

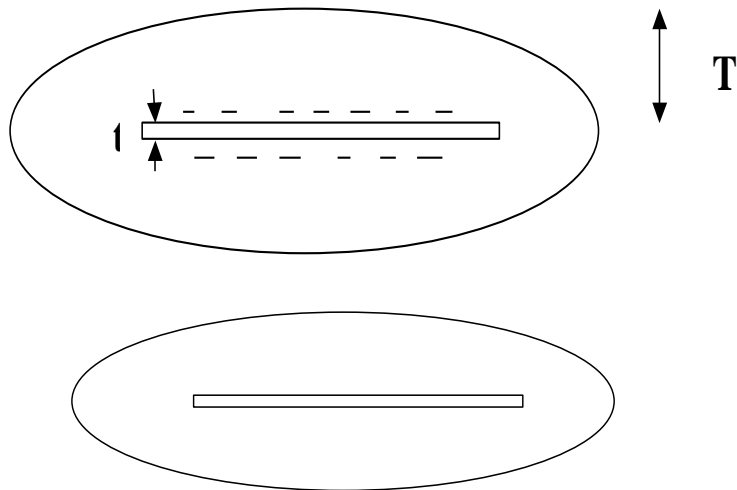
Χαμηλής περατότητας διαφράγματα (περιορισμός εξάπλωσης ρύπων): Σχόλια

- Μεγάλη εμπειρία εφαρμογής σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)
 - ο όγκος του διαφεύγοντος στραγγίσματος και η επιβράδυνση της εξάπλωσης των ρύπων του στραγγίσματος υπολογίζονται με βάση τις γνωστές αρχές ροής και μεταφοράς
 - η επιβράδυνση εξάπλωσης των ρύπων με τη βοήθεια ενός χαμηλής περατότητας διαφράγματος μπορεί να εκτιμηθεί με αντίστοιχο τρόπο (ένα διάφραγμα δεν είναι παρά ένας κατακόρυφος πυθμένας ΧΥΤΑ!)
- Όταν χρησιμοποιείται αποκλειστικά άργιλος, πρέπει να εξασφαλίζεται/ελέγχεται η σταθερότητα συμπεριφοράς της

Συμπεριφορά αργίλου: αργιλικά πλακίδια

- τα αργιλικά πλακίδια έχουν αρνητικά φορτισμένες επιφάνειες (και θετικά φορτισμένα άκρα)
- οι αρνητικά φορτισμένες επιφάνειες έλκουν ιόντα και μόρια νερού, σχηματίζοντας τη λεγόμενη διπλή στρώση

Αργιλικά πλακίδια - Διπλή στρώση



- Πάχος διπλής στρώσης, $T \uparrow$

$$T \propto \sqrt{D/n_o v^2}$$

- v – σθένος κατιόντος \downarrow
- D – διηλεκτρική σταθερά \uparrow
- n_o – συγκέντρωση ηλεκτρολύτη \downarrow

μπεντονίτης + νερό:

ο μπεντονίτης
μπορεί να
συγκρατήσει
πολύ νερό,
φτάνει να μην
αλλάξουν οι
ιδιότητες του
υγρού των
πόρων



μπεντονίτης
+ αλατόνερο

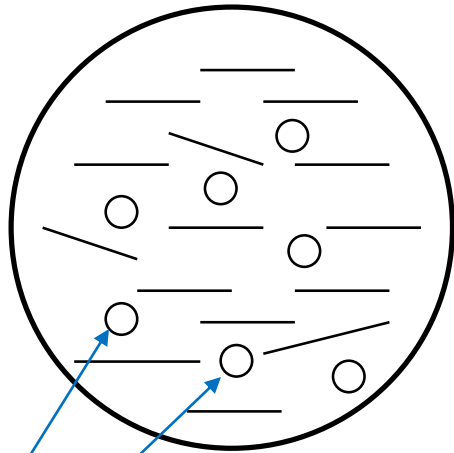
μπεντονίτης
+ τολουόλιο

Οι τρεις στήλες δημιουργήθηκαν από την καθίζηση
αιωρημάτων μπεντονίτη με την ίδια μάζα στερεών

