

Διαρροή μη υδατικών ρύπων: εξέλιξη της κατανομής τους στο υπέδαφος

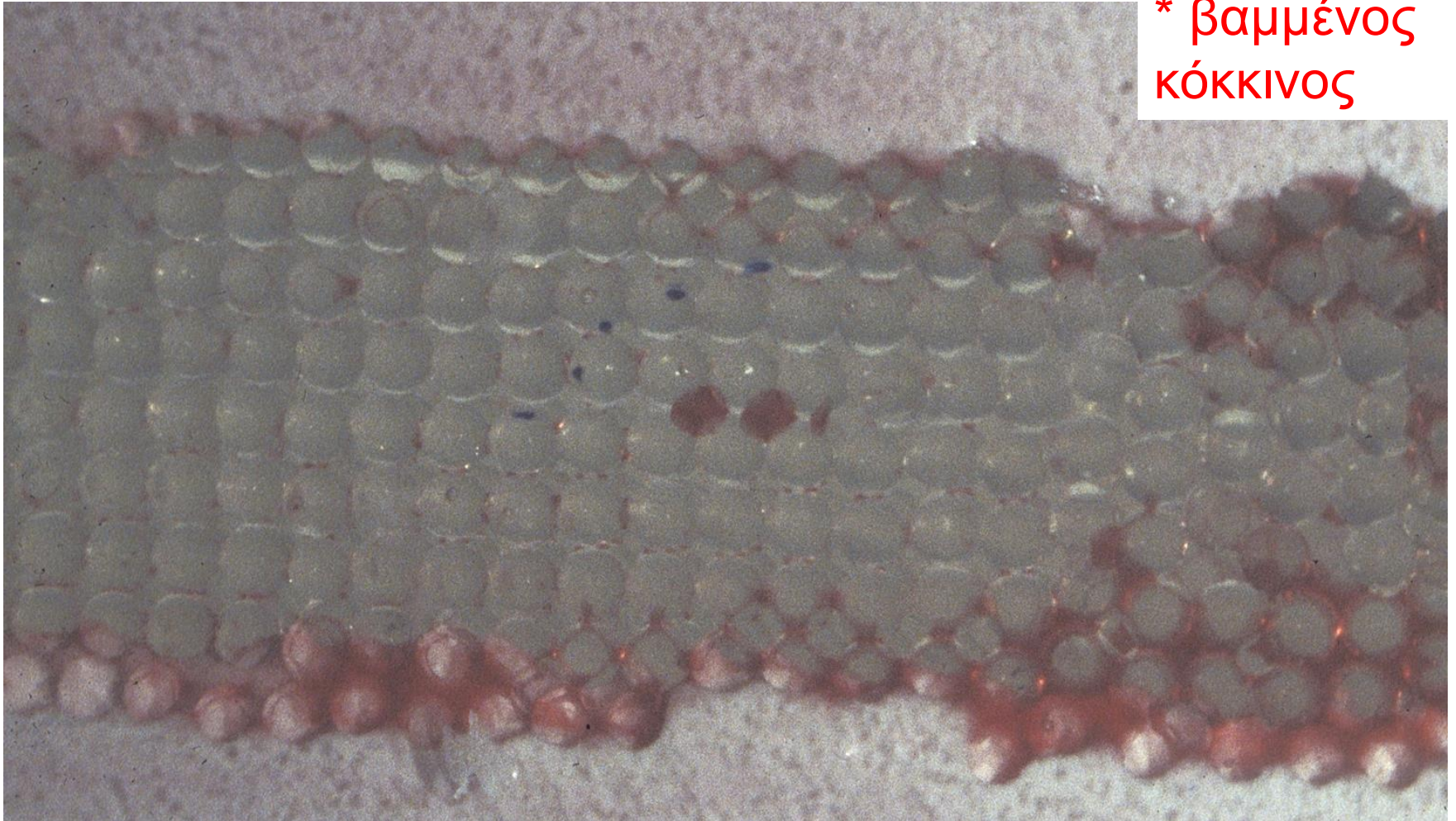
Παρουσίαση 1 από 4:
σχετικώς ομοιογενή κοκκώδη εδάφη

Μη υδατικοί ρύποι ή ρύποι που δεν αναμειγνύονται με το νερό

- ✘ ΠΡΟΣΟΧΗ! αναμειγνύομαι (με) \neq διαλύομαι (σε)
 - ✘ [προσπάθησε να την ακολουθήσει, αλλά εκείνη αναμείχθηκε με το πυκνό πλήθος και έτσι την έχασε...]
- ✘ Υγρός οργανικός ρύπος που δεν αναμειγνύεται με το νερό = μη υδατική φάση = non aqueous phase liquid (NAPL)
 - ✘ LNAPL: ρύπος ελαφρότερος από το νερό (πχ πετρελαιοειδή: βενζίνη, ορυκτέλαια)
 - ✘ DNAPL: ρύπος βαρύτερος από το νερό (πχ χλωριωμένοι διαλύτες)

