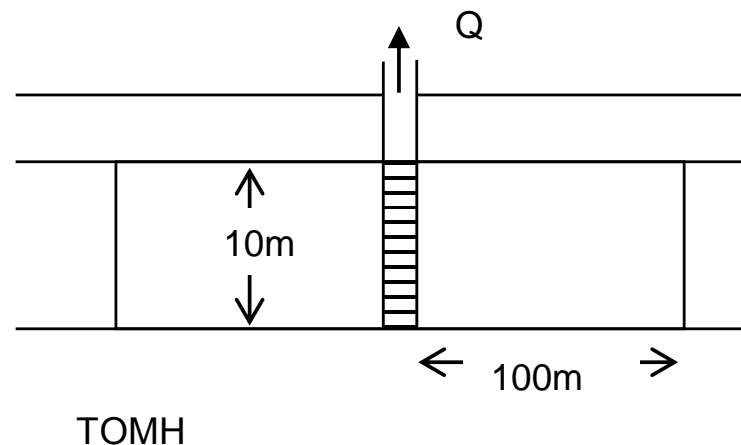
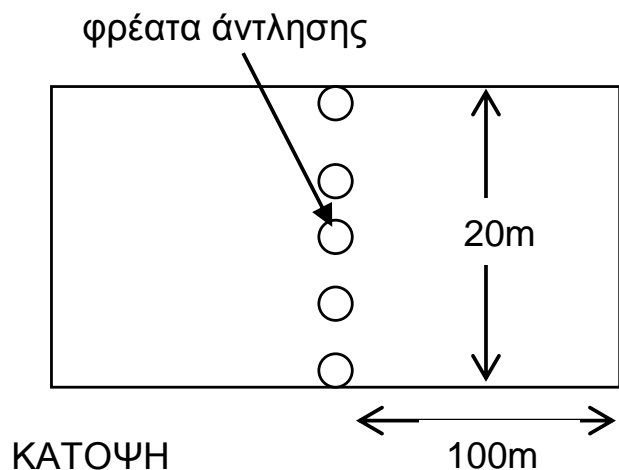


Παραδείγματα μεταφοράς για εφαρμογές αποκατάστασης

Άντληση και επεξεργασία,
φυσική εξασθένιση

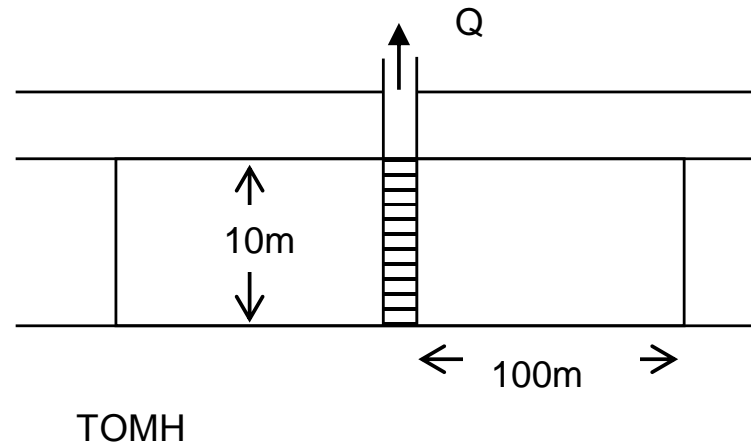
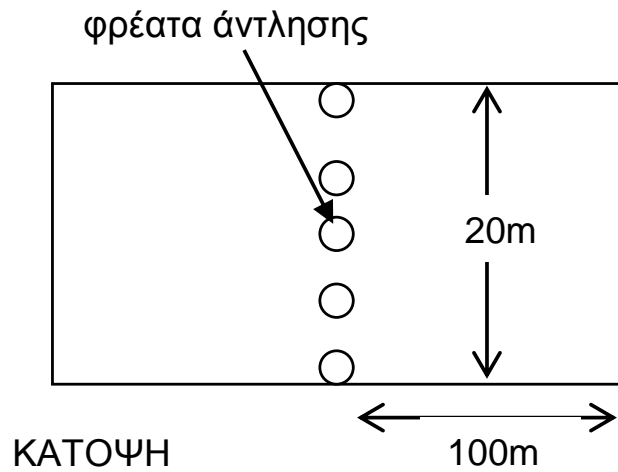
Σε πόσο χρόνο θα μειωθεί σε επιθυμητό όριο συγκέντρωση με τη βοήθεια άντλησης;



