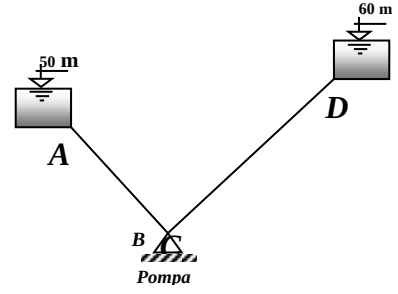


Çok Hazneli Sistemler

Soru 1 : Şekildeki sistemle A haznesinden D haznesine $Q = 25 \text{ l/s}$, özgül kütlesi $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$, kinematik viskozitesi $\nu = 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ olan yağ akmaktadır. Boru çapı bütün sistemde aynı olup 10 cm dir. Boru uzunlukları $L_{AB}=20 \text{ m}$ ve $L_{CD}=30 \text{ m}$ olduğuna göre yersel yük kayıplarını ihmal ederek ;



- Akımın rejimini belirleyiniz.
- Pompanın sisteme vermesi gereken gücü ve enerji yüksekliğini belirleyiniz. Pompa randıman katsayısı $\eta = 0.70$ dir.
- Sistemin rölatif enerjisi çiziniz.

Çözüm :

- Süreklilik denkleminde

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.025}{\pi 0.1^2} \times 4 = 3.183 \text{ m/s}$$

Boru içerisindeki akımın rejimi:

$$Re = \frac{VD}{\nu} = \frac{3.183 \times 0.1}{10^{-3}} = 318.3 < 2000 \text{ akım laminar}$$

$$b) h_{k_{AB}} = f \frac{L_{AB}}{D} \frac{V^2}{2g} = \left(\frac{64}{Re}\right) \frac{L_{AB}}{D} \frac{V^2}{2g} = 20.76 \text{ m}$$

$$h_{k_{CD}} = f \frac{L_{CD}}{D} \frac{V^2}{2g} = \left(\frac{64}{Re}\right) \frac{L_{CD}}{D} \frac{V^2}{2g} = 31.15 \text{ m}$$

$$\text{Pompanın sisteme vereceği enerji yüksekliği} = [(H_D + h_{k_{CD}}) - (H_A - h_{k_{AB}})]$$

$$H_{pompa} = [(60 + 31.15) - (50 - 20.76)] = 61.91 \text{ m}$$

Pompanın şebekeden çekeceği güç:

$$N_{nominal} = \frac{\gamma Q H_{pompa}}{\eta} = \frac{900 \times 9.81 \times 0.025 \times 61.91}{0.70} = 19521.5 \text{ Watt}$$

$$N_{nominal} = 19521.5 / 9.81 = 1990 \text{ kgf} \cdot \text{m/s}$$

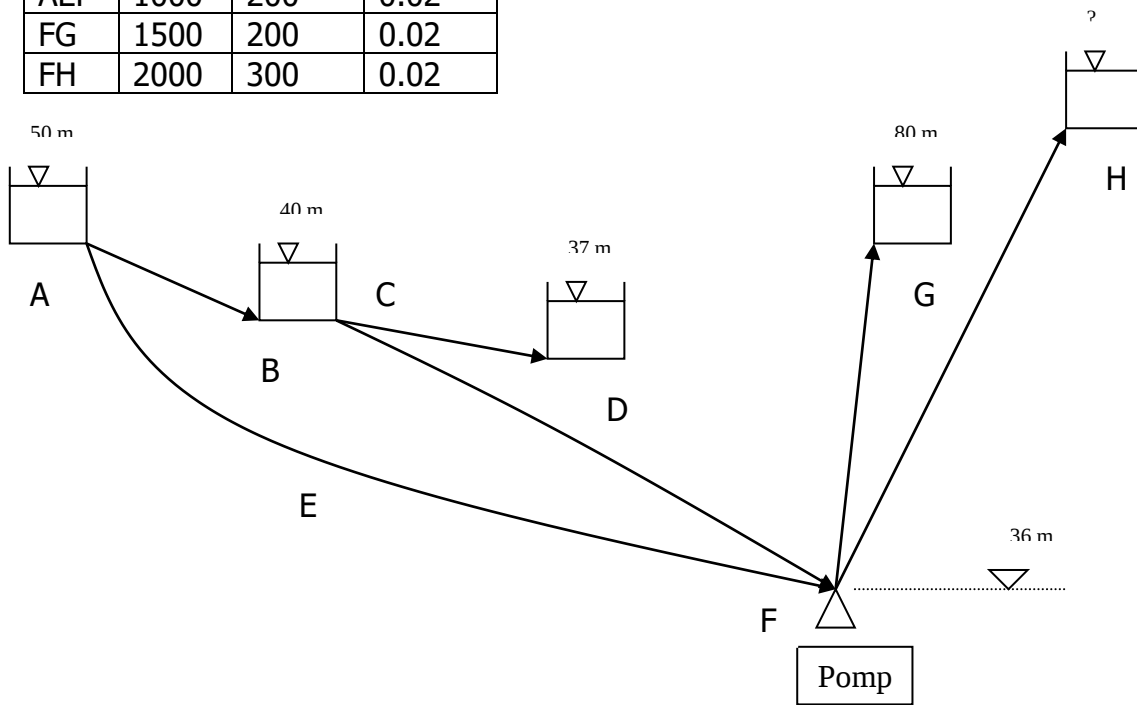
$$N_{nominal} = 1990 / 75 = 26.53 \text{ BB} \quad (N_{nominal} = 19521.5 / 735.49875 = 26.54 \text{ BB.})$$

