

Bölüm 2

Hidrolik Makinalarda Enerji

Pompa

- Suyu enerji verirler
- Sıvıları taşımak için kullanılan aygıtlardır.
- Sıvıları yüksek basınçtan düşük basınca hareket ettirir ve bundan dolayı basınç içinde fark oluşturur.



Elektrik motoru ile çalışan
günümüz pompalarından bir
örnek

Türbin

- Sudan enerji alırlar.
- Bir akışkan enerjisini işe çevirmek için kullanılan alettir.
- Türbin mil üzerinden kanatçıklarından oluşur.
- Kullanılan akışa göre türbin yapısı değişir.
- Akışkan türbin kanatlarına çarparak türbin miline hareket verir, hareket milin çıkışında mekanik işe dönüşür.



Rüzgar
türbini



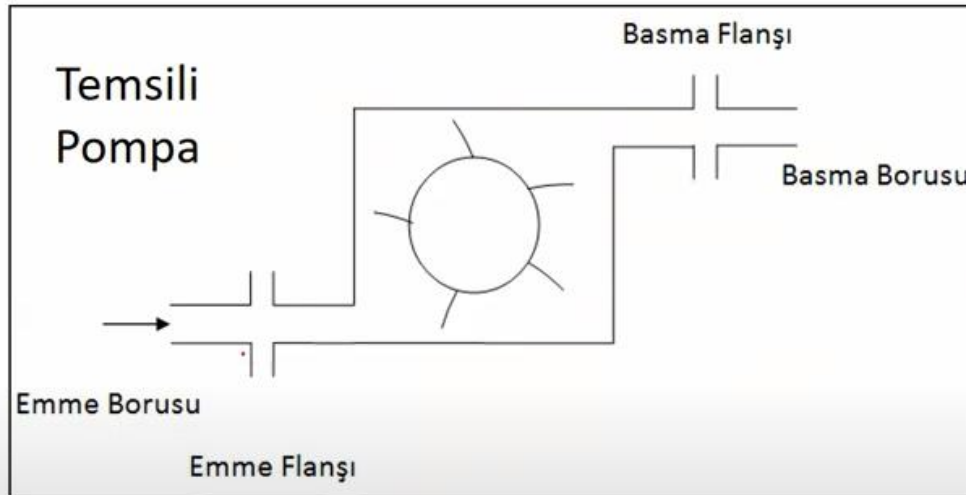
Pelton
türbini

Hidrolik Makinalarda Enerji

Hidrolik Makinelerde Enerji

1. Pompa (Suya Enerji Verenler)

- Pompa Tanımı



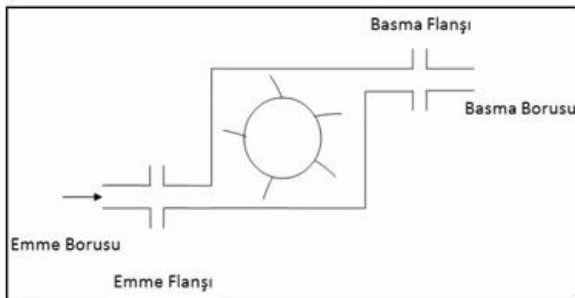
Flanş: İki makine veya tesisat elemanına sızdırmak şekilde birleştirilmesine yarayan genelde standart üretilen bir konstrüksiyon elemanıdır.

- Bir pompada emme borusu ile emilen sıvı pompa çarkına girer. Dönen çarkın içinden geçerken enerji kazanır ve basma flanşından pompayı terk ederek basma borusuna girer

Hidrolik Makinalarda Enerji

1. Pompa (Suya Enerji Verenler)

- Pompanın içerisinde geçen **birim kütledeki** akışkanın kazandığı enerjiye **özgül enerji** denir.



$[m^2/s^2]$

$$Y = \left(\frac{P_B}{\rho} + z_B \cdot g + \frac{V_B^2}{2} \right) - \left(\frac{P_E}{\rho} + z_E \cdot g + \frac{V_E^2}{2} \right)$$

Basma flanşındaki
enerji

Emme flanşındaki
enerji

- Özgül enerjinin akış yüksekliğe karşılığına **basma yüksekliği** veya **manometrik yükseklik** denir

