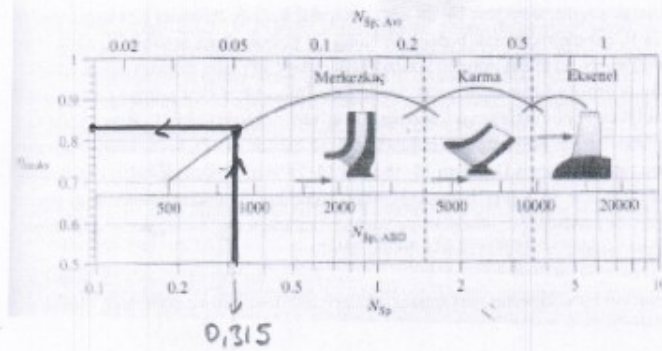


Örnek:

Bir nükleer reaktör için büyük bir su pompası tasarlanmaktadır. Pompanın en iyi verim noktasında 13.71 m'lik net yüke karşılık 9463.63 L/d su basması istenmektedir. Bu iş için dönme hızı 300 d/d olan bir motor kullanılabilir.

- Ne tip(merkezkaç, karma, eksenel tip pompa gibi) bir pompa tasarlanmalıdır.
- Bu pompada beklenecek maksimum pompa verimini hesaplayınız.
- Pompayı çalıştırmak için gerekli mil gücünü hesaplayınız.



$$n = 300 \text{ d/d} \rightarrow \omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi \cdot 300}{60} = 31.41 \text{ 1/s}$$

$$Q = 9463.63 \frac{\text{L}}{\text{d}} \cdot \frac{\text{m}^3}{1000 \text{ L}} \cdot \frac{\text{d}}{86400 \text{ s}} = 0.1094 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H = 13.71 \text{ m}$$

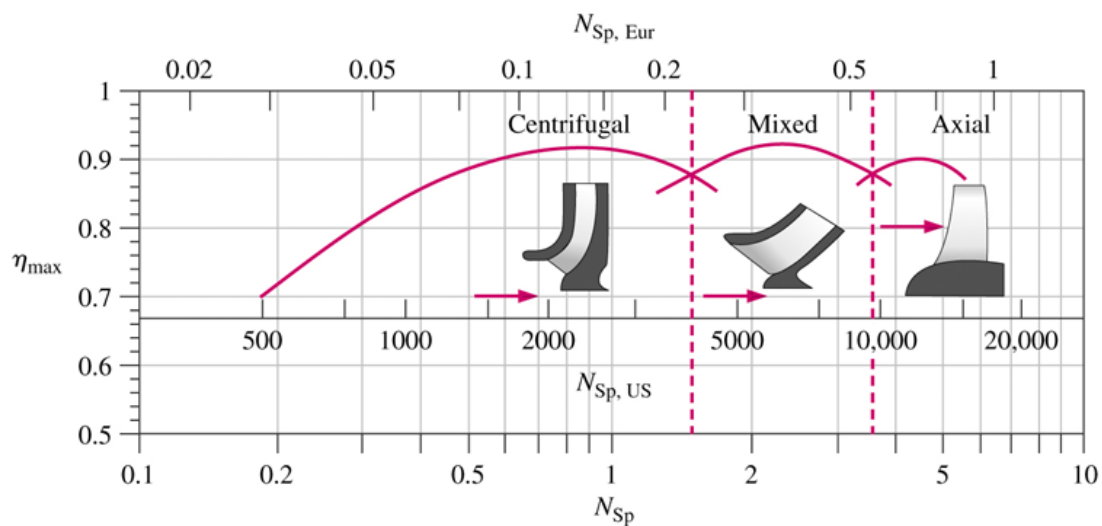
$$a) \quad N_{sp} = \frac{\omega \cdot Q^{1/2}}{(gH)^{3/4}} = \frac{31.41 \cdot (0.1094)^{1/2}}{(9.81 \cdot 13.71)^{3/4}} = 0.3158$$

merkezkaç pompa kullanılmalı

$$b) \quad \text{Grafikten } \eta_{\max} = 0.82, \%82$$

$$c) \quad W_h = \rho g Q H = 9.81 \cdot 1000 \cdot 0.1094 \cdot 13.71 = 14209 \text{ W}$$

