Μάθημα 1ο

1-10-2019

①

Υδραυλική και Υδραυλικά έργα

Διδάσκοντες:
Νάνου
Αίθουσα 12
Υλικό mycourses
users.ntua.gr/dkoutsog/
courses/yyel
→ μεγάλη ύλη
(ΟΣ) Θέλουμε κομπιουτεράκι και σχεδιαστικά όργανα
→ πρόοδος (+30%)
→ 5 σειρές στα 5 κεφάλαια +1 Bonus
→ Τα απαιτούμενα έργα υποδομής δεν τα βλέπουμε

Υδραυλική και Υδραυλικά έργα:
- Βασικές αρχές εφαρμοσμένης υδραυλικής
  - Αγωγοί υπό πίεση
  - Αγωγοί σε ελεύθερη επιφάνεια
- Βασικός σχεδιασμός υδραυλικών έργων
  - υδραγωγεία
  - ύδρευση
  - αποχέτευση

2 Βιβλία: Εύδοξος Στάμου → εφαρμοσμένη υδραυλική.
⊕1 του πολυτεχνείου → mycourses.

ὄμβρια και ακάθαρτα: με όμβρια ⇒ το νερό της βροχής, ξεπλένει ότι έχει το έδαφος
με ακάθαρτα ⇒ αποχέτευσης, έχει οργανικό φορτίο, τα οποία έχουν πάντα ελεύθερη επιφάνεια για να μην αλλάζει η ροή και έρθει πίσω σε εμάς ή υπερχειλίσει το φρεάτιο.

Από πού παίρνουμε H_2O: παίρνουμε απ' τον Εύηνο, με κλειστούς αγωγούς στις μεγάλες πόλεις και όχι με κανάλια που κάποιες φορές μπορεί σε χωριά.

Επανάληψη μηχανικής των ρευστών:

Δυναμική συνεκτικότητα ή ιξώδες: μ (μονάδες kg/m/s)

⊕ δυνεκτικό: το πιο παχύρευστο πχ. μέλι (έτσι έχουμε περισσότερες απώλειες)

Κινηματική συνεκτικότητα: $v = \frac{\mu}{\rho}$ (μονάδες m^2/s)

Πίεση: P (μονάδες $Pa = N/m^2$) ⇒ βαθμωτό μέγεθος

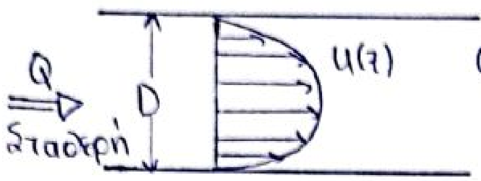
Ταχύτητα: $\vec{V}(u, v, w)$ (μονάδες m/s) ⇒ διανυσματικό μέγεθος.

⊕ Χρήσιμος πίνακας με μονάδες από βιβλίο Στάμου.

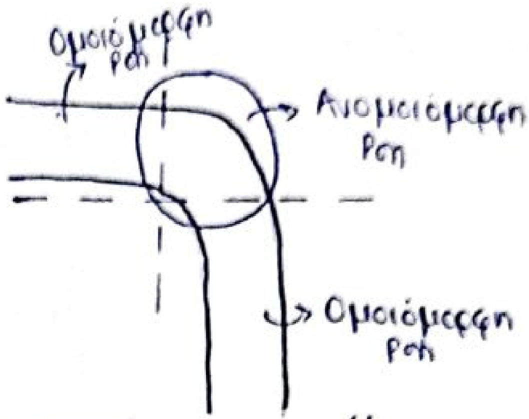
Χαρακτηρισμός ροής από κινηματική άποψη:

Μόνιμη ροή: δεν παρατηρείται μεταβολή της ταχύτητας με τον χρόνο — με αυτή θα ασχοληθούμε
Μη μόνιμη ροή: αντίθετο

Ομοιόμορφη: δεν παρατηρείται μεταβολή της ταχύτητας στο χώρο
Ανομοιόμορφη: αντίθετο

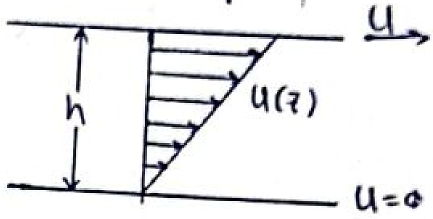


Ομοιόμορφη Ροή



Τάσεις:
- → ορθές ⇒ πίεση
- → διατμητικές → τριβές

⇒



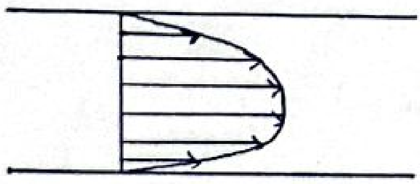
$$\boxed{\tau = \mu \frac{du}{dy}}$$

το ορίσαμε και είδαμε ότι επαληθεύεται.
⊛ βαθμωτό μέγεθος.

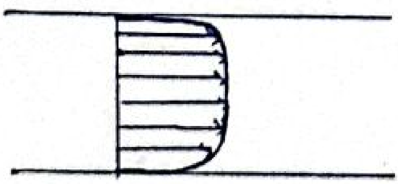
→ Αυτό που μας ενδιαφέρει είναι η τιμή της διατμητικής τάσης στο όριο
→ Θα ασχοληθούμε με πραγματικά ρευστά στα οποία θα μελετήσουμε την συνεκτικότητα
→ Τυρβώδης ροή είναι σαν καρδιογράφημα  ανακατεύει την ροή.

Reynolds: $Re = \dfrac{\text{δυν. αδράνειας}}{\text{δυν. συνεκτικότητας}} = \dfrac{VL}{\nu} = \dfrac{\rho V L}{\mu}$

Παλιό πολλαπλής επιλογής: (σωστό)

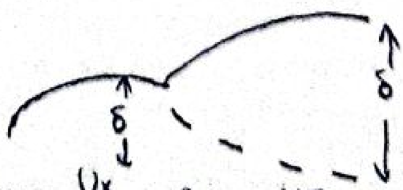


Στρωτή Ροή
- → ομαλή κίνηση
- → μικρότερη η κλίση du/dy.



Τυρβώδης Ροή
- → μη ομαλή κίνηση
- → ομοιομορφία σημαίνει τυρβώδης
- → μεγαλύτερη η κλίση du/dy

Οριακό Στρώμα: Η ταχύτητα κατά την διεύθυνση της πλάκας θα μηδενιστεί, ενώ σε μεγαλύτερη απόσταση θα γίνει V(αρχική)
Ως "δ" ορίζω το 99% της αρχικής ροής
με το "δ" να αυξάνει



→ Αν έχω "δ₁" μπορεί να έχω στρωτή ροή αφού ο τοπικός Reynolds είναι μικρός $Re_x = \frac{Ux}{\nu}$, $Re_\delta = \frac{U\delta}{\nu}$ Διαφορετική κρίσιμη τιμή για κάθε τύπο

Αποκόλληση: Εισάγει απώλειες ενέργειας.

2º Μάθημα

Υδραυλική και Υδραυλικά έργα.

Υδραυλική κλειστών αγωγών υπό πίεση:

→ περιοχή εισόδου είναι το κομμάτι μέχρι να αποκτήσουμε την ροή που θέλουμε. (πλήρως αναπτυγμένη ροή) → στρωτή => σημαντικότερο, μεγαλύτερο
→ τυρβώδης

→ το μήκος εισόδου είναι 20-40 φορές η διάμετρος.

→ από ορθογωνική κατανομή της ταχύτητας γίνεται της μορφής που είναι η ροή, το τριγωνάκι ανάμεσα είναι ο πυρήνας.

Υπολογισμός γραμμικών απωλειών: οφείλονται στις τριβές

→ η κλίση της Γ.Ε. είναι αυτή που επηρεάζει το που θα πάει η ροή στον σωλήνα. το h_f χρησιμοποιούμε

Από εξίσωση ενέργειας:
με H: ενεργειακό ύψος.
με $P/\rho g$: πιεζομετρικό ύψος,
με $V^2/2g$: ύψος κινητικής ενέργειας

$$H_1 = H_2 + \underbrace{h_f}_{\text{απώλειες ενέργειας}} \Leftrightarrow z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \overbrace{\alpha_1}^{\text{ροή με ελεύθερη επιφάνεια έχει νόημα}} \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

→ Για σταθερό D => $\boxed{V_1 = V_2}$ => $h_f = H_1 - H_2 = \left(z_1 + \frac{P_1}{\gamma}\right) - \left(z_2 + \frac{P_2}{\gamma}\right) = \underbrace{\Delta z}_{z_1 - z_2} + \frac{\overbrace{\Delta P}^{P_1 - P_2}}{\gamma}$

οφείλεται ή στην υψομετρική διαφορά
ή στην διαφορά πίεσης

→ χρησιμοποιούμε ροή υπό πίεση για να φτιάξουμε δίκτυα και δεν πρέπει ο αγωγός να κόψει την πιεζομετρική γραμμή.

→ τις απώλειες τριβών τις λαμβάνουμε πάντα υπόψη.

Εξίσωση Darcy-Weisbach: ψάχνουμε να βρούμε τις απώλειες h_f.

1º στάδιο: σχέση h_f με τ_0 (διατμητική τάση ορίου) με μονοδιάστατη ανάλυση

2º στάδιο: σχέση τ_0 με τα χαρακτηριστικά του ρευστού ↳ εφαρμόζουμε τα 3 βασικά ισοζύγια, για τα μέσα μεγέθη του αγωγού.

Εξίσωση Συνέχειας: $Q_1 = Q_2 \overset{A_1 = A_2}{\Leftrightarrow} \cancel{A_1} V_1 = \cancel{A_2} V_2 \Leftrightarrow V_1 = V_2 = V.$

Εξίσωση ενέργειας: $H_1 = H_2 + h_f$

Εξίσωση ποσότητας κίνησης: $F_{Px} + F_{\tau x} + F_{gx} = \rho(V_1Q_1 - V_2Q_2) = 0$ με ίσες ταχύτητες οι δυνάμεις μηδεν.

Άρα προκύπτει: $\boxed{\Delta P \frac{\pi D^2}{4} - \tau_w \pi D \Delta x + \gamma \frac{\pi D^2}{4} \Delta x \sin\varphi = 0}$

διατμητική τάση ορίου

1ο Στάδιο

$$\Rightarrow \boxed{\tau_w = \frac{D}{4} \frac{\Delta(p+\gamma z)}{\Delta x}} \Rightarrow \boxed{h_f = \frac{4\tau_w \Delta x}{\gamma D}}$$

Διεδιάσταση ανάλυση:

$$\tau_w = F(\rho, \nu, V, D, k) \Rightarrow \frac{\tau_w}{\rho V^2} = F\left(Re = \frac{VD}{\nu}, \frac{k_s}{D}\right) = \frac{f}{8}$$

2ο Στάδιο

σχετική τραχύτητα

$$\boxed{\tau_w = \frac{1}{8} f \rho V^2}$$

συντελεστής τριβών

Απ' το στάδιο 1 και το στάδιο 2 προκύπτει:

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

Εξίσωση Darcy-Weisbach. Ισχύει για στρωτή και τυρβώδη ροή σε κλειστούς αγωγούς υπό πίεση.

→ Δεν παίζει ρόλο πουθενά αν η ροή είναι στρωτή ή τυρβώδης.

Υπολογισμός του συντελεστή f:

→ Γράφουμε σε κυλινδρικές συντεταγμένες τις εξισώσεις ροής

→ η κατανομή της διατμητικής τάσης βρίσκεται: $\boxed{\tau = \mu \frac{du}{dy}}$, $\boxed{u = \sqrt{\frac{\tau_w}{\rho}}}$

i) Στρωτή ροή ($Re < 2000$) $\boxed{f_{\sigma\tau} = \frac{64}{Re}}$

ii) Τυρβώδης ροή και λείος αυλήνας ($Re > 2000$)

λείος: γυάλινος, καινούργιος πλαστικός αυλήνας

πεπλεγμένη σχέση

$$\boxed{\frac{1}{\sqrt{f}} = 2{,}0 \log(Re\sqrt{f}) - 0{,}8}$$

Prandtl

χρήση διαγράμματος που δίνει γραφική λύση

Αριθμητικοί μέθοδοι ⇒ προσεγγίσεις

$$\boxed{f = 0{,}316\, Re^{-1/4}}$$

Blasius

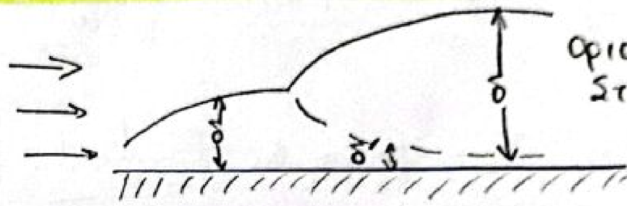
$$\boxed{f = 1{,}8 \log(0{,}145 Re)}$$

Colebrook

Τραχύτητα (k) είναι το μέσο μέγεθος των προεξοχών που υπάρχουν. ⟹

Ισοδύναμη τραχύτητα ks : έχει την ίδια υδροδυναμική συμπεριφορά

SOS αν οι προεξοχές είναι μικρότερες απ' το δ' τότε ο σωλήνας θεωρείται λείος. γι' αυτό το ks δίνεται σε μονάδες μήκους.



