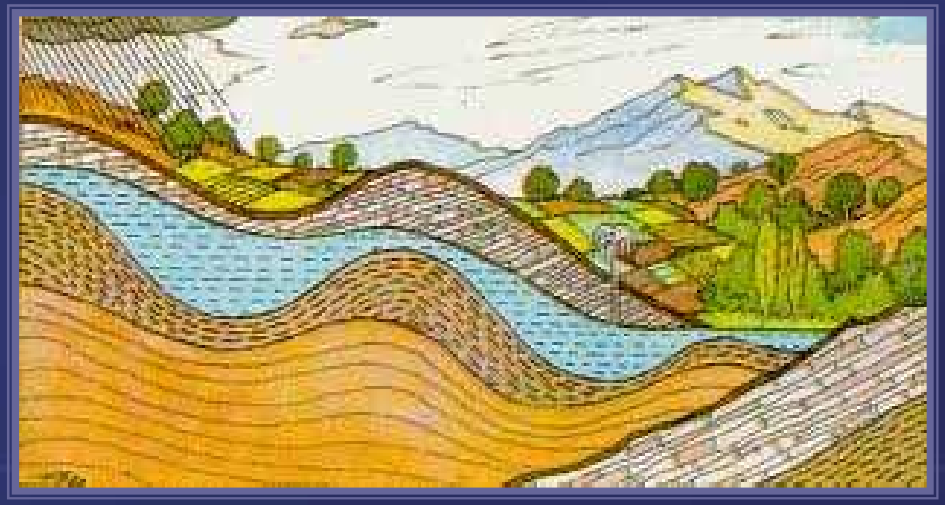
Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων
Εργαστήριο Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων και Διαχείρισης Κινδύνου
Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

Τεχνική Υδρολογία (Ασκήσεις)

Κεφάλαιο 6ο : Υδρολογία Υπόγειων Νερών



Φώτιος Π. ΜΑΡΗΣ
Αναπλ. Καθηγητής

Παράδειγμα 6.1

Υδροφορέας πάχους 20 m βρίσκεται κάτω από αδιαπέρατο στρώμα πάχους 30 m. Μετά από δοκιμαστική άντληση με παροχή 0.1 m^3/sec για μεγάλη διάρκεια από γεώτρηση διαμέτρου 0.5 m, η πτώση της στάθμης σε δύο γεωτρήσεις παρατήρησης που απέχουν 10 και 60 m είναι 4 και 3 m αντίστοιχα. Να υπολογιστεί η υδραυλική αγωγιμότητα και η πτώση της στάθμης στη γεώτρηση άντλησης.

Λύση

Αν H_1, H_2 τα πιεζομετρικά ύψη στις δύο γεωτρήσεις και r_1 , r_2 οι αντίστοιχες ακτίνες, θα ισχύει η σχέση:

$$H_2 - H_1 = \frac{Q}{2\pi bK} \ln \frac{r_2}{r_1} \Rightarrow 4 - 3 = \frac{0.1}{2\pi \cdot 20 \cdot \mathrm{K}} \ln \frac{60}{10} \Rightarrow K = 0.00143 m/s$$

Η πτώση στάθμης στη γεώτρηση υπολογίζεται ανάλογα:

$$H_2 - H_w = \frac{Q}{2\pi bK} \ln \frac{r_2}{r_w} \Rightarrow s_w - 3 = \frac{0.1}{2\pi \cdot 20 \cdot 0.00143} \ln \frac{60}{0.25} \Rightarrow s_w - 3 = 3.05 \Rightarrow$$

$$s_w = 6.05 m$$

Παράδειγμα 6.2

Γεώτρηση διαμέτρου 12 ιντσών έχει το κάτω άκρο της στα 80 m από την πιεζομετρική επιφάνεια. Μετά από 24ωρη άντληση στα 0.75 m^3/sec η πιεζομετρική επιφάνεια σταθεροποιείται στα 10 m από την αρχική πιεζομετρική επιφάνεια, ενώ σε γεώτρηση παρατήρησης που απέχει 320 m από τη γεώτρηση άντλησης η πτώση στάθμης είναι 3.65 m. Να υπολογιστεί η υδραυλική αγωγιμότητα του υδροφορέα.