Μη υδατικός ρύπος*
σε προσομοίωμα** κορεσμένου πορώδους μέσου

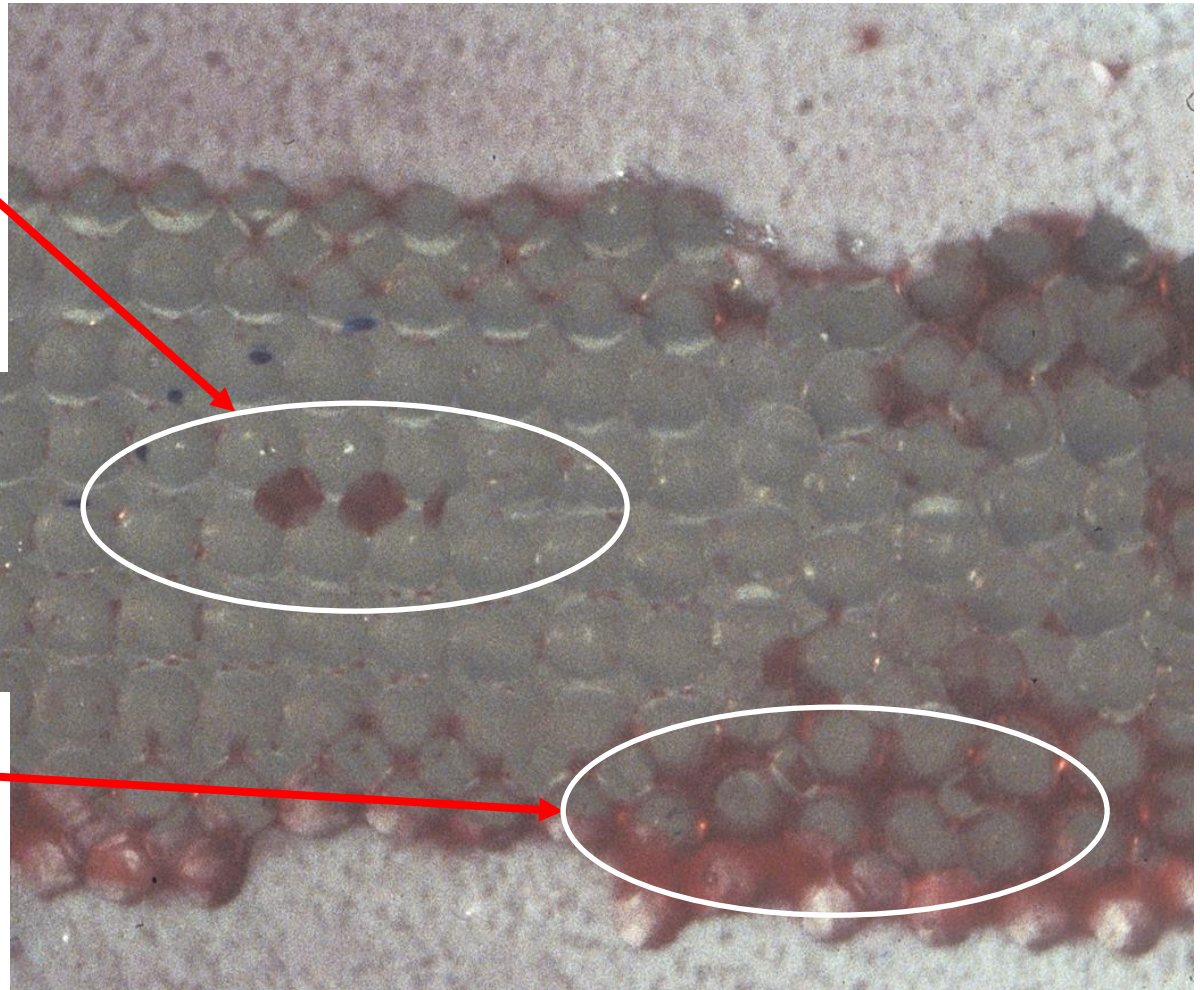
* βαμμένος
κόκκινος



** κόκκος = γυάλινο σφαιρίδιο ($D=2.5\text{mm}$)

Μη υδατικός ρύπος σε προσομοίωμα κορεσμένου πορώδους μέσου

Μεμονωμένα
σταγονίδια
(παγιδευμένα λόγω
τριχοειδών δυνάμεων)
= μικρός βαθμός
κορεσμού του ρύπου

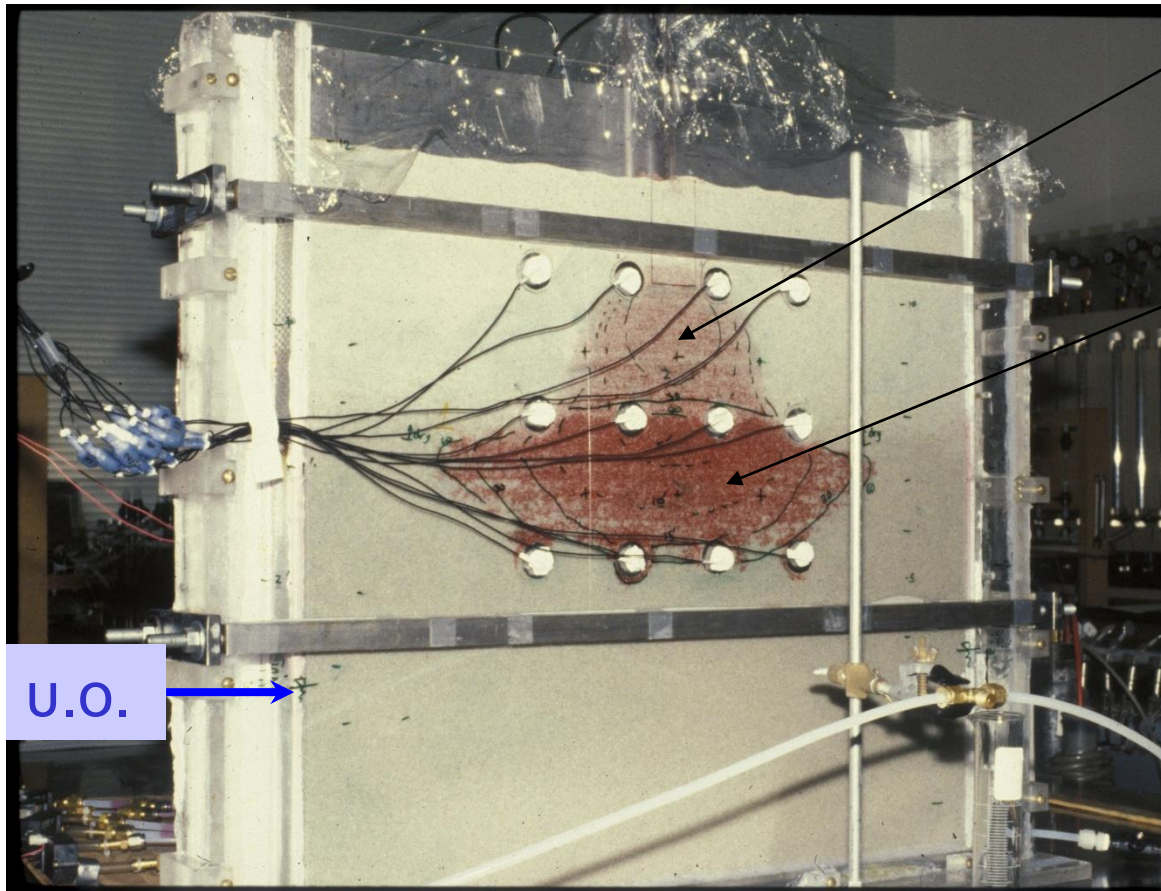


Σημαντικό ποσοστό
των πόρων είναι
γεμάτο με τον ρύπο =
σημαντικός βαθμός
κορεσμού του ρύπου

Κηροζίνη* (LNAPL) σε χονδρόκοκκη άμμο

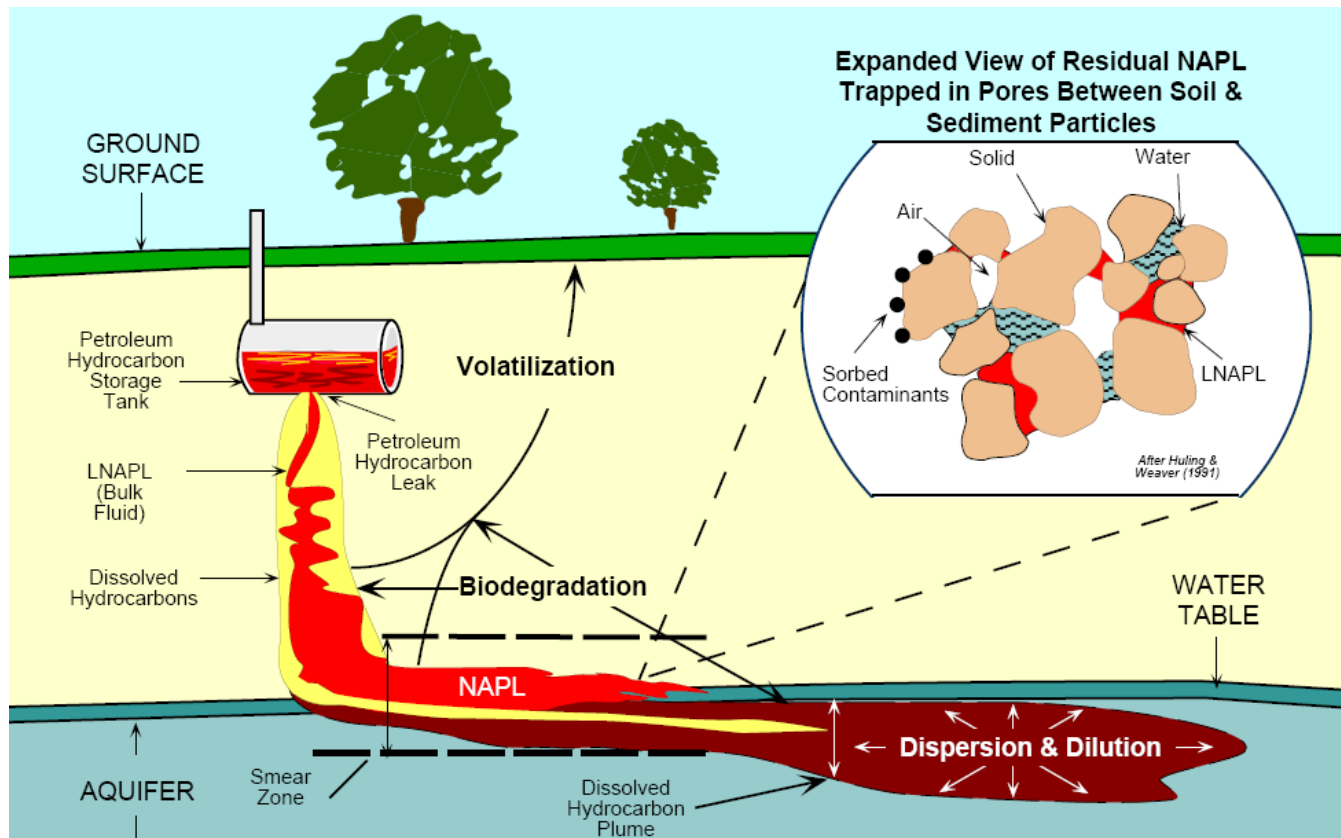
στην
ακόρεστη
ζώνη
περιμένω
«σταγονίδια»
(παραμένοντα
βαθμό
κορεσμού)

