



Πολυτεχνείο Κρήτης
Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος

Ροή Υπογείων Υδάτων και Μεταφορά Ρύπων

6^η Σειρά Φροντιστηριακών Ασκήσεων

1

Άσκηση 1

Ένα πρόγραμμα δειγματοληψίας σε μια μολυσμένη περιοχή έδειξε τις εξής ζώνες DNAPL:

- Μία «λίμνη» ελεύθερης φάσης DNAPL σε μια κοιλότητα συμπαγούς αργίλου. Η λίμνη έχει έκταση 200 ft^2 και μέσο βάθος 5 ft.
- Μία ζώνη υπολειμματικού DNAPL που εκτείνεται ακριβώς κάτω από ένα παλιό λάκκο επιφάνειας 100 ft^2 . Η υπολειμματική ζώνη εκτείνεται από την πάχους 5 ft ακόρεστη ζώνη και την πάχους 15 ft κορεσμένη ζώνη μέχρι να φτάσει την λίμνη του DNAPL.

Ο υδροφόρος ορίζοντας μετρήθηκε στα 5 ft από το έδαφος.

- α. Ποιος είναι ο εκτιμώμενος συνολικός όγκος DNAPL στο σημείο αυτό;
- β. Τι ποσοστό μπορεί θεωρητικά να αντληθεί;

2

Άσκηση 1

Από εργαστηριακές αναλύσεις και από την εμπειρική κρίση του μηχανικού προκύπτουν τα ακόλουθα δεδομένα κορεσμού:

Υπολειμματικός κορεσμός ακόρεστης ζώνης 0,10

Υπολειμματικός κορεσμός κορεσμένης ζώνης 0,35

Κορεσμός στην ελεύθερη φάση 0,70

Θεωρήστε τυπική τιμή για το πορώδες 0,3. Σημειώστε ότι η τιμή είναι το άνω όριο του εκτιμώμενου συνολικού όγκου που μπορεί να αντληθεί.

Οι πραγματικοί όγκοι είναι συνήθως κατά πολύ μικρότεροι

21 Μαΐου 2020

6η Σειρά Φροντιστηριακών Ασκήσεων

3

3

Άσκηση 1 – Δεδομένα / Ζητούμενα

Λιμνη	Υπόλειμμα
$A = 200 \text{ ft}^2$	$A = 100 \text{ ft}^2$
$b = 5 \text{ ft}$	$b_{\text{ακορ}} = 5 \text{ ft}$
	$b_{\text{κορ}} = 15 \text{ f}$

$$\text{Κορεσμός Ελεύθερης Φασης} = 0,70$$

$$\text{Υπολειμματικός κορεσμός ακόρεστης ζώνης} = 0,10$$

$$\text{Υπολειμματικός κορεσμός κορεσμένης ζώνης} = 0,35$$

21 Μαΐου 2020

6η Σειρά Φροντιστηριακών Ασκήσεων

4

4

Άσκηση 1 - Λύση

α) Όγκος υπολειμ. DNAPL στην κορεσμένη ζώνη:

$$100(ft^2) \cdot 15(ft) \cdot 0.3 \cdot 0.35 \cdot 7.48 \left(\frac{gal}{ft^3} \right) = 1178 gallons$$

Όγκος υπολειμ. DNAPL στην ακόρεστη ζώνη:

$$100(ft^2) \cdot 5(ft) \cdot 0.3 \cdot 0.1 \cdot 7.48 \left(\frac{gal}{ft^3} \right) = 112 gallons$$

Όγκος ελεύθερης φάσης DNAPL στη λίμνη:

$$200(ft^2) \cdot 5(ft) \cdot 0.3 \cdot 0.7 \cdot 7.48 \left(\frac{gal}{ft^3} \right) = 1570 gallons$$

Συνολικός Όγκος:

$$1178 + 112 + 1570 = 2860 gallons$$

21 Μαΐου 2020

6η Σειρά Φροντιστηριακών Ασκήσεων

5

5

Άσκηση 1 - Λύση

β) Από αυτά μπορεί θεωρητικά να αφαιρεθεί:

Όγκος. DNAPL που μπορεί να αντληθεί:

$$200(ft^2) \cdot 5(ft) \cdot 0.3 \cdot (0.7 - 0.35) \cdot 7.48 \left(\frac{gal}{ft^3} \right)$$

$$= 785 gallons$$

% Συνολικού που μπορεί να αντληθεί = 27,4 %

21 Μαΐου 2020

6η Σειρά Φροντιστηριακών Ασκήσεων

6

6

Άσκηση 2

Μια μεγάλης έκτασης διαρροή βενζίνης εκτόπισε πλήρως το νερό σε έναν ρηχό αμμώδη υδροφορέα σε ένα παλιό διυλιστήριο. Μια μεγάλη τάφρος αποκατάστασης εγκαθίσταται για να ανακτήσει την ελεύθερη φάση της βενζίνης. Χρησιμοποιώντας το νόμο του Darcy, ποιος είναι ο εκτιμώμενος ρυθμός ανάκτησης σε gpm (gallons per minute);

Το πλάτος της τάφρου είναι 100 ft, η υδραυλική αγωγιμότητα της άμμου είναι 0,01 cm/s, η πυκνότητα της βενζίνης 0,8 g/cm³ και η δυναμική συνεκτικότητα 0,00045 Pa·s.

Σημειώστε ότι η υδραυλική αγωγιμότητα μπορεί να μετατραπεί σε ειδική διαπερατότητα του πορώδους μέσου χρησιμοποιώντας $1 \frac{cm}{s} \approx 10^{-5} cm^2$

Δεδομένα

Δεδομένα:

$$K_1 = 2 \cdot 10^{-4} \frac{ft}{s}$$

$$K_2 = 5 \cdot 10^{-4} \frac{ft}{s}$$

$$K_3 = 10^{-3} \frac{ft}{s}$$

$$b_1 = 50 \text{ ft}$$

$$b_2 = 20 \text{ ft}$$

$$b_3 = 210 \text{ ft}$$

$$h_1 = 33 \text{ ft}$$

$$h_4 = 21 \text{ ft}$$

Ζητούμενα

$$Q = ;$$

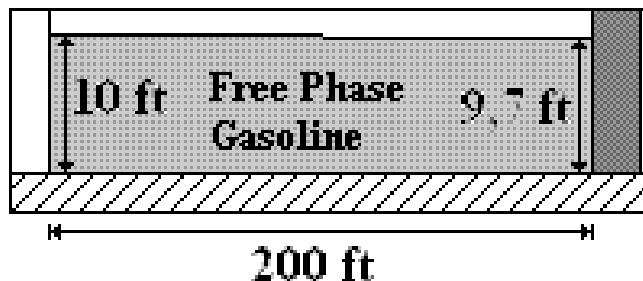
21 Μαΐου 2020

6η Σειρά Φροντιστηριακών Ασκήσεων

7

7

Άσκηση 2 - Σχήμα



21 Μαΐου 2020

6η Σειρά Φροντιστηριακών Ασκήσεων

8

8

Άσκηση 2 - Λύση

$Q = (\text{Darcy Velocity for NAPL}) (\text{Depth}) (\text{Length})$

$$\text{Darcy Velocity} = q = \frac{-k\rho g}{\mu} \frac{dh}{dl}$$

$$k = 10^{-2} \frac{cm}{s} \frac{1 \cdot 10^{-5} cm^2}{1 \frac{cm}{s}}$$

$$k \approx 10^{-7} cm^2$$

21 Μαΐου 2020

6η Σειρά Φροντιστηριακών Ασκήσεων

9

9

Άσκηση 2 - Λύση

$$q = \frac{-(10^{-7} cm^2) \left(\frac{0.8g}{cm} \right) \left(\frac{980cm}{sec^2} \right)}{\frac{0.0845kg}{m s} \frac{1}{100cm} 1000 \frac{gr}{kg}} \cdot \left(\frac{-0.3ft}{200ft} \right)$$

$$q = 2.6 \cdot 10^{-5} \frac{cm}{s}$$

$$q = \left(2.6 \cdot 10^{-5} \frac{cm}{sec} \right) \frac{ft}{30.48cm} \frac{60sec}{min}$$

$$q = 5.1 \cdot 10^{-5} \frac{ft}{min}$$

21 Μαΐου 2020

6η Σειρά Φροντιστηριακών Ασκήσεων

10

10

Άσκηση 2 - Λύση

$Q = (\text{Darcy Velocity for NAPL}) (\text{Depth}) (\text{Length})$

$$Q = \left(5.1 \cdot 10^{-5} \frac{ft}{min} \right) \cdot (9.7ft) \cdot (100ft) \cdot \left(7.48 \frac{gal}{ft^3} \right)$$

$$Q = 0.373 gpm$$

21 Μαΐου 2020

6η Σειρά Φροντιστηριακών Ασκήσεων

11