

Tampereen yliopisto

KEB-13000 HYDROMEKANIikka

Tentti 16.1.2019 / Seppo Syrjälä

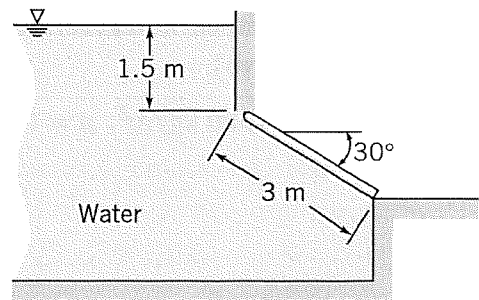
Sallittu kirjallisuus: jaettava kaavakokoelma

Palauta kaavakokoelma tentin jälkeen; älä tee siihen merkintöjä

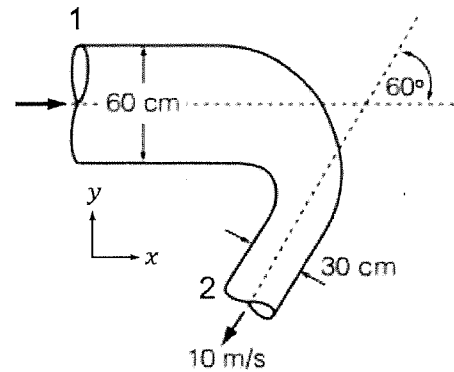
Ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu

1. Laske voima, joka vedestä kohdistuu kuvassa olevaan vinoon neliön muotoiseen pintaan, jonka koko on  $3 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ ; muut mitat on annettu kuvassa. Vinon pinnan vastapuolella vallitsee normaali ilmakehän paine. Laske myös voimaresultantin vaikutuspiste (anna sen kohtisuora etäisyys veden pinnasta).

Vedelle  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

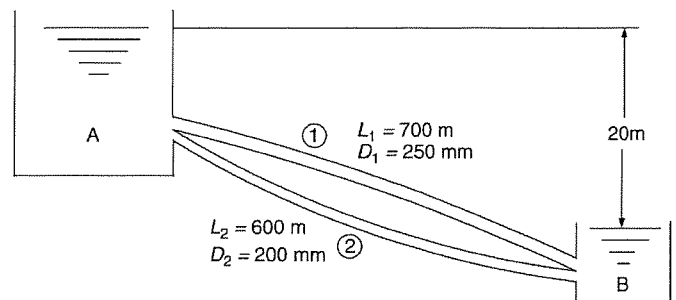


2. Kuvan mukaisen putkimutkan läpi virtaa vettä. Vesi purkautuu ympäristön paineeseen kohdassa 2 nopeudella  $10 \text{ m/s}$ . Putken halkaisija on sisäänvirtauksessa  $60 \text{ cm}$  ja ulosvirtauksessa  $30 \text{ cm}$ . Sisään- ja ulosvirtausreuna ovat samassa tasossa ( $z_1 = z_2$ ). Määritä paine-ero  $p_1 - p_2$  sekä tukivoima, joka tarvitaan pitämään putkimutka paikallaan (anna sekä kokonaisvoima että  $x$ - ja  $y$ -suuntaiset komponentit; myös suunnat). Oleta kitkaton virtaus. Vedelle  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ .



3. Vettä virtaa kuvan mukaisesti kahden putken kautta ylemmästä säiliöstä A alempaan säiliöön B (säiliöiden pinnan korkeuksien ero on  $20 \text{ m}$ ). Putkien pituudet ja halkaisijat on annettu kuvassa; putkien karheudet ovat:  $\varepsilon_1 = 0.5 \text{ mm}$ ;  $\varepsilon_2 = 0.8 \text{ mm}$ . Määritä kokonaistilavuusvirta. Kertahäviöitä ei tarvitse ottaa huomioon.

Vedelle  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $\mu = 0.001 \text{ Ns/m}^2$ .

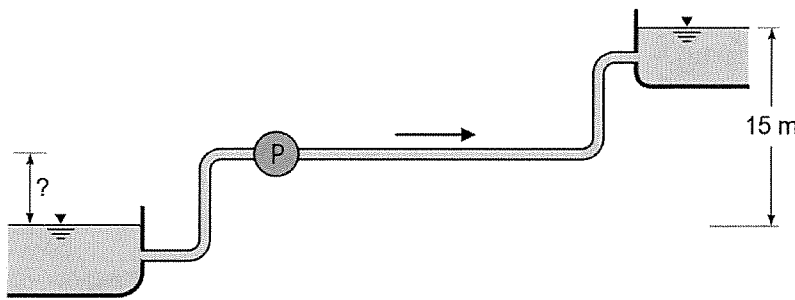


4. Kuvan esittämässä tilanteessa vettä pumpataan alemmasta säiliöstä ylempään (molemmat säiliöt ovat avoimia)  $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ . Putken halkaisija on koko matkalla  $250 \text{ mm}$  ja karheus  $\varepsilon = 0.15 \text{ mm}$ . Putken kokonaispituus on  $140 \text{ m}$ , josta  $10 \text{ m}$  on pumpun imupuolella (eli ennen pumppua). Säiliöiden pinnankorkeuksien ero on  $15 \text{ m}$ . Kertavastusten summa on yhteensä  $\Sigma K = 4$ , josta pumpun imupuolella  $\Sigma K = 2$ . Veden lämpötila on  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  (veden kyllästyspaine lämpötilan funktiona on annettu alla taulukossa; ympäristön paine on  $100 \text{ kPa}$ ).

(a) Määritä pumpun ottama teho, kun pumpun hyötysuhde toimintapisteessä on  $85 \%$ .

(b) Millä korkeudella pumppu voi korkeintaan sijaita suhteessa alemman säiliön nestepintaan, jotta se ei kavitoisi, kun kyseisellä tilavuusvirralla  $\text{NPSH}_R = 5 \text{ m}$  (pumppun toimittajan ilmoittama arvo).

Vedelle  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $\mu = 0.001 \text{ Ns/m}^2$ .



Temp. $T, \text{ }^\circ\text{C}$	Saturation Pressure $P_{\text{sat}}, \text{ kPa}$
5	0.8721
10	1.2276
15	1.7051
20	2.339
25	3.169
30	4.246
35	5.628
40	7.384

5. Laske virtaama (tilavuusvirta) kuvan mukaisessa symmetrisessä avokanavassa, kun Manningin karheuskerroin  $n = 0.012 \text{ s/m}^{1/3}$  ja pituuskaltevuus  $S = 0.001$ . Muut tiedot on annettu kuvassa. Mikä voisi korkeintaan olla pituuskaltevuus  $S$ , jotta virtaus pysyisi alikriittisenä.