→ Διάγραμμα Moody SOS.

→ ο Nikuradse: για μεγάλους Re δεν είχε σημασία το f, αλλά το $\frac{ks}{D}$

Εξίσωση Colebrook-White

πεπλεγμένη σχέση πάλι

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2{,}0 \log\left(\frac{ks/D}{3{,}7} + \frac{2{,}51}{Re\sqrt{f}}\right)$$

Δεν χρειάζεται να θυμάμαι απ' έξω

→ για ks/D = 0 ⟹ Εξ. Prandtl

Εξίσωση Swamee and Jain

$$f = \frac{0{,}25}{\left[\log\left(\frac{1}{3{,}7}\frac{ks}{D} + \frac{5{,}74}{Re^{0,9}}\right)\right]^2}$$

Εξίσωση Haaland

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1{,}8 \log\left(\frac{6{,}9}{Re} + \left(\frac{ks/D}{3{,}7}\right)^{1,11}\right)$$

→ Για το f θέλουμε για ακρίβεια τρίτου ή και τέταρτου δεκαδικού.

Πίνακας Moody..

→ απ' την διακεκομμένη και πάνω επηρεάζει μόνο ks/D, απ' την διακεκομμένη και κάτω και ks/D και Reynolds. (κάτω εξίσωση Prandtl.)

→ Για το διάγραμμα το πχ Re = 3,18 × 10⁵ → κοίτα σε 10⁵ για να μπορώ να το βρω στο λογαριθμικό διάγραμμα

→ βρίσκω που τέμνονται Re και ks/D ⟹ βρίσκω το f. (και 1η εκτίμηση)

1ο τυπικό πρόβλημα:

Δεδομένα: D, Q, L, ks, ν

Ζητούμενο: h_f → άμεσα με Moody, αλλιώς Colebrook White. (έμμεση)

2ο τυπικό πρόβλημα:

Δεδομένα: h_f, D, L, ks, ν

Ζητούμενο: Q → άμεση Moody ή Colebrook White.

3ο τυπικό πρόβλημα

Δεδομένα: h_f, Q, L, k_s, ν

Ζητούμενο: D → δοκιμές (μπορούν να επιλεγούν το f ή το D)

$$h_f = f\frac{L}{D}\frac{8Q^2}{g\pi^2 D^4} = \frac{fL8Q^2}{g\pi^2 D^5}$$ → λύνω ως προς αυτό

μεθοδολογία: $f_1 \rightarrow D \rightarrow Re\sqrt{f} \xrightarrow{k_s/D} f_2$ → ξανά απ' την αρχή

Έτσι πρέπει να είναι ο τρόπος παρουσίασης

→ Αν η διάμετρος που προκύπτει δεν συμπίπτει με την διάμετρο του εμπορίου, υπολογίζουμε πρώτα θεωρώντας την αμέσως μεγαλύτερη και μετά με την αμέσως μικρότερη. ⟹ βρίσκω το L

γιατί κρατάμε ψηλά την πιεζομετρική γραμμή γι' αυτό μπαίνει 1η
⊕ λιγότερα φαινόμενα αποκόλλησης της ροής

- μικρή διάμετρος → μεγάλη ταχύτητα ⟹ πιο έντονη κλίση
- μεγάλη διάμετρος → μικρή ταχύτητα ⟹ πιο ομαλή κλίση

→ δεν αντέχουν όλοι οι σωλήνες την ίδια πίεση.

Παραδείγματα καθηγήτριας:

Παράδειγμα 4.2-1: Δεδομένα: $L = 1500\,m$, $D = 300\,mm$, $Q = 0{,}1267\,m^3/s$, $k_s = 1{,}5\,mm$, $\nu = 1{,}1 \cdot 10^{-6}\,m^2/s$

Ζητούμενο: f

με $\frac{k_s}{D} = \frac{1{,}5\,mm}{300\,mm} = 0{,}05$ (2)

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = 1{,}792\,m/s$$

$Re = \frac{VD}{\nu} = 488.727$ (1) ⟹ Θα το δούμε $4{,}9 \times 10^5$ (αν δουλέψω με Moody)

με (1), (2) $\xrightarrow{Moody}$ f (1ος τρόπος διάγραμμα)

(2ος τρόπος) Colebrook-White

f_1	$Re\sqrt{f_1}$	$1/\sqrt{f_2}$	f_2
0,02	...	5,7154	0,03061
0,03061	...	5,7198	0,03057
0,03057	...		0,03057

το διαλέγω αυθαίρετα (0,02)

0,03061 ✓ που δίνει αμέσως καλό νούμερο

0,03057 ✓ εδώ stop

} Ουσιαστικά το ίδιο με ακρίβεια πέμπτου δεκαδικού αράδειγμα 4.2.-2: Δεδομένα $L = 1200m$ Ζητούμενο: Q

$D = 400mm$

$k_s = 0,5mm$

$h_f = 8,211m$

$\nu = 1,1 \cdot 10^{6} m^2/sec$

(1ος τρόπος)

$$Re\sqrt{f} = \sqrt{\frac{2gh_f}{L}}\frac{D^{3/2}}{\nu} \Leftrightarrow$$

$$Re\sqrt{f} = 48818,127$$

Εδω δεν θέλει δοκιμές => βρίσκω άμεσως το f

με $\frac{1}{\sqrt{f}} = 6,820 \Rightarrow f = 0,02150$

και βρίσκω την ταχύτητα: $V = \left[2gh_f \frac{D}{L}\right]^{1/2} \frac{1}{\sqrt{f}} \Rightarrow Q$

(2ος τρόπος) Εξίσωση Swamme and Jaine

3ο Μάθημα

08-10-2019

①

Υδραυλική και Υδραυλικά έργα.

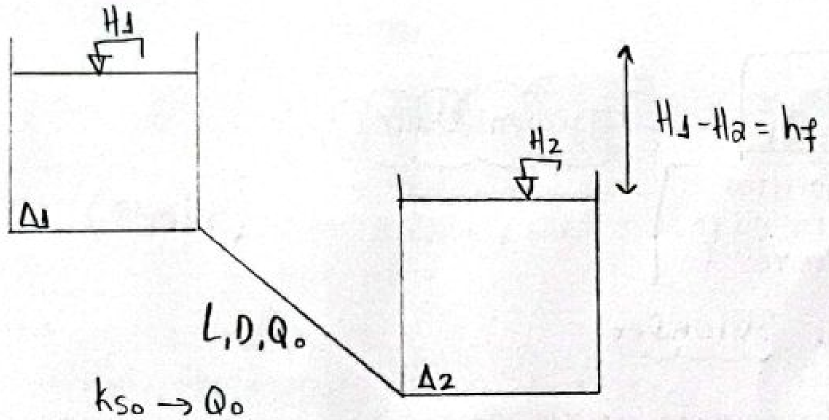
Γήρανση σωλήνων

→ ο λείος σωλήνας με $k_s/D = \varnothing$ διαφοροποιείται απ' το μηδέν. Άρα αυξάνει η τραχύτητα ⟹ αυξάνονται οι τριβές. ⟹ αυξάνεται το f → μικραίνει το Q.

→ γι' αυτό χρειάζονται κάποια μέτρα γιατί θα πέσουν οι παροχές

→ γήρανση λόγω: οξείδωσης, διάβρωσης ή και εναπόθεσης αλάτων στην εσωτερική του επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το νερό.

$\boxed{k_s(t) = k_{s,0} + a_g \cdot t}$, με a_g = συντελεστής (μας τον δίνουν)



$k_{s0} \rightarrow Q_0$

$k_{st} > k_{s0} \rightarrow Q < Q_0$

Τρόποι αντιμετώπισης γήρανσης

→ αύξηση στάθμης της ανάντη δεξαμενής τροφοδότησης.

→ χρήση αντλίας.

→ αντικαθιστώντας τον παλαιό σωλήνα με νέο.

→ προσθέτοντας νέο σωλήνα παράλληλα στον υφιστάμενο

→ οποιαδήποτε αλλαγή σε ένα υδραυλικό σύστημα αλλάζει τα πάντα! Λύνουμε απ' την αρχή σαν καινούργιο πρόβλημα.

Γραμμικές απώλειες σε μη κυκλικές διατομές:

→ σχεδιάζονται για ποικιλία παροχών

→ όσο φεύγουμε απ' την κυκλική διατομή εμφανίζεται δευτερεύουσα ροή (χαρακτηριστικό των πραγματικών ρευστών)

→ εδώ οι συντελεστές α, β μεταβάλλονται απ' το 1 που το παίρναμε στις κυκλικές.

→ εισάγουμε: Υδραυλική ακτίνα R_h

$\boxed{R_h = \frac{A}{P} = \frac{D_h}{4}}$ → D_h: Υδραυλική διάμετρος

P: βρεχόμενη περίμετρος ⟹ $P = \pi D$

$A = \frac{\pi D^2}{4}$

$A = \alpha\beta$

$P = 2(\alpha+\beta)$ ⟹ $R_h = \frac{\alpha\beta}{2(\alpha+\beta)}$

$\boxed{Re = \frac{V \cdot 4 R_h}{\nu}}$ Αριθμός Reynolds

Εξίσωση παροχής $\boxed{Q = V \cdot A} \rightarrow \boxed{V = \frac{Q}{A}}$

$$\boxed{h_f = J_E \cdot L = f \frac{L}{4R_h} \cdot \frac{V^2}{2g} = f \frac{L}{D_h} \cdot \frac{V^2}{2g}}$$

Εξίσωση Darcy-Weisbach

υλίση Γ.Ε.

$\boxed{\tau_w = \rho g R_h J_E}$, με $R_h = \frac{A}{P}$ Διατμητική τάση ορίου

Εμπειρικές σχέσεις:

- $\boxed{V = C_h \sqrt{R_h \cdot J_E}}$ Εξίσωση Chezy. → για ροή σε αγωγούς με πίεση

με $C_h = \sqrt{\frac{8g}{f}}$ = συντελεστής Chezy.

- $\boxed{V = \frac{R_h^{1/6}}{n} \sqrt{R_h J_E} = \frac{1}{n} R_h^{2/3} J_E^{\frac{1}{2}}}$ Εξίσωση Manning. → για ροή σε ανοικτούς αγωγούς

με $n = \frac{R_h^{1/6}}{C_h}$ [Χρησιμοποιείται και σήμερα για την εκτίμηση του f]

έχει μονάδες → $(s/m^{1/3})$

ενώ το $\frac{1}{n}$ ο συντελεστής Strickler.

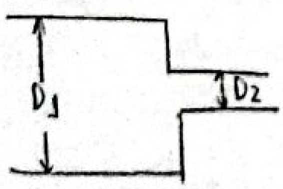
→ η δικλείδα εισάγει απώλειες (μεταβάλλουμε τις παροχές) τοπικές

Τοπικές απώλειες:

→ οφείλονται στις μεταβολές της γεωμετρίας της ροής.

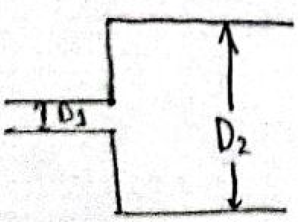
$\boxed{h_m = k \frac{V^2}{2g}}$ με $k = f(Re, \text{γεωμετρία}) \Rightarrow$ → βρίσκεται πειραματικά → δίνεται απ' τον κατασκευαστή

↳ συντελεστής



$V_1 < V_2$

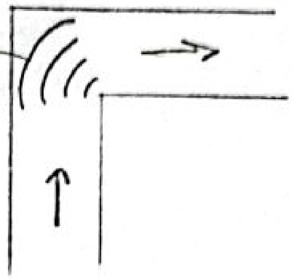
Θεωρώ την μεγαλύτερη ταχύτητα για τον τύπο μου



$V_1 > V_2$

οι τοπικές απώλειες αυξάνονται σε περιοχές στροβίλων (περιοχές ανακυκλοφορίας της ροής)

→ η χρήση πτερυγίων έχει σαν αποτέλεσμα σημαντική μείωση της περιοχής αποκόλλησης και κατά συνέπεια απώλειες ενέργειας.



1) <u>Απότομες διαστολές:</u> (αποκλίνουσα ροή → πιο έντονες απώλειες απ' τις συγκλίνουσες ροές)

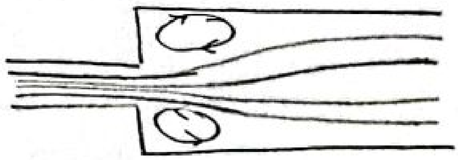
ισχύει ότι $Q = A_1V_1 = A_2V_2$ και $H_1 = H_2 + h_f + h_m$ και $F_{px} + F_{\tau x} + \cancel{F_{gx}}^{\,0} = \rho Q(V_2 - V_1)$

F_{px}: οφείλονται οι τοπικές απώλειες

$F_{\tau x}$: οφείλονται οι γραμμικές απώλειες

για μικρό μήκους τμήμα ⟹

$$\boxed{h_m = k\frac{V_1^2}{2g}} \quad με \quad \boxed{k = \left(1 - \frac{D_1^2}{D_2^2}\right)^2}$$



2) <u>Εκροή σωλήνα σε δεξαμενή.</u>

→ απώλειες εξόδου σωλήνα

→ θεωρούμε ότι όλο το ύψος κινητικής χάνεται.

$$\boxed{k = 1} \quad \boxed{h_m = \frac{V_1^2}{2g}}$$

3) <u>Απότομες συστολές:</u>

$$\boxed{h_m = k\frac{V_2^2}{2g}}$$

με πειραματικές τιμές του k. → $\frac{D_1}{D_2}$, → $\frac{D_2}{D_1}$

→ πάντα την μεγάλη ταχύτητα.

