



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Στραγγίσεις (Εργαστήριο)

Ενότητα 7 : Μετρήσεις της υδραυλικής
αγωγιμότητας στον αγρό
Δρ. Μενέλαος Θεοχάρης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

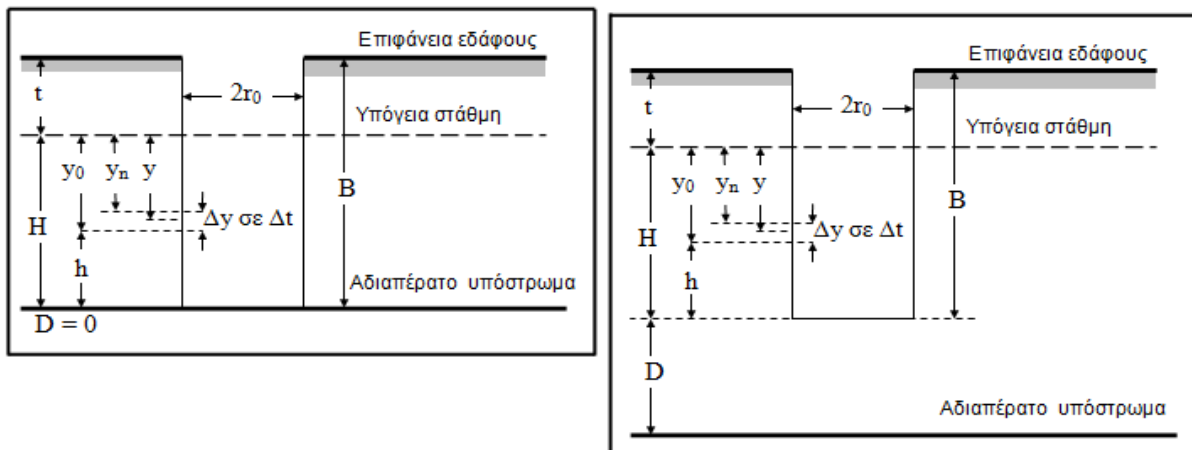


3. ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ

Άσκηση 17

Για τη μέτρηση του συντελεστή υδραυλικής αγωγιμότητας στον αγρό με τη μέθοδο του φρεατίου (Auger hole method) στην περιοχή ενός ομογενούς εδάφους που εκτείνεται κάτω από τη στάθμη του υπόγειου νερού, έγινε διάνοιξη ενός φρεατίου κυλινδρικού σχήματος διαμέτρου $d = 10 \text{ cm}$ και βάθους $B = 1,40 \text{ m}$. Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας η στάθμη του υπογείου νερού διαμορφώθηκε σε βάθος $t = 40 \text{ cm}$ από την επιφάνεια του εδάφους. Κατόπιν αντλήθηκε το νερό από το φρεάτιο και η στάθμη του υποβιβάστηκε κατά $y_0 = 40 \text{ cm}$. Στη συνέχεια έγινε μέτρηση της ταχύτητας ανύψωσης της στάθμης του νερού στο φρεάτιο και προέκυψε ότι η στάθμη ανυψώθηκε κατά $\Delta y = 10 \text{ cm}$ σε χρόνο $\Delta t = 300 \text{ sec}$.

Να υπολογιστεί ο συντελεστής υδραυλικής αγωγιμότητας για τις εξής δύο περιπτώσεις: α. Το φρεάτιο εδράζεται πάνω στο αδιαπέρατο υπόστρωμα και β. Το αδιαπέρατο υπόστρωμα βρίσκεται σε βάθος $D = 6,00 \text{ m}$ κάτω από τον πυθμένα του φρεατίου. Ο υπολογισμός να γίνει σύμφωνα με : I. Τον τύπο του Hooghoudt II. Τον τύπο του Ernst και III. Τα νομογραφήματα των Maasland και Haskew της εξίσωσης του Ernst.



