

Tampereen teknillinen yliopisto  
KEB-13000 HYDROMEKANIikka

Välikoe 2 + tentti 11.12.2017 / Seppo Syrjäjä

Sallittu kirjallisuus: jaettava kaavakokoelma

Palauta kaavakokoelma tentin jälkeen; älä tee siihen merkintöjä

Ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu

Välikoe 2: tehtävät 1-5

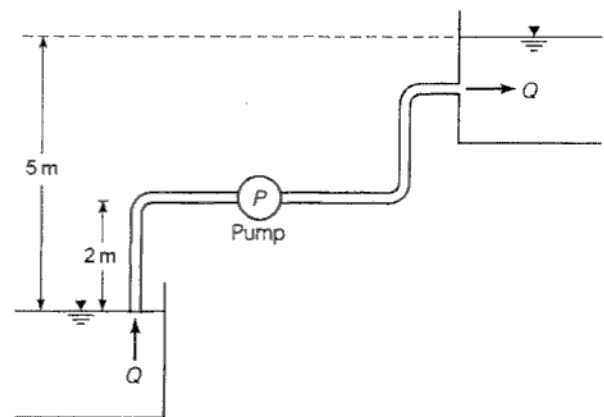
Tentti: tehtävät 3-7

Voit osallistua kumpaan tahansa tai molempiin, mutta merkitse vastauspaperiin, mihin osallistut (kirjoita kohtaan "Huomautuksia tarkastajalle": vk2 TAI tentti TAI vk2+tentti)

1. Vettä pumpataan kuvan mukaisesti säiliöstä toiseen  $14 \text{ m}^3/\text{h}$ . Ennen pumppua putken halkaisija on  $50 \text{ mm}$  ja pituus  $5 \text{ m}$  ja pumpun jälkeen putken halkaisija on  $100 \text{ mm}$  ja pituus  $25 \text{ m}$ . Putket ovat muovia (hydraulisesti sileitä). Kertavastuskertoimien summa ennen pumppua  $\Sigma K = 0.8$  ja pumpun jälkeen  $\Sigma K = 2$ . Muut lähtötiedot on annettu kuvassa.

(a) Määritä pumpulta vaadittava nostokorkeus  $H_p$ .

(b) Arvioi, mikä voi korkeintaan olla pumpun  $\text{NPSH}_R$ , jotta pumppu ei kavitoisi. Veden lämpötila on  $20^\circ\text{C}$ , jolloin veden kyllästyspaine (höyrystymispaine) on  $2.34 \text{ kPa}$ .



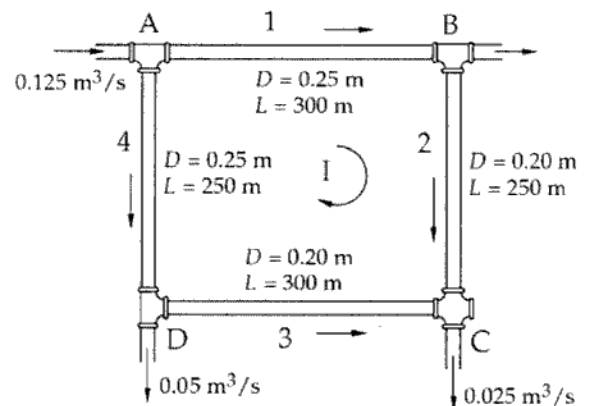
$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3; \nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

2. Oheisen kuvan mukaisessa putkiverkossa virtaa vettä. Putkien dimensiot on annettu kuvassa. Kertahäviöitä ei tarvitse ottaa huomioon.

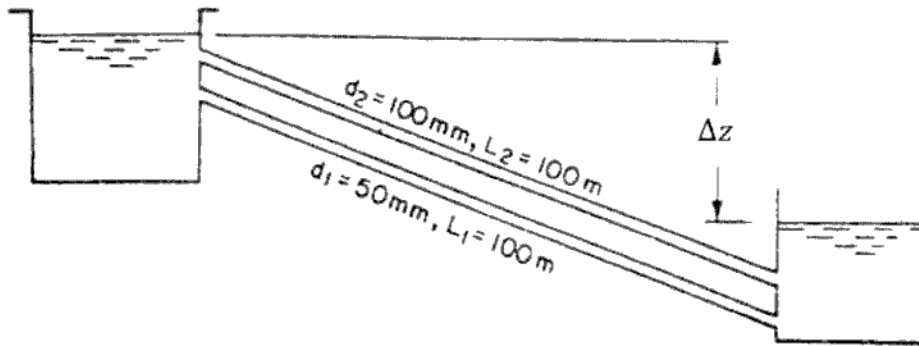
(a) Kirjoita tarvittavat yhtälöt, jos olisit ratkaisemassa tilavuusvirtoja putkiverkossa jotakin laskentaohjelmaa (esim. Matlab, EES, Excel, ...) käyttäen.

