

Περιστατικό ρύπανσης και εξυγίανσης υπεδάφους: υπαίθρια αποθήκη υλικού ΔΕΗ

Ασπρόπυργος, Αττική



Απρίλιος 2004: Φάση χαρακτηρισμού



μετασχηματιστές

ρυπασμένο χώμα

Τι απαιτεί ένας ρυπασμένος χώρος;

- ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟ
 - Μελέτη
- ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ
 - Μελέτη (τι θα γίνει)
 - Αναφορά ολοκλήρωσης (τι έγινε)
- ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ
 - Αναφορές

Μελέτη χαρακτηρισμού

- Ιστορική χρήση χώρου, ουσίες, απόβλητα
- Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά χώρου
- Περιγραφή δειγματοληψίας (σκεπτικό)
- Αποτελέσματα αναλύσεων δειγμάτων (έδαφος, νερό)
- Χωρική κατανομή ρύπων
- Εκτίμηση εξέλιξης ρύπανσης και πιθανών επιπτώσεων
- Καθορισμός ρύπων που χρήζουν μέτρων

Χρήση χώρου, ουσίες, απόβλητα



Διαρροή ορυκτελαίων
με μικρή περιεκτικότητα PCBs
από παλιούς μετασχηματιστές
PCBs = polychlorinated biphenyls
πολυχλωριωμένα διφενύλια