$$\text{Pompanın gerçek gücü} : N_{gerçek} = \gamma Q H_{pompa} = 900 \times 9.81 \times 0.025 \times 61.91 = 13665 \text{ Watt}$$

Çok Hazneli Sistemler

Soru 2: Şekildeki hazne boru sisteminde, haznelerin su yüzü kotları, pompanın zemin kotu ve akın yönleri şekil üzerinde gösterilmiştir. FG borusunun debisi 40 lt/s olduğuna göre diğer boruların debilerini ve H haznesinin su yüzü kotunu belirleyiniz. Pompa randıman katsayısı $\eta = 0.70$ olduğuna göre pompanın nominal gücünü ve sistemin rölatif enerji çizgisini çizin (Haznelerdeki su seviyeleri sabittir).

Boru	L [m]	D [mm]	f
AB	500	200	0.02
CD	500	150	0.02
CF	500	200	0.02
AEF	1000	200	0.02
FG	1500	200	0.02
FH	2000	300	0.02



Çözüm :

$$h_{KAB} = H_A - H_B = 10 \text{ m} = 0.02 \frac{500}{0.2} \frac{V_{AB}^2}{2g} \rightarrow V_{AB} = 1.981 \text{ m/s} : Q_{AB} = 0.0622 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$h_{KCD} = H_C - H_D = 40 - 37 = 3 \text{ m} = 0.02 \frac{500}{0.15} \frac{V_{CD}^2}{2g} \rightarrow V_{CD} = 0.94 \text{ m/s} : Q_{CD} = V_{CD} \cdot A_{CD} = 0.017 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{AB} = Q_{CD} + Q_{CF} \rightarrow Q_{CF} = Q_{AB} - Q_{CD} = 0.062 - 0.017 = 0.045 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{CF} = \frac{Q_{CF}}{A_{CF}} = \frac{4Q_{CF}}{\pi D_{CF}^2} = \frac{4 \times 0.045}{\pi 0.2^2} = 1.43 \text{ m/s}$$

Çok Hazneli Sistemler

$$h_{k_{CF}} = 0.02 \frac{500}{0.2} \frac{1.43^2}{19.62} = 5.21 \text{ m}$$

$$(h_k)_{AEF} = (h_k)_{AB} + (h_k)_{CF} = 10 + 5.21 = 15.21 \text{ m} = 0.02 \frac{1000}{0.2} \frac{V_{AEF}^2}{19.62}$$

$$V_{AEF} = 1.73 \text{ m/s}$$

$$Q_{AEF} = V_{AEF} \cdot A_{AEF} = 0.054 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{GİRİŞ} = H_A - (h_k)_{AEF} = 50 - 15.21 = 34.79 \text{ m}$$