4) <u>Είσοδος της ροής από δεξαμενή σε σωλήνα:</u>

→ απώλειες εισόδου σωλήνα.

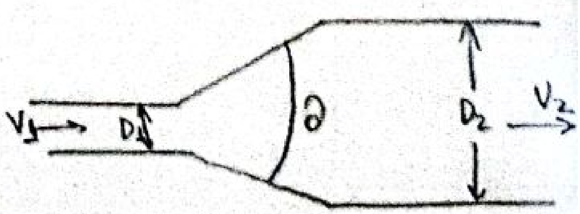
→ η τιμή του k εξαρτάται απ' την διαμόρφωση του στομίου

→ όταν δεν υπάρχει διαμόρφωση $\boxed{k = 0{,}50}$

5) <u>Βαθμιαίες διαστολές:</u>

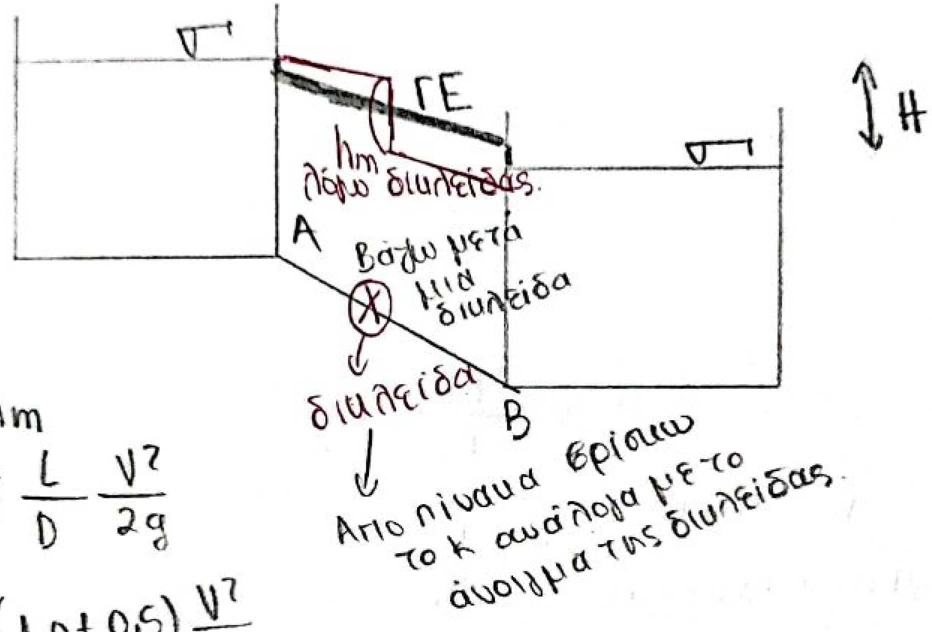
<u>κωνικός διαχύτης:</u>

- $\theta < 5°$ απώλειες λόγω τριβών (γραμμικές)
- $5° < \theta < 15°$ βέλτιστη περιοχή
- $\theta = 7°$ βέλτιστη γωνία
- $\theta > 15°$ αποκόλληση ροής



8) Δικλείδες: (πιο σημαντικό είδος τοπικών απωλειών) → δεν αμελούνται γιατί υπάρχει για να κατεβάζει αυτές τις απώλειες

→ παρέχονται διαγράμματα του k απ' τους κατασκευαστές



$H = h_f + h_m$

με $h_f = f \dfrac{L}{D} \dfrac{V^2}{2g}$

πριν

$h_m = \underbrace{(1{,}0 + 0{,}5)}_{\text{εισόδου και εξόδου}} \dfrac{V^2}{2g}$

μετά

$h_m = (1{,}0 + 0{,}5) \dfrac{V^2}{2g} + k_\delta \dfrac{V^2}{2g}$

→ υπάρχουν είδη δικλείδων

4º Μάθημα

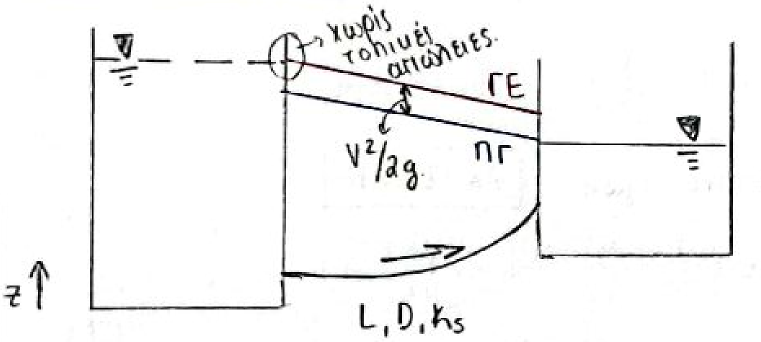
Υδραυλική και Υδραυλικά έργα

Συνολικό ενεργειακό ύψος

$\Delta h_{ολ} = \Sigma h_i + \Sigma h_f$ ύψος

→ οι γραμμικές απώλειες δεν αμελούνται, όπως και οι τοπικές σε δικλείδες.

Άσκηση καθηγήτριας



→ Δεν μας νοιάζει το πως θα είναι ο αγωγός αρκεί να μην κόψει την Π.Γ και βλέπουμε ότι η ροή είναι απ' το ψηλό στο χαμηλό.

A) Χωρίς τοπικές απώλειες: (SOS)

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

με $H = H_1 - H_2 = \left(z_1 + \cancel{\frac{P_1}{\gamma}} + \cancel{\frac{V_1^2}{2g}}\right) - \left(z_2 + \cancel{\frac{P_2}{\gamma}} + \cancel{\frac{V_2^2}{2g}}\right) = z_1 - z_2$

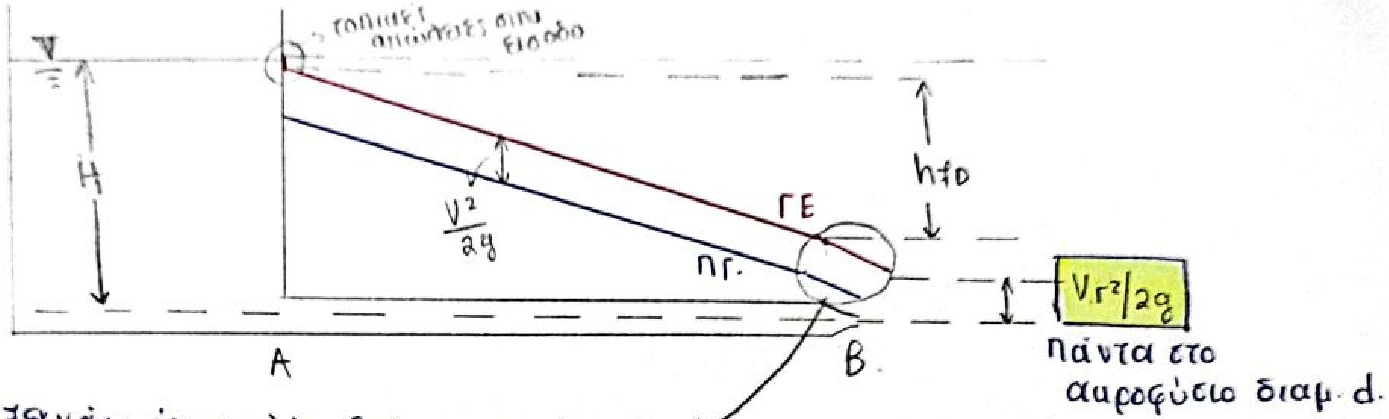
B) Με τοπικές απώλειες: (SOS)

$$H = h_f + \Sigma h_m = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} + \underbrace{h_{mA} + h_{mB}}_{k_{εισ}\frac{V^2}{2g} + k_{εξ}\frac{V^2}{2g}} = \left(f \frac{L}{D} + k_{εισ} + k_{εξ}\right) \frac{V^2}{2g}$$

$k_{εισ} = 0{,}5$, $k_{εξ} = 1{,}0$

Scanned with CamScanner

'Ασκηση καθηγήτριας: (ίσον)



→ Δεν ξεχνάω ότι η κλίση δείχνει απώλειες.

$H_A = z_A$

$H_\Gamma = z_\Gamma + \cancel{\frac{p_\Gamma}{\gamma}}^{0} + \frac{V^2}{2g}$ $\Rightarrow$ $H_A - H_\Gamma = (z_A - z_\Gamma) - \frac{V_\Gamma^2}{2g} = \Sigma h_f + \Sigma h_m$

Άρα στον οριζόντιο αγωγό: $\boxed{z_A - z_\Gamma = H}$

$$H_A - H_\Gamma = H - \frac{V_\Gamma^2}{2g} = f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g} + k_{εισ}\frac{V^2}{2g}$$ (έξοδο δεν έχουμε γιατί έχω αέρα)

$$H = \left(f\frac{L}{D} + k_{εισ}\right)\frac{V^2}{2g} + \frac{V_\Gamma^2}{2g}$$ → Δεν τον ξεχνάω ποτέ γιατί έχω ακροφύσιο

με $Q = \frac{\pi D^2}{4}V = \frac{\pi d^2}{4}V_\Gamma \Rightarrow V_\Gamma = V\frac{D^2}{d^2}$

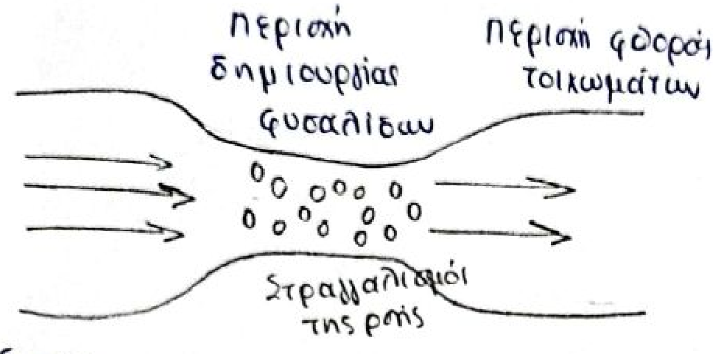
Άρα $$\boxed{H = \left(f\frac{L}{D} + k_{εισ} + \frac{D^4}{d^4}\right)\frac{V^2}{2g}}$$

A → B:

$$z_A + \cancel{\frac{p_A}{\gamma}}^{0} + \cancel{\frac{V_A^2}{2g}}^{0} = z_B + \frac{p_B}{\gamma} + \underbrace{\frac{V_B^2}{2g}}_{= V^2/2g} + \underbrace{h_{f_{A-B}}}_{= f\frac{L}{D}\frac{V^2}{2g}} + \underbrace{h_{m_A}}_{= 0{,}5\frac{V^2}{2g}}$$

όσο μικραίνει η διάμετρος τόσο μεγαλώνει η κλίση της Γ.Ε.
όσο μπορούμε πινακοποιούμε τις λύσεις.

