

AKIŞKANLAR MEKANIĞI

PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Nisan 2019

Kayseri

Bölüm 1

Akışkanların Fiziksel Özellikleri

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 1.1 (Young ve ark., 2013)

Bir binaya etki eden rüzgâr kuvveti $F = C_D \rho V^2 \frac{A}{2}$ ifadesi ile tanımlı ise, itki katsayısı C_D 'nin boyutunu belirleyiniz. Bu ifadede F :rüzgâr kuvveti, ρ :havanın özgül kütlesi, V :rüzgâr hızı ve A : binanın rüzgâra maruz yüzey alanıdır.

Formüldeki fiziksel büyüklüklere ait boyutlar:

$$F = MLT^{-2}$$

$$\rho = ML^{-3}$$

$$V = LT^{-1}$$

$$A = L^2$$

$$C_D = \frac{2F}{\rho V^2 A}$$

$$C_D = \frac{MLT^{-2}}{ML^{-3} (LT^{-1})^2 L^2} = M^0 L^0 T^0$$

Böylece C_D = boyutsuzdur.

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 1.2 (Evelt, 1989)

Hacmi 952 Lt olan bir depo, kütlesi 1200 kg olan gliserin ile doludur.

- a- Gliserin ağırlığını (W),
- b- Özgül kütleini (ρ),
- c- Özgül ağırlığını (γ),
- d- Rölatif özgül kütleini (s), bulunuz.

a- $F=W=m \cdot g = 1200 \cdot 9.81 = 11\,772 \text{ N}$ veya 11.77 kN

b- $\rho = m/V = 1200/0.952 = 1261 \text{ kg/m}^3$

c- $\gamma = W/V = 11\,772/0.952 = 12\,366 \text{ N/m}^3$

$\gamma = \rho \cdot g = 1261 \cdot 9.81 = 12\,366 \text{ N/m}^3$

d- $s = \rho_{\text{gliserin}} / \rho_{\text{su}} = 1261/1000 = 1.26$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 1.3

20 °C sıcaklıkta 1 Atm mutlak basınçta metan gazının yoğunluğunu ve özgül ağırlığını hesaplayınız.

20 °C sıcaklıkta metanın gaz sabiti $R=518.2 \text{ J/kg K}$

20 °C=293.15 Kelvin

$$\rho = \frac{P}{R T}$$

$$\rho = \frac{101300}{518.2 * 293.15} = 0.667 \text{ kg / m}^3$$

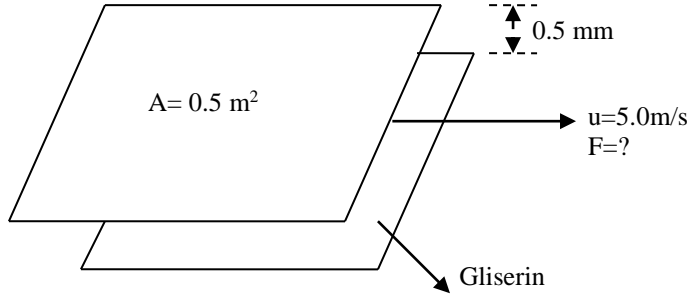
$$\gamma = \rho * g = 0.667 * 9.81 = 6.54 \text{ N / m}^3$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 1.4

0.5 m² alanlı iki levha arasında 5mm kalınlığında gliserin bulunmaktadır. Üsteki plakayı u=5.0m/s hızla çekmek için plakaya uygulanması gereken kuvveti bulunuz. Gliserinin dinamik vizkozitesi $\mu=1.5$ Pa s dir.



Plakalar arasında oluşan kayma gerilmesi:

$$\tau = \mu \frac{u}{y}$$

$$\tau = 1.5 \frac{5.0}{5 \cdot 10^{-4}} = 15\,000\text{Pa}$$

$$F = \tau \cdot A = 15000 \cdot 0.5 = 7500\text{N}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 1.5

Özgül kütlesi $\rho=7850 \text{ kg/m}^3$ olan 3 cm çapındaki ve 40 cm uzunluğundaki çelik silindir bir mil 3.02 cm çaplı düşey konumdaki dairesel kesitli bir yatak içinde kendi ağırlığı ile hareket etmektedir. Silindir ile yatak arasındaki boşluk uniform olup 20°C ortam sıcaklığında gliserin ile doldurulmuştur. Milin hareket hızını hesaplayınız. Gliserinin dinamik viskozitesi $\mu=1.5 \text{ Pas}$ dir.

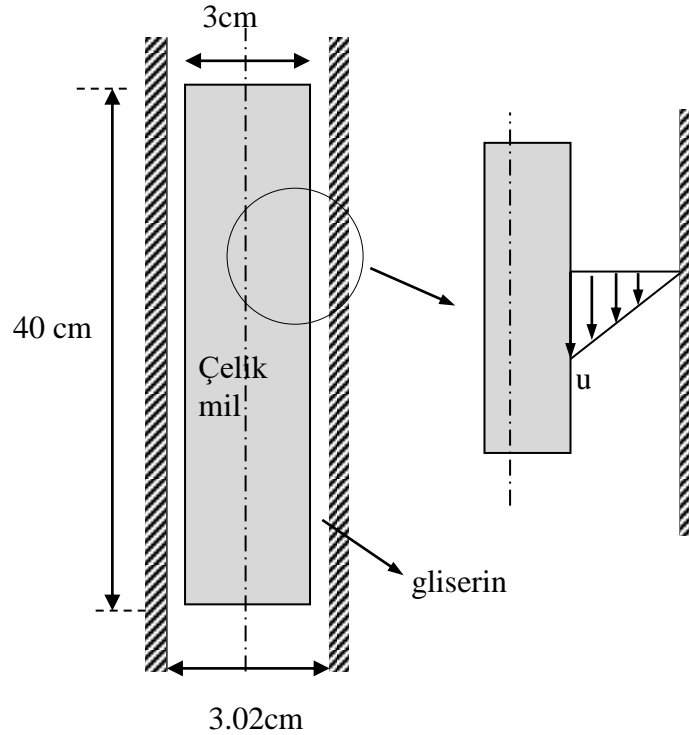
$$\text{Mil ağırlığı} = W = \frac{\pi D^2}{4} \rho g L = \frac{3.14 \cdot 0.03^2}{4} \cdot 7850 \cdot 9.81 \cdot 0.4 = 21.77 \text{ N}$$

$$\text{Milin yüzey alanı} = \pi D L = 3.14 \cdot 0.03 \cdot 0.4 = 0.0377 \text{ m}^2$$

$$\text{Mil ile silindir arasındaki aralık } y = 0.01 \text{ cm} = 0.0001 \text{ m}$$

$$\tau = \frac{F}{A} = \mu \frac{du}{dy} = \mu \frac{u}{y}$$

$$u = \frac{F y}{A \mu} = \frac{21.77 \cdot 0.0001}{0.0377 \cdot 1.5} = 0.0385 \text{ m/s}$$

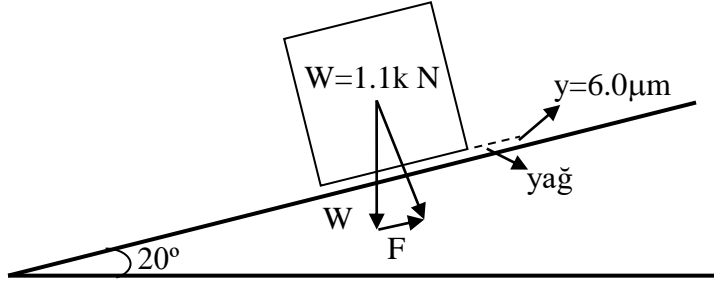


AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem1.6 (Evet, 1989)

1.1 kN ağırlığındaki kare şeklinde bir kutu şekilde görüldüğü üzere 20° lik eğimli bir yüzeyden aşağı doğru kaymaktadır. Kare kutunun kenar uzunluğu 250mm ve kutu ile eğimli platform arasında $6.0\mu\text{m}$ kalınlığında viskozitesi $\mu=7\text{mPa}\cdot\text{s}$ olan yağ ile kaplıdır. Kutunun kayma hızını bulunuz.



Bloğun kaymasına neden olan kuvvet:

$$F = W \sin 20 = 1100 * \sin 20 = 1100 * 0.342 = 376.2 \text{ N}$$

Kayma gerilmesi:

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{376.2}{0.25 * 0.25} = 6019.2 \text{ N/m}^2$$

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

$$u = \frac{\tau y}{\mu}$$

$$u = \frac{6019.2 * 6.0 * 10^{-6}}{7.0 * 10^{-3}} = 5.16 \text{ m/s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 1.7 (Young ve ark., 2013)

25 mm çaplı silindir şaft (mil) bir yataktan çekilerek çıkartılacaktır. Yatak ile şaft arası 0.3 mm kalınlığında kinematik viskozitesi $8.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ve rölatif özgül kütlesi $s=0.91$ olan yağ ile doludur. Şaftı 3 m/s lik hızla çekebilmek için gerekli kuvveti bulunuz. Silindir şaft ile yatak arasındaki hız lineer kabul edilecek.

$$s = \frac{\rho_{\text{yağ}}}{\rho_{\text{su}}}$$

$$0.91 = \frac{\rho_{\text{yağ}}}{1000}$$

$$\rho_{\text{yağ}} = 910 \text{ kg/m}^3$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

$$8 \times 10^{-4} = \frac{\mu}{910}$$

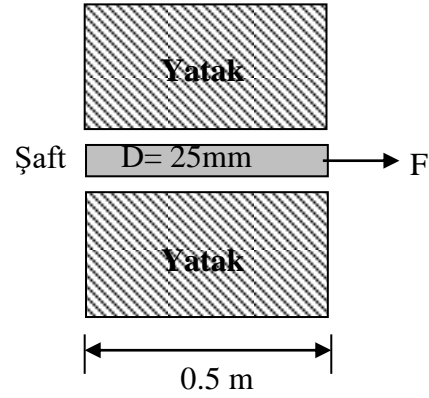
$$\mu = 0.728 \text{ Pas}$$

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} = 0.728 \frac{3}{0.3 \times 10^{-3}} = 7280 \text{ N}$$

$$\tau = F/A$$

$$F = \tau A = \tau (\pi DL)$$

$$F = 7280 \times 3.14 \times 25 \times 10^{-3} \times 0.5 = 286 \text{ N}$$



AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 1.8 (Evelt, 1989)

Sıcaklığı 30 °C olan suyun temiz cam bir tüpte kılcal etki nedeniyle 2.0mm den fazla yükselmemesi için tüp çapı ne olmalıdır.

Kapiler yükselme ifadesi:

$$h = \frac{2\sigma \cos\theta}{\gamma r}$$

Bu ifadeden r yarıçap çekilir ise:

$$r = \frac{2\sigma \cos\theta}{\gamma h}$$

30 °C su için yüzeysel gerilme $\sigma=0.0712$ N/m

Suyun özgül ağırlığı $\gamma=9810$ N/m³

Yüzey cam ve temiz olduğu için $\theta \approx 0^\circ$, $\cos(0) = 1$

Buna göre $h=2$ mm yükselme için yarıçap:

$$r = \frac{2 * 0.0712 * 1}{9810 * 0.002} = 0.00726\text{m} \text{ veya } 7.26\text{mm}$$

Minimum tüp çapı:

$$D=2r=0.0145\text{m} = 14.5\text{mm}$$

Veya büyük olmalıdır.

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 1.9 (Çengel ve Cimbala, 2008)

Sıcaklığı 20 °C olan gazyağına 0.75mm çapındaki cam bir tüp batırılıyor. Gaz yağı ve cam yüzey için yüzeysel gerilme $\sigma=0.028$ N/m ve yüzey gerilme açısı $\theta=26^\circ$ dir. Cam borudaki kapiler yükselmeyi bulunuz.

Gazyağının özgül kütlesi $\rho=820$ kg/m³

Kapiler yükselme ifadesi:

$$h = \frac{2\sigma \cos\theta}{\gamma r}$$

$$h = \frac{2 * 0.028 * \cos(26)}{820 * 9.81 * (0.75 / 2 * 10^{-3})}$$

$$h = 16.7 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$h = 16.7 \text{ mm}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 1.10 (Yüksel, 2008)

Okyanusta 8 km derinlikte basınç 81.7 MPa dır. Eğer yüzeyde suyun özgül kütlesi 1025 kg/m³ ve ortalama hacimsel elastik modülü 2.34 GPa ise bu derinlikte suyun özgül kütlesi nedir.

$$K = -\frac{dP}{d\forall/\forall} \quad dP = -K \frac{d\forall}{\forall}$$

Akışkanların kütlesi m ise $m=\rho \forall$ iki tarafın diferansiyeli alınır

$$dm = \rho d\forall + \forall d\rho$$

$dm=0$ dır. Çünkü akışkanın kütlesi sabittir.

$$-\rho d\forall = \forall d\rho \Rightarrow \frac{d\forall}{\forall} = -\frac{d\rho}{\rho}$$

Bu denklem yukarıda yerine konursa

$$dP = -K \frac{d\forall}{\forall} = K \frac{d\rho}{\rho}$$

bulunur. Yukarıdaki ifadenin integrali alınır ise:

$$P = K \ln \rho + C$$

Yüzeyde $P=0 \rightarrow C = -K \ln \rho_{\text{yüzey}}$ yukarıda yazılırsa:

$$P = K \ln \rho - K \ln \rho_{\text{yüzey}} \quad \text{veya}$$

$$P = K \ln \frac{\rho}{\rho_{\text{yüzey}}}$$

$$\frac{81.7 \cdot 10^6}{2.34 \cdot 10^9} = \ln \frac{\rho}{\rho_{\text{yüzey}}}$$

$$0.035 = \ln \frac{\rho}{\rho_{\text{yüzey}}}$$

$$1.0355 = \frac{\rho}{\rho_{\text{yüzey}}}$$

$$\rho = 1.0355 \cdot 1025 = 1061.4 \text{ kg/m}^3$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 1.11

Rijit bir depo içerisinde 2 m^3 su vardır. Suya bir piston ile 35 MPa lık basınç uygulanırsa suyun hacmindeki değişimi ve basınç altındaki suyun özgül kütleini bulunuz.

$$K_{\text{su}} = 2.2 \cdot 10^9 \text{ Pa}$$

$$\rho_{\text{su}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$K = -\frac{dP}{dV/V_1}$$

$$P = -K \ln V_1 + C$$

$$P=0 \text{ iken } V_0 = 2 \text{ m}^3$$

$$0 = -K \ln 2 + C$$

$C = K \ln 2$, yukarıda yerine yazılır ise,

$$P = K \ln \frac{2}{V_1}$$

$$35 \cdot 10^6 = 2.2 \cdot 10^9 \ln \frac{2}{V_1}$$

$$V_1 = 1.968 \text{ m}^3$$

Suyun hacmindeki değişim $= 2 - 1.968 = 0.032 \text{ m}^3$

$$\% = \left(1 - \frac{1.968}{2.0} \right) \cdot 100 = -\%1.6$$

Suyun kütlesi değişmeyeceğinden $m_0 = m_1 = m$

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \text{ ve } \rho_1 = \frac{m}{V_1}$$

$$\rho_0 \cdot V_0 = \rho_1 \cdot V_1 \Rightarrow \rho_1 = \frac{\rho_0 \cdot V_0}{V_1} = \frac{1000 \cdot 2}{1.968} = 1016.26 \text{ kg/m}^3$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 1.12

Basıncılı hava tankı, 6 kg hava içermektedir. Tank üzerine yerleştirilen manometrenin gösterdiği basınç 300 kPa olduğuna göre tankın hacmini hesaplayınız.

Sıcaklık 80°C ve $K = 2.18 \cdot 10^5$ Pa

$$dP = K \frac{d\rho}{\rho}$$

$$P = K \ln \rho + C$$

$$P=0 \text{ iken } 80^\circ\text{C de } \rho_{\text{hava}}=1 \text{ kg/m}^3$$

$$\ln 1=0 \text{ ise } C=0$$

$$P = K \ln \rho$$

$$300 \cdot 10^3 = 2.18 \cdot 10^5 \cdot \ln \rho$$

$$\rho = 3.95 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$3.95 = \frac{6}{V} \rightarrow$$

$$V = 1.52 \text{ m}^3$$

Bölüm 2

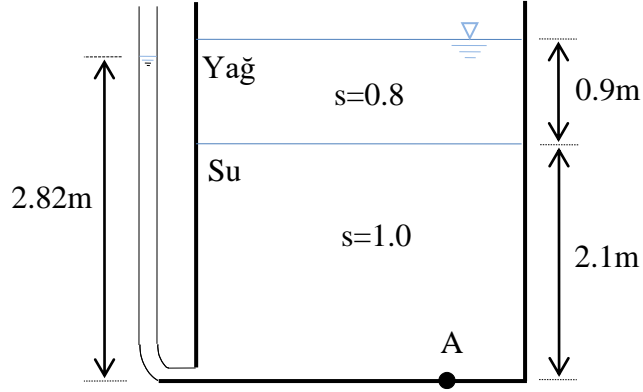
Hidrostatik

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.1 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekilde görülen tank su ve yağ ile doludur. Tankın tabanındaki basıncı ve basınç yüksekliğini su sütunu cinsinden bulunuz.



A noktasında basınç:

$$p_A = 0.8 \cdot 9810 \cdot 0.9 + 9810 \cdot 2.10 = 27\,664 \text{ Pa}$$

A noktasında basınç yüksekliği:

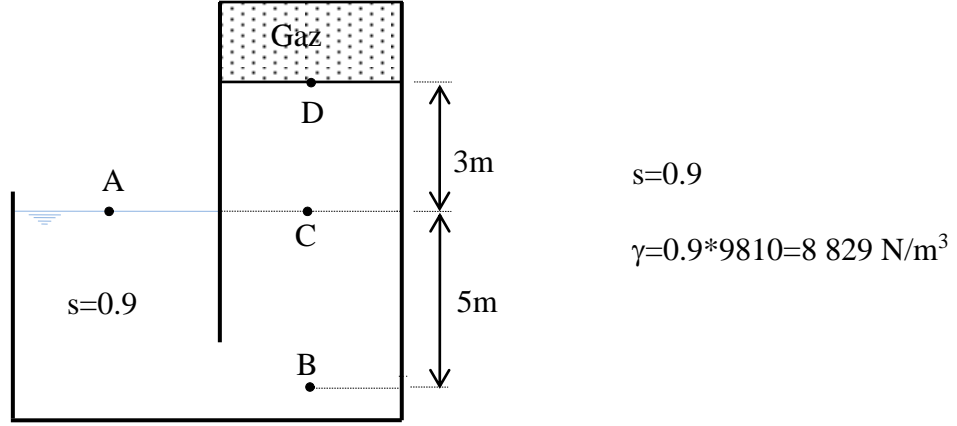
$$\frac{p_A}{\gamma} = \frac{27664}{9810} = 2.82 \text{ m su}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.2 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekilde görülen tankın içindeki sıvının A, B, C ve D noktalarındaki manometre ve mutlak basınçları bulunuz.



Manometre basınçları:

$$p_A = 0$$

$$p_B = p_A + \gamma h = 0 + 8829 \cdot 5 = 44145 \text{ Pa}$$

$$p_C = p_B - \gamma h = 44145 - 8829 \cdot 5 = 0$$

$$p_D = p_C - \gamma h = 0 - 8829 \cdot 3 = -26487 \text{ Pa}$$

Mutlak basınçlar :

$$p_A = 101300 + 0 = 101300 \text{ Pa}$$

$$p_B = 101300 + 44145 = 145445 \text{ Pa}$$

$$p_C = 101300 + 0 = 101300 \text{ Pa}$$

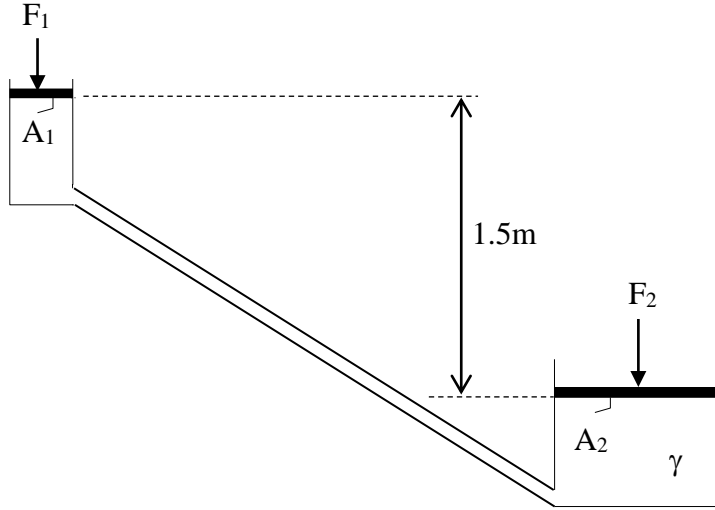
$$p_D = 101300 - 26487 = 74813 \text{ Pa}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.3 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekildeki hidrolik kaldırıcının piston alanları $A_1=15 \text{ cm}^2$ ve $A_2=150 \text{ cm}^2$ ve piston yükseklik farkı 1.5 m dir. Küçük pistonu 850 N luk bir kuvvet uygulandığında büyük piston ile kaldırılacak maksimum yükü bulunuz. $\gamma=9000 \text{ N/m}^3$



Küçük piston ile sıvıya uygulanan basınç:

$$p_1 = 850 / 0.0015 = 566\,667 \text{ Pa}$$

Büyük pistonu gelen basınç:

$$p_2 = p_1 + 9000 * 1.50 = 580\,167 \text{ Pa}$$

Büyük piston ile kaldırılacak maksimum yük:

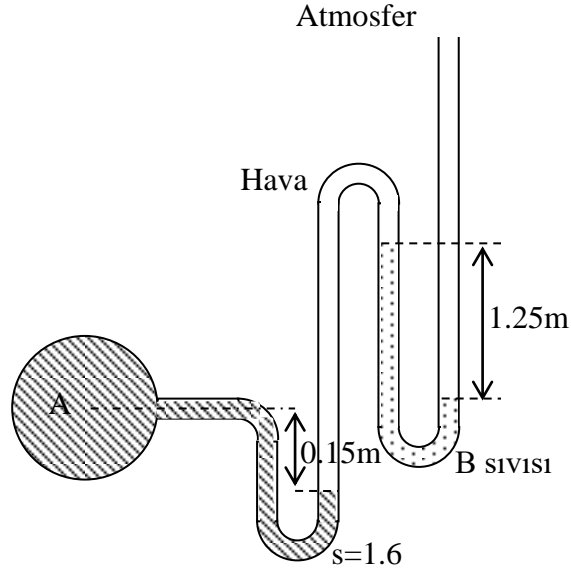
$$F_2 = p_2 A_2 = 580\,167 * 0.015 = 8\,703 \text{ N}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.4 (İlgaz ve ark., 2013)

Şekildeki manometrenin A noktasındaki rölatif basınç -35 kPa dır. $s_1=1.6$ olduğuna göre B sıvısının özgül ağırlığını, özgül kütesini ve rölatif özgül kütesini bulunuz.



A noktasından başlayarak manometre denklemi:

$$-35\ 000 + 1.6 \cdot 9810 \cdot 0.15 + \gamma_B \cdot 1.25 = 0$$

$$1.25 \gamma_B = 32\ 645.5$$

$$\gamma_B = \frac{32\ 645.5}{1.25} = 26\ 116.5 \text{ N/m}^3$$

Özgül kütle:

$$\rho_B = \frac{26\ 116.5}{9.81} = 2\ 662.2 \text{ kg/m}^3$$

Rölatif Özgül kütle:

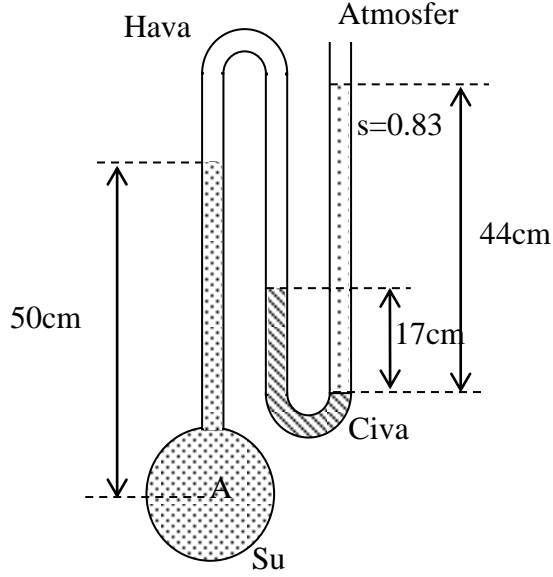
$$s_B = \frac{2\ 662.2}{1\ 000} = 2.7$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.5 (Evelt, 1989)

Şekildeki manometrenin A noktasındaki rölatif basıncı bulunuz.



Açık uçtan başlayarak manometre denklemini:

$$0 + 0.83 \cdot 9810 \cdot 0.44 - 13.6 \cdot 9810 \cdot 0.17 + 9810 \cdot 0.5 = p_A$$

$$p_A = 3582.6 - 22680.7 + 4905$$

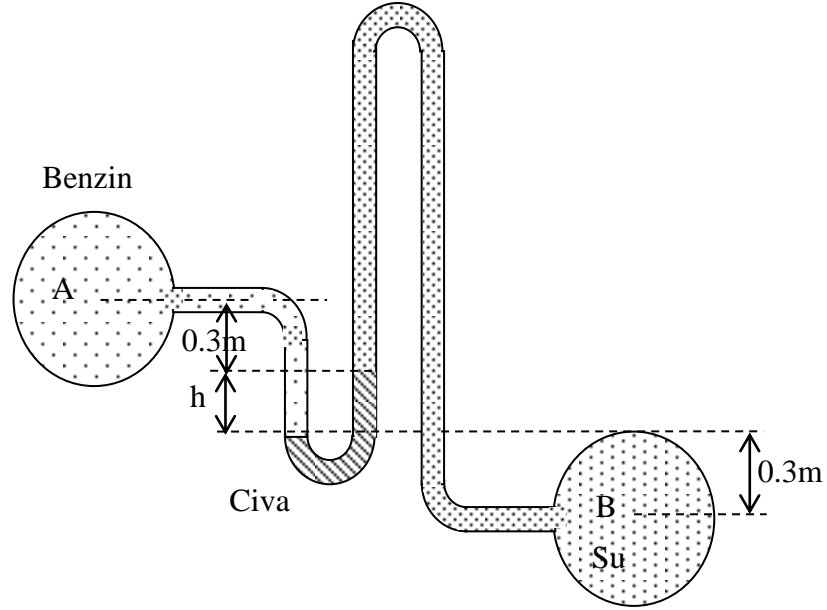
$$p_A = 14193.1 \text{ Pa}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.6

Cıvalı diferansiyel manometre şekildeki gibi A ve B borusuna bağlanmıştır. A borusunda Rölatif özgül kütlesi $s=0.65$ olan benzin akmaktadır. A noktasındaki basınç 20 kPa dır. B borusunda su akmakta ve B de 150 mm-Hg vakum bulunmaktadır. h yüksekliğini bulunuz.



$$20000 + 0.65 \cdot 9810 \cdot (0.3 + h) - 13.6 \cdot 9810 \cdot h + 9810 \cdot (h + 0.3) = -0.15 \cdot 9810 \cdot 13.6$$

$$20000 + 1913 + 6376.5 \cdot h - 133416 \cdot h + 2943 + 9810 \cdot h = -20012.4$$

$$20000 + 1913 + 2943 + 20012.4 = -6376.5 \cdot h + 133416 \cdot h - 9810 \cdot h$$

$$44868.4 = 117229.5 \cdot h$$

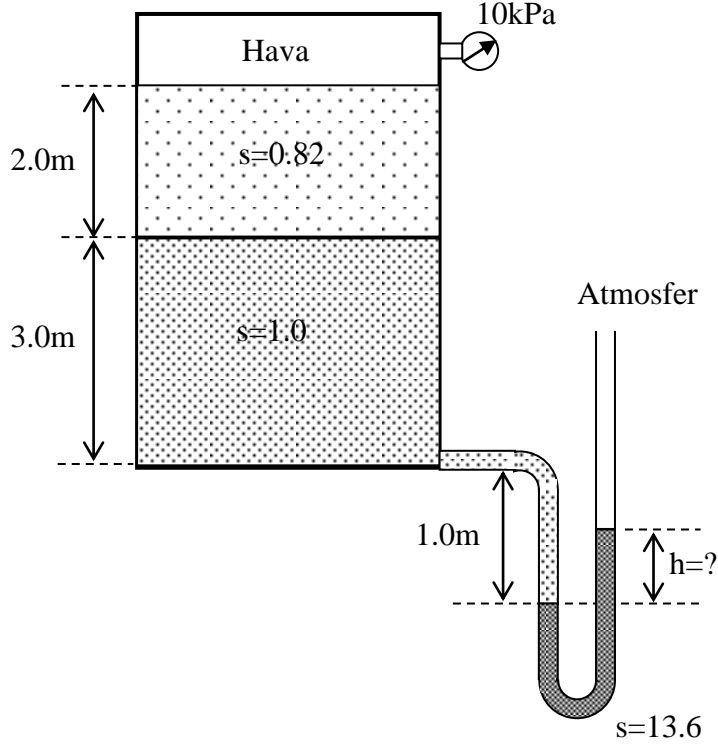
$$h = \frac{44868.4}{117229.5} = 0.383 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.7 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekilde verilenler yardımıyla civalı manometredeki h sapma yüksekliğini bulunuz.



Manometrenin atmosfere açık ucundan başlayarak:

$$0 + 13.6 \cdot 9810 \cdot h - 9810 \cdot 4 - 0.82 \cdot 9810 \cdot 2 = 10000$$

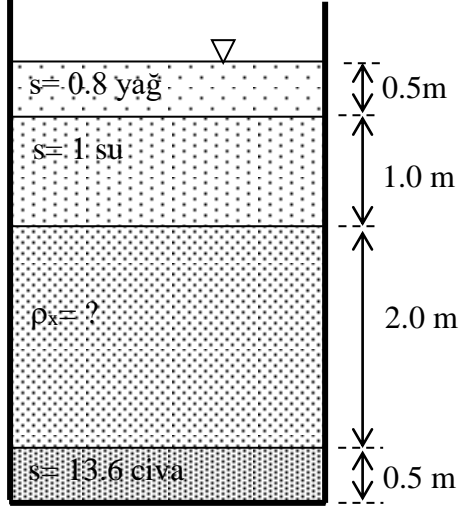
$$h = 0.49 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.8 (White, 2011)

Şekilde görülen tanka dört farklı sıvı konduğunda tabanına etki eden mutlak basınç 220 kPa olarak belirlenmiştir. Buna göre x sıvısının ρ özgül kütlelerini, rölatif özgül kütlelerini ve özgül ağırlığını bulunuz.



$$101\,300 + 0.8 \cdot 9810 \cdot 0.5 + 1 \cdot 9810 \cdot 1 + \rho_x \cdot 9.81 \cdot 2 + 13.6 \cdot 9810 \cdot 0.5 = 220\,000$$

$$101\,300 + 3924 + 9810 + 19.62\rho_x + 66\,708 = 220\,000$$

$$19.62\rho_x = 38\,258$$

$$\rho_x = 38\,258 / 19.62$$

$$\rho_x = 1950 \text{ kg/m}^3$$

$$s = \rho_x / s_{su}$$

$$s = 1950 / 1000 = 1.95$$

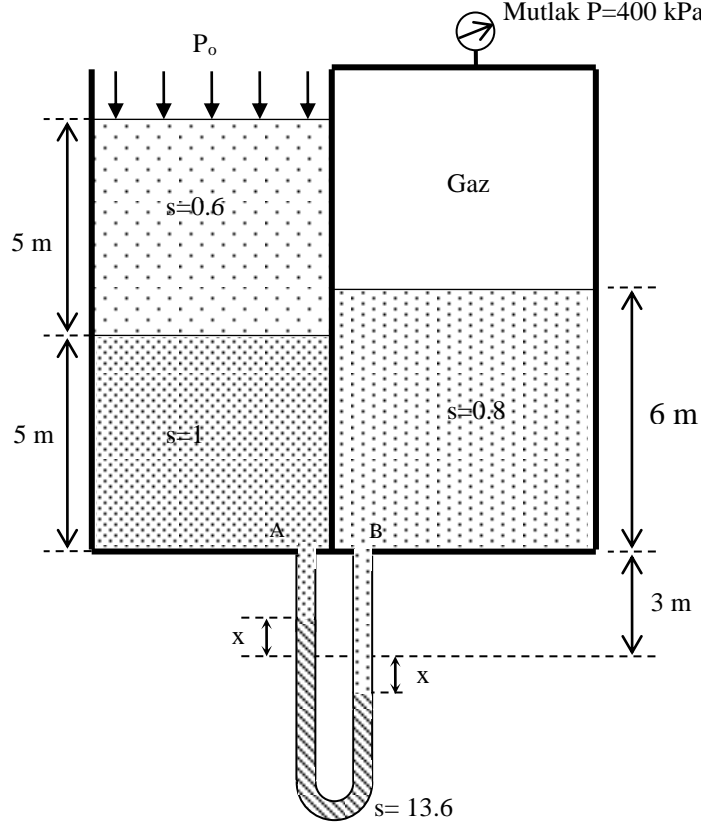
$$\gamma_x = \rho_x \cdot g = 1950 \cdot 9.81 = 19\,129.5 \text{ N/m}^3$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.9

Şekilde verilen sisteme bağlı diferansiyel manometredeki sapmayı bulunuz.



$$P_A = 101\,300 + 0.6 \cdot 9810 \cdot 5 + 9810 \cdot 5 = 179\,780 \text{ Pa}$$

$$P_B = 400\,000 + 0.8 \cdot 9810 \cdot 6 = 447\,088 \text{ Pa}$$

$$P_A + (3-x) \cdot 9810 + 2x \cdot 13.6 \cdot 9810 - (3+x) \cdot 0.8 \cdot 9810 = P_B$$

$$179\,780 + 29\,430 - 9810 \cdot x + 266\,832 \cdot x - 23\,544 - 7848 \cdot x = 447\,088$$

$$249\,174 \cdot x = 261\,422$$

$$x = 1.05 \text{ m}$$

$$2x = 2.1 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.10 (İlgaz ve ark., 2013)

Şekildeki sistemde manometre okunması -6.0 Pa olduğuna göre 1, 2, 3 piyezometrelerindeki yükselmeleri ve 4 manometresindeki cıva seviye farkını bulunuz.

$$P_1 = -6000 + 0.7 \cdot 9810 \cdot 1.1 = 1553.7 \text{ Pa}$$

$$h_1 = \frac{P_1}{\gamma} = \frac{1553.7}{0.7 \cdot 9810} = 0.23 \text{ m}$$

$$P_2 = P_1 + 9810 \cdot 1.2 = 13325.7 \text{ Pa}$$

$$h_2 = \frac{P_2}{\gamma} = \frac{13325.7}{9810} = 1.36 \text{ m}$$

$$P_3 = P_2 + 1.6 \cdot 9810 \cdot 0.6 = 13325.7 + 9417.6 = 22743.3 \text{ Pa}$$

$$22743.3 + 9417.6 = 32160.9 \text{ Pa}$$

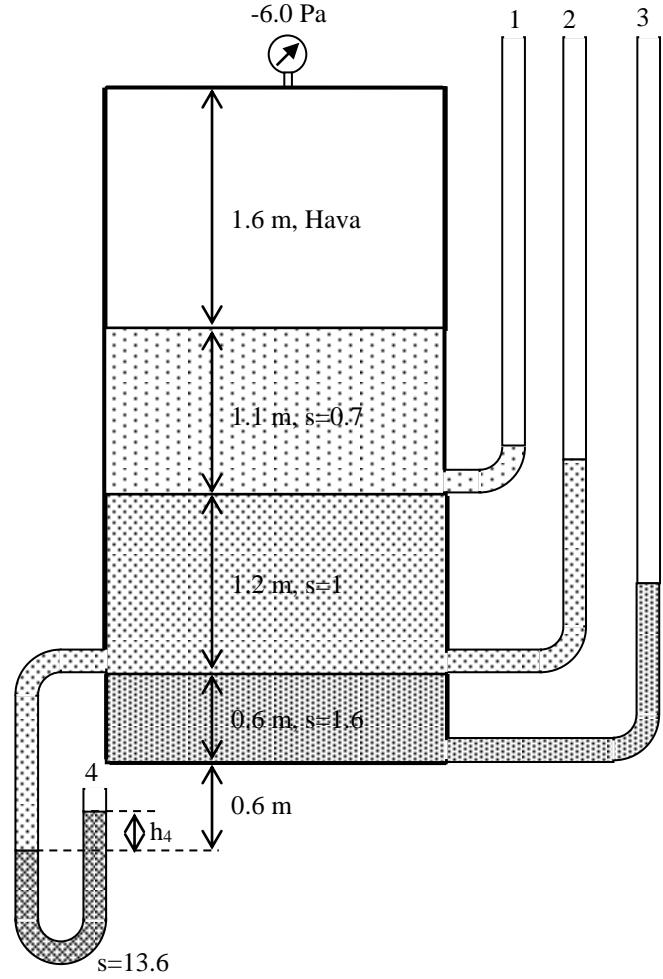
$$h_3 = \frac{P_3}{\gamma} = \frac{22743.3}{1.6 \cdot 9810} = 1.45 \text{ m}$$

$$P_2 + 9810 \cdot (0.6 + 0.6) - 13.6 \cdot 9810 \cdot h_4 = 0$$

$$13325.7 + 11772 - 133416 \cdot h_4 = 0$$

$$133416 h_4 = 25097.7$$

$$h_4 = \frac{25097.7}{133416} = 0.19 \text{ m}$$

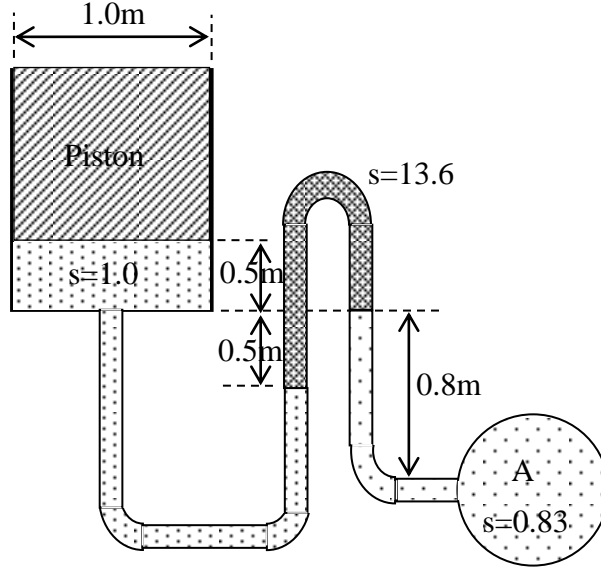


AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.11

Şekilde görülen 1 m çaplı pistonun kütlesi $m=1000$ kg olduğuna göre A noktasındaki mutlak basıncı bulunuz.



Pistonun ağırlığı:

$$W = m \cdot g = 1000 \cdot 9.81 = 9810 \text{ N}$$

Pistonun suya uyguladığı basınç:

$$P = \frac{W}{A} = \frac{9810}{\left(\pi \cdot 1^2 / 4\right)} = 12490.5 \text{ Pa}$$

$$\text{Mutlak basınç} = 101300 + 12490.5 = 113790.5 \text{ Pa}$$

Manometre denklemi:

$$113790.5 + 9810 \cdot 1.0 - 13.6 \cdot 9810 \cdot 0.5 + 0.83 \cdot 9810 \cdot 0.8 = P_A \text{ mutlak}$$

$$113790.5 + 9810 - 66708 + 6513.8 = P_A \text{ mutlak}$$

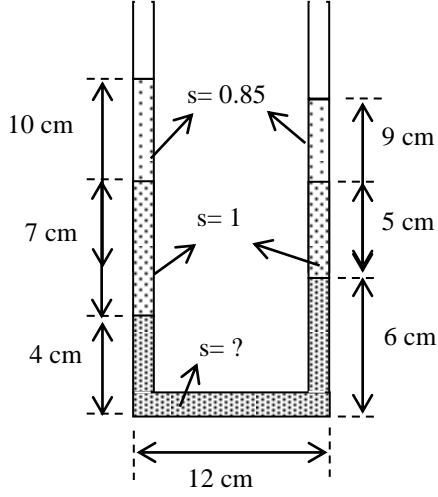
$$P_A \text{ mutlak} = 63406.3 \text{ Pa}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.12 (White, 2011)

Şekildeki iki ucu atmosfere açık U tüpündeki bulunan sıvının özgül ağırlığı ve rölatif özgül kütesini bulunuz.



Sol uçtan başlayarak manometre denklemini yazılırsa;

$$P_0 + 0.85 \cdot 9810 \cdot 0.10 + 9810 \cdot 0.07 - \gamma_x \cdot 0.02 - 9810 \cdot 0.05 - 0.85 \cdot 9810 \cdot 0.09 = P_0$$

$$833.85 + 686.7 - 0.02\gamma_x - 490.5 - 750.47 = 0$$

$$0.02\gamma_x = 1520.55 - 1240.97$$

$$0.02\gamma_x = 279.58$$

$$\gamma_x = 13979 \text{ N/m}^3$$

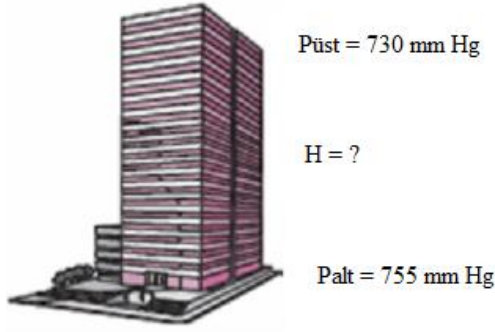
$$s = \frac{\gamma}{\gamma_{su}} = \frac{13979}{9810} = 1.43$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.13 (Çengel & Cimbala, 2006)

Bir binanın yüksekliği manometre ile ölçülecektir. Binanın üstündeki basınç 730mm-Hg ve altındaki basınç 755 mm-Hg olarak ölçülmüştür. Ortalama hava yoğunluğu $\rho=1.18 \text{ kg/m}^3$ olarak alarak binanın yüksekliği H'ı bulunuz.



$$P_{\text{üst}} = \rho g h_{\text{üst}}$$

$$P_{\text{üst}} = 13.6 \cdot 9810 \cdot 0.73$$

$$P_{\text{üst}} = 97\,393.68 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{alt}} = \rho g h_{\text{alt}}$$

$$P_{\text{alt}} = 13.6 \cdot 9810 \cdot 0.755$$

$$P_{\text{alt}} = 100\,729.08 \text{ Pa}$$

$$\rho_{\text{hava}} g H = P_{\text{alt}} - P_{\text{üst}}$$

$$1.18 \cdot 9.81 \cdot H = 100\,729.08 - 97\,393.68$$

$$11.58 \cdot H = 3335.4$$

$$h = 288 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.14 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekilde görülen tank $\gamma=9000 \text{ N/m}^3$ olan bir sıvı ile doludur. Tankın düşey yüzüne gelen kuvveti ve etkiye noktasını (a) formül ile ve (b) basınç prizması yöntemi ile bulunuz.

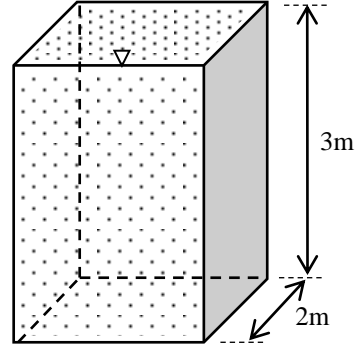
(a)

$$A = 2 \cdot 3 = 6 \text{ m}^2,$$

$$I_{xG} = 2 \cdot 3^3 / 12 = 4.5 \text{ m}^4$$

$$F = \gamma h_G A = 9000 \cdot 1.5 \cdot 6 = 81000 \text{ N}$$

$$y_p = \frac{I_{xG}}{y_G A} + y_G = \frac{4.5}{1.5 \cdot 6} + 1.5 = 2 \text{ m}$$



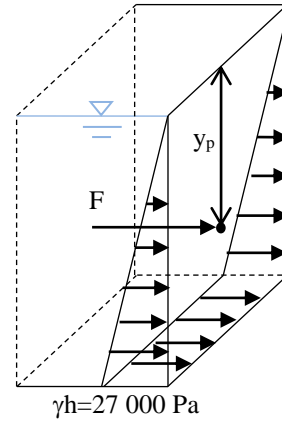
(b)

Basınç kuvveti (basınç prizmasının hacmi):

$$F = \nabla = A \gamma h / 2 = 6 \cdot 9000 \cdot 3 / 2 = 81000 \text{ N}$$

Kuvvetin etkiye noktası:

$$y_p = 3 \cdot 2 / 3 = 2 \text{ m}$$

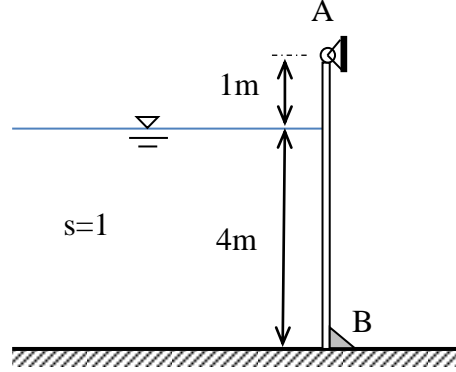


AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.15 (Çengel & Cimbala, 2006)

5m yüksekliğinde ve 5m genişliğinde dikdörtgen bir plaka şekilde gösterildiği gibi 4m derinliğinde su ağzını kapatmaktadır. Plaka üst kenarında A noktasından geçen yatay bir eksen boyunca mafsallanmış olup B noktasındaki sabit bir çıkıntı ile açılması engellenmektedir. Çıkıntı tarafından plakaya uygulanan kuvveti bulunuz.



$$F = \gamma \cdot h_G \cdot A = 9810 \cdot 2 \cdot (4 \cdot 5) = 392\,400 \text{ N}$$

$$y_{PA} = \frac{2}{3} \cdot 4 + 1 = 3.67 \text{ m}$$

A ya göre moment alınırsa

$$F_B \cdot 5 = 392\,400 \cdot 3.67$$

$$F_B = 288\,022 \text{ N}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.16 (Çengel & Cimbala, 2006)

Kaza yaparak göle düşen otomobil tekerlekleri üzerinde göl tabanına çökmüştür. Arabanın kapısı 1.1m yüksekliğinde ve 0.9m genişliğinde olup üst kenarı suyun serbest yüzeyinden 8m aşağıdadır. Kapı üzerindeki hidrostatik kuvveti ve basınç merkezinin konumunu bulunuz.

Kapının merkezine etki eden basınç:

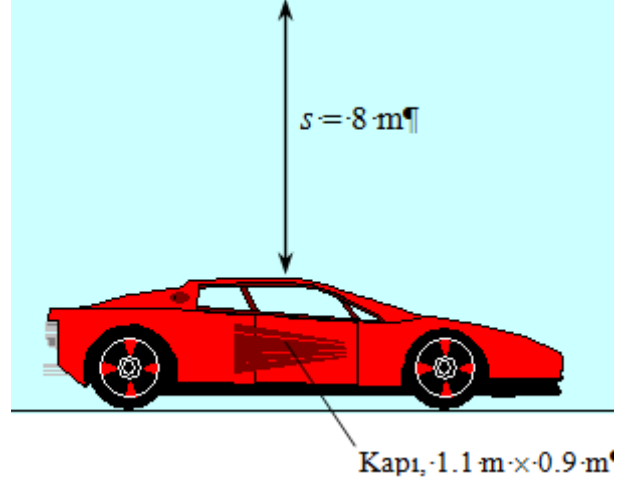
$$P_G = \gamma_G h_G = 9810 * (s + h_k / 2)$$

$$P_G = 9810 * (8 + 1.1 / 2) = 83876 \text{ Pa}$$

Kapıya etki eden kuvvet:

$$F = P_G A = 83876 * (1.1 * 0.9) = 83037 \text{ N}$$

$$F = 83037 \text{ N} = 83.0 \text{ kN} = 8.3 \text{ ton N}$$



Basınç Prizması ile:

$$F = \frac{8 * \gamma + 9.1 * \gamma}{2} * (1.1 * 0.9) = 83037 \text{ N}$$

Basıncın etkime noktası:

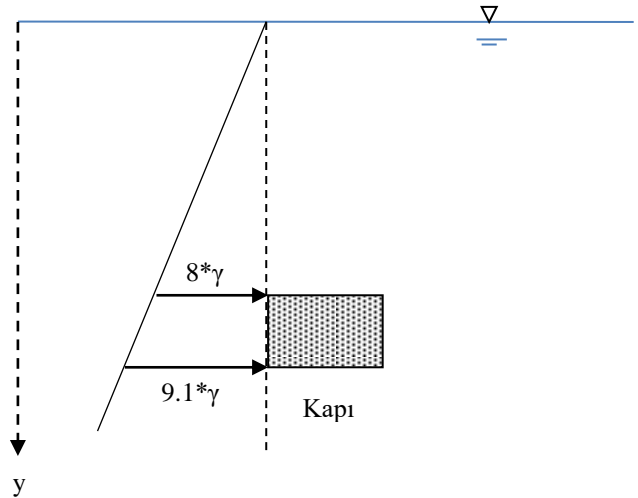
$$y_p = \frac{I_{xG}}{A * y_G} + y_G$$

$$I_{xG} = \frac{b * h^3}{12} = \frac{0.9 * 1.1^3}{12} = 0.0998 \text{ m}^4$$

$$A = 1.1 * 0.9 = 0.99 \text{ m}^2$$

$$y_G = 8 + (1.1 / 2) = 8.55 \text{ m}$$

$$y_p = \frac{I_{xG}}{A * y_G} + y_G = \frac{0.0998}{0.99 * 8.55} + 8.55 = 8.56 \text{ m}$$



AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.17 (Yüksel, 2008)

Şekilde görülen A noktasından mafsallı 1.2 m genişliğindeki AB kapağının sol tarafındaki tankın içindeki su -15 kN/m^2 basınç altındadır. Sağ tarafında ise $s = 0.75$ yoğunluğunda yağ vardır. AB kapağının dengede kalabilmesi için B noktasına etkileyecek kuvvetin şiddetini ve yönünü bulunuz.

$$h_{\text{hava}} = \frac{P}{\gamma_{\text{su}}} = \frac{-15000}{10000} = -1.5 \text{ mss}$$

İzafi su seviyesi:

$$h_{\text{su}} = 5.5 - 1.5 = 4.0 \text{ m}$$

$$F_{\text{su}} = \gamma h_G A = 10000 * (2 + 2/2) * (2 * 1.2)$$

$$F_{\text{su}} = 72000 \text{ N} = 72 \text{ kN}$$

Basıncın etkiye noktası:

$$y_p = \frac{I_{xG}}{A * y_G} + y_G = \frac{1.2 * 2^3}{(1.2 * 2) * 3.0} + 3.0 = \frac{0.8}{7.2} + 3.0 = 3.11 \text{ m}$$

Yağın kapağa uyguladığı kuvvet:

$$F_{\text{yağ}} = \gamma_{\text{yağ}} h_G A = (0.75 * 9810) * 1 * (1.2 * 2) = 17658 \text{ N} = 17.7 \text{ kN}$$

$$y_p = \frac{I_{xG}}{A * y_G} + y_G = \frac{1.2 * 2^3}{(1.2 * 2) * 1.0} + 1.0 = \frac{0.8}{2.4} + 1.0 = 1.33 \text{ m}$$

Kapağın dengede kalması için A ya göre moment sıfır olmalı:

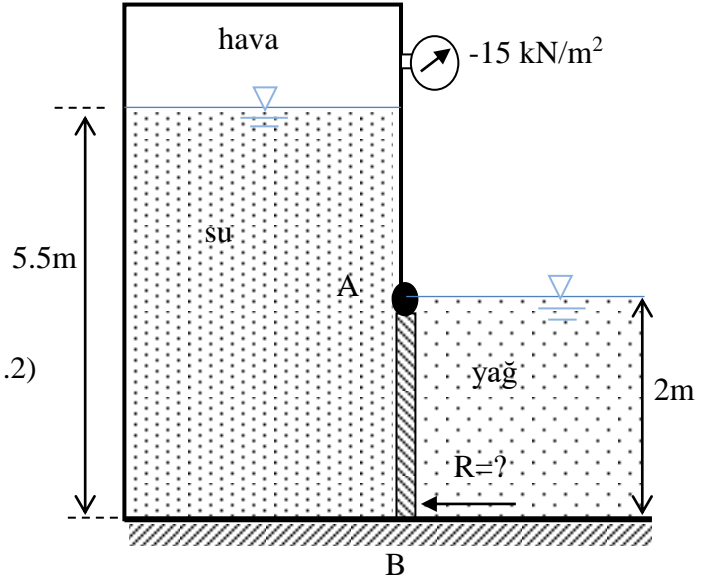
$$F_{\text{yağ}} * y_{\text{yağ}} + R * 2 = F_{\text{su}} * y_{\text{su}}$$

$$17658 * 1.33 + R * 2 = 72000 * (3.11 - 2)$$

$$17658 * 1.33 + R * 2 = 72000 * (3.11 - 2)$$

$$23485 + R * 2 = 79920$$

$$R = (79920 - 23485) / 2 = 28218 \text{ N} = 28.2 \text{ kN}, \text{ sağdan sola doğru etkilemeli.}$$



AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.18

Şekildeki AB düşey düzlemsel dikdörtgen kapağın şekil düzlemine dik derinliği 2m dir. Kapağın 2 tarafında $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$ ve $\rho=800 \text{ kg/m}^3$ yoğunluklarında sıvılar vardır. Kapak A noktasından mafsallıdır. Kapağa etki eden bileşke kuvvetin değerini ve yönünü, kapağı dengede tutmak için B Noktasına uygulanması gereken yatay kuvvetin değerini ve yönünü bulunuz.

$$F_{sol} = \gamma h_G A = 9810 * (1 + 1.5) * (3 * 2) = 147150N$$

veya, dikdörtgen prizması:

$$F_{sol1} = \gamma * 1 * 3 * 2 = 58860N$$

üçgen prizması:

$$F_{sol2} = \frac{\gamma * 3 * 3}{2} * 2 = 88290N$$

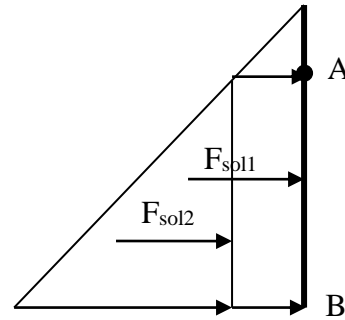
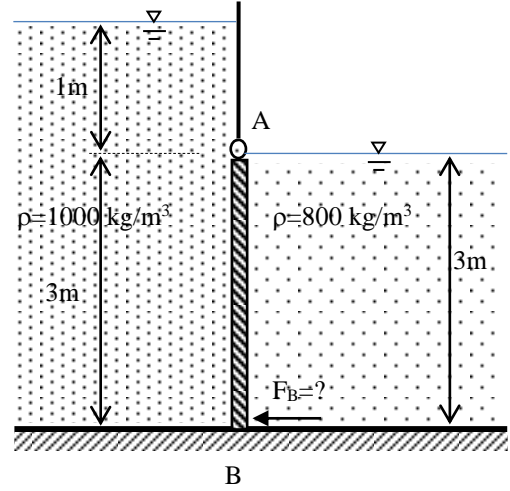
$$F_{sol} = F_{sol1} + F_{sol2} = 58860 + 88290 = 147150N$$

$$F_{sağ} = \frac{0.8 * 9810 * 3 * 3}{2} * 2 = 70632N$$

Bileşke kuvvet:

$$147150 - 70632 = 76518 \text{ N} = 76.52 \text{ kN},$$

Soldan sağa etkilemeli.