Λύση

Η μετατροπή της διαμέτρου στο μετρικό σύστημα δίνει d = 12 in = 1 ft = 0.3048 m. Κατόπιν, για τον υπολογισμό της υδραυλικής αγωγιμότητας K, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σχέση που συνδέει τη στάθμη H σε απόσταση R από τη γεώτρηση, με τη στάθμη στη γεώτρηση:

$$H^2 - h^2 = \frac{Q}{\pi K}\ln\frac{R}{r} \Rightarrow (80-3.65)^2 - (80-10)^2 = \frac{0.75}{\pi K}\ln\frac{320}{(0.3048/2)} \Rightarrow$$

$$K = 1.97\times10^{-3}\, m/s$$

Παράδειγμα 6.3

Υδροφορέας βρίσκεται ανάμεσα σε ένα αδιαπέρατο στρώμα και ένα ημιπερατό πάχους 5 m με συντελεστή διαπερατότητας $1X10^{-8}$ m/sec. Το μέσο πάχος του υδροφορέα είναι 100 m και ο συντελεστής διαπερατότητας είναι $1X10^{-3}$ m/sec. Το υπόγειο νερό αντλείται από τον υδροφορέα με παροχή 0.15 m^3/sec μέσω της γεώτρησης διαμέτρου 12 ιντσών. Να υπολογιστεί η πτώση της στάθμης στα 2000 m από τη γεώτρηση και στην ίδια τη γεώτρηση.

Λύση

Υπολογίζεται αρχικά η η παροχετευτικότητα του ημιπερατού στρώματος:

$$T = Kb = 10^{-3} \cdot 100 = 0.1 m^2 / s$$

και κατόπιν η σταθερά B:

$$B = \sqrt{\frac{T}{\frac{K'}{b'}}} = \sqrt{\frac{0.1}{\frac{10^{-8}}{5}}} m = 7071m$$

Για την εύρεση της πτώσης στάθμης στη γεώτρηση, εκτιμάται αρχικά ο λόγος:

$$\frac{r}{B} = \frac{0.3048/2}{7071} = 2 \times 10^{-5} < 0.05$$

Κατά συνέπεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί η απλοποιημένη σχέση:

$$s = \frac{Q}{2®T} \ln\left(1.123 \frac{B}{r}\right) = \frac{0.15}{2® \cdot 0.1} \ln\left(1.123 \frac{7071}{0.3048/2}\right) = 2.59m$$

Για την εύρεση της πτώσης στάθμης στα 2000 m, εκτιμάται και πάλι ο λόγος:

$$\frac{r}{B} = \frac{2000}{7071} = 0.283 \rangle 0.05$$

Στην περίπτωση αυτή, η πτώση στάθμης δίνεται από τη σχέση:

$$s = \frac{Q}{2\pi T} K_0\left(\frac{r}{B}\right)$$

με την τιμή της εξίσωσης Bessel K_0 (r/B) να δίνεται από πίνακες

Παράδειγμα 6.4

Γεώτρηση διαμέτρου 0.25 m διαπερνά υδροφορέα πάχους 30 m υδραυλικής αγωγιμότητας 20 m/day. Εάν παρατηρηθεί πτώση της στάθμης 1 m στη γεώτρηση εξαιτίας της συνεχούς άντλησης να υπολογιστεί:

1. Ο ρυθμός άντλησης εάν η γεώτρηση βρίσκεται 50 m από ένα ποτάμι.
2. Ο ρυθμός άντλησης εάν η γεώτρηση βρισκόταν 5000 m από ένα ποτάμι.

Λύση

1) Η πτώση στάθμης στη γεώτρηση δίνεται από τη σχέση:

$$s = -\frac{Q}{2\pi bK}\ln\frac{y^2+(a+x)^2}{y^2+(a-x)^2} \quad [L]$$

όπου *x,y* είναι εδώ οι συντεταγμένες της γεώτρησης, δηλαδή *x* = -50+0.125 και y= 0, ενώ *α* είναι η απόσταση της γεώτρησης από το ποτάμι, δηλαδή *α* = 50.