Λύση

I. Υπολογισμός με τους τύπους του Hooghoudt.

α. Το φρεάτιο εδράζεται πάνω στο αδιαπέρατο υπόστρωμα

Όταν το φρεάτιο εδράζεται πάνω σε ένα αδιαπέρατο υπόστρωμα, ισχύει η εξίσωση:

$$K = \frac{r_0^2}{0,38 \Delta t} \ln\left(\frac{y_0}{y_n}\right)$$

στην οποία η ακτίνα r_0 είναι σε m, το Δt σε s και το K σε m/s

Τα δεδομένα του προβλήματος είναι:

$$r_0 = \frac{0,10 \text{ m}}{2} = 0,05 \text{ m}, \quad y_0 = 0,40 \text{ m}, \quad y_n = y_0 - \Delta y = 0,40 \text{ m} - 0,10 \text{ m} = 0,30 \text{ m} \quad \text{και} \quad \Delta t = 300 \text{ s}.$$

Με αντικατάσταση των δεδομένων βρίσκουμε:

$$K = \frac{r_0^2}{0,38 \Delta t} \ln\left(\frac{y_0}{y_n}\right) = \frac{0,05^2}{0,38 \cdot 300} \ln\left(\frac{0,40}{0,30}\right) = 0,00000631 \text{ m/s} = 0,545 \text{ m/day} = 2,271 \text{ cm/h}$$

β. Το αδιαπέρατο υπόστρωμα βρίσκεται σε βάθος $D = 6,00 \text{ m}$ κάτω από το πυθμένα του φρεατίου.

Όταν το φρεάτιο εδράζεται πάνω σε ένα αδιαπέρατο υπόστρωμα, ισχύει η εξίσωση:

$$K = \frac{r_0^2 H}{0,19 \cdot (2H + r_0) \Delta t} \ln\left(\frac{y_0}{y_n}\right)$$

στην οποία τα r_0 και H είναι σε m , το Δt σε s και το K σε m/s .

Τα δεδομένα του προβλήματος είναι: $r_0 = 0,05 \text{ m}$, $y_0 = 0,40 \text{ m}$, $y_n = 0,30 \text{ m}$, $H = 1,00 \text{ m}$ και $\Delta t = 300 \text{ s}$.

Με αντικατάσταση των δεδομένων βρίσκουμε:

$$K = \frac{0,05^2 \cdot 1,00}{0,19 \cdot (2 \cdot 1,00 + 0,05) 300} \ln\left(\frac{0,40}{0,30}\right) = 0,00000615 \text{ m/s} = 0,532 \text{ m/day} = 2,216 \text{ cm/h}$$

II. Υπολογισμός με τους τύπους του Ernst

α. Το φρεάτιο εδράζεται πάνω στο αδιαπέρατο υπόστρωμα

Όταν το φρεάτιο εδράζεται πάνω σε ένα αδιαπέρατο υπόστρωμα, ισχύει η εξίσωση¹:

$$K = \frac{3600 r_0^2}{(H + 10 r_0) \left(2 - \frac{y}{H}\right) y} \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

όπου το K είναι σε m/ημέρα όταν τα r_0 , H , y και Δy είναι σε cm και το Δt σε sec .

Τα δεδομένα του προβλήματος είναι:

$$r_0 = 5 \text{ cm}, \quad H = 100 \text{ cm}, \quad \Delta y = 10 \text{ cm}, \quad y = y_0 - \frac{1}{2} \Delta y = 40 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 35 \text{ cm} \quad \text{και} \quad \Delta t = 300 \text{ sec}.$$

Με αντικατάσταση των δεδομένων βρίσκουμε:

¹ Σύμφωνα με τον Van Beers, το σφάλμα που δίνει η εξίσωση είναι της τάξης του 20%, για πεδία τιμών $3 \text{ cm} < r_0 < 7 \text{ cm}$, $20 \text{ cm} < H < 200 \text{ cm}$, $y > 0,2 H$, $\Delta y < 0,25 y_0$.

$$K = \frac{3600 r_0^2}{(H + 10 r_0) \left(2 - \frac{y}{H}\right) y} \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{3600 \cdot 5^2}{(100 + 10 \cdot 5) \left(2 - \frac{35}{100}\right) 35} \frac{10}{300} = 0,346 \text{ m/day} = 1,443 \text{ cm/h}$$

β. Το αδιαπέρατο υπόστρωμα βρίσκεται σε βάθος $D = 6,00 \text{ m}$ κάτω από το πυθμένα του φρεατίου.