Kapağın dengede kalması için A noktasına göre moment sıfır olmalı:

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow 58860 * 1.5 + 88290 * 2 - 70632 * 2 - F_b * 3 = 0$$

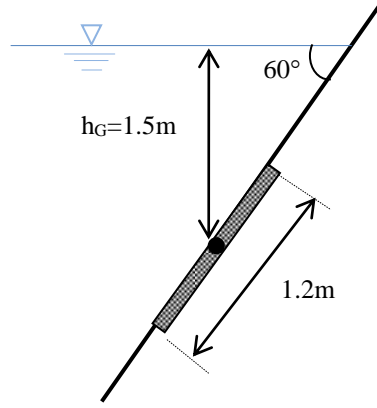
$$F_b = \frac{88290 + 176580 - 141264}{3} = 41202N$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.19 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekildeki 1.2 m çaplı dairesel kapağa gelen hidrostatik kuvvetin büyüklüğünü ve etkime noktasını bulunuz.



$$A = \pi * 0.6^2 = 1.131 \text{ m}^2$$

$$F = \gamma h_G A = 9810 * 1.5 * 1.131 = 16643 \text{ N}$$

$$y_G = 1.5 / \sin 60 = 1.732 \text{ m}$$

$$I_{xG} = \pi r^4 / 4 = \pi * 0.6^4 / 4 = 0.102 \text{ m}^4$$

$$y_P = \frac{I_{xG}}{y_G A} + y_G = \frac{0.102}{1.732 * 1.131} + 1.732 = 1.784 \text{ m}$$

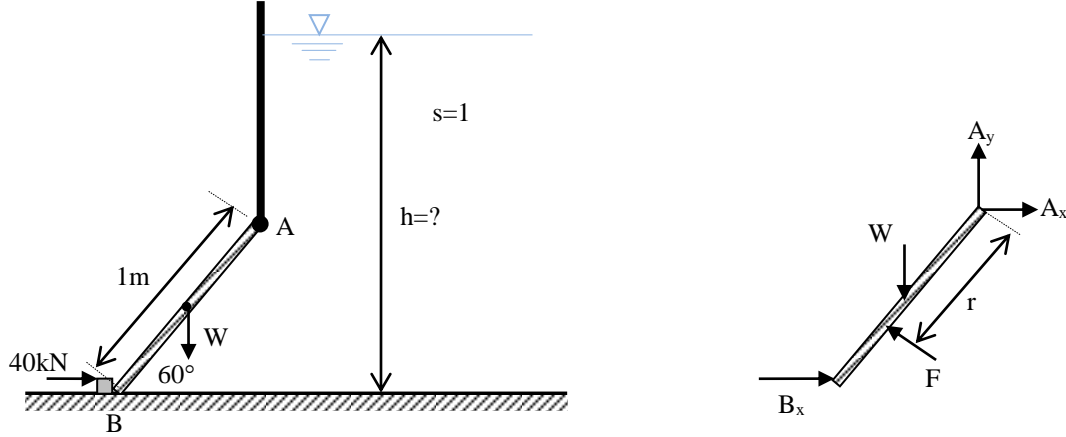
$$h_P = 1.784 * \sin 60 = 1.545 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.20 (Crowe & Elger, 2001)

Şekilde görülen A noktasından mafsallı 1*4m boyutlu AB kapağına, B noktasında bir mesnet ile 40 kN luk yatay kuvvet uygulanmaktadır. Kapağın ağırlığı 2kN olup bu durumda kapağı açabilecek en az su derinliğini bulunuz.



Kapağı dengede tutmak için kuvvetlerin A ya göre momenti alınırsa:

$$B_x * (1.0 * \sin 60) - F * r + W * (0.5 * \cos 60) = 0$$

$$F * r = 40000 * (1.0 * \sin 60) + 2000 * (0.5 * \cos 60) = 35.14 \text{ Nm} \quad (1)$$

Su tarafından kapağa etki eden hidrostatik kuvvetin etkime noktası:

$$r = 0.5 + \frac{I_{xG}}{y_G A} =$$

$$y_G = \frac{h}{\sin 60} - 0.5 =$$

$$I_{xG} = 4 * 1^4 / 12 = 0.333 \text{ m}^4$$

$$A = 4 * 1 = 4.0 \text{ m}^2$$

Bu değerler yukarda yerine yazılırsa:

$$r = 0.5 + \frac{0.333}{\left(\frac{h}{\sin 60} - 0.5\right) * 4.0} = 0.5 + \frac{0.0833}{(1.155h - 0.5)} \quad (2)$$

Kapağa etki eden F kuvveti:

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

$$F = P_G A = \gamma h_g A = \gamma (h - 0.5 \sin 60) * 4$$

$$F = 9810 * (h - 0.5 \sin 60) * 4 = 39.24(h - 0.433) \quad (3)$$

(2) ve (3) nolu denklemler (1) de yerine yazılırsa:

$$35.14 = F * r$$

$$35.14 = 39.24(h - 0.433) * \left[0.5 + \frac{0.0833}{(1.155h - 0.5)} \right]$$

Yukardaki denklem h için çözülürse:

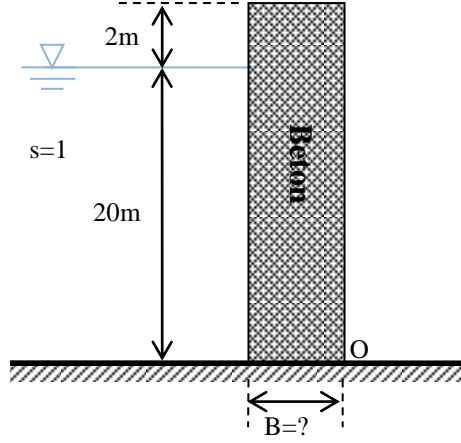
$$h = 2.08 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.21

Beton duvarın devrilmemesi için genişliğinin ($B=?$) en az ne olması gereklidir? Hesap birim derinlik için yapılacak, beton için $s=2.4$ alınacaktır.



Sudan duvara gelen hidrostatik kuvvet:

$$F_x = \frac{\gamma H^2}{2} 1 = \frac{9810 \cdot 20^2}{2} 1 = 1962000 \text{ N} = 1962 \text{ kN}$$

O ya göre devirici moment:

$$\sum M_{0\text{-devirici}} = F_x \cdot H / 3 = 1962 \cdot 6.67 = 13080 \text{ kNm}$$

Karşı koyan kuvvet betonun ağırlığı olup:

$$W = \gamma_{\text{beton}} \cdot V_{\text{beton}} = (2.4 \cdot 9810) \cdot (20 \cdot B \cdot 1) = 517968 \cdot B$$

O ya göre Karşı koyan moment:

$$\sum M_{0\text{-karşı}} = W \cdot B / 2 = 517968 \cdot B^2 / 2 = 258984 B^2$$

Devirici moment \leq Karşı koyan moment olmalı

$$13080000 = 258984 B^2$$

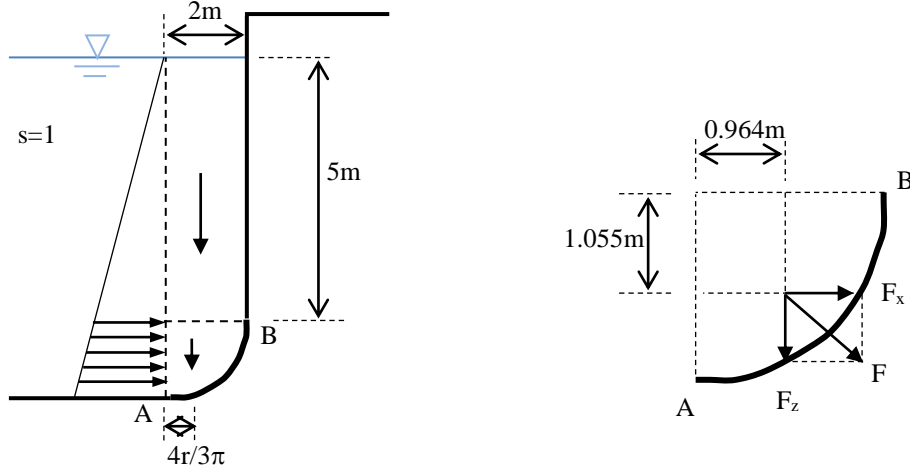
$$B = 7.1 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.22 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekildeki 2 m yarıçaplı çeyrek dairesel AB kapağının birim uzunluğuna gelen bileşke hidrostatik kuvvetin büyüklüğünü, etkiye noktasını ve doğrultusunu bulunuz.



Yatay bileşenin büyüklüğü ve yeri:

$$F_x = \gamma h_{xG} A_x = 9810 \cdot 6 (2 \cdot 1) = 117720 \text{ N}$$

$$h_{xP} = \frac{I_{yG}}{h_{xG} A_x} + h_{xG} = \frac{1 \cdot 2^3}{12 \cdot 6 \cdot 2} + 6 = 6.055 \text{ m}$$

Düşey bileşenin büyüklüğü ve yeri:

$$F_z = 9810 \cdot 2 \cdot 5 + 9810 \pi 2^2 / 4 = 98100 + 30819 = 128919 \text{ N}$$

F_z bileşeninin A dan olan x uzaklığı için A noktasına göre moment alınırsa:

$$128919 x_{Fz} = 98100 \cdot 1 + 30819 \frac{4 \cdot 2}{3 \pi} \Rightarrow x_{Fz} = 0.964 \text{ m}$$

Bileşke kuvvetin büyüklüğü ve doğrultusu:

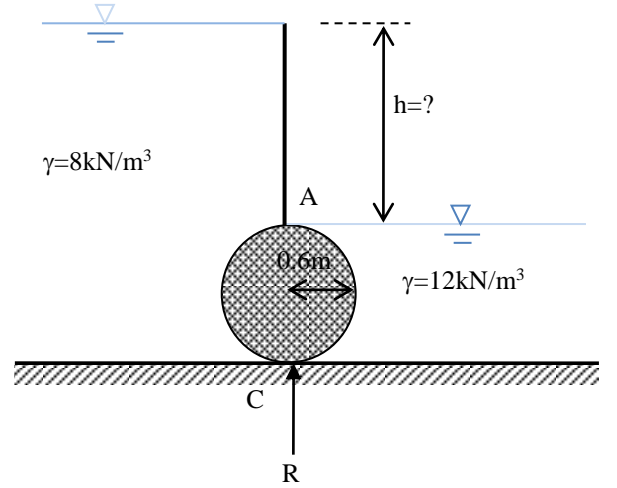
$$F = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} = 174580 \text{ N}, \quad \tan \theta = F_z / F_x = 1.095 \Rightarrow \theta = 47.6^\circ$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.23 (Yüksel, 2008)

Şekildeki 40kN ağırlığındaki silindik kapağın açılmaması için iki taraftaki sıvıların serbest yüzeylerinin birbirlerinden olan kot farkını bulunuz, hesabı birim uzunluk için yapınız. C noktasındaki reaksiyon kuvvetini bulunuz.



Yatay doğrultu için:

Sol taraftan:

$$F_{x\text{sol}} = \gamma h_{xG} A_x = 8000 \cdot (h + 0.6) \cdot (1.2 \cdot 1) = 5760 + 9600h$$

Sağ taraftan:

$$F_{x\text{sağ}} = \gamma h_{xG} A_x = 12000 \cdot (0.6) \cdot (1.2 \cdot 1) = 8640 \text{ Denge hali için;}$$

$$F_{x\text{sol}} = F_{x\text{sağ}}$$

$$5760 + 9600h = 8640$$

$$9600h = 8640 - 5760 = 2880$$

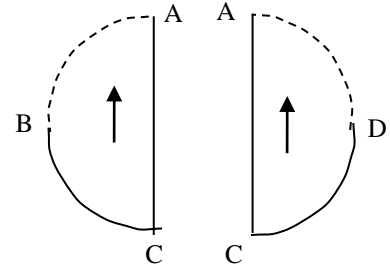
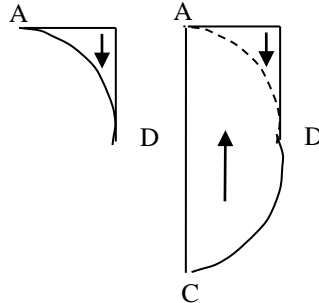
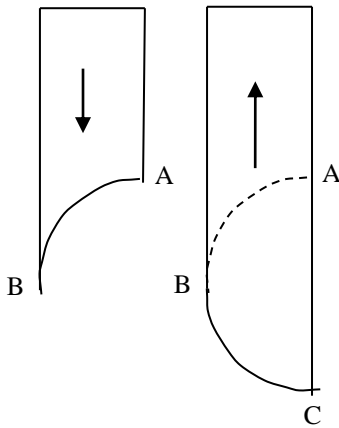
$$h = \frac{2880}{9600}, \quad h = 0.3 \text{ m}$$

Düşey doğrultu için:

Sol taraf

Sağ Taraf

Bileşke



$$F_y = 8000 \cdot (\pi \cdot 0.6^2 / 2) + 12000 \cdot (\pi \cdot 0.6^2 / 2) = 4523.9 + 6785.8 = 11309.7 \text{ N}$$

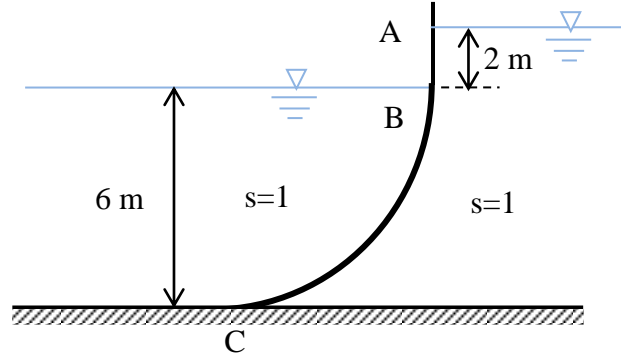
$$R = F_y - G = 11309.7 - 40000 = -28690.3 \text{ N} = -28.7 \text{ kN}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.24 (Yüksel, 2008)

Şekilde gösterilen ABC yüzeyine tesir eden hidrostatik bileşke kuvveti bulunuz. Şekle dik derinlik 1m alınacaktır.



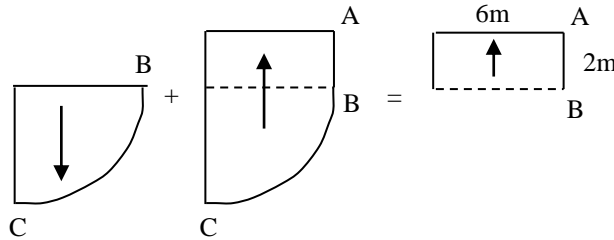
Yatay kuvvet F_x :

$$F_{X_{sol}} = \gamma \cdot h_G \cdot A_x = 10 \cdot \frac{6}{2} \cdot (6 \cdot 1) = 180 \text{ kN}$$

$$F_{X_{sağ}} = \gamma \cdot h_G \cdot A_x = 10 \cdot \frac{8}{2} \cdot (8 \cdot 1) = 320 \text{ kN}$$

$$F_{X_{bileşke}} = F_{X_{sol}} - F_{X_{sağ}} = 180 - 320 = -140 \text{ kN}$$

Düşey kuvvet F_y :



$$F_y = \gamma \cdot \nabla_y = \gamma \cdot b \cdot A_y$$

$$F_y = 10 \cdot 1 \cdot (2 \cdot 6) = 120 \text{ kN}$$

Bileşke kuvvet:

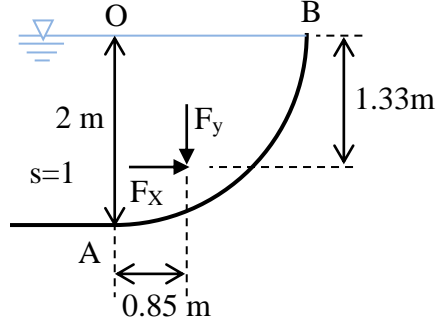
$$F = \sqrt{140^2 + 120^2} = 184.4 \text{ kN}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.25 (Kırkgöz ve ark., 1994)

3 m uzunluğunda 2 m yüksekliğinde $\frac{1}{4}$ daire dilimindeki kapağa gelen kuvveti ve etkiye yönünü bulunuz.



Yatay kuvvet;

$$F_x = \gamma \cdot h_G \cdot A_x = 9810 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 2\right) \cdot (2 \cdot 3) = 58860 \text{ N} = 58.9 \text{ kN}$$

Yatay kuvvetin etkiyen noktası;

$$y_p = \frac{I_O}{A \cdot y} + \bar{y}$$

$A = 6 \text{ m}^2$ (x doğrultusunda yansıyan yatay)

$$I_O = \frac{3 \cdot 2^3}{12} = 2 \text{ m}^4$$

$$y_p = \frac{2}{6 \cdot 1} + 1 = 1.33 \text{ m serbest yüzey altında}$$

Düşey bileşeni AOB hacmini dolduran suyun ağırlığıdır.

$$F_y = \gamma \cdot V_y = 9810 \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 2^2\right) \cdot 3 = 92457.1 \text{ N} = 92.5 \text{ kN}$$

Basınç etkiye noktası $\frac{4 \cdot r}{3 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 2}{3 \cdot \pi} = 0.85 \text{ m}$

Bileşke kuvvet;

$$F = \sqrt{58.9^2 + 92.5^2} = 109.7 \text{ kN}$$

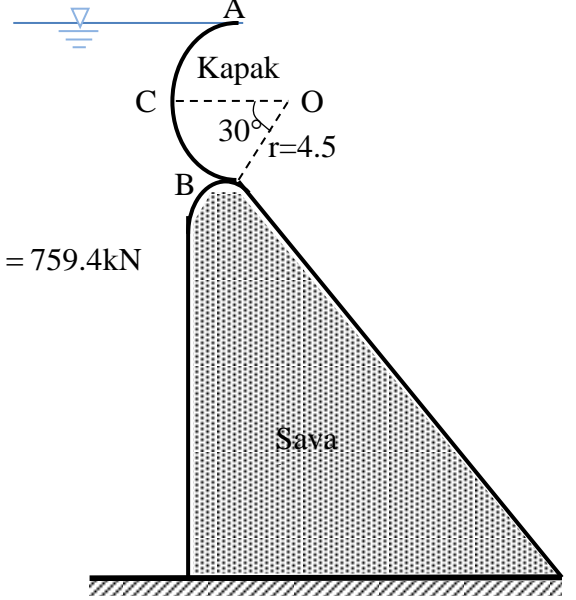
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{92.5}{58.9}\right) = 57.5^\circ$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.26 (Yüksel, 2008)

Şekilde görülen bir daire yayı kapağın uzunluğu 7.5m dir. Bu kapağa etki eden hidrostatik basınç kuvvetini ve doğrultusunu bulunuz.



$$AB = 2 * r * \sin 30 = 2 * 4.5 * \frac{1}{2} = 4.5 \text{ m}$$

$$F_x = \gamma * h_G * A_x = 10000 * \frac{4.5}{2} * (7.5 * 4.5) = 759375 \text{ N} = 759.4 \text{ kN}$$

$$h_p = \frac{2}{3} * 4.5 = 3 \text{ m}$$

$$OC = 4.5 * \cos 30 = 3.9 \text{ m}$$

$$F_y = \gamma * \nabla = \gamma * b * A_{ACB}$$

$$= 10 * 7.5 * \left(\frac{60}{360} * \pi * 4.5^2 - 4.5 * 3.9 * \frac{1}{2} \right) = 137.1 \text{ KN}$$

$$\tan \theta = \frac{F_y}{F_x} = \frac{137.1}{759} = 0.18 \rightarrow \theta = 10.2^\circ$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.27 (Yüksel, 2008)

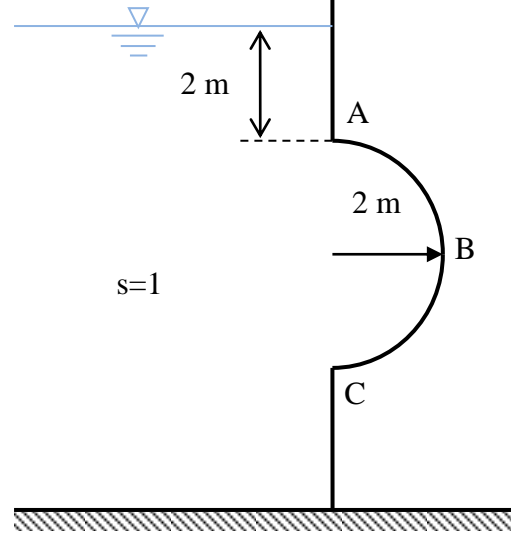
ABC kapağına etki eden hidrostatik basınç kuvvetlerini bulunuz.

Yatay kuvvet:

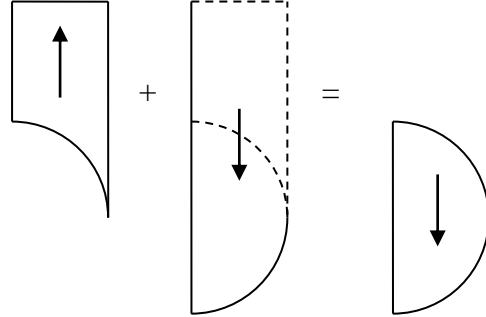
$$F_x = \frac{9810 \cdot 2 + 9810 \cdot 6}{2} \cdot 4 \cdot 6$$

$$F_x = 941760 \text{ N}$$

$$F_x = 941.8 \text{ kN}$$



Düşey kuvvet:



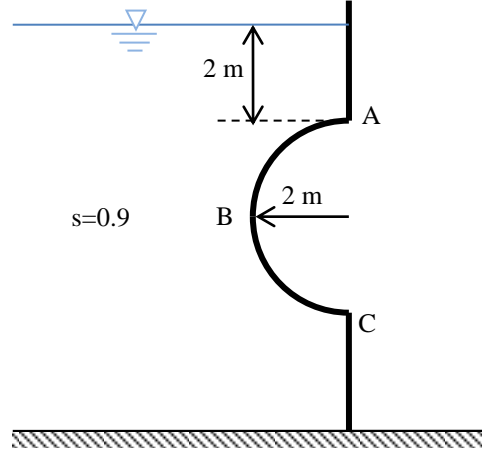
$$F_z = \frac{\gamma \cdot \pi \cdot r^2}{2} \cdot b = \frac{9810 \cdot 3.14 \cdot 2^2}{2} \cdot 6 = 369828.3 \text{ N} = 369.8 \text{ kN}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.28

Şekilde görülen 2 m yarıçaplı ve derinliği 6 m olan bir AC yarı silindirik yüzeye etki eden hidrostatik basınç kuvvetlerini bulunuz.



Yatay kuvvet:

$$F_x = \frac{0.9 \cdot 9810 \cdot 2 + 0.9 \cdot 9810 \cdot 6}{2} \cdot 4 \cdot 6 = 847584 \text{ N} = 847.6 \text{ kN}$$

$$F_x = \gamma \cdot h_G \cdot A = 0.9 \cdot 9810 \cdot 4 \cdot (4 \cdot 6) = 847584 \text{ N} = 847.6 \text{ kN KN}$$

$$h_p = \frac{(2 \cdot \gamma \cdot 4) \cdot 2 + (4 \cdot \gamma \cdot 4 / 2) \cdot (2/3) \cdot 4}{(\gamma \cdot 2 \cdot 4) + (4 \cdot \gamma \cdot 4 / 2)} = \frac{16 \cdot \gamma + 21.33 \gamma}{8 \cdot \gamma + 8 \cdot \gamma} = \frac{37.33 \gamma}{16 \gamma} = 2.33 \text{ m}$$

Düşey kuvvet:

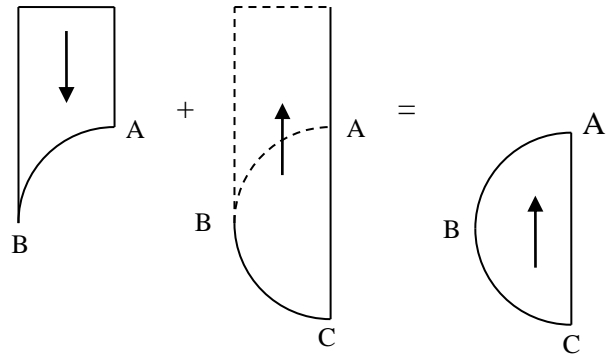
$$F_y = \gamma \cdot \frac{\pi \cdot r^2}{2} \cdot b = 0.9 \cdot 9810 \cdot \frac{3.14 \cdot 2^2}{2} \cdot 6$$

$$F_y = 332845.5 \text{ N} = 333 \text{ kN}$$

Bileşke kuvvet:

$$F = \sqrt{847.6^2 + 333^2} = 910.7 \text{ kN}$$

$$\tan \theta = \frac{333}{847.6} = 0.366 \rightarrow \theta = 20.1^\circ$$

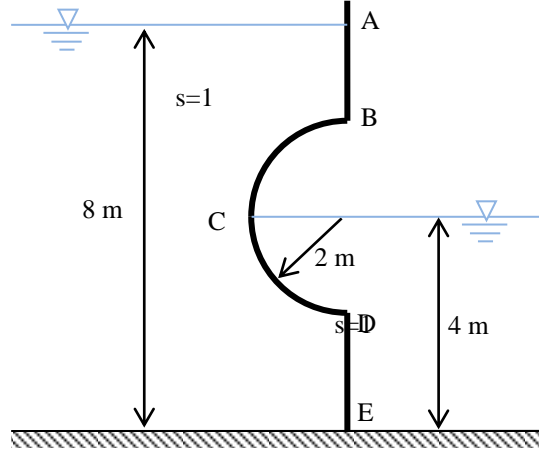


AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.29 (Sığiner & Sümer, 1980)

Şekilde görülen ABCDE kapağına etkiyen yatay ve düşey kuvvetlerin değer ve yönlerini bulunuz. Şekil düzlemine dik derinlik 1m alınacaktır.



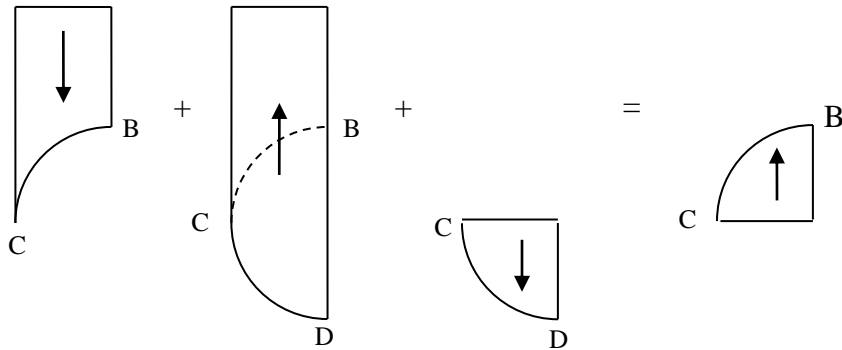
Yatay kuvvet:

$$F_{x_{sol}} = \frac{1}{2} \gamma h_{sol}^2 b = \frac{9810 \cdot 8^2}{2} \cdot 1 = 313920 \text{ N} = 313.9 \text{ kN}$$

$$F_{x_{sağ}} = \frac{1}{2} \gamma h_{sağ}^2 b = \frac{9810 \cdot 4^2}{2} \cdot 1 = 78480 \text{ N} = 78.5 \text{ kN}$$

$$\text{Bileşke kuvvet} = F_{x_{sol}} - F_{x_{sağ}} = 313920 - 78480 = 235440 \text{ N} = 235.4 \text{ kN}$$

Düşey kuvvet:



$$F_y = \gamma \cdot \frac{\pi \cdot r^2}{4} \cdot b = 9810 \cdot \frac{3.14 \cdot 2^2}{4} \cdot 1 = 30803.4 \text{ N} = 30.8 \text{ kN}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.30 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekilde görülen AG kapağının 1m genişliğine gelen kuvvetin yatay ve düşey bileşenlerini bulunuz.

Yatay kuvvet:

$$F_{x_{sol}} = \frac{1}{2} \gamma h_{sol}^2 b = \frac{9810 \cdot 8.5^2}{2} * 1$$

$$F_{x_{sol}} = 354386.3 \text{N} = 354.4 \text{kN}$$

$$F_{x_{sağ}} = \frac{1}{2} \gamma h_{sağ}^2 b = \frac{9810 \cdot 6^2}{2} * 1$$

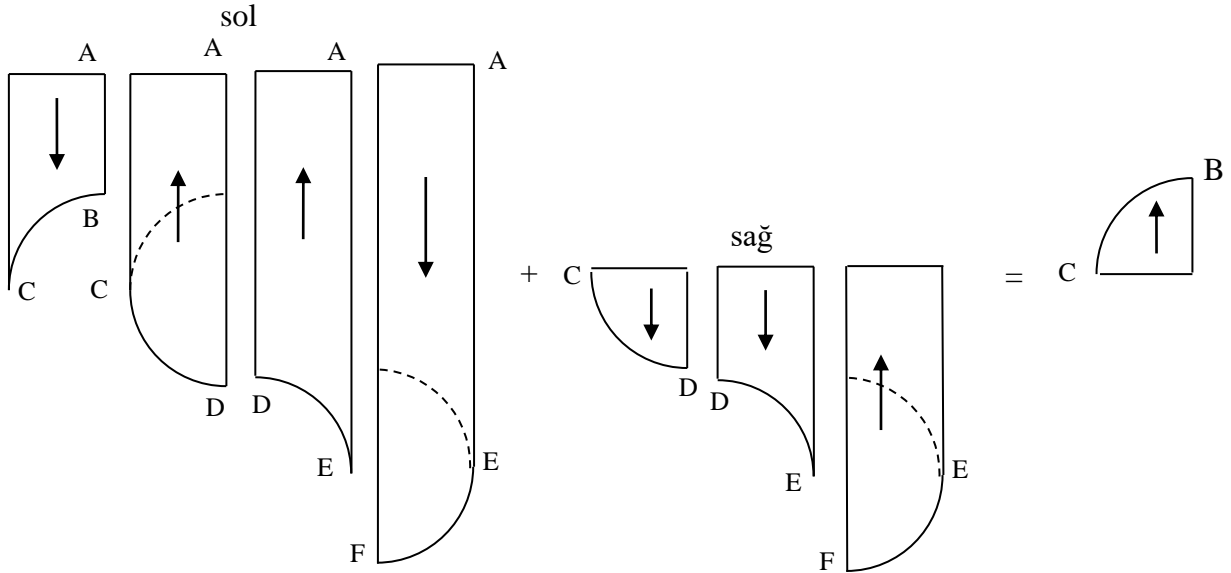
$$F_{x_{sağ}} = 176580 \text{N} = 176.6 \text{kN}$$

Bileşke kuvvet:

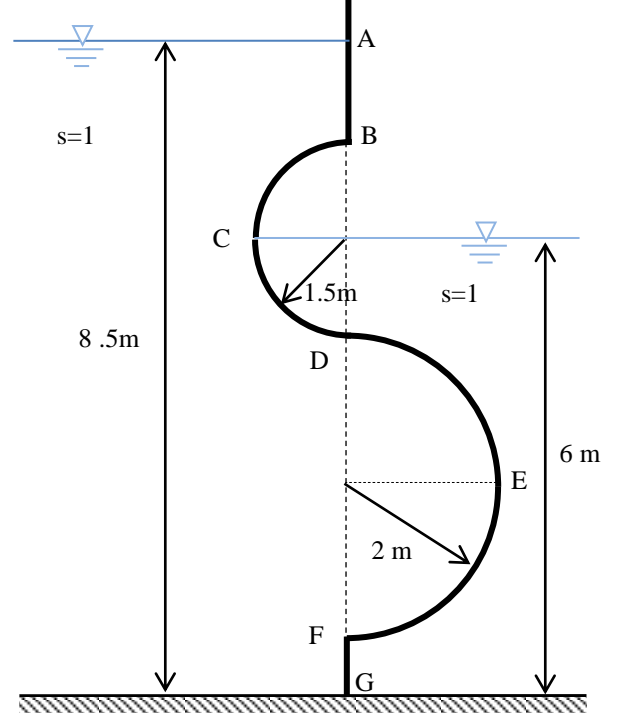
$$F_{x_{sol}} - F_{x_{sağ}} = 354386.3 - 176580$$

$$= 177806.3 \text{N} = 177.8 \text{kN}$$

Düşey kuvvet:



$$F_y = \gamma * \frac{\pi * r^2}{4} * b = 9810 * \frac{3.14 * 1.5^2}{4} * 1 = 17324 \text{N} = 17.3 \text{kN}$$

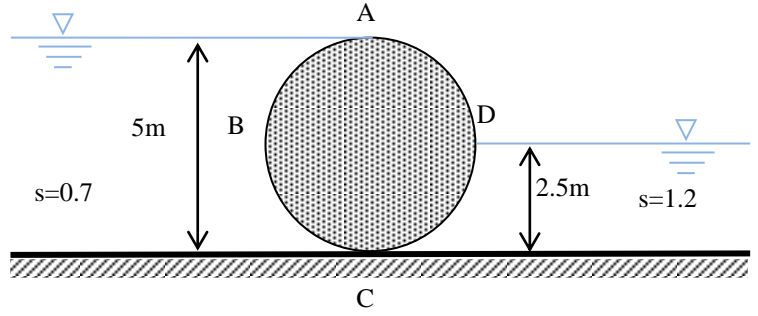


AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.31

Şekil düzlemine dik derinliği 10m olan silindirik kapağa etki eden bileşke kuvveti ve yönünü bulunuz.



Yatay doğrultu için:

Sol taraftan:

$$F_{x\text{sol}} = \gamma h_{xG} A_x = 0.7 * 9810 * 2.5 * (5 * 10) = 858375\text{N} = 858.4\text{kN}$$

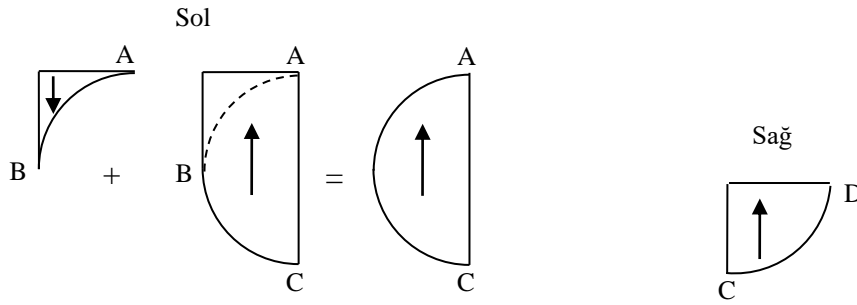
Sağ taraftan:

$$F_{x\text{sağ}} = \gamma h_{xG} A_x = 1.2 * 9810 * (1.25) * (2.5 * 10) = 367875\text{N} = 367.9\text{kN}$$

Bileşke kuvvet:

$$F_{x\text{bileşke}} = F_{x\text{sol}} - F_{x\text{sağ}} \\ = 858375 - 367875 = 490500\text{N} = 490.5\text{kN}$$

Düşey doğrultu için:



$$F_{y\text{sol}} = \gamma \nabla = \gamma * \frac{\pi * r^2}{2} * b = 0.7 * 9810 * \frac{3.14 * 2.5^2}{2} * 10 = 674166\text{N} = 674.2\text{kN}$$

$$F_{y\text{sağ}} = \gamma \nabla = \gamma * \frac{\pi * r^2}{4} * b = 1.2 * 9810 * \frac{3.14 * 2.5^2}{4} * 10 = 577856.7\text{N} = 577.9\text{kN}$$

$$F_{y\text{bileşke}} = F_{y\text{sol}} + F_{y\text{sağ}} = 674.2 + 577.9 = 1252.1\text{kN}$$

Bileşke kuvvet

$$F = \sqrt{490.5^2 + 1252.1^2} = 1344.8\text{kN}$$

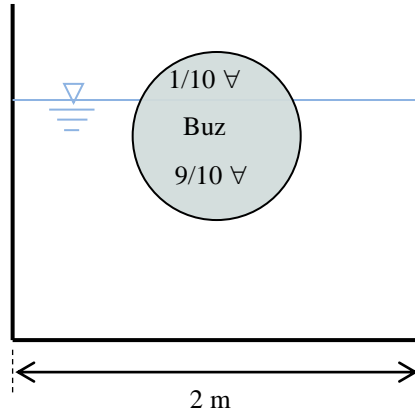
AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.32

Şekilde görülen 2 m çapındaki silindirik bir havuz içinde 1 m³ hacminde buz kütlesi hacminin 9/10' ü su içinde kalacak şekilde yüzmektedir.

- a- $\gamma_{su} = 10000 \text{ N/m}^3$ olduğuna göre buzun özgül ağırlığını bulunuz.
- b- Buzun erimesi halinde kaptaki su seviyesi ne kadar artar.



- a- Suyun kaldırma kuvveti ile buzun ağırlığı birbirini dengeleyeceğinden

$$F_k = W_b$$

$$\gamma_{su} (9\forall/10) = \gamma_{buz} * \forall_{buz}$$

$$\gamma_{buz} = \frac{10000 * (9\forall/10)}{\forall} = 9000 \text{ N/m}^3$$

- b- Buzun ağırlığı $W_b = \gamma_{buz} * \forall_{buz} = 9000 * 1 = 9000 \text{ N}$

Suya dönüştüğünde oluşacak ilave su hacmi $W_b / \gamma_{su} = 9000 / 10000 = 0.9 \text{ m}^3$

Suyu içinde batmış buz hacmi $9\forall/10$ olduğundan

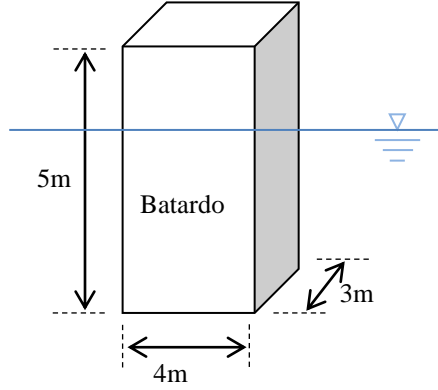
$9 (1)/10 = 0.9 \text{ m}^3$ olduğundan kaptaki su seviyesi değişmez.

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.33

Boyutları 3*4*5m olan batardo (kutu) şekilde görüldüğü gibi suya batırılıyor. Kutunun kütlesi 40 ton olduğuna göre a) kutu suya batırıldığında ne kadar derine iner, b) Su 4m derinliğinde olduğuna göre kutunun tabanda sabit durması için, kutu içerisine konulması gereken taşın ağırlığını ve kütlesini bulunuz.



a)

$F_k = W$ yüzme şartı:

$$9810 \cdot (3 \cdot 4 \cdot h) = mg = 40000 \cdot 9.81$$

$$117720h = 392400$$

$$h = 3.33 \text{ m}$$

b)

Batma şartı : $F_k = W + W_{\text{taş}}$

$$9810 \cdot (4 \cdot 3 \cdot 4) = 40000 \cdot 9.81 + W_{\text{taş}}$$

$$470880 = 392400 + W_{\text{taş}}$$

$$W_{\text{taş}} = 78480 \text{ N}$$

$$m_{\text{taş}} = 78480 / 9.81 = 8000 \text{ kg} = 8 \text{ ton}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.34

Şekilde görülen çapı $D=10\text{ cm}$ ve yüksekliği $h=20\text{ cm}$ ve özgül ağırlığı $\gamma_{\text{cisim}}=6000\text{ N/m}^3$ olan silindirik bir cismi tabana bağlayan ipe gelen F kuvvetini bulunuz? Silindirik cismin alt ve üst yüzeylerine etkiyen basınç kuvvetlerini bulunuz.

$$\gamma_{\text{su}}=10\text{ kN/m}^3, \quad \gamma_{\text{yağ}}=8\text{ kN/m}^3$$

$$\text{Enkesit Alanı: } A = \pi * \frac{0.1^2}{4} = 0.00785\text{ m}^2$$

Cisme yukarı doğru etki eden kaldırma kuvveti:

$$F_K = \gamma_{\text{yağ}} * A * h_{\text{yağ}} + \gamma_{\text{su}} * A * h_{\text{su}}$$

$$F_K = 8000 * 0.00785 * 0.15 + 10000 * 0.00785 * 0.05$$

$$F_K = 9.42 + 3.93 = 13.35\text{ N}$$

Cismin ağırlığı:

$$W = \gamma_{\text{cis}} * V_{\text{cis}} = 6000 * \left(\frac{\pi * 0.1^2}{4} \right) * 0.2 = 9.42\text{ N}$$

$$F_{\text{ip}} = F_K - W_{\text{cis}} = 13.35 - 9.42 = 3.93\text{ N}$$

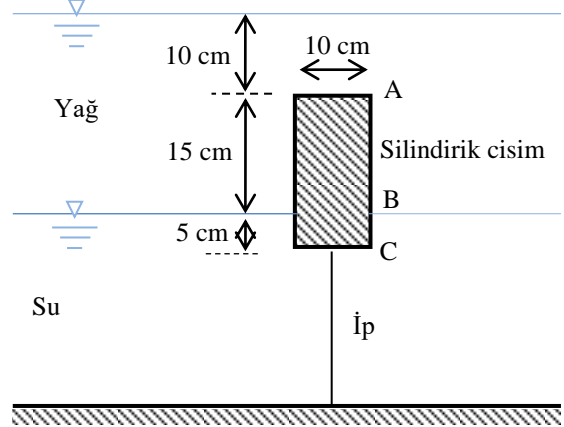
$$P_A = \gamma_{\text{yağ}} * h_{\text{YA}} = 8000 * (0.10) = 8000\text{ N/m}^2$$

$$P_B = \gamma_{\text{yağ}} * h_{\text{YB}} = 8000 * (0.25) = 20000\text{ N/m}^2$$

$$P_C = P_B + \gamma_{\text{su}} * 0.05 = 20000 + 10000 * (0.05) = 25000\text{ N/m}^2$$

$$\downarrow F_{\text{üst}} = P_A * A = 8000 * 0.00785 = 62.8\text{ N}$$

$$\uparrow F_{\text{alt}} = P_C * A = 25000 * 0.00785 = 196\text{ N}$$

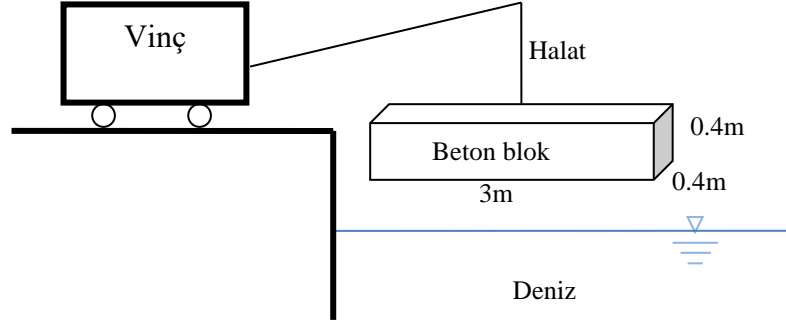


AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.35

Bir vinç su altı inşaatı projesinde kullanılmak üzere yükleri denize ($s_{\text{denizsu}}=1.025$) indirmektedir. $0.4*0.4*3.0\text{m}$ boyutlarında dikdörtgen bir beton bloğun ($s_{\text{beton}}=2.3$) vinç halatında oluşturduğu çekme kuvvetini (a) blok havada asılıyken (b) tamamen suya gömülü iken hesaplayınız.



$$V_{\text{blok}} = 0.4 * 0.4 * 3.0 = 0.48\text{m}^3$$

$$F_{\text{halat hava}} = W_{\text{blok}} = \gamma_{\text{blok}} * V_{\text{blok}}$$

$$F_{\text{halat hava}} = 2.3 * 9810 * 0.48 = 10830\text{N} = 10.83\text{kN}$$

$$F_{\text{kaldırma}} = \gamma_{\text{su}} * V_{\text{blok}}$$

$$F_{\text{kaldırma}} = 1.025 * 9810 * 0.48 = 4826.5\text{N} = 4.83\text{kN}$$

$$F_{\text{halat su}} = W_{\text{blok}} - F_k$$

$$F_{\text{halat su}} = 10.83 - 4.83 = 6\text{kN}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.36 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekilde görülen 2*2 m tabanlı bir tank 1,5 m derinliğinde su ile doludur. Aşağıdaki durumlar için tankın düşey yüzeylerine ve tabanına gelen kuvvetleri bulunuz.

(a) Yatay ivmelenme

$$\tan \theta = -\frac{a_x}{g + a_z} = -\frac{3}{9.81} = -0.306, \quad \theta = 17^\circ$$

$$h_A = 1.5 + 1 \tan \theta = 1.81 \text{ m}$$

$$h_B = 1.5 - 1 \tan \theta = 1.19 \text{ m}$$

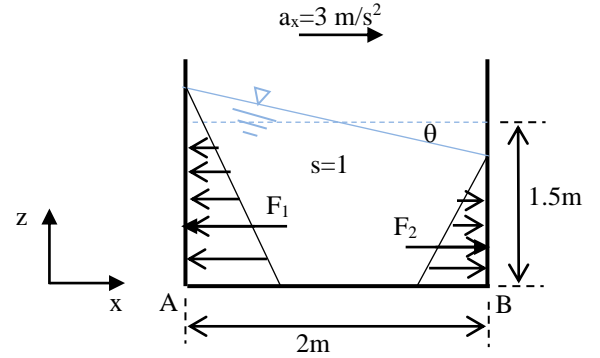
$$p_A = \rho (g + a_z) h_A = 1000(9.81 + 0)1.81 = 17756 \text{ Pa}$$

$$p_B = \rho (g + a_z) h_B = 1000(9.81 + 0)1.19 = 11674 \text{ Pa}$$

$$F_1 = \frac{17756 * 1.81 * 2}{2} = 32138 \text{ N},$$

$$F_2 = \frac{11674 * 1.19 * 2}{2} = 13892 \text{ N}$$

$$F_3 = \frac{(17756 + 11674) * 2}{2} = 58860 \text{ N}$$

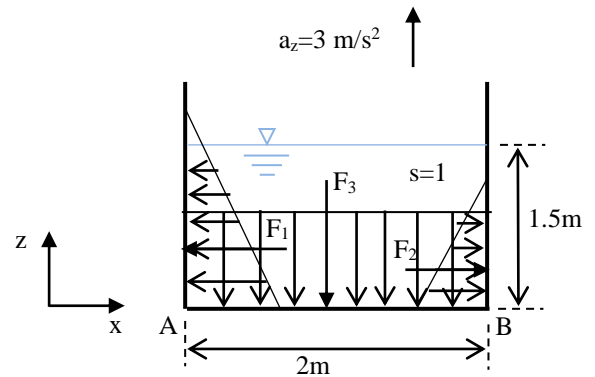


(b) Düşey yukarı ivmelenme

$$p_A = p_B = 1000(9.81 + 3)1.5 = 19215 \text{ Pa}$$

$$F_1 = F_2 = \frac{19215 * 1.5 * 2}{2} = 28823 \text{ N}$$

$$F_3 = 19215 * 4 = 76860 \text{ N}$$



AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

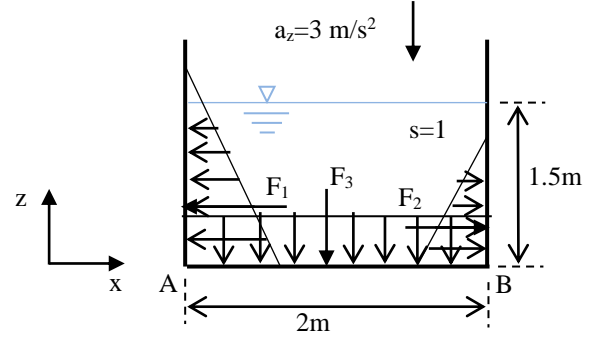
Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

(c) Düşey aşağı ivmelenme

$$p_A = p_B = 1000(9.81 - 3)1.5 = 10215 \text{ Pa}$$

$$F_1 = F_2 = \frac{10215 \cdot 1.5}{2} \cdot 2 = 15323 \text{ N}$$

$$F_3 = 10215 \cdot 4 = 40860 \text{ N}$$



(d) Eğik ivmelenme

$$\tan \theta = -\frac{a_x}{g + a_z} = -\frac{2.6}{9.81 + 1.5} = -0.23, \quad \theta = 13^\circ$$

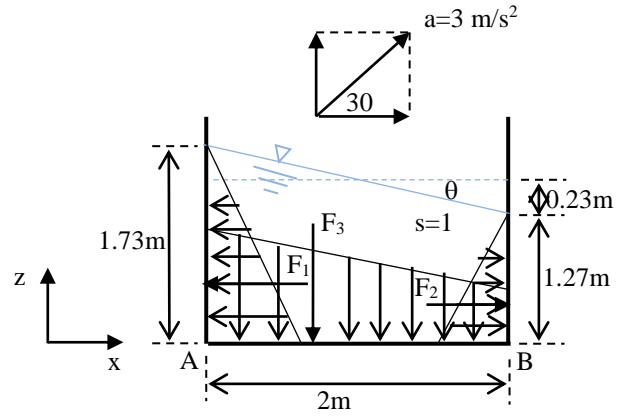
$$p_A = 1000(9.81 + 1.5)1.73 = 19566 \text{ Pa}$$

$$p_B = 1000(9.81 + 1.5)1.27 = 14364 \text{ Pa}$$

$$F_1 = \frac{19566 \cdot 1.73}{2} \cdot 2 = 33849 \text{ N}$$

$$F_2 = \frac{14364 \cdot 1.27}{2} \cdot 2 = 18242 \text{ N}$$

$$F_3 = \frac{19566 + 14364}{2} \cdot 2 \cdot 2 = 67860 \text{ N}$$



AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.37 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekilde görülen boyutları 4*2*2 m ve A noktasında atmosfere açık tank $s=0.9$ olan bir yağ ile doludur. (a) B, C ve D noktalarındaki basınçları, ve (b) tankın AD, BC, AB ve CD yüzeylerine gelen kuvvetleri hesaplayınız.

$$\tan\theta = -\frac{a_x}{g + a_z} = -\frac{2}{9.81 + 1.5} = -0.177, \quad \theta = 17^\circ$$

$$h_B = 4 \tan \theta = 0.71 \text{ m}$$

$$h_C = 2 + 0.71 = 2.71 \text{ m}$$

(a)

$$p_B = \rho (g + a_z) h_B = 900(9.81 + 1.5) 0.71 = 7227 \text{ Pa}$$

$$p_C = \rho (g + a_z) h_C = 900(9.81 + 1.5) 2.71 = 27585 \text{ Pa}$$

$$p_D = \rho (g + a_z) h_D = 900(9.81 + 1.5) 2.00 = 20358 \text{ Pa}$$

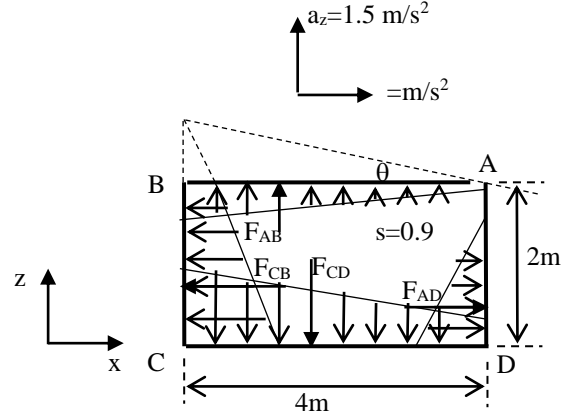
(b)

$$F_{AD} = \frac{20358}{2} 2 * 2 = 40716 \text{ N},$$

$$F_{BC} = \frac{7227 + 27585}{2} 2 * 2 = 69624 \text{ N},$$

$$F_{AB} = \frac{7227}{2} 4 * 2 = 28908 \text{ N},$$

$$F_{CD} = \frac{27585 + 20358}{2} 4 * 2 = 191772 \text{ N}$$

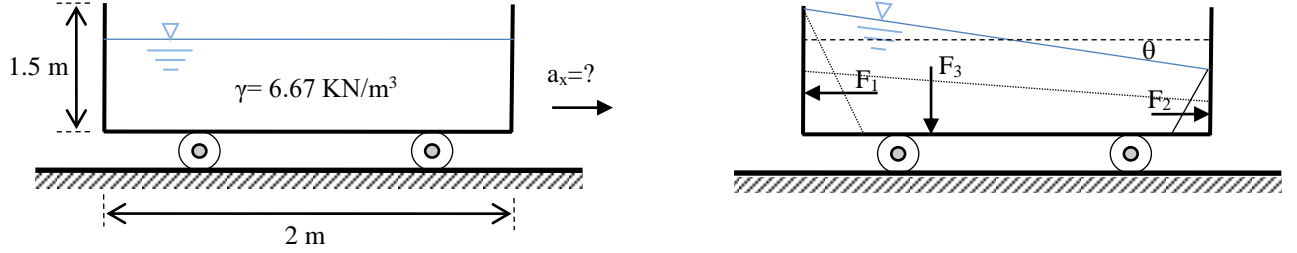


AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.38

1*2 m boyutlarında 1.5 m yüksekliğindeki bir açık tank 1m derinliğinde benzin ile doludur. a) Depodan benzinin dökülmeden hareket edebileceği maksimum araç ivmesini bulunuz. b) Bu durumda aracın duvarlarına gelen kuvvetleri hesaplayınız.



a)

$$\tan \theta = \frac{0.5}{1} = 0.5 \rightarrow \theta = 26.6^\circ$$

$$\tan \theta = \frac{a_x}{g + a_z} = 0.5$$

$$a_x = 0.5 * 9.81 = 4.91 \text{ m/s}^2$$

b)

$$F_1 = \frac{\gamma h_1^2}{2} b = \frac{6670 * 1.5^2}{2} * 1 = 7503.8 \text{ N} = 7.5 \text{ kN}$$

$$F_2 = \frac{\gamma h_2^2}{2} b = \frac{6670 * 0.5^2}{2} * 1 = 833.8 \text{ N} = 0.8 \text{ kN}$$

$$F_3 = \frac{6670 * 1.5 + 6670 * 0.5}{2} * 2 * 1 = 13340 \text{ N} = 13.3 \text{ kN}$$

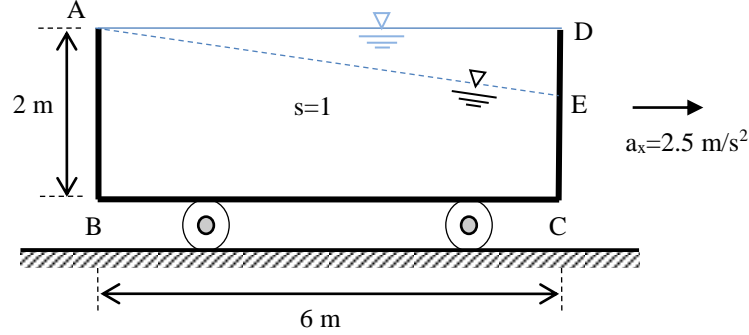
AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.39

Uzunluğu 6m, genişliği 4 m ve yüksekliği 2m olan tamamen dolu prizmatik bir su deposu $a=2.5 \text{ m/s}^2$ lik bir ivme ile yatay doğrultuda çekiliyor.