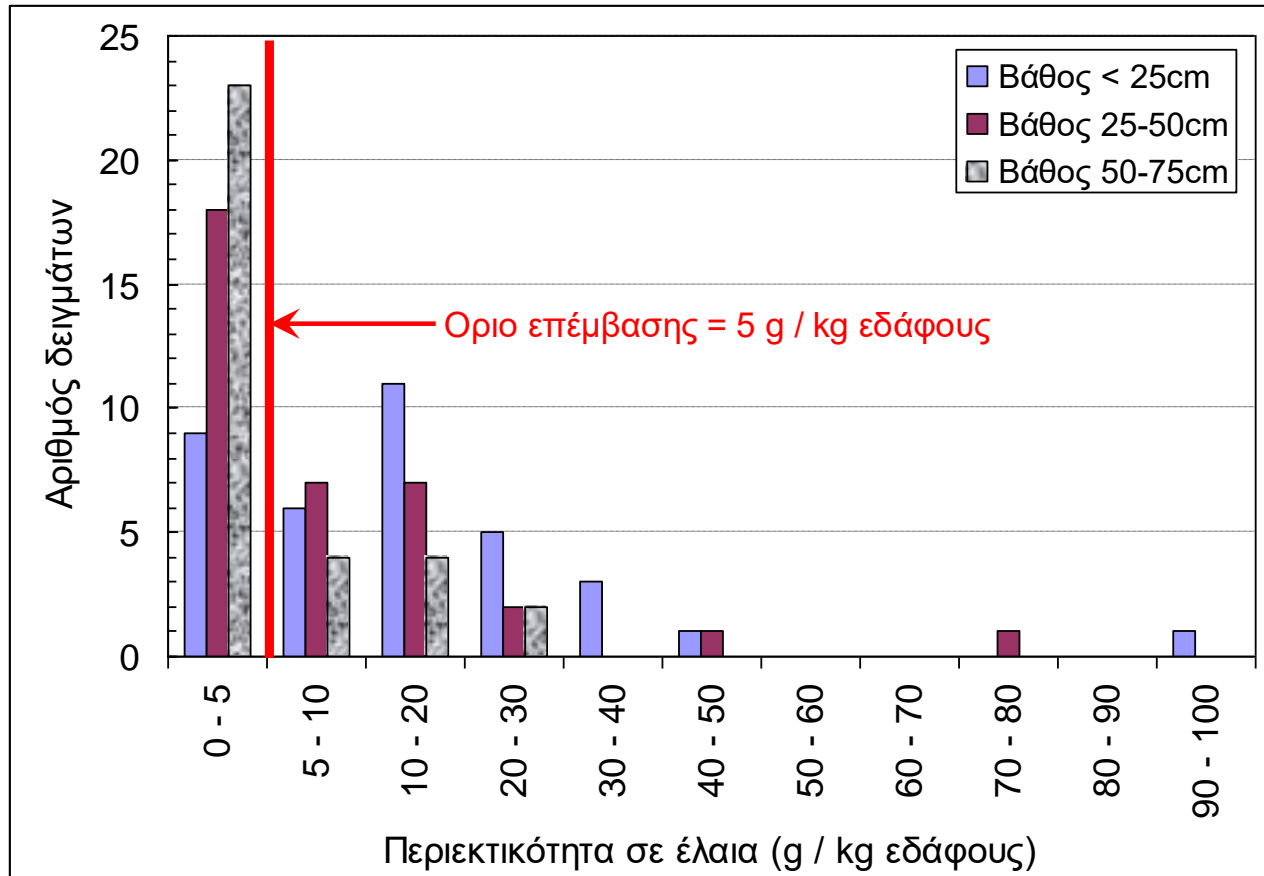
Υδρογεωλογικά χαρακτηριστικά

- Εδαφικό υλικό
 - 0-2 m: Φυσικό έδαφος: Αμμώδης άργιλος, αμμώδης αργιλοπηλός (μικρή περατότητα), αλλά και περατές επιχώσεις
 - 2-10 m: Κροκάλες με αργιλικό συνδετικό υλικό
 - 10 m: ασβεστόλιθος
- Υδροφόρος ορίζοντας
 - Σε βάθος μεγαλύτερο από 50 m στην περιοχή, στα 80 m σε γεώτρηση εντός του χώρου