Σπηλαίωση:



$$z + \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = H$$

$$\boxed{P = \gamma H - \gamma z - \frac{1}{2}\rho V^2}$$

έχουμε θέμα όταν έχουμε υποπιέσεις

Συνήθη προβλήματα:

→ πρόβλημα στον αυχένα (κόβει την ΓΕ το έδαφος)
→ ανάντη αντλιών
→ κατάντη υδροστροβίλου

* Όταν πέφτει πολύ η πίεση η θερμοκρασία βρασμού του νερού μειώνεται και έτσι δημιουργούνται φυσαλίδες

→ Σπηλαίωση θα γίνει: $\boxed{\frac{P}{\gamma} < -10{,}1m}$

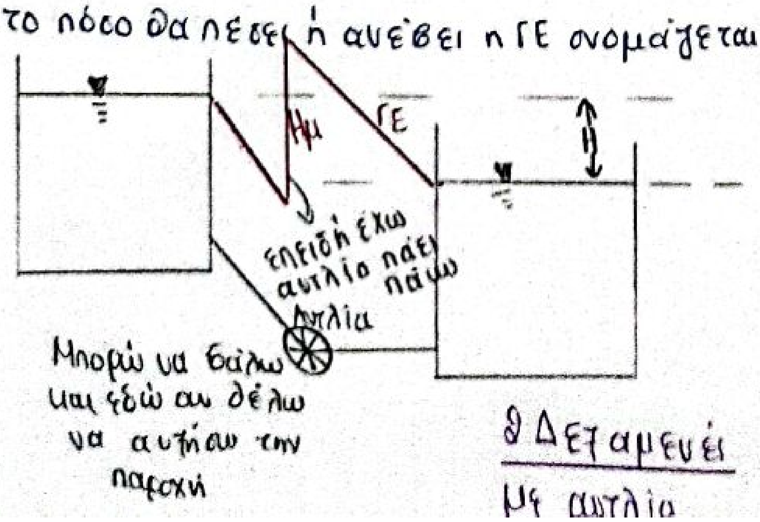
Αντλίες και Υδροστρόβιλοι:

Αντλίες: προσδίδουν ενέργεια στο σύστημα (η ΓΕ θα ανέβει) $\boxed{H_1 + H_\mu = H_2 + h_f}$, $P = \frac{\gamma Q H_\mu}{n}$

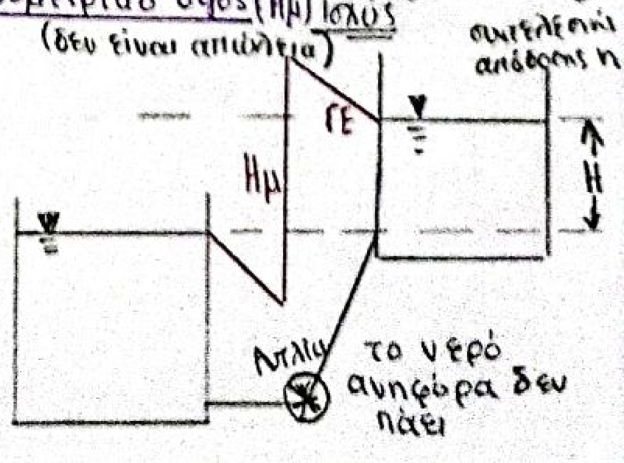
Υδροστρόβιλοι: Αφαιρούν ενέργεια από το σύστημα (η ΓΕ θα κατέβει) $\boxed{H_1 = H_2 + H_\mu + h_f}$, $P = \gamma Q H_\mu n$

n: συντελεστής απόδοσης

* το πόσο θα πέσει ή ανέβει η ΓΕ ονομάζεται Μανομετρικό ύψος (H_μ) (δεν είναι απώλεια) ισχύς



2 Δεξαμενές με αντλία

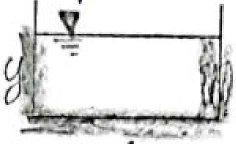


Στάμου:

Υδραυλική και Υδραυλικά έργα:

Ροή με ελεύθερη επιφάνεια: ποτάμι, σύστημα αποχέτευσης, ομβρίων υδάτων, ρυάκι και κανάλι για άρδευση, ΕΥΔΑΠ (H_2O).

Βρεχόμενη περίμετρος: το κομμάτι του αγωγού - δοχείου που βρέχεται και εμφανίζονται τριβές στα τοιχώματά του.



βρεχόμενη περίμετρος $= b + 2y$

επιφάνεια $= b \cdot y$

$R = \frac{A}{\Pi} = \frac{by}{b+2y}$

Υδραυλική Ακτίνα.

⊗ Σε αγωγούς πολύ μεγάλους $R = y$ (παραδοχή) γιατί $R = \frac{by}{b+2y} = \frac{y}{1+\frac{2y}{b}} \to 0$ όταν $b = \infty$ το κλάσμα $\to 0$

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

Έτσι βρίσκω τις απώλειες ενέργειας σε κλειστό αγωγό.

Manning:

$$\boxed{V = \frac{1}{n} R^{2/3} J_E^{1/2}}$$

υδραυλική ακτίνα

κλίση εδάφους

συντελεστής τριβών

με $\boxed{Q = A \cdot V = A \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} J_E^{1/2}} \Rightarrow \boxed{\frac{Q \cdot n}{J_E^{1/2}} = R^{2/3} A}$

με δεσμεύουν τα Q, n, J_E

→ τοπικές απώλειες έχουμε σε αλλαγές γεωμετρίας (στρόβιλοι).

→ μονοδιάστατη ανάλυση είναι όταν η ροή γίνεται προς μία διεύθυνση.

→ η συνεκτικότητα είναι άμεσα συνδεδεμένη με την δύναμη τριβών

→ όταν δεν έχω τριβές η Γ.Ε είναι οριζόντια. => Bernoulli.

→ Σε ομοιόμορφη ροή η κλίση της ΓΕ είναι η κλίση της ελεύθερης επιφάνειας άρα η κλίση του πάτου μου.

Υδραυλική και Υδραυλικά Έργα:

Ροή με ελεύθερη επιφάνεια:

Θεωρία κρίσιμου βάθους:

→ Βασική παράμετρος: Αριθμός Φρουντ. = $\frac{\text{Αδρανειακές}}{\text{Βαρυτικές}}$

→ Φρουντ > 1: Υπερκρίσιμη (πέφτουν στον γκρεμό πριν σταματήσουν)

Φρουντ < 1: Υποκρίσιμη (πάει σήμα προς τα πίσω)

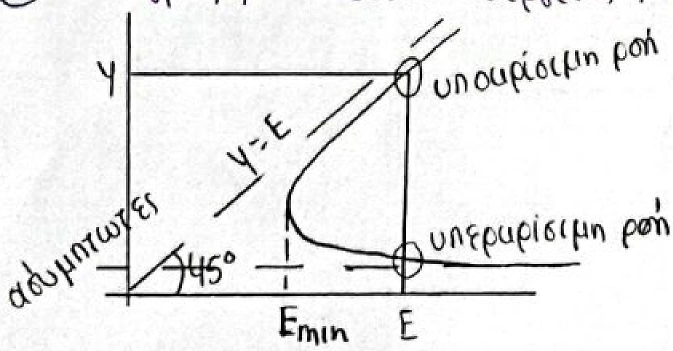
Ειδική ενέργεια: Ενέργεια με επίπεδο αναφοράς στον πυθμένα.

$$\boxed{y_1 + \frac{Q^2}{2gA_1^2} = E_1} \quad (\text{με } a=1)$$

↳ εξαρτάται απ' το y.

με Ολική ενέργεια: $\boxed{H = z + y + \frac{V^2}{2g}}$

1η περίπτωση: Διάγραμμα ειδικής ενέργειας με σταθερή παροχή Q

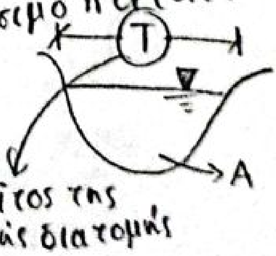


Το ίδιο E => αντιστοιχεί σε 2 βάθη ονομάζονται εναλλακτά βάθη

Emin εμφανίζεται σε κρίσιμη τιμή: Φρουντ. $Fr = \frac{V_k}{\sqrt{gD_k}} = 1$ κρίσιμο ή cr (critical)

με $D_k = \frac{A}{T}$, $V_k = \frac{Q}{A}$

μέσο υδραυλικό βάθος



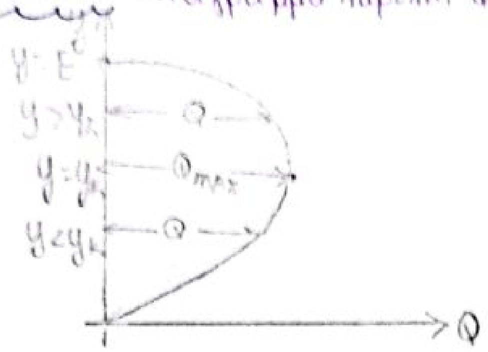
Κρίσιμο βάθος: Όταν $Fr = 1$

$$\boxed{Fr = \frac{Q^2 T}{g A^3}}$$

με $\boxed{E_{min} = y_k + \frac{V_k^2}{2g} = y_k + \frac{D_k}{2}}$

ⓐ SOS βλέπω το τυπολόγιο απ' τις διαφάνειές της (στο τέλος)

2η περίπτωση: Διάγραμμα παροχής Q για σταθερή ειδική ενέργεια Hε



$$E = y + \frac{Q^2}{2gA^2} \Leftrightarrow$$

$$Q^2 = 2gA^2(E-y) \Leftrightarrow$$

$$\boxed{Q = \sqrt{2gA^2(E-y)}}$$

Για $y \to E \Leftrightarrow Q = 0$

Για $y \to 0 \Leftrightarrow Q = 0$

Μέγιστη παροχή: $\boxed{Q_{MAX} = A_k \sqrt{g D_k}}$ για $Fr = 1$

Απ' τον Φρουντ $Fr = \frac{Q^2 T}{gA^3}$

Ειδική δύναμη:

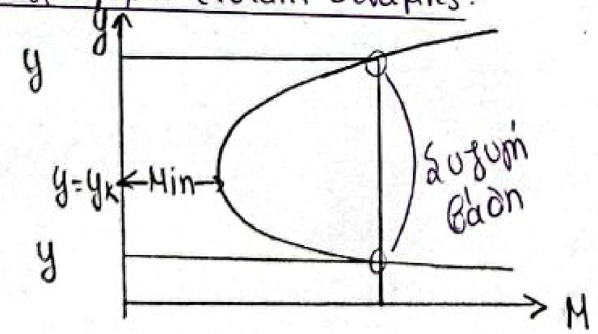
Από την εξίσωση ποσότητας κίνησης:

Εξίσωση

Θυμάμαι:
Δυνάμεις πίεσης $\vec{F_p} = \gamma \cdot to\,\vec{A} =$
$= \rho g\, to\,\vec{A}$

$$\boxed{M = \frac{Q^2}{gA} + A\bar{y}} \Longrightarrow \boxed{\frac{F_{\tau x} + F_{gx}}{\gamma} = M_2 - M_1}$$

Διάγραμμα ειδικής δύναμης:



Απ' τον Φρουντ $\Rightarrow \boxed{\frac{V_k^2}{2g} = \frac{D_k}{2}}$

Το ύψος της κινητικής ενέργειας είναι ίσο με το μισό του υδραυλικού βάθους D.

Υδραυλική και Υδραυλικά έργα:

Ανομοιόμορφη βαθμιαία μεταβαλλόμενη ροή:

Υποκρίσιμη: προσαρμόζεται πριν από κάθε αλλαγή
Υπερκρίσιμη: δεν μεταβάλλεται.

Βασικές παραδοχές:

→ η καμπύλωση της ΕΕ είναι μικρή
→ η ροή μπορεί να θεωρηθεί παράλληλη.
→ η κατανομή της πίεσης θεωρείται υδροστατική
→ μπορώ να εφαρμόσω μονοδιάστατη ανάλυση.
→ Εξίσωση Manning. (όταν $J_E = J_o \rightarrow y_o$ ομοιόμορφη ροή).

→ Στο υδραυλικό άλμα δεν ισχύει ο Manning.

Δευτερεύουσες παραδοχές:

→ η κατά μήκος κλίση του πυθμένα του αγωγού είναι μικρή
→ η διανομή ταχυτήτων είναι όμοια σε κάθε διατομή (το α θεωρείται σταθερό)
→ ο συντελεστής Manning είναι ανεξάρτητος του βάθους ροής και σταθερός σε όλο το μήκος
→ δεν υπάρχει εγκλωβισμένος αέρας.

→ Εξετάζουμε συγκεκριμένο όγκο αναφοράς.

Εξίσωση Ενέργειας (Βασική διαφορική εξίσωση ΒΜΡ.)

$$H = z + y + \frac{V^2}{2g} = z + E$$ ειδική ενέργεια

παραγωγίζω ως προς x.

$$\underbrace{\frac{dH}{dx}}_{-J_E} = \frac{dz}{dx} + \underbrace{\frac{dy}{dx}}_{-J_u} + \frac{d}{dx}\left(\frac{V^2}{2g}\right) = \underbrace{\frac{dz}{dx}}_{-J_o} + \frac{dE}{dx}.$$

$$\boxed{\frac{dE}{dx} = J_o - J_E}, \quad \boxed{\frac{dy}{dx} = J_o - J_E - \frac{d}{dx}\left(\frac{V^2}{2g}\right)}$$

Τελικά προκύπτει

$$\boxed{\frac{dy}{dx} = \frac{J_o - J_E}{1 - Fr^2}}$$

Εξίσωση βαθμιαίας μεταβαλλόμενης ροής

(ορθογωνική διατομή)
$$\frac{dy}{dx} = \frac{J_o - J_E}{1 - \left(\frac{y_c}{y}\right)^3}$$

Τυποποίηση: (πως ονομάζουμε τις καμπύλες)

Με βάση την κλίση του πυθμένα.

→ y_0 Θετική: η ροή πάει προς τα κατάντη (αλλιώς αρνητική).

→ y_k κρίσιμη κλίση: θέλουμε $y_0 = y_k$ και υπολογίζεται από τον Manning.

Υποκρίσιμη κλίση: $\boxed{y_0 < y_k}$ ~ ήπια κλίση (M) καμπύλες

Υπερκρίσιμη κλίση: $\boxed{y_0 > y_k}$ ~ απότομη κλίση (S) καμπύλες

Κρίσιμη κλίση: $\boxed{y_0 = y_k}$ ~ (ομοιόμορφη ροή) (C) καμπύλες

Προφανώς ισχύουν και 2 συνθήκες που έχει στο πινακάκι, δεν έχω να τις αποδείξω και τις 2, μου φτάνει η 1.