- a) Depodan dışarı boşalacak olan suyun hacmini bulunuz,
b) AB, DC, BC, yüzeylerine gelen kuvvetleri bulunuz.



Su yüzünün eğimi:

$$\operatorname{tg}\theta = -\frac{a_x}{g + a_z} = -\frac{2.5}{9.81} = 0.255 \Rightarrow \theta = 14.3^\circ$$

$$\overline{DE} = L \cdot \tan \theta = 6 \cdot 0.255 = 1.53 \text{ m}$$

- a) Dökülen su hacmi:

$$\nabla = \frac{1}{2} \cdot \overline{AD} \cdot \overline{DE} \cdot b = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 1.53 \cdot 4 = 18.36 \text{ m}^3$$

- b)

$$P_B = \rho \cdot (g + a_z) \cdot h_{AB} = 1000 \cdot (9.81 + 0) \cdot 2 = 19620 \text{ Pa}$$

$$F_1 = \frac{19620 \cdot 2 \cdot 4}{2} = 78480 \text{ N}$$

$$P_C = \rho \cdot (g + a_z) \cdot h_{EC} = 1000 \cdot (9.81 + 0) \cdot 0.47 = 4610.7 \text{ Pa}$$

$$F_2 = \frac{4610 \cdot 7 \cdot 0.47 \cdot 4}{2} = 4334.1 \text{ N}$$

$$F_3 = \frac{19620 + 4610.7}{2} \cdot 6 \cdot 4 = 290768.4 \text{ N}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.40 (İlgaz ve ark., 2013)

Şekildeki depo özgül kütlesi $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$ olan sıvı ile doludur. A noktasında atmosfere açık bir delik vardır.

- a) Depo $a = g/2$ sabit ivme ile yatay doğrultuda hareket ettirildiğinde A,B,C ve D noktalarında basınçları hesaplayınız.
- b) B deki rölatif basıncın sıfır olması için yatay a_x ivmesi ne olmalıdır.

- a) Sıvı yüzeyini yatayla yapacağı açı θ ise:

$$\tan \theta = \frac{a_x}{g} = \frac{g/2}{g} = 0.5 \rightarrow \theta = 26.6^\circ$$

$$DD' = 0.2 * \tan(26.6) = 0.1 \text{ m}$$

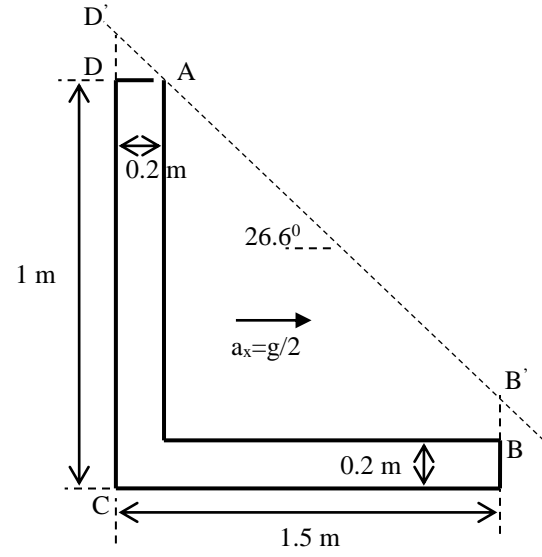
$$BB' = 0.8 - 1.3 * \tan(26.6) = 0.15 \text{ m}$$

$$P_A = 0$$

$$P_B = 0.15 * 9.81 * 800 = 1177.2 \text{ Pa}$$

$$P_C = 9.81 * 800 * (1 + 0.1) = 8632.8 \text{ Pa}$$

$$P_D = 9.81 * 800 * (0.1) = 784.8 \text{ Pa}$$



- b) B deki basıncın sıfır olması için fiktif yüzey \overline{AB} çizgisi olmalı

$$\tan \theta' = \frac{a_x}{g} = \frac{0.8}{1.3} \Rightarrow a_x = \frac{9.81 * 0.8}{1.3} = 6.04 \text{ m/s}^2$$

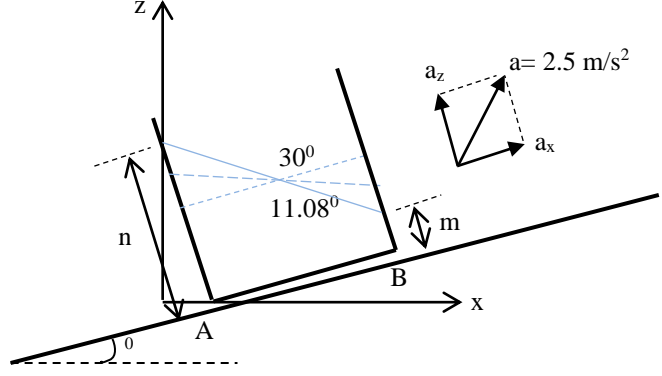
AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.41 (Kırkgöz ve ark., 1994)

0.6*0.6*0.6m boyutlarındaki bir kutu özgül kütlesi $\rho=900 \text{ kg/m}^3$ olan bir yağ ile yarısına kadar doludur. Bu kutu yatayla 30° lik açı yapan bir eğik düzlem üzerinde yukarı doğru 2.5 m/s^2 lik bir ivme ile hızlanıyor:

- Yüzeyin eğimini,
- A ve B noktadaki basınçları,
- Ön ve arka duvarlar ile tabana gelen kuvvetleri bulunuz.



$$a_x = 2.5 \cdot \cos(30) = 2.165 \text{ m/s}^2$$

$$a_z = 2.5 \cdot \sin(30) = 1.25 \text{ m/s}^2$$

$$\text{a) } \tan \theta = -\frac{a_x}{g + a_z} = -\frac{2.165}{9.81 + 1.25} = -0.196 \Rightarrow \theta = 11.08^\circ$$

$$n = 0.3 + 0.3 \cdot \tan(30 + 11.08) = 0.562 \text{ m}$$

$$m = 0.3 - 0.3 \cdot \tan(30 + 11.08) = 0.038 \text{ m}$$

Yüzeyin denklemi:

$$z = n \cdot \cos(30) - 0.196x = 0.49 - 0.196x$$

A daki basınç:

$$x_A = n \cdot \sin 30 = 0.281$$

$$h_A = 0.49 - 0.196 \cdot 0.281 = 0.43 \text{ m}$$

$$p_A = \rho \cdot (g + a_z) = 900 \cdot (9.81 + 1.25) \cdot 0.43 = 4280 \text{ Pa}$$

B daki basınç:

$$x_B = n \cdot \sin 30 + 0.6 \cdot \cos 30 = 0.801$$

$$h_B = 0.49 - 0.196 \cdot 0.801 = 0.03 \text{ m}$$

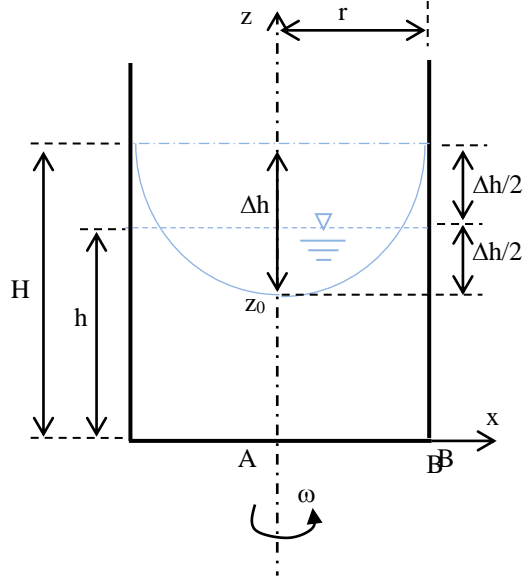
$$p_B = \rho \cdot (g + a_z) = 900 \cdot (9.81 + 1.25) \cdot 0.03 = 299 \text{ Pa}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.42 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekildeki silindirik kabın ω açısal hızı ile dönmesi durumunda içindeki h yükseklikli sıvının yüzey konumunu belirleyiniz.



Sıvının hacmi paraboloidin altındaki hacme eşittir, yani:

$$\pi r^2 h = \pi r^2 H - \frac{1}{2} \pi r^2 \Delta h$$

$$H - h = \frac{1}{2} \Delta h$$

$$\Delta h = \frac{\omega^2 r^2}{2g}$$

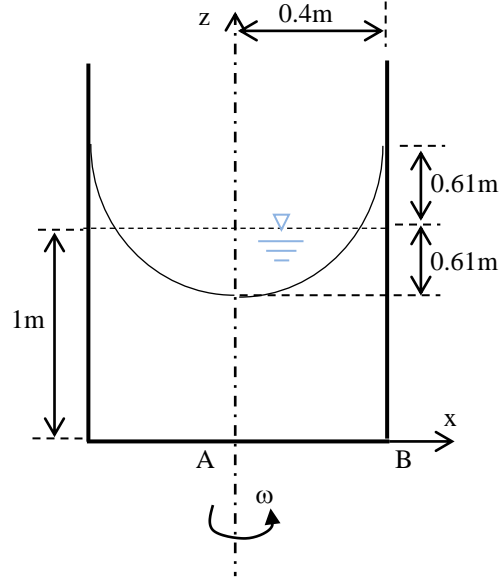
$$H - h = \frac{1}{2} \frac{\omega^2 r^2}{2g}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.43 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Çapı 0.8m olan silindirik bir kaptaki su derinliği 1m dir. Kap dakikada 60 devirle döndüğünde yüzey profiline denklemi, A ve B noktalarındaki basınçları bulunuz.



(a)

$$\omega = \frac{60}{60} 2\pi = 6.28 \text{ rad/s}$$

$$\Delta h = \frac{\omega^2 r^2}{2g} = \frac{6.28^2 * 0.4^2}{2 * 9.81} = 0.32 \text{ m}$$

$$z_0 = 1 - \frac{\Delta h}{2} = 0.84 \text{ m}$$

$$z = z_0 + \frac{\omega^2}{2g} x^2 = 0.84 + 2.01x^2$$

(b)

$$p_A = \gamma h_A = 9810 * 0.84 = 8240 \text{ Pa}$$

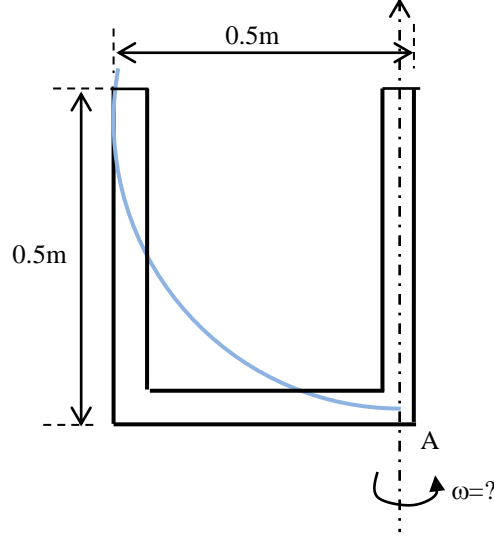
$$p_B = \gamma h_B = 9810 * 1.16 = 11380 \text{ Pa}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.44 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Aşağıda görülen U şeklindeki tüp bir kolundan geçen düşey eksen etrafında hangi açısal hızla dövdürülmelidir ki A noktasındaki basınç sıfır olsun.



$$\Delta h = \frac{\omega^2 r^2}{2g}$$

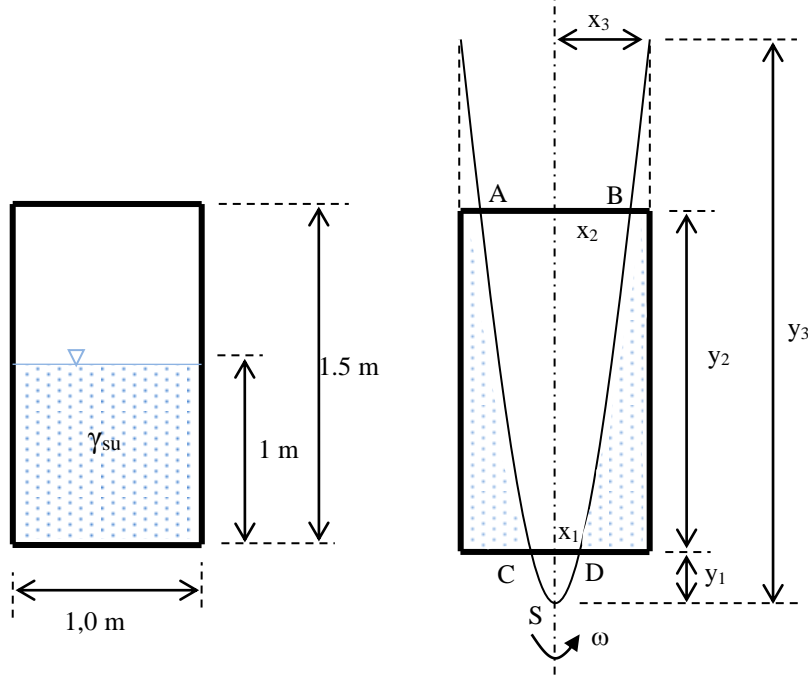
$$0.5 = \frac{\omega^2 0.5^2}{19.62} \Rightarrow \omega = 6.26 \text{ rad/s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.45 (Giles ve ark.1994)

Yüksekliği 1.5 m ve çapı 1 m olan silindirik bir tankın 1 m si su ile doludur. Tank $\omega=20$ rad/sn lik açısal hızla eksenini etrafında dönmektedir. Tankın tabanındaki açık alan ne kadardır.



$$y_3 = \frac{20^2}{2 \cdot 9.81} \cdot 0.5^2 = 5.1 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{20^2}{2 \cdot 9.81} \cdot x_1^2 \quad (1)$$

$$y_2 = 1.5 + y_1 = \frac{20^2}{2 \cdot 9.81} \cdot x_2^2 \quad (2)$$

Hava hacmi = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 1^2 \cdot 0.5 = SAB$ paraboloid^H - SCD paraboloid^D

$$0.393 \text{ m}^3 = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot x_2^2 \cdot y_2 - \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot x_1^2 \cdot y_1$$

$$0.393 \text{ m}^3 = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{(1.5 + y_1)}{20.39} \cdot (1.5 + y_1) - \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \frac{y_1^2}{20.39}$$

$$0.25 = \frac{2.25}{20.39} + \frac{1.5 \cdot y_1}{20.39} + \frac{1.5 \cdot y_1}{20.39} + \frac{y_1^2}{20.39} - \frac{y_1^2}{20.39}$$

$$5.0975 = 2.25 + 2.25 \cdot y_1 \quad \rightarrow \quad y_1 = 1.27$$

$$(1) \text{ den } 1.27 = 20.39 \cdot x_1^2 \quad \rightarrow \quad x_1 = 0.25 \text{ m}$$

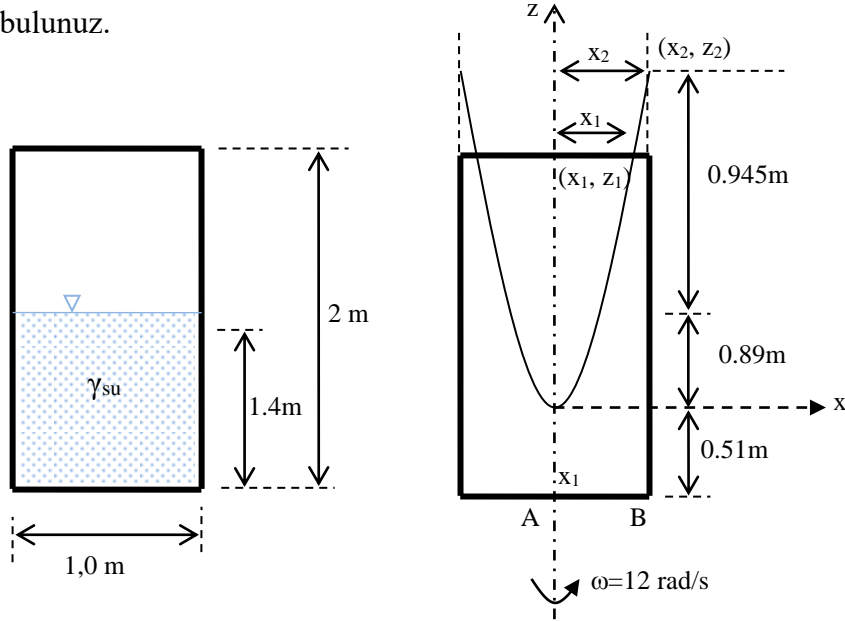
$$\text{Kuru alan} = \pi \cdot 0.25^2 = 0.196 \text{ m}^2$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 2.46 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekildeki kapalı silindirik tank içindeki su üzerinde 1.2 bar lık basınç hava vardır. Tank eksenini etrafında 12 rad/s lik bir açısal hızla döndüğünde tankın tabanındaki en küçük ve en büyük basıncı bulunuz.



$$\text{Parabol yüksekliği; } \Delta h = \frac{\omega^2 * r^2}{2 * g} = \frac{144 * 0.5^2}{19.62} = 1.835$$

Parabol tabanı tankın dışına taşıyor. Tepe noktasının yeri:

Kurulacak denklemler:

1. Süreklilik denklemi: Hava hacmi=parabol hacmi

$$\pi * 0.5^2 * 6 = \frac{1}{2} * \pi * x_1^2 * z_1 \Rightarrow x_1^2 * z_1 = 0.3 \quad (1)$$

2. Parabol denklemi:

$$y_1 = \frac{\omega^2 * x_1^2}{2 * g} = \frac{144 * x_1^2}{19.62} \Rightarrow z_1 = 7.34 * x_1^2 \quad (2)$$

$$x_1^2 * 7.34 x_1^2 = 0.3 \quad 7.34 x_1^4 = 0.3$$

$$x_1 = 0.45 \text{ m}, \quad z_1 = 1.49 \text{ m} \quad h_A = 2 - 1.49 = 0.51 \text{ m}$$

$$P_A = P_o + \gamma * h = 1.2 * 10^5 + 9810 * 0.51 = 125 \text{ 003 Pa} = 125 \text{ kPa}$$

$$h_B = 1.835 + 0.51 = 2.345 \text{ m}$$

$$P_B = 1.2 * 10^5 + 9810 * 2.345 = 143 \text{ 004 Pa} = 143 \text{ kPa}$$

Bölüm 3

Kinematik

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 3.1 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Bir akım alanında hız vektörü $\vec{V} = 2x\vec{i} - 2y\vec{j}$ şeklinde veriliyor. (a) akımın boyutunu ve doğrultusunu, (b) sınıflandırma türünü, (c) bir (x,y) noktasındaki hızın büyüklüğünü, (d) akım yörüngelerinin denklemini, (e) akım çizgilerinin denklemini, (f) Akım alanında (3,4) m noktasındaki akım hızını ve ivmesini bulunuz.

(a) Akım iki boyutlu ve iki doğrultuludur.

(b) Akım düzenli üniform-olmayan bir akımdır.

$$(c) |\vec{V}| = \sqrt{u^2 + v^2} = \sqrt{4x^2 + 4y^2} = 2\sqrt{x^2 + y^2}$$

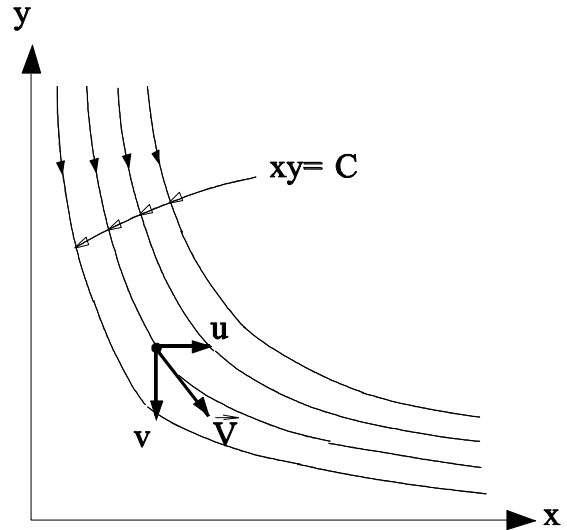
$$(d) \frac{dx}{dt} = u = 2x, \quad \frac{dy}{dt} = v = -2y$$

$$\frac{dx}{2x} = -\frac{dy}{2y}$$

İntegre edilirse: $x y = C$

$$(e) \frac{dx}{u} = \frac{dy}{v} \Rightarrow \frac{dx}{2x} = -\frac{dy}{2y}$$

İntegre edilirse, $x y = C$



Buradan düzenli bir akımda yörüngelerin ve akım çizgilerinin denklemlerinin aynı olduğu görülmektedir.

(f) Bu akımda hız alanı $\vec{V} = 2x\vec{i} - 2y\vec{j}$ iken,

$$|\vec{V}| = \sqrt{4x^2 + 4y^2} = 2\sqrt{9+16} = 10 \text{ m/s}$$

$$\vec{a} = u \frac{\partial \vec{V}}{\partial x} + v \frac{\partial \vec{V}}{\partial y} = 2x(2\vec{i}) - 2y(-2\vec{j}) = 4x\vec{i} + 4y\vec{j}$$

$$|\vec{a}| = \sqrt{16x^2 + 16y^2} = 4\sqrt{9+16} = 20 \text{ m/s}^2$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 3.2 (Yüksel, 2008)

Bir akışkan akımına ait hız alanı $\vec{V} = (3x + 2y)\vec{i} + (2z + 3x^2)\vec{j} + (2t - 3z)\vec{k}$ ile verilmektedir.

- u,v,w hız bileşenlerini yazınız,
- (1,1,1), t=2sn anında bileşke hızı belirleyiniz,
- (1,1,1), t=2sn anında bileşke ivmeyi belirleyiniz.

a) $u = (3x + 2y)$

$$v = (2z + 3x^2)$$

$$w = (2t - 3z)$$

- b) x=1, y=1, z=1, t=2sn alınır

$$u=(3+2)=5$$

$$v=(2+3)=5$$

$$w=(4-3)=1$$

$$V = \sqrt{25 + 25 + 1} = 7.14 \text{ m/s}$$

c) $\vec{a} = u \frac{\partial \vec{V}}{\partial x} + v \frac{\partial \vec{V}}{\partial y} + w \frac{\partial \vec{V}}{\partial z} + \frac{\partial \vec{V}}{\partial t}$

$$\vec{a} = 5 * (3\vec{i} + 6x\vec{j}) + 5 * (2\vec{i}) + (1) * (2\vec{j} - 3\vec{k}) + 2\vec{k}$$

$$\vec{a} = 15\vec{i} + 30x\vec{j} + 10\vec{i} + 2\vec{j} - 3\vec{k} + 2\vec{k}$$

$$\vec{a} = 25\vec{i} + (30x + 2)\vec{j} + 1\vec{k}$$

$$\vec{a}_x = 25\vec{i}$$

$$\vec{a}_y = (30x - 2)\vec{j} = (30 + 2)\vec{j} = 32\vec{j}$$

$$\vec{a}_z = 1\vec{k}$$

$$a = \sqrt{25^2 + 32^2 + 1^2} = 40.62 \text{ m/s}^2$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 3.3

$\vec{V} = (2x^2 - x y + z^2)\vec{i} + (x^2 - 4x y + y^2)\vec{j} + (y^2 - 2x y - y z)\vec{k}$ ile verilen hız vektörünün sıkışmayan bir akımı temsil ettiğini gösteriniz.

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$u = (2x^2 - x y + z^2)\vec{i}$$

$$v = (x^2 - 4x y + y^2)\vec{j}$$

$$w = (y^2 - 2x y - y z)\vec{k}$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} = 4x - y$$

$$\frac{\partial v}{\partial y} = -4x + 2y$$

$$\frac{\partial w}{\partial z} = -y$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$4x - y - 4x + 2y - y = 0$$

Sıkışmayan akım.

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 3.4 (Kırkgöz ve ark., 1994)

İki boyutlu sıkışmayan bir akımda hız alanı:

$$\vec{V} = \left(\frac{y^3}{3} + 2x - x^2 y \right) \vec{i} + \left(x y^2 - 2y - \frac{x^3}{3} \right) \vec{j}$$

Şeklinde veriliyor. a) süreklilik denklemini sağladığını gösteriniz (sıkışmayan akım), b) akımın çevrintisiz olup olmadığını gösteriniz.

$$u = \left(\frac{y^3}{3} + 2x - x^2 y \right) \vec{i}$$

$$v = \left(x y^2 - 2y - \frac{x^3}{3} \right) \vec{j}$$

a) Süreklilik şartı: $\vec{\nabla} \cdot \vec{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$

$$\frac{\partial u}{\partial x} = 2 - 2xy$$

$$\frac{\partial v}{\partial y} = 2xy - 2$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 2 - 2xy + 2xy - 2 = 0 \text{ sıkışmayan akım.}$$

b) Çevrintisizlik şartı:

$$\vec{\nabla} \times \vec{V} = \left(\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z} \right) \vec{i} + \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} \right) \vec{j} + \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) \vec{k} = 0$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{V} = 0 \vec{i} + 0 \vec{j} + [y^2 - x^2 - (y^2 - x^2)] \vec{k} = 0$$

Sağlanıyor akım çevrintisiz.

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 3.5

İki boyutlu sıkışmayan bir akımda hız alanı;

$$\vec{V} = (3x - x^2y) \vec{i} + (y^2x - 3y) \vec{j}$$

Şeklinde veriliyor. a) (1,2) noktasında hız ve ivmeyi hesaplayın, b) süreklilik denklemini sağladığını gösteriniz (sıkışmayan akım), c) akımın çevrintisiz olup olmadığını gösteriniz.

$$u = (3x - x^2y) \vec{i}, \quad v = (y^2x - 3y) \vec{j}$$

$$a) \quad u = (3 \cdot 1 - 1^2 \cdot 2) = 3 - 2 = 1, \quad v = (2^2 \cdot 1 - 3 \cdot 2) = 4 - 6 = -2$$

$$|\vec{V}| = \sqrt{u^2 + v^2} = \sqrt{1^2 + (-2)^2} = \sqrt{5} = 2.24 \text{ m/s}$$

$$\vec{a} = u \frac{\partial \vec{V}}{\partial x} + v \frac{\partial \vec{V}}{\partial y} + w \frac{\partial \vec{V}}{\partial z} + \frac{\partial \vec{V}}{\partial t}$$

$$\vec{a} = 1 \cdot [(3 - 2xy) \vec{i} + y^2 \vec{j}] + (-2) \cdot [-x^2 \vec{i} + (2yx - 3) \vec{j}]$$

$$\vec{a} = 3 \vec{i} - 2xy \vec{i} + y^2 \vec{j} + 2x^2 \vec{i} - 4yx \vec{j} + 6 \vec{j}$$

$$\vec{a} = (3 - 2xy + 2x^2) \vec{i} + (y^2 - 4yx + 6) \vec{j}$$

$$\vec{a}_x = (3 - 2xy + 2x^2) \vec{i} = 3 - 2 \cdot 1 \cdot 2 + 2 \cdot 1^2 = 3 - 4 + 2 = 1$$

$$\vec{a}_y = (y^2 - 4yx + 6) \vec{j} = 2^2 - 4 \cdot 2 \cdot 1 + 6 = 4 - 8 + 6 = 2$$

$$a = \sqrt{1^2 + 2^2} = \sqrt{5} = 2.24 \text{ m/s}^2$$

$$b) \quad \frac{\partial u}{\partial x} = 3 - 2xy, \quad \frac{\partial v}{\partial y} = 2xy - 3, \quad \vec{\nabla} \cdot \vec{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 3 - 2xy + 2xy - 3 = 0, \quad \text{süreklilik}$$

şartı sağlanıyor, sıkışmayan akım

$$c) \quad \text{Çevrintisizlik şartı: } \vec{\nabla} \times \vec{V} = \left(\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z} \right) \vec{i} + \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} \right) \vec{j} + \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) \vec{k} = 0$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{V} = (0) \vec{i} + (0) \vec{j} + (y^2 - x^2) \vec{k} \neq 0, \quad \text{Sağlanmıyor akım çevrintisizdir.}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 3.6

Bir akımda hız alanı; $\vec{V} = (6 + 2xy + t^2) \vec{i} - (xy^2 + 10t) \vec{j} + 25\vec{k}$

Şeklinde veriliyor. a) (3,0,2) noktasında ve t=1 anında hız ve ivmeyi hesaplayın, b) süreklilik denklemini sağladığını gösteriniz (sıkışmayan akım), c) akımın çevrintisiz olup olmadığını gösteriniz.

$$u = (6 + 2xy + t^2) \vec{i}, \quad v = -(xy^2 + 10t) \vec{j}, \quad w = 25\vec{k}$$

a) $u = 6 + 2 \cdot 3 \cdot 0 + 1^2 = 7$ $v = -3 \cdot 0 - 10 \cdot 1 = -10$, $w = 25$

$$|\vec{V}| = \sqrt{u^2 + v^2 + w^2} = \sqrt{7^2 + (-10)^2 + 25^2} = \sqrt{41} = 27.8 \text{ m/s}$$

$$\vec{a} = u \frac{\partial \vec{V}}{\partial x} + v \frac{\partial \vec{V}}{\partial y} + w \frac{\partial \vec{V}}{\partial z} + \frac{\partial \vec{V}}{\partial t}$$

$$\vec{a} = 7 * [(2y)\vec{i} - y^2\vec{j}] - 10 * [2x\vec{i} - 2xy\vec{j}] + 2t\vec{i} - 10\vec{j}$$

$$\vec{a} = 14y\vec{i} - 7y^2\vec{j} - 20x\vec{i} + 20xy\vec{j} + 2t\vec{i} - 10\vec{j}$$

$$\vec{a} = (14y - 20x + 2t)\vec{i} - (7y^2 - 20xy + 10)\vec{j}$$

$$\vec{a}_x = (14y - 20x + 2t)\vec{i} = 14 \cdot 0 - 20 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = -58$$

$$\vec{a}_y = -(7y^2 - 20xy + 10)\vec{j} = -7 \cdot 0 + 20 \cdot 3 \cdot 0 - 10 = -10$$

$$a = \sqrt{58^2 + 10^2} = \sqrt{3464} = 58.9 \text{ m/s}^2$$

a) $\frac{\partial u}{\partial x} = 2y$, $\frac{\partial v}{\partial y} = -2xy$ $\frac{\partial w}{\partial z} = 0$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 2y + (-2xy) + 0 \neq 0, \text{ süreklilik şartı sağlanmıyor, sıkışan akım}$$

b) Çevrintisizlik şartı; $\vec{\nabla} \times \vec{V} = \left(\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z} \right) \vec{i} + \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} \right) \vec{j} + \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) \vec{k} = 0$

$$\vec{\nabla} \times \vec{V} = (0 - 0)\vec{i} + (0 - 0)\vec{j} + (-y^2 - 2x)\vec{k} \neq 0, \text{ Sağlanmıyor akım çevrintili.}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 3.7

Bir akımda hız alanı; $\vec{V} = (3z - x^2) \vec{i} + (yt^2) \vec{j} + (xz^2) \vec{k}$ şeklinde veriliyor. a) (1,1,1) noktasında ve t=2 anında hız ve ivmeyi hesaplayın, b) süreklilik denklemini sağladığını gösteriniz (sıkışmayan akım), c) akımın çevrintisiz olup olmadığını gösteriniz.

$$u = (3z - x^2) \vec{i}, \quad v = (yt^2) \vec{j}, \quad w = xz^2 \vec{k}$$

$$c) \quad u = 3 * 1 - 1^2 = 2 \quad v = 1 * 2^2 = 4, \quad w = 1 * 1^2 = 1$$

$$|\vec{V}| = \sqrt{u^2 + v^2 + w^2} = \sqrt{2^2 + 4^2 + 1^2} = \sqrt{21} = 4.6 \text{ m/s}$$

$$\vec{a} = u \frac{\partial \vec{V}}{\partial x} + v \frac{\partial \vec{V}}{\partial y} + w \frac{\partial \vec{V}}{\partial z} + \frac{\partial \vec{V}}{\partial t}$$

$$\vec{a} = 2 * [(-2x) \vec{i} + z^2 \vec{k}] + 4 * [t^2 \vec{j}] + 1 * (3 \vec{i} + 2xz \vec{k}) + 2yt \vec{j}$$

$$\vec{a} = -4x \vec{i} + 2z^2 \vec{k} + 4t^2 \vec{j} + 3 \vec{i} + 2xz \vec{k} + 2yt \vec{j}$$

$$\vec{a} = (-4x + 3) \vec{i} + (4t^2 + 2yt) \vec{j} + (2z^2 + 2xz) \vec{k}$$

$$\vec{a}_x = (-4x + 3) \vec{i} = -4 * 1 + 3 = -1$$

$$\vec{a}_y = (4t^2 + 2yt) \vec{j} = 4 * 2^2 + 2 * 1 * 2 = 16 + 4 = 20$$

$$\vec{a}_z = (2z^2 + 2xz) \vec{k} = 2 * 1^2 + 2 * 1 * 1 = 4$$

$$a = \sqrt{(-1)^2 + 20^2 + 4^2} = \sqrt{417} = 20.4 \text{ m/s}^2$$

$$d) \quad \frac{\partial u}{\partial x} = -2x, \quad \frac{\partial v}{\partial y} = t^2, \quad \frac{\partial w}{\partial z} = 2xz$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{V} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = -2x + t^2 + 2xz \neq 0, \text{ süreklilik şartı sağlanmıyor, sıkışan akım}$$

$$e) \quad \text{Çevrintisizlik şartı; } \vec{\nabla} \times \vec{V} = \left(\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z} \right) \vec{i} + \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} \right) \vec{j} + \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) \vec{k} = 0$$

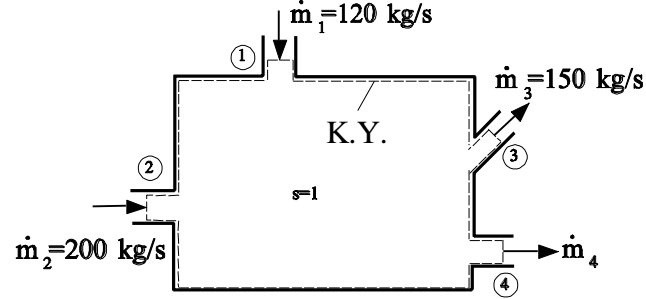
$$\vec{\nabla} \times \vec{V} = (0 - 0) \vec{i} + (3 - z^2) \vec{j} + (0 - 0) \vec{k} \neq 0, \text{ Sağlanmıyor akım çevrintili.}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 3.8 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekildeki kapalı tanka 1,2 ve 3 noktalarından giren ve çıkan kütle debileri verilmiştir. Tanka 4 noktasında bağlanan borudaki akımın kütle ve hacim debilerini bulunuz. $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$.



Akım düzenli, sıkışmayan olduğundan:

$$\int_{k.y.} \rho \vec{V} \cdot d\vec{A} = 0 \text{ veya}$$

$$-\dot{m}_1 - \dot{m}_2 + \dot{m}_3 + \dot{m}_4 = 0$$

$$-120 - 200 + 150 + \dot{m}_4 = 0$$

Kütle debisi: $\dot{m}_4 = 170 \text{ kg/s}$ (+oldugundan K.Y.den çıkıki)

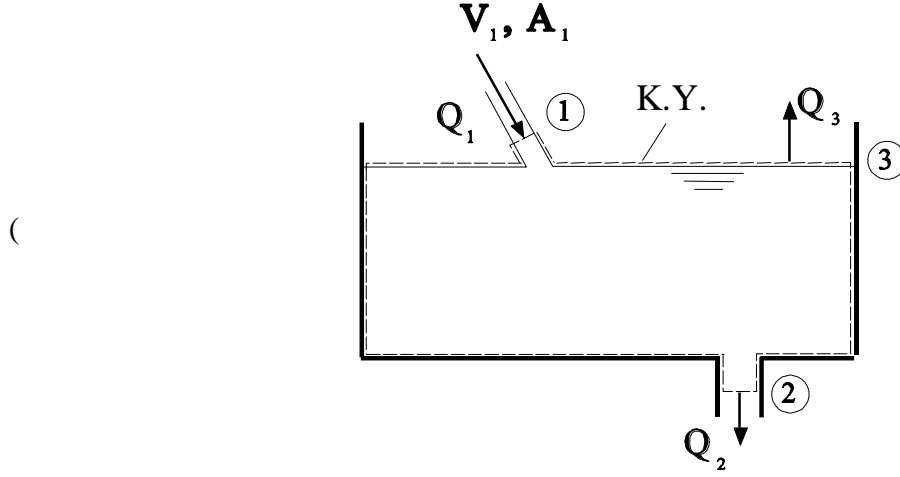
Hacim debisi : $\dot{m}_4 = \rho Q_4 \Rightarrow Q_4 = 0.170 \text{ m}^3 / \text{s}$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 3.9 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekilde görülen açık tanka kesit alanı 0.0025 m^2 ve hızı 7 m/s olan su jeti ile su doldurulmakta ve taban orifisinden $0.003 \text{ m}^3/\text{s}$ debi ile su boşaltılmaktadır. Tanka net olarak giren (veya çıkan) akım debisini bulunuz.



Tankın içindeki akım seviyesi zamanla değiştiğinden, değişken sıkışmayan akım için:

$$\int_{k.y.} \rho \vec{V} \cdot d\vec{A} + \frac{\partial}{\partial t} \int_{k.h.} dV = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{k.h.} dV = \frac{\partial V}{\partial t} \text{ yazılırsa } -Q_1 + Q_2 + \frac{\partial V}{\partial t} = 0$$

$$-7 * 0.0025 + 0.003 + \frac{\partial V}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} = 0.0145 \text{ m}^3 / \text{s}$$

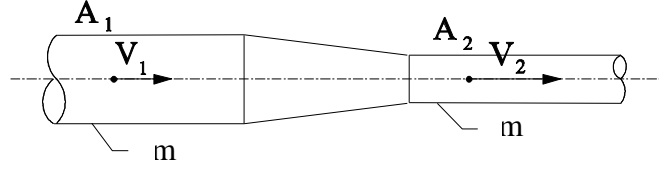
$$\frac{\partial V}{\partial t} \text{ nin işareti + olduğundan tanka net debi girişi vardır.}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 3.10 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekildeki boru hattından 150 l/s debili su iletilmektedir. Her iki borudaki akım hızlarını bulunuz.



$$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2 = 0.150 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$V_1 = \frac{0.150}{\pi 0.5^2} = 2.12 \text{ m/s}$$

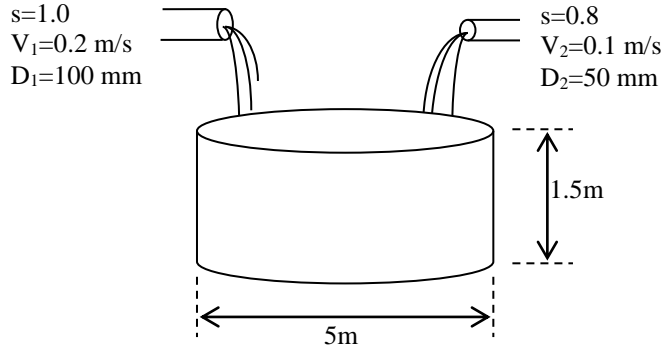
$$V_2 = \frac{0.150}{\pi 0.1^2} = 4.77 \text{ m/s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 3.11

5 m. çapında 1,5 m. derinliğinde bir havuz şekilde özellikleri verilen 2 farklı sıvı ile doldurulmaktadır. Havuzu doldurmak için geçecek süreyi hesaplayınız. Karışımın ortalama özgül ağırlığını bulunuz.



$$V_{\text{havuz}} = \frac{\pi D^2}{4} h = \frac{\pi 5^2}{4} 1.5 = 29.44 \text{ m}^3$$

$$Q_1 = V_1 A_1 = 0.2 \frac{\pi 0.01^2}{4} = 0.00157 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = V_2 A_2 = 0.1 \frac{\pi 0.005^2}{4} = 0.000196 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{top}} = Q_1 + Q_2 = 0.00157 + 0.000196 = 0.001766 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$t = \frac{V_{\text{havuz}}}{Q_{\text{top}}} = \frac{29.44}{0.001766} = 16670.4 \text{ sn} = 27.84 \text{ dak} = 4.63 \text{ saat}$$

$$\rho_{\text{kar}} = \frac{Q_1 \rho_1 + Q_2 \rho_2}{Q_{\text{top}}} = \frac{0.00157 * 1000 + 0.000196 * 800}{0.001766} = 977.8 \text{ kg/m}^3$$

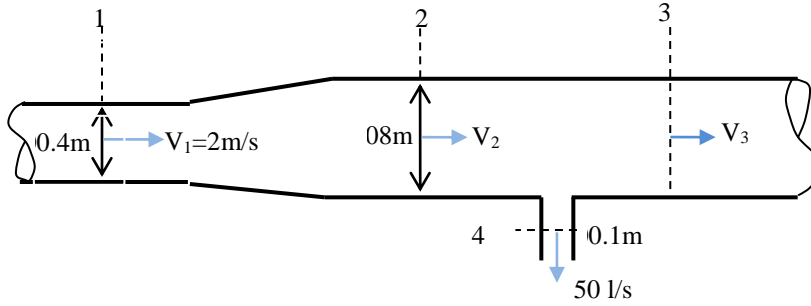
AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 3.12

Şekilde görülen borudan su alınmaktadır. 1 kesitinin çapı 0.4m ve bu kesitteki ortalama su hızı 2 m/s 'dir. 2 kesitinin çapı 0.8m olduğuna göre

- Borudan akan suyun debisini,
- 2 kesitindeki hızı,
- 2 kesitinden sonra borudan $\varnothing 0,1m$. çaplı bir boru ile dışarı 50 l/s 'lik su akıtılmaktadır. Suyun çıkış hızını ve 3 kesitindeki hızı bulunuz.



$$a) \quad A_1 = \frac{\pi * 0.4^2}{4} = 0.126\text{m}^3 / \text{s}$$

$$Q = V * A = 2 * 0.126 = 0.252\text{m}^3 / \text{s} = 252 \text{ Lt} / \text{s}$$

$$b) \quad Q_1 = Q_2 = V_1 A_1 = V_2 A_2$$

$$A_2 = \frac{\pi * 0.8^2}{4} = 0.503\text{m}^3 / \text{s}$$

$$V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.252}{0.503} = 0.501\text{m/s}$$

$$c) \quad V_4 = \frac{Q_4}{A_4} = \frac{0.05 * 4}{\pi * 0.1^2} = 6.37\text{m/s}$$

$$Q_3 = Q_2 - Q_4 = 252 - 50 = 202 \text{ Lt} / \text{s}$$

$$V_3 = \frac{Q_3}{A_3} = \frac{0.202}{0.503} = 0.402\text{m/s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 3.13

Baraj haznesine giren debi $Q_g = 4000 \text{ m}^3/\text{s}$, çıkan debi $Q_ç = 1500 \text{ m}^3/\text{s}$ olduğuna göre göl alanının 60 km^2 olduğu seviyede baraj gölünün yükselmesi saatte ne kadar olur bulunuz.

Değişken sıkışmayan akım için:

$$\int_{k.y.} \rho \vec{V} \cdot d\vec{A} + \frac{\partial}{\partial t} \int_{k.h.} dV = 0$$

Hazne hacminin birim zamandaki değişimi (artışı): $A \frac{\partial h}{\partial t}$ şeklinde olup

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{k.h.} dV = A \frac{\partial h}{\partial t}$$

Süreklilik denklemi:

$$Q_ç - Q_g + A \frac{\partial h}{\partial t} = 0$$

$$1500 - 4000 + 60 * 10^6 \frac{\partial h}{\partial t} = 0$$

Buradan hazne seviyesinin yükselme hızı:

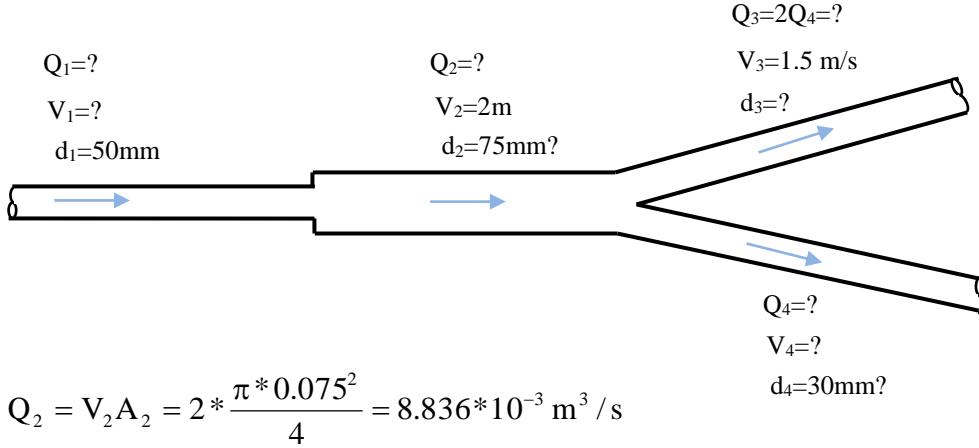
$$\frac{\partial h}{\partial t} = 4.167 * 10^{-5} \text{ m/s} = 0.15 \text{ m}^3 / \text{saat}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 3.14 (Bulu, 2000)

Şekilde verilen boru akımlarında bilinmeyenleri hesaplayınız.



1 ve 2 borularından geçen debi aynı olacağından: $Q_1=Q_2=8.836*10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

$$V_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{8.836 * 10^{-3}}{\pi * d_1^2} * 4 = 4.5 \text{ m/s}$$

2 borusundan geçen debi 3 ve 4 borularından geçmektedir.

$$Q_2=Q_3+Q_4$$

4 borusundan geçen debi 3 borusundan geçen debinin yarısıdır:

$$Q_4=0.5*Q_3$$

Buradan:

$$Q_2=1.5*Q_3$$

$$Q_3 = \frac{Q_2}{1.5} = \frac{8.836 * 10^{-3}}{1.5} = 5.891 * 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_4 = \frac{Q_3}{2} = \frac{5.891}{2} = 2.945 * 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_3 = V_3 \frac{\pi d_3^2}{4}, d_3 = \sqrt{\frac{4Q_3}{\pi V_3}}, d_3 = \sqrt{\frac{4 * 5.891 * 10^{-3}}{\pi * 1.5}} = 0.071 \text{ m}$$

$$V_4 = \frac{4Q_4}{\pi d_4^2} = \frac{4 * 2.945 * 10^{-3}}{\pi * 0.03^2} = 4.17 \text{ m/s}$$

Bölüm 4

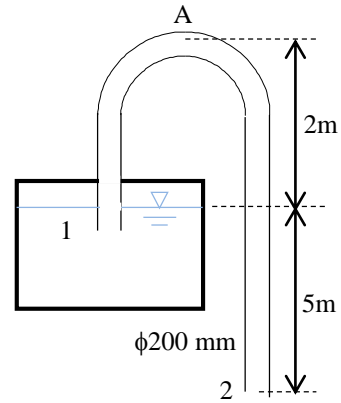
İdeal Akışkanların Hareketi

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.1 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekildeki 200 mm çaplı sifon borusu ile sabit seviyeli bir hazneden atmosfere su akıtılmaktadır. Akımı sürtünmesiz kabul ederek (a) akımın debisini ve (b) A noktasındaki mutlak basıncı bulunuz.



(a) 1 ve 2 noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2, \quad V_1 \approx 0, \quad p_1 = p_2 = 0, \quad z_1 = 5 \text{ m}, \quad z_2 = 0$$

$$\frac{V_2^2}{2g} = 5 \quad \Rightarrow \quad V_2 = \sqrt{2 * 9.81 * 5} = 9.90 \text{ m/s}$$

$$Q = V A = 9.90 \pi 0.1^2 = 0.311 \text{ m}^3 / \text{s}$$

(b) 1 ve A noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A, \quad V_1 \approx 0, \quad \frac{V_A^2}{2g} = 5 \text{ m}, \quad p_1 = 0, \quad z_1 = 0, \quad z_A = 2 \text{ m}$$

$$\frac{p_A}{\gamma} = -5 - 2 = -7 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad p_A = -68670 \text{ Pa},$$

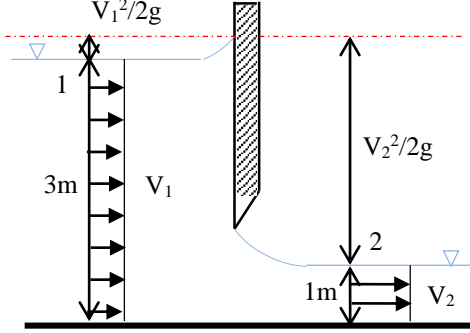
Mutlak $p_A = 101300 - 68670 = 32630 \text{ Pa}$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.2 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekildeki kapak altı akımında enerji kayıplarını ihmal ederek birim genişlikten geçen suyun debisini bulunuz.



(a) 1 ve 2 noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2, \quad p_1 = p_2 = 0, \quad z_1 = 3 \text{ m}, \quad z_2 = 1 \text{ m}$$

$$\frac{V_1^2}{2g} + 3 = \frac{V_2^2}{2g} + 1 \quad \Rightarrow \quad \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = 2$$

1 ve 2 kesitleri arasında süreklilik denklemi:

$$q = V_1 A_1 = V_2 A_2 \quad \Rightarrow \quad V_2 = 3V_1$$

Bu değer Bernoulli denkleminde yerine konursa:

$$\frac{(3V_1)^2 - V_1^2}{2g} = 2 \quad \Rightarrow \quad \frac{8V_1^2}{2g} = 2 \quad \Rightarrow \quad V_1 = 2.215 \text{ m/s}$$

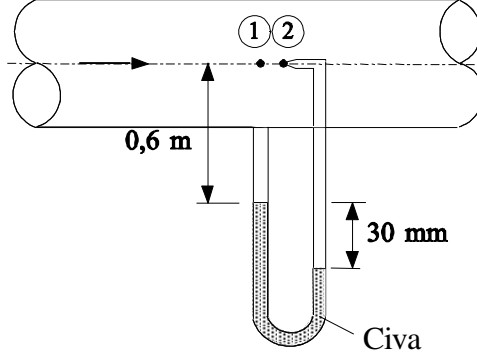
$$q = V_1 A_1 = 2.215 * 3 = 6.645 \text{ m}^3 / \text{s m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.3 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekilde görülen pitot tüpü düzeneği ile borudaki su akımının hızını bulunuz.



1 ve 2 noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2$$

$$V_2 = 0, z_1 = z_2 = 0$$

$$\frac{V_1^2}{2g} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma}$$

1 ve 2 noktaları arasında manometre denklemi:

$$p_1 + 9810 \cdot 0.6 + 13.6 \cdot 9810 \cdot 0.03 - 9810 \cdot 0.63 = p_2$$

$$\frac{p_2 - p_1}{\gamma} = 0.378 \text{ m}$$

bu değer Bernoulli denkleminde kullanılırsa:

$$\frac{V_1^2}{2g} = 0.378 \Rightarrow V_1 = 2.723 \text{ m/s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.4 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekilde görülen düşey borunun ucundan atmosfere su çıkmaktadır. Manometre okumalarına göre akımın debisini bulunuz.

1 ve 2 noktaları arasında Bernoulli denklemi:

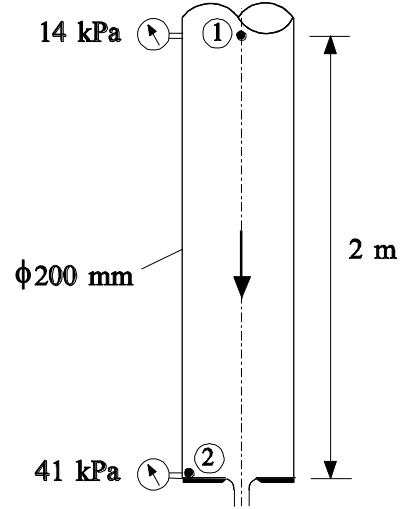
$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2$$

burada $V_2=0$, $z_1=2$ m , $z_2=0$ dır:

$$\frac{V_1^2}{2g} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} - 2 = \frac{41000 - 14000}{9810} - 2 = 0.752$$

$$V_1 = 3.841 \text{ m/s}$$

$$Q = V_1 A_1 = 3.841 \pi 0.1^2 = 0.121 \text{ m}^3 / \text{s}$$

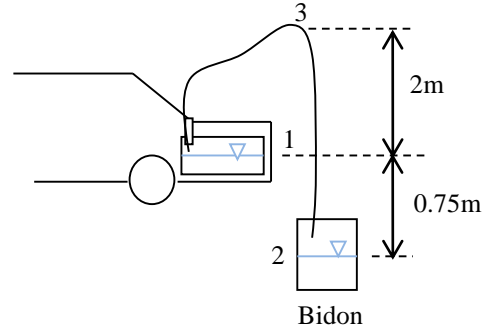


AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.5

Depodan bidona 4 lt benzin çekmek için geçecek süreyi ve 3 noktasındaki mutlak basıncı hesaplayınız. Hortumun çapı 5mm, hortum içerisindeki sürtünme kayıplarını ihmal ediniz, $\rho=750 \text{ kg/m}^3$.



1-2 Arası Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2$$

$$V_1=0, P_1/\gamma=0, P_2/\gamma=0$$

$$\frac{V_2^2}{2g} = z_1 - z_2 = 0.75$$

$$V_2 = \sqrt{2 * 9.81 * 0.75} = 3.84 \text{ m/s}$$

$$\text{Hortum Kesit Alanı} = A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 * 5 * 10^{-3}}{4} = 1.96 * 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$\text{Benzinin debisi} = Q = V_2 A = 3.84 * 1.95 * 10^{-5} = 7.53 * 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} = 0.0753 \text{ lt/s}$$

$$\text{Dört litre benzin çekmek için gerekli süre} = \Delta t = \frac{V}{Q} = \frac{4}{0.0753} = 53.1 \text{ s}$$

3 noktasındaki mutlak basınç için 2 ve 3 noktası arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 = \frac{V_3^2}{2g} + \frac{P_3}{\gamma} + z_3$$

$$V_2=V_3, z_2=0, P_2=0=\text{atmosfer}$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = \frac{P_3}{\gamma} + z_3$$

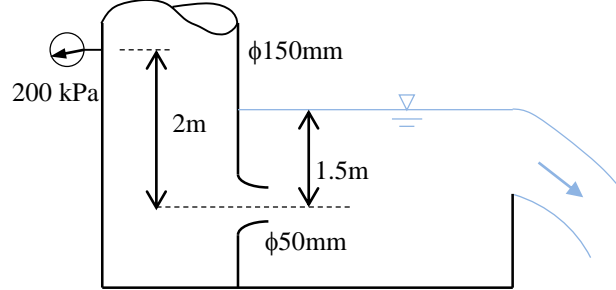
$$P_3 = P_{\text{atm}} - \gamma z_3 = 101300 - 750 * 9.81 * 2.75 = 81066.9 \text{ Pa} = 81.2 \text{ kPa}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.6

Şekildeki sistemde borudan geçen su akımının debisini belirleyiniz.