Επειδή είναι $D = 6,00 \text{ m} > 0,5 H = 0,50 \text{ m}$, ισχύει η εξίσωση^{2,3}:

$$K = \frac{4000 r_0^2}{(H + 20 r_0) \left(2 - \frac{y}{H}\right) y} \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

στην οποία τα r_0 , H , y και Δy είναι σε cm, το Δt σε sec και το K σε m/ημέρα.

Τα δεδομένα του προβλήματος είναι:

$$r_0 = 5 \text{ cm}, \quad H = 100 \text{ cm}, \quad \Delta y = 10 \text{ cm}, \quad y = y_0 - \frac{1}{2} \Delta y = 40 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 35 \text{ cm} \quad \text{και} \quad \Delta t = 300 \text{ sec.}$$

Με αντικατάσταση των δεδομένων βρίσκουμε:

$$K = \frac{4000 r_0^2}{(H + 20 r_0) \left(2 - \frac{y}{H}\right) y} \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{4000 \cdot 5^2}{(100 + 20 \cdot 5) \left(2 - \frac{35}{100}\right) 35} \frac{10}{300} = 0,289 \text{ m/day} = 1,203 \text{ cm/h}$$

III. Υπολογισμός με τα νομογραφήματα των Maasland and Haskew

α. Το φρεάτιο εδράζεται πάνω στο αδιαπέρατο υπόστρωμα

Όταν το φρεάτιο εδράζεται πάνω σε ένα αδιαπέρατο υπόστρωμα, ισχύει η εξίσωση:

$$K = C \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

στην οποία το Δy είναι σε m, το Δt σε s και το K σε m/ημέρα.

Ο παράγοντας C δίνεται σε αδιάστατη μορφή ως συνάρτηση των τιμών των H/r_0 και y/r_0 από το νομογράφημα της εξίσωσης του Ernst που κατασκεύασαν οι Maasland και Haskew για $D = 0$.

Από τα δεδομένα του προβλήματος είναι:

$$\frac{H}{r_0} = \frac{100}{5} = 20 \quad \text{και} \quad \frac{y}{r_0} = \frac{35}{5} = 7$$

² Σύμφωνα με τον Van Beers, το σφάλμα που δίνει η εξίσωση είναι της τάξης του 20 %, για πεδία τιμών $3 \text{ cm} < r_0 < 7 \text{ cm}$, $20 \text{ cm} < H < 200 \text{ cm}$, $y > 0,2 H$, $\Delta y < 0,25 y_0$ και θα πρέπει $D > 0,5 H$.

³ Για τις περιπτώσεις $0 < D < 0,5 H$, οι τιμές του K παίρνονται κατ' αναλογία από τις τιμές που υπολογίστηκαν για $D = 0$ και $D > 0,5 H$.