(b) Määritä tilavuusvirrat putkissa Hardy-Cross menetelmää käyttäen; yksi iteroitokierros riittää. Kitkakertoimille voi käyttää arvoa:  $f = 0.02$ .

Vedelle:  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3; \nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$



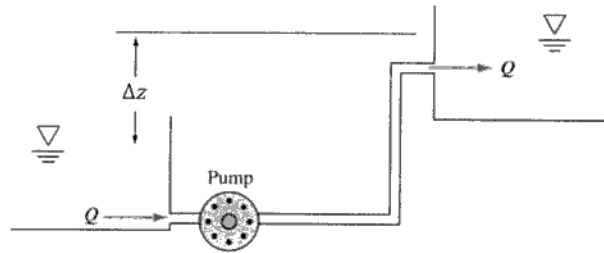
3. Vesi virtaa kuvan mukaisesti säiliöstä toiseen kahden putken kautta; molempien putkien pituus on 100 m ja halkaisijat  $D_1 = 50$  mm ja  $D_2 = 100$  mm; molempien putkien karheus on 0.4 mm. Tilavuusvirta suuremman putken kautta on:  $Q_2 = 0.04$  m<sup>3</sup>/s. Määritä säiliöiden pinnankorkeuksien ero  $\Delta z$  sekä tilavuusvirta pienemmän putken kautta,  $Q_1$ . Kertahäviöitä ei tarvitse ottaa huomioon. Vedelle  $\rho = 1000$  kg/m<sup>3</sup>;  $\mu = 0.001$  Ns/m<sup>2</sup>.



4. Pumpun ominaiskäyrä (nostokorkeus vs. tilavuusvirta) pyörimisnopeudella 1000 rpm (kierrosta minuutissa) on:

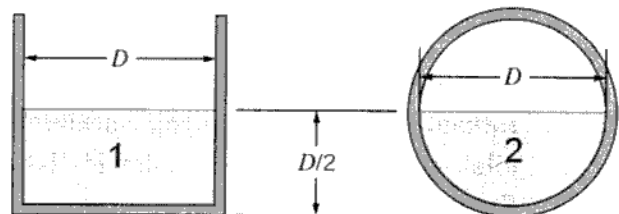
$$H_p [\text{m}] = 25 - 8000Q^2 \quad ([Q] = \text{m}^3/\text{s})$$

Laske tilavuusvirta ja nostokorkeus kuvan mukaisessa tilanteessa, jos pumppu toimii pyörimisnopeudella 1200 rpm. Säiliöiden pinnankorkeuksien ero  $\Delta z = 15$  m, putken halkaisija 100 mm ja kokonaispituus 100 m. Käytä kitkakertoimelle arvoa  $f = 0.02$ ; kertahäviöitä ei tarvitse ottaa huomioon.

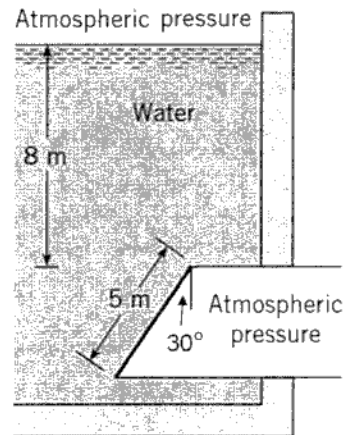


$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3; \quad \nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

5. Laske virtaamien (tilavuusvirtojen) suhde,  $Q_1/Q_2$ , kuvan mukaisille avokanaville, kun Manningin karheuskerroin  $n$  ja pituuskaltevuus  $S$  ovat samat molemmille kanaville. Mikä voi korkeintaan olla pituuskaltevuus  $S$  suorakulmaiselle kanavalle (kanava 1), jotta virtaus pysyisi alikriittisenä, jos  $D = 1$  m ja  $n = 0.012$  s/m<sup>1/3</sup>.



6. Laske voima, joka vedestä kohdistuu kuvan mukaiseen vinoon suokaiteen muotoiseen pintaan, jonka pituus on 5 m ja leveys 6 m, ja joka on  $30^\circ$  kulmassa pystysuoraan nähden. Levyn yläreuna on 8 m:n syvyydellä veden yläpinnasta. Pinnan vastapuolella vallitsee ympäristön paine. Laske myös voimaresultantin vaikutuspiste. Vedelle  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ .



7. Kuvan mukaisen putkimutkan läpi virtaa vettä  $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ . Vesi purkautuu ympäristön paineeseen kohdassa 2. Putken halkaisija sisäänvirtauksessa (1) on 30 cm ja ulosvirtauksessa 15 cm. Sisään- ja ulosvirtausreuna ovat samassa tasossa ( $z_1 = z_2$ ). Laske paine-ero  $p_1 - p_2$  sekä tukivoima, joka tarvitaan pitämään putkimutka paikallaan (anna sekä kokonaisvoima että komponentit  $F_x$  ja  $F_y$ ). Oleta kitkaton virtaus. Vedelle  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