Σε πόσο χρόνο θα μειωθεί σε επιθυμητό όριο συγκέντρωση με τη βοήθεια άντλησης;

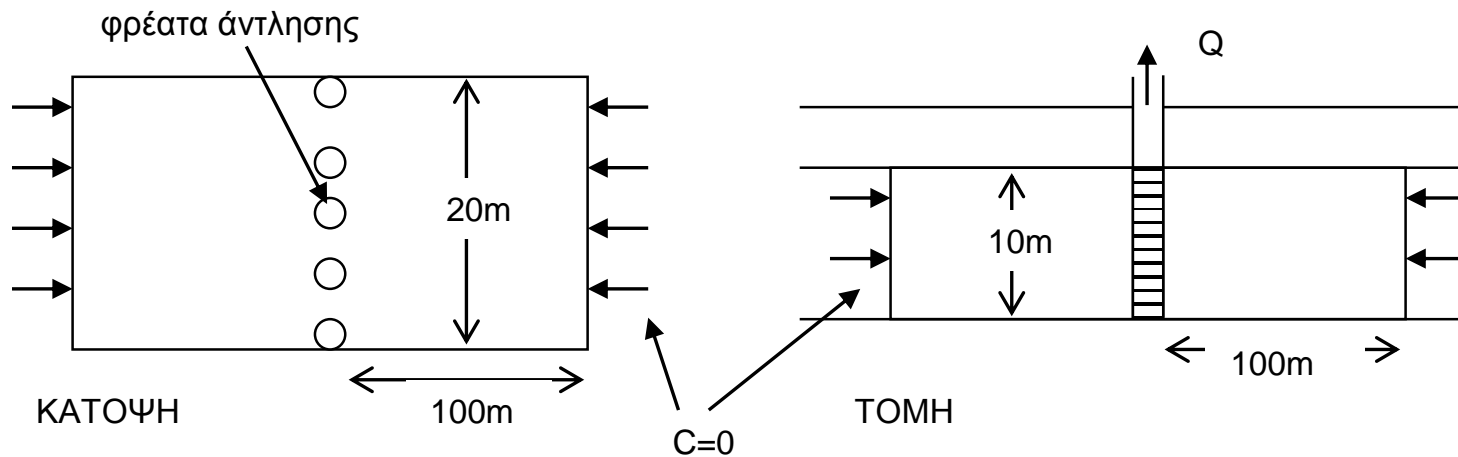
- Πώς μπορώ να φέρω το πρόβλημα σε μορφή που να λυθεί με το χέρι ή με το εκπαιδευτικό λογισμικό;
- Θα θεωρήσω μια μέση συγκέντρωση $C_0 = 1000 \text{ } \mu\text{g/L}$ σε όλη τη ρυπασμένη περιοχή
- Θα θεωρήσω μια απλουστευμένη περίπτωση που η ρυπασμένη περιοχή περιβάλλεται από καθαρό νερό
- Το εκτεταμένο σύστημα φρεάτων άντλησης και επεξεργασίας λειτουργεί σαν μια συνεχής τάφρος άντλησης, η οποία δημιουργεί μονοδιάστατη ροή με ταχύτητα Darcy ίση με $v = 0.70 \text{ m/ημέρα}$
- Με αυτά τα δεδομένα **θα υπολογίσω:**
- (α) **τον απαιτούμενο χρόνο για να μειωθεί η συγκέντρωση σε $C = 2 \text{ } \mu\text{g/L}$**
- (β) τον όγκο νερού που θα έχει αντληθεί μέχρι τότε, τον οποίο θα εκφράσω ως πολλαπλάσιο του συνολικού όγκου των κενών (άρα και του όγκου νερού των πόρων) του υδροφορέα

Τι συμβαίνει εδώ;



Τι συμβαίνει εδώ;