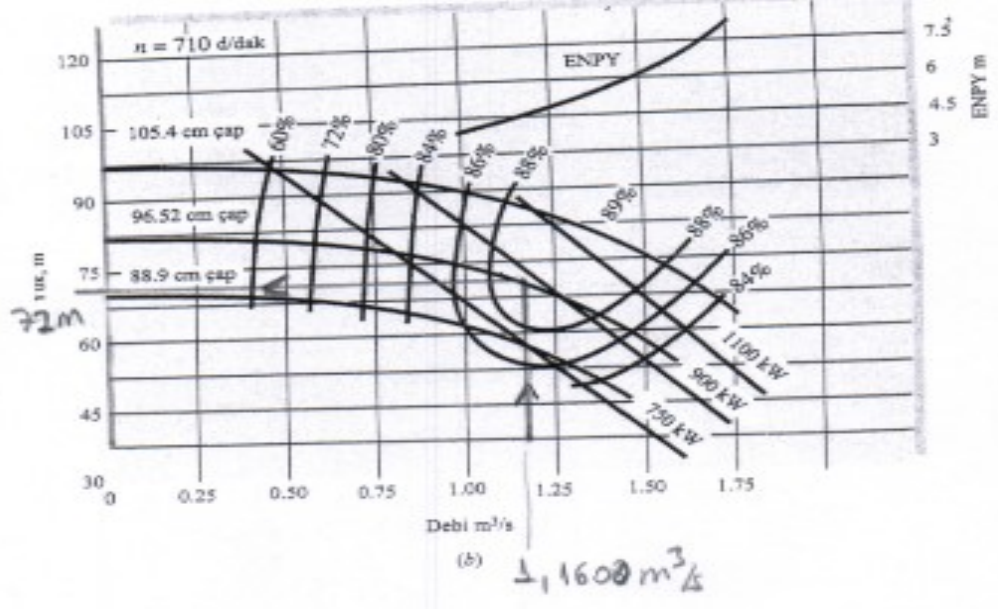
$$\eta = \frac{W_h}{W_{\text{mil}}} \rightarrow W_{\text{mil}} = \frac{W_h}{\eta} = \frac{14209}{0.82} = 17328 \text{ W}$$
$$\equiv \underline{\underline{17.33 \text{ kW}}}$$



Örnek:

şekildeki 96.52 cm çapındaki pompa 20 °C deki gaz yağı 850 d/d dönerek 1.388 m³/s debi ile pompalamak için,

- Basma yüksekliği
- Efektif güç ne olur.



Çözüm: (Benzerlik)

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \left(\frac{n_2}{n_1} \right) \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^3, \quad \frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2, \quad \frac{W_2}{W_1} = \frac{P_2}{P_1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^5$$

Pompa 96,22 cm çark çapı

$$\rho_{gazyag} = 800 \text{ kg/m}^3 \quad \rho_{su} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$n_{py} = 850 \text{ d/d}$$

$$Q_{py} = 1,388 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\frac{Q_{su}}{Q_{py}} = \left(\frac{n_{su}}{n_{py}} \right)^3 \rightarrow Q_{su} = 1,388 \left(\frac{710}{850} \right)^3 = 1,160 \text{ m}^3/\text{s}$$

Q_{su} profilde çark çapı 96,22 cm olan pompa ile kesiktirilir.
ve $H \approx 72 \text{ m}$ bulunur ($H_{su} = 72 \text{ m}$), $W_{su} = \rho g Q H = 819,331 \text{ kW}$