στην
περιοχή
του Υ.Ο.
περιμένω
σημαντικό
βαθμό
κορεσμού
(σημαντική
μάζα)



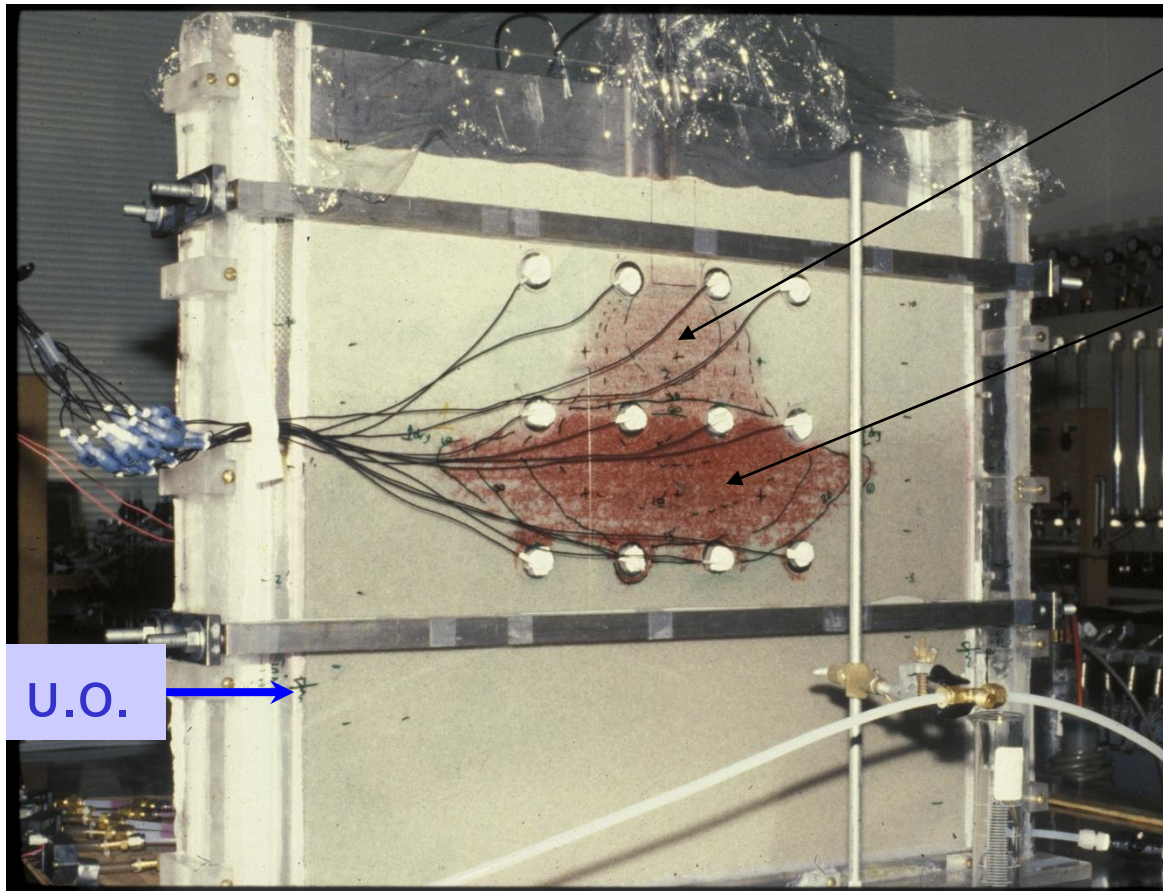
* βαμμένη
κόκκινη

Διαρροή μη υδατικού ρύπου, ελαφρύτερου από το νερό



USEPA (1999)

Κηροζίνη* (LNAPL) σε χονδρόκοκκη άμμο (Διαστάσεις δοκιμίου: 60cm x 60cm x 5cm)



παραμένων
βαθμός
κορεσμού

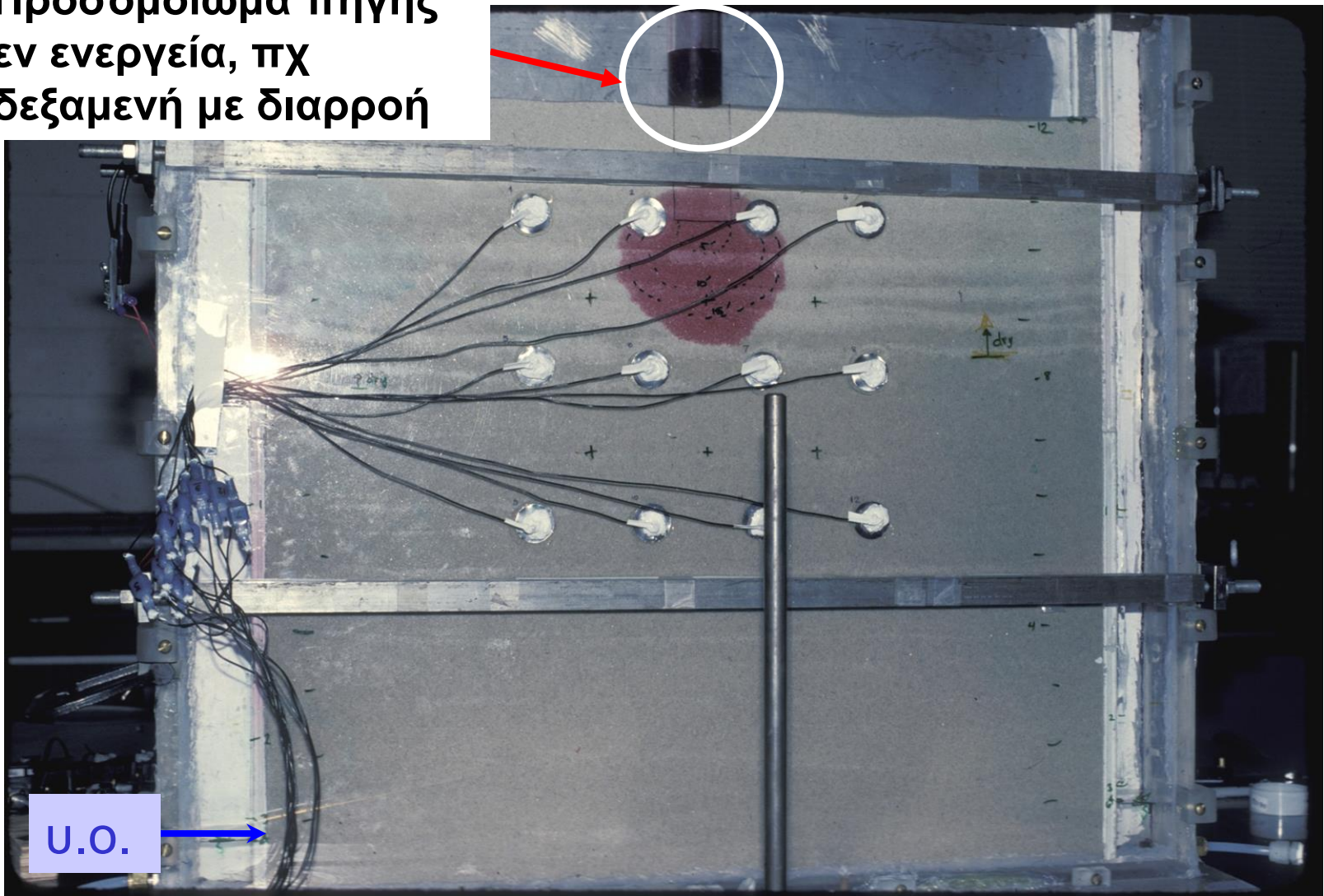
κηλίδα,
“φακός” ή
“τηγανίτα”:
δυνατότητα
άντλησης-
περαιτέρω
κίνησης