1 ve 2 noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 ,$$

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{200000}{9810} + 2 = \frac{V_2^2}{2g} + 1.5 + 0$$

$$\frac{V_1^2}{2g} + 20.9 = \frac{V_2^2}{2g}$$

1 ve 2 kesitleri arasında süreklilik denkleminde:

$$V_1 A_1 = V_2 A_2 \Rightarrow V_1 * \pi * \frac{0.15^2}{4} = V_2 * \pi * \frac{0.05^2}{4}$$

$$V_2 = 9V_1$$

Yukarıda yerine yazılır ise:

$$\frac{V_1^2}{2g} + 20.9 = \frac{(9V_1)^2}{2g} \Rightarrow \frac{80V_1^2}{2g} = 20.9$$

$$V_1 = 2.26 \text{ m/s}$$

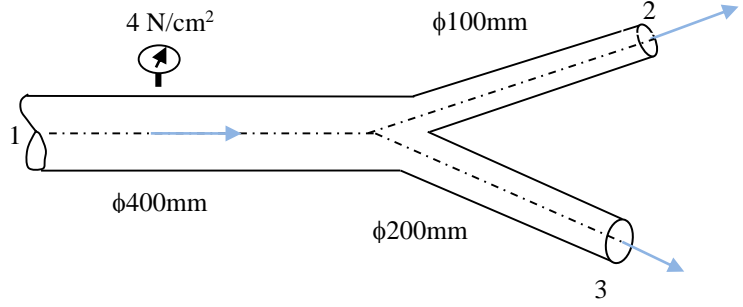
$$Q = V_1 A_1 = 2.26 * \pi * \frac{0.15^2}{4} = 0.04 \text{ m}^3 / \text{s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.7 (Yüksel, 2008)

Şekilde gösterilen yatay düzlemde bulunan boru sisteminde 1 kesitindeki basınç 4N/cm^2 dir. İdeal akışkan akımı kabulü yaparak borulardan geçecek debileri bulunuz. 2 ve 3 uçları atmosfere açıktır. Akışkan su olup $\gamma=10\ 000\ \text{N/m}^3$ alınacaktır.



1 ve 2 noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 ,$$

$$z_1=z_2=\text{yatayda}, \quad P_1=4\text{N/cm}^2 = 40\ 000\ \text{N/m}^2, \quad P_2/\gamma=0$$

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{40000}{10000} = \frac{V_2^2}{2g} + 0 \quad \frac{V_1^2}{2g} + 4 = \frac{V_2^2}{2g} \quad V_2 = \sqrt{V_1^2 + 4 * 19.62} = \sqrt{V_1^2 + 78.48}$$

$$1 \text{ ve } 3 \text{ noktaları arasında Bernoulli denkleminden benzer şekilde:} \quad V_3 = \sqrt{V_1^2 + 78.48}$$

$$\text{Süreklilik denkleminde:} \quad Q_1=Q_2+Q_3 \quad V_1A_1= V_2A_2+ V_3A_3$$

$$V_1 * \frac{\pi * 0.4^2}{4} = \sqrt{V_1^2 + 78.48} * \left(\frac{\pi * 0.1^2}{4} + \frac{\pi * 0.2^2}{4} \right)$$

$$0.16V_1 = 0.05\sqrt{V_1^2 + 78.48}$$

$$(3.2V_1)^2 = \left(\sqrt{V_1^2 + 78.48} \right)^2$$

$$(10.24V_1)^2 = V_1^2 + 78.48$$

$$V_1=2.91\ \text{m/s} \quad Q_1=0.36\ \text{m}^3/\text{s}$$

$$V_2=V_3=9.33\ \text{m/s}$$

$$Q_2=0.07\ \text{m}^3/\text{s}$$

$$Q_3=0.29\ \text{m}^3/\text{s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.8 (Sığiner & Sümer, 1970)

Şekilde görülen ve çapı $D_1=25\text{cm}$ olan borudan geçen su 2 kesitinden atmosfere çıkmaktadır. Orifisteki yük kayıplarını ihmal ederek 1 ve 2 kesitindeki hızları bulunuz? Sistemde geçen debiyi belirleyiniz?

1-2 arası süreklilik denklemi:

$$V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2$$

$$\frac{\pi \cdot 0.25^2}{4} \cdot V_1 = \frac{\pi \cdot 0.1^2}{4} \cdot V_2$$

$$V_2 = 6.25 V_1 \quad (1)$$

1-2 Arası Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2$$

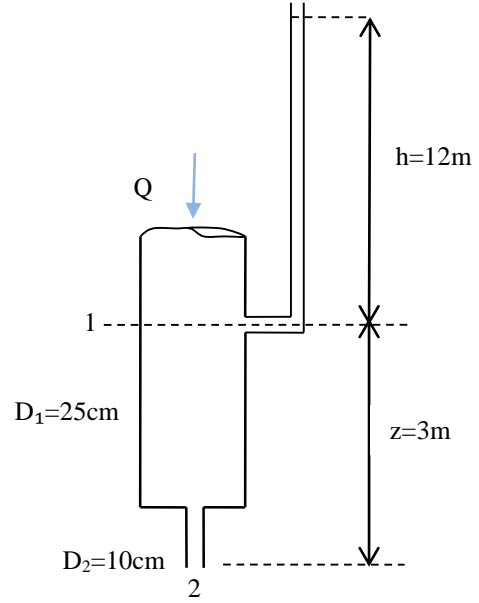
$$P_1 = P_0 + \gamma h, \quad P_2 = P_0, \quad z_2 = 0, \quad z_1 = 3\text{m}$$

$$\frac{V_1^2}{2g} + h + z = \frac{V_2^2}{2g} \quad (2)$$

$$\frac{V_1^2}{2g} + 12 + 3 = \frac{(0.625 V_1)^2}{2g}$$

$$V_1 = 2.78\text{m/s} \Rightarrow V_2 = 6.25 V_1 \Rightarrow V_2 = 17.38\text{m/s}$$

$$Q = V_1 A_1 = 2.78 \cdot \frac{\pi \cdot 0.25^2}{4} = 0.137\text{m}^3/\text{s} = 137\text{ lt/s}$$

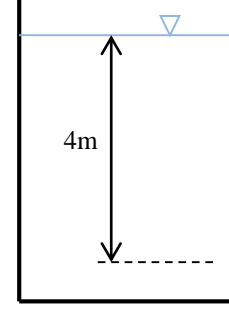


AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.9 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Rölatif özgül kütlesi 0.72 olan bir yağ, bir tankın 80mm olan yan orifisinden dışarı akmaktadır. Hız ve daralma katsayıları $c_v=0.95$, $c_c=0.62$ olduğuna göre;



- Orifisten çıkan yağın debisini,
- Orifisten çıkan jetin gücünü bulunuz.

a) $Q = c_v c_c A \sqrt{2gh}$

$$Q = 0.95 * 0.62 * \frac{\pi * 0.08^2}{4} \sqrt{2 * 9.81 * 4}$$

$$Q = 0.0262 \text{ m}^3/\text{s} = 262 \text{ lt/s}$$

b) $P = \gamma Q H$

$$\gamma = 0.72 * 9810 = 7063.2 \text{ N/m}^3$$

$$V = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 * 9.81 * 4} = 8.859 \text{ m/s}$$

$$H = \frac{V^2}{2g} = \frac{(0.95 * 8.859)^2}{19.62} = 3.61 \text{ m}$$

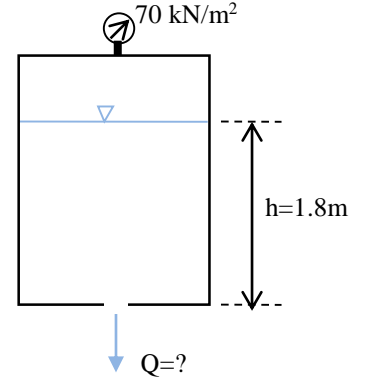
$$P = 7063.2 * 0.0262 * 3.61 = 668 \text{ watt}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.10

Şekilde görülen depoda 1.8m su vardır. Depoda 70 kN/m²'lik basınç olduğuna göre Deponun Tabanındaki 50mm çapındaki orisiftten çıkan akımın debisini belirleyiniz. (Cd= 0.6)



Su yüzü ile çıkış kesite arasında Bernoulli denklemi yazılırsa:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2$$

$$V_1=0, \quad z_1=h, \quad z_2=0, \quad P_2/\gamma=0$$

$$\frac{P_1}{\gamma} + h = \frac{V_2^2}{2g}$$

Burada teorik hız:

$$V = \sqrt{2g * \left(\frac{P}{\gamma} + h \right)}$$

Gerçek debi :

$$Q = C_d * A * V = C_d * A * \sqrt{2g * \left(\frac{P}{\gamma} + h \right)}$$

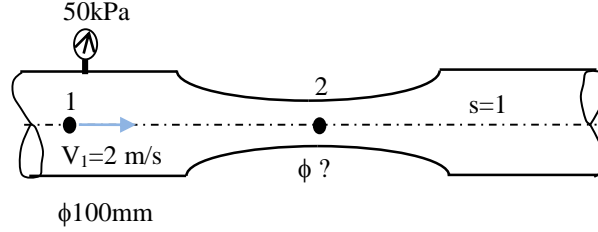
$$Q = 0.6 * \frac{\pi * 0.05^2}{4} * \sqrt{2 * 9.81 * \left(\frac{70000}{9810} + 1.8 \right)} = 0.0156 \text{ m}^3 / \text{s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.11

Şekilde görülen borudan su akmaktadır. Daralmanın olduğu kesitte kavitasyonu oluşturan boru çapını bulunuz.



1 ve 2 noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 ,$$

$$\frac{p_2}{\gamma} = \frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} - \frac{V_2^2}{2g} = \frac{-p_0 + p_b}{\gamma} = \frac{-101300 + 2340}{\gamma}$$

1 ve 2 kesitleri arasında süreklilik denkleminde:

$$V_1 A_1 = V_2 A_2 \Rightarrow V_1 \pi \frac{D_1^2}{4} = V_2 \pi \frac{D_2^2}{4} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2 \Rightarrow V_2 = V_1 \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2$$

$$\frac{-98960}{\gamma} = \frac{4}{2g} + \frac{50000}{\gamma} - \frac{V_1^2}{2g} \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^4$$

$$\frac{-98960}{1000} = 2 + \frac{50000}{1000} - \frac{2 * 0.1^4}{D_2^4}$$

$$-98.96 = 52 - \frac{0.0002}{D_2^4}$$

$$D_2 = 0.034 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.12 (Kırkgöz ve ark., 1994)

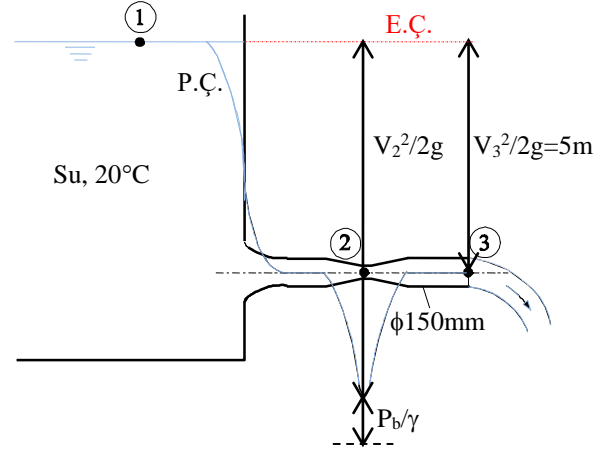
Şekilde görüldüğü gibi bir boru parçası ile bir hazneden atmosfere su akıtılmaktadır. Akımda sürtünme kayıplarını ihmal ederek boru parçasının daralma kesitinde kavitasyonu başlatan çapı bulunuz. Atmosfer basıncı=98 kPa, Buhar basıncı $p_b=2.34$ kPa alınacaktır.

1 ve 3 arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_3^2}{2g} + \frac{p_3}{\gamma} + z_3$$

burada $V_1 \approx 0$, $p_1 = p_3 = 0$, $z_1 = 5$ m, $z_3 = 0$:

$$\frac{V_3^2}{2g} = 5 \quad V_3 = 9.90 \text{ m/s}$$



1 ve 2 noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2, \quad V_1 \approx 0, \quad p_1 = 0, \quad z_1 = 5 \text{ m}, \quad z_2 = 0$$

$$\frac{p_2}{\gamma} = 5 - \frac{V_2^2}{2g}$$

2 noktasında kavitasyonun başlamasına sebep olacak basınç yüksekliği:

$$\frac{p_2}{\gamma} = \frac{-p_{\text{atm}} + p_b}{\gamma} = \frac{-98 + 2.34}{9.81} = -9.75 \text{ m}$$

Son iki denklemden:

$$5 - \frac{V_2^2}{2g} = -9.75 \Rightarrow V_2 = 17.01 \text{ m/s}$$

2 ve 3 kesitleri arasında yazılacak süreklilik denkleminde:

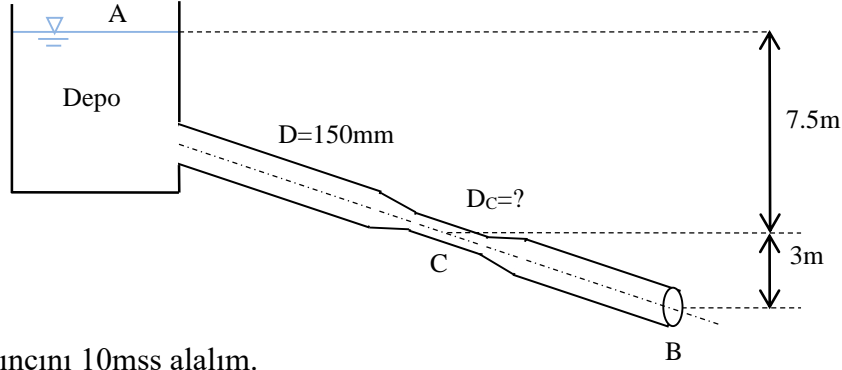
$$\frac{V_2}{V_3} = \left(\frac{D_3}{D_2} \right)^2 \Rightarrow \frac{17.01}{9.90} = \left(\frac{150}{D_2} \right)^2 \Rightarrow D_2 = 114 \text{ mm}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.13 (Yüksel, 2008)

Şekilde görülen sistemde C noktasında mutlak basıncın 0.5 mss den aşağı düşmemesi için bu noktadaki kesitin çapı ne olmalı bulunuz.



Atmosfer basıncını 10mss alalım.

A ile B arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{P_B}{\gamma} + z_B$$

$$0 + 10 + 10.5 = \frac{V_B^2}{2g} + 10 + 0$$

$$V_B = 14.3 \text{ m/s}$$

A ile C arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_C^2}{2g} + \frac{P_C}{\gamma} + z_C$$

$$0 + 10 + 10.5 = \frac{V_C^2}{2g} + 0.5 + 3$$

$$V_C = 18.4 \text{ m/s}$$

Süreklilik denkleminde:

$$Q = V_C \cdot A_C = V_B \cdot A_B$$

$$Q = \frac{3.14 \cdot D_C^2}{4} \cdot 18.4 = \frac{3.14 \cdot 0.15^2}{4} \cdot 14.3$$

$$D_C = 0.132 \text{ m} = 132 \text{ mm}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.14 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekilde görülen venturimetre düzeneği ile borudan geçen suyun debisini bulunuz.

1 ve 2 noktaları arasında Bernoulli denklemini:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 ,$$

$$z_1=0 , z_2=\Delta z$$

$$\frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \Delta z$$

1 ve 2 noktaları arasında manometre denklemini:

$$p_1 + \gamma h_1 - \gamma_c 0.25 - \gamma (h_1 - 0.25 + \Delta z) = p_2$$

$$\frac{p_2 - p_1}{\gamma} = 0.25 \left(-\frac{\gamma_c}{\gamma} + 1 \right) - \Delta z = -3.15 - \Delta z$$

Bu değer Bernoulli denkleminde yerine konursa:

$$\frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} = -3.15 - \Delta z + \Delta z = -3.15$$

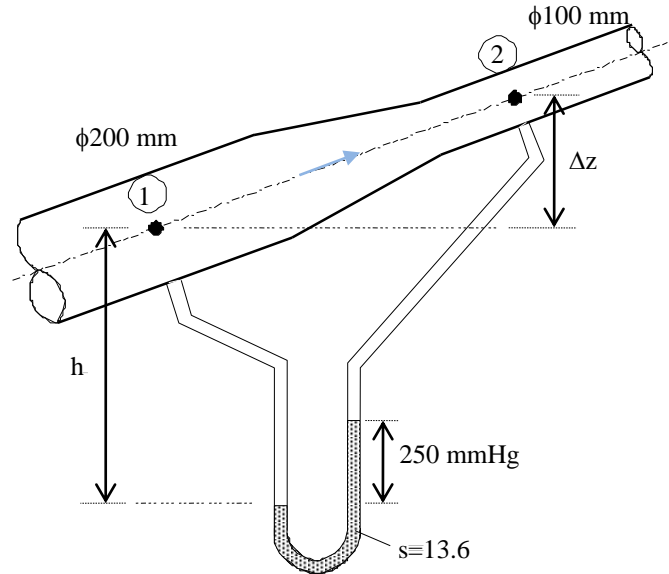
1 ve 2 kesitleri arasında süreklilik denkleminde:

$$V_1 A_1 = V_2 A_2 \Rightarrow V_1 = V_2 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2 = V_2 \left(\frac{100}{200} \right)^2 = 0.25 V_2$$

$$\frac{(0.25V_2)^2 - V_2^2}{2g} = -3.15 \Rightarrow V_2 = 8.12 \text{ m/s}$$

Sonuç olarak borudan geçen debi teorik olarak:

$$Q = V_2 A_2 = 8.12 * \pi * 0.05^2 = 0.064 \text{ m}^3 / \text{s}$$



AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.15

Şekilde verilen sistemden geçen suyun debisini bulunuz.

1-2 arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2$$

$$\frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + (z_2 - z_1) \quad (1)$$

1-2 arasında Manometre denklemi:

$$P_1 + \gamma * 0.5 + \gamma * x + \gamma_c * 0.2 - \gamma * 0.2 - \gamma * x = P_2$$

$$P_2 - P_1 = \gamma * (0.5 + x + 0.2 * \frac{\gamma_c}{\gamma} - 0.2 - x)$$

$$\frac{P_2 - P_1}{\gamma} = 0.3 + 2.72 = 3.02 \quad (2)$$

(2) ifadesini (1) ifadesinde yerine yazalım:

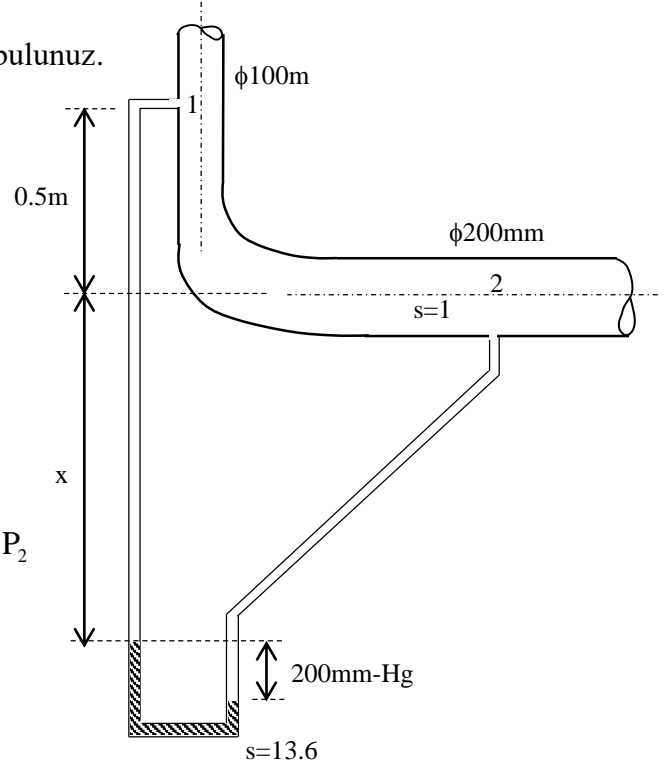
$$\frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} = 3.02 - 0.5 = 2.52$$

Süreklilik denklemi (1)-(2) arasında:

$$V_1 A_1 = V_2 A_2 \quad \Rightarrow \quad V_1 = V_2 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2 \quad \Rightarrow \quad V_1 = V_2 \left(\frac{200}{100} \right)^2 \quad \Rightarrow \quad V_1 = 4 V_2$$

$$\frac{(4V_2)^2 - V_2^2}{2g} = 2.52 \quad \Rightarrow \quad 15V_2^2 = 49.44 \quad \Rightarrow \quad V_2 = 1.82 \text{ m/s}$$

$$Q = V_2 A_2 = 1.82 * \pi * 0.1^2 = 0.0572 \text{ m}^3/\text{s}$$

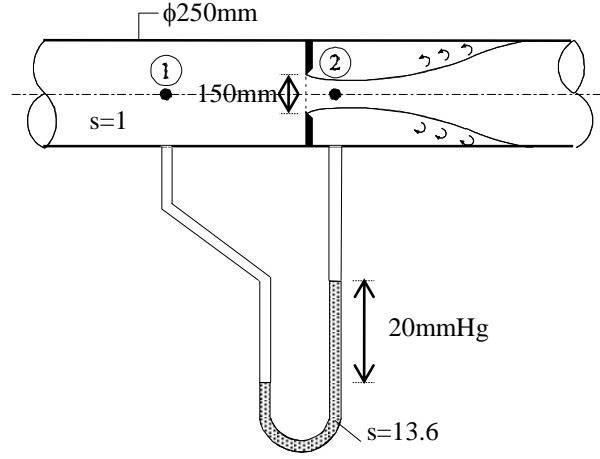


AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.16 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekildeki orifis metrede $C_v=0.95$ ve $C_c=0.63$ olduğuna göre borudan geçen suyun debisini bulunuz.



1 ve 2 noktaları arasında manometre denklemi:

$$p_2 + \gamma h + \gamma_c 0.02 - \gamma (h + 0.02) = p_1$$

$$\frac{p_1 - p_2}{\gamma} = 0.02 \left(\frac{\gamma_c}{\gamma} - 1 \right) = 0.252 \text{ m}$$

$$A_0 = \pi 0.15^2 / 4 = 0.0177 \text{ m}^2$$

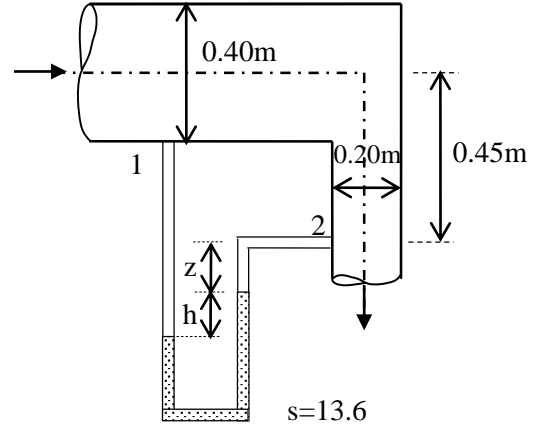
$$Q = 0.95 * 0.63 * 0.0177 \sqrt{\frac{2 * 9.81 * 0.252}{1 - 0.63^2 \left(\frac{0.15}{0.25} \right)^4}} = 0.0242 \text{ m}^3 / \text{s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 4.17 (Sığiner & Sümer, 1970)

Şekildeki dirsekten 200 lt/s su geçmekte olup kesit daireseldir. Enerji kayıplarını ihmal ederek A ve B kesitlerindeki basınç farkını bulunuz, $P_1 = 50$ kPa, $P_2 = 35$ kPa iken manometredeki sapmayı bulunuz.



Süreklilik denkleminde:

$$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2$$

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0.200}{\pi * 0.4^2 / 4} = 1.59 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.200}{\pi * 0.2^2 / 4} = 6.36 \text{ m/s}$$

1 ve 2 noktalar arasında enerji denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2$$

$$z_1 = 0.45, \quad z_2 = 0,$$

$$\frac{1.59^2}{19.62} + \frac{P_1}{\gamma} + 0.45 = \frac{6.36^2}{19.62} + \frac{P_2}{\gamma}$$

$$\frac{P_1 - P_2}{\gamma} = 2.07 - 0.13 - 0.45 = 1.49 \text{ m}$$

1-2 arasında Manometre denklemi:

$$P_1 + \gamma * (0.25 + z + h) - \gamma_c * h - \gamma * z = P_2$$

$$50000 + 9810 * (0.25 + z + h) - 13.6 * 9810 * h - 9810 * z = 35000$$

$$50000 + 2452.5 + 9810z + 9810h - 133416h - 9810z = 35000$$

$$123606h = 50000 + 2452.5 - 35000 = 7452.55$$

$$h = \frac{7452.55}{123606} = 0.06 \text{ m}$$

Bölüm 5

İdeal Akışkanlarda Momentumun Korunumu

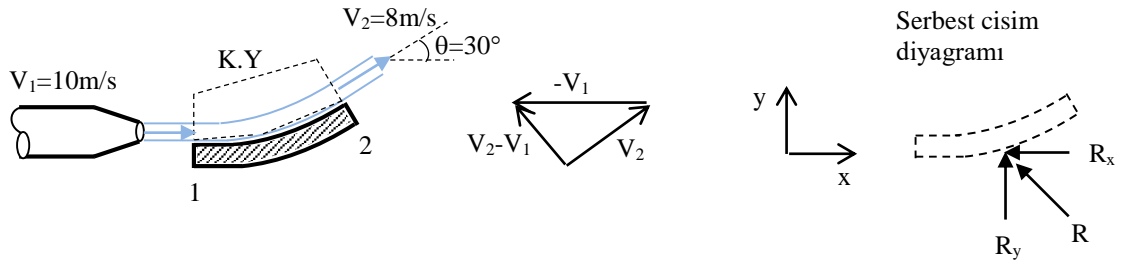
AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.1 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Hızı $V_1=10$ m/s ve çapı 50 mm olan su jeti şekildeki gibi duran bir cisme çarparak saptırılmaktadır. Enerji kayıplarını göz önüne almak üzere suyun cismi terk ederken hızı $V_2=8$ m/s kabul edilmektedir. Suyun ağırlığını ihmal ederek (a) $\theta=30^\circ$, (b) $\theta=90^\circ$, ve (c) $\theta=180^\circ$ lik açısal sapma durumlarında su jetinin cisme uyguladığı dinamik kuvvetleri bulunuz.

(a) $\theta=30^\circ$



$$Q = 10 * \pi * 0.05^2 / 4 = 0.0196 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$\sum F_x = \rho Q (u_2 - u_1), \quad -R_x = 1000 * 0.0196 * (8 * \cos 30 - 10) \Rightarrow R_x = 60.21 \text{ N}$$

$$\sum F_y = \rho Q (v_2 - v_1), \quad R_y = 1000 * 0.0196 * (8 * \sin 30 - 0) \Rightarrow R_y = 78.40 \text{ N}$$

Bileşke Kuvvet:

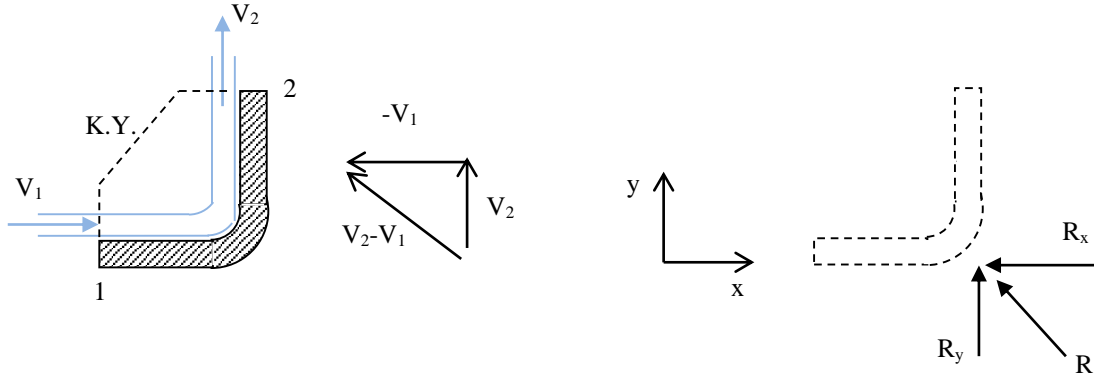
$$R = \sqrt{60.21^2 + 78.40^2} = 98.85 \text{ N}$$

Su tarafından cisme uygulanan eşit ve zıt yönlü kuvvet: $R=98.85$ N

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

(b) $\theta=90^\circ$



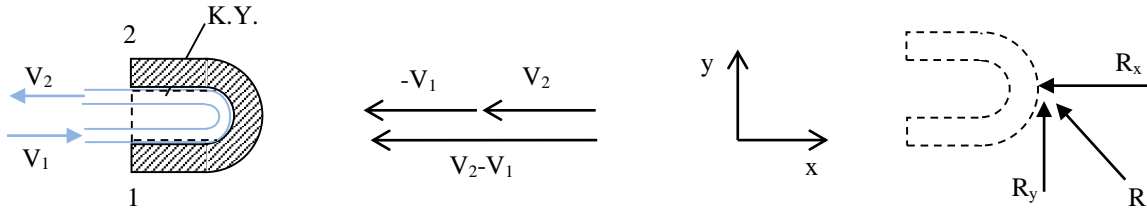
$$\sum F_x = \rho Q (u_2 - u_1), \quad -R_x = 1000 * 0.0196 * (0 - 10) \quad \Rightarrow \quad R_x = 196 \text{ N}$$

$$\sum F_y = \rho Q (v_2 - v_1), \quad R_y = 1000 * 0.0196 * (8 - 0) \quad \Rightarrow \quad R_y = 156.8 \text{ N}$$

$$R = \sqrt{196^2 + 156.8^2} = 251 \text{ N}$$

Cisme gelen kuvvet: $R = -251 \text{ N}$

(c) $\theta=180^\circ$



$$\sum F_x = \rho Q (u_2 - u_1), \quad -R_x = 1000 * 0.0196 * (-8 - 10) \quad \Rightarrow \quad R_x = 352.8 \text{ N}$$

$$\sum F_y = \rho Q (v_2 - v_1), \quad R_y = 1000 * 0.0196 * (0 - 0) \quad \Rightarrow \quad R_y = 0$$

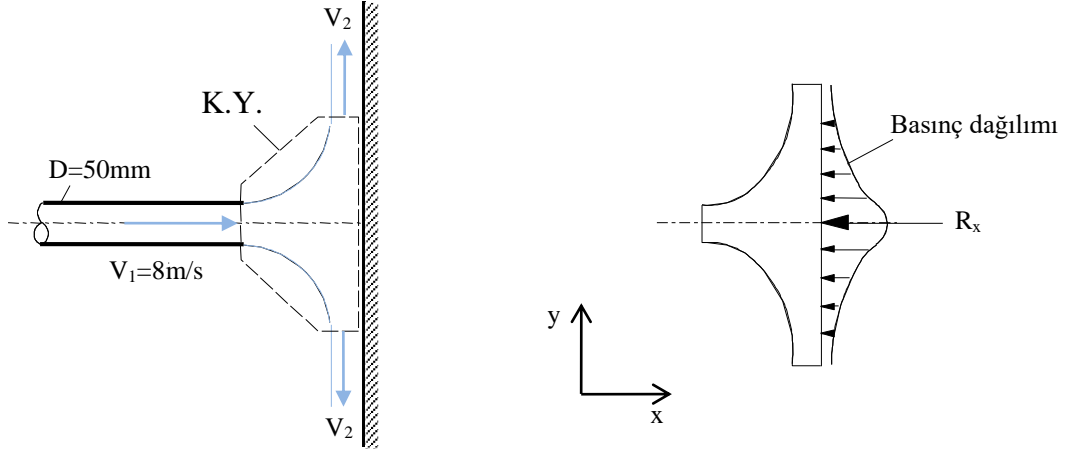
Cisme gelen kuvvet : $R = -352.8 \text{ N}$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.2 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekilde görüldüğü gibi bir su jeti bir düzlem yüzeye dik olarak çarpmaktadır. Yüzeğe gelen dinamik kuvveti bulunuz.



$$A_1 = \pi * 0.05^2 / 4 = 0.00196\text{m}^2, \quad Q = 8 * 0.00196 = 0.0157\text{m}^3 / \text{s}$$

$$\sum F_x = \rho Q (u_2 - u_1) \Rightarrow -R_x = \rho V_1 A_1 (0 - V_1) \Rightarrow R_x = \rho A_1 V_1^2$$

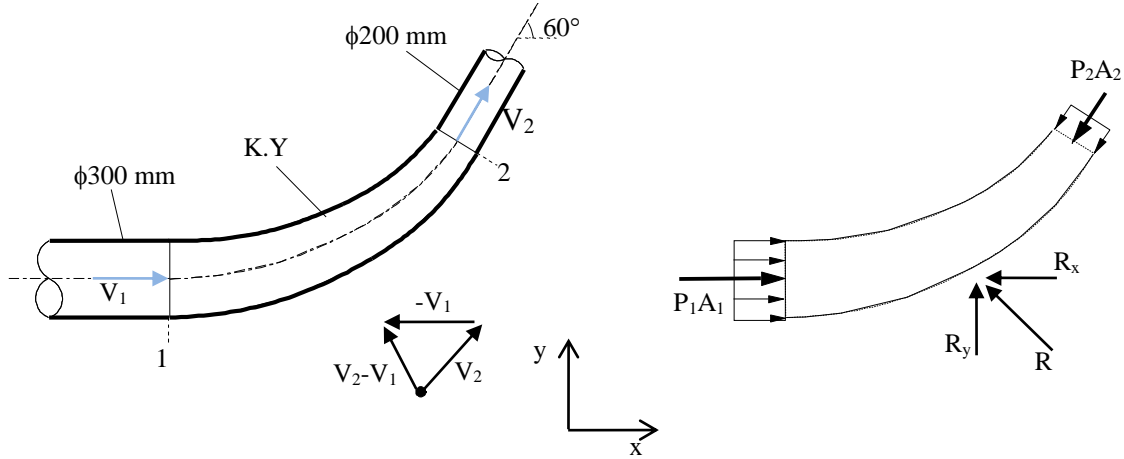
$$R_x = 1000 * 0.0196 * 8^2 = 125.4\text{N}, \quad \text{Yüzeğe gelen kuvvet : } R_x = -125.4\text{N}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.3 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekilde görülen 60° lik yatay boru dirseğinin girişinde akım hızı $V_1=1.5$ m/s ve basınç $p_1=40$ kPa olduğuna göre akımın dirseğe uyguladığı dinamik kuvveti bulunuz.



$$A_1 = \pi * 0.15^2 = 0.0707 \text{ m}^2, \quad A_2 = \pi * 0.1^2 = 0.0314 \text{ m}^2$$

$$Q = V_1 A_1 = 1.5 * 0.0707 = 0.106 \text{ m}^3 / \text{s}, \quad V_2 = Q / A_2 = 3.375 \text{ m} / \text{s}$$

1 ve 2 noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2, \quad z_1 = z_2$$

$$\frac{1.5^2}{19.62} + \frac{40000}{9810} = \frac{3.375^2}{19.62} + \frac{p_2}{9810} \Rightarrow p_2 = 35430 \text{ Pa}$$

$$\sum F_x = \rho Q (u_2 - u_1) \quad p_1 A_1 - p_2 A_2 \cos 60 - R_x = \rho Q (V_2 \cos 60 - V_1)$$

$$40000 * 0.0707 - 35430 * 0.0314 * \cos 60 - R_x = 1000 * 0.106 * (3.375 * \cos 60 - 1.5)$$

$$R_x = 2252 \text{ N}$$

$$\sum F_y = \rho Q (v_2 - v_1) \quad R_y - p_2 A_2 \sin 60 = \rho Q (V_2 \sin 60 - 0)$$

$$R_y - 35430 * 0.0314 * \sin 60 = 1000 * 0.106 * (3.375 * \sin 60 - 0) \quad R_y = 1273 \text{ N}$$

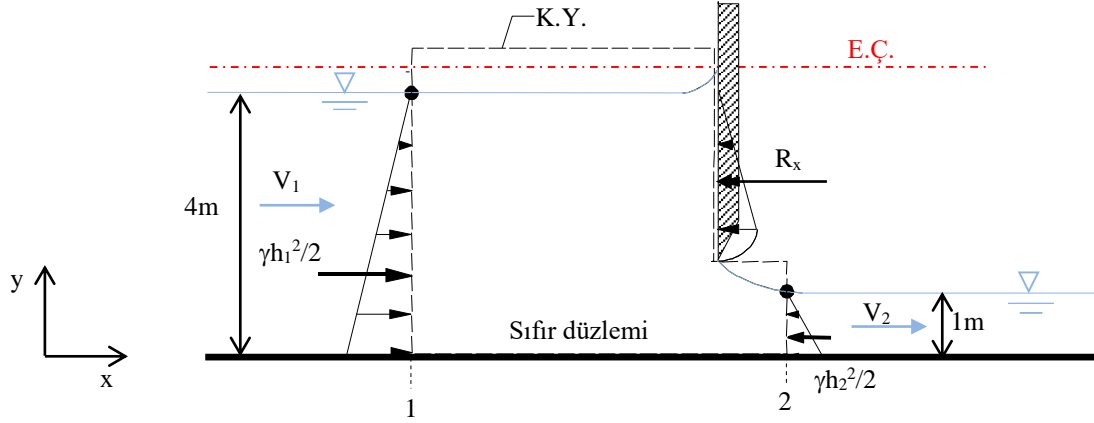
$$R = \sqrt{2252^2 + 1273^2} = 2587 \text{ N}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.4 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekilde görüldüğü gibi bir açık kanaldaki kapak altından su akıtılmaktadır. Verilen şartlar altında kapağın birim genişliğine gelen kuvveti bulunuz.



1 ve 2 noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2, \quad p_1 = p_2 = 0, \quad z_1 = h_1 = 4 \text{ m}, \quad z_2 = h_2 = 1 \text{ m}$$

$$\frac{V_1^2}{2g} + 4 = \frac{V_2^2}{2g} + 1 \quad \Rightarrow \quad \frac{V_1^2}{2g} + 3 = \frac{V_2^2}{2g}$$

1 ve 2 kesitleri arasında süreklilik denklemi:

$$V_1 h_1 = V_2 h_2 \quad \Rightarrow \quad 4 V_1 = V_2$$

$$\frac{V_1^2}{2g} + 3 = \frac{16V_1^2}{2g} \quad \Rightarrow \quad V_1 = 1.98 \text{ m/s}, \quad V_2 = 7.92 \text{ m/s}, \quad q = 1.98 * 4 = 7.92 \text{ m}^3 / \text{s m}$$

$$\sum F_x = \rho Q (u_2 - u_1) \quad \Rightarrow \quad \frac{\gamma h_1^2}{2} - \frac{\gamma h_2^2}{2} - R_x = \rho q (V_2 - V_1)$$

$$\frac{9810}{2} * (4^2 - 1^2) - R_x = 1000 * 7.92 * (7.92 - 1.98) \quad \Rightarrow \quad R_x = 26530 \text{ N}$$

Kapağa gelen kuvvet: $R_x = -26530 \text{ N}$

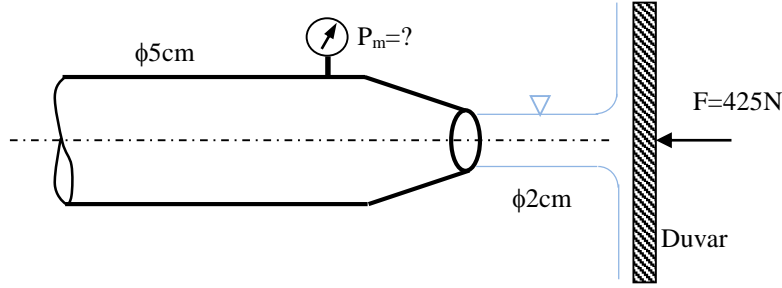
AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.5 (Kırkgöz ve ark., 1994)

Şekilde görülen Jetten $s=0.79$ olan alkol düşey duvara $F=425$ N'luk kuvvet ile çarpıyor. Enerji kayıplarını ihmal ederek:

- Akımın kütle debisini,
- Manometredeki mutlak basıncı bulunuz.



$$F = m \cdot V_2 = \rho A_2 V_2^2 = 0.79 \cdot (1000) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0.02)^2 \cdot V_2^2 = 425 \text{ N}$$

$$V_2 = 41.4 \text{ m/s}$$

$$m = 0.79 \cdot 1000 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0.02)^2 \cdot 41.4 = 10.3 \text{ kg/s}$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \Rightarrow V_1 = V_2 \cdot \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 = (41.4) \cdot \left(\frac{2}{5} \right)^2 = 6.63 \text{ m/s}$$

Bernoulli: $z_1 = z_2$,

$$P_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho (V_2^2 - V_1^2)$$

$$101.300 + \frac{0.79 \cdot (1000)}{2} (41.4^2 - 6.63^2)$$

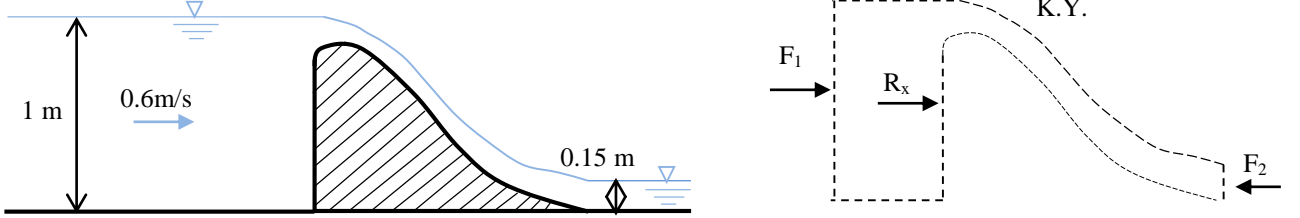
$$P_1 = 760951 \text{ Pa} = 761 \text{ kPa}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.6

5 m genişlikteki dikdörtgen kanalda yapılan bir savak üzerindeki akışkanı ideal kabul ederek savağa akımın yaptığı itkinin yatay bileşenini hesaplayınız.



$$V_1 A_1 = V_2 A_2 \Rightarrow 0.6 * (5 * 1) = V_2 * (5 * 0.15) \Rightarrow V_2 = \frac{3}{0.75} = 4 \text{ m/s}$$

$$\sum F_x = \rho Q (V_2 - V_1)$$

$$\frac{1}{2} \gamma (h_1^2 - h_2^2) b + R_x = \rho V_1 A_1 (V_2 - V_1)$$

$$R_x = 1000 * 0.6 * (1 * 5) (4 - 0.6) - \frac{1}{2} * 9810 * (1^2 - 0.15^2) * 5$$

$$R_x = 10200 - 23973.2$$

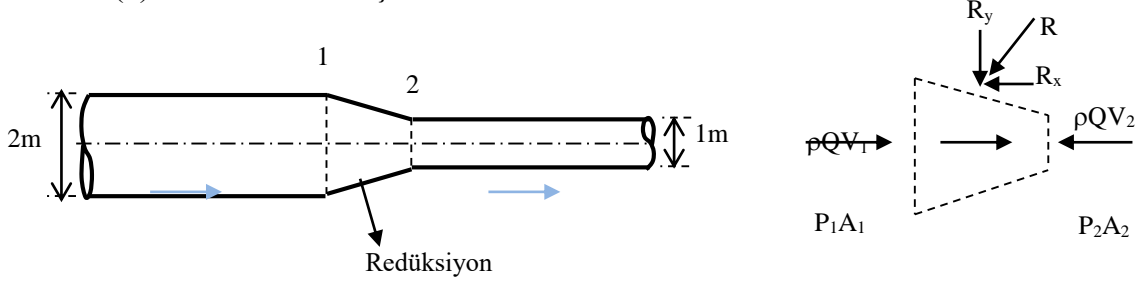
$$R_x = 13773.2 \text{ N} = 13.77 \text{ kN}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.7

Aşağıda şekilde görülen redüksiyona etki eden kuvveti bulunuz. Borudan geçen suyun debisi $6.4 \text{ m}^3/\text{s}$ ve (1) kesitindeki basınç $24\text{N}/\text{cm}^2$ 'dir.



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow -R_x + \rho Q V_1 + P_1 A_1 - \rho Q V_2 - P_2 A_2 = 0$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow R_y = 0$$

Bilinmeyenler: V_1, V_2, P_2, R_x

Süreklilik denklemi:

$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{6.4}{(\pi * 2^2 / 4)} = 2.04 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{6.4}{(\pi * 1^2 / 4)} = 8.16 \text{ m/s}$$

Bernoulli denkleminden:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = \frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma}$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = \frac{2.04^2}{19.62} - \frac{8.16^2}{19.62} + \frac{24000}{10000} \quad \frac{P_2}{\gamma} = 21 \text{ mss}$$

x doğrultusundaki momentum denkleminde bu bilgiler yerine yazılırsa:

$$-R_x + 1000 * 6.4 * 2.04 + 240000 * \frac{\pi * 2^2}{4} - 1000 * 6.4 * 8.16 - 210000 * \frac{\pi * 1^2}{4} = 0$$

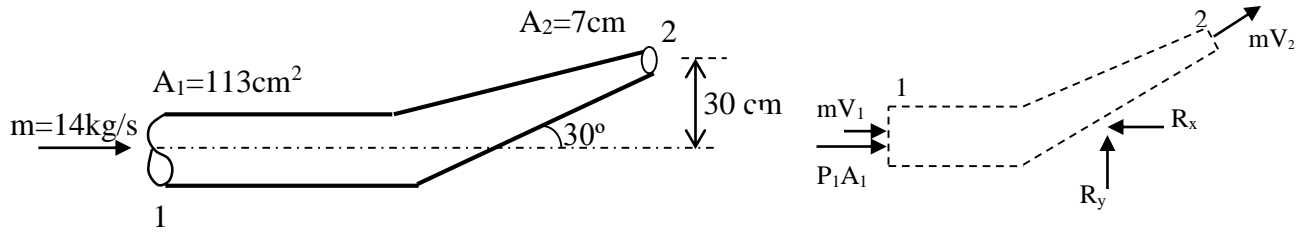
$$R_x = 560000 \text{ N} = 560 \text{ kN}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.8 (Çengel ve Cimbala, 2008)

Yatay bir borudan akmakta olan 14kg/s debisindeki suyu yatayla 30° lik açı yapacak şekilde saptırarak hızlandırmak için daralan bir dirsek kullanılmaktadır. Su dirsekten atmosfere atılmaktadır. Dirseğin giriş ve çıkış kesitlerinin alanları sırasıyla 113 cm² ve 7 cm² dir. Giriş ve çıkış kesitleri arasındaki seviye farkı 30 cm ve dirseğin içerisindeki suyun ağırlığını ihmal ederek; a) Dirseğin giriş kesitinin merkezindeki basıncı, b) Dirseği yerinde tutabilmek için gerekli kuvveti hesaplayınız.



$$m_1 = m_2 = 14 \text{ kg/s}$$

$$V_1 = \frac{m}{\rho A_1} = \frac{14}{1000 \cdot 0.0113} = 1.24 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{m}{\rho A_2} = \frac{14}{1000 \cdot 0.0007} = 20.0 \text{ m/s}$$

1-2 arası Bernoulli denklemi

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 \Rightarrow \frac{P_1}{\gamma} = \frac{(V_2^2 - V_1^2)}{2g} + (z_2 - z_1)$$

$$\frac{P_1}{\gamma} = \frac{20.0^2 - 1.24^2}{19.62} + 0.3 = 20.61 \text{ m} \Rightarrow P_1 = 202184.1 \text{ Pa} = 202.2 \text{ kPa}$$

$$\sum \vec{F} = \sum_{\text{çıkan}} m \vec{V} - \sum_{\text{giren}} m \vec{V}$$

$$-R_x + P_1 A_1 = m(V_2 \cos 30^\circ - V_1)$$

$$-R_x = m(V_2 \cos 30^\circ - V_1) - P_1 A_1 = 14.0 \cdot [20 \cdot \cos(30^\circ) - 1.24] - 202184 \cdot 0.0113 = 225.13 - 2284.68$$

$$R_x = 2059.55 \text{ N}$$

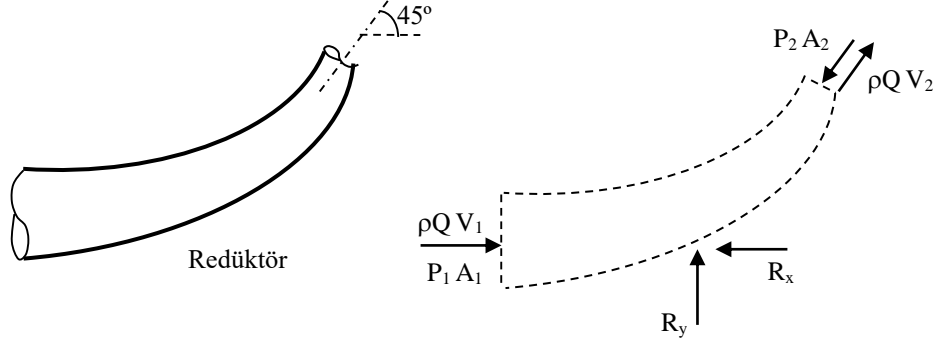
$$R_y = m V_2 \sin 30^\circ = 14 \cdot 20 \cdot \sin(30^\circ) = 140.0 \text{ N}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.9

Akışın geldiği tarafı 0.6m çapında gittiği tarafı 0.3m çapında olan 45°'lik redüktör (indirici) dirsek içinden 1.45*10⁵ Pa basınç altında 0.45 m³/s'lik su akışı vardır. Dirsekteki kaybı ihmal ederek suyun indiriciye etkilediği kuvveti hesaplayınız.



$$V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{0.45}{(\pi * 0.6^2 / 4)} = 1.6 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.45}{(\pi * 0.3^2 / 4)} = 6.4 \text{ m/s}$$

1-2 arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 \quad \frac{1.6^2}{19.62} + \frac{1.45 * 10^5}{9810} + 0 = \frac{6.4^2}{19.62} + \frac{P_2}{\gamma} + 0$$

$$\frac{P_2}{\gamma} = 12.8 \text{ m} \Rightarrow P_2 = 126000 \text{ Pa}$$

x doğrultusunda momentum denklemi: $\sum F_x = \rho Q (V_{2x} - V_{1x})$

$$-R_x + P_1 A_1 - P_2 A_2 \cos(45) = \rho Q V_2 \cos(45) - \rho Q V_1$$

$$-R_x + 1.45 * 10^5 * \frac{\pi * 0.6^2}{4} - 1.45 * 10^5 * \frac{\pi * 0.3^2}{4} * 0.707 = 1000 * 0.45 * 6.4 * 0.707 - 1000 * 0.45 * 1.6$$

$$R_x = 33400 \text{ N}$$

y doğrultusunda: $\sum F_y = \rho Q (V_{2y} - V_{1y})$

$$R_y - P_2 A_2 \sin(45) = \rho Q V_2 \sin(45) = 0$$

$$R_y - 1.45 * 10^5 * \frac{\pi * 0.3^2}{4} * 0.707 = 1000 * 0.45 * 6.4 * 0.707 \quad R_x = 33400 \text{ N}$$

$$R_y = 8320 \text{ N}$$

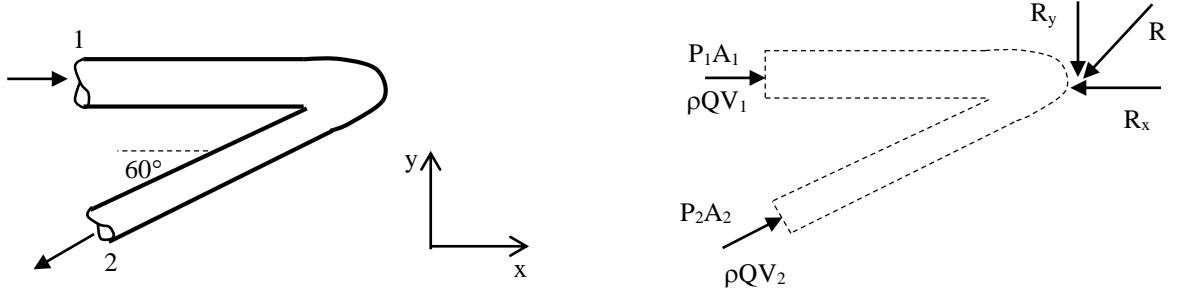
Suyun dirseğe etkilediği kuvvet: $R = \sqrt{33400^2 + 8320^2} = 3442 \text{ IN} = 34.4 \text{ kN}$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.10 (İlgaz ve Ark., 2013)

Yatay düzlemde bulunan şekildeki dirsek (1) kesitinde çap 0.3m, hız 4m/s, basınç $P=100\text{kPa}$ (2) kesitinde çap 0.2m'dir. Dirsekten geçen debiyi, (2) kesitindeki hız ve basıncı, Dirseğe gelen bileşke kuvveti ve yönünü bulunuz. ($\gamma=10\text{ kN/m}^3$)



$$Q = V * A = 4 * \frac{\pi * 0.3^2}{4} = 0.283 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Süreklilik denkleminde: $Q_1 = Q_2$ $V_2 = \frac{0.283}{\pi * 0.2^2 / 4} = 9 \text{ m/s}$

1-2 arasında Bernoulli denklemi: $\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2$

$$\frac{4^2}{19.62} + \frac{100000}{10000} = \frac{9^2}{19.62} + \frac{P_2}{\gamma} \Rightarrow P_2 = 66871 \text{ Pa} = 66.87 \text{ kPa}$$

c-) x doğrultusunda momentum denklemi:

$$\sum F_x = \rho Q (V_{2x} - V_{1x}) \quad -R_x + P_1 A_1 + P_2 A_2 \cos(60) = -\rho Q V_2 \cos(60) - \rho Q V_1$$

$$R_x = 100 * 10^3 * \frac{\pi * 0.3^2}{4} + 66.87 * 10^3 * \frac{\pi * 0.2^2}{4} * 0.50 + 1000 * 0.283 * 9.0 * 0.50 + 1000 * 0.283 * 4.0$$

$$R_x = 7068.58 + 1050.39 + 1273.5 + 1132 = 10525 \text{ N} = 10.53 \text{ kN}$$

y doğrultusunda: $\sum F_y = \rho Q (V_{2y} - V_{1y})$ $-R_y + P_2 A_2 \sin(60) = -\rho Q V_2 \sin(60) = 0$

$$R_y = 66.87 * 10^3 * \frac{\pi * 0.2^2}{4} * 0.866 + 1000 * 0.283 * 9.0 * 0.866 = 1819.3 + 2205.70$$

$$R_y = 4025 \text{ N} = 4.03 \text{ kN}$$

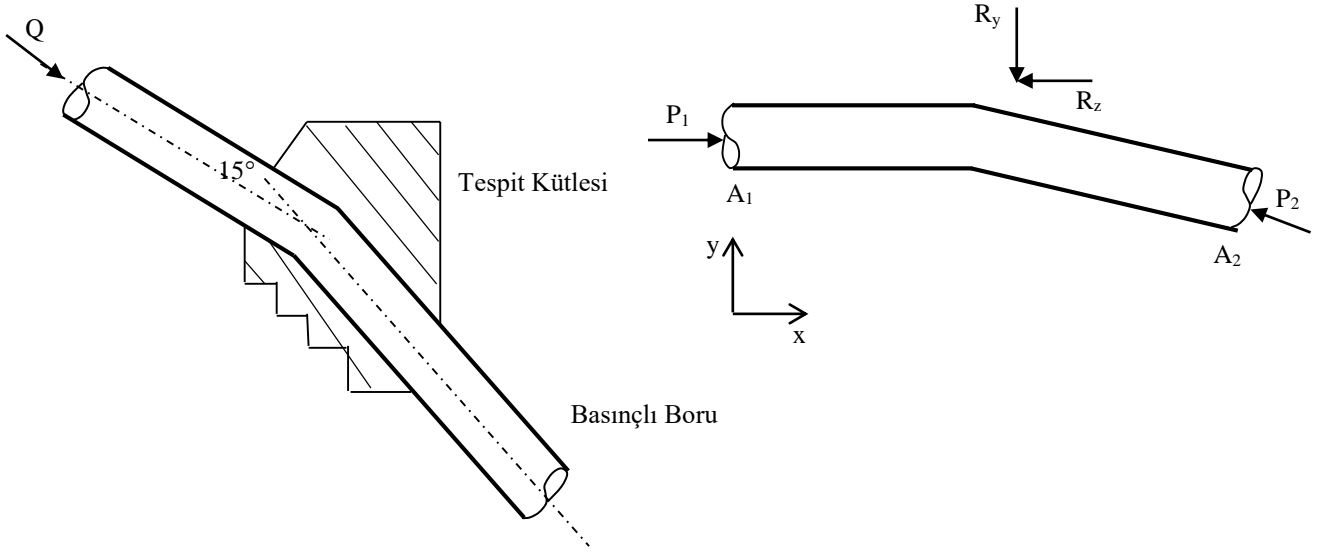
Bileşke kuvvet: $R = \sqrt{10.53^2 + 4.03^2} = 11.28 \text{ kN}$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.11 (İlgaz ve Ark., 2013)

Bir hidroelektrik santralde basınçlı borunun çapı $D=2.5\text{m}$ ve debisi $Q=16\text{m}^3/\text{s}$ dir. Basınçlı borunun kırık noktasında $h=30.0\text{ m}$ su sütunu basınç varken bu kırık noktasındaki tespit noktasına gelen itki kuvvetini bulunuz.



$$P = \gamma h = 10000 * 30 = 300000 \text{ Pa} = 300 \text{ kPa}$$

$$A = \frac{\pi 2.5^2}{4} = 4.91 \text{ m}^2$$

$$Q = VA \Rightarrow V = \frac{Q}{A} = \frac{16}{4.91} = 3.26 \text{ m/s}$$

$$\sum F_x = 0 \quad -R_x + P_1 A_1 - P_2 A_2 \cos \alpha = \rho Q (V_2 \cos \alpha - V_1)$$

$$R_x = 300 * 10^3 * 4.91 - 300 * 10^3 * 4.91 * \cos(15) - 1000 * 16 * 3.26 * \cos(15) + 1000 * 16 * 3.26$$
$$R_x = 51970 \text{ N} = 51.97 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0 \quad -R_y + P_2 A_2 \sin \alpha = \rho Q (-V_2 \sin \alpha - 0)$$

$$R_y = 300 * 10^3 * 4.91 * \sin(15) + 1000 * 16 * 3.26 * \sin(15)$$

$$R_y = 394740 \text{ N} = 394.74 \text{ kN}$$

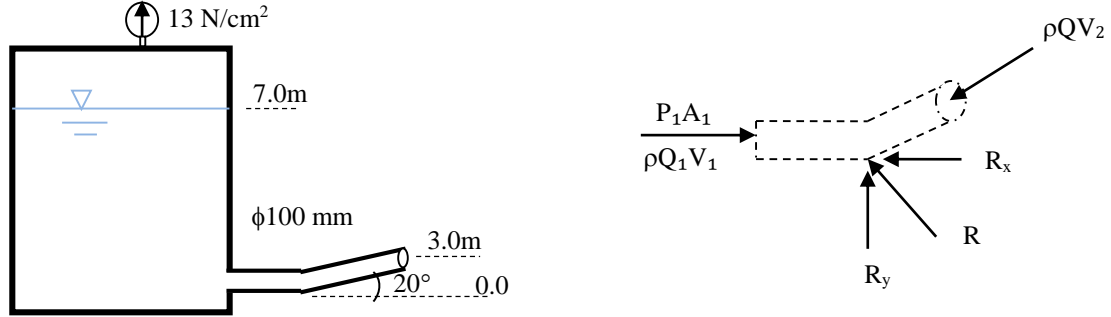
$$R = \sqrt{51.97^2 + 394.74^2} \Rightarrow R = 398.15 \text{ kN}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.12 (Yüksel, 2008)

Şekilde görülen sistemde dirseğe gelecek kuvveti hesaplayınız.