Σχηματική δομή αργίλου

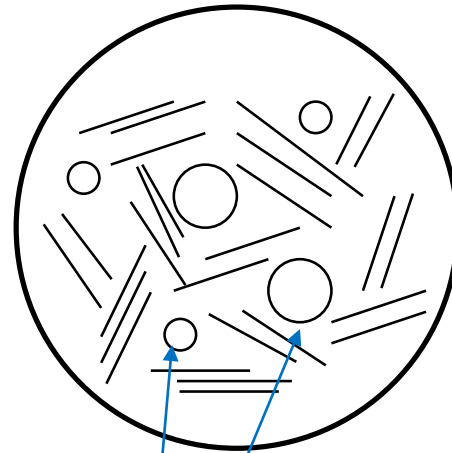
(A) διεσπαρμένη – (B) κροκιδωμένη

(A)



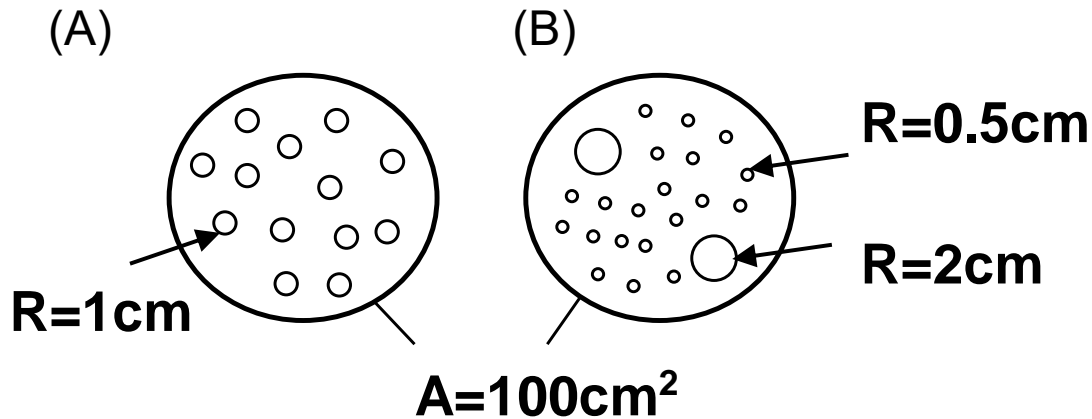
Παχιά διπλή στρώση –
ισχυρές απωστικές δυνάμεις –
πόροι ομοιόμορφου (μικρού)
μεγέθους – μικρή K

(B)



Λεπτή διπλή στρώση –
ασθενείς απωστικές δυνάμεις –
πόροι ανομοιόμορφου
μεγέθους – μεγαλύτερη K