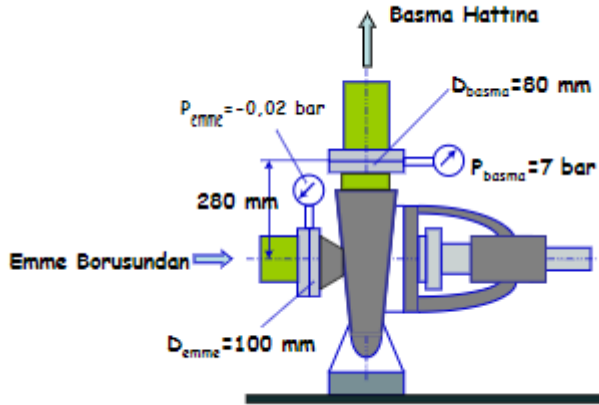
$$a) \frac{H_{su}}{H_{py}} = \left(\frac{n_{su}}{n_{py}} \right)^2 \rightarrow H_{py} = \frac{H_{su}}{\left(\frac{n_{su}}{n_{py}} \right)^2} = \frac{72}{\left(\frac{710}{850} \right)^2} = 103 \text{ m} \checkmark$$

$$b) \frac{W_{su}}{W_{py}} = \frac{P_{su}}{P_{py}} \left(\frac{n_{su}}{n_{py}} \right)^3 \left(\frac{D_{su}}{D_{py}} \right)^5 \Rightarrow \eta_{py} = \frac{W_{su}}{\frac{P_{su}}{\eta_{py}} \left(\frac{n_{su}}{n_{py}} \right)^3}$$

$$\eta_{py} = 1124, \text{ kW} \checkmark$$

Örnek:

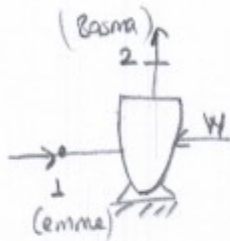
Şekildeki Pompanın debisi $Q=140 \text{ m}^3/\text{saat}$, pompanın emme kesitindeki basıncı $p_{\text{emme}} = -0.02 \text{ bar}$, çıkış kesitindeki basınç ise $p_{\text{basma}} = 7 \text{ bar}$ 'dır. Sevk edilen akışkan temiz su ve sıcaklığı 20°C ve buna karşılık gelen su yoğunluğu $\rho=998 \text{ kg/m}^3$ tür. Genel verim $\eta=0,9$ kabul edildiği takdirde pompa mil gücünü bulunuz.



Çözüm

$$Q = 140 \frac{\text{m}^3}{\text{saat}} \cdot \frac{1 \text{ saat}}{3600 \text{ s}} = 0,0389 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_e = \frac{Q}{A_e} = \frac{0,0389}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,1^2} = 4,95 \text{ m/s}, \quad V_b = \frac{Q}{A_b} = \frac{0,0389}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,08^2} = 7,74 \text{ m/s}$$



① ve ② arasında enerji denklemini yazarsak

$$\frac{p_e}{\rho} + \frac{V_e^2}{2g} + z_e + h_p = \frac{p_b}{\rho} + \frac{V_b^2}{2g} + z_b + \cancel{z_{tk}}$$

buradan

$$h_p = \frac{p_b - p_e}{\rho} + \frac{V_b^2 - V_e^2}{2g} + (z_b - z_e)$$

$$h_p = \frac{7 \times 10^5 - (-0,02 \times 10^5)}{998 \cdot 9,81} + \frac{7,74^2 - 4,95^2}{2 \cdot 9,81} + 0,28 = 73,78 \text{ m}$$

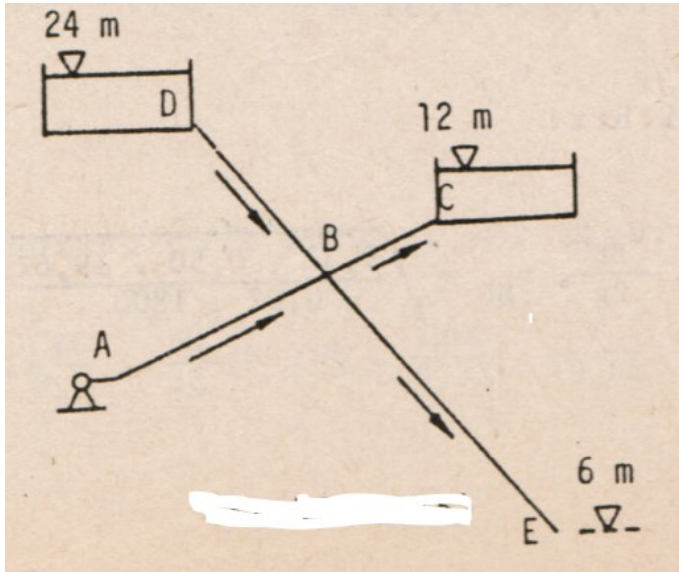
$$W_h = \rho g Q h_p = 998 \cdot 9,81 \cdot 0,0389 \cdot 73,78 = 28098 \text{ W} \approx 28 \text{ kW}$$

$$W_{\text{mil}} = \frac{W_h}{\eta} = \underline{31,11 \text{ kW}}$$

Örnek :