Οριζόντια κλίση: $\boxed{J_0 = 0}$ → $y_0 = \infty$ H καμπύλες

Ανάστροφη κλίση: $\boxed{J_0 < 0}$ A καμπύλες.

Προσοχή!

→ Μπορεί να εμφανιστεί υπερκρίσιμη ροή σε υποκρίσιμη κλίση πυθμένα.
(υποκρίσιμη κλίση δεν σημαίνει πάντα υποκρίσιμη ροή)

→ Μπορεί να εμφανιστεί υποκρίσιμη ροή σε υπερκρίσιμη κλίση πυθμένα.
(υπερκρίσιμη κλίση δεν σημαίνει πάντα υπερκρίσιμη ροή).

11ο Μάθημα

8-11-2019

①

Ευστρατιάδης

Υδραυλική και Υδραυλικά Έργα

Έγγραφα → ευφωνήσεις ασκήσεων ⊕ 2 εργασίες για παράδοση

Έγγραφα → ασκήσεις υδροδοτικών έργων (παλιά θέματα εξετάσεων) → τυπώνω

→ Χρειαζόμαστε έργα μεταφοράς του νερού.
→ Φράγματα φτιάχνουμε, γιατί αποθηκεύουμε νερό για όποτε το χρειαστούμε. (πχ το καλοκαίρι έχουμε αυξημένες υδρολογικές ανάγκες και το ποτάμι μου δεν θα έχει νερό όσο χρειάζομαι, γι αυτό αποθηκεύω) και προστατεύει από πλημμύρες.
→ Η Αθήνα παίρνει και από τη Υλίκη, χρησιμοποιούμε επιφανειακά και υπόγεια νερά.
→ τα υπόγεια νερά είναι ένα είδος ταμιευτήρα.
→ η αφαλάτωση καταναλώνει ενέργεια.

Κριτήρια επιλογής υδατικών πόρων προς αξιοποίηση

→ Διαθεσιμότητα νερού – ποσότητα – αξιοπιστία
→ Ποιότητα νερού
→ Περιβάλλον – επιπτώσεις.
→ Οικονομικότητα (αρχική επένδυση έργων υποδομής, λειτουργικό κόστος για μεταφορά και επεξεργασία νερού).

→ η διανομή του νερού λέγεται και εσωτερικό υδραγωγείο.
→ στα υδροδοτικά έχουμε μικρές παροχές και μικρές ταχύτητες ($v=1\,m/s$).
έτσι θεωρούμε $\boxed{Π.Γ \simeq Γ.Ε}$

→ ο αγωγός υπό πίεση πάει παντού → η τοπογραφία δεν είναι πρόβλημα.
→ δεν χρησιμοποιώ σωλήνες από άοπλο σκυρόδεμα, γιατί θα σπάσει λόγω πίεσης.

Παροχή σχεδιασμού

$$\boxed{Q_{σχ} = \frac{V_H}{T}}$$

T → χρόνος λειτουργίας υδραγωγείου

το H_2O μπορώ να το πάρω:
→ βαρύτητα : $\boxed{T=24h}$
→ άντληση : $\boxed{T=16\text{-}20h}$

ΠΑΝΤΑΖΗ ΜΑΡΙΑ-ΕΛΕΝΗ cν17023 8-11-2019.

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο – Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος

Μάθημα: Υδραυλική και Υδραυλικά Έργα – Μέρος 2: Υδραγωγεία

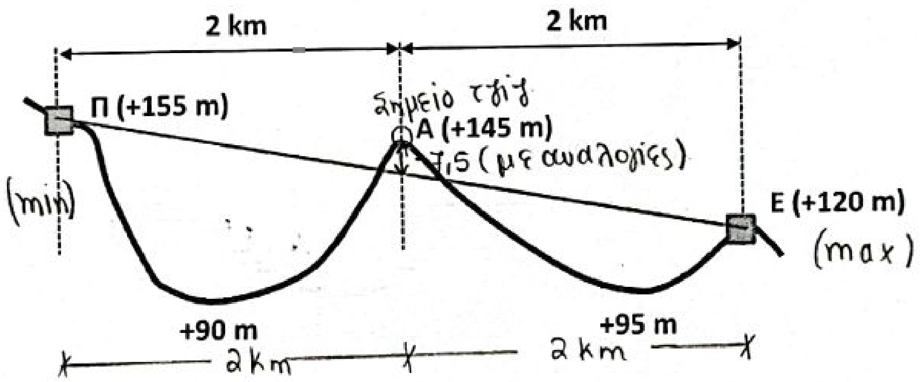
Άσκηση Υ2: Σχεδιασμός και υπολογισμός εξωτερικού υδραγωγείου με βαρύτητα

Η άσκηση αυτή είναι για επίλυση στο μάθημα – Δεν παραδίδεται

Σύνταξη άσκησης: Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης

Για την υδροδότηση πόλης σχεδιάζεται η μεταφορά νερού από την καρστική πηγή Π μέχρι την εγκατάσταση επεξεργασίας πόσιμου νερού Ε, με χάραξη που φαίνεται σε μηκοτομή στο σκαρίφημα. Να διαστασιολογηθεί το υδραγωγείο, επιλέγοντας αγωγό ή μίγμα αγωγών κατάλληλης αντοχής, να χαραχτεί η πιεζομετρική γραμμή και να τοποθετηθούν τα απαιτούμενα τεχνικά έργα, αν η ζήτηση νερού την ημέρα αιχμής είναι ίση με 3500 m^3.

$V_H = 3500 m^3$



Οδηγίες:

Για τη λύση μπορεί να χρησιμοποιηθεί η γενικευμένη εξίσωση Manning, η ανάπτυξη της οποίας γίνεται στο σχετικό κεφάλαιο των online σημειώσεων. Η εξίσωση έχει τη μορφή:

$$V = (1/N)\, R^{(1+\beta)/2}\, J^{(1+\gamma)/2}$$

όπου V η ταχύτητα ροής, R η υδραυλική ακτίνα και J η κλίση ενέργειας, ενώ για συνήθεις διαμέτρους και ταχύτητες και για το σύστημα μονάδων SI (m, s) οι σταθερές β, γ και N είναι:

$$\beta = 0.3 + 0.0005\, \varepsilon_* + 0.02/(1 + 6.8\, \varepsilon_*)$$

$$\gamma = 0.096/(1 + 0.31\, \varepsilon_*)$$

$$N = 0.00687\, (1 + 1.6\, \varepsilon_*)^{0.16}$$

όπου $\varepsilon_* = \varepsilon / \varepsilon_0$, ε η τραχύτητα και $\varepsilon_0 = 0.05$ mm.

Η γενικευμένη εξίσωση Manning σε συνδυασμό με την εξίσωση συνέχειας σε αγωγούς κυκλικής διατομής υπό πίεση δίνει:

$$D = [4^{3+\beta} N^2 Q^2/(\pi^2 J^{1+\gamma})]^{[1/(5+\beta)]}$$

$$J = [4^{3+\beta} N^2 Q^2/(\pi^2 D^{5+\beta})]^{[1/(1+\gamma)]}$$

Οι τοπικές απώλειες γενικά δίνονται από τη σχέση:

$$h_\tau = K_\delta\, V^2 / 2g$$

$$Q_{\alpha} = \frac{V_H}{(T)} = \frac{3500}{24h} = 0{,}04\,m^3/s$$

αιρύτητας $\quad 24h = 86400s$

$\Leftrightarrow$ 40 L/s θα δουλεύουμε με αυτό γιατί το άλλο είναι πολύ μικρό

→ πάντα σχεδιάζω για τις χειρότερες συνθήκες.

→ ένα υδραγωγείο πρέπει να ζήσει δεκαετίες και βάζουμε χρόνο ζωής $T = 40$ έτη

με $Q = 0{,}04\,m^3/s$

$h_f = 35\,m$

$J = \frac{35}{4000}$

$k_s = \varepsilon = 1\,mm$ (στο σχεδιασμό το βάζουμε εμείς)

DW →

με D?

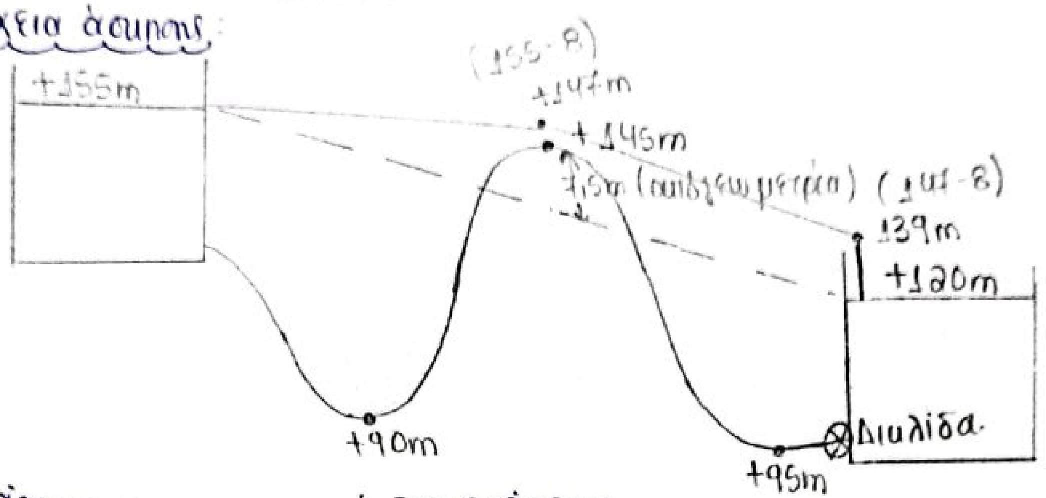
12ο Μάθημα 12-11-2019

1

Ευστρατιάδης

Υδραυλικές και Υδραυλικά έργα:

Συνέχεια άσκησης:



Θα πάρουμε την ενεργειακά δυσμενέστερη περίπτωση (min αρ, max δεξ).

$V = 3500 m^3$

$Q = \frac{V}{86,4} = 40,5\ L/s$

$J = \frac{155-120}{4000} = 0,00875$

παίρνω $\varepsilon = 1mm \rightarrow D = ?$ 3ο τυπικό πρόβλημα ... $\boxed{D = 0,2154m}$

$(P/\gamma)_{max} = \underset{z_{max}}{155} - \underset{z_{min}}{90} = 65m$ → που καθορίζει την Αντοχή

Θα πάμε σε αγωγό 10atm, γιατί έχω μέγιστη πίεση 65m → 6,5atm.

Και απλά διαλέγω τον πιο φτηνό αγωγό (μπορώ και χαλύβδινο) αλλά δεν έχει χαρακτηρισμό μέχρι την κλάση

(Την atm πίεση θα την ελέγξω με την μέγιστη αιχμή.)

Πλαστικοί αγωγοί

συμβατική διάμετρος

Εμάς μας νοιάζει η εσωτερική

Για πιο εύκολους υπολογισμούς επιλέγω χαλύβδινο σωλήνα

Όμως είναι οριακά για να έχω πρόβλημα υποπίεσης (−7,5m) γιατί ο αγωγός τέμνει την ΠΓ

Έβγαλα μια διάμετρο με δεκαδικά $D = 0,2154m$, όμως εγώ δεν μπορώ να παραγγείλω αυτό

→ 250mm στρογγυλεύω στο μεγαλύτερο

Γι'αυτό δεν με αφήνει το 7,5m (οριακό αλλά πάω πιο πάνω τελικά)

Αφού πάω σε μεγαλύτερη διάμετρο η πιεζομετρική γραμμή θα ανέβει.

$D_{εσωτ} = 250mm$ κάνω τους τελικούς υδραυλικούς υπολογισμούς.

$Q = 40,5 L/s$

$\varepsilon = 1mm$

$\Rightarrow \boxed{J_{πραγμ} = 0,004}$ και έτσι καταλήγω πάνω από τον αγωγό

→ 8m στα 2000m Άρα στο τέλος φτάνω στα 139m

16m στα 4000m

Για ό,τι μου μένει βάζω δικλίδα

Για να κλείσει το σύστημα χρειάζομαι μια δικλίδα

σκοπός είναι να μου δημιουργήσει απώλειες και την βάζω στο τέλος ώστε να φτάσω στο 120m ενώ είμαι 139m. Πρέπει όμως να βρω απώλειες για να παραγγείλω και την δικλίδα.