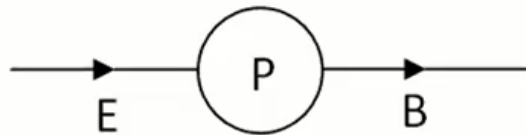
$[m]$

$$H_m = \left(\frac{P_B}{\rho g} + z_B + \frac{V_B^2}{2g} \right) - \left(\frac{P_E}{\rho g} + z_E + \frac{V_E^2}{2g} \right)$$

$$Y = H_m \cdot g$$

Hidrolik Makinalarda Enerji

1. Pompa (Suya Enerji Verenler)



$$H_E + H_m = H_B$$

$$H_m = H_B - H_E$$

- Pompada akışkana aktarılabilecek **net güç**

$$P_o = \dot{m} \cdot Y = \rho \cdot g \cdot H_m \cdot Q$$

$$\dot{m} = \rho \cdot Q$$

$$Y = H_m \cdot g$$

- Pompanın **genel verimi**

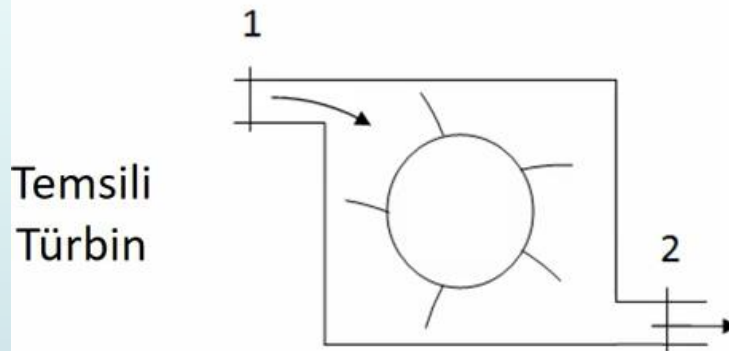
$$P_{mil} > P_o$$

$$\eta = \frac{\text{Alınan}}{\text{Verilen}} = \frac{P_o}{P_{mil}}$$

Hidrolik Makinalarda Enerji

2. Türbin (Sudan Enerji Alanlar)

- Türbin Tanımı



Yüksekten gelen suyun enerjisini alan Türbin, Türbin milini döndürerek mekanik işe dönüştür.

- Türbin içinden geçen akışkanın türbin içerisine bıraktığı enerjinin **birim kütleye** düşen miktarına türbinde **özellik enerji** adı verilir.

$$Y = Y_1 - Y_2 = \left(\frac{P_1}{\rho} + z_1 \cdot g + \frac{V_1^2}{2} \right) - \left(\frac{P_2}{\rho} + z_2 \cdot g + \frac{V_2^2}{2} \right)$$

[m²/s²]

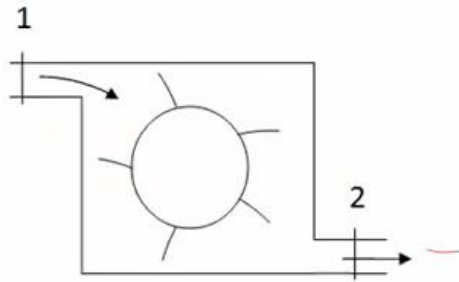
Giriş sıvı enerjisi

Çıkış sıvı enerjisi

Hidrolik Makinalarda Enerji

2. Türbin (Sudan Enerji Alanlar)

- Türbinde özgül enerjinin akış yüksekliği karşılığına **Net Düşü** (H_o) denir.



$$H_o = H_1 - H_2 = \left(\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} \right) - \left(\frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \right)$$

$$Y = H_o \cdot g$$

[m]

