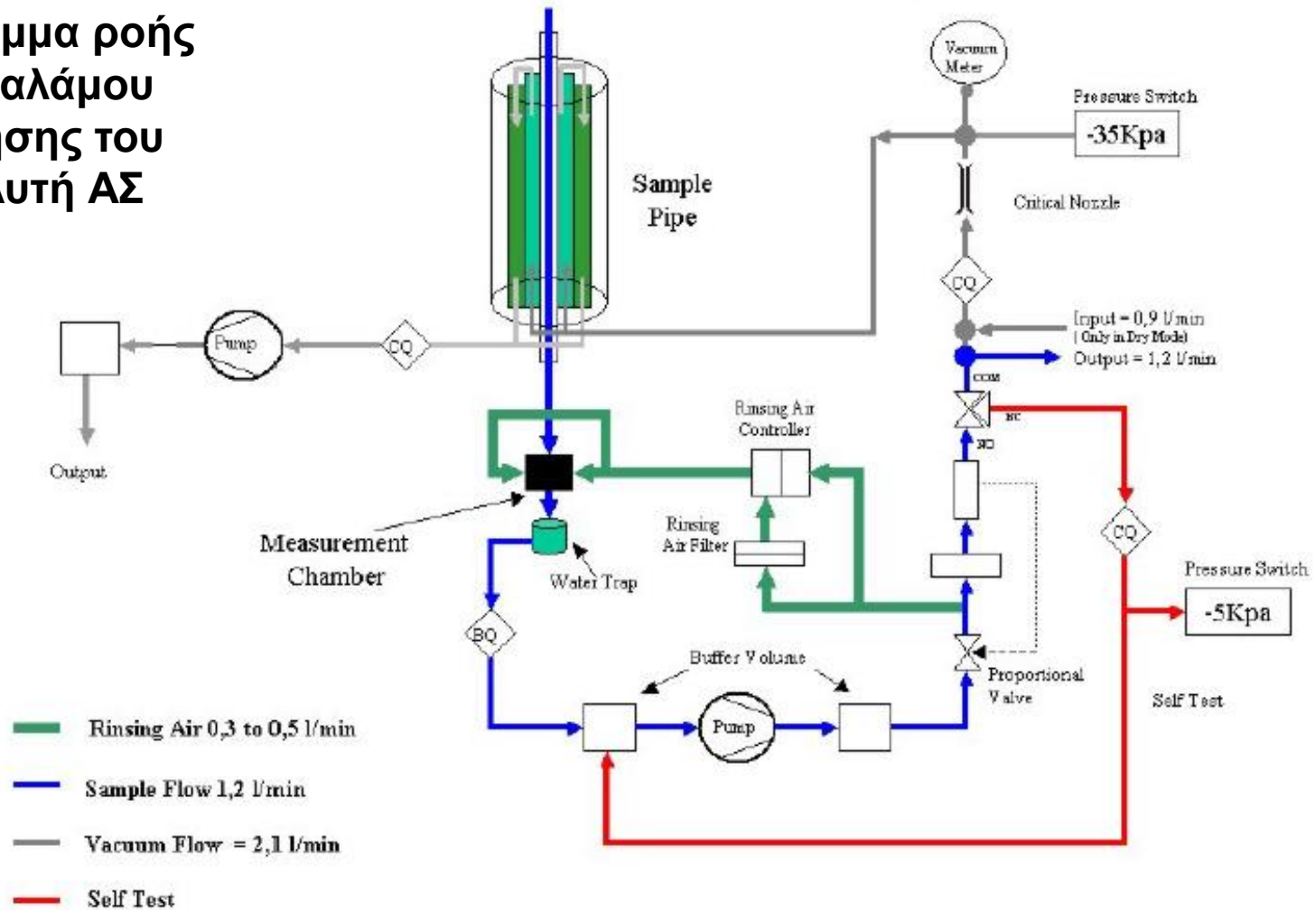
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ



Αναλυτής ΑΣ10 DUST MONITOR SYSTEM ENVIRON CHECK 365

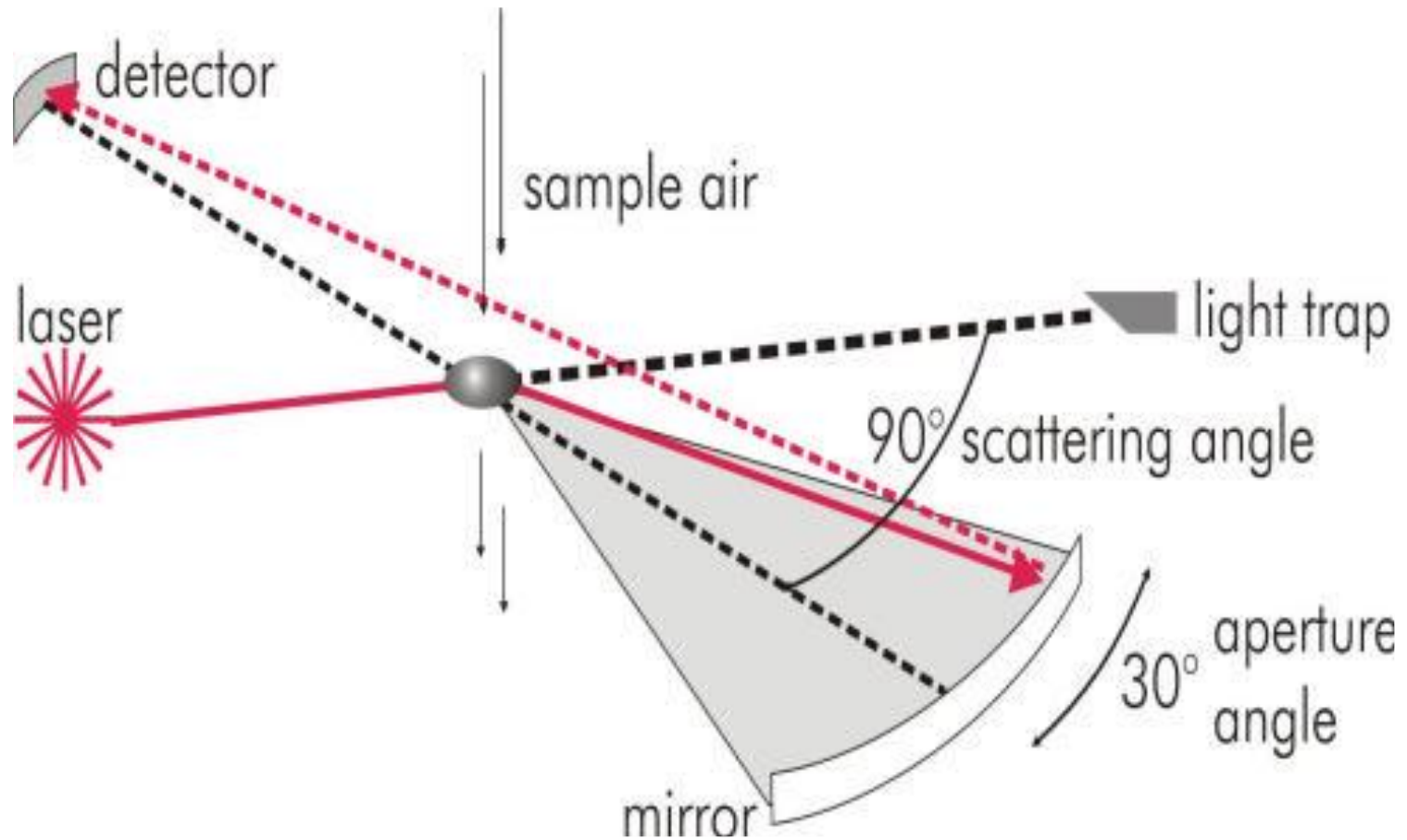
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Διάγραμμα ροής του θαλάμου μέτρησης του αναλυτή ΑΣ



ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Σχηματική αναπαράσταση αρχής λειτουργίας



ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ



Λαϊμός, 26/01/2011
Μετρήσεις Δαβαθμονόμησης οργάνων ΑΣ



ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΡΓΑΝΩΝ



ΠΗΓΕΣ ΠΟΥ ΜΕΤΡΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟ ΟΡΥΧΕΙΟ Ν. ΠΕΔΙΟΥ



ΠΗΓΕΣ ΠΟΥ ΜΕΤΡΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟ ΟΡΥΧΕΙΟ ΚΑΡΔΙΑΣ



