



Διαχείριση Υδατικών Πόρων

Ενότητα 3 : Βασικές Υδραυλικές και Μαθηματικές Έννοιες

Ευαγγελίδης Χρήστος

Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

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



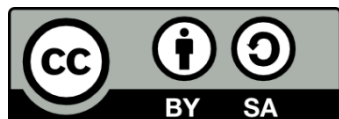
Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» 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.





Βασικές Υδραυλικές και Μαθηματικές Έννοιες



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιεχόμενα ενότητας

1. Εξίσωση ενέργειας – Bernoulli.
2. Στρωτή – Τυρβώδης ροή.
3. Προσεγγιστικές σχέσεις υπολογισμού του f .
4. Τοπικές απώλειες.



Σκοποί ενότητας

Η ενότητα εισάγει τον ενδιαφερόμενο σε θέματα που αφορούν:

- Βασικές υδραυλικές και μαθηματικές έννοιες.
- Τρόπος υπολογισμού ατομικού δικτύου άρδευσης.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Βασικές Υδραυλικές και Μαθηματικές Έννοιες

Εξίσωση ενέργειας - Bernoulli (1/2)

$$\frac{p}{\gamma} + z + \frac{v^2}{2 \cdot g} = ct$$

Προϋποθέσεις:

- ασυμπίεστο ρευστό, ρ σταθερό.
- μόνιμη ροή, u σταθερή στο ίδιο σημείο.
- ρευστό μη συνεκτικό, δηλαδή ροή μη-ιξώδης, δηλαδή ιξώδη φαινόμενα αμελητέα.

Η σχέση αυτή αναφέρεται κατά μήκος γραμμής ροής.



Εξίσωση ενέργειας - Bernoulli (2/2)

Εφαρμογές.

Bernoulli για τέλειο ρευστό: $\frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + z = ct$

Bernoulli για πραγματικό ρευστό: $\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + \sum \Delta h$

Bernoulli πρακτική

εφαρμογή: $\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + \sum \Delta h - h_M$



Στρωτή – Τυρβώδης Ροή (1/3)

Αριθμός Reynolds

- Λόγος δυνάμεων αδράνειας προς τριβής.
- Αδράνεια ανάλογη μάζας και κινηματικής κατάστασης. Τριβή, ανάλογη ιξώδους.

$$\text{Re} = \frac{\rho \cdot V^2}{\mu \cdot \frac{V}{D}} = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

αδράνεια

τριβή



Στρωτή – Τυρβώδης Ροή (2/3)

Τυρβώδης ροή σε σωλήνες με τραχύτητα.

Η τραχύτητα υπάρχει και μετριέται σε mm (απόλυτη) ή σχετική ως προς τη διάμετρο. Είναι μέτρο παρέκλισης πραγματικού τοιχώματος από το ιδεατό.

Στρωτή ροή = αμελητέα επίδραση.

Κύριος λόγος για την πτώση πίεσης:

Δυνάμεις πίεσης όταν το ρευστό περιρέει τις προεξοχές και σχηματίζονται νεκροί χώροι στις εσοχές.



Στρωτή – Τυρβώδης Ροή (3/3)

Απώλειες ενέργειας κατά τη μόνιμη ροή ρευστού σε αγωγούς κυλινδρικής διατομής.

Ο συντελεστής τριβής f για ροή σε κυλινδρικό αγωγό δίνεται από την εξίσωση Darcy-Weisbach:

$$\Delta h_f = f \frac{L}{D} \frac{V_\mu^2}{2g}$$

Όπου,

- L = μήκος κυλινδρικού αγωγού.
- D = Διάμετρος κυλινδρικού αγωγού.
- f = συντελεστής τριβής.



Προσεγγιστικές σχέσεις υπολογισμού του f (1/2)

- Swamee and Jain (1976).

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log_{10} \left[\frac{k}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{R_e^{0,9}} \right]$$

- Γ. Τερζίδα - Χ. Μπαμπατζιμόπουλου (1992).

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left\{ \frac{K}{3,7D} - \frac{5,046}{\text{Re}} \log \left[\frac{K}{3,7D} - \frac{5,042}{\text{Re}} \log \left[\frac{K}{3,7D} - \frac{5,015}{\text{Re}} \log \left(\frac{K}{3,7D} + \frac{4,706}{\text{Re}^{0,88}} \right) \right] \right] \right\}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1,879 \cdot \log \left[0,602 \cdot \frac{K^{1,009} \cdot \Delta h^{0,2018}}{Q^{0,4036} \cdot L^{0,2018}} + \frac{2,287 \cdot \nu \cdot L^{0,2}}{Q^{0,6} \cdot \Delta h^{0,2}} \right]$$



Προσεγγιστικές σχέσεις υπολογισμού του f (2/2)

- Τζιμόπουλος (2005).

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left\{ \frac{K}{3,7D} + \frac{6}{\text{Re}^{0,90458}} \right\}$$

- Παπαευαγγέλου (2010).

$$f = \frac{0,2479 - 0,0000947 \cdot \log \text{Re}}{\left[\log \left(\frac{e}{3,615 \cdot D} + \frac{7,366}{\text{Re}^{0,9142}} \right) \right]^2}$$



Τοπικές Απώλειες (1/2)

Οι τοπικές απώλειες δίνονται από $\Delta h = K \cdot \frac{V^2}{2g}$
Όπου V η μέση ταχύτητα στο σημείο.

K συντελεστής με διαφορετική τιμή σε κάθε περίπτωση.

- Υπενθυμίζεται ο τύπος των Darcy-Weisbach για τις γραμμικές απώλειες, για την ομοιότητα:

$$\Delta h = f \cdot \frac{l}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$



Τοπικές Απώλειες (2/2)

- Υπολογισμός απωλειών φορτίου.

$$D \rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2} \rightarrow Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \rightarrow \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[\frac{k}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{Re^{0,90458}} \right] \rightarrow$$

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

- Εφόσον δεν γνωρίζουμε τη διάμετρο, για να επιλέξουμε μία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση του Bresse.

$$D = 15,5 \cdot \sqrt[3]{Q} \quad \text{όπου } D \text{ (mm)} \approx Q \left(\frac{n^3}{h} \right)$$



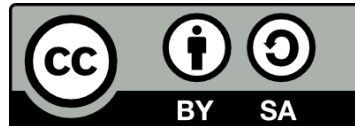
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Χρήστος Ευαγγελίδης.
«Διαχείριση Υδατικών Πόρων. Βασικές Υδραυλικές και Μαθηματικές Έννοιες». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:<http://eclass.auth.gr/courses/OCRS197/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. 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».



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

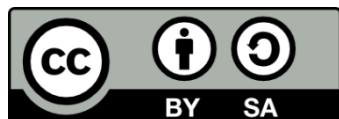
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Δαλάκης Νικόλαος
Θεσσαλονίκη, Εαρινό Εξάμηνο 2013-2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