Dirsek ile borunun çıkışı arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 \quad V_1=V_2, z_1=0, z_2=3, P_2/\gamma=0$$

$$\frac{P_1}{\gamma} = 3 \text{ mss} \Rightarrow P_1 = 30000 \text{ N/m}^2$$

Hazne su seviyesi ile boru çıkışı arasında Bernoulli denklemi:

$$\text{Su seviyesi: } h = \frac{P}{\gamma} = \frac{13 \cdot 10^4}{10000} = 13 \text{ mss} \quad \text{Hayali su seviyesi kotu} = 7 + 13 = 20 \text{ m}$$

$$\frac{V_0^2}{2g} + \frac{P_0}{\gamma} + z_0 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 \Rightarrow 20 = \frac{V_2^2}{2g} + 3 \Rightarrow V_2 = 18.4 \text{ m/s}$$

$$\text{Süreklilik denklemi: } Q = VA = 18.4 \cdot \frac{\pi \cdot 0.1^2}{4} = 0.144 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{x doğrultusu için momentum denklemi: } \sum F_x = 0 \quad -R_x + P_1A_1 = \rho Q(V_2 \cos \alpha - V_1)$$

$$R_x = 30000 \cdot \frac{\pi \cdot 0.1^2}{4} - 1000 \cdot 0.144 \cdot 18.4 \cdot \cos(20) + 1000 \cdot 0.144 \cdot 18.4 \quad R_x = 398.85 \text{ N}$$

$$\text{y doğrultusu için momentum denklemi: } \sum F_y = 0 \quad R_y = \rho Q(V_2 \sin \alpha - 0)$$

$$R_y = 1000 \cdot 0.144 \cdot 18.4 \cdot \sin(20) \Rightarrow R_y = 906.22 \text{ N}$$

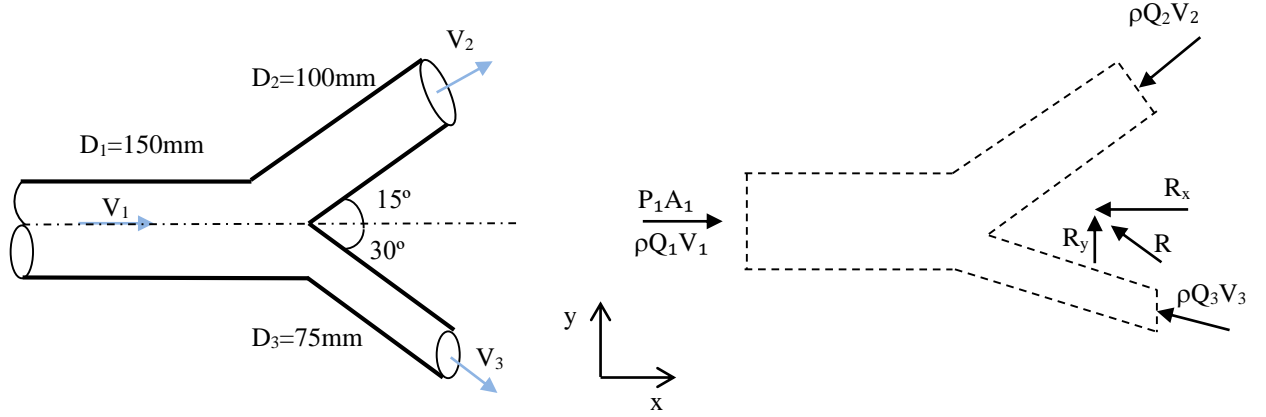
$$R = \sqrt{398.85^2 + 906.22^2} \Rightarrow R = 990.11 \text{ N}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.13 (Yüksel, 2008)

Şekildeki boru sistemine etkiyen reaksiyon kuvvetini hesaplayınız. Her iki çıkışta hızlar 12 m/s olup atmosfere açılmaktadır ve boru sistemi yatay düzlemindedir.



Süreklilik denkleminden:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \Rightarrow V_1 \cdot \frac{\pi \cdot 0.15^2}{4} = 12 \cdot \frac{\pi \cdot 0.1^2}{4} + 12 \cdot \frac{\pi \cdot 0.075^2}{4} \Rightarrow V_1 = 8.33 \text{ m/s}$$

$$Q_1 = V_1 A_1 = 8.33 \cdot \frac{\pi \cdot 0.15^2}{4} = 0.147 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q_2 = V_2 A_2 = 12 \cdot \frac{\pi \cdot 0.10^2}{4} = 0.094 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = V_3 A_3 = 12 \cdot \frac{\pi \cdot 0.075^2}{4} = 0.053 \text{ m}^3/\text{s}$$

1-2 arasında Bernoulli denklemi: $\frac{8.33^2}{19.62} + \frac{P_1}{\gamma} = \frac{12^2}{19.62} + 0$

$$\frac{P_1}{\gamma} = 3.80 \text{ m} \Rightarrow P_1 = 37.3 \text{ kPa} \quad F_1 = P_1 A_1 = 37306 \cdot \frac{\pi \cdot 0.15^2}{4} = 659.3 \text{ N} = 0.66 \text{ kN}$$

İmpuls momentum denkleminden:

$$\sum F_x = 0 \quad -R_x + P_1 A_1 + \rho Q_1 V_1 - \rho Q_2 V_2 \cos(15) - \rho Q_3 V_3 \cos(30) = 0$$

$$R_x = 659.3 + 1000 \cdot 0.147 \cdot 8.33 + 1000 \cdot 0.094 \cdot 12 \cdot \cos(15) - 1000 \cdot 0.053 \cdot 12 \cdot \cos(30) = 242 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 \quad R_y - \rho Q V_2 \sin(15) + \rho Q V_3 \sin(30)$$

$$R_y = 1000 \cdot 0.094 \cdot 12 \cdot \sin(15) - 1000 \cdot 0.053 \cdot 12 \cdot \sin(30) = -27 \text{ N}$$

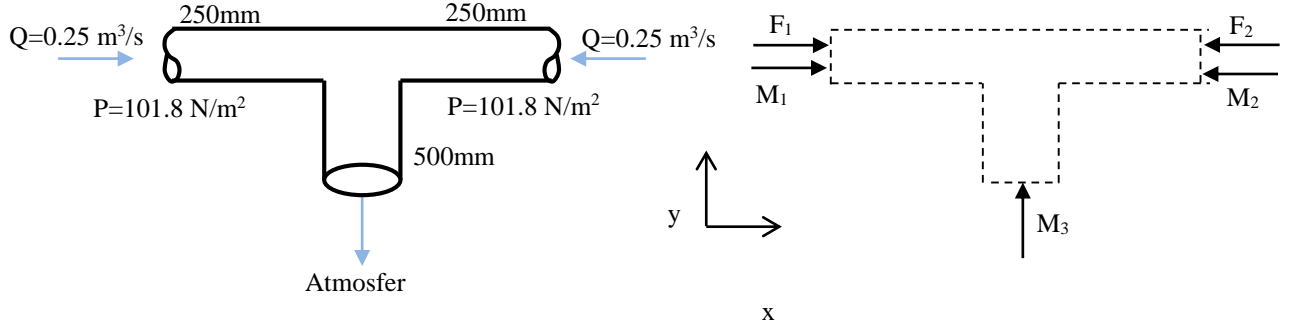
$$R = \sqrt{242^2 + (-27)^2} \Rightarrow R = 244 \text{ N}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.14 (Yüksel, 2008)

Şekilde görülen ve su ileten yatayda bulunan dirseğe tesir edecek kuvvetleri hesaplayınız.



$$Q_3 = Q_1 + Q_2$$

$$Q_3 = 0.25 + 0.25 = 0.50 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$V_3 = \frac{Q_3}{A_3} = \frac{0.5 * 4}{\pi * 0.5^2} = 2.546 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$V_1 = V_2 \quad A_1 = A_2 \quad Q_1 = Q_2 \quad M_1 = M_2 \quad P_1 = P_2 \quad F_1 = F_2$$

İmpuls momentum denklemi x doğrultusu için:

$$\sum F_x = 0 \quad -R_x + \rho \frac{Q}{2} V_1 + P_1 A_1 - \rho \frac{Q}{2} V_2 - P_2 A_2$$

$$R_x = 0$$

İmpuls momentum denklemi y doğrultusu için:

$$\sum F_y = 0 \quad -R_y + \rho Q V_3 = 0$$

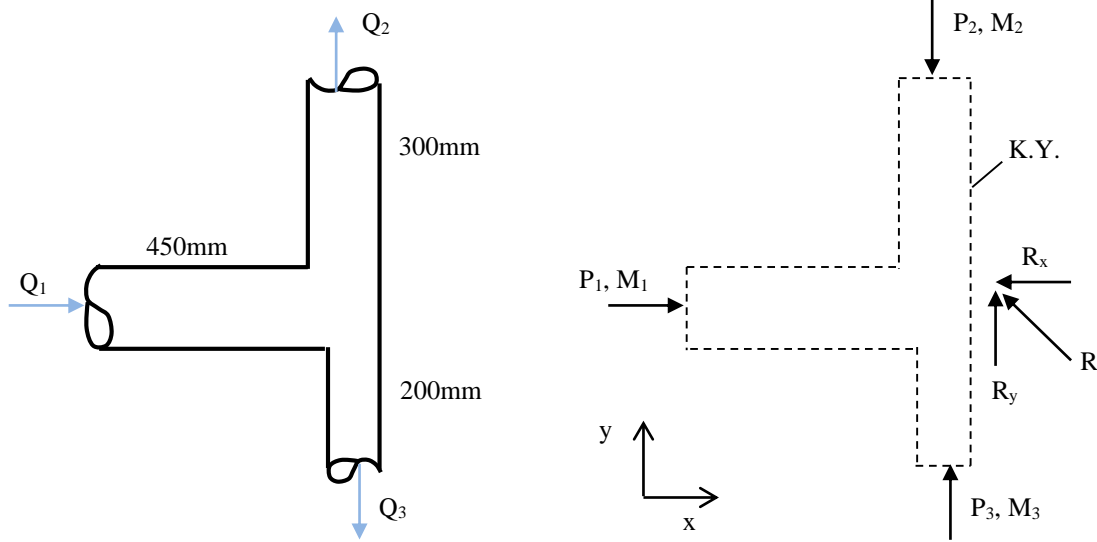
$$R_y = 1000 * 2.546 * 0.5 = 1298.46 \text{ N}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.15

Şekildeki yatay düzlemde bulunan T şeklindeki Boru içindeki su akımında (1) kesitinde akımın debisi $Q_1=0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ ve rölatif basınç $P_1= 500 \text{ kN/m}^2$ dir. (2) kesitinde akımın debisi $Q_2=0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ olduğuna göre, akışkanı ideal kabul ederek, akışkanın T boru parçasına etkittiği bileşke kuvveti ve yönünü hesaplayınız.



Süreklilik denklemi:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \Rightarrow Q_3 = Q_1 - Q_2 \Rightarrow Q_3 = 0.3 - 0.15 = 0.15 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{0.3 \cdot 4}{\pi \cdot 0.45^2} = 1.89 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{0.15 \cdot 4}{\pi \cdot 0.30^2} = 2.12 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_3 = \frac{Q_3}{A_3} = \frac{0.15 \cdot 4}{\pi \cdot 0.20^2} = 4.78 \text{ m}^3/\text{s}$$

Enerji denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} = \frac{V_3^2}{2g} + \frac{P_3}{\gamma}$$

1 ve 2 kesitleri arasında Enerji denklemi:

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

$$\frac{P_2}{\gamma} = \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} = \frac{500000}{10000} + \frac{1.89^2 - 2.12^2}{19.62} = 49.95\text{m} \Rightarrow P_2 = 49.95 * 10^4 \text{ Pa} = 499.5\text{kPa}$$

1 ve 3 kesitleri arasında Enerji denklemi:

$$\frac{P_3}{\gamma} = \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2 - V_3^2}{2g} = \frac{500000}{10000} + \frac{1.89^2 - 4.78^2}{19.62} = 49.02\text{m} \Rightarrow P_3 = 49.02 * 10^4 \text{ Pa} = 490\text{kPa}$$

x doğrultusunda K.Y. etki eden kuvvet:

$$F_x = P_1 A_1 = 500 * \frac{\pi * 0.45^2}{4} = 79.52\text{kN}$$

y doğrultusunda K.Y. etki eden kuvvetler:

$$F_{y3} = P_3 A_3 = 490 * \frac{\pi * 0.20^2}{4} = 15.39\text{kN}$$

$$F_{y2} = P_2 A_2 = 499.5 * \frac{\pi * 0.30^2}{4} = 35.31\text{kN}$$

x doğrultusunda momentum denklemi:

$$\sum F_x = 0 \quad -R_x + P_1 A_1 - \rho Q_1 V_1 = 0$$

$$R_x + 79.52 - 0.3 * 1.89 = 79.53 - 0.57 = 78.96\text{kN}$$

y doğrultusunda momentum denklemi:

$$\sum F_y = 0 \quad R_y - P_2 A_2 - \rho Q_2 V_2 + P_3 A_3 + \rho Q_3 V_3 = 0$$

$$R_y = 35.31 + 0.15 * 2.12 - 15.39 - 0.15 * 4.78 = 19.52\text{kN}$$

Bileşke kuvvet:

$$R = \sqrt{78.96^2 + 19.52^2} \Rightarrow R = 81.34\text{kN}$$

Bileşke kuvvetin x eksenine ile yaptığı açı:

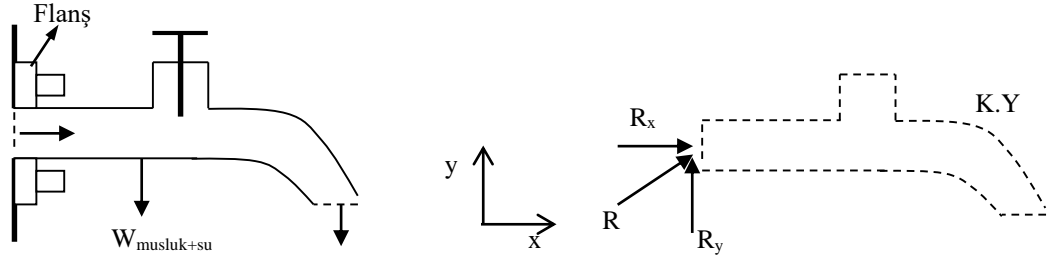
$$\tan \theta = \frac{R_y}{R_x} = \frac{19.52}{78.96} = 0.247 \Rightarrow \theta = 13.87^\circ$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.16 (Çengel ve Cimbala, 2008)

Şekilde görülen flanşlı musluktan 70 lt/dak debiyle su akmaktadır. Flanşın bulunduğu bölümde borunun iç çapı 19.8mm, bu noktada ölçülen basınç 89.63 kPa ve musluk+içerisindeki suyun ağırlığı 56.94 N olduğuna göre flanşa etki eden net kuvveti hesaplayınız.



$$Q = 70 \text{ lt/dak} = \frac{70}{1000 \cdot 60} = 0.00117 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0.0198^2}{4} = 0.00031 \text{ m}^2$$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow V_1 = V_2 = \frac{Q}{A} = \frac{0.00117}{0.00031} = 3.77 \text{ m/s}$$

$$m = \rho Q = 1000 \cdot 0.00117 = 1.17 \text{ kg/s}$$

$$\sum F_x = \rho Q (V_{2x} - V_{1x}) \Rightarrow R_x + P_1 A_1 = \rho Q (0 - V_{1x})$$

$$R_x = -P_1 A_1 - \rho Q V_{1x}$$

$$R_x = -89630 \cdot 0.00031 - 1.17 \cdot 3.77 = -32.2 \text{ N}$$

$$\sum F_y = \rho Q (V_{2y} - V_{1y}) \Rightarrow R_y - W_{\text{musluk+su}} = \rho Q (-V_{2y} - 0)$$

$$R_y = -\rho Q V_{2y} + W_{\text{musluk+su}}$$

$$R_y = -1.17 \cdot 3.77 + 56.94 = 52.5 \text{ N}$$

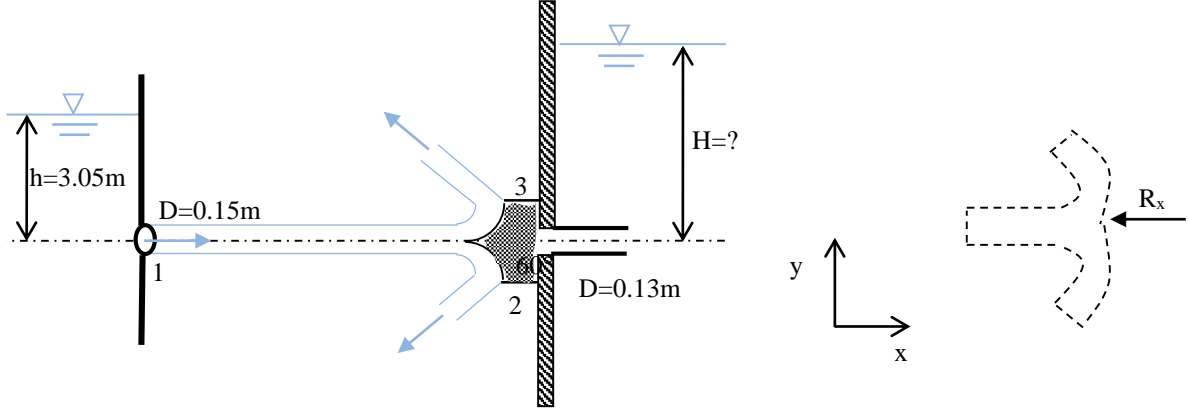
$$R = \sqrt{(-32.2)^2 + 52.5^2} \Rightarrow R = 61.6 \text{ N}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.17 (Sığiner ve Sümer, 1980)

Şekildeki 2-3 kapağında su sızması için gerekli minimum H yüksekliği ne olmalıdır.



(1) deki su hızı ve debi:

$$V = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 * 9.81 * 3.05} = 7.74 \text{ m/s}$$

$$Q = VA = 7.74 * \frac{\pi * 0.15^2}{4} = 0.137 \text{ m}^3 / \text{s}$$

(2)-(3) kapağının hemen yakınından 1-2 ve 1-3 arasında Bernoulli denkleminin uygulanması ile 2 ve 3 kollarındaki su hızları V olarak elde edilir. Kapağın kontrol yüzeyine etki ettirdiği kuvvet:

$$\sum F_x = \rho Q(V_{2x} - V_{1x}) \Rightarrow -R_x = \rho Q(-V_{2x} - V_{1x})$$

$$R_x = \rho Q(V \cos(60) + V) \Rightarrow R_x = 1000 * 0.137 * 7.74 * (\cos(60) + 1)$$

$$R_x = 1590.57 \text{ N}$$

Sağdaki tanktan 2-3 kapağına etkiyen ortalama basınç $P = \gamma H$, ve 0.13m çapındaki deliğe gelen basınç kuvvet:

$$P = \gamma H \frac{\pi D^2}{4} = 9810 * H \frac{\pi * 0.13^2}{4} = 130.21H$$

Su jetinin kapağa tesir ettirdiği kuvvet, R_x 'e eşit ve sağa doğrudur. Kapaktan su sızması için R_x , P'den büyük veya eşit olmalıdır:

$$R_x = P$$

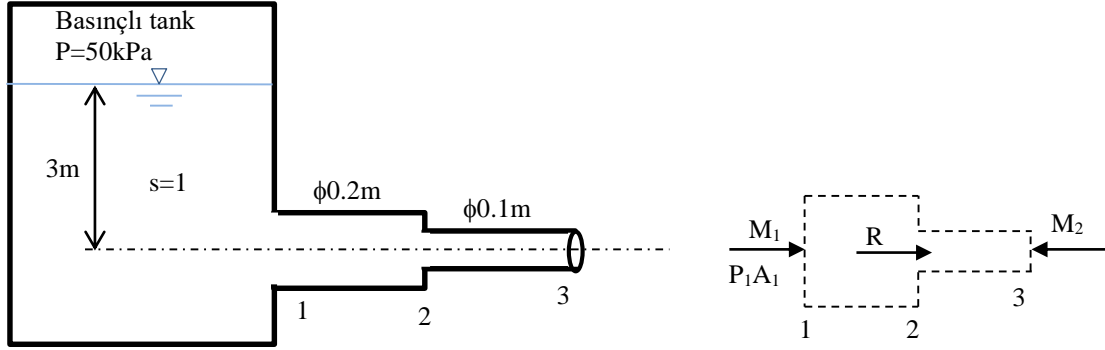
$$1590.57 = 130.21H \quad H = 12.22 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.18 (İlgaz ve Ark. 2013)

Çok geniş ve kapalı bir tankta su ve basınçlı hava bulunmaktadır. Tanktaki hava basıncı 50kPa olduğuna göre kesit değişimi olan bölgeye (2 kesiti) akımın uyguladığı kuvvetin şiddeti doğrultusu ve yönünü belirleyiniz.



Tanktaki basınç: $P=50000\text{Pa}$, Basınç yüksekliği: $h = \frac{P}{\gamma} = \frac{50000}{10000} = 5\text{m}$

Tanktaki su seviyesi ile 3 kesiti arasındaki enerji denklemi yazılırsa:

$$\frac{V^2}{2g} + \frac{P}{\gamma} + z = \frac{V_3^2}{2g} + \frac{P_3}{\gamma} + z_3 \quad 0 + 5 + 3 = \frac{V_3^2}{2g} + 0 + 0$$

$$V_3 = \sqrt{19.62 \cdot 8} = 12.53\text{m/s}$$

$$Q = V_3 A_3 = 12.53 \cdot \frac{\pi \cdot 0.1^2}{4} = 0.0984\text{m}^3/\text{s}$$

$$V = \frac{Q}{A_2} = \frac{0.0984 \cdot 4}{\pi \cdot 0.2^2} = 3.13\text{m/s}$$

$$\frac{V_2^2}{2g} = \frac{3.13^2}{19.62} = 0.5\text{m}$$

$$\frac{P_1}{\gamma} = 7.5\text{m} \Rightarrow P_1 = 7.5 \cdot 10^4\text{Pa} \quad P_1 A_1 = 7.5 \cdot 10^4 \cdot \frac{\pi \cdot 0.2^2}{4} = 2356.2\text{N}$$

$$M_1 = \rho Q V_1 = 1000 \cdot 0.0984 \cdot 3.13 = 308\text{N}$$

$$M_2 = \rho Q V_2 = 1000 \cdot 0.0984 \cdot 12.53 = 1233\text{N}$$

X doğrultusunda momentum denklemi:

$$P_1 A_1 + M_1 - M_2 + R = 0 \quad R = M_2 - P_1 A_1 - M_1$$

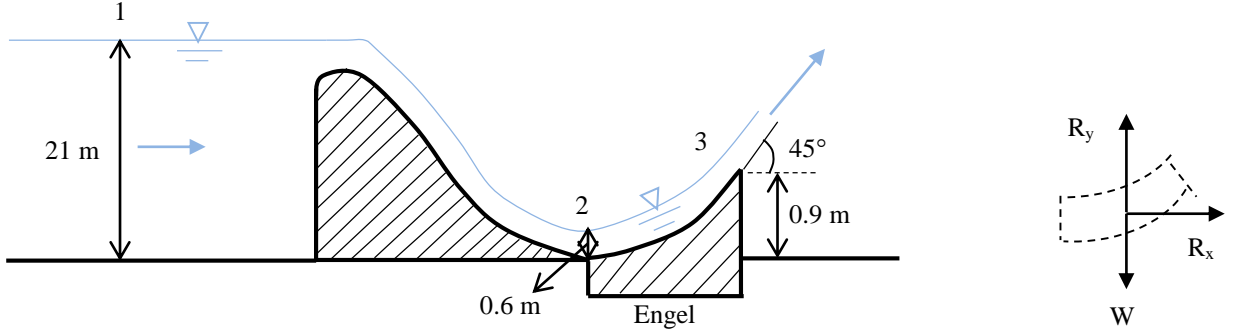
$$R = 1233 - 2356.2 - 308 = -1431.2\text{N}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.19 (Sığiner ve Sümer, 1980)

Şekildeki sistemde, 2 ve 3 kesitlerindeki hızları ve debiyi bulunuz, Engele gelen kuvvetin yatay ve düşey bileşenlerini ve yönlerini bulunuz, 2 ve 3 kesitleri arasında kalan suyun ağırlığı $W=0.27$ tondur.



1-2 arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 \Rightarrow V_2 = \sqrt{2g(z_1 - z_2)} = \sqrt{19.62 * (21.0 - 0.6)} \Rightarrow V_2 = 20 \text{ m/s}$$

Buradan debi: $q = 0.6 * 20 = 12 \text{ m}^3/\text{s} - \text{m}$

2-3 arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{V_3^2}{2g} + z_3 \Rightarrow V_3 = \sqrt{V_2^2 + (z_2 - z_3)2g}$$

$$V_3 = \sqrt{400 + (-0.9 + 0.6) * 19.62} = 19.9 \text{ m/s} \Rightarrow V_2 \cong V_3 = V = 20 \text{ m/s}$$

$$\sum F_x = \rho Q (V_{2x} - V_{1x}) \Rightarrow V_{2x} = V \cos 45, \quad V_{1x} = V, \quad Q = q$$

$$R_x = \rho Q (V \cos(45) - V) \Rightarrow R_x = 1000 * 12 * (20 * \cos(45) - 20),$$

$$R_x = -70294.4 \text{ N} = -70.29 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = \rho Q (V_{2y} - V_{1y})$$

$$W = 0.27 * 1000 * 9.81 = 2648.7 \text{ N}, \quad V_{2y} = V \sin 45, \quad V_{1y} = 0$$

$$R_y - 2648.7 = 1000 * 12 * (20 * \sin 45 - 0) \Rightarrow R_y = 172354.3 \text{ N} = 172.35 \text{ kN}$$

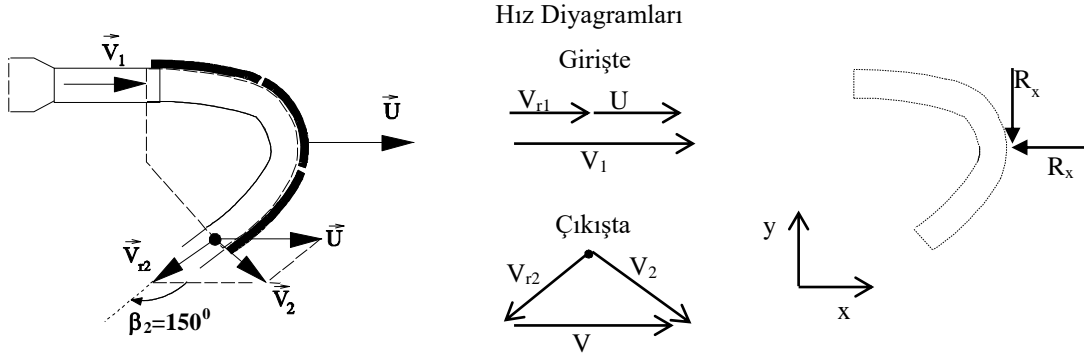
$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{70.29^2 + 172.35^2} = 186.13 \text{ kN}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

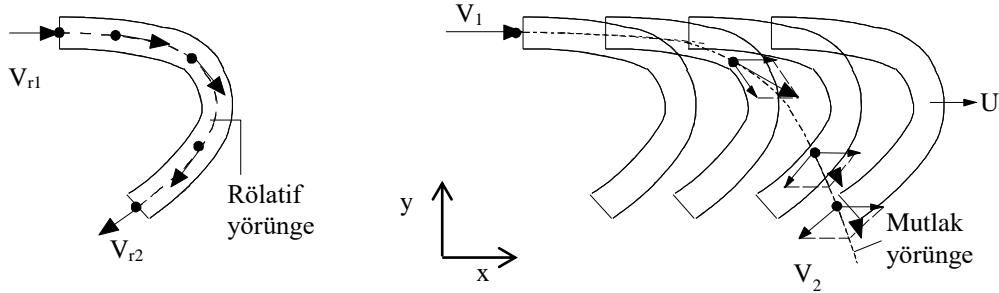
Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 5.20 (Kırkgöz, 2013)

Şekilde görüldüğü gibi hızı 40 m/s ve çapı 50 mm olan su jeti 20 m/s hızla hareketli bir kepçeye çarparak $\beta_2=150^\circ$ lik açı ile saptırılmaktadır. $V_{r2}=0.9V_{r1}$ olduğuna göre (a) suyun kepçe üzerindeki rölatif ve mutlak yörüngelerini belirleyiniz, (b) suyun bir tek kepçeye uyguladığı kuvveti ve gücü bulunuz ve (c) bir çark üzerine dizili kepçeler olması durumunda su tarafından uygulanan kuvveti ve gücü bulunuz.



(a) Suyun kepçe üzerindeki rölatif yörüngesi rölatif hız vektörünün, mutlak yörüngesi ise mutlak hız vektörünün teğet olduğu çizgiler olup aşağıda gösterilmiştir.



(b) $V_{r1} = V_1 - U = 40 - 20 = 20 \text{ m/s}$, $V_{r2} = 0.9 V_{r1} = 18 \text{ m/s}$

$$\sum F_x = \int_{K.Y.} u_{xyz} (\rho \vec{V}_{xyz} \cdot d\vec{A}) = \rho Q' (u_{r2} - u_{r1}) = \rho Q' (V_{r2} \cos \beta_2 - V_{r1})$$

$$Q' = V_{r1} A_1 = 20 * \pi * 0.05^2 / 4 = 0.0393 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$-R_x = 1000 * 0.0393 * [18 * \cos(-150) - 20] \Rightarrow R_x = 1399 \text{ N}$$

$$\sum F_y = \int_{K.Y.} v_{xyz} (\rho \vec{V}_{xyz} \cdot d\vec{A}) = \rho Q' (v_{r2} - v_{r1}) = \rho Q' (V_{r2} \sin \beta_2 - 0)$$

$$-R_y = 1000 * 0.0393 * [18 * \sin(-150) - 0] \Rightarrow R_y = 354 \text{ N}$$

Bir tek kepçeye aktarılan güç: $P = R_x U = 1399 * 20 = 27980 \text{ W}$

Bölüm 6

Gerçek Akışkanların Hareketi

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

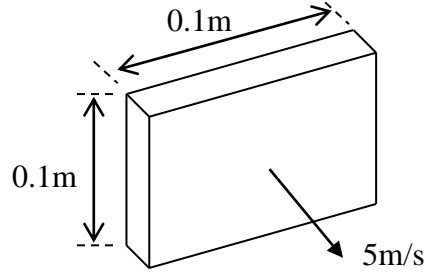
Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 6.1 (Yüksel, 2008)

0.1m*0.1m boyutlarında bir levhanın 5m/s hız ile :

a) hava içinde ($\rho=1.2 \text{ kg/m}^3$)

b) Su içinde hareket ettirilmesi durumunda maruz kalacağı kuvveti bulunuz ($C_D=1.1$)



$$F = C_D \rho V^2 \frac{A}{2}$$

a) $F = \frac{1}{2} 1.1 * 1.2 * 5^2 * (0.1 * 0.1) = 0.165 \text{ N}$

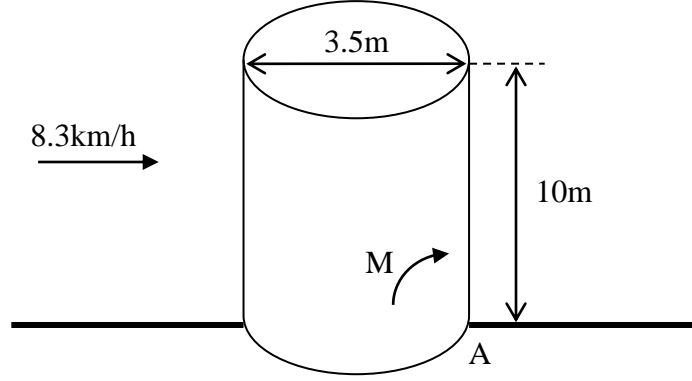
b) $F = \frac{1}{2} 1.1 * 1000 * 5^2 * (0.1 * 0.1) = 138 \text{ N}$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 6.2 (Yüksel, 2008)

Zeminden 10m yüksekliğindeki bir silo 8.3km/h hızla esen bir rüzgârın etkisinde kalmaktadır. Bu siloyu devirmeye çalışan momenti bulunuz. Silonun çapı 3.5m, $C_D=0.35$, Havanın özgül kütlesi $\rho=1.16 \text{ kg/m}^3$ tür.



$$V = 8.3 * \frac{1000}{3600} = 2.31 \text{ m/s}$$

$$F = C_D \rho V^2 \frac{A}{2}$$

$$F = \frac{1}{2} * 0.35 * 1.16 * 2.31^2 * (3.5 * 10) = 37.8 \text{ N}$$

$$M = 37.8 * \frac{10}{2} = 189 \text{ Nm}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 6.3 (Bulu, 2000)

30mm çaplı silindir bir boruda laminer akım oluşması için gereken maksimum akım debisini akışkanın su ve hava olması durumları için hesaplayınız. Laminer akımın üst sınır değeri $Re=2100$, su ve hava için kinematik viskozite $\nu_{su}=1.15*10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, $\nu_{hava}=1.37*10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ alınacaktır.

$$Re = \frac{V * D}{\nu}$$

Su için:

$$2100 = \frac{V_{su} * 0.03}{1.15 * 10^{-6}}$$

$$V_{su} = 0.0805 \text{ m/s}$$

$$Q_{su} = 0.0805 * \frac{\pi}{4} * 0.03^2 = 5.69 * 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{s}$$

Hava için:

$$2100 = \frac{V_{hava} * 0.03}{1.37 * 10^{-5}}$$

$$V_{hava} = 0.959 \text{ m/s}$$

$$Q_{hava} = 0.959 * \frac{\pi}{4} * 0.03^2 = 6.78 * 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s}$$

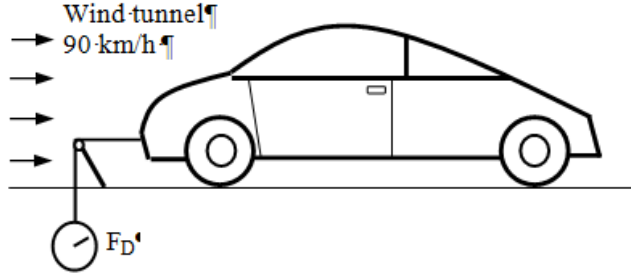
$$Q_{hava} \cong 12 Q_{su}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 6.4 (Çengel ve Cimbala, 2008)

Bir arabanın direnç katsayısı 1 atm, 21°C ve 96.56km/h lik tasarım şartlarında büyük bir rüzgar tüneline tam ölçekli bir testte deneysel olarak belirlenecektir. Arabanın yüksekliği ve genişliği sırasıyla 1.280m ve 1.615m dir. Akış yönünde araba üzerine etki eden kuvvet 302.48N olarak ölçüldüğüne göre bu arabanın direnç katsayısını bulunuz.



1atm ve 21°C de havanın yoğunluğu $\rho=1.2 \text{ kg/m}^3$

$$F = C_D \rho V^2 \frac{A}{2}$$

$$C_D = \frac{2F}{\rho A V^2}$$

Rüzgâr hızı m/s cinsinden:

$$96.56 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 96.56 * \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 26.82 \text{ m/s}$$

Araba ön bakış alanı olmak üzere

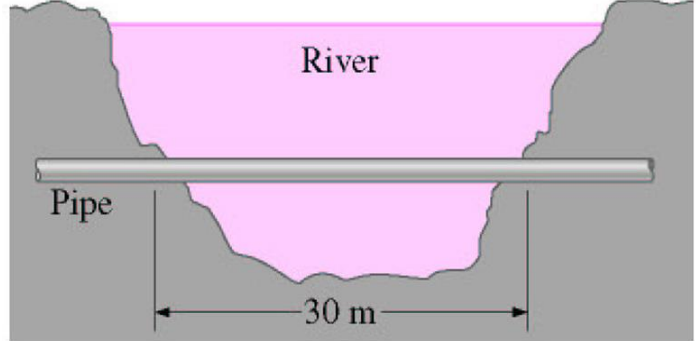
$$C_D = \frac{2 * 302.48}{1.2 * (1.280 * 1.615) * 26.82^2} = 0.34$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 6.5 (Çengel ve Cimbala, 2008)

Dış çapı 2.2m olan bir boru, 30m genişlikteki bir nehirde suya tamamen batmış bir şekilde geçmektedir. Suyun ortalama hızı 4m/s ve sıcaklığı 15°C dir. Nehrin boruya uyguladığı direnç kuvvetini bulunuz. Suyun özgül kütlesi $\rho=999.1 \text{ kg/m}^3$ ve direnç katsayısı $C_D=1.0$ alınacaktır.



$$F = C_D \rho V^2 \frac{A}{2}$$

$$F = 1.0 * 999.1 * 4.0^2 \frac{(30.0 * 0.022)}{2}$$

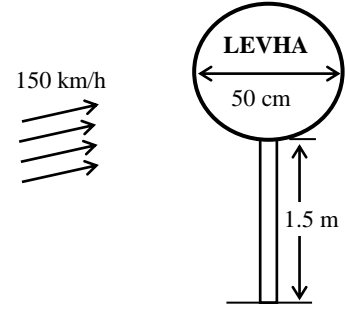
$$F=5275 \text{ N}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 6.6 (Çengel ve Cimbala, 2008)

Dairesel bir trafik işaretinin çapı 50cm olup, 10°C ve 100kPa da hızı 150 km/h e kadar çıkabilen dik rüzgârlara maruz kalmaktadır. İşaret levhası üzerine etki eden direnç kuvvetini bulunuz. Ayrıca işaret levhası direğinin zemine bağlandığı noktadaki eğilme momentini belirleyiniz. Direğin zeminden işaret levhasının altına kadar olan uzunluğu 1.5m dir. Direğin direncini göz ardı ediniz.



Dairesel levha için direnç katsayısı $C_D=1.1$ alınacaktır.

Havanın yoğunluğu 100 kPa ve 10°C=283K için, gaz sabiti $R=0.287$ kPa m³/kgK ve havanın özgül kütlesi:

$$\rho = \frac{P}{RT} = \frac{100}{0.287 * 283} = 1.231 \text{ kg/m}^3$$

$$150 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 150 * \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 41.67 \text{ m/s}$$

$$F = C_D \rho V^2 \frac{A}{2}$$

$$F = 1.1 * 1.231 * 41.67^2 \frac{(\pi * 0.5^2 / 4)}{2}$$

$$F = 231 \text{ N}$$

Eğilme momenti:

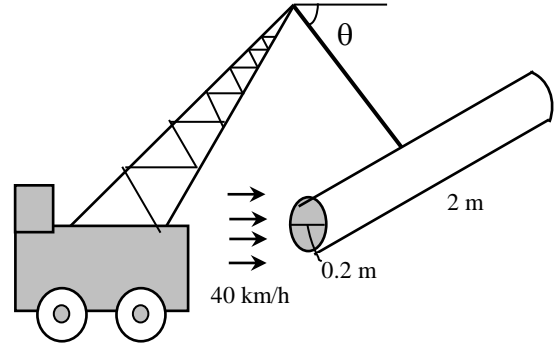
$$M_{\text{taban}} = F * L = 231 * (1.5 + 0.25) = 404 \text{ N}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 6.7 (Çengel ve Cimbala, 2008)

Uzunluğu 2m ve çapı 0.2m olan silindirik çam kütüğü (yoğunluğu =513 kg/m³) bir vinç ile yatay konumda asılı olarak tutulmaktadır. Kütük 40 km/h lik hızda, 5°C ve 88 kPa daki dik rüzgâra maruz kalmaktadır. Kablonun ağırlığını ve direncini göz ardı ederek kablounun yatayla yapacağı θ açısını ve kablodaki gerilme kuvvetini bulunuz. $C_D=1.2$, $5^\circ\text{C}=278\text{K}$, $R=0.287$ alınacaktır.



$$\rho = \frac{P}{RT} = \frac{88}{0.287 * 278} = 1.103 \text{ kg/m}^3$$

$$40 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 40 * \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 11.11 \text{ m/s}$$

$$F = C_D \rho V^2 \frac{A}{2}$$

$$F = 1.2 * 1.103 * 11.11^2 \frac{(2.0 * 0.2)}{2}$$

$$F = 32.7 \text{ N}$$

Kütüğün ağırlığı:

$$W = mg = \rho g V = \rho g \frac{\pi D^2 L}{4} = (513) * (9.81) * \frac{\pi * (0.2)^2 * (2)}{4} = 316 \text{ N}$$

Kütüğe etki eden bileşke kuvvet:

$$F_{\text{log}} = R = \sqrt{W^2 + F_D^2} = \sqrt{316^2 + 32.7^2} = 318 \text{ N}$$

Kablounun yatayla yapacağı θ açısı:

$$\tan \theta = \frac{W}{F_D} = \frac{316}{32.7} = 9.66 \rightarrow \theta = 84^\circ$$

Bölüm 7

Boru Akımları

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.1 (Kırkgöz ve ark, 1994)

Viskozitesi $\mu=0.1$ Pas ve rölatif yoğunluğu $s=0.85$ olan bir yağ uzunluğu 4000 m ve çapı $D=300$ mm olan bir font boru hattında 30 l/s lik debi ile iletiliyor. Enerji kaybını bulunuz.

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.03 \cdot 4}{\pi \cdot 0.3^2} = 0.424 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{850 \cdot 0.424 \cdot 0.3}{0.1} = 1081 < 2000 \Rightarrow \text{Laminer akım}$$

Hagen-Poiseuille denklemi kullanılarak:

$$h_s = \frac{32 \nu V L}{g D^2} = \frac{32 \cdot (0.1/850) \cdot 0.424 \cdot 4000}{9.81 \cdot 0.3^2} = 7.23 \text{ m}$$

Darcy-Weisbach denklemi kullanılarak:

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1081} = 0.059$$

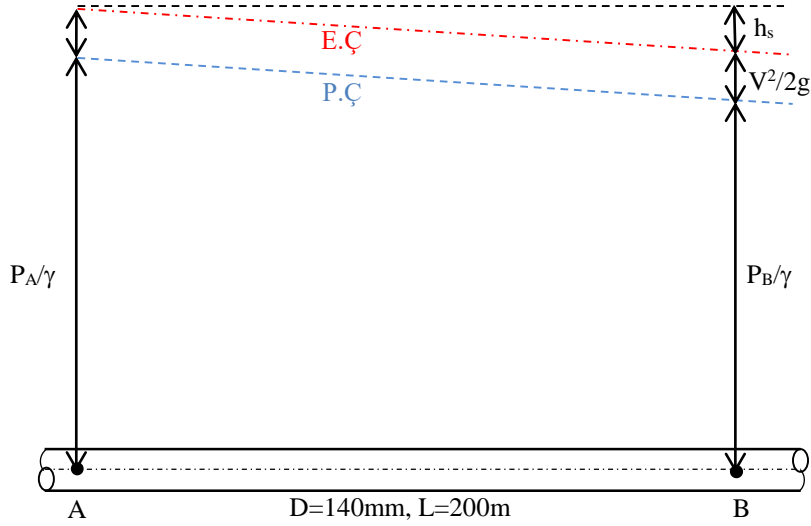
$$h_s = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = 0.059 \frac{4000}{0.3} \frac{0.424^2}{19.62} = 7.21 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.2 (Kırkgöz ve ark, 1994)

$s=0.9$ ve $\nu=300 \text{ mm}^2/\text{s}$ olan bir yağ $D=140 \text{ mm}$ lik çelik boru ile iletiliyor. Boru hattının 200 m lik bir yatay kısmının A ve B uçlarındaki basınç yükseklikleri 80 m ve 50 m dir. Akımın debisini bulunuz.



A ve B noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\gamma} + z_B + h_s, \quad V_A = V_B = V, \quad z_A = z_B$$

$$\frac{p_A}{\gamma} - \frac{p_B}{\gamma} = h_s \Rightarrow 30 = \lambda \frac{200}{0.14} \frac{V^2}{2g}$$

Akımın laminar olduğu kabul edilirse:

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}} = \frac{64 \nu}{V * 0.14}$$

$$30 = \frac{64 * 300 * 10^6}{V * 0.14} \frac{200}{0.14} \frac{V^2}{2g} \Rightarrow V = 3.00 \text{ m/s}$$

$$\text{Re} = \frac{3 * 0.14}{300 * 10^6} = 1400 < 2000 \Rightarrow \text{Laminer akım}$$

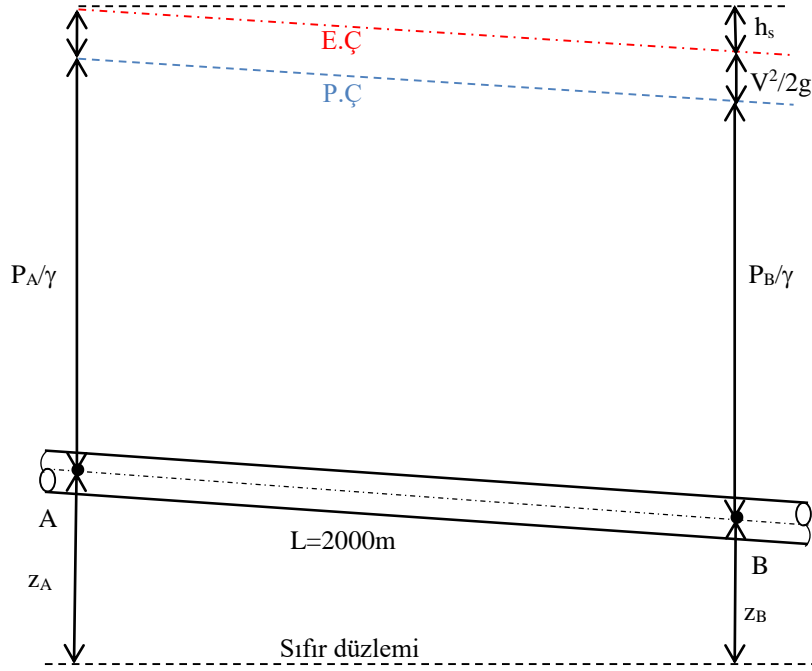
$$Q = 3 * \frac{\pi * 0.14^2}{4} = 0.046 \text{ m}^3/\text{s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.3 (Kırkgöz ve ark, 1994)

Şekilde görülen boru hattında $Q=0.025 \text{ m}^3/\text{s}$ debi ile $s=0.9$ ve $\nu=200 \text{ mm}^2/\text{s}$ olan bir yağ iletilmektedir. Borunun 2000 m uzunluğundaki bir kısmının uçlarında basınç yükseklikleri $p_A/\gamma=90 \text{ m}$ ve $p_B/\gamma=55 \text{ m}$, yersel yükseklikler ise $z_A=65 \text{ m}$ ve $z_B=60 \text{ m}$ dir. Boru çapını bulunuz.



A ve B noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\gamma} + z_B + h_s, \quad V_A = V_B = V$$

$$90 + 65 = 55 + 60 + h_s \quad \Rightarrow \quad h_s = 40 \text{ m}$$

$$h_s = \frac{32 \nu V L}{g D^2} = 40, \quad V = \frac{Q}{A} = \frac{0.025 \cdot 4}{\pi \cdot D^2} = \frac{0.0318}{D^2}$$

$$\frac{32 \cdot 200 \cdot 10^6 \cdot 0.0318 \cdot 2000}{9.81 \cdot D^4} = 40 \quad \Rightarrow \quad D = 0.18 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad D = 180 \text{ mm}$$

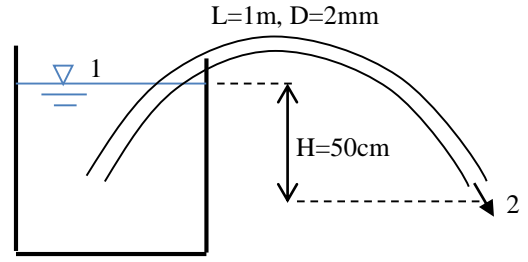
$$V = \frac{Q}{A} = 0.98 \text{ m/s}, \quad Re = \frac{980 \cdot 180}{200} = 882 < 2000 \quad \Rightarrow \quad \text{Laminer akım}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.4 (White, 2009)

Şekilde görüldü gibi bir depodan su $L=1\text{m}$ ve $D=2\text{mm}$ olan hortum ile sifonlanıyor. Akımın laminar olması için gerekli hız ve bu durumda borudan bir saatte geçen debiyi bulunuz. Akımın laminar olduğunu gösteriniz. $\rho=998\text{ kg/m}^3$. $\mu=0.001\text{ kg/m s}$.