* βαμμένη
κόκκινη

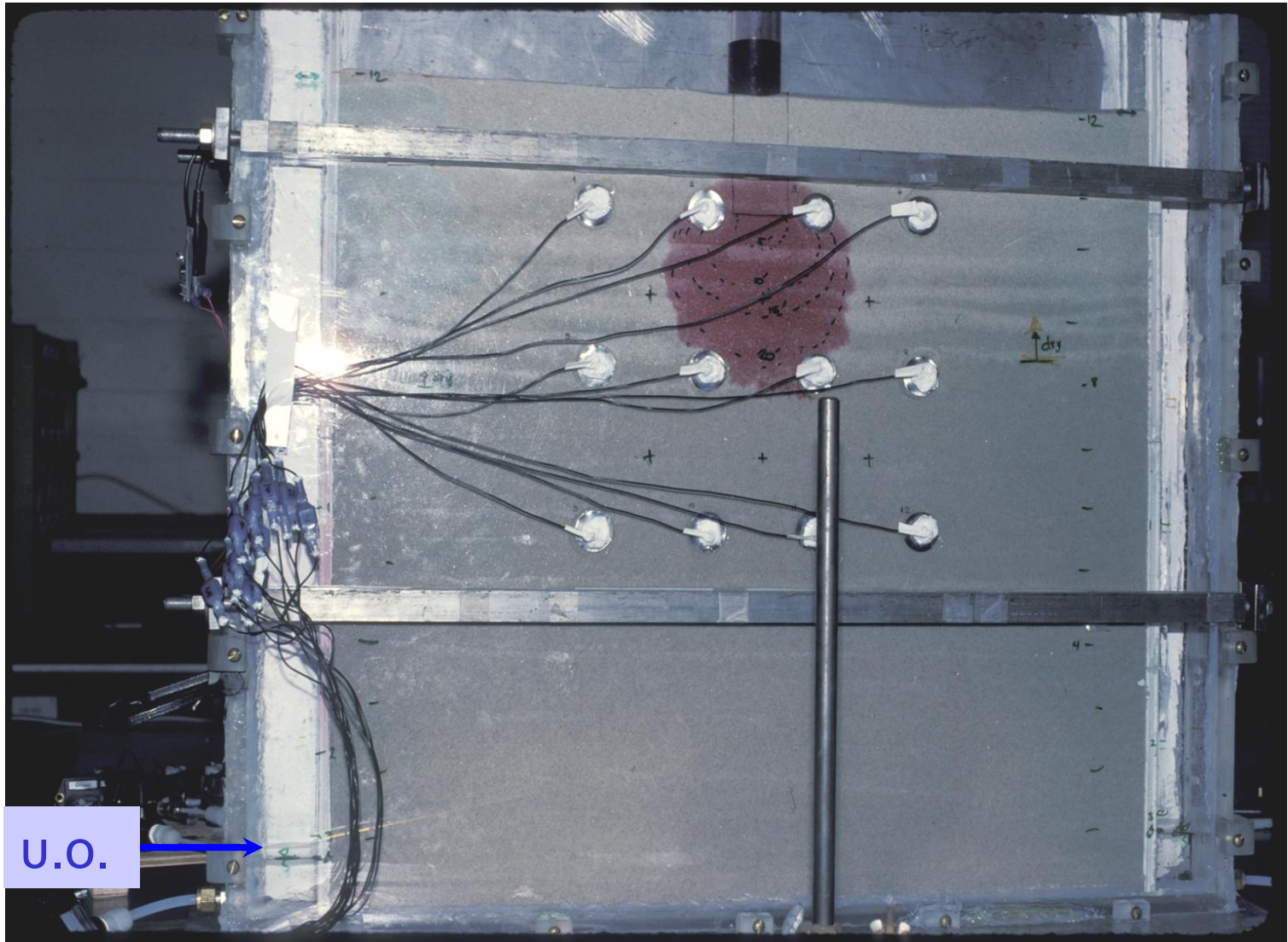
Σταδιακή διήθηση κηροζίνης
(Light, nonaqueous phase liquid, LNAPL)
σε λεπτόκοκκη άμμο