Από το νομογράφημα των Maasland και Haskew προκύπτει $C = 950$

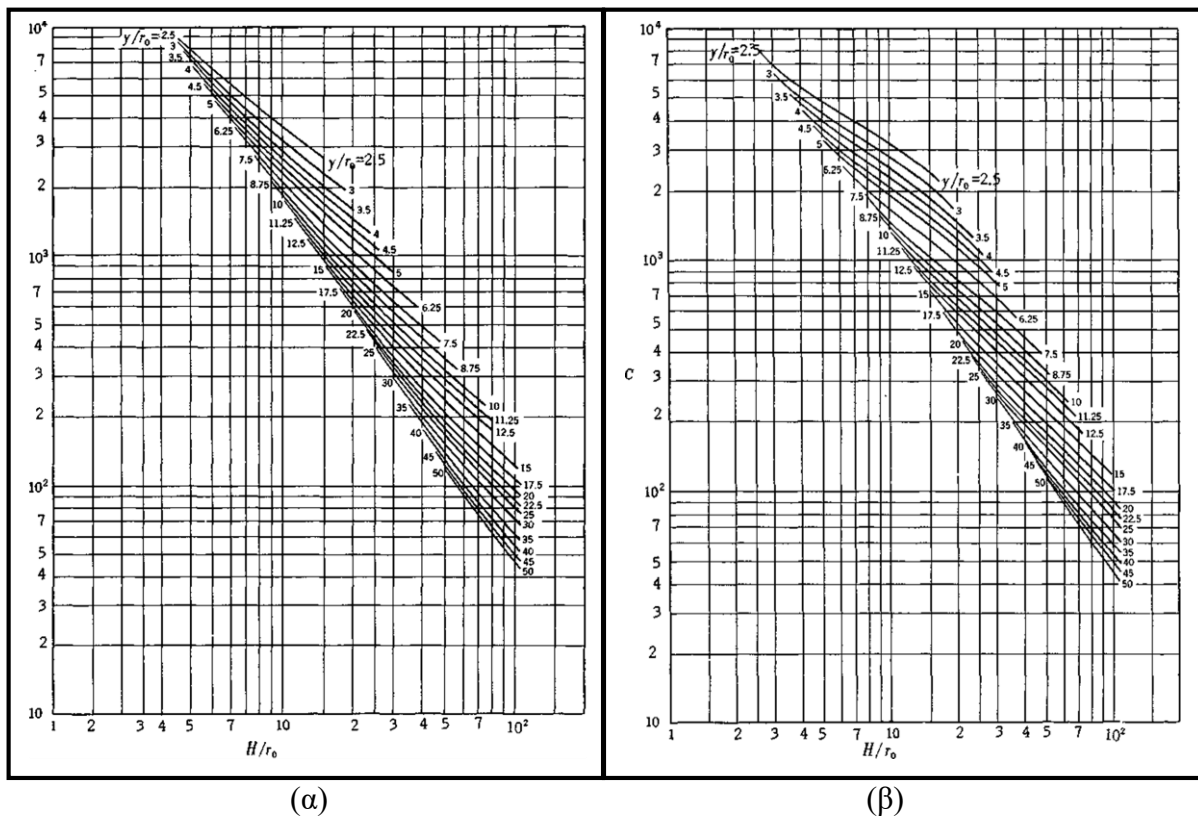
$$\text{Επομένως } K = C \frac{\Delta y}{\Delta t} = 950 \frac{0,10}{300} = 0,32 \text{ m/day} = 1,33 \text{ cm/h}$$

β. Το αδιαπέρατο υπόστρωμα βρίσκεται σε βάθος $D = 6,00 \text{ m}$ κάτω από το πυθμένα του φρεατίου.

Όταν το αδιαπέρατο υπόστρωμα βρίσκεται σε βάθος $D > 0,5H \text{ m}$ κάτω από το πυθμένα του φρεατίου, ισχύει και πάλι η εξίσωση⁴:

$$K = C \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

στην οποία το Δy είναι σε m, το Δt σε sec, το K σε m/ημέρα και ο παράγοντας C δίνεται σε αδιάστατη μορφή ως συνάρτηση των τιμών των H/r_0 και y/r_0 από το νομογράφημα της εξίσωσης του Ernst που κατασκεύασαν οι Maasland and Haskew για $D = \infty$.



Νομογραφήματα των Maasland και Haskew της εξίσωσης του Ernst α) για $D = 0$ και β) για $D = \infty$.

⁴ Για τις περιπτώσεις $0 < D < 0,5 H$, οι τιμές του K παίρνονται κατ' αναλογία από τις τιμές που υπολογίστηκαν από τα διαγράμματα για $D = 0$ και $D > 0,5 H$.

Από τα δεδομένα του προβλήματος είναι $\frac{H}{r_0} = \frac{100}{5} = 20$ και $\frac{y}{r_0} = \frac{35}{5} = 7$, οπότε από το νομογράφημα των Maasland και Haskew προκύπτει $C = 900$

Επομένως $K = C \frac{\Delta y}{\Delta t} = 900 \frac{0,10}{300} = 0,30 \text{ m/day} = 1,25 \text{ cm/h}$

