



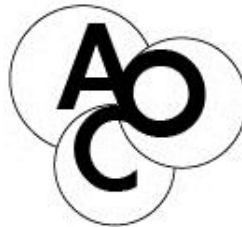
ΕΘΝΙΚΟ
ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Περιβαλλοντική Γεωτεχνική
Θεματική Ενότητα 4 – Υπόγεια Ροή

Λυμένες ασκήσεις

Εύρεση στοιχείων από χάρτες δυναμικού

Μ. Πανταζίδου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΕΜΠ
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειες χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα ΕΜΠ**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Άσκηση εξάσκησης χάραξης ροϊκών γραμμών και υπολογισμού υδραυλικής κλίσης

Στο Σχήμα 1 φαίνονται οι ισοδυναμικές καμπύλες σε έναν υποτιθέμενο ρυπασμένο χώρο υπό διερεύνηση (πρόκειται για τον χώρο δοκιμής όπλων του περιστατικού 2CS). Υπάρχει πιθανότητα να έχει γίνει διαρροή ρύπου στο σημείο Α του σχήματος, που βρίσκεται πάνω στην ισοδυναμική γραμμή των 15 ft. Ζητούνται τα ακόλουθα:

(2α) Δείξτε στο Σχήμα 1 (δηλ. τυπώνετε και χαράζετε με το χέρι στο χαρτί ή προσθέτετε στο ηλεκτρονικό αρχείο της άσκησης) την πορεία που θα ακολουθήσει λόγω μεταγωγής ρύπος που διαρρέει στο Α έως ότου φτάσει στην ισοδυναμική γραμμή των 7 ft. Αυτό το σημείο θα το ονομάσουμε Β (δηλ. εκεί που θα φτάσει ο ρύπος στην ισοδυναμική γραμμή των 7 ft).

Σημείωση: το ερώτημα (2α) απαντιέται με τις γνώσεις από την παρουσίαση 4-1P, για τα υπόλοιπα δύο χρειάζεται και το υλικό των παρουσιάσεων 4-2P και 4-3P.

(2β) Αν υποθέσουμε ότι το έδαφος είναι άμμος με υδραυλική αγωγιμότητα 10^{-5} m/s (περίπου 1 m/d), υπολογίστε πόσο χρόνο θα κάνει ο ρύπος να φτάσει από το Α στο Β (λόγω μεταγωγής μόνον, για μια μέση υδραυλική κλίση).

(2γ) Για την ίδια μέση υδραυλική κλίση, υπολογίστε πόσο προχωράει το μέτωπο του ρύπου ανά έτος (λόγω μεταγωγής).

(2α) Χαράζω την καμπυλόγραμμη (γενικώς) πορεία του ρύπου που φαίνεται στο Σχήμα 1, προσπαθώντας η καμπύλη να κόβει σε ορθή γωνία τις ισοδυναμικές γραμμές.

(2β) Χρειάζεται να μετρήσω το μήκος ροής για να υπολογίσω υδραυλική κλίση. Από την κλίμακα, βρίσκω το (καμπυλόγραμμο) μήκος ροής μεταξύ Α και Β ίσο με $L = 1034 \text{ ft} = 310 \text{ m}$ (αν αντί για το μήκος ροής είχα μετρήσει το ευθύγραμμο τμήμα ΑΒ θα είχα βρει $L = 966 \text{ ft}$ και θα είχα υπολογίσει μεγαλύτερη υδραυλική κλίση).

Η υδραυλική κλίση υπολογίζεται ως $i = \Delta h/L = (15-7) \text{ ft} / 1034 \text{ ft} = 0.0077$.