Επόμενες 5 διαφάνειες

Προσομοίωμα πηγής
εν ενεργεία, πχ
δεξαμενή με διαρροή

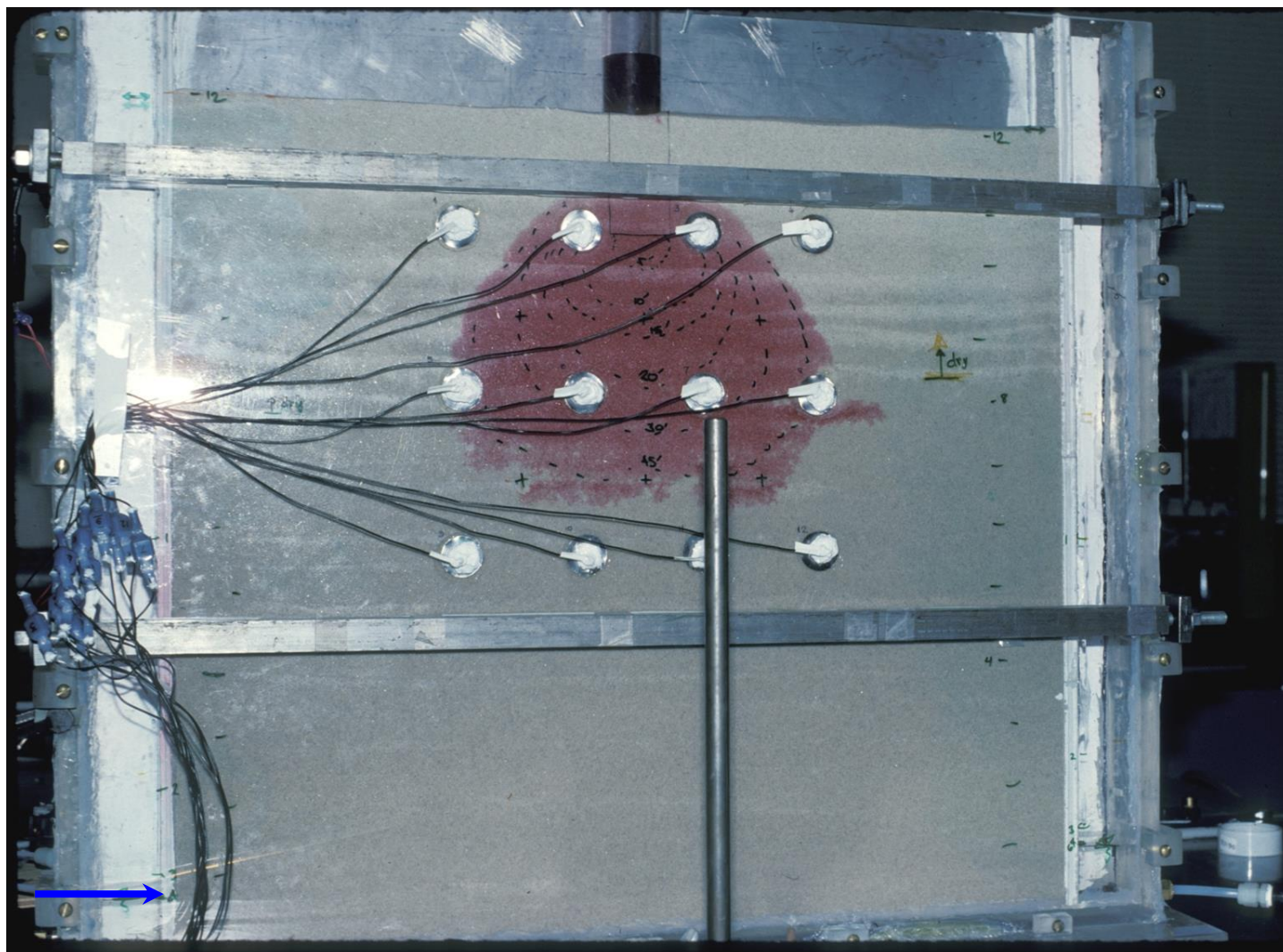


15+ λεπτά

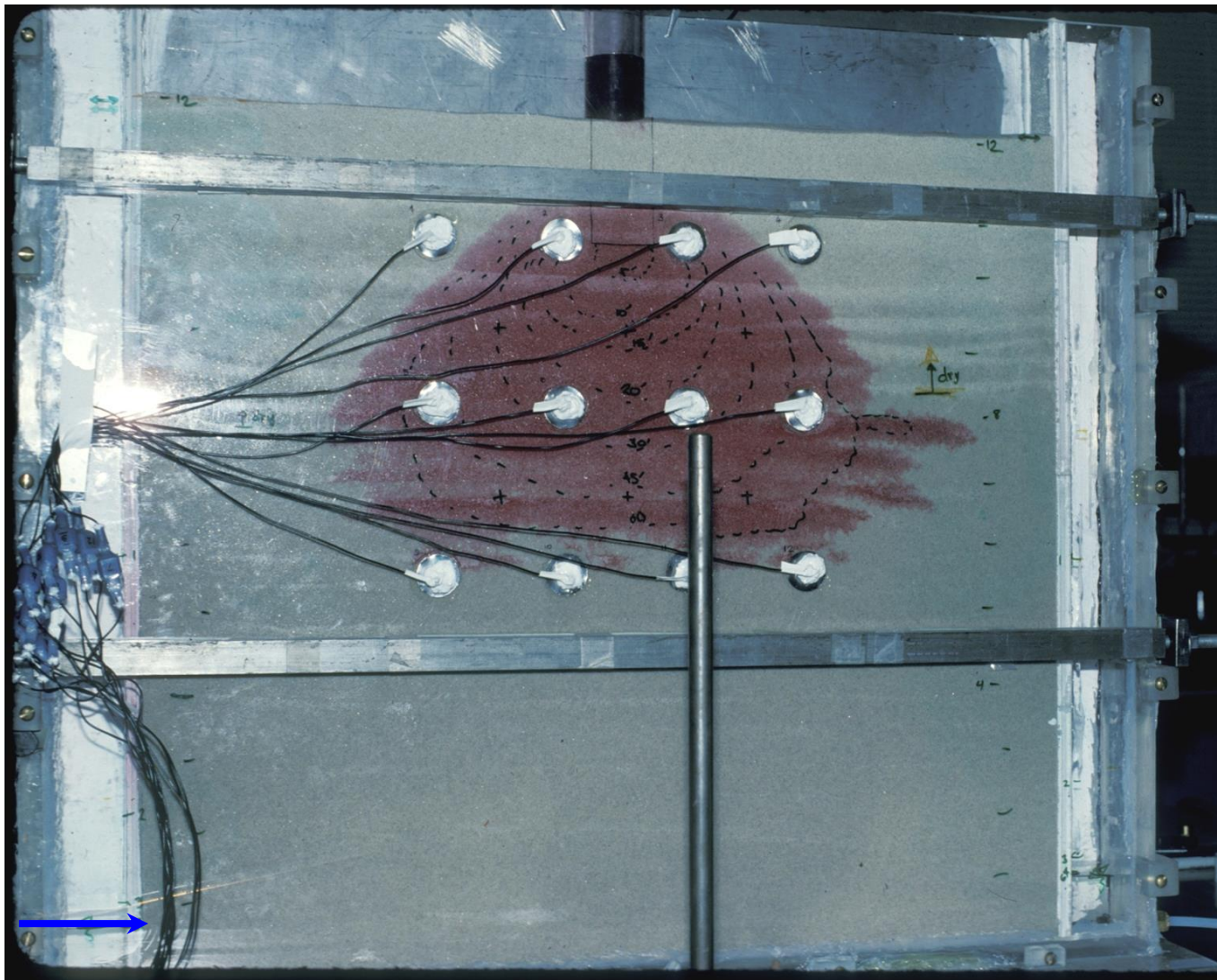


U.O.