$$Q_{AEF} + Q_{CF} = Q_{FG} + Q_{FH}$$

$$Q_{FH} = Q_{AEF} + Q_{CF} - Q_{FG} = 0.054 + 0.045 - 0.045 = 0.059 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{FG} = \frac{Q_{FG}}{A_{FG}} = \frac{4Q_{FG}}{\pi D_{FG}^2} = \frac{4 \times 0.04}{\pi 0.2^2} = 1.24 \text{ m/s}$$

$$h_{k_{FG}} = 0.02 \frac{1500}{0.2} \frac{1.27^2}{19.62} = 12.33 \text{ m}$$

$$V_{FH} = \frac{Q_{FH}}{A_{FH}} = \frac{4Q_{FH}}{\pi D_{FH}^2} = \frac{4 \times 0.059}{\pi 0.3^2} = 0.83 \text{ m/s}$$

$$h_{k_{FH}} = 0.02 \frac{2000}{0.3} \frac{0.83^2}{19.62} = 4.68 \text{ m}$$

$$H_H = H_G - (h_k)_{FG} - (h_k)_{FH} = 80 + 12.33 - 4.68 = 87.65 \text{ m}$$

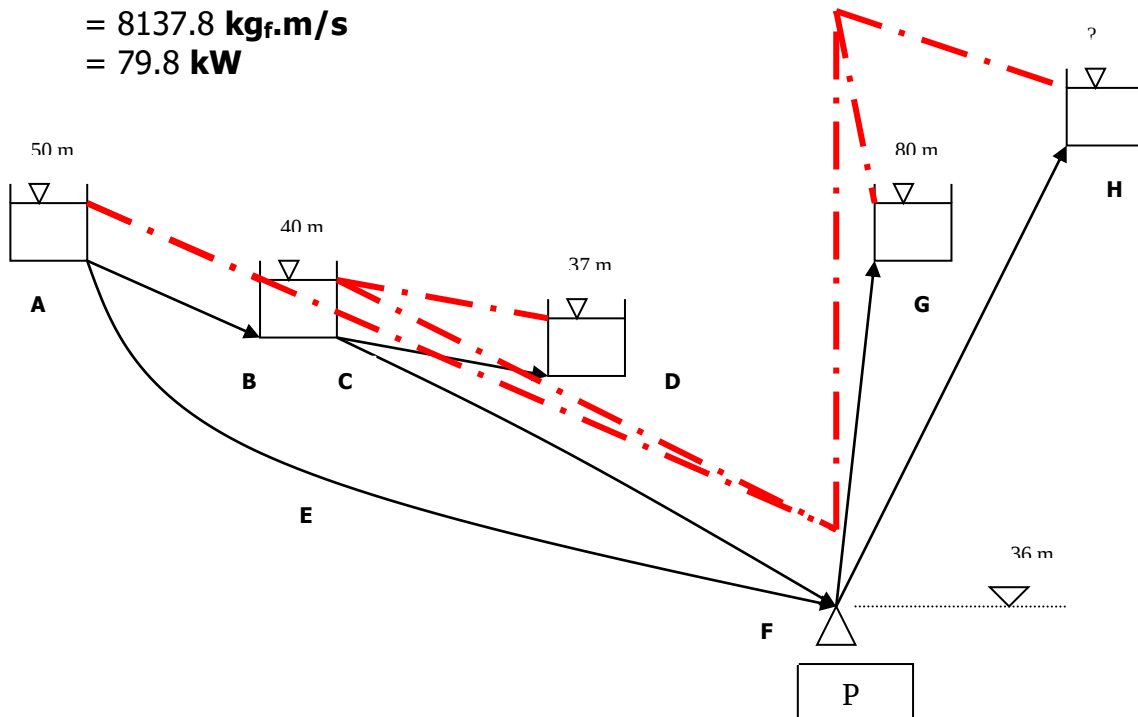
$$(H_F)_{ÇIKIŞ} = H_H + (h_k)_{FH} = 87.65 + 4.68 = 92.33 \text{ m}$$

$$H_{Pompa} = (H_F)_{ÇIKIŞ} - (H_F)_{GİRİŞ} = 92.33 - 34.79 = 57.54 \text{ m}$$

$$N_{Pompa} = \frac{\gamma Q H_{Pompa}}{\eta \cdot 75} = \frac{1000 \times 9.81 \times (0.054 + 0.045) \times 57.54}{0.70 \times 75 \times 9.81} = 108.5 \text{ BB}$$