- Türbindeki Akışkanın **net gücü**

$$P_o = \dot{m} \cdot Y = \rho \cdot g \cdot H_o \cdot Q$$

$$\dot{m} = \rho \cdot Q$$

$$Y = H_o \cdot g$$

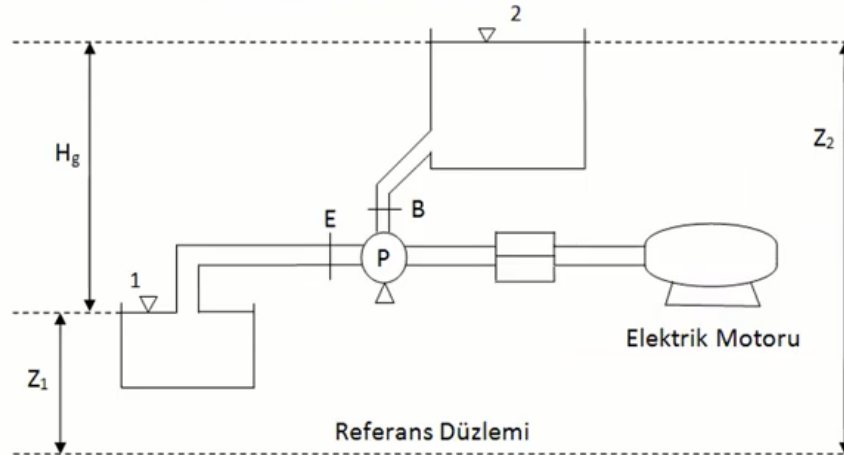
- Türbinin **genel verimi**

$$P_o > P_{mil}$$

$$\eta = \frac{\text{Alınan}}{\text{Verilen}} = \frac{P_{mil}}{P_o}$$

Hidrolik Makinalarda Enerji

3. Pompada Basma Yüksekliği ile Geometrik Yükseklik Arasında Bağlantı (Pompa Tesisi)



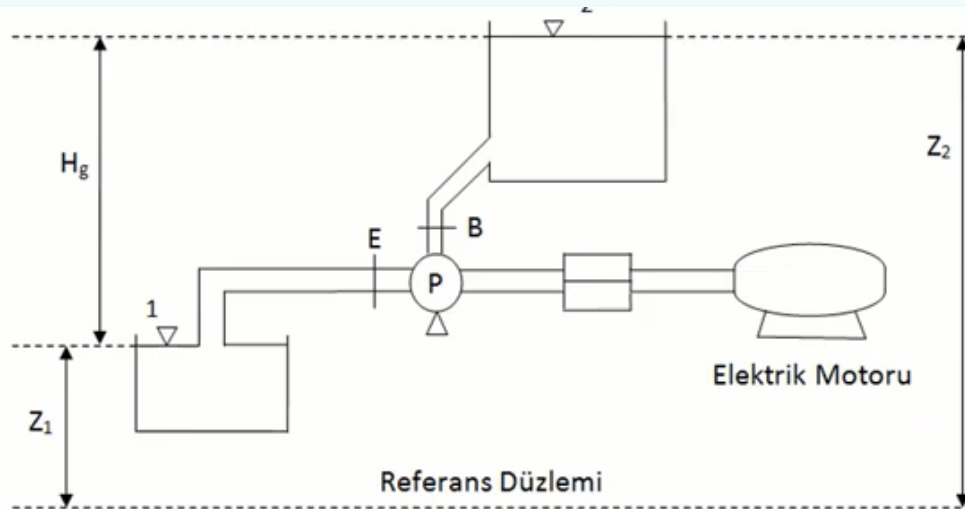
1-E arası Bernoulli

$$\cancel{\frac{P_1}{\rho g}} + z_1 + \cancel{\frac{V_1^2}{2g}} = \underbrace{\frac{P_E}{\rho g} + z_E + \frac{V_E^2}{2g}}_{H_E} + \sum h_{1-E} \longrightarrow z_1 = H_E + \sum h_{1-E}$$

B-2 arası Bernoulli

$$\underbrace{\frac{P_B}{\rho g} + z_B + \frac{V_B^2}{2g}}_H = \cancel{\frac{P_2}{\rho g}} + z_2 + \cancel{\frac{V_2^2}{2g}} + \sum h_{B-2} \longrightarrow z_2 = H_B - \sum h_{B-2}$$

Hidrolik Makinalarda Enerji



Manometrik yükseklik ile Geometrik yükseklik arasında bağlantı

$$z_1 = H_E + \sum h_{1-E}$$

$$z_2 = H_B - \sum h_{B-2}$$

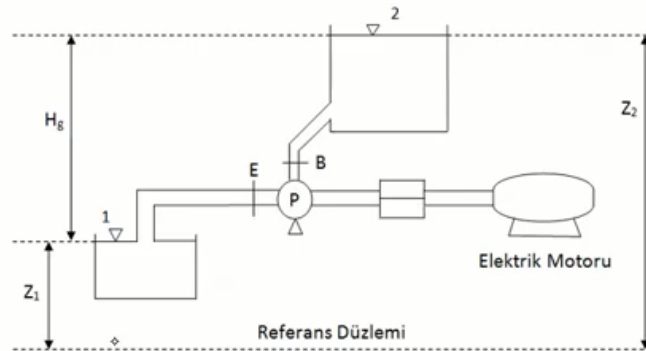
$$H_g = z_2 - z_1 = H_B - \sum h_{B-2} - H_E - \sum h_{1-E}$$

$$H_g = H_m - \sum h_t$$

$$H_m = H_g + \sum h_t$$

Hidrolik Makinalarda Enerji

3. Pompada Basma Yüksekliği ile Geometrik Yükseklik Arasında Bağlantı (Pompa Tesisi)



$$Q = \frac{\pi D_E^2}{4} V_E \Rightarrow V_E = \frac{4Q}{\pi D_E^2}$$

$$V_B = \frac{4Q}{\pi D_B^2}$$

$$\sum h_t = \sum h_{1-E} + \sum h_{B-2}$$

$$\sum h_{1-E} = \left(\lambda_E \frac{L_E}{D_E} + \sum k_E \right) \frac{V_E^2}{2g}$$