Με αντικατάσταση των τιμών προκύπτει:

$$1 = -\frac{Q}{2® \cdot 30 \cdot 20} \ln \frac{0.125^2}{(100 - 0.125)^2} \Rightarrow Q = 282 m^3 / d$$

2) Λύνοντας ανάλογα με το πρώτο ερώτημα, με *α* = 5000, x = -5000+0.125 και y=0, λαμβάνουμε:

$$Q = 167 m^3 / d$$

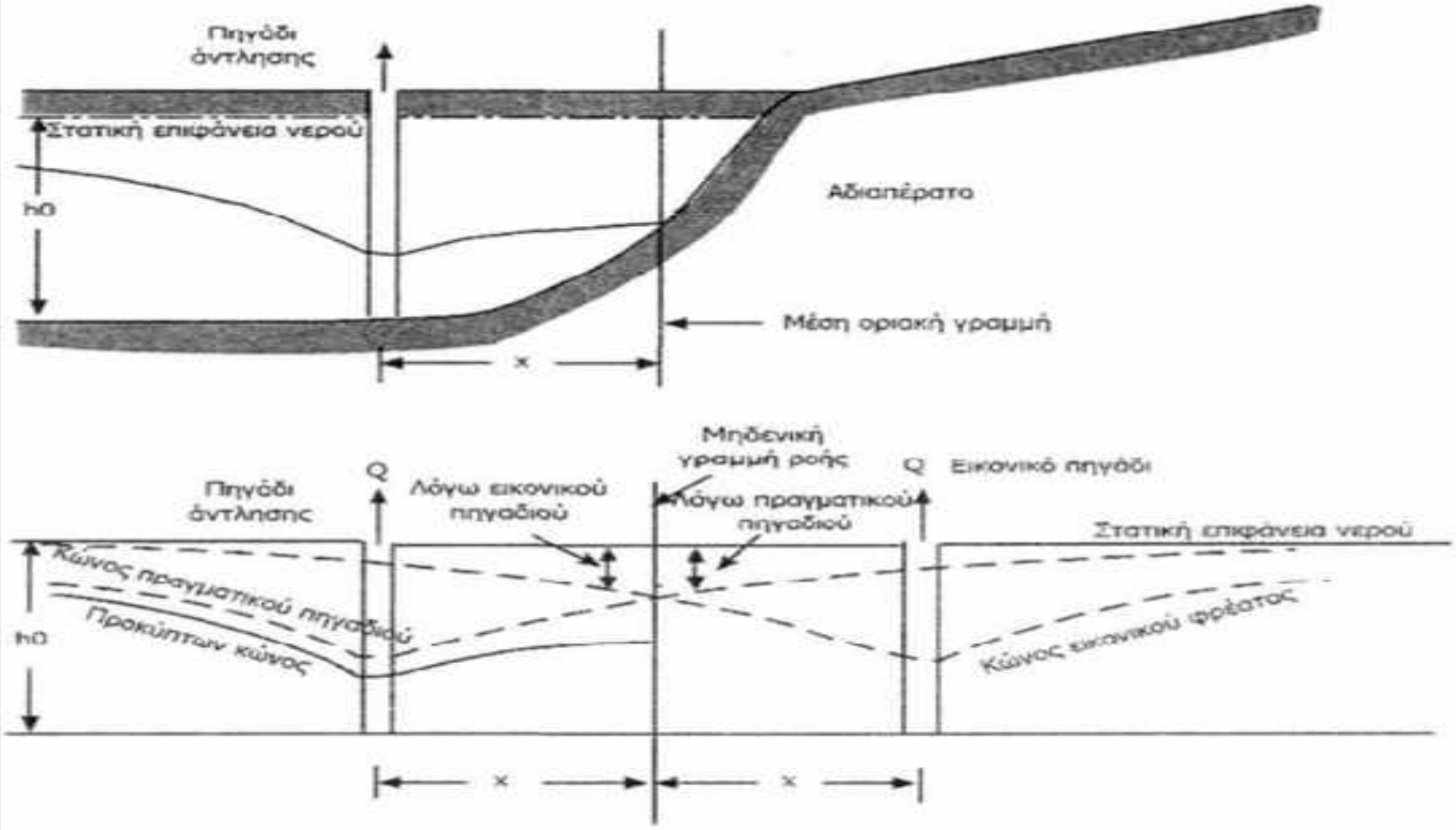
Παράδειγμα 6.5

Γεώτρηση διαμέτρου 0.5 m διαπερνά υδροφορέα πάχους 30 m υδραυλικής αγωγιμότητας 20 m/day. Εάν παρατηρηθεί πτώση στάθμης 1 m στη γεώτρηση εξαιτίας της συνεχούς άντλησης, να υπολογιστεί ο ρυθμός άντλησης εάν η γεώτρηση βρίσκεται 50 m από ένα αδιαπέρατο κατακόρυφο στρώμα και η ακτίνα επιρροής είναι 1.5 km.