$$= 8137.8 \text{ kgf.m/s}$$

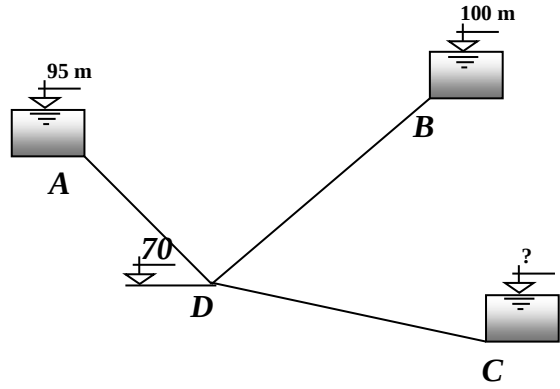
$$= 79.8 \text{ kW}$$



Çok Hazneli Sistemler

Soru 3: Şekildeki hazne boru sisteminde the BD borusundaki debi, 100 l/s 'dir. Haznelerdeki su seviyelerinin değişmediğini kabul ve yersel yük kayıplarını ihmal ederek

- AD ve DC borularındaki debiyi bulunuz.
- Akım yönlerini gösteriniz.
- D'deki basınç yüksekliğini hesaplayınız.
- Sistemin enerji çizgisini çiziniz.,
-



Q_{BD} ,
ederek

Boru	L (m)	D (mm)	f
AD	1000	300	0.02
DB	1500	300	
DC	2000	400	

Çözüm:

$$V_{BD} = \frac{Q_{BD}}{A_{BD}} = \frac{4Q_{BD}}{\pi D_{BD}^2} = \frac{4 \times 0.100}{\pi 0.3^2} = 1.41 \text{ m/s}$$

$$h_{k_{BD}} = \frac{f}{D} \frac{V_{BD}^2}{2g} L = \frac{0.02}{0.3} \frac{1.41^2}{2g} 1500 = 10.13 \text{ m}$$

$$H_D = 100 - 10.13 = 89.97 \text{ m}$$

$$h_{k_{AD}} = 95 - 89.97 = 5.13 \text{ m}$$

$$h_{k_{AD}} = \frac{f}{D} \frac{V_{AD}^2}{2g} L$$

$$5.13 = \frac{0.02}{0.3} \frac{V_{AD}^2}{2g} 1000$$

$$V_{AD} = 1.23 \text{ m/s}$$

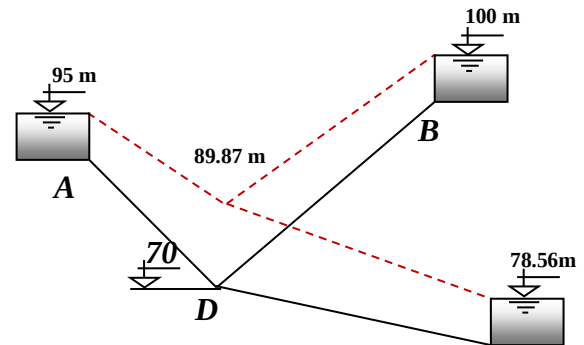
$$Q_{AD} = V_{AD} \cdot A_{AD} = 1.23 \cdot \frac{\pi D_{AD}^2}{4} = 0.087 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{DC} = Q_{AD} + Q_{BD} = 0.187 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{DC} = \frac{Q_{DC}}{A_{DC}} = \frac{4Q_{DC}}{\pi D_{DC}^2} = \frac{4 \times 0.187}{\pi 0.4^2} = 1.49 \text{ m/s}$$

$$h_{k_{DC}} = \frac{f}{D} \frac{V_{DC}^2}{2g} L = \frac{0.02}{0.4} \frac{1.49^2}{2g} 2000 = 11.31 \text{ m}$$