Υπενθύμιση από ενότητα ροής

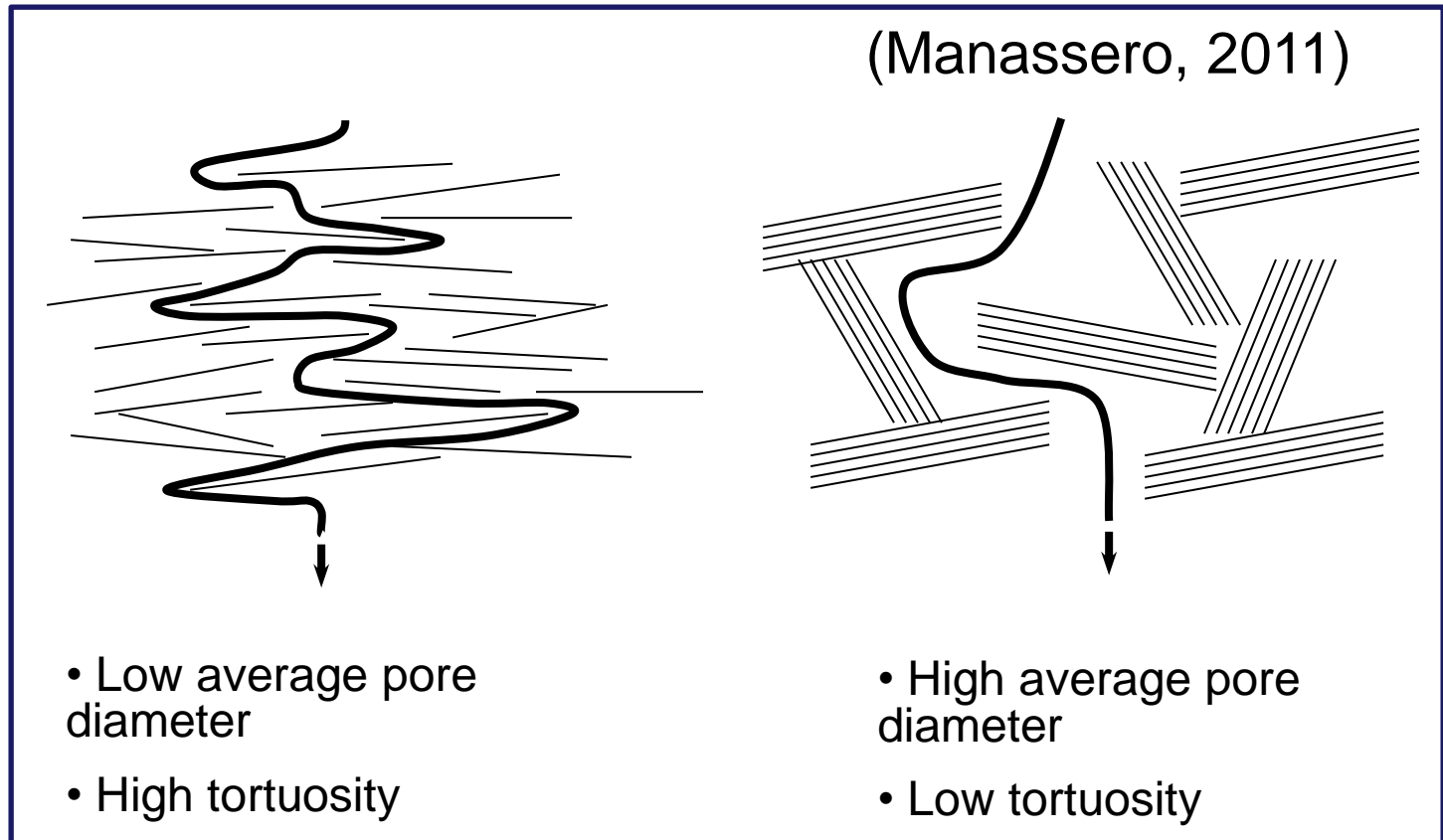


- Δύο διατομές (δηλ. πορώδη μέσα) με ίδιο πορώδες – διαφορετική παροχή (δηλ. υδραυλική αγωγιμότητα)

$$n_A = n_B$$

$$Q_B = 2.6Q_A$$

Επίδραση δομής αργίλου στην υδραυλική αγωγιμότητα



**Μικρή Υδραυλική
Αγωγιμότητα**

**Μεγάλη Υδραυλική
Αγωγιμότητα**

Δομή της αργίλου

- Η αλληλεπικάλυψη των διπλών στρώσεων προκαλεί απωστικές δυνάμεις
- Μεγάλο πάχος διπλής στρώσης → παράλληλη, διεσπαρμένη (dispersed) δομή → πόροι ομοιόμορφου μεγέθους → μικρή υδροπερατότητα
- Μικρό πάχος διπλής στρώσης → μικρή απωστική δύναμη → τυχαία, κροκιδωμένη (flocculated) δομή → πόροι ανομοιόμορφων μεγεθών → μεγαλύτερη υδροπερατότητα