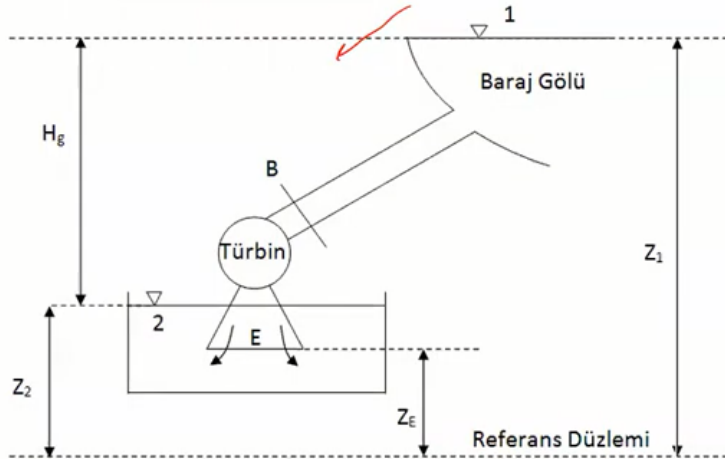
$$\sum h_{B-2} = \left(\lambda_B \frac{L_B}{D_B} + \sum k_B \right) \frac{V_B^2}{2g}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum h_{1-E} = \left(\lambda_E \frac{L_E}{D_E} + \sum k_E \right) \frac{16Q^2}{\pi^2 D_E^4 2g} \\ \sum h_{1-E} = \left(\lambda_E \frac{L_E}{D_E} + \sum k_E \right) \frac{8Q^2}{\pi^2 g D_E^4} \end{array} \right.$$

$$\sum h_{B-2} = \left(\lambda_B \frac{L_B}{D_B} + \sum k_B \right) \frac{8Q^2}{\pi^2 g D_B^4}$$

Hidrolik Makinalarda Enerji

4. Türbinde Net Düşü ile Geometrik Yükseklik Arasında Bağlantı (Türbin Tesisi)



1-B arası Bernoulli

$$\frac{P_1}{\rho g} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_B}{\rho g} + z_B + \frac{V_B^2}{2g} + \sum h_{1-B} \quad \rightarrow \quad z_1 = H_B + \sum h_{1-B}$$

$\underbrace{\frac{P_B}{\rho g} + z_B + \frac{V_B^2}{2g}}_{H_B}$

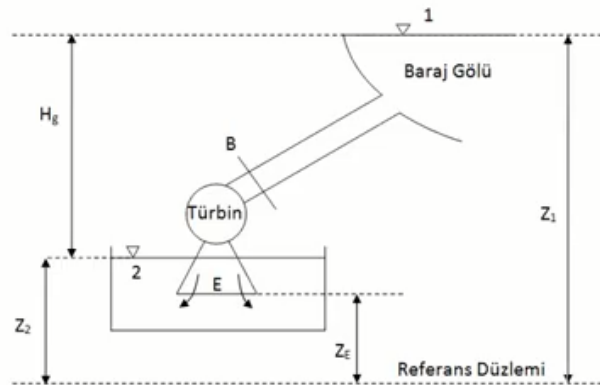
E-2 arası Bernoulli

$$\frac{P_E}{\rho g} + z_E + \frac{V_E^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \sum h_{E-2} \quad \rightarrow \quad z_2 = H_E - \sum h_{E-2}$$