ΠΗΓΕΣ ΠΟΥ ΜΕΤΡΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟ ΟΡΥΧΕΙΟ ΜΑΥΡΟΠΗΓΗΣ



ΠΗΓΕΣ ΠΟΥ ΜΕΤΡΗΘΗΚΑΝ ΣΤΟ ΟΡΥΧΕΙΟ ΑΜΥΝΤΑΙΟΥ



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΥ ΜΕΤΡΗΘΗΚΑΝ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΟΡΥΧΕΙΟ							
	Ν. ΠΕΔΙΟ		ΚΑΡΔΙΑ		ΜΑΥΡΟΠΗΓΗ		ΑΜΥΝΤΑΙΟ	
	ΨΥΧΡΗ	ΘΕΡΜΗ	ΨΥΧΡΗ	ΘΕΡΜΗ	ΨΥΧΡΗ	ΘΕΡΜΗ	ΨΥΧΡΗ	ΘΕΡΜΗ
Αποθέτης	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Κεφαλή Αποθέτη	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Καδοδόρος Εκσκαφέας	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Εκσκαφή με τσάπες & φόρτωση σε φορτηγά		✓	✓		✓	✓		
Χ/Δ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Απόθεση με φορτηγά	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Κεφαλή Καδοφόρου Εκσκαφέα	✓	✓			✓	✓		
Bunker	✓	✓			✓	✓		
Σύμπλεγμα			✓	✓	✓		✓	✓
Αναδιπλωτής τέφρας					✓	✓		
Μείκτες	✓							
Εφεδρικός κλάδος τέφρας					✓			

Μετρηθείσες 75
Αξιολογίσιμες 63

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ – ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

- ✓ Σχεδίαση της περιοχής δραστηριότητας βάσει GPS.
- ✓ Λήψη δεδομένων μέτρησης από όλα τα όργανα.
- ✓ Σχεδίαση ροδογραμμάτων ανέμου.
- ✓ Επιβεβαίωση των επιλεγμένων θέσεων μέτρησης βάσει των ροδογραμμάτων ανέμου.
- ✓ Αποδοχή ή απόρριψη πειράματος.

Συνοψίζοντας:

Για τον υπολογισμό του ρυθμού εκπομπής κάθε δραστηριότητας για κάθε περίοδο (θερμή / ψυχρή) για κάθε ένα από τα τέσσερα ορυχεία που μελετήθηκαν, χρησιμοποιήθηκαν

$$6 \mu\pi \times (5 \text{ ορ} \times 6 \omega \times 60 \lambda) = 10800 \text{ τιμές,}$$

όπου

6 μπ= 6 μετρούμενες παράμετροι (ΑΣ₁₀, T, RH%, P, WS, WD),

5 ορ= 5 όργανα,

6 ω= μέσος όρος διάρκειας πειράματος 6 ώρες,

60 λ= 60 λεπτά ανά ώρα.

ΜΕΤΡΗΣΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΣΚΟΝΗΣ

1. Δειγματοληψία (μέθοδος κώνου –σταυρού).
2. Μέτρηση περιεχόμενης υγρασίας (%).
3. Μέτρηση περιεχόμενης ιλύος (%).

Συνολο διαδικασίας: 27 ώρες / δείγμα

ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

1. Αποθέτης.
2. Κεφαλή Αποθέτη.
3. Καδοφόρος Εκσκαφέας.
4. Εκσκαφή με τσάπες και φόρτωση σε φορτηγά.
5. Χωματόδρομος.
6. Απόθεση με φορτηγά.
7. Σύμπλεγμα.

Μέθοδος πολλαπλής παλινδρόμησης (Multiple Linear Regression, MLR) με το πρόγραμμα STATGRAPHICS Centurion XVI.I.