Şekildeki hane-boru- pompa sisteminde atmosfere açılan E ucundan çekilen debi $Q_E=1.3\text{m}^3/\text{s}$ Olduğuna göre A pompasının bastığı debiyi bulunuz.

BD borusu	L=1800 m	D=500 mm	F=0.02
BE borusu	L=2400 m	D=900 mm	F=0.015
BC borusu	L=1200 m	D=400 mm	F=0.02



BE borusundaki sürekli yük kaybı

$$V_{BE} = \frac{Q_E}{\frac{\pi \cdot D_{BE}^2}{4}} = \frac{1.304}{\pi \cdot 0.9^2} = 2.04 \text{ m/s}$$

$$h_{k, BE} = \left[f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \right]_{BE} = 0.015 \cdot \frac{2400}{0.9} \cdot \frac{2.04^2}{2 \cdot 9.81} = 8.48 \text{ m}$$

B noktasındaki enerji kodu $H_B = z_E + \frac{V_{BE}^2}{2g} + h_{k, BE}$

$$H_B = 6 + \frac{2.04^2}{2 \cdot 9.81} + 8.48 \text{ m} = 14.69 \text{ m}$$

BC borusundaki sürekli yük kaybı $H_B - H_C$ eşit

$$h_{k, BC} = 14.69 - 12 = 2.69 \text{ m}$$

BC Borusundaki hız

$$h_k^{BC} = \left[f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \right]_{BC} \Rightarrow V_{BC} = \left(\frac{h_k^{BC} \cdot D \cdot 2 \cdot g}{f \cdot L} \right)^{1/2}_{BC}$$

$$V_{BC} = \left(\frac{2,69 \cdot 0,4 \cdot 2 \cdot 9,81}{0,02 \cdot 1,200} \right)^{1/2} \Rightarrow V_{BC} = 0,937 \text{ m/s}$$

BC borusundaki debi

$$Q_{BC} = V_{BC} \cdot A_{BC} = 0,937 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,4^2 = 0,117 \text{ m}^3/\text{s}$$

BD borusundaki sürekli yük kaybı

$$h_k^{BD} = H_0 - H_B = 24 - 14,69 = 9,31 \text{ m}$$

BD borusundaki hızı

$$h_k^{BD} = \left[f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \right]_{BD} \Rightarrow V_{BD} = \left(\frac{h_k^{BD} \cdot D \cdot 2 \cdot g}{f \cdot L} \right)^{1/2}_{BD}$$

$$V_{BD} = \left(\frac{9,31 \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 9,81}{0,02 \cdot 1800} \right)^{1/2} = 1,592 \text{ m/s}$$

BD borusundaki debi

$$Q_{BD} = V_{BD} \cdot A_{BD} = 1,592 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,5^2 = 0,312 \text{ m}^3/\text{s}$$

Süreklilik denkleminde

$$Q_{AB} + Q_{BD} = Q_{BC} + Q_{BE}$$

$$Q_{AB} = 0,117 + 1,3 - 0,312$$

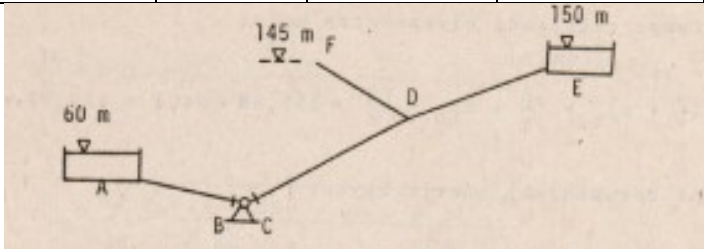
$$Q_{AB} = 1,105 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ödev:

Şekildeki pompa 145 m kotunda ve atmosfere açık F noktasına 324 L/s ve E haznesine 648 L/s debi basmaktadır. Verilenlere göre

- Pompanın gücünü bulunuz.
- FD borusunun çapını bulunuz.