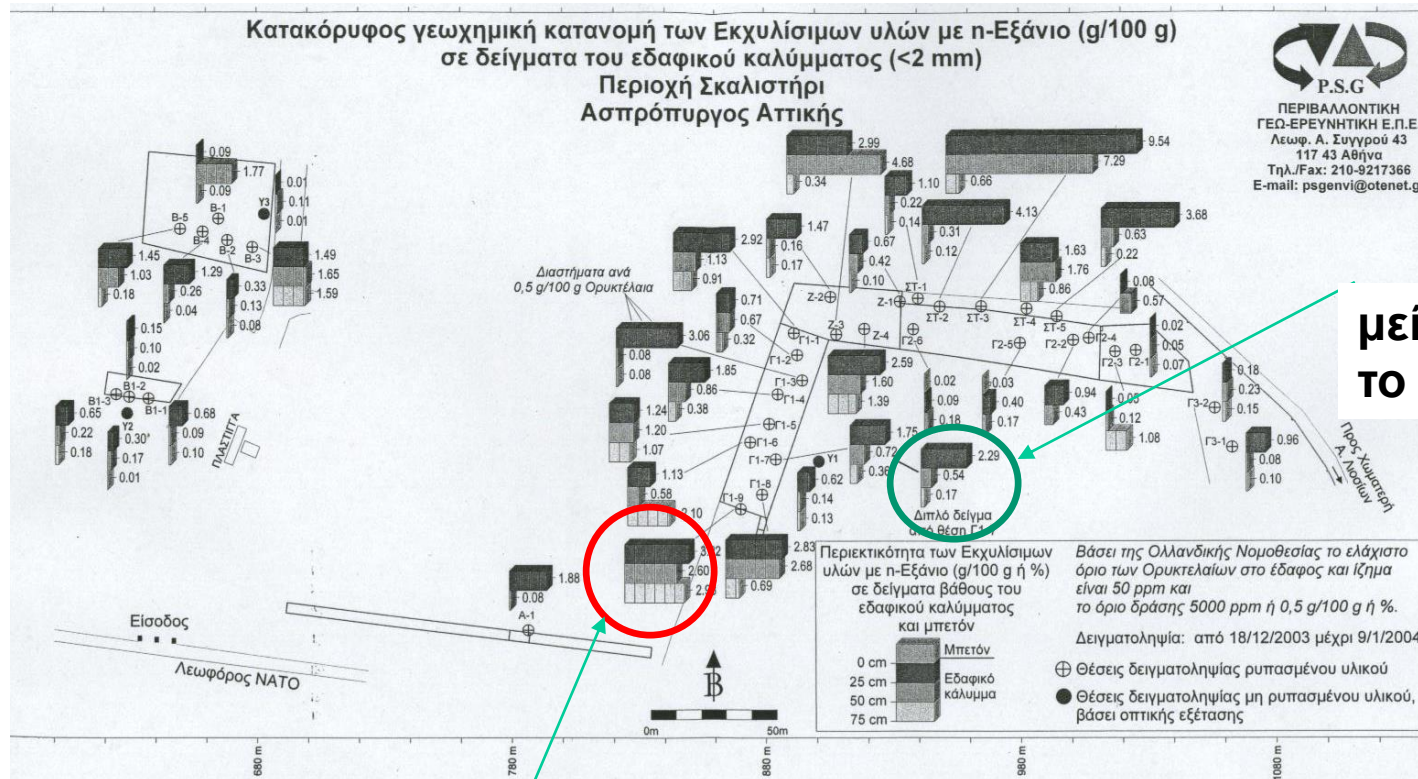
Αποτελέσματα αναλύσεων

- Επιφανειακή ρύπανση που εκτείνεται σε βάθος τουλάχιστον 75 cm
 - Έχει επηρεαστεί συνολική επιφάνεια περίπου 8 στρεμμάτων
- Μέγιστες συγκεντρώσεις στο έδαφος (Ολλανδική νομοθεσία: **επιθυμητή τιμή – όριο επέμβασης**)
 - Ορυκτέλαια: 95.4 g/kg ή 95400 ppm (**0.05–5 g/kg**)
 - PCBs: 556 μg/kg ή 556 ppb (**20 – 1000 μg/kg**)

Κατανομή μεγέθους συγκέντρωσης ορυκτελαίων



Χωρική κατανομή συγκέντρωσης ορυκτελαίων



μείωση με το βάθος

πιθανότητα βαθύτερης ρύπανσης



Μια αίσθηση της κλίμακας

Περιοχές υψηλών συγκεντρώσεων



Οφθαλμοφανής η
παρουσία LNAPL!



LNAPL = light nonaqueous phase liquid
(μη υδατική φάση)

Εκτίμηση εξέλιξης ρύπανσης

- Δυνατότητα περαιτέρω εξάπλωσης ορυκτελαίων (περιοχές υψηλής περιεκτικότητας) – υγρή φάση που δεν αναμειγνύεται με το νερό (μη υδατική φάση)
- Μικρή πτητικότητα – ατμοί ρύπου στην αέρια φάση της ακόρεστης ζώνης (αλλά και επιφανειακά)
- Δυνατότητα περαιτέρω διήθησης συστατικών ορυκτελαίων με το νερό της βροχής – διαλυμένοι ρύποι στην υδατική φάση

Καθορισμός ρύπων που χρηζουν μέτρων

- Με δεδομένη τη χρήση του χώρου, επιλέγονται ως κατευθυντήριες γραμμές τα όρια επέμβασης του Ολλανδικού κανονισμού
- Επιλέγεται να εξεταστούν μέτρα και τεχνολογίες αποκατάστασης για τη ρύπανση λόγω ορυκτελαίων
- Πιθανοί στόχοι αποκατάστασης
 - (1) Περιορισμός εξάπλωσης ορυκτελαίων
 - (2) Μείωση έκθεσης/μάζας (=συγκεντρώσεων σε κάποιο επιθυμητό όριο)

Στον ίδιο χώρο...



Στον ίδιο χώρο...



Απρίλιος 2004

Απέναντι...