1 ve 2 noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_s$$

$$z_1=H, z_2=0, P_1/\gamma=0, P_2/\gamma=0, V_1=0$$

$$H = \frac{V^2}{2g} + h_s$$

$$h_s = \frac{32\mu L}{\rho g D^2} V$$

$$H = \frac{V^2}{2g} + \frac{32\mu L}{\rho g D^2} V$$

$$0.5 = \frac{V^2}{2 \cdot 9.81} = \frac{32 \cdot 0.001 \cdot 1.0 \cdot V}{998 \cdot 9.81 \cdot 0.002^2}$$

$$V=0.590\text{ m/s}$$

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (0.002)^2 \cdot (0.590) = 1.85 \cdot 10^{-6}\text{ m}^3/\text{s} = 0.0067\text{ m}^3/\text{saat}$$

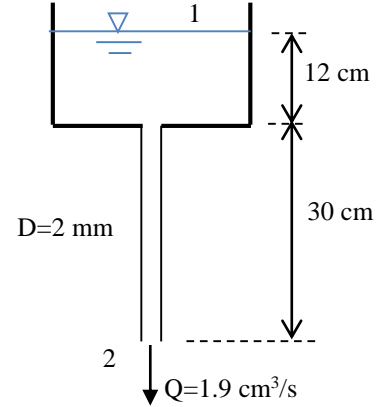
$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{998 \cdot 0.590 \cdot 0.002}{0.001} = 1189 \Rightarrow \text{Laminer Akım}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.5 (White, 2009)

Şekilde görülen sistemden rölatif özgül kütlesi $s=0.95$ olan sıvı $1.9 \text{ cm}^3/\text{s}$ debi ile akmaktadır. Sistemden geçen akışkanın viskozitesini bulunuz. Akımın laminar veya türbülanslı olduğunu belirleyiniz.



$$Q=1.9 \text{ cm}^3/\text{s}= 1.9*10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q*4}{\pi D^2} = \frac{1.9*10^{-6} * 4}{3.14*(2*10^{-3})^2} = 0.605 \text{ m/s}$$

$$\rho = s*\rho_{su} = 0.95*1000 = 950 \text{ kg/m}^3$$

1-2 arası Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_s$$

$$0+0+0.42 = \frac{0.605^2}{19.62} + 0+0 + \frac{32\mu*0.3*0.605}{950*9.81*(0.002)^2}$$

$$0.401 = \frac{5.81\mu}{0.037}$$

$$\mu = \frac{0.015}{5.81} = 0.00255 \text{ Pa.s}$$

$$Re = \frac{\rho VD}{\mu} = \frac{950*0.605*0.002}{0.00255} = 450 < 2000$$

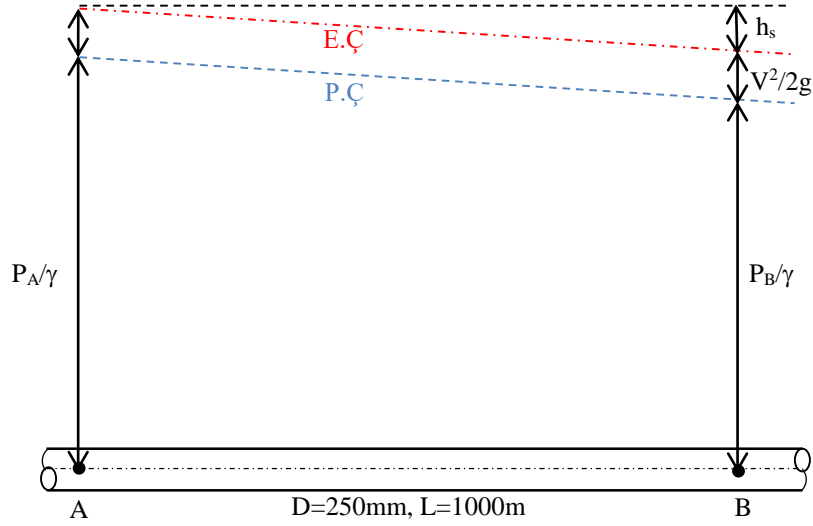
Akım laminar

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.6 (Kırkgöz ve ark, 1994)

Çapı $D=250$ mm olan asbestli çimento boru (AÇB) ile 0.15 m³/s debili su iletilmektedir. Boru hattının 1000 m uzunluğunda oluşacak enerji kaybını bulunuz. $\nu = 1.14$ mm²/s, $k=0.025$ mm.



$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.15 \cdot 4}{\pi \cdot 0.25^2} = 3.06 \text{ m/s}$$

$$\left. \begin{array}{l} Re = 3060 \cdot 250 / 1.14 = 671053 \\ k/D = 0.025 / 250 = 0.0001 \end{array} \right\} \text{Moody: } \lambda = 0.014$$

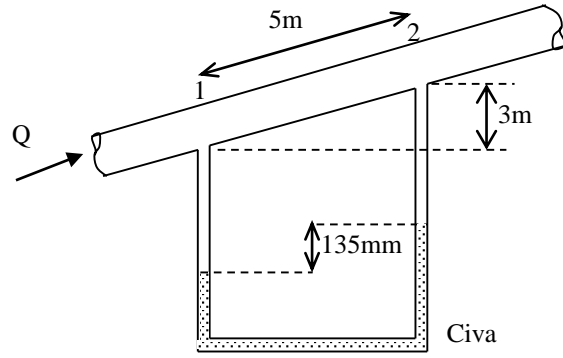
$$h_s = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = 0.014 \frac{1000}{0.25} \frac{3.06^2}{19.62} = 26.73 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.7 (White, 2009)

Şekildeki sistemde su yukarı doğru 4 m/s hız ile 6 cm çaplı boruda akmaktadır. Boruya bağlı civalı manometredeki sapma 135 mm olduğuna göre, (a) 1 ve 2 noktaları arasındaki basınç farkını ($P_1 - P_2$) bulunuz, (b) 1 ve 2 noktaları arasındaki yük kaybını hesaplayınız, Boruya ait sürtünme katsayısını (λ) bulunuz.



$$a) \quad p_1 + \gamma_s h - \gamma_c * 0.135 - \gamma_s (h - 0.135 + \Delta z) = p_2$$

$$p_1 - p_2 = \gamma_c * 0.135 - \gamma_s * 0.135 + \gamma_s * \Delta z$$

$$p_1 - p_2 = 13.6 * 9810 * 0.135 - 9810 * 0.135 + 9810 * 3$$

$$p_1 - p_2 = 46117 \text{ Pa}$$

$$b) \quad h_s = \frac{\Delta p}{\gamma_w} - \Delta z = \frac{46117}{9810} - 3 = 4.7 - 3.0 = 1.7 \text{ m}$$

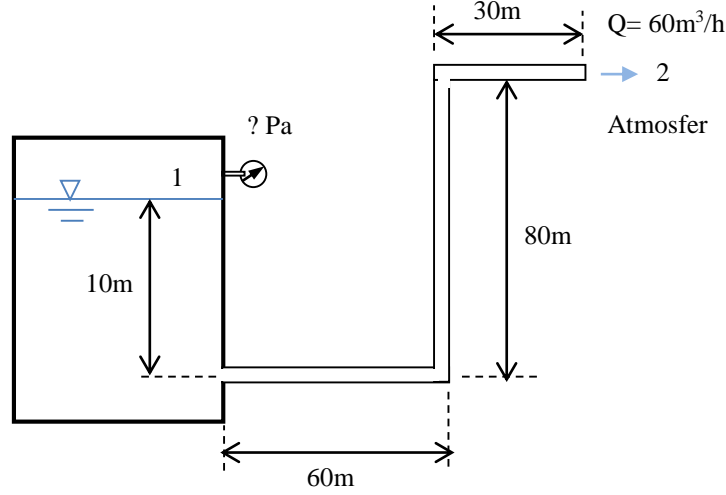
$$c) \quad \lambda = h_s \frac{D}{L} \frac{2g}{V^2} = 1.7 \frac{0.06}{5} \frac{2 * 9.81}{4^2} = 0.025$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.8 (White, 2009)

Depodan çıkan suyun debisinin $60\text{m}^3/\text{h}$ olması için depodaki basıncın değeri ne olmalıdır. Akımın laminer veya türbülanslı olduğunu belirleyiniz. Boru çapı $D=5\text{ cm}$, $\rho=1000\text{ kg/m}^3$, $\mu=0.001\text{ kg/m.s}$, $\lambda=0.0136$



$$Q = 60\text{m}^3/\text{h} = \frac{60}{3600} = 0.017\text{m}^3/\text{s}$$

$$A = \pi \frac{D^2}{4} = 3.14 \frac{(5 \cdot 10^{-2})^2}{4} = 1.96 \cdot 10^{-3}\text{m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.017}{0.00196} = 8.67\text{m/s}$$

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} = \frac{1000 \cdot 8.67 \cdot 0.05}{0.001} = 433500 > 2000$$

akım türbülanslı

1-2 arası enerji denklemi

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + h_s$$

$$0 + \frac{p_1}{\gamma} + 10 = \frac{8.67^2}{19.62} + 0 + 80 + 0.0136 \frac{170}{0.05} \frac{8.67^2}{19.62}$$

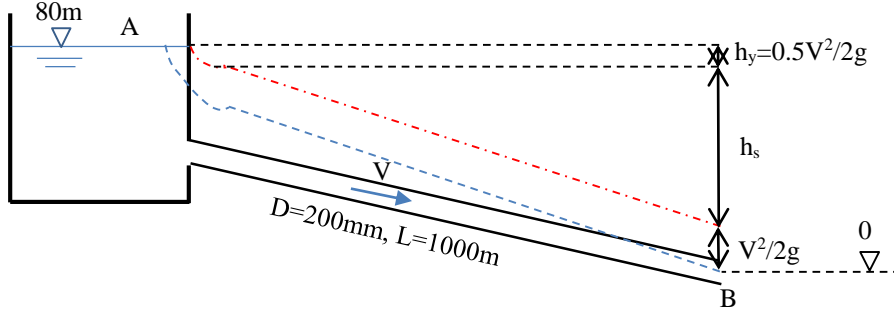
$$0 + \frac{P_1}{\gamma} + 10 = 3.83 + 0 + 80 + 177 \Rightarrow \frac{P_1}{\gamma} = 250.83\text{m} \quad P_1 = 2460642\text{Pa} = 2460.6\text{kPa}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.9 (Kırkgöz ve ark, 1994)

Şekildeki hazne font boru sisteminin B ucundan atmosfere çıkan suyun debisini bulunuz.
 $v=1.14 \text{ mm}^2/\text{s}$, $k=0.2 \text{ mm}$.



A ve B noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\gamma} + z_B + h_y + h_s$$

$$V_A \approx 0, V_B = V, p_A = p_B = 0, z_A = 80 \text{ m}, z_B = 0$$

$$80 = 0.5 \frac{V^2}{2g} + \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} + \frac{V^2}{2g}$$

$$80 = \frac{V^2}{2g} \left(1.5 + \lambda \frac{1000}{0.2} \right)$$

$$k/D = 0.2/200 = 0.001 \quad \Rightarrow \quad \lambda = 0.02 \quad (\text{İlk tahmin değeri})$$

Bernoulli denklemi $\lambda=0.02$ için çözümlerse $V=3.93 \text{ m/s}$ bulunur.

λ nın sağlaması:

$$Re = 3930 * 200 / 1.14 = 689472, k/D = 0.001 \quad \Rightarrow \quad \text{Moody: } \lambda \approx 0.02$$

Hesabın tekrarlanmasına gerek duyulmamaktadır. Buna göre debi:

$$Q = V A = 3.93 * \pi * 0.1^2 = 0.123 \text{ m}^3 / \text{s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.10 (Kırkgöz ve ark, 1994)

Problem 7.9 da debi $Q=0.123 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak verildiğine göre boru çapını bulunuz.

Bernoulli denklemi tekrar yazılırsa:

$$80 = \frac{V^2}{2g} \left(1.5 + \lambda \frac{1000}{D} \right), \quad V = \frac{0.123}{\pi D^2/4} = \frac{0.1566}{D^2}$$

$$80 = \frac{0.1566^2}{19.62 D^4} \left(1.5 + \lambda \frac{1000}{D} \right) \quad \text{veya}$$

$$D = \frac{1000 \cdot \lambda}{64004 \cdot D^4 \cdot 1.5}$$

İlk tahmin olarak $\lambda=0.019$ değeri kullanılırsa:

$$D = \frac{19}{64004 D^4 \cdot 1.5} \Rightarrow D = 0.198 \text{ m} \Rightarrow V = \frac{0.123}{\pi 0.198^2 / 4} = 4.00 \text{ m/s}$$

$$\text{Re} = 4000 \cdot 198 / 1.14 = 694737, \quad k/D = 0.2 / 198 = 0.001 \Rightarrow \text{Moody: } \lambda = 0.02$$

İkinci deneme değeri olarak $\lambda=0.02$ değeri kullanılırsa:

$$D = \frac{20}{64004 \cdot D^4 \cdot 1.5} \Rightarrow D = 0.200 \text{ m} \Rightarrow V = \frac{0.123}{\pi \cdot 0.2^2 / 4} = 3.92 \text{ m/s}$$

$$\text{Re} = 3920 \cdot 200 / 1.14 = 687719, \quad k/D = 0.2 / 200 = 0.001 \Rightarrow \text{Moody: } \lambda = 0.02$$

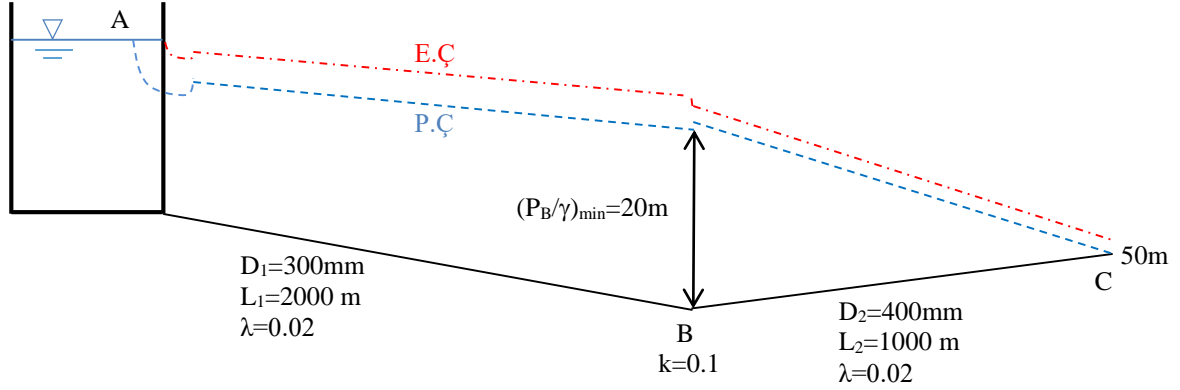
İkinci deneme değeri olan $\lambda=0.02$ hesap hassasiyeti bakımından yeterlidir ve buna göre boru çapı olarak $D=200 \text{ mm}$ bulunmuş olmaktadır.

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.11

Şekildeki hazne boru sisteminde BC borusunun debisi $Q_{BC} = 50$ lt/s dir. B noktasında minimum 20m lik basınç yüksekliği istenmektedir. A haznesinin su yüzü kotuna verilebilecek minimum değeri belirleyiniz. Yerel kayıplar dikkate alınacaktır.



BC borusunda debi belli olduğuna göre:

$$Q_{BC} = 0.05 = V_{BC} * A \Rightarrow V_{BC} = \frac{0.05 * 4}{\pi * 0.4^2} = 0.40 \text{ m/s}$$

$$h_{sBC} = \lambda \frac{L}{D} + \frac{V^2}{2g} = 0.02 \frac{1000}{0.4} \frac{0.4^2}{19.62} = 0.41 \text{ m}$$

$$(z + P/\gamma)_B = (z + P/\gamma)_C + h_{sBC} = 50 + 20 + 0.41 = 70.41 \text{ m}$$

Süreklilik Denkleminde $Q_{AB} = Q_{BC}$

$$Q_{AB} = V * A \Rightarrow V_{AB} = \frac{0.05 * 4}{\pi * 0.3^2} = 0.71 \text{ m/s}$$

$$h_{sAB} = \lambda \frac{L}{D} + \frac{V^2}{2g} = 0.02 \frac{2000}{0.3} \frac{0.71^2}{19.62} = 3.43 \text{ m}$$

$$h_{yB} = k \frac{V_{AB}^2}{2g} = 0.1 \frac{0.71^2}{19.62} = 0.003 \text{ m}$$

$$h_{yA} = k \frac{V_{AB}^2}{2g} = 0.5 \frac{0.71^2}{19.62} = 0.013 \text{ m}$$

Depo kotu:

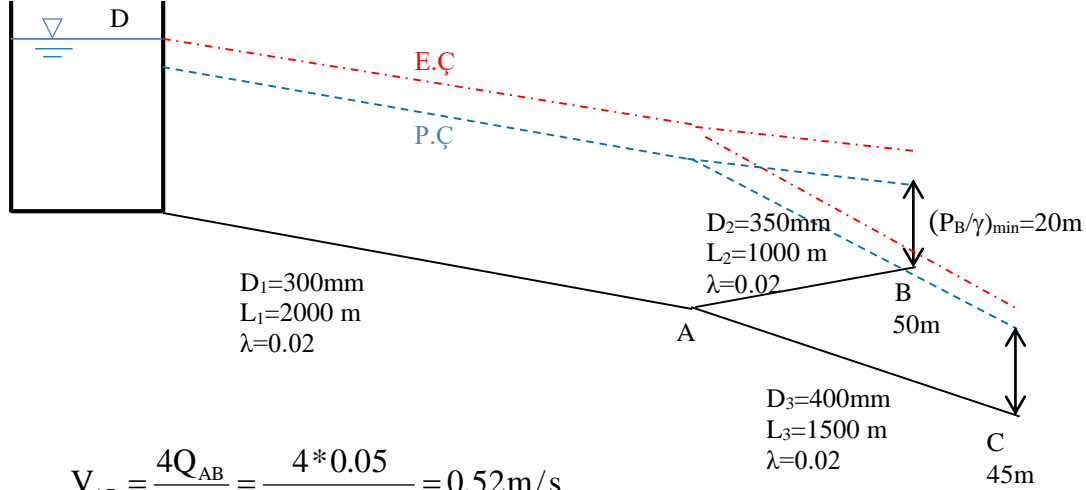
$$(z + P/\gamma)_A = (z + P/\gamma)_B + h_{sAB} + h_{yB} + h_{yA} = 70.41 + 3.43 + 0.03 + 0.013 = 73.88 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.12 (İlgaz ve ark., 2013)

Şekildeki hazne boru sisteminde AB borusunun debisi $Q_{AB} = 50 \text{ lt/s}$, AC Borusunun debisi $Q_{AC} = 80 \text{ lt/s}$ dir. B ve C noktalarında minimum 20 m lik basınç yüksekliği istendiğine göre D haznesine verilmesi gereken minimum kotu belirleyiniz, yerel kayıplar ihmal edilecek.



$$V_{AB} = \frac{4Q_{AB}}{\pi D_{AB}^2} = \frac{4 \cdot 0.05}{3.14 \cdot 0.35^2} = 0.52 \text{ m/s}$$

$$h_{sAB} = \lambda \frac{L}{D} + \frac{V^2}{2g} = 0.02 \frac{1000 \cdot 0.52^2}{0.35 \cdot 19.62} = 0.79 \text{ m}$$

$$(z + P/\gamma)_A = (z + P/\gamma)_B + h_{sAB} = 50 + 20 + 0.79 = 70.79 \text{ m}$$

$$V_{AC} = \frac{4Q_{AC}}{\pi D_{AC}^2} = \frac{4 \cdot 0.08}{3.14 \cdot 0.4^2} = 0.64 \text{ m/s}$$

$$h_{sAC} = \lambda \frac{L}{D} + \frac{V^2}{2g} = 0.02 \frac{1500 \cdot 0.64^2}{0.4 \cdot 19.62} = 1.57 \text{ m}$$

$$(z + P/\gamma)_A = (z + P/\gamma)_C + h_{sAC} = 45 + 20 + 1.57 = 66.57 \text{ m}$$

Piyezometre kotu yüksek olan 70.79m esas alınır, minimum basınç sağlanır.;

$$(P/\gamma)_C = (z + P/\gamma)_A - h_{sAC} - z_C = 70.79 - 1.57 - 45 = 24.22 \text{ m}$$

Depo kotu:

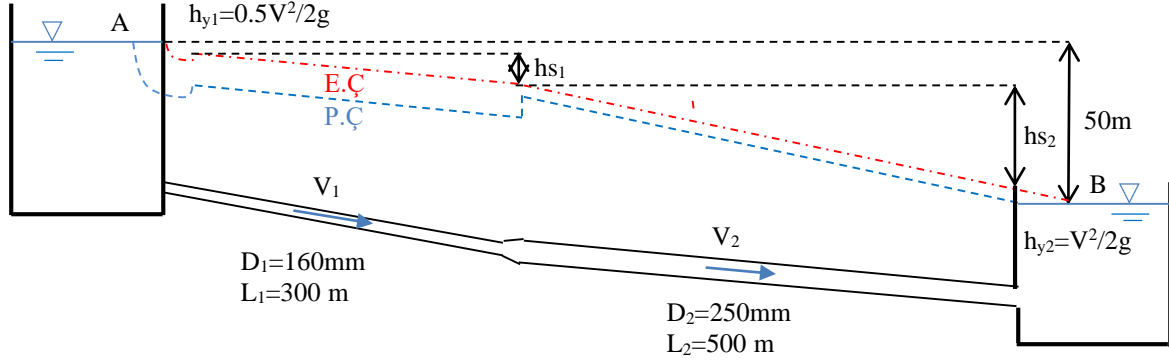
$$(z)_D = (z + P/\gamma)_A + h_{sAD} = 70.79 + 23 = 93.798 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.13 (Kırkgöz ve ark, 1994)

Şekilde görülen iki hazne seri bağlı plastik (PVC) boru ile birleştirilmiştir. Boru birleşim noktasında yerel kaybı ihmal ederek akımın debisini bulunuz. $v=1.14 \text{ mm}^2/\text{s}$, $k=0.007 \text{ mm}$.



A ve B noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\gamma} + z_B + h_{y1} + h_{s1} + h_{s2} + h_{y2}$$

$$V_A = V_B \approx 0, \quad p_A = p_B = 0, \quad z_A = 50\text{m}, \quad z_B = 0$$

$$50 = 0.5 \frac{V_1^2}{2g} + \lambda_1 \frac{L_1}{D_1} \frac{V_1^2}{2g} + \lambda_2 \frac{L_2}{D_2} \frac{V_2^2}{2g} + \frac{V_2^2}{2g}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2 = \left(\frac{250}{160} \right)^2 = 2.44 \Rightarrow V_1 = 2.44 V_2$$

λ için ilk tahmin değerleri:

$$k/D_1 = 0.007/160 = 0.000044 \Rightarrow \lambda_1 = 0.013$$

$$k/D_2 = 0.007/250 = 0.000028 \Rightarrow \lambda_2 = 0.013$$

$$50 = 0.5 \frac{(2.44 V_2)^2}{19.62} + 0.013 \frac{300}{0.160} \frac{(2.44 V_2)^2}{19.62} + 0.013 \frac{500}{0.250} \frac{V_2^2}{2g} + \frac{V_2^2}{19.62}$$

Bu denklemden:

$$V_2 = 2.25 \text{ m/s} \quad \text{ve} \quad V_1 = 2.44 * 2.25 = 5.49 \text{ m/s}$$

λ_1 ve λ_2 değerlerinin sağlanması:

$$Re_1 = 5490 * 160 / 1.14 = 770526, \quad k/D_1 = 0.000044 \Rightarrow \text{Moody: } \lambda_1 = 0.013$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

$$Re_2=2250*250/1.14=493421, k/D_2=0.000028 \Rightarrow \text{Moody: } \lambda_2=0.0135$$

λ_1 ve λ_2 nin yeni değerleri ile ilk değerleri arasındaki farklar kabul edilebilir hassasiyette olduğundan hesabın tekrarlanmasına gerek bulunmamaktadır. Buna göre hazneler arasındaki debi:

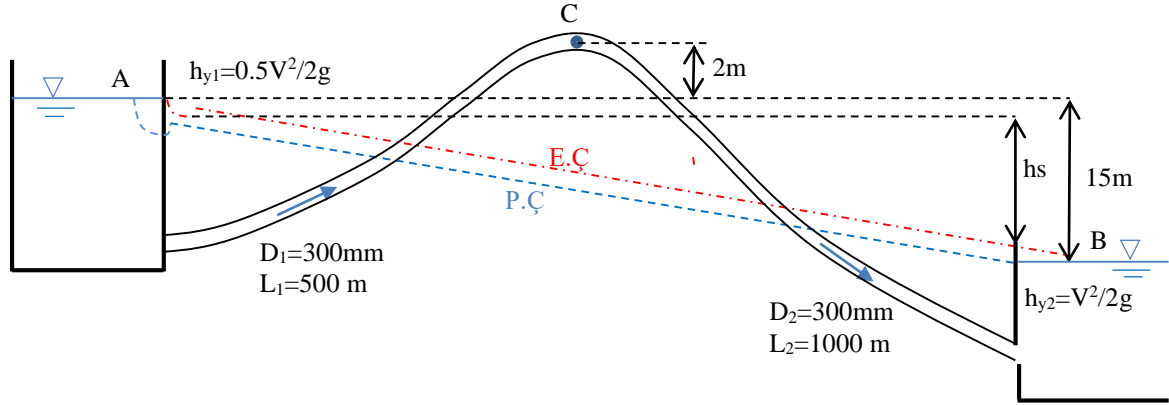
$$Q = V_1 A_1 = 5.49 * \frac{\pi * 0.16^2}{4} = 0.110 \text{ m}^3 / \text{s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.14 (Kırkgöz ve ark, 1994)

Şekildeki iki hazne AÇB ile birleştirilmiştir. (a) borudan geçen akımın debisini, ve (b) boru hattının en yüksek noktasındaki basıncı bulunuz. $v=1.4 \text{ mm}^2/\text{s}$, $k=0.025 \text{ mm}$.



a) A ve B noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\gamma} + z_B + h_{y1} + h_s + h_{y2}$$

$$V_A = V_B \approx 0, \quad p_A = p_B = 0, \quad z_A = 15\text{m}, \quad z_B = 0$$

$$15 = 0.5 \frac{V^2}{2g} + \lambda \frac{1500}{0.300} \frac{V^2}{2g} + \frac{V^2}{2g} \quad 15 = \frac{V^2}{2g} (1.5 + 5000\lambda)$$

$k/D=0.025/300=0.000083 \Rightarrow$ Moody: $\lambda=0.014$ (İlk tahmin değeri)

Yukarıdaki denklemden $\lambda=0.014$ için $V=2.03 \text{ m/s}$ bulunur. λ nın sağlaması:

$$Re = 2030 \cdot 300 / 1.14 = 534211, \quad k/D = 0.000083 \Rightarrow \text{Moody: } \lambda = 0.014$$

$$Q = V A = 2.03 \frac{\pi \cdot 0.3^2}{4} = 0.143 \text{ m}^3/\text{s}$$

b) A ve C noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_C^2}{2g} + \frac{p_C}{\gamma} + z_C + 0.5 \frac{V^2}{2g} + \lambda \frac{500}{0.3} \frac{V^2}{2g}$$

$$V_A \approx 0, \quad V_C = V, \quad p_A = 0, \quad z_A = 0, \quad z_C = 2\text{m}$$

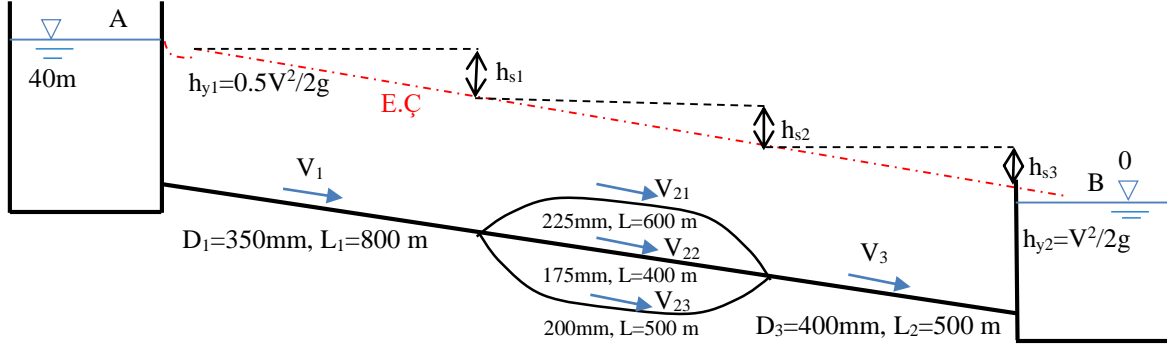
$$\frac{p_C}{\gamma} = -2 - \frac{V^2}{2g} (0.5 + 23.3 + 1) = -7.2 \text{ m} \Rightarrow p_C = -7.2 \cdot 9810 = -70632 \text{ Pa}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.15 (Kırkgöz ve ark, 1994)

Şekildeki iki hazne asbestli çimento borular ile birleştirilmiştir. İki hazne arasındaki ve paralel borulardaki debileri bulunuz. $v=1.4 \text{ mm}^2/\text{s}$, $k=0.02 \text{ mm}$.



A ve B noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\gamma} + z_B + h_{y1} + h_{s1} + h_{s2} + h_{s3} + h_{y2}$$

$$V_A = V_B \approx 0, \quad p_A = p_B = 0, \quad z_A = 40\text{m}, \quad z_B = 0$$

$$40 = 0.5 \frac{V_1^2}{2g} + \lambda_1 \frac{800}{0.35} \frac{V_1^2}{2g} + h_{s2} + \lambda_3 \frac{500}{0.4} \frac{V_3^2}{2g} + \frac{V_3^2}{2g}$$

λ için ilk tahmin değerleri:

$$k/D_1 = 0.02/350 = 0.000057 \quad \Rightarrow \quad \lambda_1 = 0.013$$

$$k/D_{21} = 0.02/225 = 0.000089 \quad \Rightarrow \quad \lambda_{21} = 0.013$$

$$k/D_{22} = 0.02/175 = 0.00011 \quad \Rightarrow \quad \lambda_{22} = 0.014$$

$$k/D_{23} = 0.02/200 = 0.00010 \quad \Rightarrow \quad \lambda_{23} = 0.014$$

$$k/D_3 = 0.02/400 = 0.00005 \quad \Rightarrow \quad \lambda_3 = 0.013$$

Paralel borular için süreklilik denklemi:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$h_{s2} = 0.013 \frac{600}{0.225} \frac{V_{21}^2}{2g} \Rightarrow V_{21} = 0.752 \sqrt{h_{s2}} \Rightarrow Q_1 = V_{21} A_{21} = 0.0299 \sqrt{h_{s2}}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

$$h_{s2} = 0.014 \frac{400}{0.175} \frac{V_{22}^2}{2g} \Rightarrow V_{22} = 0.783 \sqrt{h_{s2}} \Rightarrow Q_2 = V_{22} A_{22} = 0.0188 \sqrt{h_{s2}}$$

$$h_{s2} = 0.014 \frac{500}{0.200} \frac{V_{23}^2}{2g} \Rightarrow V_{23} = 0.749 \sqrt{h_{s2}} \Rightarrow Q_3 = V_{23} A_{23} = 0.0235 \sqrt{h_{s2}}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0.0722 \sqrt{h_{s2}}$$

$$Q = V_1 A_1 = V_1 * \frac{\pi * 0.35^2}{4} = 0.0722 \sqrt{h_{s2}} \Rightarrow h_{s2} = 1.776 V_1^2$$

$$\frac{V_1}{V_3} = \left(\frac{D_3}{D_1} \right)^2 = \left(\frac{400}{350} \right)^2 = 1.306 \Rightarrow V_3 = \frac{V_1}{1.306}$$

$$40 = 0.5 \frac{V_1^2}{2g} + 0.013 \frac{800}{0.35} \frac{V_1^2}{2g} + 1.776 V_1^2 + 0.013 \frac{500}{0.4} \frac{(V_1/1.306)^2}{2g} + \frac{(V_1/1.306)^2}{2g}$$

$$40 = \frac{V_1^2}{2g} (0.5 + 29.71 + 34.85 + 9.53 + 0.59)$$

$$V_1 = 3.23 \text{ m/s} \Rightarrow V_3 = 3.23/1.306 = 2.47 \text{ m/s}$$

λ Değerlerinin sağlanması:

$$Re_1 = 3230 * 350/1.14 = 991667, k/D_1 = 0.000057 \Rightarrow \text{Moody: } \lambda_1 = 0.013$$

$$Re_3 = 2470 * 400/1.14 = 866667, k/D_3 = 0.00005 \Rightarrow \text{Moody: } \lambda_3 = 0.013$$

Çözümü tekrarlamaya gerek yoktur. Buna göre iki hazne arasındaki debi:

$$Q = V_1 A_1 = 3.23 * \frac{\pi * 0.35^2}{4} = 0.311 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h_{s2} = 1.776 * 3.23^2 = 18.53 \text{ m}$$

Paralel borulardaki debiler:

$$Q_1 = 0.0299 \sqrt{h_{s2}} = 0.129 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = 0.0188 \sqrt{h_{s2}} = 0.081 \text{ m}^3/\text{s}$$

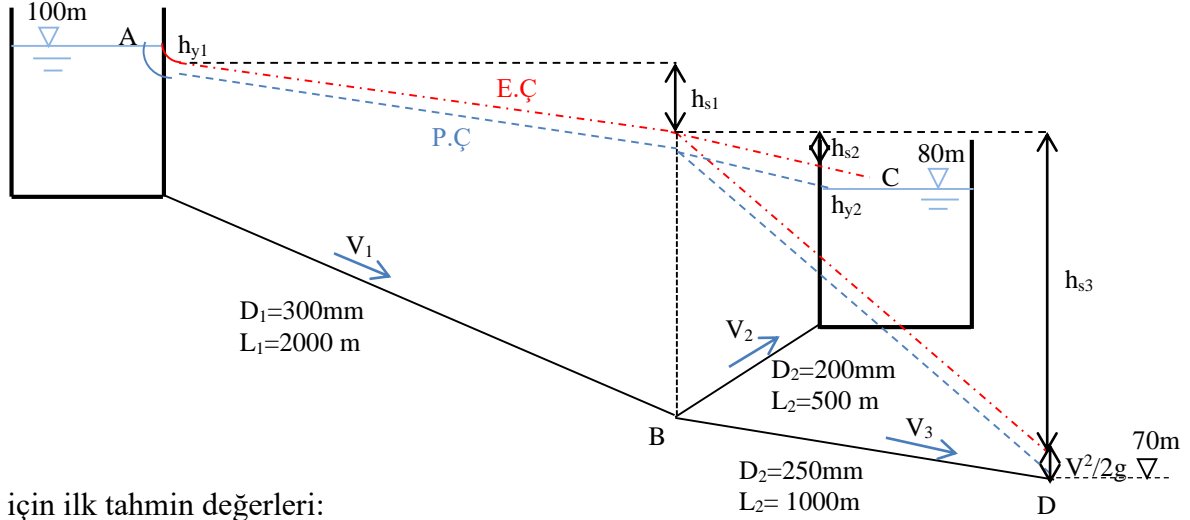
$$Q_3 = 0.0235 \sqrt{h_{s2}} = 0.101 \text{ m}^3/\text{s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.16 (Kırkgöz ve ark, 1994)

Şekildeki font borularda akım yönlerini ve debileri bulunuz. $v=1.14 \text{ mm}^2/\text{s}$, $k=0.2 \text{ mm}$



λ için ilk tahmin değerleri:

$$k/D_1=0.2/300=0.00067 \quad \Rightarrow \quad \lambda_1=0.019$$

$$k/D_2=0.2/200=0.001 \quad \Rightarrow \quad \lambda_2=0.020$$

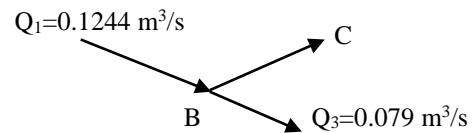
$$k/D_3=0.2/250=0.0008 \quad \Rightarrow \quad \lambda_3=0.019$$

AB ve BD borularında akım yönleri bellidir. BC borusunda akım yönünü belirlemek için bu boruda akımın olmadığını kabul edelim. Buna göre AB borusundan gelen debi BD borusundan geçmek durumundadır. Bu şartlar altında AB ve BD borularındaki debiler yaklaşık olarak aşağıdaki gibi bulunabilir:

$$h_{s1} = 20 = 0.019 \frac{2000}{0.3} \frac{V_1^2}{19.62} \Rightarrow V_1 = 1.76 \text{ m/s} , \quad Q_1 = V_1 A_1 = 0.1244 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h_{s3} = 10 = 0.019 \frac{1000}{0.25} \frac{V_3^2}{19.62} \Rightarrow V_3 = 1.61 \text{ m/s} , \quad Q_3 = V_3 A_3 = 0.0790 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_1 > Q_3$ olduğundan AB borusundan gelen debinin bir kısmı C haznesine yönelmek durumundadır. Böylece BC borusundaki akımın yönü belirlenmiş olmaktadır.



AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

A ve C noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_C^2}{2g} + \frac{p_C}{\gamma} + z_C + h_{y1} + h_{s1} + h_{s2} + h_{y2}$$

$$V_A = V_C \approx 0, \quad p_A = p_C = 0, \quad z_A = 100\text{m}, \quad z_C = 80\text{m}$$

$$20 = 0.5 \frac{V_1^2}{2g} + 0.019 \frac{2000}{0.3} \frac{V_1^2}{2g} + 0.02 \frac{500}{0.2} \frac{V_2^2}{2g} + \frac{V_2^2}{2g}$$

$$20 = 6.48 V_1^2 + 2.60 V_2^2 \quad (1)$$

A ve D noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_D^2}{2g} + \frac{p_D}{\gamma} + z_D + h_{y1} + h_{s1} + h_{s3}$$

$$V_A \approx 0, \quad p_A = p_D = 0, \quad z_A = 100\text{m}, \quad z_D = 70\text{m}$$

$$30 = 6.48 V_1^2 + 0.019 \frac{1000}{0.25} \frac{V_3^2}{2g} + \frac{V_3^2}{2g}$$

$$30 = 6.48 V_1^2 + 3.92 V_3^2 \quad (2)$$

B düğüm noktasında süreklilik denklemi:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$V_1 \frac{\pi D_1^2}{4} = V_2 \frac{\pi D_2^2}{4} + V_3 \frac{\pi D_3^2}{4}$$

$$0.09 V_1 = 0.04 V_2 + 0.0625 V_3 \quad (3)$$

(1) ve (2) denklemlerinden:

$$V_2 = \sqrt{7.69 - 2.49 V_1^2}, \quad V_3 = \sqrt{7.65 - 1.65 V_1^2} \quad (4)$$

Bu değerler (3) denkleminde yerine konularak V_1 çözülürse:

$$0.09 V_1 = 0.04 \sqrt{7.69 - 2.49 V_1^2} + 0.0625 \sqrt{7.65 - 1.65 V_1^2}$$

$$V_1 = 0.444 \sqrt{7.69 - 2.49 V_1^2} + 0.694 \sqrt{7.65 - 1.65 V_1^2} \Rightarrow V_1 = 1.650 \text{m/s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

(4) denklemlerinden $\Rightarrow V_2=0.954 \text{ m/s}$ ve $V_3=1.777 \text{ m/s}$

λ değerlerinin sağlanması:

$$Re_1 = 1650 * 300 / 1.14 = 434211, \quad k/D_1 = 0.00067 \Rightarrow \text{Moody: } \lambda_1 = 0.0185$$

$$Re_2 = 954 * 200 / 1.14 = 167368, \quad k/D_2 = 0.001 \Rightarrow \text{Moody: } \lambda_2 = 0.021$$

$$Re_3 = 1777 * 250 / 1.14 = 389693, \quad k/D_3 = 0.0008 \Rightarrow \text{Moody: } \lambda_3 = 0.0195$$

Yeni λ değerleri ilk tahmin değerlerine oldukça yakın olduğundan hesaplar tekrarlanmayacaktır. Buna göre üç borudaki debiler:

$$Q_1 = 1.650 \frac{\pi 0.3^2}{4} = 0.117 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_2 = 0.954 \frac{\pi 0.2^2}{4} = 0.030 \text{ m}^3 / \text{s}$$

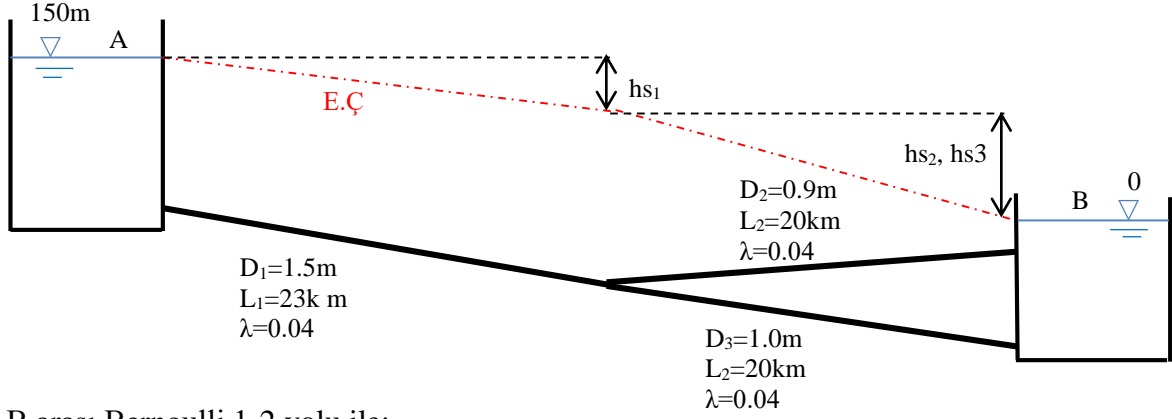
$$Q_3 = 1.777 \frac{\pi 0.25^2}{4} = 0.087 \text{ m}^3 / \text{s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.17

Rezervuarlar şekilde görüldüğü gibi bağlıdır. Her bir borudaki debileri belirleyiniz. Yerel kayıplar ihmal edilecektir.



A-B arası Bernoulli 1-2 yolu ile:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\gamma} + z_B + h_{s1} + h_{s2}$$

$$z_A = \lambda_1 \frac{L_1}{D_1} \frac{V_1^2}{2g} + \lambda_2 \frac{L_2}{D_2} \frac{V_2^2}{2g}$$

$$150 = 0.04 \frac{23000}{1.5} \frac{V_1^2}{19.62} + 0.04 \frac{20000}{0.9} \frac{V_2^2}{19.62}$$

$$150 = 31.261V_1^2 + 45.305V_2^2$$

(1)

A-B arası Bernoulli denklemi 1-3 yolu ile:

$$150 = 31.261V_1^2 + 0.04 \frac{20000}{1.0} \frac{V_3^2}{19.62}$$

$$150 = 31.261V_1^2 + 43.775V_3^2$$

(2)

Süreklilik denklemi:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \Rightarrow A_1 V_1 = A_2 V_2 + A_3 V_3$$

$$D_1^2 V_1 = D_2^2 V_2 + D_3^2 V_3 \Rightarrow 2.25 * V_1 = 0.810 * V_2 + 1.0 * V_3$$

(3)

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

(2) den (1) çıkarılarak:

$$0 = 45.305V_2^2 + 40.775V_3^2 \Rightarrow V_3 = 1.054V_2 \quad (4)$$

V_3 ifadesi (3) de yerine yazılarak:

$$2.25 * V_1 = 0.810 * V_2 + 1.0 * (1.054 * V_2) \Rightarrow V_1 = 0.828V_2 \quad (5)$$

V_1 ifadesi (1) de yerine yazılarak:

$$150 = 31.261 * (0.828 * V_2) + 45.305V_2^2 \Rightarrow V_2 = 1.499 \text{ m/s}$$

$$V_1 = 1.241 \text{ m/s}$$

$$V_3 = 1.580 \text{ m/s}$$

$$Q_1 = A_1 V_1 = \pi \frac{1.5^2}{4} * 1.241 = 2.193 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q_2 = A_2 V_2 = \pi \frac{0.9^2}{4} * 1.499 = 0.954 \text{ m}^3 / \text{s}$$

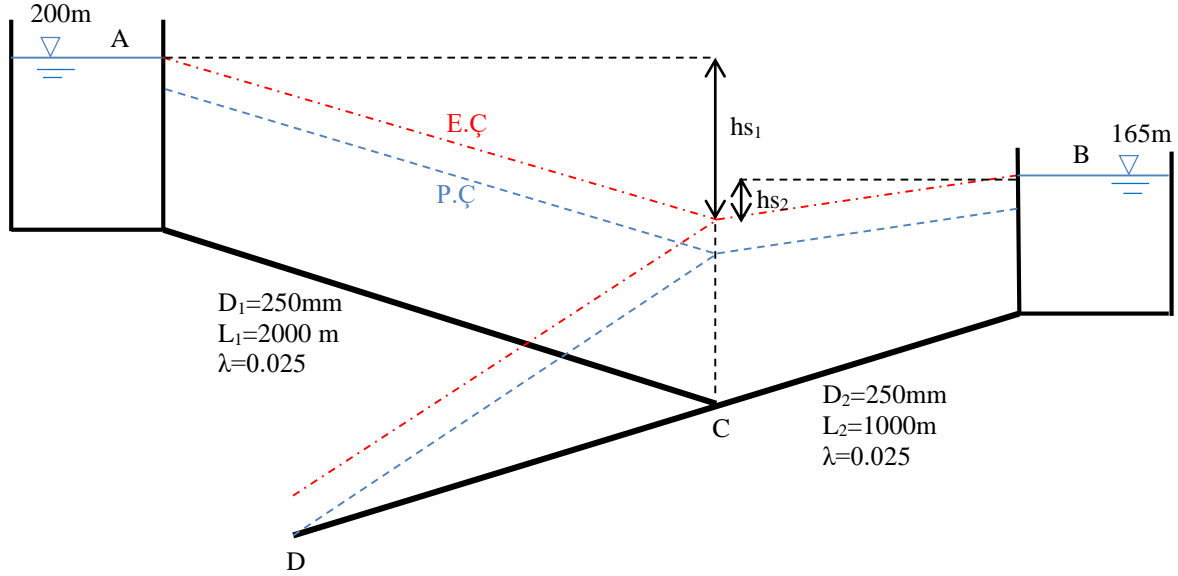
$$Q_3 = A_3 V_3 = \pi \frac{1.0^2}{4} * 1.580 = 1.241 \text{ m}^3 / \text{s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.18 (Sığiner ve Sümer, 1980)

Şekildeki boru sisteminde C noktasını piyezometre kotu 160m dir. AC. BC. DC borularındaki debiyi bulunuz. Yerel kayıpları ihmal ederek, enerji çizgisini çiziniz. tüm borularda $\lambda=0.025$ alınacaktır.



A-C arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_C^2}{2g} + \frac{p_C}{\gamma} + z_C + h_{s1} \quad 200 = 160 + h_{s1} \quad h_{s1} = 40\text{m}$$

$$h_{s1} = \lambda \frac{L_1}{D_1} \frac{V_1^2}{2g} \Rightarrow V_1 = \sqrt{\frac{19.62 * 0.25 * 40}{0.025 * 2000}} = 1.98\text{m/s}$$

$$Q_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} * V_1 = \frac{\pi * 0.25^2}{4} * 1.98 = 0.0972\text{m}^3/\text{s} = 97.2\text{lt/s}$$

B-C arası Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\gamma} + z_B = \frac{V_C^2}{2g} + \frac{p_C}{\gamma} + z_C + h_{s2} \quad 165 = 160 + h_{s2} \quad h_{s2} = 5\text{m}$$

$$h_{s2} = \lambda \frac{L_2}{D_2} \frac{V_2^2}{2g} \Rightarrow V_2 = \sqrt{\frac{19.62 * 0.25 * 5}{0.025 * 1000}} = 1.0\text{m/s}$$

$$Q_2 = \frac{\pi D_2^2}{4} * V_2 = \frac{\pi * 0.25^2}{4} * 1.0 = 0.4909\text{m}^3/\text{s} = 49.1\text{lt/s}$$

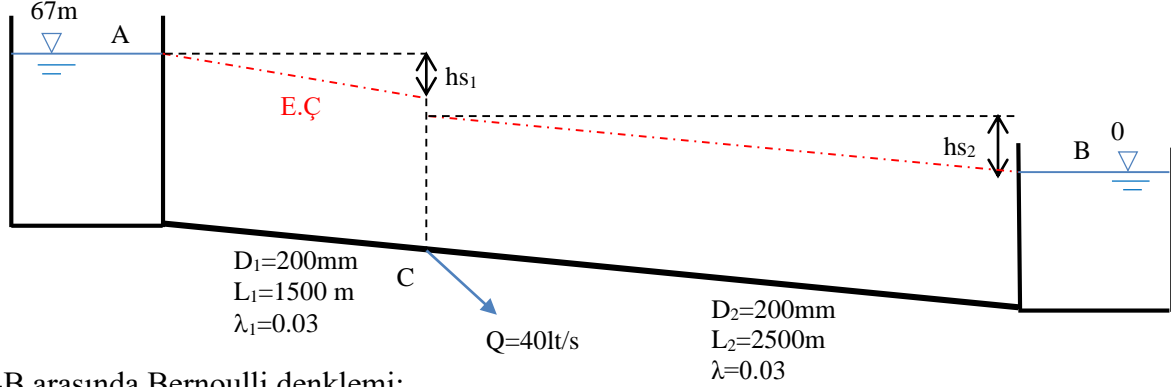
Süreklilik denkleminde: $Q_{CD} = Q_1 + Q_2 = 97.2 + 49.1 = 146.3\text{lt/s}$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.19 (Sığiner ve Sümer, 1980)

Şekildeki boru sisteminde C noktasında bir musluk ile 40 lt/s lik debi çekilmektedir. Yersel yük kayıplarını ihmal ederek B haznesine giden akımın debisini bulunuz.



A-B arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\gamma} + z_B + h_{s1} + h_{s2}$$

$$67 = h_{s1} + h_{s2} = \lambda \frac{L_1}{D_1} \frac{V_1^2}{2g} + \lambda \frac{L_2}{D_2} \frac{V_2^2}{2g}$$

$$67 = \lambda \frac{L_1}{D_1} \frac{1}{2g} \left(\frac{4Q_1}{\pi D_1^2} \right)^2 + \lambda \frac{L_2}{D_2} \frac{1}{2g} \left(\frac{4Q_2}{\pi D_2^2} \right)^2$$

$$67 = \lambda * L_1 * \frac{16}{2g * \pi^2 * D^5} Q_1^2 + \lambda * 1.665 L_1 * \frac{16}{2g * \pi^2 * D^5} Q_2^2$$

$$(Q_1^2 + 1.665 Q_2^2) * \frac{16 * \lambda * L_1}{2g * \pi^2 * D^5} = 67$$

$$(Q_1^2 + 1.665 Q_2^2) * \frac{16 * 0.03 * 1500}{19.62 * 3.14^2 * 0.2^5} = 67$$

$$Q_1^2 + 1.665 Q_2^2 = 0.00577$$

(1)

Süreklilik denklemi:

$$Q_1 = Q_2 + 0.04$$

(2)

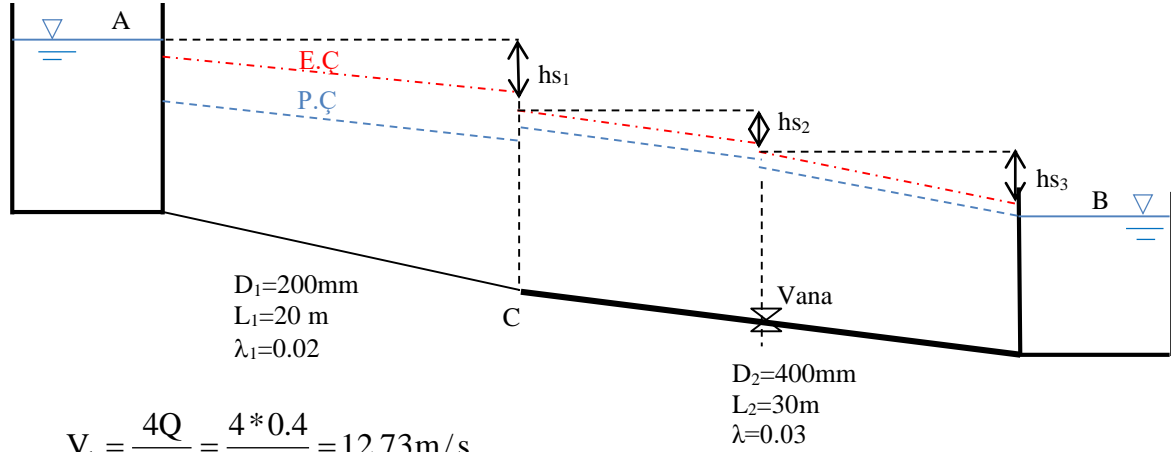
1 ve (2) den: $Q_2 = 0.0273 \text{ m}^3/\text{s} = 27.3 \text{ lt/s}$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.20 (Ilgaz ve ark., 2013)

Şekildeki hazne boru sistemi ile A haznesinden B haznesine $Q=400$ lt/s lik debi iletilmektedir. Vananın yerel yük kaybı katsayısı $k=10$ dur. Sürekli ve yerel yük kayıplarını dikkate alarak iki haznenin su yüzü kotları arasındaki farkı hesap ediniz, sistemin enerji çizgisini çiziniz.



$$V_1 = \frac{4Q}{\pi D_1^2} = \frac{4 * 0.4}{\pi 0.4^2} = 12.73\text{m/s}$$

$$V_2 = \frac{4Q}{\pi D_2^2} = \frac{4 * 0.4}{\pi 0.2^2} = 3.18\text{m/s}$$

Hazneden boruya giriş kaybı: $h_{y1} = 0.5 \frac{V_1^2}{2g} = 0.5 \frac{12.73^2}{19.62} = 4.13\text{m}$

Birinci borudaki yerel yük kaybı: $h_{s1} = \lambda \frac{L_1}{D_1} \frac{V_1^2}{2g} = 0.02 \frac{20}{0.20} \frac{12.73^2}{19.62} = 16.52\text{m}$

Boruların genişlemesindeki yerel yük kaybı: $h_{y2} = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} = \frac{(12.73 - 3.18)^2}{19.62} = 4.65\text{m}$

İkinci borudaki sürekli yük kaybı: $h_{s2} = \lambda \frac{L_2}{D_{21}} \frac{V_{21}^2}{2g} = 0.03 \frac{30}{0.40} \frac{3.18^2}{19.62} = 1.16\text{m}$

Vanadaki yerel yük kaybı; $h_{y3} = k \frac{V_2^2}{2g} = 10 \frac{3.18^2}{19.62} = 5.15\text{m}$

Borudan hazneye giriş kaybı; $h_{y4} = \frac{V_2^2}{2g} = \frac{3.18^2}{19.62} = 0.52\text{m}$

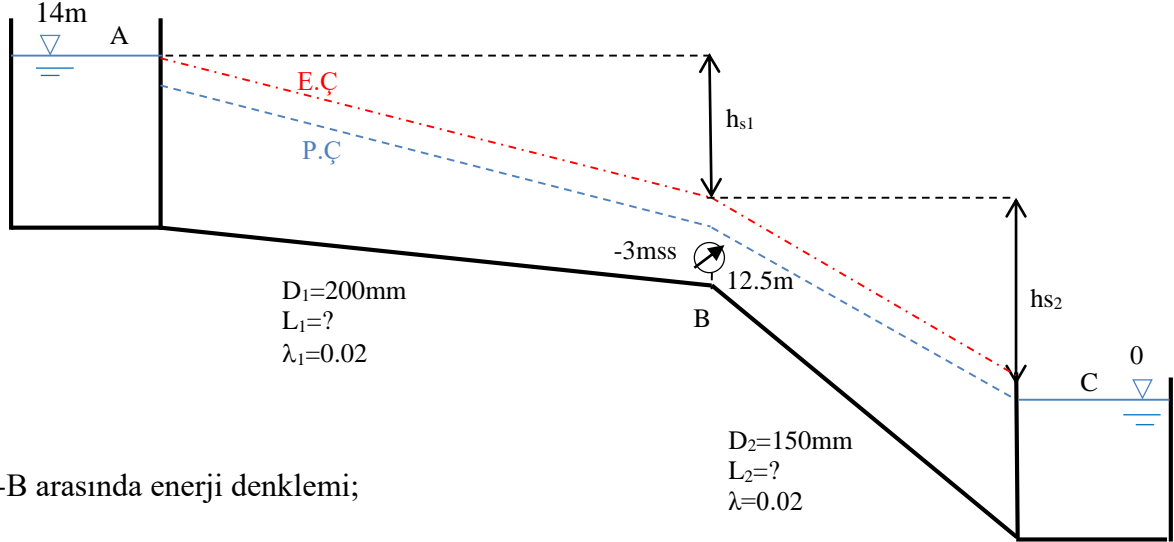
Toplam kayıp ; $\Sigma h_k = 4.13 + 16.52 + 4.65 + 1.16 + 5.15 + 0.52 = 32.13\text{m}$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.21 (Soğukoğlu, 1991)

Şekildeki hazne boru sisteminde boruların toplam uzunluğu 3050m olduğuna göre, 1 ve 2 borularının boylarını belirleyiniz. Yerel kayıpları ihmal edilecektir.



