

Tampereen yliopisto

YEB.031 HYDROMEKANIikka

Välikoe 2 + tentti 22.12.2021 / Seppo Syrjäjä

Sallittu kirjallisuus: jaettava kaavakokoelma

Palauta kaavakokoelma tentin jälkeen; älä tee siihen merkintöjä

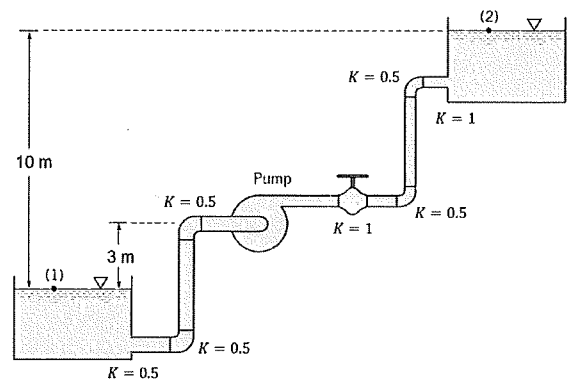
Ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu

Välikoe 2: tehtävät 1-5

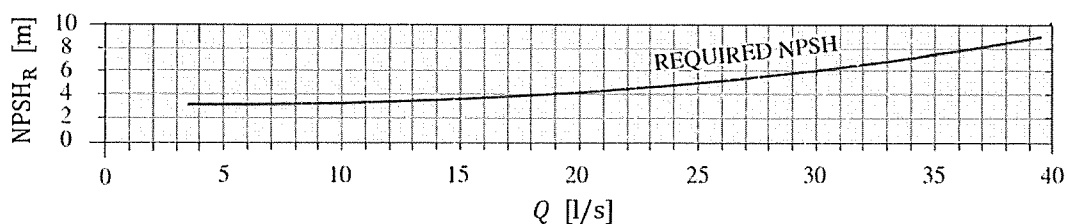
Tentti: tehtävät 3-7

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

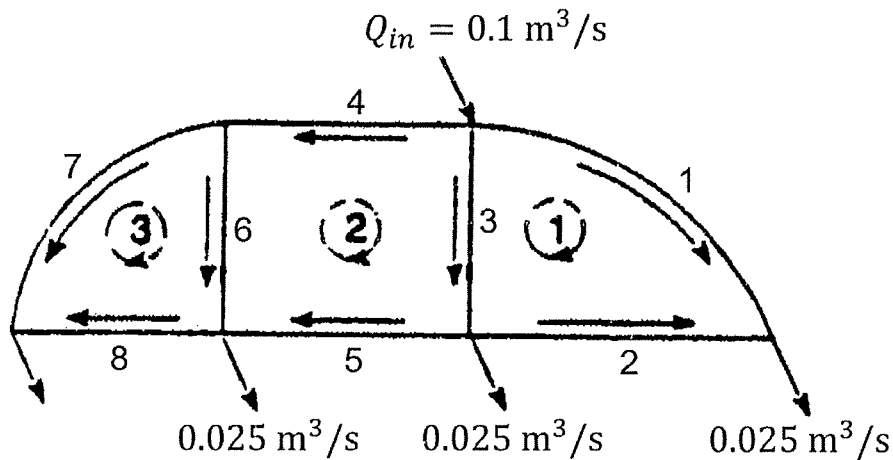
1. Vettä pumpataan kuvan mukaisesti alemmasta säiliöstä ylempään 30 litraa/s (molemmat säiliöt ovat avoimia). Säiliöiden pinnankorkeuksien ero on 10 m ja pumpu sijaitsee 3 m alemman säiliön nestepinnan yläpuolella. Ennen pumpua putken halkaisija on 150 mm ja pituus 10 m ja pumpun jälkeen putken halkaisija on 120 mm ja pituus 30 m; putket voi olettaa sileiksi. Kertavastukset on annettu kuvassa. Vedelle $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ja $\mu = 0.001 \text{ Pa s}$.



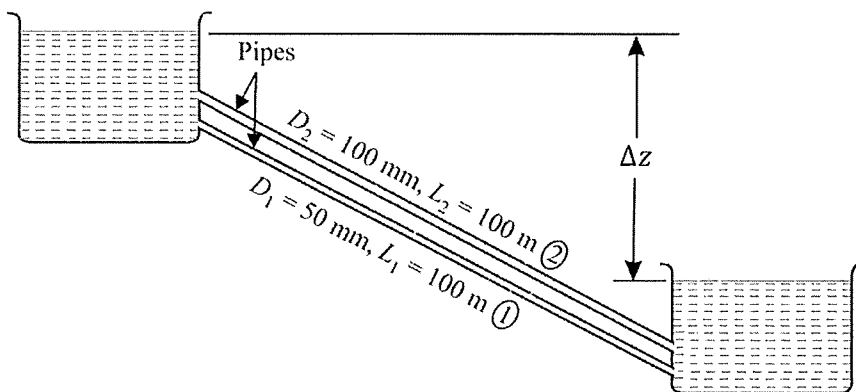
- (a) Määritä pumpun ottama teho, kun pumpun hyötysuhde on 80 %.
- (b) Arvioi kavitaation mahdollista esiintymistä, kun pumppuvalmistajan mittaama NPSH_R-käyrä on annettu alla. Veden lämpötila on 25 °C ja ympäristön paine on 100 kPa.