20 λεπτά

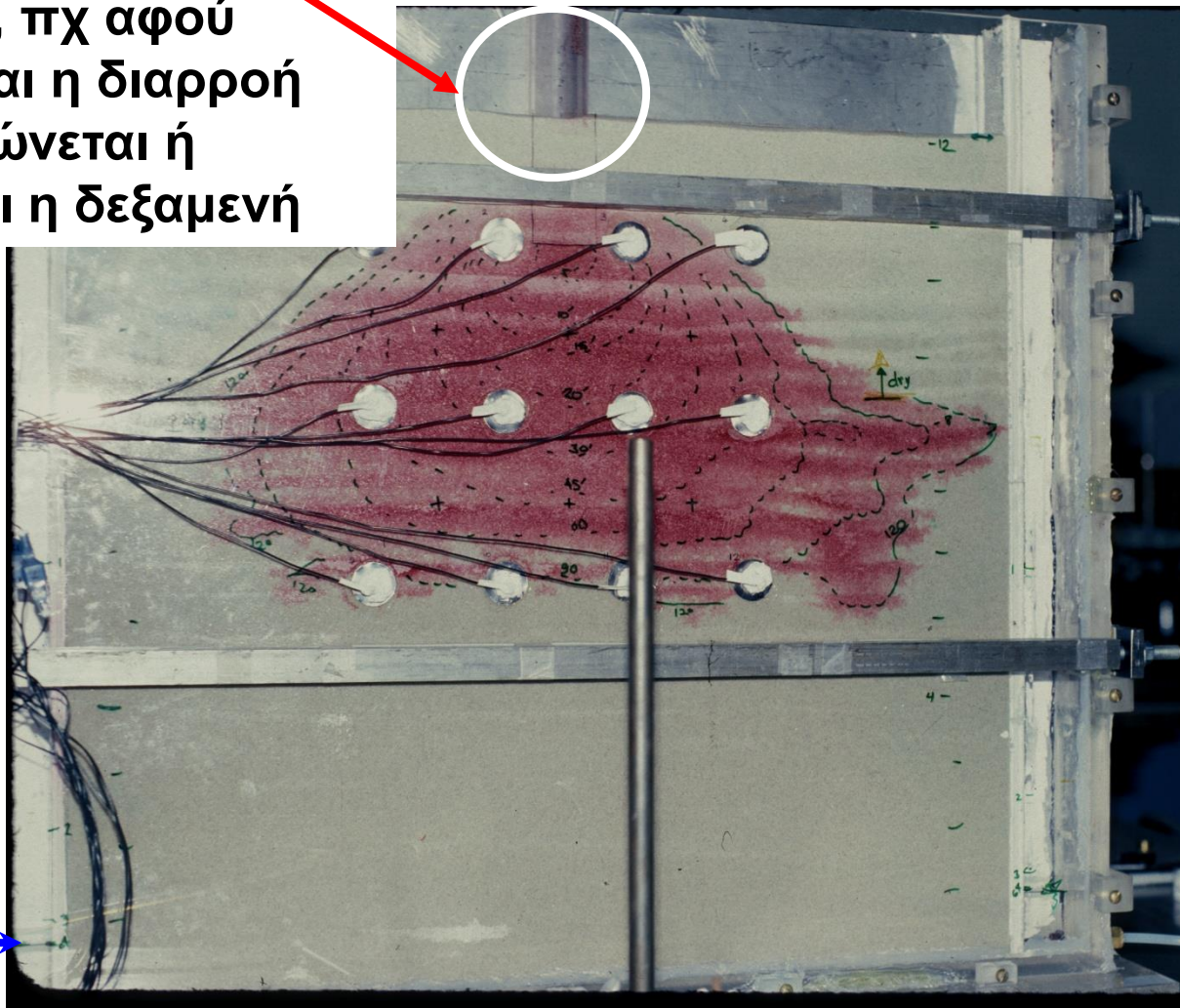


45 λεπτά



60+ λεπτά

Η πηγή είναι πλέον
ανενεργή, πχ αφού
εντοπίζεται η διαρροή
και διορθώνεται ή
αφαιρείται η δεξαμενή



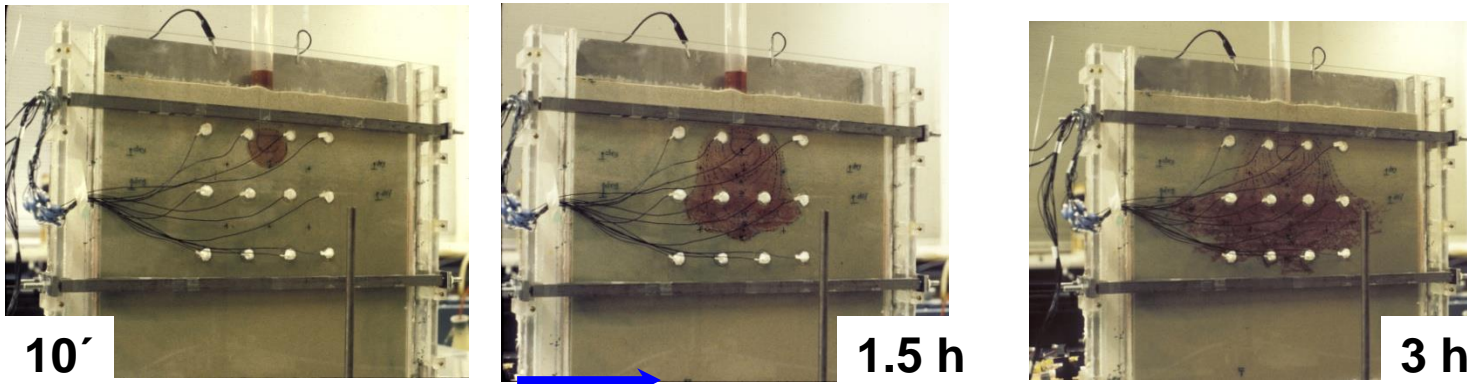
U.O.

2 ώρες

Ερώτηση – Μαντεψιά (με σκέψη)

- Μια υπόγεια δεξαμενή βενζίνης αφαιρέθηκε όταν διαπιστώθηκε διαρροή. Ποια από τις παρακάτω δύο προτάσεις σας φαίνεται πιο πιθανή;
 - Μετά την αφαίρεση της δεξαμενής, παύει η περαιτέρω εξάπλωση της βενζίνης
 - Μετά την αφαίρεση της δεξαμενής, η βενζίνη μπορεί να εξαπλωθεί περαιτέρω (ως LNAPL), μπορεί και όχι

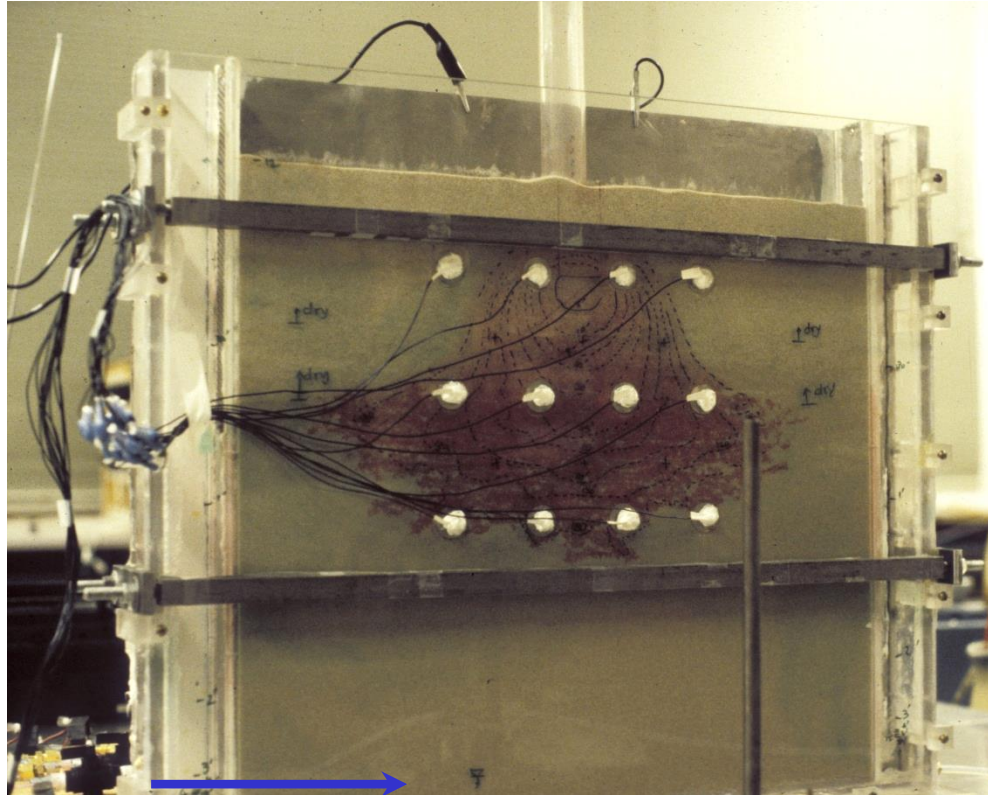
Σταδιακή διήθηση κηροζίνης (LNAPL) σε λεπτόκοκκη ομοιογενή άμμο



Κοντά στην επιφάνεια του εδάφους η κηροζίνη διηθείται εκτοπίζοντας κυρίως αέρα (μικρός βαθμός κορεσμού του νερού): **10 λεπτά**