Δεκέμβριος 2006

Μελέτη σχεδιασμού εξυγίανσης

- Συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών τεχνολογιών εξυγίανσης
- Επιλογή μεθόδου
- Αναλυτική παρουσίαση μεθόδου (το πλήρες προφίλ της τεχνολογίας), παραμέτρων σχεδιασμού, διαδικασίας υλοποίησης
- Πρόγραμμα παρακολούθησης προόδου, ελέγχου σημείων-μαρτύρων εξυγίανσης

Υποψήφια μέτρα αποκατάστασης

- Συλλογή ορυκτελαίου σε τάφρους
- Εκσκαφή
- Περιορισμένη καύση
- Ταφή
- Βιοαποδόμηση
- Ασφαλτόστρωση

Επιλεχθείσα λύση

- Ασφαλτόστρωση λιγότερο ρυπασμένων περιοχών (με συγκέντρωση ορυκτελαίου $< 5000 \text{ mg/kg}$ ή ppm)
- Εκσκαφή περισσότερο ρυπασμένων περιοχών σε βάθος μέχρις συγκέντρωσης ορυκτελαίου $< 5000 \text{ mg/kg}$ (ppm): ολοκλήρωση χαρακτηρισμού

Επιλεχθείσα λύση (συν.)

- Κατασκευή εξέδρας βιοαποδόμησης των εκσκαφέντων εδαφών με προσθήκη θρεπτικών ουσιών και ρύθμιση υγρασίας με στόχο επίτευξη συγκεντρώσεων $< 5000 \text{ mg/kg}$ (ppm)
- Επιστροφή εδάφους στις εκσκαφείσες περιοχές και ασφαλτόστρωση

Ερώτηση Κατανόησης/Μνήμης

- Με ποιο σκεπτικό καθορίστηκε το όριο αποκατάστασης των 5000 mg/kg (ppm) στο περιστατικό της αποθήκης της ΔΕΗ;
(Τσεκάρετε=μαυρίστε όλα όσα θεωρείτε σωστά.)
 - Είναι το όριο επέμβασης που επιβάλλουν οι Ολλανδικοί κανονισμοί για το έδαφος
 - Είναι μια συγκέντρωση κάτω από την οποία δεν υφίσταται κίνδυνος για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον

Διάνοιξη ερευνητικών τάφρων + επανάληψη δειγματοληψίας



Δεκέμβριος 2006: πριν την εκσκαφή

**Ένδειξη
ρύπανσης:
αλλαγή
χρώματος**



Ένδειξη
ρύπανσης:
αλλαγή
χρώματος
σε βάθος
ως ~1m



**Λιμνούλα
LNAPL**



Εκσκαφή

Ιανουάριος 2007







Μετά την εκσκαφή απομακρύνονται πέτρες κλπ



Εξέδρα επεξεργασίας

Δεκέμβριος 2006



Σειράδια από χώμα προς επεξεργασία **Ιανουάριος 2007**



Αναφορά επίτευξης στόχων

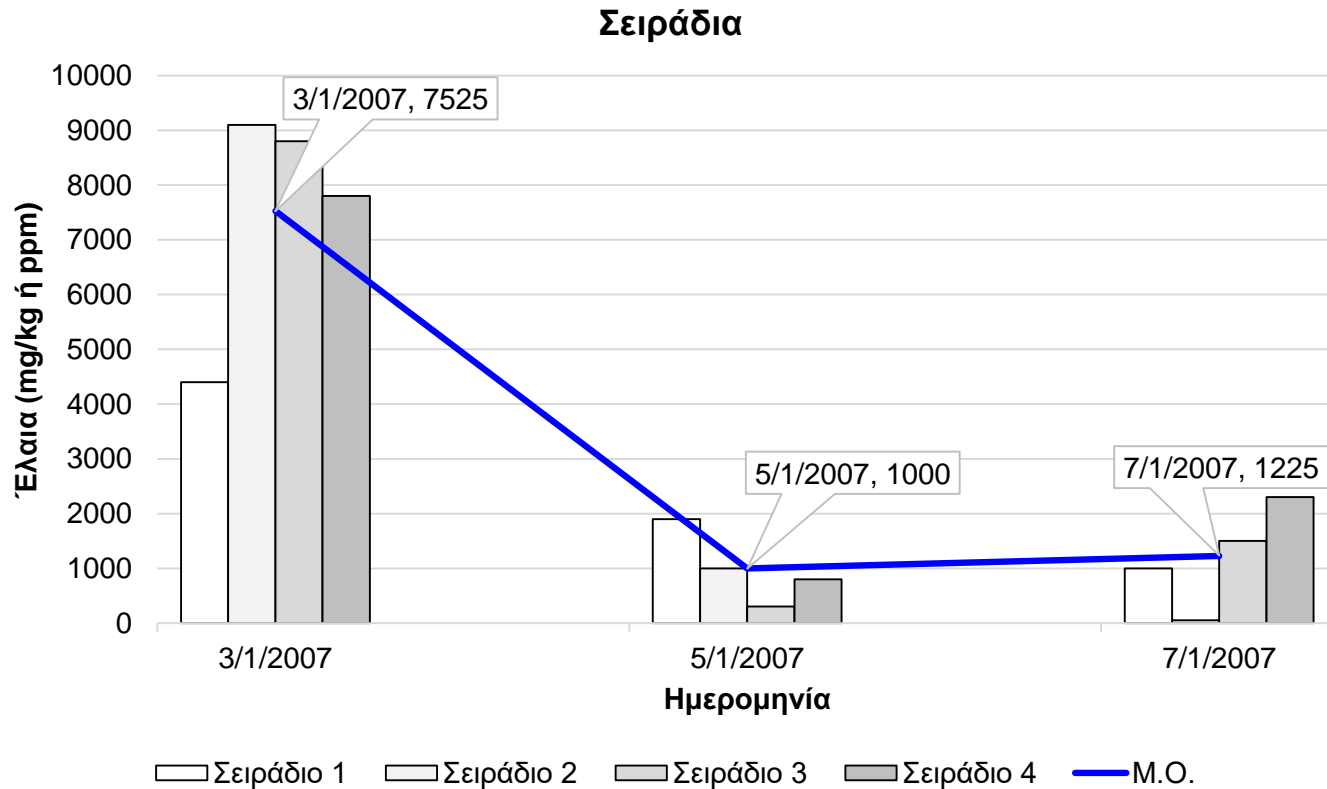
- Δειγματοληψία στα όρια εκσκαφής
- Δειγματοληψία στα σειράδια επεξεργασίας
- Όλα εντάξει;
 - Επανεπίχωση & τελική ασφαλτόστρωση