τοπικές απώλειες

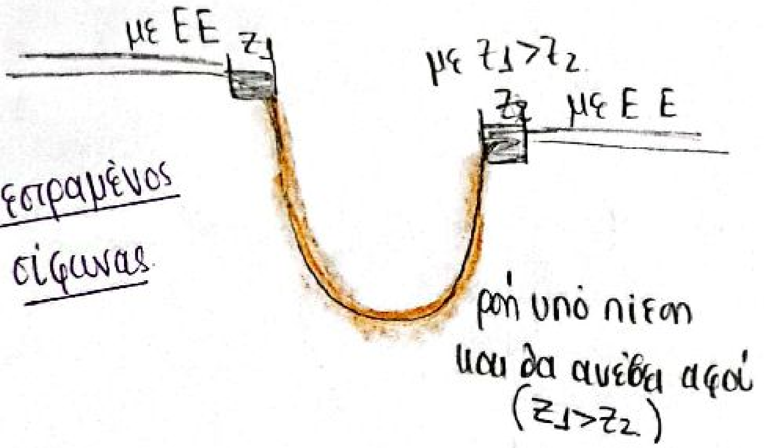
$$h_T = 19m = 139 - 120 = k \frac{V^2}{2g}$$

χαρακτηριστικό της δικλίδος

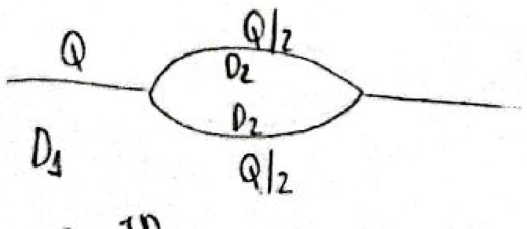
με $V = \frac{4Q}{\pi D^2} = 0{,}83m \Rightarrow \boxed{k = 547}$

Όταν είναι ανοιχτή $k = \emptyset$, κλειστή $k = \infty$ (όπως η βρύση, καζανάκι)
Όταν είναι τελείως κλειστή η ΠΓ είναι οριζόντια.

Πάνω στο Manning δημιουργήθηκε μια σχέση παρόμοια για αγωγούς με Ε.Ε. με τους συντελεστές να έχουν μέσα την τραχύτητα. (έτσι δεν έχω δοκιμές).
→ Κατεβάζω το excel με έτοιμους τους τύπους για απευθείας υπολογισμούς.



Ανεστραμμένος σίφωνας



$D_1 < 2D_2$

Όταν σπάω τη ροή σε 2 αγωγούς έχω μεγαλύτερο κόστος γιατί έχω περισσότερες τριβές αφού αναπτύσσει περισσότερο στα τοιχώματα

13ο Μάθημα 19-11-2019

Ευστρατιάδης

Υδραυλική και Υδραυλικά έργα

Καταθλιπτικοί αγωγοί και αντλιοστάσια

Μανομετρικό ύψος αντλίας:

→ Μανομετρικό ύψος είναι η διαφορά υψομέτρων της Γ.Ε ανάντη και κατάντη.

$$\boxed{H_\mu = z_B - z_A + \underbrace{\Sigma h_f}_{J \cdot L}}$$

(Δεν βάζω τοπικές απώλειες, γιατί θεωρώ Γ.Ε = Π.Γ).

⊗ με καταθλιπτικό αγωγό.

Ισχύς και ενέργεια αντλίας:

Μηχανική ισχύς: $\boxed{P_\mu = \rho g \underbrace{Q}_{\text{παροχή}} \underbrace{H_\mu}_{\text{μανομετρικό ύψος}}}$

Παραγόμενο μηχανικό έργο: $\boxed{W = \rho g \underbrace{V}_{\text{συνολικός όγκος}} H_\mu}$

Ολική ισχύς της αντλίας: $\boxed{P = \rho g Q H_\mu / \underbrace{\eta}_{\text{βαθμός απόδοσης}}}$

Ενέργεια που καταναλώνεται: $\boxed{E = \rho g V H_\mu / \eta}$

Μανομετρικό ύψος αντλίας: $\boxed{H_\mu = \dfrac{P \cdot \eta(Q)}{\gamma \cdot Q}}$ $\boxed{H_\mu = \Delta z + h_f = \Delta z + JL}$

$\boxed{H_\mu = \Delta z + J(Q,D)L}$

αύξουσα μη γραμμική συνάρτηση της παροχής
προκύπτει εργαστηριακά

Σημείο λειτουργίας αντλίας:

→ Ο κατασκευαστής δίνει την καμπύλη $H_\mu = f(Q)$.

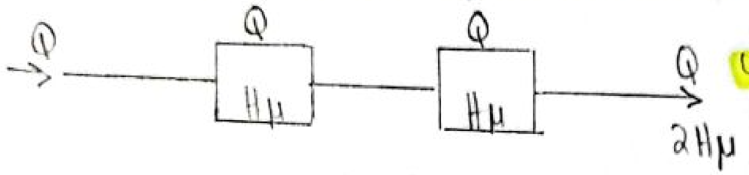
→ για αντλιοστάσιο - καταθλιπτικό βγαίνει από την $H_\mu = \Delta z + J \cdot L = \varphi(Q)$

Γενικευμένος τύπος Manning: $J = [4^{3+\theta} N^2 Q^2 / (\pi^2 g^{1+t})]^{[1/(6+\theta)]}$

→ Το σημείο λειτουργίας ($f(Q) = \varphi(Q)$) είναι το σημείο τομής των 2 διαγραμμάτων.

→ μπορεί να έχω αντλιοστάσιο με περισσότερες από 1 αντλίες, μπορώ να τις βάλω:

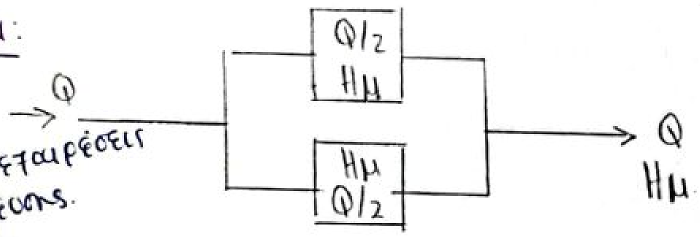
Σε σειρά:



ίδια η παροχή και το μανομετρικό τους προστίθεται

Παράλληλα:

κανόνας αυτό θέλω με ελάχιστες εταιρέσεις στα έργα ύδρευσης.



μοιράζεται η παροχή και έχουν ίδιο μανομετρικό

→ Σε σειρά όλη η παροχή διέρχεται απ' τις επιμέρους αντλίες και δεν σπάει, άρα ο βαθμός απόδοσης θα αυξηθεί. (ευνοϊκό, όχι κομβικό). Όμως οποιαδήποτε βλάβη βγάζει νοκ άουτ όλο το σύστημα. (πρέπει να έχω άλλο ένα ίδιο δίπλα)

→ Απ' τον όποιο σχεδιασμό έχω μια απαίτηση για ισχύ. Παράλληλα θα σπάει $\frac{P}{N}$, χρειάζομαι N αντλίες αλλά θα βάλω $N+1$ (για κασέλυτζα)
(αντλίες σε λειτουργία)

Εγκατεστημένη ισχύς: $\boxed{P_{εγκ} = \frac{P}{N}(N+1)}$

→ Σε σειρά βάζω όταν θέλω να πετύχω μεγάλα μανομετρικά ύψη (μεγάλο κόστος)

Πανταζή Μαρία-Ελένη cv17023 19-11-2019

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο – Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος

Μάθημα: Υδραυλική και Υδραυλικά Έργα – Μέρος 2: Υδραγωγεία

Άσκηση Υ3: Υπολογισμός καταθλιπτικού αγωγού και αντλιοστασίου

Η άσκηση αυτή είναι για επίλυση στο μάθημα – Δεν παραδίδεται

Σύνταξη άσκησης: Δ. Κουτσογιάννης

Καταθλιπτικός αγωγός από χάλυβα έχει διάμετρο 300 mm, μήκος 2 km, και στάθμες νερού αφετηρίας και τέρματος +50 και +80 m, αντίστοιχα. Το αντλιοστάσιο περιλαμβάνει δύο αντλίες και μια εφεδρική. Η χαρακτηριστική καμπύλη της αντλίας προσεγγίζεται από την εξίσωση $H_\mu = a - b\,Q$, όπου H_μ το μανομετρικό ύψος, Q η παροχή, a = 100 m και b = 750 s/m^2. Να υπολογιστεί η παροχή και το μανομετρικό ύψος: (α) αν λειτουργεί μία αντλία, και (β) αν λειτουργούν δύο αντλίες. Επίσης, να υπολογιστεί η ενέργεια που καταναλώνεται σε ημερήσια βάση, αν λειτουργούν οι δύο αντλίες επί 16 ώρες το 24ωρο.

Δεδομένα: $D = 300mm$, $L = 2km$

• $H_\mu = 100 - 750\,Q$ (m^3/s)

Διάμετρο $\Phi = 300$ $\quad z_1 = +50m$, $z_2 = +80m$.

→ το σημείο εκκίνησης είναι η υψομετρική διαφορά, $\Delta z = 80 - 50 = 30m$

Σχεδιάζουμε την καμπύλη. (δεν μπαίνει εξετάσεις αυτό, δίνει έτοιμη)

→ Βρίσκουμε το σημείο λειτουργίας => δηλαδή το σημείο τομής

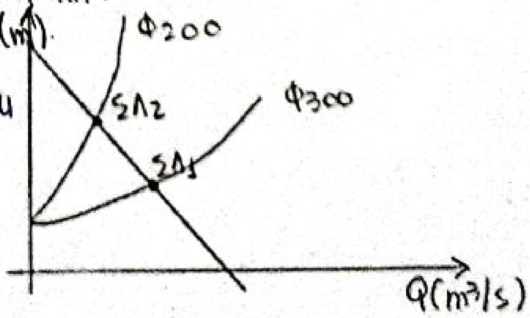
Αν βάλω Διάμετρο $\Phi < 300$, γιατί είναι πιο φτηνός

το σημείο εκκίνηση θα είναι ίδιο

→ η καμπύλη όμως θα πηγαίνει προς τα πάνω => πρέπει να μεταφέρω μικρότερη παροχή.

(ps) μικρή διάμετρος → μεγαλύτερες απώλειες)

→ Αλλάζει το σημείο λειτουργίας της αντλίας και το H_μ και η παροχή. (με περιορίζει η αλλαγή της παροχής)



όμως → με $V = Q \cdot t$ αφού $Q\downarrow \rightarrow t\uparrow$

όμως η Ενέργεια:

Ενέργεια = $P \cdot t$

ίδια ≤ Αλλά την λειτουργώ περισσότερη ώρα => μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας

$Q_{200} = 50 L/s$

$Q_{300} = 80 L/s$

14ο Μάθημα 22-11-2019

Ευστρατιάδης

Υδραυλική και Υδραυλικά έργα.

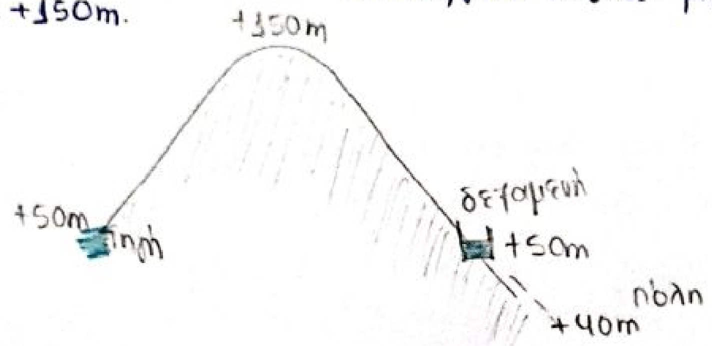
→ Το τέλος του εξωτερικού υδραγωγείου είναι μια δεξαμενή. Άρα πρέπει να αποφασίσουμε που θα είναι αυτή η δεξαμενή (που θα την βάλουμε).

→ Πρέπει να δούμε κάποια υψόμετρα. $z_{min} = \phi$, $z_{max} = 40m$ (εύρος υψομέτρων της πόλης μας), $z_{πηγής} = +50m$.

Χωροθέτηση δεξαμενής

→ Η δεξαμενή πρέπει να είναι πάνω από το +40m (για να έχω ροή υπό πίεση, με βαρύτητα).

→ Σίγουρα θα χρειαστώ άντληση, γιατί βλέπω μεγάλα υψόμετρα ανάμεσα με $z_{max} = +150m$.



→ Θα προσπαθήσω να το περάσω απ' τον αυχένα (πάνω δεξιά).

→ Η θέση της πηγής καθορίζεται απ' τις απαιτήσεις της πόλης.

→ Η πόλη θα μας δώσει 2 περιορισμούς, το ανώτερο και το κατώτερο όριο της πίεσης ⟹ αυτά θα μας βγάλουν τους περιορισμούς για το ύψος της δεξαμενής.

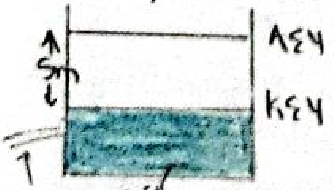
→ Η μέγιστη πίεση ορίζεται με βάση το δυσμενέστερο σενάριο. Θεωρούμε ως ασφαλές όριο τα +70m (υδροδότηση μικρού οικισμού, χωρίς πολλές βραδινές καταναλώσεις). $\boxed{P/\gamma \leq 70m}$ (μέγιστα +120m).

→ Το εξωτερικό υδραγωγείο μπορεί να μην είναι συνέχεια σε λειτουργία, ενώ το υδροδοτικό δίκτυο είναι συνέχεια.

→ Εδώ μπορούμε να πάμε με το 70 ή το 80 (θα το ορίσουμε εμείς).

→ Τα υδραυλικά συστήματα που δεν αντέχουν μεγάλες πιέσεις είναι οι αγωγοί στα σπίτια μας. (το 70m είναι πολύ κάτω απ' τον χειρότερης ποιότητας αγωγός εσωτερικής υδραυλικής εγκατάστασης).