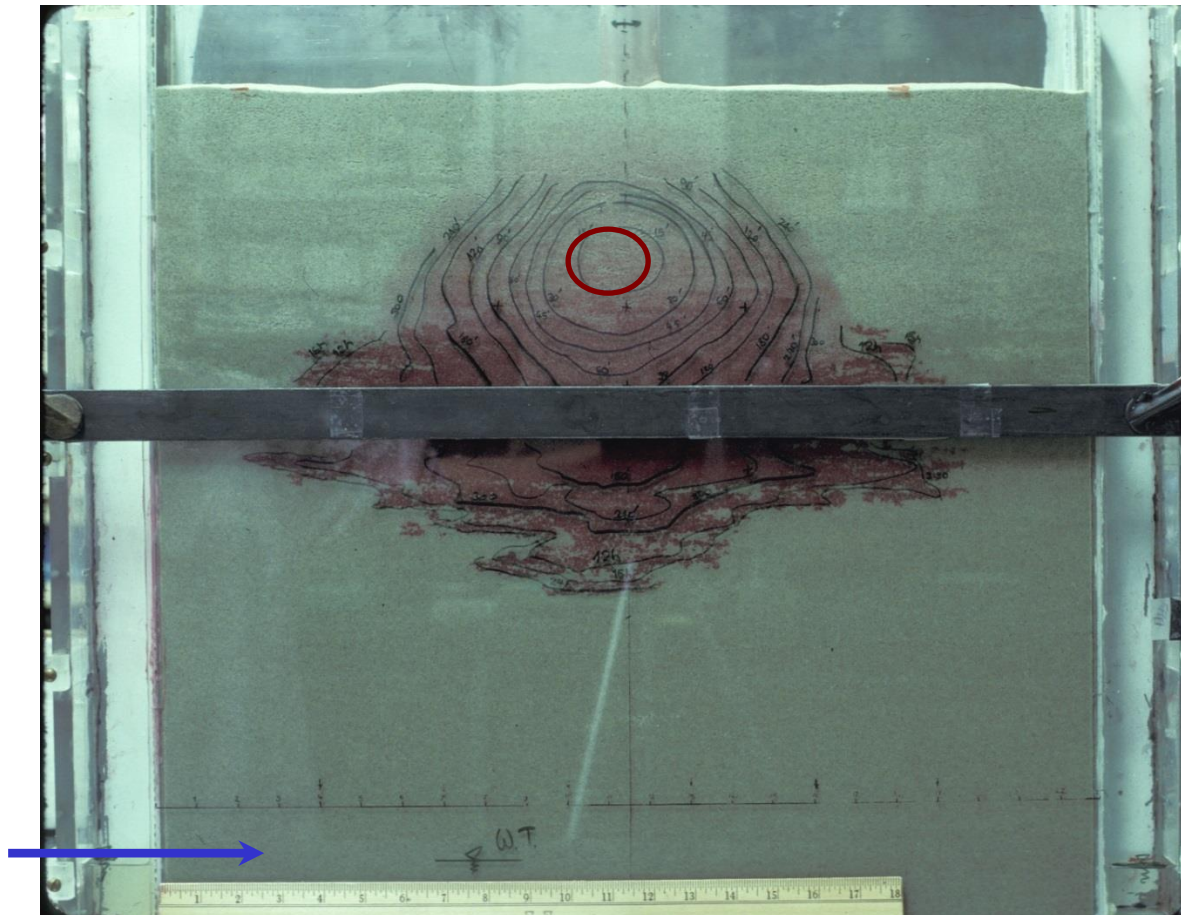
Όσο πλησιάζει στη ζώνη τριχοειδούς ανύψωσης, η κηροζίνη αναγκαστικά πρέπει να εκτοπίσει νερό για να κινηθεί κατακόρυφα, με αποτέλεσμα να επιβραδυνθεί η κίνησή της και να εξαπλωθεί οριζόντια: **1.5 ώρα, 3 ώρες**

Τελική κατανομή κηροζίνης – δυνατότητες αποκατάστασης

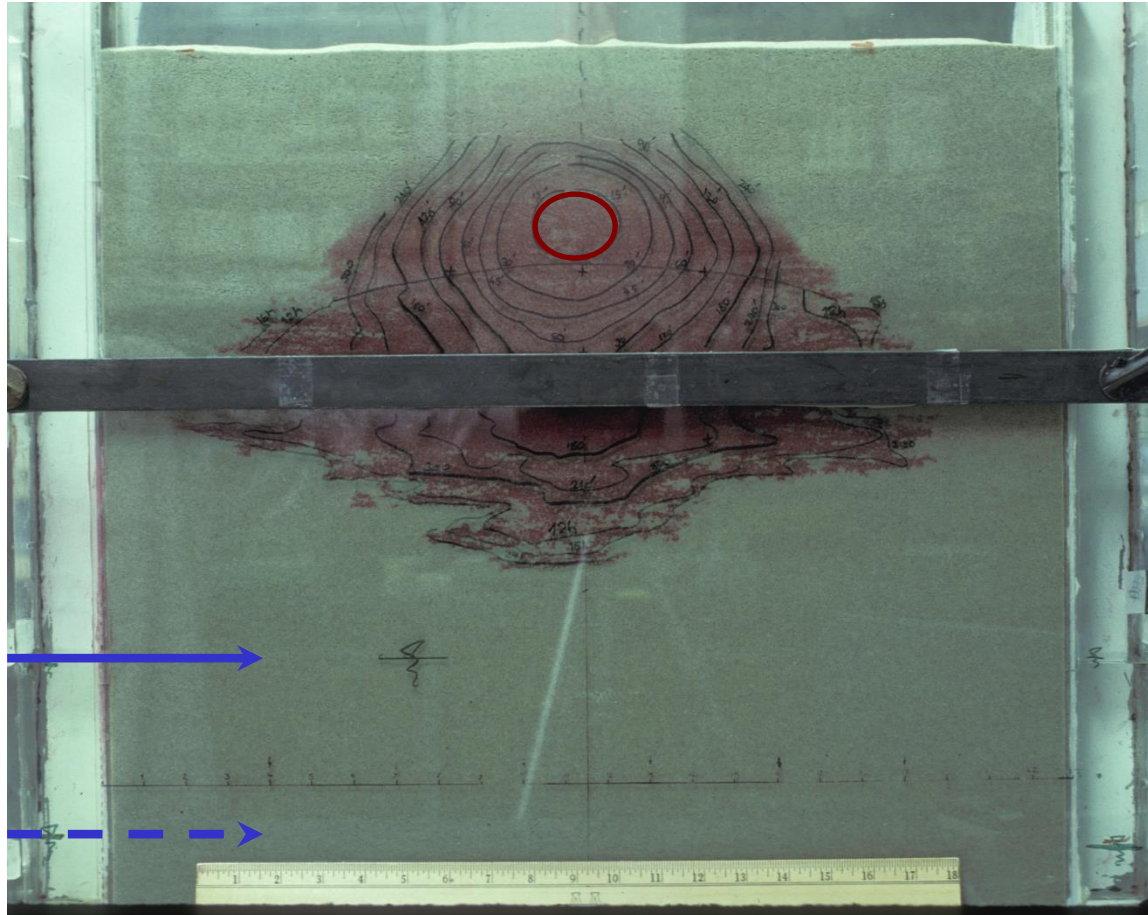


- ✘ Περιοχή με παραμένοντα βαθμό κορεσμού – άντληση ατμών
- ✘ Κηλίδα στη ζώνη τριχοειδούς ανύψωσης – κάποιο ποσοστό μπορεί να κινηθεί προς πηγάδια στη ρυπασμένη περιοχή ή με περαιτέρω καταβίβασμό της στάθμης του υ.ο.