$\underbrace{\frac{P_E}{\rho g} + z_E + \frac{V_E^2}{2g}}_{H_E}$

Hidrolik Makinalarda Enerji

4. Türbinde Net Düşü ile Geometrik Yükseklik Arasında Bağlantı (Türbin Tesisi)



Net düşü ile Geometrik Yükseklik arasında bağlantı

$$z_1 = H_B + \sum h_{1-B}$$

$$z_2 = H_E - \sum h_{E-2}$$

$$H_g = z_1 - z_2 = H_B + \sum h_{1-B} - H_E + \sum h_{E-2}$$

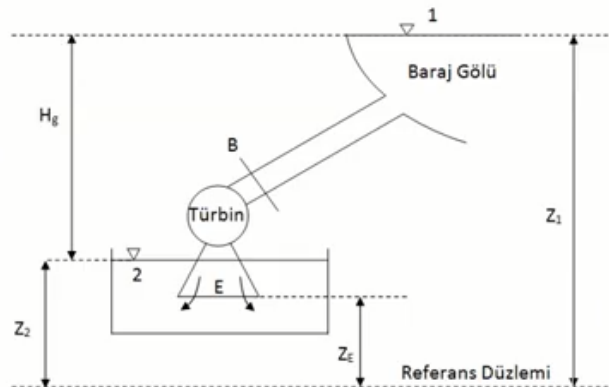
$$H_g = H_B - H_E + \sum h_t$$

$$H_o$$

$$H_o = H_g - \sum h_t$$

Hidrolik Makinalarda Enerji

4. Türbinde Net Düşü ile Geometrik Yükseklik Arasında Bağlantı (Türbin Tesisi)

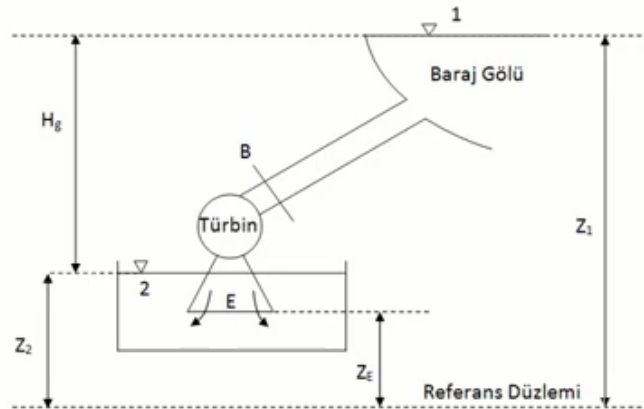


Pratikte net düşü (H_o) iki yoldan hesaplanır.

$$\begin{array}{l}
 1) \quad \left. \begin{array}{l} \sum h_{E-2} \cong 0 \\ z_1 = H_B + \sum h_{1-B} \\ z_2 = H_E \end{array} \right\} \begin{array}{l} H_g = z_1 - z_2 = H_B + \sum h_{1-B} - H_E \\ H_g = H_B - H_E + \sum h_{1-B} \\ \underbrace{\hspace{1cm}}_{H_o} \\ H_o = H_g - \sum h_{1-B} \end{array}
 \end{array}$$

Hidrolik Makinalarda Enerji

4. Türbinde Net Düşü ile Geometrik Yükseklik Arasında Bağlantı (Türbin Tesisi)



Pratikte net düşü (H_o) iki yoldan hesaplanır.

$$\begin{aligned}
 2) \quad & \sum h_{E-2} \cong \frac{V_E^2}{2g} \\
 & z_1 = H_B + \sum h_{1-B} \\
 & z_2 = H_E - \frac{V_E^2}{2g} \\
 & H_g = z_1 - z_2 = H_B + \sum h_{1-B} - H_E + \frac{V_E^2}{2g} \\
 & H_g = H_B - H_E + \sum h_{1-B} + \frac{V_E^2}{2g} \\
 & H_g = H_o + \left(\sum h_{1-B} + \frac{V_E^2}{2g} \right) \\
 & H_o = H_g - \left(\sum h_{1-B} + \frac{V_E^2}{2g} \right)
 \end{aligned}$$

Hidrolik Makinalarda Enerji

$$1) \quad H_o = H_g - \sum h_{1-B}$$

$$2) \quad H_o = H_g - \left(\sum h_{1-B} + \frac{V_E^2}{2g} \right)$$

Türbin üreticileri yaptıkları türbinlerin verimlerin yüksek olması istenir

$$\eta = \frac{P_{mil}}{P_o} = \frac{P_{mil}}{\rho g H_o g}$$

Türbinlerde verim net düşü ile ters orantılıdır.

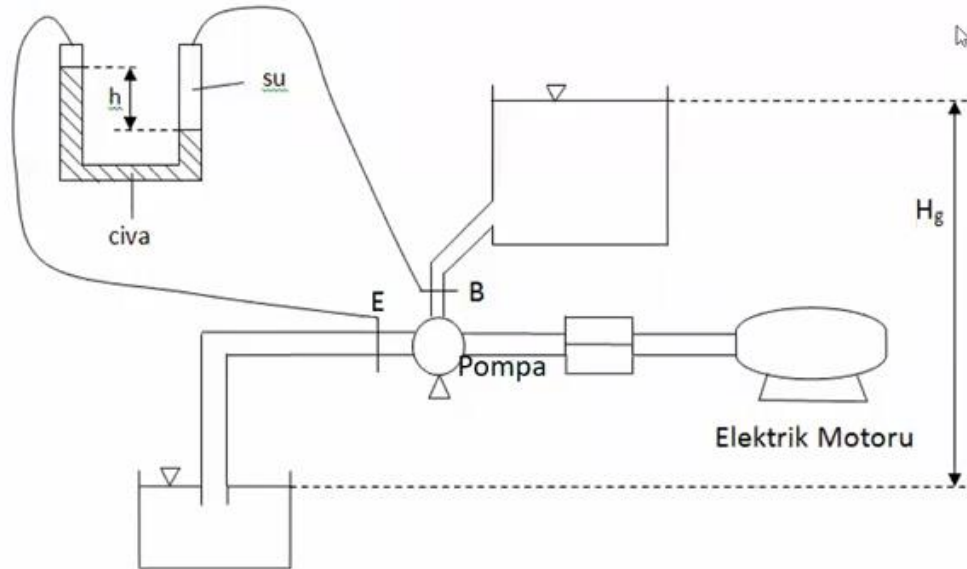
1. Yolla hesaplanan net düşü 2. yolla hesaplanan net düşüden daha yüksektir.