→ Η στάθμη της δεξαμενής παίζει με ΑΣΥ (ανώτερη στάθμη ύδατος) και ΚΣΥ (3-6m.).



εδώ μπαίνει (πιο ψηλά) για να μην παίρνει σημεία

γιατί κάθονται τα σωματίδια αν είναι βρώμικο νερό

Αποφασίζω ότι παίζει μέχρι +5m.

$\boxed{ΑΣΥ \leq 70m}$ και $\boxed{ΚΣΥ \leq +65m}$

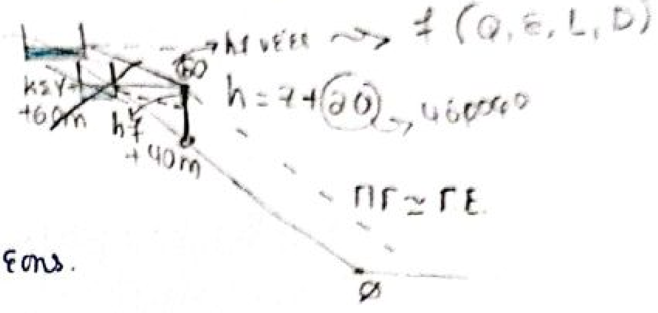
Απ' τον περιορισμό των μέγιστων πιέσεων

Θεωρητικά ο πυθμένας της δεν μετράμε το κάτω που έχει πάντα H_2O. (στην προμελέτη).

→ Αν τοποθετήσω στο χάρτη την ισοϋψή των +70m μου δείχνει την αντίστοιχη στάθμη της δεξαμενής, και τραβάω και το +65m και εκεί μέσα μπορώ να βάλω την δεξαμενή μου.

→ Αν θεωρήσουμε $(P/\gamma)_{max} = 80m \Rightarrow ΑΣΥ \leq +80m \rightarrow ΚΣΥ \leq +75m$

→ Από την εκφώνηση $(P/\gamma)_{min} \geq 20m$ ⟹ σε οποιοδήποτε σημείο η ΠΓ = ΓΕ πρέπει να απέχει απ' το έδαφος τουλάχιστον 20m.



→ Το $\boxed{h = z + 20}$

→ Το μέγιστο ελάχιστο $\boxed{h = 60m}$

→ Η δεξαμενή μου λειτουργεί ως ρυθμιστής πίεσης.

→ Άρα το ~~>40m~~ → > 60m.

Όμως έχω απώλειες της ώρας αιχμής.

→ Επειδή η ΠΓ θα πέσει πάω πιο πάνω απ' τα 60m.

→ Ο κύριος τροφοδοτικός αγωγός (ΚΤΑ) έχει μια $Q_{σχεδ}$ για μια $Q_{ωριαίας\ αιχμής}$.

→ Πρέπει να έχω κάνει την διαστασιολόγηση του αγωγού μου.

→ Άρα αποφασίζω που θα βάλω την δεξαμενή μου και προσέχω ώστε οι απώλειες μου να μην ξεπερνούν το επιτρεπτό για την θέση που τις έφτιαξα.

→ Άρα θεωρούμε (τυχαία) $\boxed{ΚΣΥ \geq 65m}$

→ Θέλω να μου κοντά και στην πηγή και στην πόλη. (όχι κοντά σε ρέμα).

→ Δεν μπορώ να χτίσω μέσα στο ρέμα, γιατί: 1) μόλις πλημμυρίσει καταστροφή, 2) γύρω απ' το ρέμα είναι και γεωτεχνικό πρόβλημα μπορεί να έχω κατάρρευση, 3) δεν μπορώ και για περιβαλλοντικούς λόγους.

→ Κατά προτίμηση θέλουμε κοντά σε οδικό δίκτυο.

→ Αν έχω πεδιάδα φτιάχνω υδατόπυργο και βάζω εκεί την δεξαμενή.

→ Εξήγηση του +20m που βάλαμε:

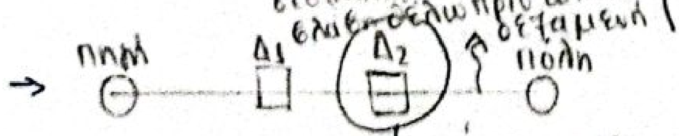
σε μια πολυκατοικία ισχύει: $h - z = P/\gamma \geq \Delta z + h_f + 4m$

με $\Delta z \simeq 3 \cdot N$ (N = αρ. ορόφων)

$h_f \simeq 1 \cdot N \Rightarrow J = 1/3 \simeq 30\%$ κλίση

(↳ λόγω των απωλειών που έχω από τις οικιακές συνδέσεις)

3) ελάχιστο μήκος στο (ΚΤΑ) γιατί αυξάνει ελαύνει θέλω πριν απ' την δεξαμενή



θέλω αυτή κοντά στην πόλη! 1) Αν έχω ζημιά διορθώνω πιο εύκολα, 2) έχω μόνιμα αποθηκευμένο H_2O

4) Εύκολη συντήρηση

5) Η παροχή κατάντη είναι μεγαλύτερη κατά αναλογία 1/2 (μεγαλύτερη διάμετρο) → μεγαλύτερο κόστος!

15ο Μάθημα 26-11-2019

Ευστρατιάδης

Υδραυλική και Υδραυλικά έργα:

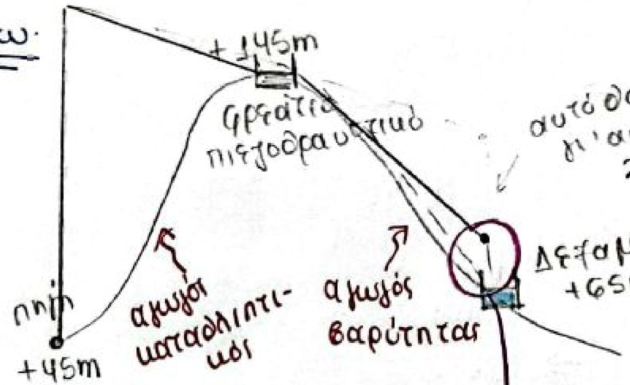
→ Μια μελέτη πρέπει να είναι καλά τεκμηριωμένη
→ πολυαιθυλένιο συνήθως (ή σπανιότερα χάλυβα) HDPE (κλάση 10atm)
↳ μικρότερη κλάση που βρίσκω

Απαραίτητα πρέπει να έχω:

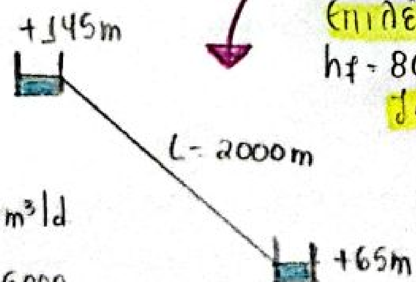
1) Χωροθέτηση
2) υδραυλικοί υπολογισμοί (διαστασιολόγηση)
3) μηκοτομή

→ μας δίνονται με οικονομικά δεδομένα (θέλουμε βελτιστοτεχνικοοικονομικά).

Έστω:



→ θέλουμε σίγουρα άντληση, με αγωγούς 2 διαμέτρων (διαφορετικού).
→ Όλα θα δουλεύουν ρολόι αν βάλω ένα μικρό φρεάτιο στην κορυφή για να ελέγχω πλήρως την παροχή μου. (αναγκαστικά η Π.Γ. θα πάει στην ελεύθερη επιφάνεια του φρεατίου).
→ μπορώ να τα σχεδιάσω και ανεξάρτητα τα 2 τμήματα.



Επιλέγω $\varepsilon = 1mm$

$h_f = 80m$

$J_{\theta\varepsilon\omega\rho} = \frac{80}{2000} = 4\%$ (υψηλή)

$V = 6000 m^3/d$

$Q_{\sigma\chi\varepsilon\delta} = \frac{6000}{20 \times 3600} = 0{,}083 m^3/sec$

20 ώρες

(με κριτήριο τις απαιτήσεις του αντλιοστασίου)

μπορώ με γενικευμένη Manning
⟹ $D_{\theta\varepsilon\omega\rho}$ (ή τυπικό πρόβλημα)

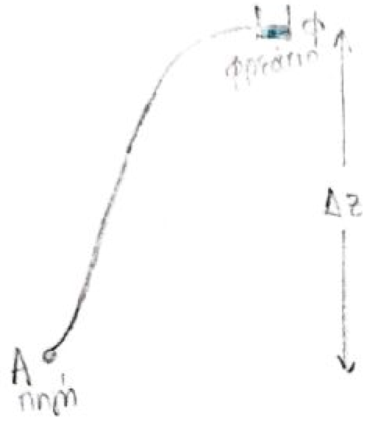
και πάω στην αμέσως επόμενη διάμετρο. Δεμπορίου
γι' αυτό δεν χρησιμοποιώ όλο το ενεργειακό υπόλοιπό μου.

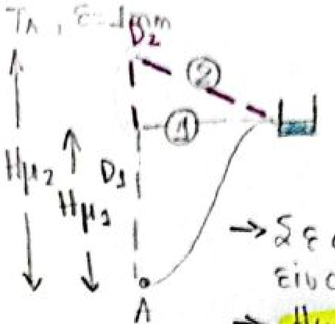
⟹ ό,τι μείνει το καταστρέφω με την δικλείδα

→ το δεξί κομμάτι είναι μονοσήμαντη η λύση ⇒ παίρνω την βέλτιστη διατομή

→ το δύσκολο είναι το αριστερό κομμάτι

Δz, L, $Q = V_H/T_A$, $\varepsilon = 1mm$





$D_1 >> D_2$

D_2: μεγάλες απώλειες (η κλίση το δείχνει)

→ Σε θέμα τεχνικής επάρκειας είναι και τα 2 εφικτά

→ $H\mu = \Delta z + J L$

J: κλίση που εξαρτάται απ' την διάμετρο

ισχύει πως:

μεγάλο κόστος → μεγάλη D → μικρό J → μικρό Hμ

μικρό κόστος → μικρό D → μεγάλο J → μεγάλο Hμ

→ $P = \gamma \dfrac{Q\, H\mu(D)}{n}$

n: βαθμός απόδοσης (75-80%) υπόθεση

σε μεγάλη παροχή μικρό n (αντίστροφα) σε μικρή παροχή μεγάλο n έως ανάλογα)

→ $E = \gamma \cdot V_{ετήσια} \cdot H\mu(D)/n$

$V_{ετήσια}$: εποχιακά μεταφέρω διαφορετική ποσότητα H_2O

Αυτό πρέπει να εκτιμήσω

με $\boxed{V_E = \dfrac{6000}{1{,}5} \times 365}$

1,5 → λH = 1,5

Το κόστος εξαρτάται από:

→ διάμετρο

→ ισχύ (αντλιοστασίου)

→ κατανάλωση ενέργειας

$\gamma = 9{,}81\ kN/m^3$

$Q \rightarrow m^3/s$

$H\mu \rightarrow m$

$V \rightarrow m^3$

Θέλουμε $P \rightarrow kW$

$E \rightarrow kJ = kW \cdot sec \xrightarrow{\text{για kWh}}$ διαιρώ το αποτέλεσμα με το 3600

$\dfrac{kWh}{3600}$

→ Τελικά απαιτεί δοκιμές για διάφορες D (σε όλα τα παραπάνω).

→ Θα πάμε σε παράλληλες ? αντλίες (πόσες;). (2~3) Θ εφεδρικά δεν το ξεχνάω βάζω παραπάνω για περίπτωση βλάβης.

$P_{απαιτ} \rightarrow P_{εγκ} = \dfrac{N+1}{N} P_{απαιτ}$.

$P_{εγκ}$: με αυτή παίζω

κόστος:

Αγωγός: 700.000€

Αντλία 300.000€, x2 γιατί θα αλλάξω αντλίες (20 έτη)

ΔΕΗ: 15 000€/έτος ⇒ (40 έτη)

1900.000€ (χωρίς τραπεζίτες)

Όμως έχουμε και τόκους (επιτόκιο) → να ταχθέρω όλα στο τώρα

→ τα πάγια στοιχεία τα σπάω σε ισόποσες δόσεις

(ακολουθώ κατά γράμμα βήματα από σημειώσεις)

16ο Μάθημα 29-11-2019

①

Κοσσιέρης Παναγιώτης.

Υδραυλική και Υδραυλικά έργα.

Ύδρευση:

17-12-2019 Πρόοδος.

Υδρευτικές καταναλώσεις:

→ταμιευτήρας είναι για χρονική αναρρύθμιση
→απ' τον ταμιευτήρα φεύγει με το εξωτερικό υδραγωγείο
→διαστασιολόγηση: πόσο νερό μπορεί να μεταφέρει.
→η δεξαμενή κάνει χρονική αναρρύθμιση (σε μικρότερη κλίμακα)
→το δίκτυο διανομής (εσωτερικό) είναι υπό πίεση.