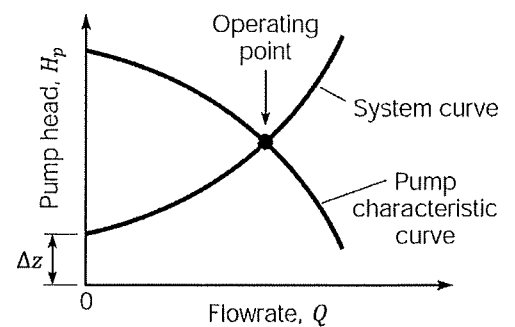
2. Kuvan mukaisessa putkiverkossa on 8 putkea, joiden kaikkien halkaisija on 75 mm. Putkien pituudet ovat seuraavat: $L_1 = L_7 = 20 \text{ m}$; $L_2 = L_4 = L_5 = L_8 = 15 \text{ m}$; $L_3 = L_6 = 6 \text{ m}$. Putkiverkkoon virtaa kuvan mukaisesti vettä sisään yhdestä kohdasta ja poistuu neljästä kohdasta (ks. tilavuusvirrat kuvasta). Kitkakerroin voidaan olettaa vakioksi ($f = 0.02$) ja kertahäviöitä ei tarvitse ottaa huomioon. Määritä kaikkien putkien tilavuusvirrat, kun tiedetään, että $Q_1 = 0.02423 \text{ m}^3/\text{s}$ ja $Q_4 = 0.03156 \text{ m}^3/\text{s}$. Kuva on seuraavalla sivulla (kuvassa esitetyt virtaussuunnat ovat todelliset).



3. Vesi virtaa kuvan mukaisesti ylemmästä säiliöstä alempaan kahden putken kautta; molempien putkien pituus on 100 m ja halkaisijat $D_1 = 50$ mm ja $D_2 = 100$ mm; molempien putkien karheus on 0.2 mm. Tilavuusvirta suuremman putken (2) kautta on: $Q_2 = 0.02$ m³/s. Määritä säiliöiden pinnankorkeuksien ero Δz sekä tilavuusvirta pienemmän putken kautta, Q_1 . Kertahäviöitä ei tarvitse ottaa huomioon. Vedelle $\rho = 1000$ kg/m³; $\mu = 0.001$ Ns/m².

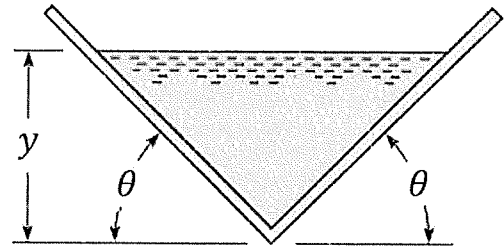


4. Pumpun ominaiskäyrä pyörimisnopeudella 1000 rpm (kierrosta minuutissa) ja systeemikäyrä ovat seuraavat:
 H_p [m] = $10 + 20Q - 40200Q^2$ ($[Q] = \text{m}^3/\text{s}$) (pumppu)
 H_s [m] = $5 + 25Q + 9300Q^2$ ($[Q] = \text{m}^3/\text{s}$) (systeemi)
 Osoita, että toimintapisteessä tilavuusvirta $Q = 0.01$ m³/s.
 Määritä tilavuusvirta toiminatapisteessä, jos pumpun pyörimisnopeus nostetaan arvoon 1250 rpm.
 Systeemikäyrä ei muutu.

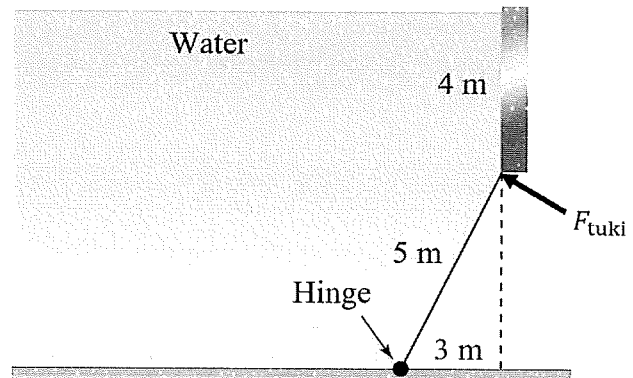


5. Vettä virtaa avokanavassa, jonka poikkileikkaus on oheisen kuvan mukainen: $y = 1$ m ja $\theta = 50^\circ$. Määritä veden keskinopeus ja tilavuusvirta, kun kanavan pituuskaltevuus $S = 0.002$ ja Manningin karheuskerroin $n = 0.012$.

Avokanava suunnitellaan uudelleen tuottamaan keskinopeus 2 m/s muuttamalla kulmaa θ ; kaikki muut arvot pysyvät ennallaan. Määritä uusi θ .



6. Avoimessa vesisäiliössä on kuvan mukainen vino suorakulmainen 5 m \times 2 m luukku. Luukun toisella puolella vallitsee normaali ilmakehän paine. Luukku on saranoitu (hinge) alareunasta ja tuettu yläreunasta. Määritä vaadittava tukivoima F_{tuki} , jotta luukku pysyisi suljettuna. Vedelle $\rho = 1000$ kg/m³. Muut lähtötiedot on annettu kuvassa.



7. Kuvan mukaisen putkimutkan läpi virtaa vettä 18 m³/min. Vesi purkautuu kohdassa 2 ympäristön paineeseen. Putken halkaisija sisäänvirtauksessa $D_1 = 30$ cm ja ulosvirtauksessa $D_2 = 20$ cm. Sisään- ja ulosvirtausreuna ovat samassa tasossa ($z_1 = z_2$). Määritä paine-ero $p_1 - p_2$, kulma θ sekä y -suuntainen tukivoima (myös suunta), kun x -suuntainen tukivoima $\bar{F}_{Rx} = 5$ kN (suunta kuvan mukaisesti). Oleta kitkaton virtaus. Vedelle: $\rho = 1000$ kg/m³.