$$H_{o-1} > H_{o-2}$$

Bu nedenle $\eta_1 < \eta_2$

Üretici firmalar net düşüyü 2. yolla hesaplayarak türbin verimi daha yüksek gösterme eğilimde olabilirler.

ÖRNEK (1)



$$\lambda_E = \lambda_B = 0.025$$

$$h = 126 \text{ cm}$$

$$z_B - z_E = 30 \text{ m}$$

$$D_E = D_B = 15 \text{ cm}$$

$$L_E + L_B = 454 \text{ m}$$

$$\sum k_{E-B} = 3.4$$

$$Q = 25 \text{ lt/s}$$

$$\eta = 0.82$$

$$\rho_{\text{civa}} = 13600 \text{ kg/m}^3$$

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

$$H_m = ?$$

$$H_g = ?$$

$$Y = ?$$

$$P_o = ?$$

$$P_{\text{mil}} = ?$$

$$H_m = H_B - H_E$$

$$H_m = \left(\frac{P_B}{\rho g} + \frac{V_B^2}{2g} + z_B \right) - \left(\frac{P_E}{\rho g} + \frac{V_E^2}{2g} + z_E \right)$$

varsayımlar

$$V_B = V_E \text{ (Baru çapları eşit)}$$

$$H_m = \frac{P_B}{\rho g} + z_B - \frac{P_E}{\rho g} - z_E \Rightarrow H_m = \left(\frac{P_B - P_E}{\rho g} \right) + (z_B - z_E) \dots \textcircled{1}$$

U manometresine bakılacak olursa; (P_B ve P_E basınçlarını bulmak için)

$$P_E + \rho_{su} g h = P_B + \rho_{su} g h \Rightarrow P_B - P_E = (\rho_{su} - \rho_{civa}) g h$$

$$P_B - P_E = (13600 \text{ kg/m}^3 - 1000 \text{ kg/m}^3) (9.81 \text{ m/s}^2) (126 \times 10^{-2} \text{ m})$$

$$P_B - P_E = 155743.56 \text{ Pa}$$

① nolu denklemde veriler yerine yazılarak H_m bulunur:

$$H_m = \frac{155743.56 \text{ Pa}}{(1000 \text{ m}^3/\text{kg}) (9.81 \text{ m/s}^2)} + 30 \text{ m} \Rightarrow H_m = 45.876 \text{ m}$$

- Geometrik düşü (pomplarda);

$$H_g = H_m - \sum h_t$$

$$\sum h_t = \lambda_E \frac{L_E}{D_E} \frac{V_E^2}{2g} + \lambda_B \frac{L_B}{D_B} \frac{V_B^2}{2g} + \sum k_{E-B} \frac{V_E^2}{2g}$$

$$V_B = V_E \text{ ; } \lambda_E = \lambda_B \text{ ve } D_E = D_B \text{ olduğundan}$$

$$\sum h_t = \lambda_B \left(\frac{L_E + L_B}{D_B} \right) \frac{V_B^2}{2g} \dots \textcircled{2}$$