$$H_C = 89.97 - 11.31 = 78.56 \text{ m}$$

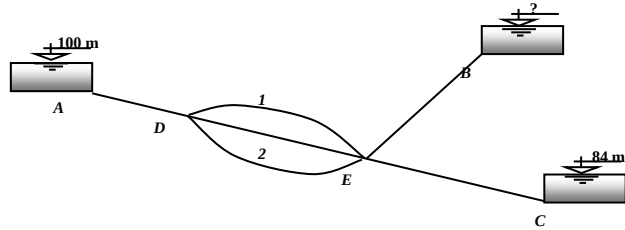


Çok Hazneli Sistemler

Soru 4: Şekildeki sistem A haznesi tarafından beslenmekte olup AD borundaki debi 170 l/s'dir. D ve E noktalarının zemin kotları sırası ile 65 m ve 60 m dir. Yersel yük kayıplarını ihmal ederek ve haznelerdeki su seviyelerini sabit kabul ederek

- B haznesinin su yüzü kotunu bulunuz.
- D ve E noktalarının piyozometrik kotlarını hesaplayınız.
- D ve E noktalarındaki basınç yüksekliklerin bulunuz.
- Enerji çizgisini çiziniz.

Boru	L (m)	D (mm)	F
AD	500	400	0.03
D1E	1000	300	
D2E	2000	300	
D3E	1000	300	
EB	600	250	
EC	800	200	



Çözüm:

$$V_{AD} = \frac{Q_{AD}}{A_{AD}} = \frac{4Q_{AD}}{\pi D_{AD}^2} = \frac{4 \times 0.170}{\pi 0.4^2} = 1.35 \text{ m/s}$$

$$h_{kAD} = \frac{f}{D} \frac{V_{AD}^2}{2g} L = \frac{0.03}{0.4} \frac{1.35^2}{2g} 500 = 3.48 \text{ m}$$

$$H_D = 100 - 3.48 = 96.52 \text{ m}$$

$$h_{kDE1} = h_{kDE2} = h_{kDE3}$$

$$\frac{f}{D} \frac{V_{DE1}^2}{2g} L = \frac{f}{D} \frac{V_{DE2}^2}{2g} L = \frac{f}{D} \frac{V_{DE3}^2}{2g} L$$

$$V_{DE1}^2 \cdot 1000 = V_{DE2}^2 \cdot 2000 = V_{DE3}^2 \cdot 1000$$

$$V_{DE1} = \sqrt{2} V_{DE2} = V_{DE3}$$

$$Q_{AD} = Q_{DE1} + Q_{DE2} + Q_{DE3}$$

$$0.170 = V_{DE1} \cdot \frac{\pi 0.3^2}{4} + V_{DE2} \cdot \frac{\pi 0.3^2}{4} + V_{DE3} \cdot \frac{\pi 0.3^2}{4}$$

$$2.707 V_{DE1} = \frac{4 \cdot 0.170}{\pi 0.3^2}$$

$$V_{DE1} = 0.89 \text{ m/s}$$

$$V_{DE2} = 0.63 \text{ m/s}$$

$$V_{DE3} = 0.89 \text{ m/s}$$

$$h_{kDE} = \frac{f}{D} \frac{V_{DE}^2}{2g} L = \frac{0.03}{0.3} \frac{0.89^2}{2g} 1000 = 4.04 \text{ m}$$

$$H_E = 96.52 - 4.04 = 92.48 \text{ m}$$

Çok Hazneli Sistemler

$$h_{k_{EC}} = 92.48 - 84 = 8.48 \text{ m}$$

$$8.48 = \frac{f}{D} \frac{V_{EC}^2}{2g} L = \frac{0.03}{0.2} \frac{V_{EC}^2}{2g} 800$$

$$V_{EC} = 1.18 \text{ m/s}$$

$$Q_{EC} = 1.18 \cdot \frac{\pi 0.2^2}{4} = 0.037 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{EB} = 0.170 - 0.037 = 0.133 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{EB} = \frac{4 \cdot 0.133}{\pi 0.25^2} = 2.71 \text{ m/s}$$

$$h_{k_{EB}} = \frac{f}{D} \frac{V_{EB}^2}{2g} L = \frac{0.03}{0.25} \frac{2.71^2}{2g} 600 = 26.95 \text{ m}$$

$$H_B = 92.48 - 26.95 = 65.53 \text{ m}$$