Άσκηση 18

Για τη μέτρηση του συντελεστή υδραυλικής αγωγιμότητας στον αγρό με τη μέθοδο του φρεατίου (Auger hole method) στην περιοχή ενός ομογενούς εδάφους που εκτείνεται κάτω από τη στάθμη του υπόγειου νερού, έγινε διάνοιξη ενός φρεατίου κυλινδρικού σχήματος διαμέτρου $d = (10+0,5N) \text{ cm}$ και βάθους $B = (1,40+0,01N) \text{ m}$. Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας η στάθμη του υπόγειου νερού διαμορφώθηκε σε βάθος $t = 40 \text{ cm}$ από την επιφάνεια του εδάφους (Σχήμα άσκησης 18). Κατόπιν αντλήθηκε το νερό από το φρεάτιο και η στάθμη του υποβιβάστηκε κατά $y_0 = (30+N) \text{ cm}$. Στη συνέχεια έγινε μέτρηση της ταχύτητας ανύψωσης της στάθμης του νερού στο φρεάτιο και προέκυψε ότι η στάθμη ανυψώθηκε κατά $\Delta y = (30+N)/4 \text{ cm}$ σε χρόνο $\Delta t = (300+2N) \text{ sec}$.

Να υπολογιστεί ο συντελεστής υδραυλικής αγωγιμότητας για τις εξής δύο περιπτώσεις: α. Το φρεάτιο εδράζεται πάνω στο αδιαπέρατο υπόστρωμα και β. Το αδιαπέρατο υπόστρωμα βρίσκεται σε βάθος $D = 0,30 \text{ m}$ κάτω από τον πυθμένα του φρεατίου. Ο υπολογισμός να γίνει σύμφωνα με : I. Τον τύπο του Hooghoudt II. Τον τύπο του Ernst και III. Τα νομογραφήματα των Maasland and Haskew της εξίσωσης του Ernst.

Προτεινόμενη Βιβλιογραφία

1. Μενέλαος Θεοχάρης, “ Στραγγίσεις”, Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα, 2012.
2. Μενέλαος Θεοχάρης, “Ασκήσεις Στραγγίσεων”, Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Άρτα, 2012.
3. Θεοχάρης Μ.: " Στραγγίσεις " , Άρτα 204
4. Θεοχάρης Μ.: " Ασκήσεις Στραγγίσεων " , Άρτα 2005
5. Θεοχάρης Μ.: " Αρδεύσεις - Στραγγίσεις " , Άρτα 1998
6. Θεοχάρης Μ.: " Αρδεύσεις - Στραγγίσεις, Εργαστηριακές Ασκήσεις", Άρτα 1998
7. Daugerty - Franzini : "Υδραυλική" Τόμοι I , II, Εκδόσεις Πλαίσιο , Αθήνα.
8. Davis- Sorensen : " Handbook of applied Hydraulics" Third edition McGraw-Hill Book Company, 1969.
9. Hansen V. - Israelsen : "Αρδεύσεις. Βασικοί Αρχαί και Μέθοδοι . Μετάφραση από τους Α. Νικολαΐδη και Α. Κοκκινίδη ", Αθήνα 1961.
- 10.Καρακατσούλης Π. : " Αρδεύσεις - Στραγγίσεις και Προστασία των Εδαφών ", Αθήνα 1993.
- 11.Τερζίδης Γ. - Καραμούζης Δ. : "Υδραυλική Υπόγειων Νερών ", Εκδόσεις Ζήτη , Θεσσαλονίκη 1985.
- 12.Τερζίδης Γ. - Καραμούζης Δ. : "Στραγγίσεις Γεωργικών Εδαφών " Εκδόσεις Ζήτη , Θεσσαλονίκη 1986.
- 13.Τερζίδης Γ. : "Μαθήματα Υδραυλικής" , Τόμοι I ,II , III, Θεσσαλονίκη 1986.
- 14.Τερζίδης Γ. - Παπαζαφειρίου Ζ. : "Γεωργική Υδραυλική ", Εκδόσεις Ζήτη , Θεσσαλονίκη 1997.
- 15.Τζιμόπουλος Χ. : " Στραγγίσεις - Υδραυλική Φρεάτων ", Θεσσ/νίκη 1983.
16. Χαλκιάς Ν. : "Στραγγίσεις γαιών ", Αθήνα 1972.

Σημείωμα Αναφοράς

Θεοχάρης Μενέλαος, (2015). Στραγγίσεις (Εργαστήριο). ΤΕΙ Ηπείρου.

Διαθέσιμο από:

<http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG112/>

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Επεξεργασία: Δημήτριος Κατέρης

Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