V_B 'yi bulmak için

$$Q_B = V_B \cdot A_B \Rightarrow 25 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = V_B \left(\frac{\pi D_B^2}{4} \right) \Rightarrow 25 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = V_B \left(\frac{\pi (15 \times 10^{-2} \text{ m})^2}{4} \right)$$

$$V_B = 1.41 \text{ m/s}$$

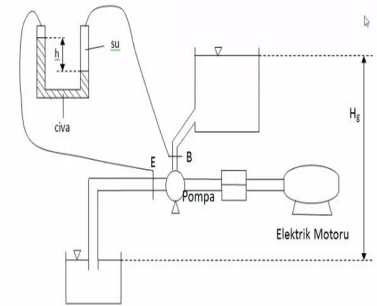
② nolu denklem kullanılarak $\sum h_t$ bulunur:

$$\sum h_t = 0.025 \left(\frac{45.1 \text{ m}}{15 \times 10^{-2} \text{ m}} \right) \frac{(1.41 \text{ m/s})^2}{(2 \times 9.81 \text{ m/s}^2)} \Rightarrow \sum h_t = 7.66 \text{ m}$$

$$\text{Geometrik yükseklik (H}_g\text{)} = H_m - \sum h_t \Rightarrow H_g = 45.876 \text{ m} - 7.66 \text{ m}$$

$$H_g = 38.216 \text{ m}$$

ÖRNEK (1)



$$\lambda_E = \lambda_B = 0.025$$

$$h = 126 \text{ cm}$$

$$z_B - z_E = 30 \text{ m}$$

$$D_E = D_B = 15 \text{ cm}$$

$$L_E + L_B = 454 \text{ m}$$

$$\sum k_{E-B} = 3.4$$

$$Q = 25 \text{ lt/s}$$

$$\eta = 0.82$$

$$\rho_{civa} = 13600 \text{ kg/m}^3$$

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

$$H_m = ?$$

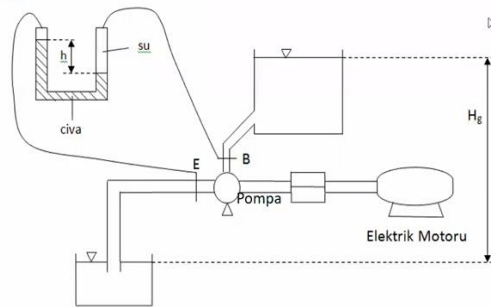
$$H_g = ?$$

$$Y = ?$$

$$P_o = ?$$

$$P_{mil} = ?$$

ÖRNEK (1)



$$\lambda_E = \lambda_B = 0.025$$

$$h = 126 \text{ cm}$$

$$z_B - z_E = 30 \text{ m}$$

$$D_E = D_B = 15 \text{ cm}$$

$$L_E + L_B = 454 \text{ m}$$

$$\sum k_{E-B} = 3.4$$

$$Q = 25 \text{ lt/s}$$

$$\eta = 0.82$$

$$\rho_{civa} = 13600 \text{ kg/m}^3$$

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

$$H_m = ?$$

$$H_g = ?$$

$$Y = ?$$

$$P_o = ?$$

$$P_{mil} = ?$$

Özgöl enerji (Y):

$$Y = H_m \cdot g \Rightarrow Y = (45.876 \text{ m}) \cdot (9.81 \text{ m/s}^2) \Rightarrow Y = 386710.2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \left(\frac{\text{J}}{\text{kg}} \right)$$

Net güç (P_o):

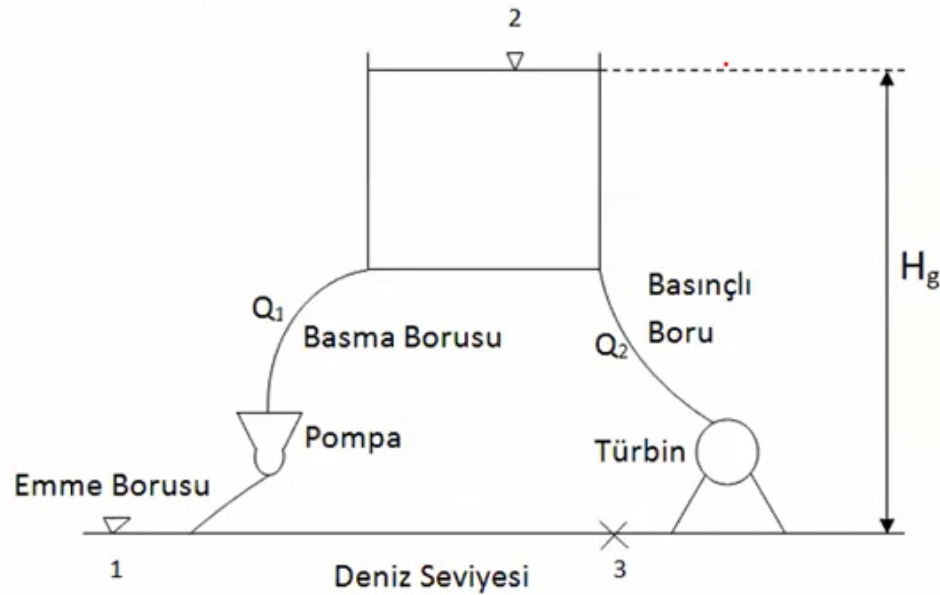
$$P_o = \rho \cdot g \cdot H_m \cdot Q \Rightarrow P_o = (1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) (45.876 \text{ m}) (25 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}})$$

$$P_o = 11251.08 \text{ W}$$

Pompa mil gücü (P_mil):

$$\eta = \frac{P_o}{P_{mil}} \Rightarrow P_{mil} = \frac{P_o}{\eta} \Rightarrow P_{mil} = \frac{11251.08 \text{ W}}{0.82} \Rightarrow P_{mil} = 13720.8 \text{ W}$$