Κατηγορίες αστικών χρήσεων νερού:

→οικιακή χρήση μόνιμου πληθυσμού (μπάνιο, καζανάκι, πλύσιμο χεριών, πότισμα)
→εποχιακή χρήση (συγκεκριμένες εποχές)
→τουριστική χρήση
→βιομηχανική, βιοτεχνική χρήση
→δημόσια, δημοτική χρήση (σχολεία, νοσοκομεία).
→μη οικιακή γεωργική χρήση (όχι για άρδευση)
→πυρόσβεση (στους κρουνούς των πεζοδρομίων)
→απώλεια κατά την μεταφορά H_2O (30% στην Αττική), δηλαδή φεύγουν στο έδαφος.

⊛ οι χρήσεις αυτές χαρακτηρίζονται από διαφορετική διάρκεια και ένταση (δεν τις τσουβαλιάζουμε).
→ "Γκρι νερό": είναι μη πόσιμο νερό

Η οικιακή κατανάλωση εξαρτάται: (από μελέτες)

→κλιματικές συνθήκες (μέσα στο έτος)
→διαθεσιμότητα και ποιότητα νερού
→βιοτικό και μορφωτικό επίπεδο (υπάρχει το αίσθημα της περιβαλλοντικής συνείδησης)
→κοινωνικά πρότυπα (το κάνει ο διπλανός να το κάνω και εγώ).
→τεχνολογία οικιακών συσκευών (καζανάκι, πλυντήριο)
→τιμολογιακή πολιτική
→μέτρα διαχείρισης της ζήτησης (μεγάλη ξηρασία της Αθήνας)

Μικρές χρονικές κλίμακες:

→ στο smartmeters θέλουμε μετρήσεις του 1sec (λεπτό χρονικό επίπεδο), γιατί μπορεί να πιάσει απώλειες του δικτύου (1), μπορεί να δείξει τις επιμέρους χρήσεις (2), η εταιρεία μπορεί να πει το πλυντήριο (3) σας καταναλώνει πολύ νερό ή όσο κάνεις μπάνιο έχεις την βρύση ανοικτή => να δώσει στοχευμένες συμβουλές στο χρήστη. (χρησιμοποιούνται και για την διαστασιολόγηση ενός χαρακτηριστικού οικισμού)

Μελέτη σχεδιασμού:

Ετήσιος όγκος H_2O: $\boxed{V_E = q \cdot \Pi \cdot T_E}$

- q: ανά λίτρα ανά ημέρα ανά άτομο (≃150-200) Υπόθεση
- Π: people, κάτοικοι (μελλοντικό) → χρονικός ορίζοντας 40 χρόνων
- T_E: days, ημέρες → τουριστική ≃180, οικιακή ≃365

Προσοχή και τα 2 ξεχωριστά για κάθε χρήση.

Μέση ετήσια παροχή: $\boxed{Q_E = \frac{V_E}{T_E} = q\,\Pi}$ (όχι αν αλλάξω μονάδες μέση ημερήσια παροχή)

Τυπικά μαθηματικά μοντέλα εκτίμηση πληθυσμού:

1
2
3

→ για την αθήνα του σήμερα την λογιστική

Άλλοι λόγοι:

→ απογραφές
→ στατικά
→ μορφωτικό, οικονομικό επίπεδο

Χρονικές κλίμακες (προφίλ).

→ μηνιαία κλίμακα για τους μεγάλους ταμιευτήρες
→ ο Ιούλιος είναι ο δυσμενέστερος μήνας.
→ προς το τέλος του Ιουλίου η δυσμενέστερη μέρα → εξωτερικό υδραγωγείο, πέφτουμε μια κλίμακα
→ το βράδυ η δυσμενέστερη ώρα → δίκτυο διανομής

χρησιμοποιούνται για την διαστασιολόγηση.

Scanned with CamScanner

ΠΑΝΤΑΖΗ ΜΑΡΙΑ-ΕΛΕΝΗ, ΕΥ17023

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο – Σχολή Πολιτικών Μηχανικών – Τομέας Υδατικών Πόρων & Περιβάλλοντος

Μάθημα: Υδραυλική και Υδραυλικά Έργα - Μέρος 3: Υδρεύσεις

Άσκηση Δ2: Υπολογισμός όγκου δεξαμενής με τροφοδοτικό αγωγό (α) βαρύτητας και (β) καταθλιπτικό

Η άσκηση αυτή είναι για επίλυση στο μάθημα – Δεν παραδίδεται

Σύνταξη άσκησης: Α. Ευστρατιάδης & Π. Κοσσιέρης

Ζητείται ο ωφέλιμος όγκος ($V_Ω =$) της δεξαμενής ύδρευσης οικισμού, με μέγιστη ημερήσια παροχή σχεδιασμού 40 L/s. $= Q_H$
Δίνεται η τυπική κατανομή της ημερήσιας κατανάλωσης, ανά τετράωρο: 0:00-4:00: 5%, 4:00-8:00: 13%, 8:00-12:00: 21%, 12:00-16:00: 17.0%, 16:00-20:00: 28%, 20:00-24:00: 16%. μας δείχνει τι βγαίνει.

Να διερευνηθούν οι περιπτώσεις τροφοδοσίας της δεξαμενής από:
1) αγωγό βαρύτητας συνεχούς λειτουργίας
2) και καταθλιπτικό αγωγό που λειτουργεί σε 20ωρη βάση, ελέγχοντας τα διαφορετικά σενάρια ωρών λειτουργίας του αγωγού.

Για την εκτίμηση του όγκου ασφαλείας της δεξαμενής, θεωρήστε τα σενάρια πυρκαγιάς διάρκειας τριών ($T_{πυρ} = 3$ hr) ωρών, με ενεργοποίηση δύο πυροσβεστικών κρουνών ονομαστικής παροχής 5 L/s ($q =$), ή τετράωρης ($T_{βλ} = 4$ hr) βλάβης του εξωτερικού υδραγωγείου.

Ποιος είναι ο συντελεστής ωριαίας αιχμής για την κατανομή ημερήσιας κατανάλωσης που δίνεται, στην περίπτωση που η τροφοδοσία γίνεται από τον αγωγό βαρύτητας;

Βαρύτητας

ώρα	Vin (σταθερό)	Vout	Διαφορές
0-4	576	3456·5%	Vin-Vout
4-8	576	3456·13%	
8-12	576		
⋮	576		
20-24	576		

$\Sigma V_{in} = 3456$

$V_H = Q_H \frac{86400}{1000} = 3456 m^3$ — ο συνολικός όγκος που δαπανεί

με V_H ανά 4ωρα: $V_H = \frac{3456}{6} = 576 m^3$ (6 → 4ωρα)

Βρίσκω μέγιστη περίσσεια και μέγιστο έλλειμμα και παίρνω τον όγκο ρύθμισης.

β) Ερώτημα.
$Q_{δx} = 40 \frac{24}{20} = 48$ L/sec
και χρησιμοποιώ αυτόν τον όγκο και έχω διαφορετικά πιθανά τετράωρα
Διαλέγω τον μεγαλύτερο ⟹ τον πιο δυσμενή
$V_{πυρ}$= ίδιος
Βλάβη → αλλάζει $Q_{δx}$
και ακολουθώ την ίδια διαδικασία

Πυρκαγιά: $V_{πυρ} = n \cdot q \cdot T = 2 \cdot 5 \cdot 3 = 108 m^3$ (n: αριθμός κρουνών)

Βλάβη: $V_{βλ} = Q_H \cdot 4 = 567 m^3$ (4: ώρες που κρατάει η βλάβη)

Το μεγαλύτερο από αυτά τα 2 το προσθέτω στο ρυθμιστικό όγκο $V_{Ρ}$.

17ο Μάθημα

3-12-2019

Μαυρόπουλος Χ.

Αναζήτηση: (1)
• googl scholar → researcher profile
Βρίσκω προφίλ καθηγητών
(h-index κτλ.)

Υδραυλική και Υδραυλικά έργα:

Γενικές Αρχές σχεδιασμού δικτύων διανομής:

→ κατά σύμβαση διαλέγουμε την μέγιστη ώρα της μέγιστης μέρας.
→ της μέγιστης ώρας το Q είναι πολύ μεγαλύτερο απ' της μέγιστης μέρας.

Έλεγχοι:

→ Έλεγχος πιέσεων
→ Έλεγχος ποιότητας H_2O.
→ Έλεγχος αντιπλημμυρικής προστασίας.
→ Γενικές αρχές χάραξης δικτύου διανομής
→ Προδιαγραφές αγωγών δικτύου διανομής
→ Ειδικές διατάξεις και συσκευές δικτύων.

$$\boxed{J = \frac{1}{D} f \frac{V^2}{2g}}$$

→ Η μεγάλη πίεση μπορεί να χαλάσει τις οικιακές συσκευές.
→ Για την μέγιστη πίεση στο ελάχιστο σημείο του δικτύου μέχρι την Π.Γ., όταν η δεξαμενή είναι στην ΑΣΥ και η κλίση της Π.Γ να είναι 0 (άρα πιεζομετρική γραμμή οριζόντια)
↓
μηδενική ζήτηση H_2O.

(Μπορώ να κάνω αυτόν τον έλεγχο πριν διαστασιολογήσω το έργο μου) Θέλουμε 70m

→ Στην ΕΥΔΑΠ επιτρέπουν 11atm (120μέτρα) γιατί η γραμμή αυτή δεν είναι ποτέ οριζόντια. (πάντα υπάρχουν διαρροές → ζητήσεις → κλίση). 30%
→ Να μην πέφτει η πίεση κάτω από 0,4 atm (4 μέτρα). Η βρύση στην ταράτσα της πολυκατοικίας να έχει 4m από πάνω της, με δεξαμενή ΚΣΥ, μέγιστη ζήτηση
(Πρέπει πρώτα να σχεδιάσουμε το δίκτυο και μετά να γίνει ο έλεγχος, πρώτα η προσομοίωση)
→ Για κάθε όροφο έχεις απώλεια 1m, Άρα $3n$ = ύψος πολυκατ + n + 4 = $4n+4$

ύψος ορόφου

Απώλειες $1 \cdot n$

Ύψος που θέλουμε για την πίεση

(ΠΓ. καθ' ύψος του κτηρίου 30%)
→ Οι απώλειες του οικιακού δικτύου είναι πολύ μεγαλύτερες από του αστικού δικτύου, γιατί έχουν μικρές διατομές → μεγάλες κλίσεις → μεγάλες απώλειες
(Μεγάλες διατομές → ακριβό έργο.)

Στην Αμερική
⊕ διακεκομμένες παροχές
Λόγω προβλήματος πίεσης:

→ Με δεξαμενή στην ταράτσα ⟹ στάσιμο H_2O → κακή ποιότητα. ⊕ ποσοτικό πρόβλημα

→ Όταν ξαναρθει το H_2O όλοι τότε ξεκινάνε να γεμίζουν τις δεξαμενές τους ⟹ η πόλη λειτουργεί σε καταστάσεις μέγιστης παροχής πολύ μεγαλύτερης από ότι έχει σχεδιασεί (πρόβλημα υποπίεσης).

→ Η ΕΥΔΑΠ λέει θα σας δώσω 20m (2atm) ⟹ μέχρι 4ορόφους. Μέχρι εκεί η πίεση οκ μετά αυξέστομαι τι κάνω.

→ Προσπαθούμε να βρούμε τρόπους: να βάλαμε πιο (1) ψηλά την δεξαμενή (αν έχω χώρο), να αλλάξουμε (2) την κλίση (μεγάλοι αγωγοί), βάζω αντλίες (3) (έχουν πολλά ειδικά, δεν την προτιμάμε σαν λύση).

→ Ψηλά vs χαμηλά: Επιλέγω να βάλω πιο ψηλά την δεξαμενή γιατί θα έχω πιο (SOS) μεγάλες κλίσεις ⟹ μικρές διαμέτρους ⟹ μικρότερο κόστος (φτηνότερο). Αν το φέρνω με βαρύτητα, οπωσδήποτε πιο ψηλά, αν το φέρνω με αντλία εκεί εξαρτάται τι με συμφέρει.

Ανάμεσα σε Α και Γ: θέλω Α, γιατί έχει μικρότερο μήκος (ίδιες διαμέτρους → ίδιες κλίσεις).

Ανάμεσα σε Γ και Β: το Γ, γιατί έχει μικρότερη διάμετρο (μεγάλη κλίση).

Ανάμεσα σε Α και Β: εννοείται Α, γιατί έχει και μικρότερη διάμετρο και μικρότερο μήκος του κτλ.

$\boxed{\text{Άρα νικητής είναι ο Α.}}$

→ Προσπαθώ να χωρίσω τον αγωγό σε υδραυλικά ανεξάρτητες πιεζομετρικές ζώνες.

→ Βάζουμε πάντα υπολειμματικό χλώριο

→ Προτιμάμε τα βροχωτά δίκτυα από τα ακτινωτά. Γιατί σε περίπτωση βλάβη μπορεί να πάει στους καταναλωτές με πολλούς διαφορετικούς τρόπους, και δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα υδραυλικού πλήγματος.

→ Σχεδιάζουμε αγωγούς κατά μήκος του οδικού δικτύου.

- Ύδρευση πάνω (πιο μακρυά απ' τον αποχέτευσης)
- Ομβρίων μέση (Γιατί όλα έχουν απώλειες)
- Αποχέτευση κάτω (και διαγώνια αν γίνεται)