AB Borusu	$f=0,027$	$L= 450$ m	$D=500$ mm
CD Borusu	$f=0,02$	$L= 1200$ m	$D=500$ mm
DE Borusu	$f=0,022$	$L= 600$ m	$D=500$ mm
FD Borusu	$f=0,027$	$L= 300$ m	



a) DE borusundaki debi $0,648 \text{ m}^3/\text{s}$ olduğuna göre

$$V_{DE} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_{DE}^2} = \frac{4 \cdot 0,648}{\pi \cdot 0,5^2} = 3,3 \text{ m/s}$$

DE borusundaki sürekli yük kaybı

$$h_{k}^{DE} = \left[f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \right]_{DE} = 0,022 \cdot \frac{600}{0,5} \cdot \frac{3,3^2}{19,62} = 14,65 \text{ m}$$

D - noktasının piyozometre kodu

$$\left(\frac{p}{\rho} + z \right)_D = \left(\frac{p}{\rho} + z \right)_E + h_{k}^{DE} \rightarrow H_D = H_E + h_{k}^{DE}$$

$$H_D = 150 + 14,65 = 164,65 \text{ m}$$

$$Q_{CD} = Q_{DE} + Q_{FD} = 0,648 + 0,324 = 0,972 \text{ m}^3/\text{s} \quad [972 \text{ L/s}]$$

$$V_{CD} = \left[\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} \right]_{CD} = \frac{4 \cdot 0,972}{\pi \cdot 0,5^2} = 4,95 \text{ m/s}$$

CD - noktasındaki yük kaybı

$$h_{k}^{CD} = \left[f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \right]_{CD} = 0,02 \cdot \frac{1200}{0,5} \cdot \frac{4,95^2}{19,62} = 59,94 \text{ m}$$

$$H_C = H_D + h_{k}^{CD} = 164,65 + 59,94 = 224,59 \text{ m}$$

AB borusundaki enerji kaybı

$$h_{k}^{AB} = \left[f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \right]_{AB} = 0,027 \cdot \frac{450}{0,5} \cdot \frac{4,95^2}{19,62} = 30,34 \text{ m}$$

Pompa girişindeki pizometre tutu

$$H_B = H_A - h_k^{AB} = 60 - 30,34 = 29,66 \text{ m}$$

$$H_P = H_C - H_B = 224,59 - 23,66 = 194,93 \text{ m}$$

$$W = P = N = \gamma Q H_P = \frac{9810 \cdot 0,972 \cdot 194,93}{1000} = 1858,7 \text{ kW}$$

b) $h_k^{FD} = (H_D) - (H_F) = 164,65 - 145 = 19,65 \text{ m}$

$$h_k^{FD} = \left[f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \right]_{FD} = f_{FD} \cdot \frac{L_{FD}}{D_{FD}} \cdot \frac{4 \cdot Q_{FD}^2}{\pi^2 \cdot D_{FD}^5} \cdot 19,62$$

$$D_{FD} = \left(\frac{f_{FD} \cdot L_{FD} \cdot 16 \cdot Q^2}{h_k^{FD} \cdot \pi^2 \cdot 19,62} \right)^{1/5} \Rightarrow$$

$$D_{FD} = \left(\frac{0,027 \cdot 300 \cdot 16 \cdot 0,324^2}{19,65 \cdot \pi^2 \cdot 19,62} \right)^{1/5} = 0,324 \text{ m}$$
$$= \underline{\underline{324 \text{ mm}}}$$

Ödev

Şekildeki hazne-boru-pompa sistemi verilmiştir. Pompanın yükselttiği debi 100 lt/s ve gücü 100 BG dir. Pompa karakteristikleri aşağıda verilmiştir. Bütün borulardaki sürtünme katsayısı 0,02 ve Z vanasındaki kayıp 2 m dir. buna göre F haznesinin kotunu bulunuz. (CEVAP 121 m)

Boru	L, m	D, mm
AB	100	300
DE	3000	300
EG	4000	200
EF	2000	200