Νερό – τρία εδάφη
(ίδια μάζα στερεών)



Μπεντονίτης – τρία υγρά
(ίδια μάζα στερεών)

Δομή-υδραυλική αγωγιμότητα αργίλου (συμπεράσματα)

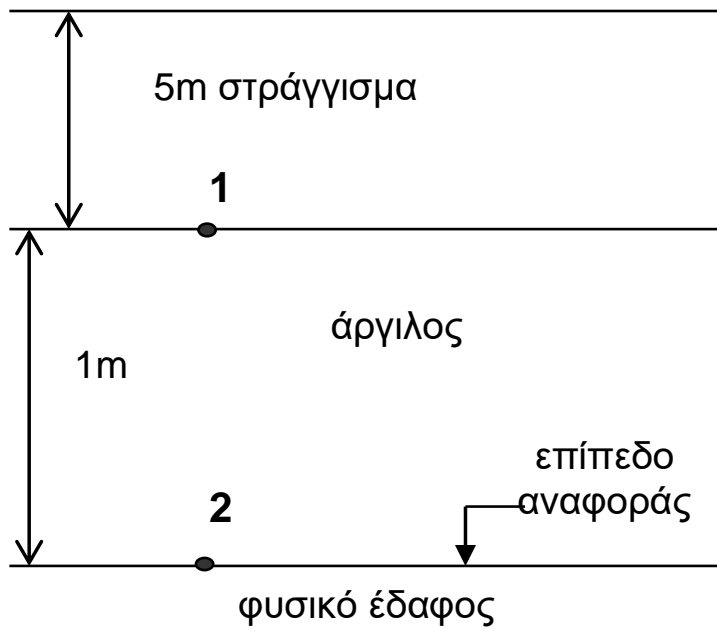
- Η υδραυλική αγωγιμότητα της αργίλου εξαρτάται από τη δομή της
- Η δομή της αργίλου επηρεάζεται σημαντικά από
 - τις συνθήκες συμπύκνωσης
 - τις ιδιότητες του υγρού των πόρων \Rightarrow κάποιοι ρύποι μπορούν να προκαλέσουν σημαντική αύξηση της υδραυλικής αγωγιμότητας
- Αν χρησιμοποιήσουμε μόνο άργιλο για προστασία κατά της επέκτασης ρύπων πιθανά να αντιμετωπίσουμε δυσάρεστες εκπλήξεις

Υπολογισμός **ισοδύναμης προστασίας** που προσφέρει η στεγανωτική στρώση πυθμένα ΧΥΤΑ

- Δύο πιθανά κριτήρια για σύγκριση με στρώμα αναφοράς των κανονισμών
 - Παροχή (στραγγίσματος) μέσω της στεγανωτικής στρώσης πυθμένα
 - Λύνω το πρόβλημα ροής
 - Χρόνος άφιξης ρύπου στην κατάντη επιφάνεια της στεγανωτικής στρώσης πυθμένα (δηλαδή στο φυσικό έδαφος)
 - Λύνω και το πρόβλημα μεταφοράς
 - Χρόνος άφιξης μετώπου μεταγωγής (προσέγγιση)
 - Χρόνος άφιξης κάποιας μικρής συγκέντρωσης λαμβάνοντας υπόψη μεταγωγή, διάχυση & διασπορά
- Διαφορετικά κριτήρια δίνουν διαφορετικά αποτελέσματα