A-B arasında enerji denklemi;

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{P_B}{\gamma} + z_B + h_{s1}$$

$$V_A=0, \quad P_A=0, \quad z_A-z_B=1.5m$$

$$1.5 = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{P_B}{\gamma} + \lambda \frac{L_1}{D_1} \frac{V_1^2}{2g} \quad (1)$$

A-C arasında enerji denklemi;

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_C^2}{2g} + \frac{P_C}{\gamma} + z_C + h_{s1} + h_{s2}$$

$$V_A=V_C=0, \quad P_A=P_C=0, \quad z_A-z_C=14m$$

$$14 = \lambda \frac{L_1}{D_1} \frac{V_1^2}{2g} + \lambda \frac{L_2}{D_2} \frac{V_2^2}{2g} \quad (2)$$

Süreklilik denkleminde:

$$Q_1 = Q_2 = V_1 \frac{\pi D_1^2}{4} = V_2 \frac{\pi D_2^2}{4} = V_1 D_1^2 = V_2 D_2^2 \quad (3)$$

$$L_1 + L_2 = 3050m \quad (4)$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

4 bilinmeyen (L_1, L_2, V_1, V_2) ve 4 denklem çözülürse:

(3) nolu denklemden:

$$V_2 = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 * V_1$$

(4) nolu denklemden:

$$L_2 = 3050 - L_1$$

(1) nolu denklemden:

$$1.5 - \frac{p_B}{\gamma} = \frac{V_1^2}{2g} \left(1 + \lambda \frac{L_1}{D_1} \right)$$

$$1.5 - (-3) = \frac{V_1^2}{2g} \left(1 + 0.02 \frac{L_1}{0.2} \right)$$

$$\frac{V_1^2}{2g} = \frac{4.5}{1 + 0.1L_1} \quad (5)$$

(2) nolu denklemden:

$$14 = \frac{V_1^2}{2g} \left[0.02 \frac{L_1}{0.2} + 0.02 \frac{3050 - L_1}{0.15} \left(\frac{0.2}{0.15} \right)^4 \right] \quad (6)$$

(5) nolu denklem (6) da yerine yazılır ise:

$$14 = \frac{4.5}{1 + 0.1L_1} \left[0.02 \frac{L_1}{0.2} + 0.02 \frac{3050 - L_1}{0.15} \left(\frac{0.2}{0.15} \right)^4 \right]$$

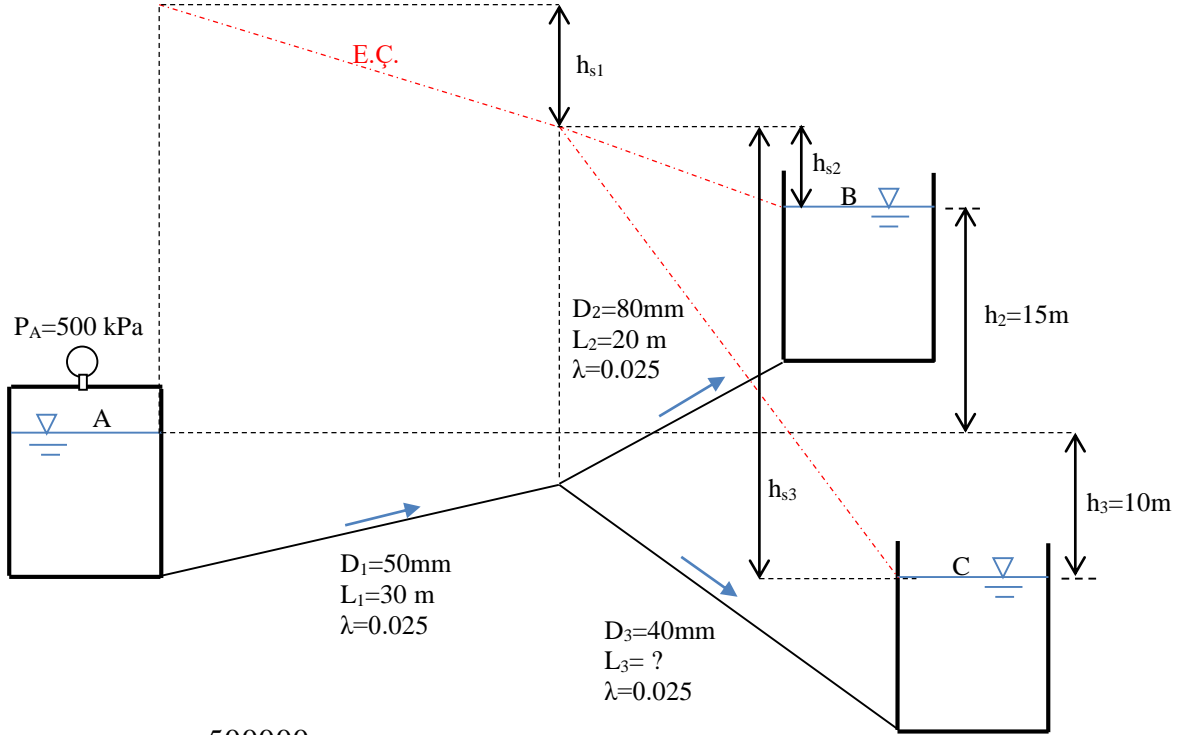
Buradan L_1 çekilir ise: $L_1 = 2027.3\text{m}$ ve $L_2 = 1022.7\text{m}$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.22 (Soğukoğlu, 1991)

Şekildeki sistemde A deposu kapalı olup içerisindeki su üzerinde $P_A=500\text{kPa}$ basınç mevcuttur. B ve C tankları atmosfere açık olup A deposundan şekilde gösterildiği gibi beslenmektedir. A deposundan gelen suyun %25'i B deposuna gittiğine göre yerel kayıpları ihmal ederek; L_3 uzunluğunu, her bir borudaki debiyi hesaplayınız.



$$h_A = \frac{p_A}{\gamma_{\text{su}}} = \frac{500000}{10000} = 50\text{m}$$

A-B arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\gamma} + z_B + h_{s1} + h_{s2}$$

$$\frac{p_A}{\gamma} + z_A - z_B = \lambda \frac{L_1}{D_1} \frac{V_1^2}{2g} + \lambda \frac{L_2}{D_2} \frac{V_2^2}{2g}$$

$$50 - 15 = 0.025 \frac{30}{0.05} \frac{V_1^2}{2g} + 0.025 \frac{20}{0.08} \frac{V_2^2}{2g}$$

$$35 = 0.7645V_1^2 + 0.31V_2^2$$

(1)

A-C arası Bernoulli denklem:

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_C^2}{2g} + \frac{p_C}{\gamma} + z_C + h_{s1} + h_{s3}$$

$$\frac{p_A}{\gamma} + z_A - z_C = \lambda \frac{L_1}{D_1} \frac{V_1^2}{2g} + \lambda \frac{L_3}{D_3} \frac{V_3^2}{2g}$$

$$50 + 10 = 0.025 \frac{30}{0.05} \frac{V_1^2}{2g} + 0.025 \frac{L_3}{0.04} \frac{V_3^2}{2g}$$

$$60 = 0.7645V_1^2 + 0.3186L_3V_3^2$$

(2)

Süreklilik denklemi, A deposundan gelen suyun %25'i B deposuna, %75'i C deposuna gittiğine göre:

$$\frac{\pi D_2^2}{4} V_2 = 0.25 \frac{\pi D_1^2}{4} V_1 \Rightarrow V_2 = 0.0976V_1 \quad (3)$$

$$\frac{\pi D_3^2}{4} V_3 = 0.75 \frac{\pi D_1^2}{4} V_1 \Rightarrow V_3 = 1.1718V_1 \quad (4)$$

(3) ifadesi (1) de yerine yazılır ise:

$$35 = 0.7645 + 0.003037)V_1^2 \Rightarrow V_1 = 6.7528 \text{ m/s}$$

$$(3) \text{ den } V_2 = 0.0976V_1 = 0.0976 * 6.7528 = 0.659 \text{ m/s}$$

$$(4) \text{ den } V_3 = 1.1718V_1 = 1.1718 * 6.7528 = 7.913 \text{ m/s}$$

(2) denkleminde V_1 ve V_3 yerine yazılırsa;

$$60 = 0.7645 * 6.7528^2 + 0.3186 * L_3 * 7.913^2$$

$$L_3 = 12.60 \text{ m}$$

$$Q_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} V_1 = 13.259 \text{ lt/s}$$

$$Q_2 = \frac{\pi D_2^2}{4} V_2 = 3.3115 \text{ lt/s}$$

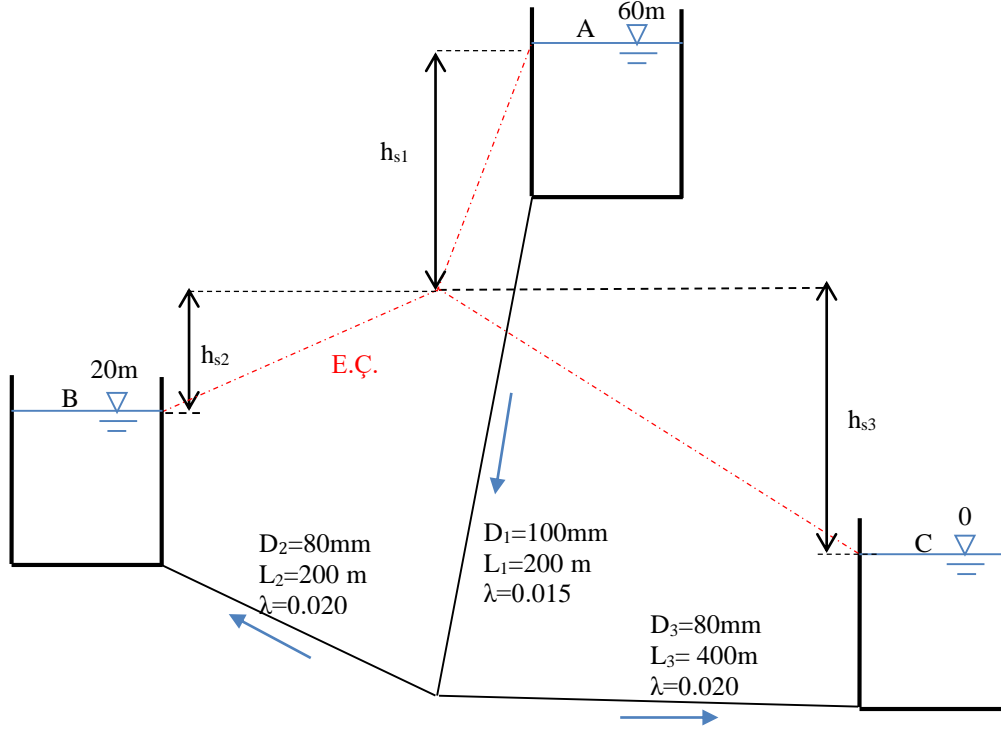
$$Q_3 = \frac{\pi D_3^2}{4} V_3 = 9.9436 \text{ lt/s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.23 (Young ve ark., 2013)

Şekildeki hazne boru sisteminde yerel kayıpları ihmal ederek her bir borudaki akımın yönünü ve debiler hesaplayınız.



$$h_{s1} = 40 = 0.015 \frac{200}{0.1} \frac{V_1^2}{19.62} \Rightarrow V_1 = 5.12 \text{ m/s} \Rightarrow Q_1 = 0.040 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h_{s2} = 20 = 0.020 \frac{200}{0.08} \frac{V_2^2}{19.62} \Rightarrow V_2 = 2.8 \text{ m/s} \Rightarrow Q_2 = 0.014 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_1 > Q_2$ olduğundan A haznesinden B ve C haznelerine akım olacaktır.

A-B arasında enerji denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\gamma} + z_B + h_{s1} + h_{s2}$$

$$40 = 0.015 \frac{200}{0.1} \frac{V_1^2}{2g} + 0.02 \frac{200}{0.08} \frac{V_2^2}{2g}$$

$$40 = 1.53V_1^2 + 2.55V_2^2 \quad V_2 = 3.96 - 0.78V_1$$

(1)

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

A-C arasında enerji denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\gamma} + z_B + h_{s1} + h_{s3}$$

$$60 = 0.015 \frac{200 V_1^2}{0.1 \cdot 2g} + 0.02 \frac{400 V_3^2}{0.08 \cdot 2g}$$

$$60 = 1.53V_1^2 + 5.1V_3^2 \quad V_3 = 3.43 - 0.55V_1 \quad (2)$$

Süreklilik denklemi:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$V_1 A_1 = V_2 A_2 + V_3 A_3$$

$$V_1 \frac{\pi D_1^2}{4} = V_2 \frac{\pi D_{21}^2}{4} + V_3 \frac{\pi D_3^2}{4}$$

$$0.0079 \cdot V_1 = 0.005 \cdot V_2 + 0.005 \cdot V_3 \quad (3)$$

(1) ve (2) ifadeleri (3) de yerine yazılır ise

$$0.0079 \cdot V_1 = 0.005 \cdot (3.96 - 0.78V_1) + 0.005(3.43 - 0.55V_1)$$

$$0.0146V_1 = 0.037 \quad \Rightarrow V_1 = 2.53 \text{ m/s} \Rightarrow Q_1 = 0.02 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_2 = 3.96 - 0.78 \cdot 2.53 \Rightarrow V_2 = 1.99 \text{ m/s} \Rightarrow Q_2 = 0.01 \text{ m}^3/\text{s}$$

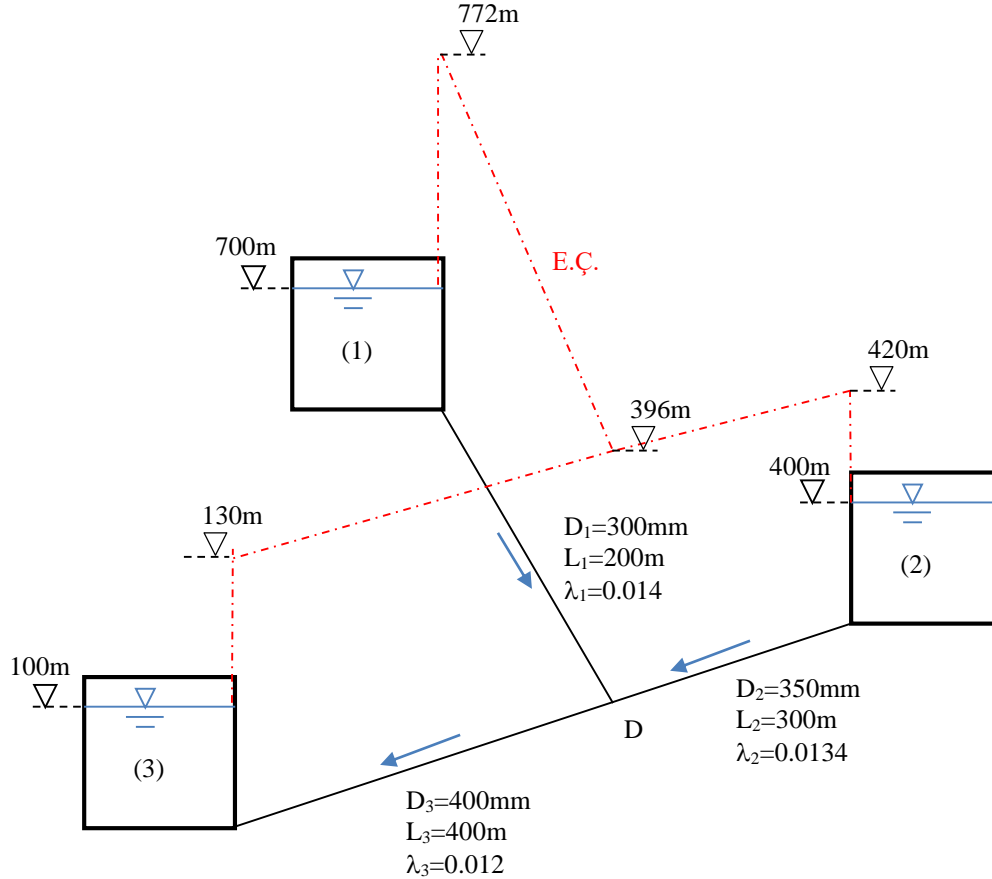
$$V_3 = 3.43 - 0.55 \cdot 2.53 \Rightarrow V_3 = 2.04 \text{ m/s} \Rightarrow Q_3 = 0.01 \text{ m}^3/\text{s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.24 (Yüksel, 2008)

Şekilde görülen hazne boru sisteminde (1) nolu kapalı tanktaki basınç 72mss, (2) nolu tankta 20mss ve (3) nolu tankta 30mss dir. Ayrıca boruların birleşim yeri olan D noktasında ise basınç yüksekliği 396m olarak ölçüldüğüne göre borulardan geçecek debiyi belirleyiniz. Sistemin enerji çizgisini çiziniz. Yerel kayıplar ihmal edilecektir.



1-D arası enerji denklemi:

$$\frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \left(\frac{P_D}{\gamma} + z \right) + h_{s1D}$$

$$72 + 700 = 396 + 0.014 \frac{200}{0.3} \frac{V_{1D}^2}{19.62}$$

$$V_{1D} = 28.11\text{m/s} \Rightarrow Q_{1D} = 1.987\text{m}^3/\text{s}$$

2-D arası enerji denklemi:

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

$$\frac{P_2}{\gamma} + z_2 = \left(\frac{P_D}{\gamma} + z \right) + h_{s2D}$$

$$20 + 400 = 396 + 0.0134 \frac{300}{0.35} \frac{V_{2D}^2}{19.62}$$

$$V_{2D} = 6.4 \text{ m/s} \Rightarrow Q_{2D} = 0.616 \text{ m}^3/\text{s}$$

Süreklilik denkleminde:

$$Q_{3D} = Q_{1D} + Q_{2D} = 1.987 + 0.616 = 2.603 \text{ m}^3/\text{s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.25

0.305cm çapında ve 9.14m uzunluğundaki yatay borudan düzenli olarak 0.914m/s ortalama hızla su akıtmaktadır. Borudaki yük kaybını, basınç düşüşünü yenmek için gerekli pompa gücünü hesaplayınız. +4°C de $\gamma_{su}=1000 \text{ kg/m}^3$ $\mu_{su}=0.001545 \text{ Pa s}$.

$$Re = \frac{\rho VD}{\mu} = \frac{1000 * 0.914 * 0.00305}{0.001545} = 1804 < 2000 \quad \text{Laminer akım}$$

$$\lambda = \frac{64}{Re} = \frac{64}{1804} = 0.0355$$

$$h_s = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} = 0.0355 \frac{9.14}{0.00305} \frac{0.914^2}{19.62} = 4.53 \text{m}$$

Bu kayıp yüksekliği basınç cinsinden:

$$h_s = \frac{P}{\gamma} \Rightarrow P = h_s * \gamma = 4.53 * 9810 = 44439.3 \text{Pa}$$

$$Q = VA = 0.914 * \frac{\pi * 0.00305^2}{4} = 6.675 * 10^{-6} \text{ m}^3 / \text{s}$$

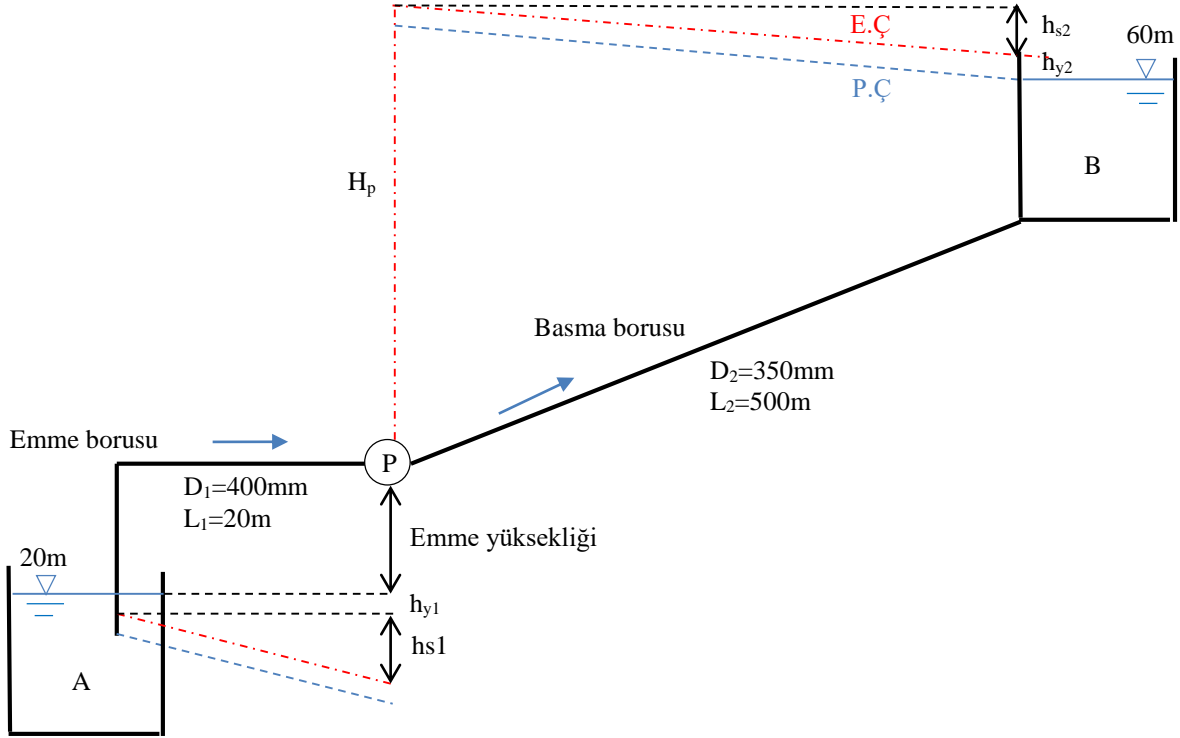
$$P = \gamma Q h_s = 9810 * 6.675 * 10^{-6} * 4.53 = 0.30 \text{W}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.26 (Kırkgöz ve ark, 1994)

$\rho=860 \text{ kg/m}^3$ ve $\nu=18.6 \text{ mm}^2/\text{s}$ olan bir yağ $Q=0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ debi ile iki hazne arasında pompalanmaktadır. Pompa tarafından akıma verilen gücü ve pompa veriminin $\eta=75\%$ olması halinde pompa gücünü bulunuz. $k=0.007 \text{ mm}$.



A ve B noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A - h_{y1} - h_{s1} + H_P - h_{s2} - h_{y2} = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\gamma} + z_B$$

$$V_A = V_B \approx 0, \quad p_A = p_B = 0, \quad z_A = 20\text{m}, \quad z_B = 60\text{m}$$

$$H_P = 40 + 0.5 \frac{V_1^2}{2g} + \lambda_1 \frac{L_1}{D_1} \frac{V_1^2}{2g} + \lambda_2 \frac{L_2}{D_2} \frac{V_2^2}{2g} + \frac{V_2^2}{2g}$$

$$V_1 = \frac{0.2 \cdot 4}{\pi \cdot 0.4^2} = 1.59 \text{ m/s}, \quad V_2 = \frac{0.2 \cdot 4}{\pi \cdot 0.35^2} = 2.08 \text{ m/s}$$

$$Re_1 = 1590 \cdot 400 / 18.6 = 34194, \quad k/D_1 = 0.007/400 = 0.000018 \Rightarrow \text{Moody: } \lambda_1 = 0.023$$

$$Re_2 = 2080 \cdot 350 / 18.6 = 39140, \quad k/D_2 = 0.007/350 = 0.00002 \Rightarrow \text{Moody: } \lambda_2 = 0.022$$

Bu değerler Bernoulli denkleminde yerine yazılır ise:

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

$$H_P = 40 + 0.5 \frac{1.59^2}{2g} + 0.023 \frac{20}{0.4} \frac{1.59^2}{2g} + 0.022 \frac{500}{0.35} \frac{2.08^2}{2g} + \frac{2.08^2}{2g} = 47.36 \text{m}$$

Akıma verilen güç:

$$P = \gamma Q H_P = 9.81 * 860 * 0.2 * 47.36 = 79911 \text{W}$$

Pompanın gücü:

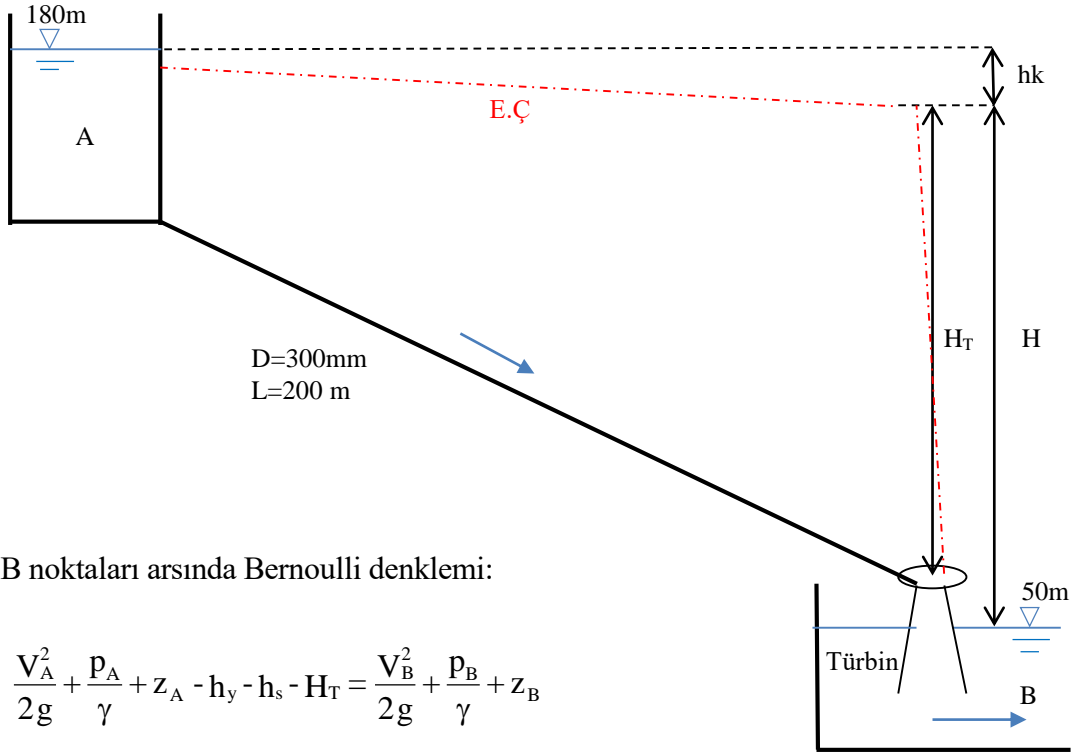
$$P = \gamma Q H_P / \eta = 79911 / 0.75 = 106548 \text{W}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.27 (Kırkgöz ve ark, 1994)

Şekildeki türbin içeren boru hattında debi $0.6 \text{ m}^3/\text{s}$ olduğuna göre sudan türbine transfer edilen enerji yüksekliğini ve gücü bulunuz. Türbinin toplam hidrolik ve mekanik verimi % 80 olduğuna göre türbin tarafından verilen güç ne olur. $\nu=1.14 \text{ mm}^2/\text{s}$. $k=0.01 \text{ mm}$.



A ve B noktaları arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A - h_y - h_s - H_T = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\gamma} + z_B$$

$$V_A = V_B \approx 0, \quad p_A = p_B = 0, \quad z_A = 180 \text{ m}, \quad z_B = 50 \text{ m}$$

Buradan türbine transfer olan enerji yüksekliği:

$$H_T = 130 - 0.5 \frac{V^2}{2g} - \lambda \frac{200}{0.3} \frac{V^2}{2g}, \quad V = \frac{0.6 \cdot 4}{\pi \cdot 0.3^2} = 8.49 \text{ m/s}$$

Akım hızı:

$$V = \frac{0.6 \cdot 4}{\pi \cdot 0.3^2} = 8.49 \text{ m/s}$$

$$Re = 8490 \cdot 300 / 1.14 = 2234211. \quad k/D = 0.01/300 = 0.000033 \Rightarrow \text{Moody: } \lambda = 0.0115$$

Türbine transfer olan enerji yüksekliği, net düşü:

$$H_T = 130 - 0.5 \frac{8.49^2}{19.62} - 0.0115 \frac{200}{0.3} \frac{8.49^2}{19.62} = 130 - 1.84 - 28.17 = 100 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Türbine transfer olan güç:

$$P = \gamma Q H_T = 9810 * 0.6 * 100 = 588600W = 589kW$$

Türbin tarafından verilen güç:

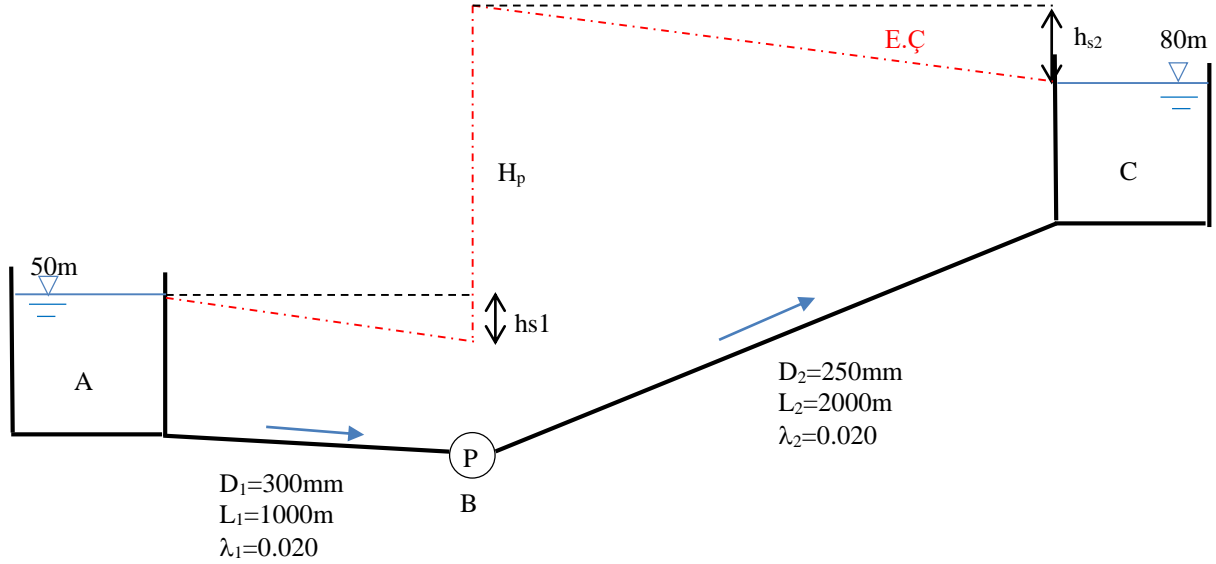
$$P = \eta \gamma Q H_T = 0.80 * 588600 = 470880W = 471kW$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.28 (Yüksel, 2008)

Şekilde görülen boru sisteminde A haznesinden alınan su B noktasındaki bir pompa ile C haznesine basılmaktadır. AB borusundaki sürekli yük kaybı 10m dir. Pompanın gücünü hesaplayınız ve enerji çizgisini çiziniz. Yerel kayıplar ihmal edilecektir. ($\eta=0.70$)



A-C arasında enerji denklemi:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A - h_{s1} + H_P - h_{s2} = \frac{V_C^2}{2g} + \frac{p_C}{\gamma} + z_C$$

$$H_P = z_C - z_A + h_{s2} + h_{s1}$$

$$H_P = 30 + h_{s1} + h_{s2}$$

$$h_{s1} = 10 = \lambda \frac{L_1}{D_1} \frac{V_1^2}{2g} = 0.02 \frac{1000}{0.3} \frac{V_1^2}{19.62} \Rightarrow V_1 = 1.72 \text{ m/s}$$

$$Q_1 = V_1 A_1 = 1.72 * \frac{\pi * 0.3^2}{4} = 0.122 \text{ m}^3/\text{s}$$

Süreklilik denkleminden:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow V_1 = V_2$$

$$h_{s2} = 0.02 \frac{2000 * 1.72^2}{0.3 * 19.62} = 20.1 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Enerji denkleminde yerine yazılırsa:

$$H_P = 30 + h_{s1} + h_{s2} = 30 + 10 + 20.1 = 60.1\text{m}$$

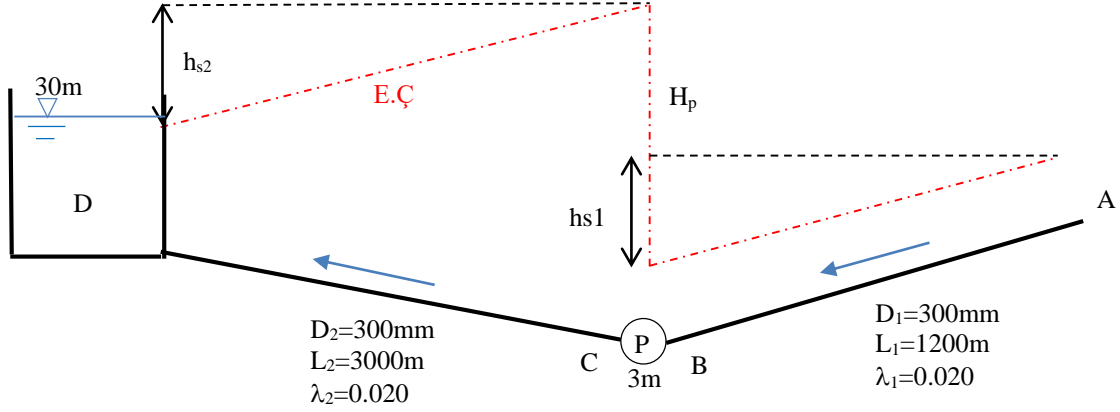
$$P = \frac{\gamma Q H_P}{\eta} = \frac{9810 \cdot 0.122 \cdot 60.1}{0.7} = 102756\text{W} = 102.7\text{kW}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.29 (Sığiner ve Sümer, 1980))

Şekildeki sistemde pompa gücü 30 kW, C noktasındaki basınç yüksekliği 40m dir. CD borusundaki debiyi hesaplayınız, A noktasının piyezometrik kotunu bulunuz.



C-D arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_C^2}{2g} + \frac{P_C}{\gamma} + z_C = \frac{V_D^2}{2g} + \frac{P_D}{\gamma} + z_D + h_{s2}$$

$$40 + 3 = 30 + h_{s2} \Rightarrow h_{s2} = 13\text{m}$$

$$h_{s2} = \lambda \frac{L_2}{D_2} \frac{V_2^2}{2g} \Rightarrow 13 = 0.02 \frac{3000}{0.3} \frac{V_2^2}{19.62} \Rightarrow V_2 = 1.13\text{m/s}$$

$$Q_2 = V_2 A_2 = 1.13 * \frac{\pi * 0.3^2}{4} = 0.08\text{m}^3/\text{s} = 80\text{lt/s}$$

Pompa çıkışında yani C noktasında basınç yüksekliği:

$$\frac{P_C}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + H_p$$

Pomba gücü ile H_p terfi yüksekliği arasındaki bağıntı:

$$P = \gamma Q H_p \Rightarrow 30000 = 9810 * 0.08 * H_p$$

$$H_p = 38.2\text{m}$$

$$\frac{P_B}{\gamma} = \frac{P_C}{\gamma} - H_p = 40 - 38.2 = 1.8\text{m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

A ve B arasında sürtünme kaybı:

$$h_{s1} = \lambda \frac{L_1}{D_1} \frac{V_1^2}{2g} = 0.02 \frac{1200}{0.3} \frac{1.13^2}{19.62} = 5.2\text{m}$$

A ve B noktaları arasında Bernoulli denkleminde borulardaki hız yükseklikleri basınç yükseklikleri yanında ihmal edilerek:

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{p_B}{\gamma} + z_B + h_{s1}$$

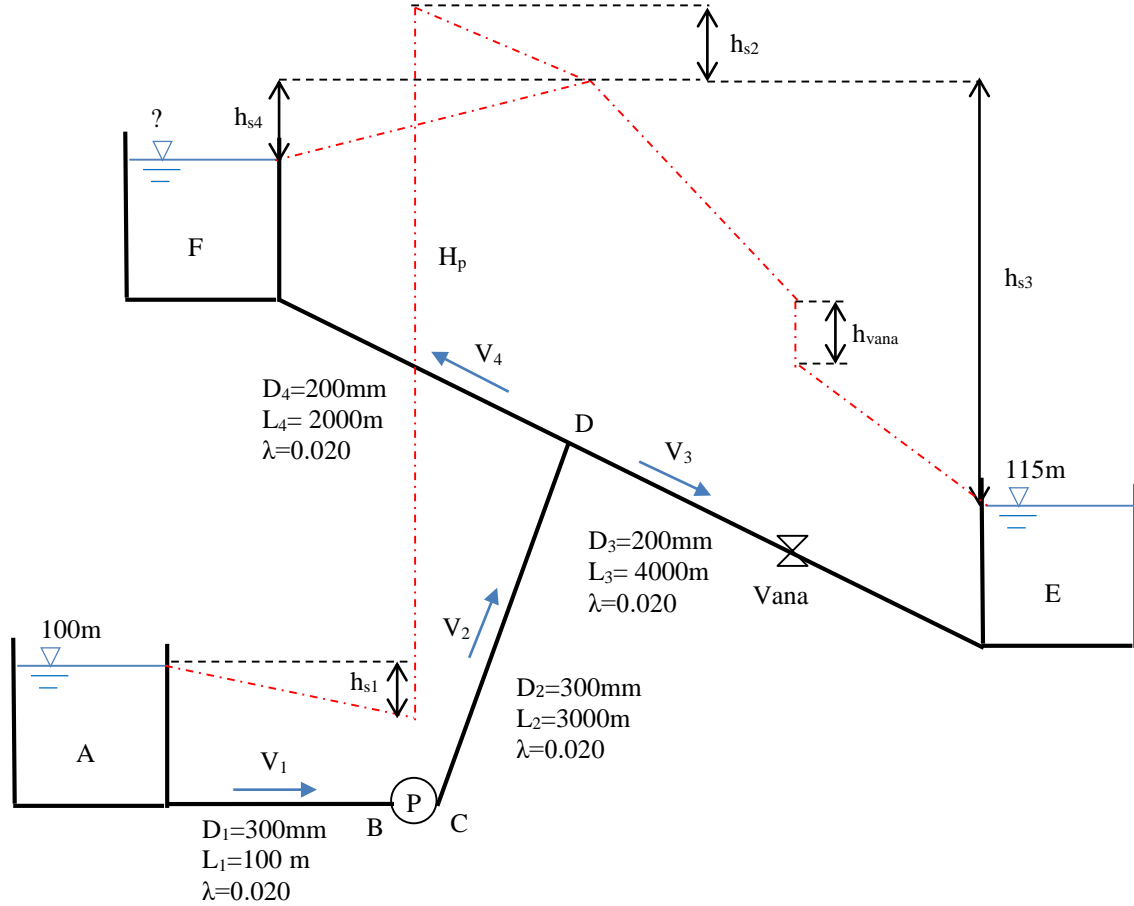
$$\frac{p_A}{\gamma} + z_A = 1.8 + 3 + 5.2 = 10\text{m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.30 (Sığiner ve Sümer, 1980)

Şekildeki hazne-boru-pompa sisteminde, pompanın yükselttiği debi $Q=100\text{lt/s}$ ve pompa gücü $P=75\text{kW}$ dir. Vanadaki kayıp $h_{\text{vana}}=2.0\text{m}$ alarak; F haznesinin kotunu bulunuz.



$$\text{A-B Borusunda hız: } V_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{4 \cdot 0.1}{\pi \cdot 0.3^2} = 1.41 \text{ m/s}$$

$$\text{A-B deki yük kaybı: } h_{s1} = \lambda \frac{L_1}{D_1} \frac{V_1^2}{2g} = 0.02 \frac{100}{0.3} \frac{1.41^2}{19.62} = 0.68 \text{ m}$$

$$\text{Pompa terfi yüksekliği: } P = \gamma Q H_p \Rightarrow H_p = \frac{P}{\gamma Q} = \frac{75000}{9810 \cdot 0.1} = 76.5 \text{ m}$$

$$\text{Pompa çıkışında C de enerji seviyesi: } 100 - 0.68 + 76.5 = 175.82 \text{ m}$$

$$V_1 = V_2 \text{ olacağından, CD deki yük kaybı: } h_{s2} = \lambda \frac{L_2}{D_2} \frac{V_2^2}{2g} = 0.02 \frac{3000}{0.3} \frac{1.41^2}{19.62} = 20.27 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

D deki enerji yüksekliği: $175.82-20.27 = 155.6$ m

D-E deki toplam kayıp : $155.6-115=40.6$ m

D-E deki sürtünme kaybı: $h_{s3}=40.6-2 = 38.6$ m

D-E borusundaki hız: $h_{s3} = 38.6 = 0.02 \frac{4000}{0.2} \frac{V_3^3}{19.62} \Rightarrow V_3 = 1.38$ m

D-E boru debisi: $Q_3 = V_3 * A_3 = 1.38 * \frac{\pi * 0.2^2}{4} = 0.0434 \text{m}^3 / \text{s} = 43.4 \text{lt/s}$

D-F deki debi: $Q_4=100-43.4=56.6$ lt/s

D-F deki hız: $V_4 = \frac{Q_4}{A_4} = \frac{4 * 0.0566}{\pi * 0.2^2} = 1.8$ m/s

D-F deki sürtünme kaybı: $h_{s4} = \lambda \frac{L_4}{D_4} \frac{V_4^2}{2g} = 0.02 \frac{2000}{0.2} \frac{1.8^2}{19.62} = 33.03$ m

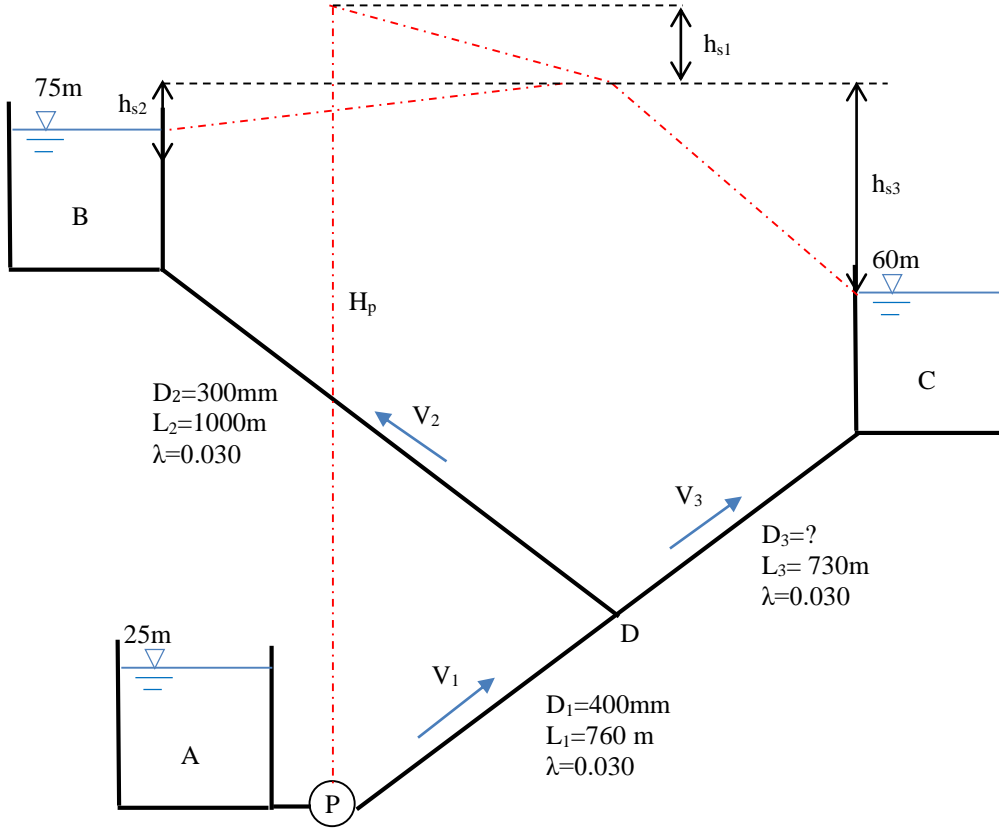
F haznesinin kotu: $F=155.6-33.03=122.57$ m

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.31 (Yüksel, 2008)

Bir pompa vasıtasıyla A haznesinden B haznesine 80 lt/sn ve C haznesine 40 lt/sn lik su basılmaktadır. Yerel kayıpları ihmal ederek; Pompanın gücünü bulunuz, DC borusunun çapını belirleyiniz, sistem enerji çizgisini çiziniz.



$$\text{D-B deki hız: } V_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{4 \cdot 0.08}{\pi \cdot 0.3^2} = 1.13 \text{ m/s}$$

$$\text{D-B deki sürtünme kaybı: } h_{s2} = \lambda \frac{L_2}{D_2} \frac{V_2^2}{2g} = 0.03 \frac{1000}{0.3} \frac{1.13^2}{19.62} = 6.51 \text{ m}$$

$$\text{A-D deki debi: } Q_1 = Q_2 + Q_3 = 0.08 + 0.04 = 0.12 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{A-D deki hız: } V_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{4 \cdot 0.12}{\pi \cdot 0.4^2} = 0.95 \text{ m/s}$$

$$\text{A-D deki sürtünme kaybı: } h_{s1} = \lambda \frac{L_1}{D_1} \frac{V_1^2}{2g} = 0.03 \frac{760}{0.4} \frac{0.95^2}{19.62} = 2.62 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Pompa basma yüksekliği:

$$z_A + H_p - h_{s1} = z_B + h_{s2}$$

$$H_p = (z_B - z_A) + h_{s2} + h_{s1}$$

$$H_p = (75 - 25) + 6.51 + 2.62 = 59.13\text{m}$$

Pompanın gücü:

$$P = \gamma Q H_p = 9810 * 0.12 * 59.13 = 69608\text{W} = 70\text{kW}$$

D-C borusundaki sürtünme kaybı:

$$z_A + H_p = z_C + h_{s1} + h_{s3}$$

$$h_{s3} = z_A + H_p - z_C - h_{s1}$$

$$h_{s3} = 25 + 59.13 - 60 - 2.62 = 21.51\text{m}$$

$$V_3 = \frac{Q_3}{A_3} = \frac{0.04 * 4}{\pi * D_3^2}$$

$$h_{s3} = 21.51 = 0.03 \frac{730 \left(\frac{0.04 * 4}{\pi * D_3^2} \right)^2}{D_3} \frac{1}{19.62}$$

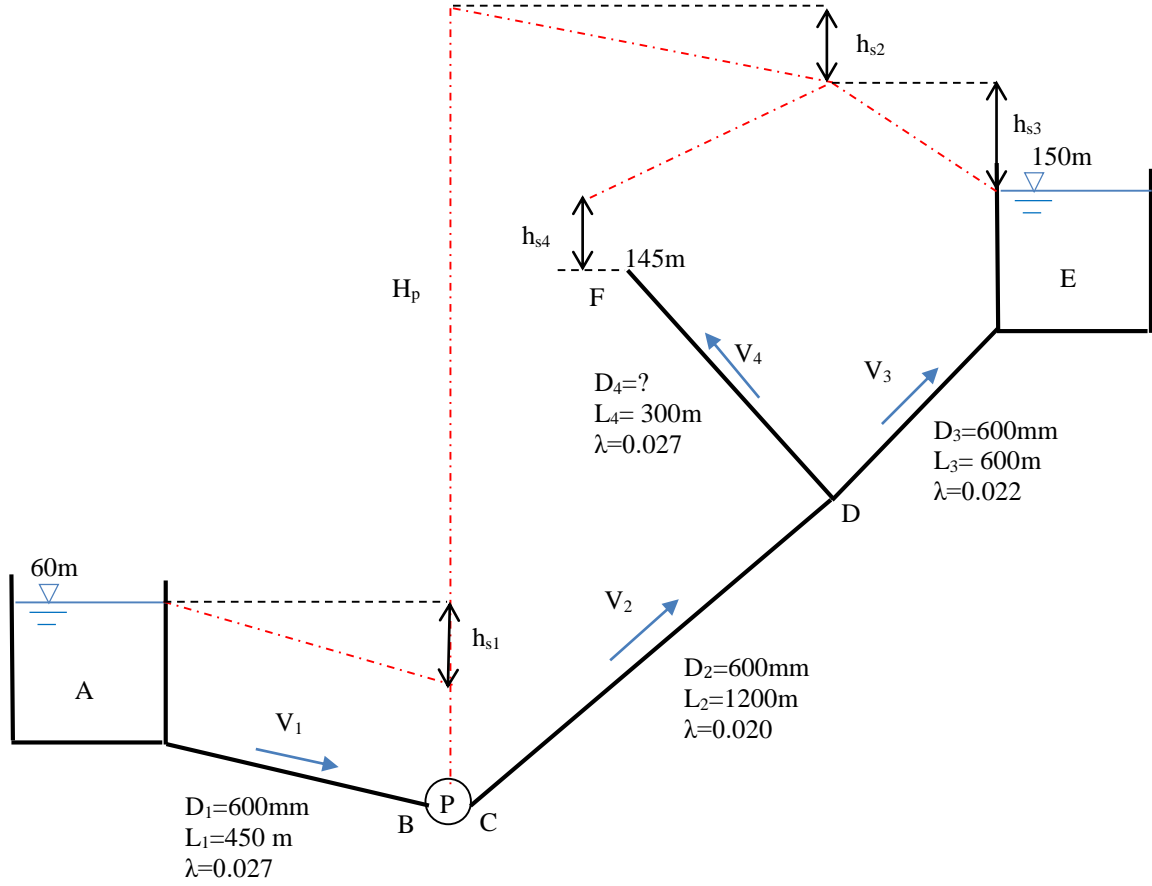
$$D_3 = 0.047\text{m} = 47\text{mm}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 7.32 (Sığiner ve Sümer, 1980)

Şekildeki pompa 145m kotunda ve atmosfere açık F noktasına 324 lt/s ve E haznesine 648 lt/s su basmaktadır; pompanın gücünü ($\eta=0.8$) ve FD borusunun çapını bulunuz.



D-E borusundaki hız ve yük kaybı:

$$V_3 = \frac{Q_3}{A_3} = \frac{4 \cdot 0.648}{\pi \cdot 0.6^2} = 2.29 \text{ m/s} \quad h_{s3} = \lambda \frac{L_3}{D_3} \frac{V_3^2}{2g} = 0.022 \frac{600}{0.6} \frac{2.29^2}{19.62} = 5.88 \text{ m}$$

D noktasındaki piyezometre kotu:

$$\left(\frac{P}{\gamma} + z \right)_D = \left(\frac{P}{\gamma} + z \right)_B + h_{s3} = 150 + 5.88 = 155.88 \text{ m}$$

$$Q_2 = Q_3 + Q_4 = 0.648 + 0.324 = 0.972 \text{ m}^3/\text{s}$$

CD borusundaki hız ve yük kaybı:

$$V_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{4 \cdot 0.972}{\pi \cdot 0.6^2} = 3.44 \text{ m/s} \quad h_{s2} = \lambda \frac{L_2}{D_2} \frac{V_2^2}{2g} = 0.02 \frac{1200}{0.6} \frac{3.44^2}{19.62} = 24.1 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Pompa çıkışındaki piyezometre kotu:

$$\left(\frac{P}{\gamma} + z\right)_C = \left(\frac{P}{\gamma} + z\right)_D + h_{s2} = 155.88 + 24.1 = 179.98\text{m}$$

AB borusundaki yük kaybı:

$$h_{s1} = \lambda \frac{L_1}{D_1} \frac{V_1^2}{2g} = 0.027 \frac{450}{0.6} \frac{3.44^2}{19.62} = 12.3\text{m}$$

Pompa girişindeki piyezometre kotu:

$$\left(\frac{P}{\gamma} + z\right)_B = \left(\frac{P}{\gamma} + z\right)_A + h_{s1} = 60 - 12.3 = 47.7\text{m}$$

Pompanın basması gerekli yükseklik:

$$H_p = \left(\frac{P}{\gamma} + z\right)_C - \left(\frac{P}{\gamma} + z\right)_B = 179.98 - 47.7 = 132.28\text{m}$$

Pompanın gücü:

$$P = \frac{\gamma Q H_p}{0.8} = \frac{9810 * 0.972 * 132.28}{0.8} = 15766651\text{W} = 1576.7\text{kW}$$

FD borusundaki enerji kaybı bilindiğine göre:

$$h_{s4} = \left(\frac{P}{\gamma} + z\right)_D - \left(\frac{P}{\gamma} + z\right)_F = 155.88 - 145 = 10.88\text{m}$$

$$h_{s4} = 10.88 = 0.027 \frac{300}{D_4} \frac{V_4^2}{19.62}$$

$$V_4 = \frac{Q_4}{A_4} = \frac{4 * 0.324}{\pi * D_4^2}$$

$$h_{s4} = 10.88 = 0.027 \frac{300}{D_4} \frac{\left(\frac{4 * 0.324}{\pi * D_4^2}\right)^2}{19.62}$$

$$D = 0.365\text{m} = 365\text{mm}$$

Bölüm 8

Açık Kanal Akımları

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.1

Trapez kesitli beton bir kanalda kesit özellikleri, $b=5\text{m}$, $h=2\text{m}$ ve $m=1$, kanal taban eğimi $S=0.0005$ olduğuna göre, üniform akım durumunda akımın ortalama hızı ve debiyi, a) Chezy, $\gamma_b=0.06$, b) Manning, $n=0.013$ ve c) Darcy-Weisbach, $\lambda=0.015$, formülleri ile hesaplayınız.

$$R = \frac{A}{P} = \frac{(b + mh)h}{b + 2h\sqrt{1 + m^2}} = \frac{(5 + 1 * 2) * 2}{5 + 2 * 2\sqrt{1 + 1^2}} = \frac{14}{10.66} = 1.31\text{m}$$

a) Chezy formülü:

$$V = C\sqrt{RS}, \quad C = \frac{87\sqrt{R}}{\gamma_b + \sqrt{R}}$$

$$C = \frac{87\sqrt{R}}{\gamma_b + \sqrt{R}} = \frac{87 * \sqrt{1.31}}{0.06 + \sqrt{1.31}} = \frac{99.58}{1.21} = 82.30$$

$$V = C\sqrt{RS} = 82.30 * \sqrt{1.31 * 0.0005} = 2.11\text{m/s}$$

$$Q = VA = 2.11 * 14 = 29.54\text{m}^3/\text{s}$$

b) Manning formülü:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} = \frac{1}{0.013} * 1.31^{2/3} * 0.0005^{1/2} = 2.06\text{m/s}$$

$$Q = VA = 2.06 * 14 = 28.84\text{m}^3/\text{s}$$

c) Darcy-Weisbach Formülü:

$$V = \sqrt{\frac{8g}{\lambda} R^{1/2} S^{1/2}} = \sqrt{\frac{8 * 9.81}{0.015}} * 1.31^{1/2} * 0.0005^{1/2} = 1.85\text{m/s}$$

$$Q = VA = 1.85 * 14 = 25.90\text{m}^3/\text{s}$$

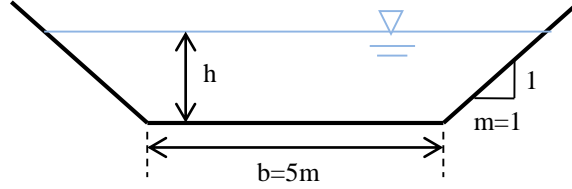
AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.2 (Kırkgöz ve ark, 1994)

$b=5$ m, $m=1$, $S=0.0006$ ve $n=0.016$ olan trapez kesitli bir kanalda 25 m³/s debili su iletilmektedir. Akımın normal derinliğini ve ortalama hızını bulunuz.