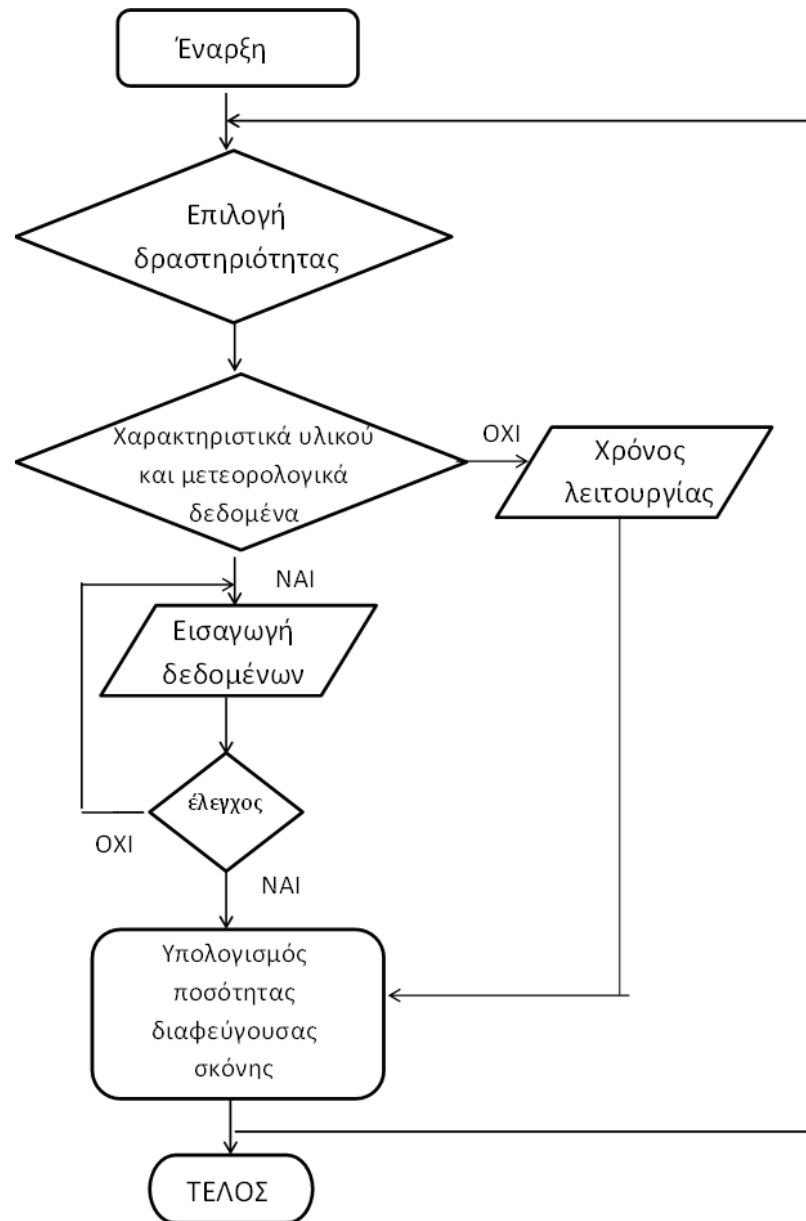
ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ - ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ

- i. Υπολογισμός συντελεστή από την εξίσωση, με χρήση πραγματικών τιμών.
- ii. Σύγκριση με την τιμή που υπολογίστηκε τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.



deh_V1.exe



ΣΥΝΟΨΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Προσδιορίστηκαν οι συντελεστές εκπομπής ΑΣ από τις πηγές διαφεύγουσας σκόνης των δραστηριοτήτων εξόρυξης των ορυχείων ΛΚΔΜ.
2. Υπολογίστηκε η ποσότητα εκπεμπόμενης σκόνης ανά επιμέρους δραστηριότητα και ανά ορυχείο με βάση τους παραπάνω συντελεστές.
3. Αναπτυχτήκαν εμπειρικές σχέσεις υπολογισμού συντελεστών εκπομπής.
4. Αναπτύχθηκε κατάλληλο, φιλικό στο χρήστη, λογισμικό υπολογισμού των εκπομπών ΑΣ10 των ορυχείων του ΛΚΔΜ.
5. Υπολογίστηκε η συνεισφορά στις συγκεντρώσεις των γειτονικών περιοχών, και διερευνήθηκε η μεταφορά σε κοντινές και μεγαλύτερες αποστάσεις από την περιοχή δραστηριότητας.



ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΟΥ



Επιστημονικός Υπεύθυνος, επικεφαλής ομάδας :
Αθαν. Γ. Τριανταφύλλου

Συνεργάτες :

AirLab :

1. Δρ. Γκάρας Στέλιος, Χημικός
2. Δρ. Κρέστου Αθηνά, Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ
3. Διαμαντόπουλος Χρήστος, Μηχανικός Ορυχείων ΤΕ, MSc Περιβάλλον – Νέες Τεχνολογίες
4. Σκόρδας Γιάννης, Μηχανικός Πληροφορικής ΤΕ, MSc
5. Λειβαδίτου Ελένη, Μηχανολόγος Μηχανικός, MSc
6. Ματθαίος Βασίλης, Μηχανικός ΤΕΑΝ ΤΕ, MSc
7. Πρόιου Δήμητρα, Μηχανικός ΤΕΑΝ, ΤΕ
8. Κουτσοχρήστος Αλέξανδρος, Μηχανικός Γεωτεχνολογίας & Περιβάλλοντος ΤΕ
9. Τζηκαλιός Αθανάσιος, Πτυχιούχος Διοικητικής Τεχνολογίας ΤΕ
10. Τσεκούρας Βασίλης, Μηχανικός Γεωτεχνολογίας και Περιβάλλοντος ΤΕ

8. Κόιος Κύρος, Μηχανικός Ορυχείων ΤΕ
9. Κλώσσας Γιώργος, Μηχανικός Μηχανολογίας ΤΕ
10. Χρίστου Μαρία, Σπουδάστρια ΓΕΩΠΕ
11. Ζάτσι Συμεών, Σπουδαστής ΤΕΑΝ
12. Παρταλίδου Ξανθή, Σπουδάστρια ΓΕΩΠΕ

ΛΚΔΜ ΔΕΗ/ΑΕ:

1. Ανδρεάδου Συμέλα
2. Παυλουδάκης Φραγκίσκος
3. Σαχανίδης Χάρης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ:

Το έργο **ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ** χρηματοδοτήθηκε
από το **ΛΚΔΜ/ ΔΕΗ Α.Ε.**

Η ομάδα ευχαριστεί τους διευθυντές και το
προσωπικό των **ΟΡΥΧΕΙΩΝ** για τις
διευκολύνσεις στη διάρκεια των
πειραμάτων στα λιγνιτωρυχεία



Βιβλιογραφία - Αναφορές

- Α. Τριανταφύλλου, «Αέρια Ρύπανση», εκδ. ΘΑΛΗΣ, 2017.
- Χ. Κολοβός, Τεχνολογία Εκμετάλλευσης Γαιανθράκων, Εκδ. ΙΩΝ, 2004
- Παπαγεωργίου Χρ., Ρούμπος Χρ., «Τεχνολογία και ολοκληρωμένη μηχανοποίηση των επιφανειακών εκμεταλλεύσεων, εκδ. ΔΕΗ, 2018
- Jose I. Huertas & Dumar A. Camacho & Maria E. Huertas, 2012, «Standardized emissions inventory methodology for open-pit mining areas», Environ Sci Pollut Res, DOI 10.1007/s11356-012-0778-3
- José I. Huertas*, María E. Huertas, Sebastián Izquierdo, Enrique D. González, 2012, Air quality impact assessment of multiple open pit coal mines in northern Colombia, Journal of Environmental Management 93, 121-129
- George Pouliot a , Emily Wisner b , David Mobley a & William Hunt Jr., 2012, Journal of the Air & Waste Management Association 62, 287-298
- Henry F. Bonifacio, Ronaldo G. Maghirang, Brent W Auvermann, Edna B. Razote, James P. Murphy and Joseph P. Harner, 2013 “Particulate matter emission rates from beef cattle feedlots in Kansas – Reverse dispersion modeling”, Journal of the Air & Waste Management Association, 62(3):350-361.
- ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΚ) αριθ. 166/2006 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 18ης Ιανουαρίου 2006 για τη σύσταση ευρωπαϊκού μητρώου έκλυσης και μεταφοράς ρύπων και για την τροποποίηση των οδηγιών 91/689/ΕΟΚ και 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου
- «Ποσοτικοποίηση της συνεισφοράς των ορυχείων του ΛΚΔΜ στις εκπομπές – συγκεντρώσεις ΑΣιο, από τις σημερινές και από τις προγραμματιζόμενες δραστηριότητες, στις πηγές και τους αποδέκτες», Τεχνική έκθεση για το ΛΚΔΜ/ΔΕΗ Α.Ε., 2015