- περιγράψω με σχήμα τις άμεσες συνέπειες του πρόβληματος



Ερώτημα: πότε θα γίνει η συγκέντρωση στα φρέατα άντλησης ίση με $C = 2 \mu\text{g/L}$;

Στρατηγική επίλυσης

- Το πεδίο μεταφοράς έχει άξονα συμμετρίας τα πηγάδια, θα ασχοληθώ με το ένα ήμισυ
- Η «πραγματικότητα»: σε έναν υδροφορέα με σταθερή αρχική ρύπανση $C_0 = 1000 \mu\text{g/L}$, εισπνέζεται καθαρό νερό
- Βλέπω την εισπίεση καθαρού νερού σε ρυπασμένο υδροφορέα σαν το «αρνητικό» πρόβλημα της εισπίεσης ρυπασμένου νερού σε καθαρό υδροφορέα
- Η μαθηματική προσομοίωση της πραγματικότητας με επαλληλία: δύο λύσεις που όταν αθροίζονται δίνουν τη σωστή εικόνα σε όλο το πεδίο (και βέβαια στην πηγή)
 - Λύση I = η συγκέντρωση παραμένει παντού $C_I = 1000 \mu\text{g/L}$
 - Λύση II = μεταβλητή συγκέντρωση για πηγή στο όριο της ρυπασμένης περιοχής ίση με $C_{II} = -1000 \mu\text{g/L}$ (αρνητική συγκέντρωση!)
 - Στην πηγή, πάντα άθροισμα μηδέν, δηλ. καθαρό νερό!

Επίλυση με
εκπαιδευτικό
λογισμικό!

Δεδομένα εισόδου & τιμές

- Ταχύτητα μεταγωγής: $v = 2\text{m/day}$
- Συντελεστής υδροδυναμικής διασποράς: $D=2\text{m}^2/\text{day}$
- Συντελεστής υστέρησης (για $K_d = 10 \text{ L/kg}$): $R=46.7$
- Συγκέντρωση στην «πηγή»;
 - 1000 $\mu\text{g/L}$ (θυμόμαστε ότι είναι αρνητική)
- Επίλυση για ποια μεταβλητή?
 - επίλυση στον χρόνο για $x = 100 \text{ m}$ (δηλ. στα πηγάδια άντλησης που απέχουν 100 m από την «πηγή» εισπίεσης αρνητικής συγκέντρωσης)
- **Απάντηση: περίπου 10 χρόνια** (3750 μέρες)

Όγκος αντλούμενου νερού στην χρονική περίοδο αποκατάστασης

- $V_{\text{αντλ}} = Q t = 2 v A t = 2 \times 0.70 \text{ m/ημέρα} \times (20\text{m} \times 10\text{m}) \times 3750 \text{ ημέρες} = 1\ 050\ 000\text{m}^3$

- Όγκος νερού πόρων

$$V_w = V n = 200\text{m} \times 20\text{m} \times 10\text{m} \times 0.35 =$$

$$14000 \text{ m}^3$$

- Χρειάζεται να αντλήσουμε όγκο ίσο με 75 φορές το περιεχόμενο του υδροφορέα για να μειωθεί η συγκέντρωση από 1000 $\mu\text{g/L}$ σε 2 $\mu\text{g/L}$. Αυτό το μεγάλο πολλαπλάσιο είναι μη ρεαλιστικό!

Φυσική εξασθένηση

- Συνυπολογίζεται η συμβολή όλων των μηχανισμών μεταφοράς
- Υπολογίσιμα αποτελέσματα όταν ο κύριος μηχανισμός είναι η αποδόμηση
 - Χάρης στην αποδόμηση, η έκταση της ρυπασμένης περιοχής μπορεί να μειωθεί ή, σε περίπτωση σταθερής πηγής (πχ ύπαρξη μη υδατικής φάσης), να σταματήσει να επεκτείνεται
 - Ερώτημα: για σταθερή πηγή, ποια είναι η μέγιστη έκταση της ρυπασμένης περιοχής; (Σημ. η μέγιστη έκταση είναι μέγεθος που σχετίζεται με τον χρόνο ημιζωής.) Πώς μπορώ να διερευνήσω αυτό το ερώτημα με το εκπαιδευτικό λογισμικό;