Trapez kesit için:



$$A = (b + m h) h$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2} = \frac{1}{n} A \left(\frac{A}{P} \right)^{2/3} S^{1/2} = \frac{1}{n} \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}} S^{1/2}$$

$$A = (5 + h)h, \quad P = 5 + 2h\sqrt{1 + 1} = 5 + 2.83h$$

$$25 = \frac{1}{0.016} \frac{[(5 + h)h]^{5/3}}{(5 + 2.83h)^{2/3}} (0.0006)^{1/2}$$

Deneme yanılma ile $h=2$ m

$$A = (5 + 2)2 = 14 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{25}{14} = 1.79 \text{ m/s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.3

Taban genişliği 8m olan dikdörtgen kesitli uzun bir kanaldan 20 m³/s debi geçmektedir. Kanal taban eğimi 0.002 ve n=0.015 olarak bilindiğine göre; kanaldaki akım derinliğini ve hızını bulunuz, kanaldaki akım türünün aşağıdaki sınıflardan hangisine girdiğini, nedenleriyle belirtiniz: Laminer, Türbülans, Permenant, Permenant olmayan, Potansiyel çevrintili, Üniform, Üniform olmayan, Nehir rejimi, Sel rejimi,

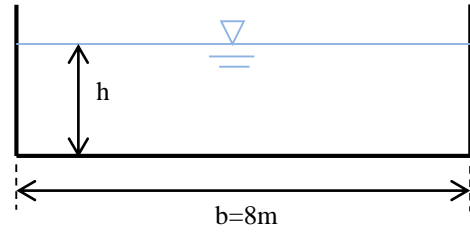
Maning denklemi kullanılarak debi:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

$$A = bh$$

$$P = b + 2h$$

$$20 = \frac{1}{0.015} * (8 + h) * \left(\frac{8 * h}{8 + 2 * h} \right)^{2/3} 0.002^{1/2}$$



Deneme yanılma ile çözülür ise: $h=1.0m$

$$A = 8 * 1 = 8m^2$$

$$P = 8 + 2 * 1 = 10m$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{8}{10} = 0.8m$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{20}{8} = 2.5 m/s$$

$$Re = \frac{4VR}{\nu} = \frac{4 * 2.5 * 8}{1 * 10^{-6}} = 8.0 * 10^6 > 2000$$

Akım türbülanslı

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gh}} = \frac{2.5}{\sqrt{9.81 * 1}} = 0.80 < 1.0$$

Akım nehir rejiminde

Akım karakteristikleri zamana göre değişmediğinden düzenli, Doğadaki akımların pek çoğu gibi açık kanallardaki akımlar çevrintilidir, -Kanal uzun olduğundan üniform olması beklenir.

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.4 (Güney, 2013)

Şekilde görülen üçgen kanalda $n=0.016$, $Q=9\text{m}^3/\text{s}$ ve $S=0.001$ durumunda oluşacak h su derinliğini hesaplayınız.

$$m = \cot 60^\circ = 0.58$$

$$A = mh^2 = 0.58h^2$$

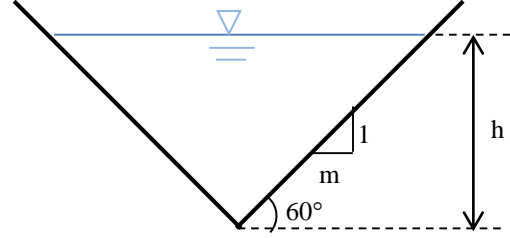
$$P = 2h\sqrt{1+m^2} = 2.31h$$

$$R = \frac{mh^2}{2h\sqrt{1+m^2}} = \frac{0.58h^2}{2.31h} = 0.25h$$

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

$$9 = \frac{1}{0.016} * 0.58h^2 * 0.25h^{2/3} * 0.001^{1/2}$$

$$h = 3.06\text{m}$$

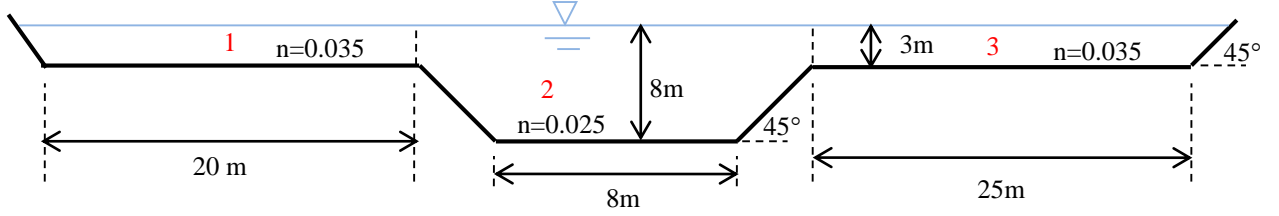


AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.5

Şekilde kesit özellikleri verilen kanalın taban eğimi 0.0007 olduğuna göre kanaldan geçen debiyi hesaplayınız.



$$A_1 = \frac{3 \cdot 3}{2} + 3 \cdot 20 = 64.5 \text{ m}^2$$

$$A_2 = (5 + 8 + 5) \cdot 3 + [8 + (5 + 8 + 5)] \cdot \frac{5}{2} = 119.0 \text{ m}^2$$

$$A_3 = \frac{3 \cdot 3}{2} + 3 \cdot 25 = 79.5 \text{ m}^2$$

$$P_1 = 20 + \sqrt{3^2 + 3^2} = 24.24 \text{ m}$$

$$P_2 = 8 + 2 \cdot \sqrt{5^2 + 5^2} = 22.14 \text{ m}$$

$$P_3 = 25 + \sqrt{3^2 + 3^2} = 29.24 \text{ m}$$

$$R_1 = \frac{A_1}{P_1} = \frac{64.5}{24.24} = 2.66 \text{ m} \quad R_2 = \frac{A_2}{P_2} = \frac{119.0}{22.14} = 5.37 \text{ m} \quad R_3 = \frac{A_3}{P_3} = \frac{79.5}{29.24} = 2.72 \text{ m}$$

$$Q_1 = \frac{1}{0.035} \cdot 64.5 \cdot 2.66^{2/3} \cdot 0.0007^{1/2} = 93.91 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = \frac{1}{0.025} \cdot 119.0 \cdot 5.37^{2/3} \cdot 0.0007^{1/2} = 386.19 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = \frac{1}{0.035} \cdot 79.5 \cdot 2.72^{2/3} \cdot 0.0007^{1/2} = 117.49 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 93.91 + 386.19 + 117.49 = 597.59 \text{ m}^3/\text{s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

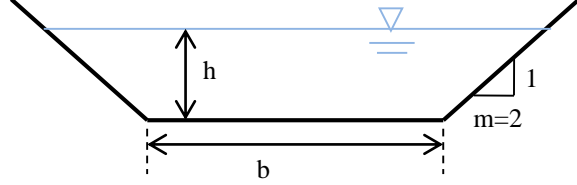
Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.6 (Yüksel, 2008)

Trapez kesitli sulama kanalı siltli kumlu zeminde açılmış olup $10\text{m}^3/\text{s}$ debili su iletmektedir. Kanal taban eğimi $S=1/10\ 000$ olduğuna göre kanalı boyutlandırınız. $n=0.02$, $\tau_{\text{krş}}=2.4\ \text{N/m}^2$, $\phi=30^\circ$.

$$\tau_{\text{krş}} = \tau_{\text{krş}} \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta}{\sin^2 \phi}}$$

$$\tau_{\text{krş}} = 2.4 \sqrt{1 - \frac{\sin^2 26.6}{\sin^2 30}} = 1.07\ \text{N/m}^2$$



Geniş kanallar için şev kayma gerilmesi: $\tau_s=0.76\rho g h S_0$ kritik şev kayma gerilmesinden küçük olmalı yani:

$$\tau_s = 0.76\rho g h S_0 < \tau_{\text{krş}} = 1.07\ \text{N/m}^2$$

bu ifadeden h çekilir ise:

$$h \leq \frac{1.07}{0.76 * 9810 * 0.0001} \Rightarrow h = 1.44\text{m}$$

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

$$10 = \frac{1}{0.02} (b + 2 * 1.44) * 1.44 * \left[\frac{(b + 2 * 1.44) * 1.44}{b + 2 * 1.44 \sqrt{1 + 2^2}} \right]^{2/3} * 0.0001^{1/2}$$

$$b = 9.95\ \text{m}$$

Kanaldaki akım hızı:

$$A = (b + mh)h = (9.95 + 2 * 1.44) * 1.44 = 18.48\text{m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{10}{18.48} = 0.54\text{m/s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

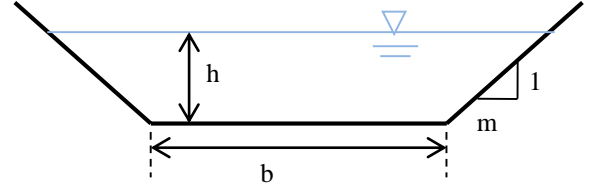
Problem 8.7 (Kırkgöz ve ark, 1994)

Beton kaplamalı trapez bir kanal $30 \text{ m}^3/\text{s}$ lik su debisini 1.5 m/s ortalama hız ile iletmesi isteniyor. (a) En iyi hidrolik kesiti boyutlandırınız ve taban eğimini bulunuz, (b) derinlik 2 m olacak şekilde kanalı boyutlandırınız ve taban eğimini bulunuz. $n=0.012$.

(a) En iyi hidrolik kesit trapez kanal için:

$$b + 2 m h = 2 h \sqrt{1 + m^2}$$

$$b + 2 \frac{1}{\sqrt{3}} h = 2 h \sqrt{1 + 1/3} \Rightarrow b = 1.16h$$



Kesit alanı:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{30}{1.5} = 20 \text{ m}^2$$

$$\left(b + \frac{1}{\sqrt{3}} h \right) h = 20$$

$$\left(1.16h + \frac{1}{\sqrt{3}} h \right) h = 20 \Rightarrow h = 3.39 \text{ m}$$

$$b = 1.16 * 3.39 = 3.93 \text{ m}$$

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

$$1.5 = \frac{1}{0.012} \left(\frac{3.39}{2} \right)^{2/3} S^{1/2} \Rightarrow S = 0.00016 = 1/6250$$

$$(b) \quad h=2 \text{ m için : } \left(b + \frac{1}{\sqrt{3}} 2 \right) 2 = 20 \Rightarrow b = 8.85 \text{ m}$$

$$R = \frac{20}{8.85 + 2 * 2 \sqrt{1 + 1/3}} = 1.48 \text{ m}$$

$$1.5 = \frac{1}{0.012} 1.48^{2/3} S^{1/2} \Rightarrow S = 0.000192 = 1/5208$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.8

Trapez kesitli bir kanalda $Q=10\text{m}^3/\text{s}$, $m=2$, $n=0.02$, $S=0.0016$ olduğuna göre; Kanalı hidrolik bakımdan en iyi şekilde boyutlandırınız, $b=5\text{m}$ için üniform akım derinliğini bulunuz.

$$b + 2 m h = 2 h \sqrt{1 + m^2}$$

$$b + 2 * 2 h = 2 h \sqrt{1 + 2^2}$$

$$b + 4 h = 4.47 h$$

$$b = 0.47 h$$

$$A = (b + m h) h$$

$$A = (0.47 h + 2 h) h$$

$$A = 2.47 h^2$$

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} * A$$

$$10 = \frac{1}{0.02} * \left(\frac{h}{2}\right)^{2/3} * 0.0016^{1/2} * 2.47 h^2$$

$$h = 1.55 \text{ m}$$

$$b = 0.47 h$$

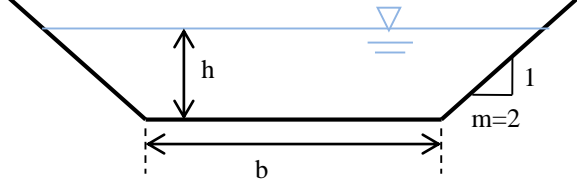
$$b = 0.47 * 1.55$$

$$b = 0.73 \text{ m}$$

$B=5\text{m}$ için üniform akım derinliği:

$$10 = \frac{1}{0.02} * \left(\frac{(5 + 2h)h}{5 + 2h\sqrt{5}}\right)^{2/3} * 0.0016^{1/2} * (5 + 2h)h \Rightarrow h = 0.93 \text{ m}$$

$$h = 0.93 \text{ m}$$



AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

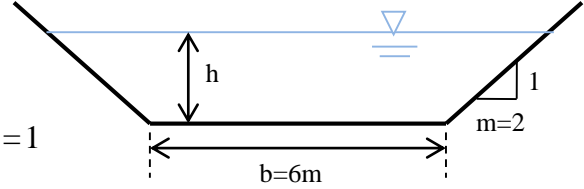
Problem 8.9 (Kırkgöz ve ark, 1994)

Taban genişliği 6 m, şev eğimi 1/2 olan trapez kesitli bir kanal 10 m³/s debili su iletmektedir. Akımda; kritik derinliği, kritik hızı, minimum özgül enerjiyi ve kritik eğimi bulunuz, n=0.013.

$$T = b + 2 m h = 6 + 4 h$$

$$A = (b + m h) h = (6 + 2 h) h$$

$$\frac{Q^2 B_{kr}}{g A_{kr}^3} = 1 \Rightarrow \frac{10^2 (6 + 4 h_{kr})}{9.81 [(6 + 2 h_{kr}) h_{kr}]^3} = 1$$



$$h_{kr} = 0.0245 [(6 + 2 h_{kr}) h_{kr}]^3 - 1.5$$

Deneme yanılma ile: $h_{kr}=0.62$ m.

$$A_{kr} = (6 + 2 * 0.62) * 0.62 = 4.49 \text{ m}^2$$

$$V_{kr} = \frac{Q}{A_{kr}} = \frac{10}{4.49} = 2.23 \text{ m/s}$$

$$E_{min} = h_{kr} + \frac{V_{kr}^2}{2g} = 0.62 + \frac{2.23^2}{19.62} = 0.87 \text{ m}$$

$$P_{kr} = b + 2 h_{kr} \sqrt{1 + m^2} = 6 + 2 * 0.62 \sqrt{1 + 2^2} = 8.77 \text{ m}$$

$$R_{kr} = \frac{A_{kr}}{P_{kr}} = \frac{4.49}{8.77} = 0.51 \text{ m}$$

$$V_{kr} = \frac{1}{n} R_{kr}^{2/3} S_{kr}^{1/2}$$

$$S_{kr} = \left(\frac{V_{kr} * n}{R_{kr}^{2/3}} \right)^2 = \left(\frac{2.23 * 0.013}{0.51^{2/3}} \right)^2 = 0.0021$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.10

Taban genişliği 0.8m olan trapez açısı 60° ve taban eğimi açısı 0.3° olan trapez kanalda su derinliği $h=0.52m$ olduğuna göre kanaldan geçen suyun debisini hesaplayın. Kanaldaki akımın rejimini ve kritik derinliği belirleyiniz, $n=0.03$.

Şev açısı $\theta=60^\circ \Rightarrow m=1/\tan 60=0.58$

$$A = (b + mh) h = (0.8 + 0.58 * 0.52) * 0.52 = 0.572 m^2$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} = 0.82 * 0.52\sqrt{1 + 0.58^2} = 2.0 m$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.572}{2.0} = 0.286 m$$

Kanal taban eğimi : $S_0 = \tan 0.3 = 0.00524$

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A = \frac{1}{0.03} * 0.286^{2/3} * 0.00524^{1/2} * 0.572 = 0.60 m^3 / s$$

$$V = \frac{Q}{A} = 0.572 = 1.05 m/s$$

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gh}} = \frac{1.05}{\sqrt{9.81 * 0.52}} = 0.47 < 1.0 \text{ akım nehir rejimi}$$

$$\frac{Q^2 B}{g A^3} = 1 \Rightarrow \frac{0.6^2 * [0.8 + 2 * 0.58 * h_{kr}]}{9.81 * [(0.8 + 0.58 * h_{kr}) * h_{kr}]^3} = 1$$

Bu ifadeden h_{kr} çekilir ise:

$$h_{kr} = 0.35 m$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.11

Taban genişliği 5m olan ve su derinliği h olan, bir dikdörtgen kanalda, $Q=20\text{m}^3/\text{s}$ debi geçmektedir. Kanalı en iyi kesit olarak boyutlandırınız, akım rejimini bulunuz, verilen debinin $E=1.84\text{m}$ lik enerji ile geçirecek h derinliğini bulunuz, akımın rejimini belirleyiniz, minimum enerji yüksekliğini bulunuz.

En uygun dikdörtgen kesit:

$$b=2h \quad \text{ve} \quad h=2.5 \text{ m}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{20}{5 * 2.5} = 1.6 \text{ m/s}$$

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gh}} = \frac{1.6}{\sqrt{9.81 * 2.5}} = 0.32 < 1.0 \text{ akım nehir rejimi}$$

$$E = h + \frac{V^2}{2g} = 1.84$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{20}{5 * h} = \frac{4}{h}$$

$$1.84 = h + \frac{4^2}{2gh^2}$$

$$h_1=1.45\text{m} \quad \text{ve} \quad h_2=1.0\text{m}$$

Akımın rejimi:

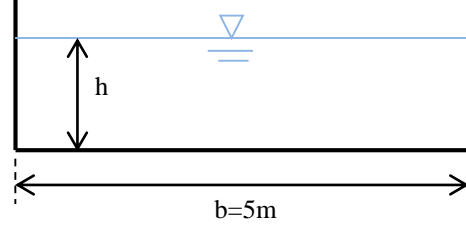
$$h_{kr} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gB^2}} = \sqrt[3]{\frac{20^2}{9.81 * 5^2}} = 1.18\text{m}$$

$h_1=1.45\text{m}$ için $> h_{kr}$ Akım nehir rejimi

$h_2=1.0\text{m}$ için $< h_{kr}$ Akım sel rejimi

Minimum enerji yüksekliği:

$$E_{min} = \frac{3}{2} h_{kr} = \frac{3}{2} * 1.18 = 1.77\text{m}$$



AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.12

Bir dikdörtgen kesitli açık kanalda $Q= 10\text{m}^3/\text{s}$, $S= 0.0004$ ve $1/n =70$ olduğuna göre; kanal taban genişliği $b= 4$ m iken üniform akım derinliğini hesaplayınız ve akımın rejimini belirleyiniz, bu kanalı hidrolik bakımdan en uygun olacak şekilde boyutlandırınız, $b=?$ $h=?$, $b=4$ m iken verilen debiyi minimum enerji ile geçirebilecek akım derinliğini, akım hızını ve kanal taban eğimini hesaplayınız.

Dikdörtgen kesitli kanalda:

$$A = b * h = 4h$$

$$P = b + 2h = 4 + 2h$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{4h}{4 + 2h}$$

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A$$

$$10 = 70 * \left(\frac{4h}{4 + 2h} \right)^{2/3} * 0.0004^{1/2} * 4h \quad h=1.84\text{m}$$

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{10}{4} = 2.5\text{m}^3/\text{s}$$

$$h_{kr} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{2.5^2}{9.81}} = 0.86\text{m}$$

$$h=1.84 > h_{kr}=0.86 \text{ Nehir rejimi}$$

En uygun dikdörtgen kesit $b=2h$ olan kesittir.

$$A = b * h = 2h^2$$

$$P = b + 2h = 2h + 2h = 4h$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{2h^2}{4h} = \frac{h}{2}$$

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A$$

$$10 = 70 * \left(\frac{h}{2} \right)^{2/3} * 0.0004^{1/2} * 2h^2$$

$$h=1.93\text{m}$$

$$b=2h=3.86\text{m}$$

Minimum enerji ile geçirilebilecek akım derinliği kritik derinliktir.

$$V_{kr} = \sqrt{gh_{kr}} = \sqrt{9.81 * 0.86} = 2.91\text{m/s}$$

$$R_{kr} = \frac{A_{kr}}{P_{kr}} = \frac{4 * 0.86}{4 + 2 * 0.86} = 0.60\text{m}$$

$$V_{kr} = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$2.91 = 70 * 0.60^{2/3} S^{1/2}$$

$$S=0.00339$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.13

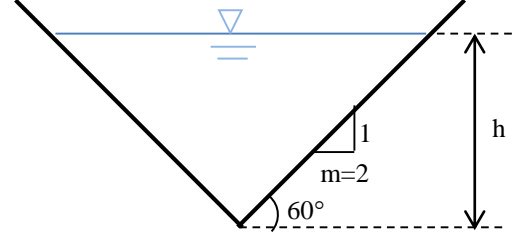
Şekilde görülen üçgen kanalda $n=0.016$, $Q=9\text{m}^3/\text{s}$ durumunda kritik derinlik, kritik hız ve derinliği hesaplayınız.

$$B=2mh=4h_{kr}$$

$$A_{kr} = mh^2 = 2h_{kr}^2$$

$$P_{kr} = 2h_{kr} \sqrt{1+m^2} = 4.47h_{kr}$$

$$R = \frac{A_{kr}}{P_{kr}} = \frac{2h_{kr}^2}{4.47h_{kr}} = 0.45h_{kr}$$



Kritik akım için:

$$\frac{Q^2 B_{kr}}{g A_{kr}^3} = 1$$

$$\frac{9^2 * 4h_{kr}}{9.81 * (2h_{kr}^2)^3} = 1$$

$$\frac{324 * h_{kr}}{78.48 * h_{kr}^6} = 1$$

$$4.13 = h_{kr}^5$$

$$h_{kr}=1.32\text{m}$$

$$V_{kr} = \frac{Q}{A_{kr}} = \frac{9}{2 * 1.32^2} = 2.58\text{m/s}$$

$$R = \frac{A_{kr}}{P_{kr}} = 0.45h_{kr} = 0.45 * 1.32^2 = 0.78\text{m}$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \Rightarrow S = \left(\frac{n V_{kr}}{R^{2/3}} \right)^2$$

$$S = \left(\frac{0.016 * 2.58}{0.78^{2/3}} \right)^2$$

$$S=0.0024$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.14 (Yüksel, 2008)

Şekildeki yarı dairesel kanal kritik akım şartlarında su taşımaktadır. Bu kanaldan geçen akıma ait kritik hızı, eğimi ve debiyi belirleyiniz. $n=0.013$

$$h_{mkr} = \frac{A}{B} = \frac{\frac{1}{2} * \pi * 0.45^2}{0.9} = 0.35m$$

$$V_{kr} = \sqrt{gh_{mkr}} = \sqrt{9.81 * 0.35} = 1.86m/s$$

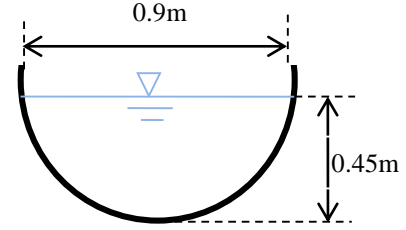
$$R = \frac{A}{P} = \frac{\frac{1}{2} * \pi * 0.45^2}{\pi * 0.45} = 0.23m$$

$$V_{kr} = \frac{1}{n} R_{kr}^{2/3} S_{kr}^{1/2}$$

$$1.86 = \frac{1}{0.013} 0.23^{2/3} S_{kr}^{1/2}$$

$$S_{kr} = 0.00427$$

$$Q_{kr} = V_{kr} A_{kr} = 1.86 * \frac{\pi * 0.45^2}{2} = 0.592m^3/s$$

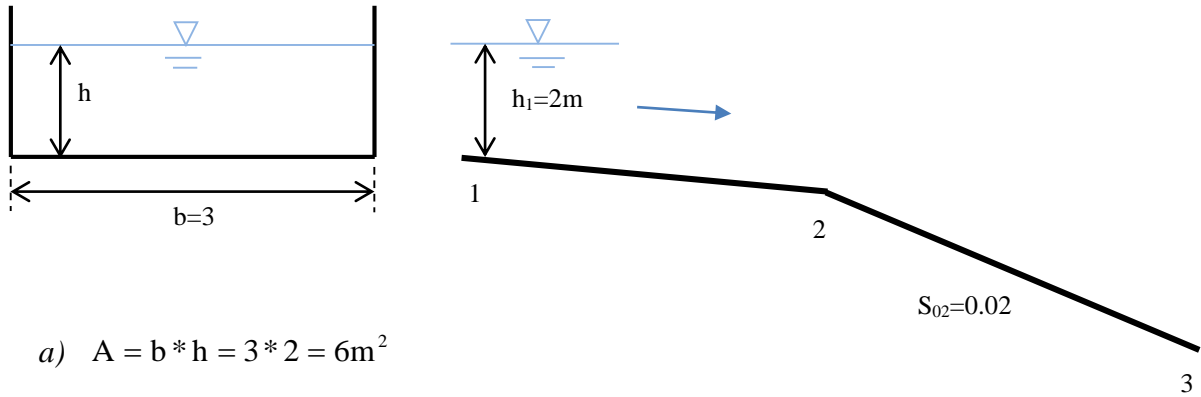


AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.15 (Sığiner ve Sümer, 1980)

Bir dikdörtgen kesitli açık kanalda $Q= 10\text{m}^3/\text{s}$, $1/n =50$, $B=3\text{m}$ dir. a) kanalda üniform akım derinliği 2m iken kanal taban eğimini ve akımın rejimini belirleyiniz. b) Kanal taban eğimi 2 kesitinden itibaren $S_0=0.02$ ye çıkarılırsa bu kısımdaki akım derinliğini ve akımın rejimini belirleyiniz. c) Kanal 1-2 kesiminde akım derinliğini değiştirmeden tabanda yapılacak bir eşişe verilebilecek maksimum yüksekliği belirleyiniz.



$$a) \quad A = b \cdot h = 3 \cdot 2 = 6\text{m}^2$$

$$P = b + 2h = 3 + 2 \cdot 2 = 7\text{m}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{6}{7} = 0.857\text{m}$$

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A \Rightarrow S_{01} = \frac{Q^2}{A^2 (1/n)^2 R^{4/3}}$$

$$S_{01} = \frac{10^2}{6^2 \cdot 50^2 \cdot 0.857^{4/3}} \Rightarrow S_{01} = 0.001366$$

$$q = \frac{Q}{B} = \frac{10}{3} = 3.333\text{m}^3/\text{s}$$

$$y_{kr} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{3.333^2}{9.81}} = 1.043\text{m}$$

$y_0=2\text{m} > y_{kr}=1.043\text{m}$ olduğundan akım nehir rejimindedir.

$$b) \quad A_{kr} = b \cdot h_{kr} = 3 \cdot 1.043 = 3.129\text{m}^2$$

$$P_{kr} = b + 2h_{kr} = 3 + 2 \cdot 1.043 = 5.086\text{m}$$

$$R_{kr} = \frac{A_{kr}}{P_{kr}} = \frac{3.129}{5.086} = 0.615\text{m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

$$Q = \frac{1}{n} R_{kr}^{2/3} S_{kr}^{1/2} A_{kr} \Rightarrow S_{kr} = \frac{Q^2}{A_{kr}^2 (1/n)^2 R_{kr}^{4/3}}$$

$$S_{kr} = \frac{10^2}{3.129^2 * 50^2 * 0.615^{4/3}} \Rightarrow S_{kr} = 0.00781$$

$S_{02}=0.02 > S_{kr}=0.00781$ olduğundan akım sel rejimindedir.

Akım derinliği:

$$A = b * h_2 = 3h_2 \quad P = b * 2h_2 = 3 + 2h_2 \quad R = \frac{A}{P} = \frac{3h_2}{3 + 2h_2}$$

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} A \Rightarrow 10 = 50 * \left(\frac{3h_2}{3 + 2h_2} \right)^{2/3} 0.02^{1/2} * 3h_2$$

Deneme yanılma ile çözülmüş: $h_2=0.75\text{m}$

c) Enerji sabit kabul edilerek:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{10}{2 * 3} = 1.67\text{m/s}$$

$$E = h + \frac{V^2}{2g} = 2 + \frac{1.67^2}{19.62} = 2.14\text{m}$$

$$E_{\min} = 1.5h_{kr} = 1.5 * 1.043 = 1.56\text{m}$$

$$E_0 = E_{\min} + \Delta z_{\max}$$

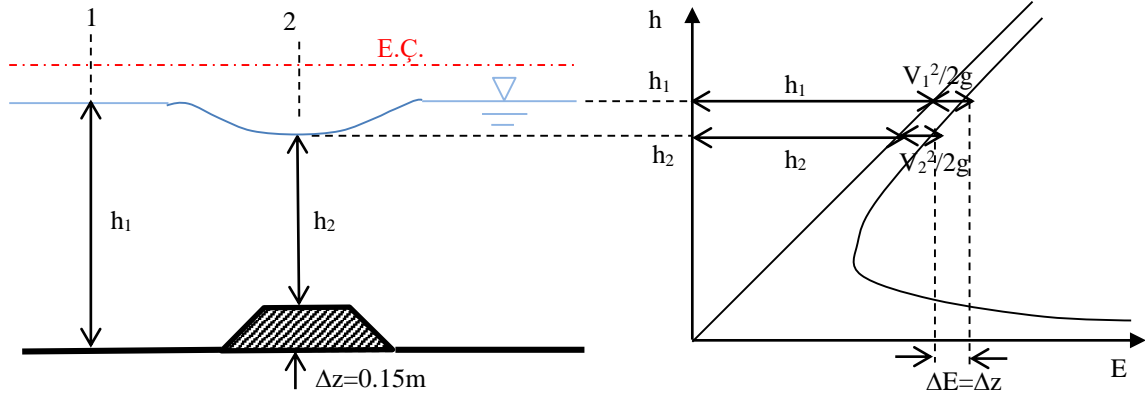
$$\Delta z_{\max} = 2.14 - 1.56 = 0.58\text{m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.16 (Kırkgöz ve ark, 1994)

Genişliği 2 m olan dikdörtgen bir kanal 1 m derinlik ve 3 m³/s debi ile su iletmektedir. (a) Kanal tabanındaki 0.15 m lik bir yerel yükselmenin üzerinde oluşacak akım derinliğini, ve (b) üzerinde kritik derinlik oluşturacak taban yükselmesini bulunuz.



a) $V_1 = Q / A_1 = 3 / (2 * 1) = 1.5 \text{ m/s}$

$$Fr_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g h_1}} = \frac{1.5}{\sqrt{9.81 * 1}} = 0.48 < 1 \Rightarrow \text{Kritik altı akım}$$

1 ve 2 kesitleri arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{V_2^2}{2g} + h_2 + \Delta z, \quad V_2 = Q / A_2 = 3 / (2h_2) = 1.5 / h_2$$

$$\frac{1.5^2}{19.62} + 1 = \frac{1.5^2}{19.62 h_2^2} + h_2 + 0.15 \quad h_2 = 0.965 - \frac{0.115}{h_2^2}$$

Deneme yanılma ile $h_2 = 0.77 \text{ m}$

Kritik akımı oluşturacak taban yükselmesi için 1 ve 2 kesitleri arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{V_{kr}^2}{2g} + h_{kr} + \Delta z_{kr}$$

$$h_{kr} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{(3/2)^2}{9.81}} = 0.61 \text{ m}, \quad V_{kr} = \sqrt{g h_{kr}} = \sqrt{9.81 * 0.61} = 2.45 \text{ m/s}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

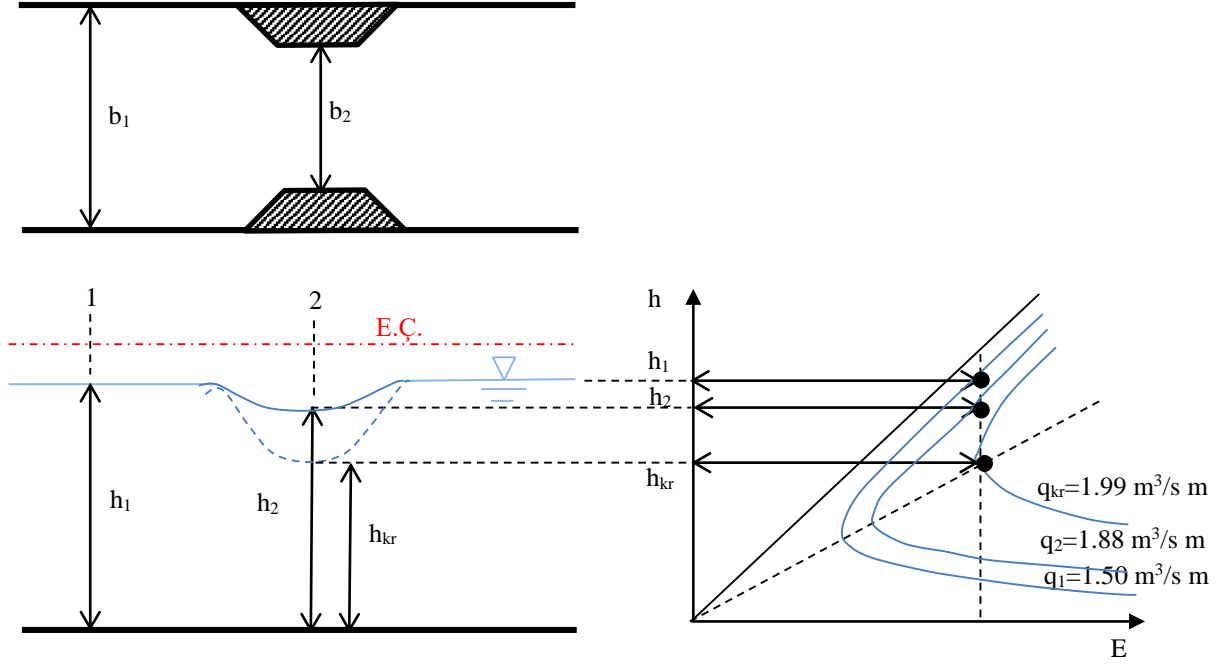
$$\frac{1.5^2}{19.62} + 1 = \frac{2.45^2}{19.62} + 0.61 + \Delta z_{kr} \quad \Rightarrow \quad \Delta z_{kr} = 0.20 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.17 (Kırkgöz ve ark, 1994)

Genişliği 2 m olan dikdörtgen bir kanal 1 m derinlik ve 3 m³/s debi ile su iletmektedir. (a) Kanal genişliğinin yerel bir daralma ile 1.6 m ye düşmesi halinde oluşacak akım derinliğini ve (b) kritik derinliğin oluşacağı kanal genişliğini bulunuz.



a) 1 ve 2 kesitleri arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{V_2^2}{2g} + h_2$$

$$V_1 = \frac{3}{2 \cdot 1} = 1.5 \text{ m/s}, \quad V_2 = \frac{3}{1.6h_2}, \quad q_2 = \frac{3}{1.6} = 1.88 \text{ m}^3/\text{s m}$$

$$\frac{1.5^2}{19.62} + 1 = \frac{3^2}{19.62 (1.6h_2)^2} + h_2 \quad h_2 = 1.115 - \frac{0.179}{h_2^2}$$

Deneme yanılma ile $h_2=0.89 \text{ m}$

b) Kritik derinliğin oluşacağı daralma halinde 1 ve 2 kesitleri arasında Bernoulli denklemi:

$$\frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{V_{kr}^2}{2g} + h_{kr} = E_{\min}, \quad E_{\min} = \frac{3}{2} h_{kr}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

$$\frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{3}{2} h_{kr}$$

$$\frac{1.5^2}{19.62} + 1 = \frac{3}{2} h_{kr} \quad \Rightarrow \quad h_{kr} = 0.74 \text{ m}$$

$$V_{kr} = \sqrt{g h_{kr}} = \sqrt{9.81 * 0.74} = 2.69 \text{ m/s}$$

$$b_{kr} = \frac{Q}{V_{kr} h_{kr}} = \frac{3}{2.69 * 0.74} = 1.51 \text{ m}$$

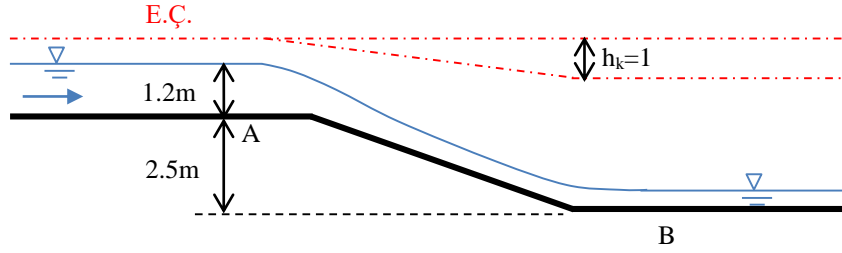
$$q_{kr} = 3 / 1.51 = 1.99 \text{ m}^3 / \text{s m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.18 (Sığiner ve Sümer, 1980)

Genişliği 3m olan dikdörtgen bir açık kanalın kesiti şekilde verildiği gibidir. A kesitinde hız 5m/s olduğuna göre, a) enerji kayıplarını ihmal ederek B kesitinde oluşabilecek su derinliklerini bulunuz, b) A-B arası enerji kaybı 1m ise B kesitinde oluşabilecek su derinliklerini hesaplayınız.



A kesitinde enerji yüksekliği:

$$E_A = z_A + h_A + \frac{V_A^2}{2g} = 2.5 + 1.2 + \frac{5^2}{19.62} = 4.97\text{m}$$

A kesitinden geçen debi:

$$Q_A = VA = 5 * (3 * 1.2) = 18\text{m}^3 / \text{s}$$

Süreklilik denkleminden:

$$Q_A = Q_B = V_B * (3 * h_B) \Rightarrow V_B = \frac{18}{3h_B} \Rightarrow V_B = \frac{6}{h_B}$$

B kesitinde enerji yüksekliği:

$$E_B = h_B + \frac{V_B^2}{2g} = h_B + \frac{36}{19.62 * h_B^2} = h_B + \frac{1.84}{h_B^2}$$

A ve B kesitleri arasında enerji kaybı olmadığından:

$$E_A = E_B \Rightarrow 4.97 = h_B + \frac{1.84}{h_B^2} \Rightarrow h_B^3 - 4.97h_B^2 + 1.84 = 0$$

Bu denklemin iki pozitif kökü vardır. Deneme yanılma ile çözüldüğünde:

$$h_{B1} = 0.66\text{m} \quad \text{ve} \quad h_{B2} = 4.9\text{m}$$

Kanaldaki kritik derinlik:

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

$$h_{kr} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gB^2}} = \sqrt[3]{\frac{18^2}{9.81*9}} = 1.54\text{m}$$

$$h_{B1} = 0.66\text{m} < h_{kr} = 1.54\text{m} \text{ sel rejimi}$$

$$h_{B2} = 4.9\text{m} > h_{kr} = 1.54\text{m} \text{ nehir rejimi}$$

A ve B kesitleri arasında 1m enerji kaybı olması durumunda:

$$E_A = E_B + 1 \Rightarrow 4.97 = h_B + \frac{V_B^2}{2g} + 1 = h_B + \frac{1.84}{h_B^2} + 1$$

$$h_B^3 - 3.97h_B^2 + 1.84 = 0$$

Bu denklemin iki pozitif kökü vardır. Deneme yanılma ile çözüldüğünde:

$$h_{B1} = 0.75\text{m} \text{ ve } h_{B2} = 3.85\text{m}$$

$$h_{B1} = 0.75\text{m}, < h_{kr} = 1.54\text{m} \text{ sel rejimi}$$

$$h_{B2} = 3.85\text{m}, > h_{kr} = 1.54\text{m} \text{ nehir rejimi}$$

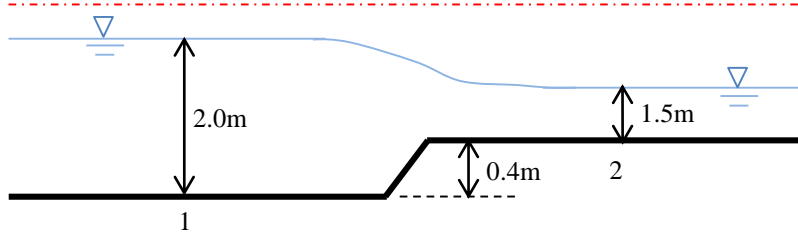
AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.19 (İlgaz ve ark., 2013)

Taban genişliği 4m olan dikdörtgen enkesitli bir açık kanalın kesiti şekilde verildiği gibidir. Enerji kayıplarını ihmal ederek, akımın debisini, kritik derinliği, 1 ve 2 kesitlerinde akımın rejimini, eşiğe verilecek maksimum yüksekliği bulunuz.

E.Ç.



1 ve 2 kesitlerinde özgül enerji eşitlinden:

$$E_1 = E_2 + \Delta z$$

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta z$$

Dikdörtgen kesitli kanalda:

$$q = \frac{Q}{B} \Rightarrow q = V_1 h_1 = V_2 h_2 \Rightarrow V_1 = \frac{q}{h_1}, V_2 = \frac{q}{h_2}$$

$$h_1 + \frac{q^2}{2gh_1^2} = h_2 + \frac{q^2}{2gh_2^2} + \Delta z$$

$$2 + \frac{q^2}{19.62 \cdot 4} = 1.5 + \frac{q^2}{19.62 \cdot 2.25} + 0.4$$

$$2 - 1.9 = 0.02265q^2 - 0.01274q^2$$

$$0.00991q^2 = 0.10 \Rightarrow q = 3.176 \text{ m}^3/\text{s m}$$

$$Q = qb = 3.176 \cdot 4 = 12.71 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h_{kr} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{3.176^2}{9.81}} = 1.01 \text{ m}$$

$h_1 = 2.0 \text{ m}, > h_{kr} = 1.01 \text{ m}$ nehir rejimi,

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

$h_2 = 1.5 \text{ m}$, $> h_{kr} = 1.01 \text{ m}$ nehir rejimi

Eşiğe verilecek maksimum yükseklik için:

$$E_1 = E_2 + \Delta z_{\text{mak}}$$

$$V_1 = \frac{Q}{Bh_1} = \frac{12.71}{4 * 2} = 1.59 \text{ m/s}$$

$$E_{\text{min}} = 1.5h_{kr} = 1.5 * 1.01 = 1.515$$

$$h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = E_{\text{min}} + h_2 + \Delta z_{\text{mak}}$$

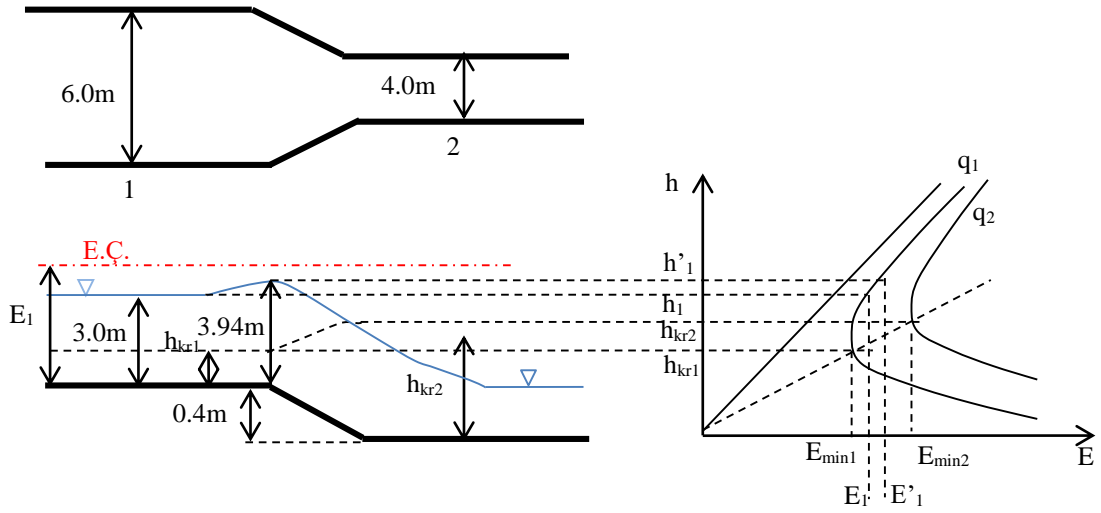
$$\Delta z_{\text{mak}} = 2 + \frac{1.59^2}{19.62} - 1.515 = 0.614 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.20 (Yüksel, 2008)

Dikdörtgen kesitli bir açık kanalın genişliği $b=6\text{m}$ olup, $V=4\text{m/s}$ hız ve $h=3\text{m}$ derinliğinde su iletmektedir. Kanalın bir kesitinde hem her iki tarafından eşit miktarda daralma ve aynı zamanda taban çukuru mevcuttur. Enerji kayıplarını ihmal ederek, a) gelen akımın rejimini, b) suyun söz konusu kesitten rejim değişikliği olmadan geçip geçemeyeceğini, c) akımın derinliğini belirleyerek su yüzü profillerini çiziniz.



a)

$$Q = VA = 4 * (3 * 6) = 72\text{m}^3 / \text{s}$$

$$q_1 = \frac{Q}{b_1} = \frac{72}{6} = 12\text{m}^3 / \text{s m}$$

$$h_{kr1} = \sqrt[3]{\frac{q_1}{g}} = \sqrt[3]{\frac{12^2}{9.81}} = 2.448\text{m}$$

$h_1=3.0\text{m} > h_{kr}=2.45\text{m}$ olduğundan 1 kesitinde akım nehir rejimindedir.

b)

$$E_2 = E_1 + \Delta z$$

$$E_1 = h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = 3 + \frac{4^2}{19.62} = 3.815\text{m}$$

$$E_2 = 3.815 + 0.4 = 4.215\text{m}$$

$$q_2 = \frac{Q}{b_2} = \frac{72}{4} = 18\text{m}^3 / \text{s m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

$$h_{kr2} = \sqrt[3]{\frac{q_2^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{18^2}{9.81}} = 3.208\text{m}$$

$$E_{min2} = \frac{3}{2} h_{kr2} = \frac{3}{2} 3.208 = 4.813\text{m}$$

$E_{min2} > E_2$ olduğundan rejim değişikliği mevcuttur.

c)

$$E_{min2} = E_1' + \Delta z$$

$$E_1' = 4.813 - 0.4 = 4.413\text{m}$$

$$E_1' = 4.413 = h_1' + \frac{q_1^2}{2gh_1'^2} = h_1' + \frac{12^2}{19.62 * h_1'^2}$$

$$h_1'^3 - 4.413h_1'^2 + 7.339 = 0$$

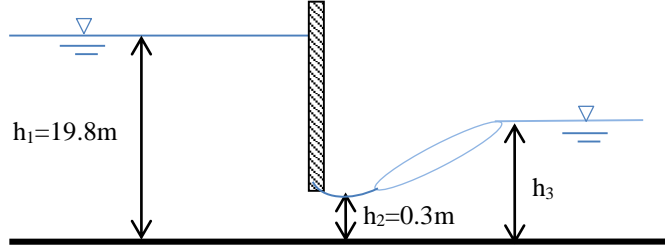
$$h_1' = 3.94\text{m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.21 (Yüksel, 2008)

1.5m genişliğinde yatay dikdörtgen kesitli kanala şekilde görülen düşey kapak yerleştirilmiştir. Hidrolik sıçramadan sonraki derinliği ve hidrolik sıçrama sırasında kaybolacak enerjiyi bulunuz.



$$h_1 = h_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

$$19.8 = 0.3 + \frac{V_2^2}{19.62} \Rightarrow V_2 = 19.56 \text{ m/s}$$

$$Fr_2 = \frac{V_2}{\sqrt{gh_2}} = \frac{19.56}{\sqrt{9.81 \cdot 0.3}} = 11.40 > \text{Sel Re jimi}$$

$$\frac{h_3}{h_2} = \frac{1}{2} (\sqrt{1 + 8Fr_2} - 1) \Rightarrow h_3 = 4.7 \text{ m}$$

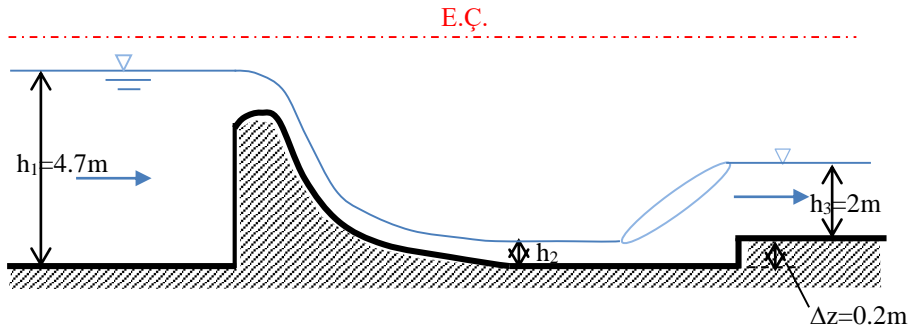
$$\Delta E = \frac{(h_3 - h_2)^3}{4h_2h_3} = \frac{(4.7 - 0.3)^3}{4 \cdot 0.3 \cdot 4.7} = 15.1 \text{ m}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.22 (Sığiner ve Sümer, 1980)

Şekilde görülen bağlama savağı üzerinden şekil düzlemine dik birim uzunluktan geçen debi $q=3.68 \text{ m}^3/\text{s}$ dir. Sürtünme tesirlerini ihmal ederek, a) bağlama savağı eteğindeki su derinliğini bulunuz, b) bağlama savağı eteğindeki akım rejimini bulunuz, c) Akımın enerjisini kırmak için 0.2m yüksekliğinde bir eşik yapılmıştır eşik üzerinde su derinliği 2m olarak bilindiğine göre akımın eşiğe etki ettiği kuvveti bulunuz.



a) Süreklilik denkleminde:

$$q = V_1 h_1 \Rightarrow V_1 = \frac{q}{h_1} = \frac{3.68}{4.7} = 0.78 \text{ m/s}$$

$$q = V_2 h_2 \Rightarrow V_2 = \frac{q}{h_2} = \frac{3.68}{h_2}$$

1 ve 2 noktaları arasında enerji denkleminde:

$$\frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{V_2^2}{2g} + h_2$$

$$\frac{0.78^2}{19.62} + 4.7 = \frac{(3.68/h_2)^2}{19.62} + h_2$$

Deneme yanılma ile çözülür ise:

$$h_2 = 0.40 \text{ m bulunur.}$$

b) Kritik derinlik:

$$h_{kr} = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{3.68^2}{9.81}} = 1.1 \text{ m}$$

$h_{kr} = 1.1 \text{ m} > h_2 = 0.4 \text{ m}$ olduğundan akım sel rejimindedir.

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

c) Hidrolik sıçrama öncesi ve sonrası kesitler için impuls momentum denklemi yazılır ise:

$$\sum F_x = \rho Q(V_3 - V_2)$$

$$V_2 = \frac{q}{h_2} = \frac{3.68}{0.4} = 9.2 \text{ m/s}$$

$$V_3 = \frac{q}{h_2} = \frac{3.68}{2} = 1.84 \text{ m/s}$$

$$\frac{1}{2} \gamma h_2^2 - \frac{1}{2} \gamma h_3^2 - R = \rho Q(V_3 - V_2)$$

$$\frac{1}{2} 9810 * 0.4^2 - \frac{1}{2} 9810 * 2^2 - R = 1000 * 3.68 * (1.84 - 9.2)$$

$$784.8 - 19620 - R = 6771.2 - 33856$$

$$R = 8249.6 \text{ N} = 8.25 \text{ kN}$$

AKIŞKANLAR MEKANİĞİ PROBLEMLERİ

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Problem 8.23

Laboratuvar kanalına yerleştirilen savaklar için $h=10\text{cm}$ ve debi katsayısı $C_s=0.6$ alınarak a) savak genişliği $b=20\text{ cm}$ olan dikdörtgen savaktan geçen debiyi, b) tepe açısı $\theta=60^\circ$ olan üçgen savaktan geçen debiyi c) kanal genişliği $B=20\text{ cm}$ olan geniş başlıklı savaktan geçen debiyi hesaplayınız.

a) Dikdörtgen savak için:

$$Q = C_s \frac{2}{3} \sqrt{2gh}^3$$

$$Q = 0.6 \frac{2}{3} \sqrt{19.62} * 0.2 * 0.10^{3/2} = 0.0112 \text{ m}^3 / \text{s} = 11.21 \text{ lt} / \text{s}$$

b) Üçgen savak için:

$$Q = C_s \frac{8}{15} \sqrt{2g} \tan \frac{\theta}{2} h^{5/2}$$

$$Q = 0.6 \frac{8}{15} \sqrt{19.62} * \tan \frac{60}{2} * 0.10^{5/2} = 0.00259 \text{ m}^3 / \text{s} = 2.59 \text{ lt} / \text{s}$$

c) Geniş başlıklı savak için:

$$Q = C_s 1.7 B h^{3/2}$$

$$Q = 0.6 * 1.7 * 0.2 * 0.10^{3/2} = 0.00645 \text{ m}^3 / \text{s} = 6.45 \text{ lt} / \text{s}$$

AKIŞKANLAR MEKANIĞI

Prof. Dr. Mehmet ARDIÇLIOĞLU

Kaynaklar

- [1] Introduction to Fluid Mechanics, Young, Munson, Okiishi, i and Huebsch , 4th Edition, JohnWiley and Sons, New York, 2013.
- [2] Fluid Mechanics and Hydraulics, Evett J. B., Liu C., Mc Graw –Hill Inc. 1989.
- [3] Akışkanlar Mekaniği Temelleri ve Uygulamalar, Çengel, Y.A., Cimbala J. M. Çev.Engin T., Güven Kitap Evi, 2008.
- [4] Hidrolik Problemleri, Sığmer, M. Sümer B. M., Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [5] Fluid Mechanics, Kırkgöz M.S., Ardiçlioğlu M., Selek Z., Ç.Ü. Faculty of Engineering & Architecture, Pub. No: 27, 1994, Adana, Turkey.
- [6] Akışkanlar Mekaniği ve Hidrolik Problemleri, Ilgaz C., Karahan M.E., Bulu A., Çağlayan Kitabevi, Beyoğlu İstanbul, 2013.
- [7] Akışkanlar Mekaniği ve Hidrolik, Yüksel Y., Beta Yayım Dağıtım, İstanbul, 2008.
- [8] Fluid Mechanics and Hydraulics, Evett J.B., Liu C., McGraw Hill, 1989.
- [9] Fluid Mechanics, White F. M., ., McGraw Hill, 2011
- [10] Engineering Fluid Mechanics, 7th Edition, Crove C.T., Elger D. F., Student Solution Manual to Accompany, 2001.
- [11] Akışkanlar Mekaniği ve Hidrolik, Schaum’s Outlines, Nobel Yayım Dağıtım, 2001.
- [12] Fluid Mechanics, Lecture Notes, İTÜ, 2000.
- [13] Akışkanlar Mekaniği, Soğukoğlu M., Birsen Yayınevi, İstanbul, 1991.
- [14] Laboratuar Uygulamalı Hidrolik, Güney Ş., Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Vol. 322, 2013.