- Triantafyllou, A., Moussiopoulos, N., Krestou, A., Tsegas, G., Barmpas, F., **Garas, S.**, Andreadou, M. [Application of inverse dispersion modelling for the determination of PM emission factors from fugitive dust sources in open-pit lignite mines](#) (2017) *International Journal of Environment and Pollution*, 62 (2-4), pp. 274-290. DOI: 10.1504/IJEP.2017.089412
- Triantafyllou A., Andreadou M., Moussiopoulos N., **Garas S.**, Kapageridis I., Tsegas G., Diamantopoulos Ch., Sachanidis Ch., Skordas J., [“Surface Mining in Western Macedonia, Greece: Fugitive Dust \(PM10\) Emissions and Dispersion”](#), (2019) has been accepted for publication in the *International Journal of Mining and Mineral Engineering*
- Athanasios Triantafyllou, Ioannis Kapageridis, Stylianos Garas and Francis Pavloudakis, 2021. “Development of emission factor equations for surface mining activities: the case of shovel excavation and loading”. *RawMat2021-International Conference on Raw Materials and Circular Economy*, Athens, Greece, 05 – 09 September 2021
- Triantafyllou A., Andreadou M., Moussiopoulos N., **Garas S.**, Kapageridis I., Tsegas G., Diamantopoulos Ch., Saxanidis Ch., Skordas J., « SURFACE MINING IN WESTERN MACEDONIA, GREECE: PM10 EMISSIONS AND DISPERSION», *Proceedings 14th International Symposium of Continuous Surface Mining*, Thessaloniki 23 – 26 September 2018, Greece, ISCSM2018, Book of Abstracts pp. 51 – 52.
- A. Triantafyllou, N. Moussiopoulos, A. Krestou, G. Tsegas, V. Matthaios , M. Andreadou, 2016, “Calculations of open mines fugitive dust emissions by the use of measurements and three different dispersion models”, *13th International Conference on Protection and Restoration of the Environment*, 3rd – 8th July 2016

- A.Triantafyllou, N. Moussiopoulos, A. Krestou, G. Tsegas, M. Andreadou, 2016, "**Application of inverse dispersion modelling for the determination of PM emission factors from fugitive dust sources in open-pit lignite mines**", *17th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes (HARMO 17)*, May 9-12, 2016, Budapest, 2016
- Triantafyllou A., Moussiopoulos N., , **Garas S.**, Krestou A., Douros I., Diamantopoulos Ch., Skordas J., Matthaios V., Leivaditou H., Tsegas G., Fragkou E., Pavloudakis F., Andreadou M., and Kouridou O., 2015, "THEOPHRASTOS: PMX Emissions factors – dispersion from fugitive dust sources in lignite mines of western Macedonia, Greece", *Proceedings of the 14th International Conference on Environmental Science and Technology Rhodes, Greece, 3-5 September 2015*, CEST2015_00264
- Α. Γ. Τριανταφύλλου, Μουσιόπουλος Ν., **Σ. Γκάρας**, Κρέστου Α, Ντούρος Ι., Χ. Διαμαντόπουλος, Β. Τσεκούρας, Ματθαίος Β., Σκόρδας Γ., Λειβαδίτου Ε., Τσέγας Γ., Φράγκου Ε., Παυλουδάκης Φ., Ανδρεάδου Μ., Κουρίδου Ο., «ΘΕΟΦΡΑΣΤΟΣ: Συντελεστές εκπομπής ΑΣχ – Διασπορά από διάχυτες πηγές των λιγνιτωρυχείων στη Δ. Μακεδονία», 5ο Περιβαλλοντικό Συνέδριο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2014, Abstract Book pp. 55
- Triantafyllou AG., Garas S., Crestou A., Diamantopoulos Ch., Skordas I., Leivaditou E., Matthaios V., Proiou D., Coutsochristos A., Tzhkalios A., Tsakouras V., Koios K., Clossas G., Partalidou X., Christou M., Zapsis S., (2015). Quantification of the opencast lignite mines of the Lignite Centre of Western Macedonia due to present and future activities in the sources and receptors. Technical report for LCWM/Public Power Corporation, GREECE.