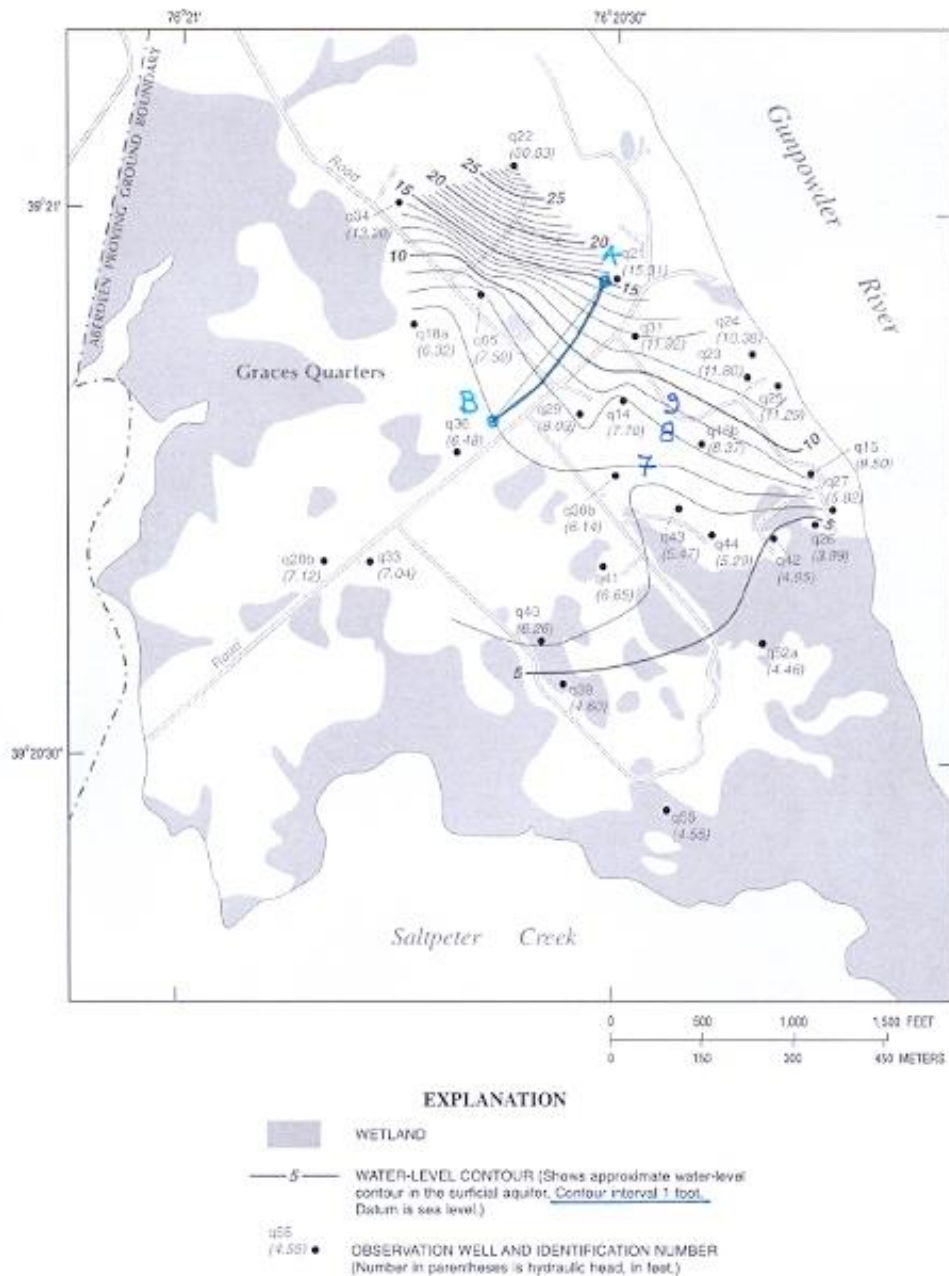
Για να βρω την ταχύτητα μεταγωγής πρέπει να υποθέσω μια τιμή για το πορώδες της άμμου, έστω $n = 0.40$.

Η ταχύτητα μεταγωγής υπολογίζεται ως $(K \cdot i/n) = (10^{-5} \text{ m/s} \cdot 0.0077/0.4)$
 $= 1.9 \times 10^{-7} \text{ m/s} = 6.07 \text{ m/y}$.

Με αυτήν την ταχύτητα μεταγωγής, για να πάει ο ρύπος από το Α στο Β χρειάζεται $T = 310 \text{ m} / (6.07 \text{ m/y}) = \underline{51 \text{ χρόνια}}$

(2γ) Μέσα σε έναν χρόνο, το μέτωπο του ρύπου θα έχει κινηθεί κατά:

$X = (6.07 \text{ m/y}) \cdot 1 \text{ y} = \underline{6.07 \text{ m}}$



Σχήμα 1. Ισοδυναμικές γραμμές σε ρυπασμένο χώρο (προσαρμογή από Tenbus and Fleck, 2001).

Βιβλιογραφική αναφορά

Tenbus, F.J. and W.B. Fleck, 2001, Simulation of Ground-Water Flow and Transport of Chlorinated Hydrocarbons at Graces Quarters, Aberdeen Proving Ground, Maryland, Report No 01-4106, U.S. Geological Survey (USGS), Baltimore, Maryland.