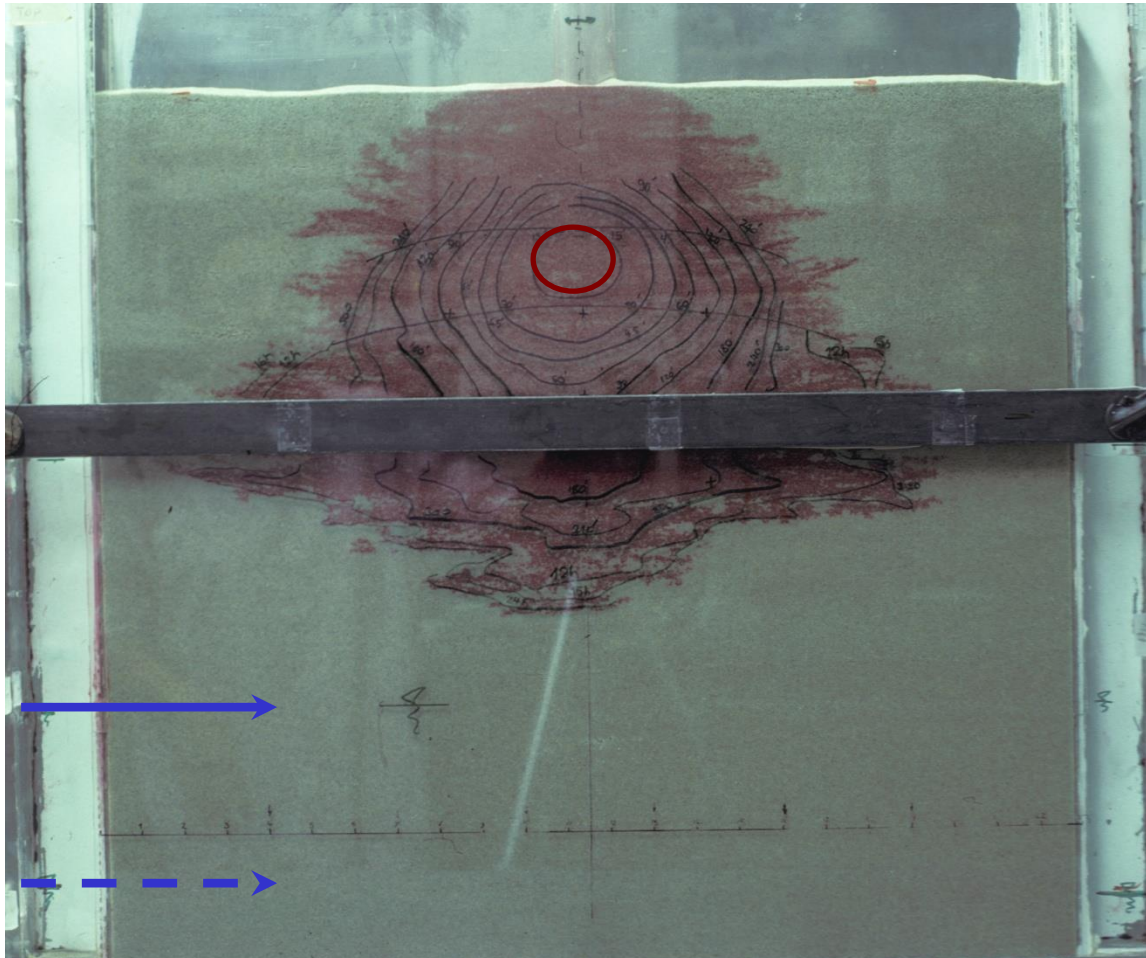
Επιπτώσεις διακυμάνσεων του υδροφόρου ορίζοντα
1. τελική κατανομή ισορροπίας με χαμηλό υ.ο.



Επιπτώσεις διακυμάνσεων του υδροφόρου ορίζοντα
2. Σταδιακή ανύψωση υ.ο.



Επιπτώσεις διακυμάνσεων του υδροφόρου ορίζοντα
3. Τελική ανακατανομή (με υψηλό υ.ο.)

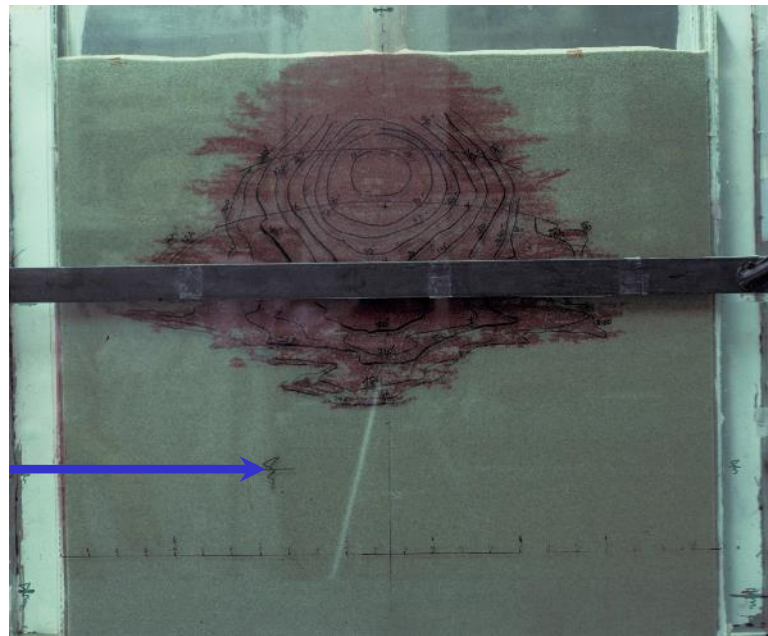


Ποια θα επιλέγατε να περιγράψετε ως την πιο σημαντική διαφορά των δύο κατανομών;

Κατάσταση ισορροπίας, χαμηλός υδροφόρος ορίζοντας (Υ.Ο.)



Κατάσταση ισορροπίας, μετά την ανύψωση του Υ.Ο.



Βασικά σημεία

- LNAPL διαρρέον στην ακόρεστη ζώνη θα δημιουργήσει από όπου περάσει μια περιοχή μικρού βαθμού κορεσμού
- Αν ο ρύπος φτάσει στον υδροφόρο ορίζοντα, θα ακινητοποιηθεί σε βαθμό κορεσμού που επιτρέπει περαιτέρω κίνηση αν αλλάξουν οι συνθήκες (άντληση, διακυμάνσεις υδροφόρου ορίζοντα)
 - τυχόν ανύψωση υ.ο. δεν θα μειώσει το μέγιστο βάθος που έχει φτάσει ο μη υδατικός ρύπος: ένα ποσοστό θα παραμείνει παγιδευμένο εξ αιτίας τριχοειδών δυνάμεων

Πηγές σχημάτων

Σημείωση: το μη πρωτογενές υλικό αυτής της παρουσίασης ή έχει αναρτηθεί στο διαδίκτυο με άδεια Creative Commons, ή είναι διαθέσιμο στο διαδίκτυο (πχ πρακτική των ΗΠΑ για μελέτες κλπ δημόσιων οργανισμών) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με κατάλληλη αναφορά (attribution), ή συνοδεύεται από άδεια από τον εκδότη.

Διαφάνεια 6. US Environmental Protection Agency (EPA), 1999, Monitored Natural Attenuation of Petroleum Hydrocarbons, EPA/600/F-98/021, <https://clu-in.org/download/remed/pet-hyd.pdf> (Ημερομηνία πρόσβασης 19-10-2020)