Αποτελέσματα: Εκσκαφή

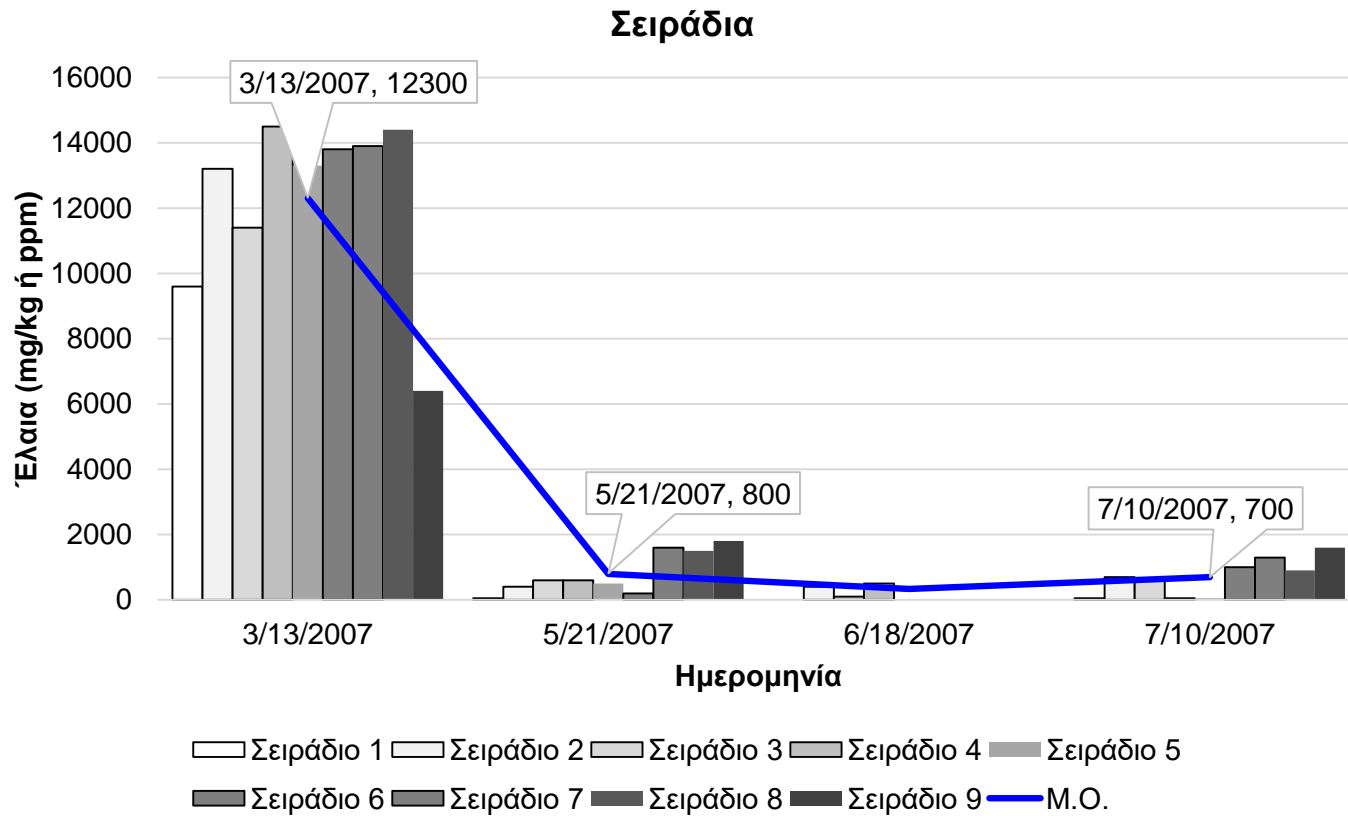
	Έλαια (mg/kg ή ppm)	
cm	Θέση Δ1	Θέση Δ7
0-25	16400	16800
25-50	2400	2800
50-75	1700	8300
75-100	1800	10100
100-300		1000

Αποτελέσματα: Σειράδια (1)

Έλαια (mg/kg ή ppm)



Αποτελέσματα: Σειράδια (2) Έλαια (mg/kg ή ppm)



Τελευταία στάδια

- Υποβολή τελικής αναφοράς
(ασφαλτοστρώσαμε...)
- Δεν προβλέπεται παρακολούθηση

Ερώτηση Κατανόησης

- Η ρύπανση στην αποθήκη της ΔΕΗ θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως περιστατικό μειωμένης προτεραιότητας γιατί ... (τσεκάρετε όλα όσα θεωρείτε σωστά):
 - η ρύπανση δεν ξεπερνούσε τα 75 εκ. βάθος
 - ο υδροφόρος ορίζοντας ήταν σε μεγάλο βάθος
 - τα ορυκτέλαια δεν είναι ανησυχητικός ρύπος
 - η επιβάρυνση της γύρω περιοχής είναι σημαντική

Ευχαριστίες

Η Διεύθυνση Υγείας και Ασφάλειας στην Εργασία της ΔΕΗ έδωσε άδεια για τη χρήση του υλικού αυτού του περιστατικού για εκπαιδευτικούς σκοπούς.