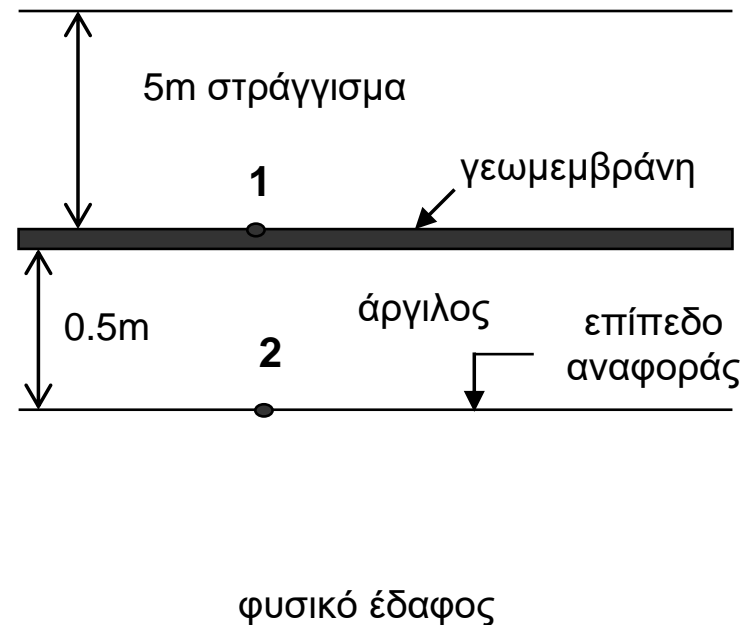
Στρώμα αναφοράς των κανονισμών

Διάταξη I



Σύνθετη στρώση: ελάχιστες απαιτήσεις κανονισμών

Διάταξη II



Σύγκριση ισοδύναμης προστασίας για διαφορετικά κριτήρια

	Παροχή (liters per 1m ² per year)	Χρόνος άφιξης τύπου (years)	Χρόνος άφιξης C = 0.01C _o , προσέγγιση (years)	Χρόνος άφιξης C = 0.01C _o , ακριβής λύση (years)
Διάταξη I (1m άργ., K _c =10 ⁻⁹ m/s)	189	2.1	1.61	1.61
Διάταξη II (0.5m άργ., K _c =10 ⁻⁹ m/s, 1.5mm GM, K _g =10 ⁻¹³ m/s)	11	18.1	4.24	3.86
Επιπλέον προστασία Διάταξης II, K_g=10⁻¹³ m/s	x 17.2	x 8.6	x 2.6	x 2.4
Διάταξη II (0.5m άργ., K _c =10 ⁻⁹ m/s, 1.5mm GM, K _g =10 ⁻¹² m/s)	86.7	2.3		1.3
Επιπλέον προστασία Διάταξης II, K_g=10⁻¹² m/s	x 2.2	x 1.1		x 0.8

Για ρεαλιστική εκτίμηση επιπτώσεων διαρροής

- Υπολογισμός ροής και μεταφοράς διαμέσου των ατελειών της γεωμεμβράνης (Κανδρής & Πανταζίδου, 2010, Kandris & Pantazidou, 2012)

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Κανδρής, Κ. και Μ. Πανταζίδου, 2010, Ποσοτικοποίηση της παρεχόμενης προστασίας από σύνθετες στρώσεις στεγάνωσης ΧΥΤΑ: Σύγκριση εναλλακτικών μεθόδων υπολογισμού, 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωτεχνικής και Γεωπεριβαλλοντικής Μηχανικής, Βόλος, 29 Σεπτ.-1 Οκτ.
- Kandris, Κ. and Μ. Pantazidou, 2012, Landfill base liners: Assessment of material equivalency and impact to groundwater, Geotechnical and Geological Engineering, 30:1:27-44

Πηγές σχημάτων

Διαφάνεια 7. Manassero, M., 2011, Diversification of Environmental Geotechnics: The Research Perspective, Panel Presentation in Session 6.1: Geoenvironmental Issues, 15th European Conference on Soil Mechanics & Geotechnical Engineering, Athens, Greece, Sept. 12-15 (χρησιμοποιείται με άδεια του συγγραφέα).