Λύση

Εφαρμόζεται η σχέση με r_1 = 0.25 m, ίση δηλαδή με την ακτίνα της γεώτρησης και r_2 = 100 m, όση και η απόσταση από την γεώτρηση είδωλο:

$$s = \frac{Q}{2\pi bK}\ln\frac{R^2}{r_1 r_2} \Rightarrow 1 = \frac{Q}{2\pi \cdot 30 \cdot 20}\ln\frac{1500^2}{0.25 \cdot 100} \Rightarrow Q = 330 m^3/d$$



Σχήμα 6.8 Συνδυασμός πτώσης στάθμης των γεωτρήσεων άντλησης.

Παράδειγμα 6.8

Γεώτρηση άντλησης διαμέτρου 0.3 m διαπερνά περιορισμένο υδροφορέα. Η πτώση στάθμης που παρατηρείται στη γεώτρηση μετά από άντληση 12 ωρών παροχής 1.5 m^3/min είναι 6.1 m. Η παροχετευτικότητα και η αποθηκευτικότητα του υδροφορέα είναι 460 m^2/day και $6x10^{-3}$ αντίστοιχα. Να προσδιοριστούν α) οι απώλειες της γεώτρησης β) η απόδοση της γεώτρησης και γ) η ειδική ικανότητα της γεώτρησης.

Λύση

α) Οι απώλειες της γεώτρησης, για κατάσταση μη ισορροπίας, υπολογίζονται από τη σχέση:

$$s_t = \frac{2.3Q}{4\textcircled{R}T}\log\frac{2.25Tt}{r_w^2 S} + s_w \Rightarrow$$

$$s_w = 6.10m - \frac{2.3\cdot(1.5/60)}{4\cdot\textcircled{R}\cdot(460/86400)}\log\frac{2.25\cdot(460/86400)\cdot(12\cdot 3600)}{0.15^2\cdot 6\cdot 10^{-3}}m \Rightarrow$$

$$s_w = 6.10 - 5.66 = 0.44m$$

β) Η απόδοση της γεώτρησης είναι το πηλίκο των απωλειών κατά την κίνηση μέσα στο έδαφος, προς τις συνολικές απώλειες:

$$E = \frac{s_a}{s_t}\times 100 = \frac{5.66}{6.10}\times 100 = 93\%$$

γ) Η ειδική ικανότητα της γεώτρησης υπολογίζεται ως πηλίκο της παροχής προς τις συνολικές απώλειες:

$$\text{a} = \frac{Q}{s_t} = \frac{1.5}{6.1} m^2 / \min = 0.246 m^2 / \min$$

Παράδειγμα 6.9

Σε ένα βαθύ υδροφορέα το νερό καλής ποιότητας εκτείνεται σε βάθος 120 m, κάτω από το οποίο υπάρχει υφάλμυρο νερό ειδικού βάρους 1.026 gr/cm^3. Γεώτρηση άντλησης αντλεί από βάθος 80 m. Να καθοριστεί ο μέγιστος ρυθμός άντλησης χωρίς να αντλείται αλμυρό νερό, όταν η υδραυλική αγωγιμότητα είναι 1000 m/day.

Λύση

Το βάθος της αρχικής διεπιφάνειας γλυκού-αλμυρού νερού, από την άκρη της γεώτρησης είναι d = 120-80=40 m. Συνεπώς ο μέγιστος ρυθμός άντλησης είναι:

$$Q_{\max} = \text{®} \cdot d^2 K \frac{\text{°}_s - \text{°}_f}{\text{°}_f} = \text{®} \cdot 40^2 \cdot 1000 \frac{1.026 - 1.000}{1.000} m^3/d = 130690 m^3/d$$