ÖDEV (2)



$$Q_1 = 64 \text{ lt/sn}$$

$$Q_2 = 78 \text{ lt/sn}$$

$$\eta_{pompa} = 0.86$$

$$\eta_{türbin} = 0.88$$

$$P_{pompa} = 30 \text{ kW}$$

$$P_{türbin} = ?$$

Emme Borusu

$$L = 16 \text{ m}$$

$$\lambda = 0.025$$

$$\sum k = 1.02$$

$$D = 18 \text{ cm}$$

Basma Borusu

$$L = 30 \text{ m}$$

$$\lambda = 0.03$$

$$\sum k = 1.68$$

$$D = 18 \text{ cm}$$

Basınçlı Boru

$$L = 120 \text{ m}$$

$$\lambda = 0.02$$

$$\sum k = 1.32$$

$$D = 20 \text{ cm}$$

ÖRNEK (2)

Milindeki güç 9.7kW olan bir pompa saniyede 30lt suyu 21 metre yüksekliğe basmaktadır.

- a) Basma yüksekliği, (H_m)
- b) Suya aktarılan net güç, (P_o)
- c) Pompa verimi, (η)

$$\begin{aligned}P_{mil} &= 9.7kW \\ Q &= 30lt/s \\ H_g &= 21m \\ D_B &= D_E = 20cm\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_B &= 280m \\ L_E &= 5m \\ \lambda_E &= \lambda_B = 0.026 \\ \sum k_B &= 2.92 \\ \sum k_E &= 1.20\end{aligned}$$

ÖRNEK (2)

Milindeki güç 9.7kW olan bir pompa saniyede 30lt suyu 21 metre yüksekliğe basmaktadır.

- a) Basma yüksekliği, (H_m)
- b) Suya aktarılan net güç, (P_o)
- c) Pompa verimi, (η)

$$\begin{aligned}L_B &= 280m \\L_E &= 5m \\ \lambda_E &= \lambda_B = 0.026 \\ \sum k_B &= 2.92 \\ \sum k_E &= 1.20\end{aligned}$$

$$P_{mil} = 9.7kW$$

$$Q = 30lt/s$$

$$H_g = 21m$$

$$D_B = D_E = 20cm$$

a). Basma yüksekliği (H_m):

$$H_m = H_g + \sum h_t$$

Toplam yük kayıpları ($\sum h_t$)

$$\sum h_t = \lambda_E \frac{L_E}{D_E} \frac{V_E^2}{2g} + \lambda_B \frac{L_B}{D_B} \frac{V_B^2}{2g} + \sum k_B \frac{V_B^2}{2g} + \sum k_E \frac{V_E^2}{2g}$$

Hızları bulmak için

$$\dot{Q} = \dot{Q}_E = \dot{Q}_B \Rightarrow \text{olduğundan } V_E = V_B \text{ olur.}$$

$$\dot{Q} = V_B A_B = V_B \frac{\pi (D_B)^2}{4} \Rightarrow 30 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s} = V_B \left(\frac{\pi (20 \times 10^{-2} m)^2}{4} \right) \Rightarrow V_B = 0.9549 \frac{m}{s}$$

$$\begin{aligned}\sum h_t &= 0.026 \left(\frac{5m}{20 \times 10^{-2} m} \right) \frac{(0.9549 m/s)^2}{2 \times 9.81 m/s^2} + 0.026 \left(\frac{280m}{20 \times 10^{-2} m} \right) \frac{(0.9549 m/s)^2}{2 \times 9.81 m/s^2} \\ &+ 2.92 \frac{(0.9549 m/s)^2}{2 \times 9.81 m/s^2} + 1.20 \frac{(0.9549 m/s)^2}{2 \times 9.81 m/s^2}\end{aligned}$$

$$\sum h_t = 0.0302 m + 1.691 m + 0.135 m + 0.055 m \Rightarrow \sum h_t = 1.9112 m$$

$$H_m = H_g + \sum h_t = 21m + 1.9112 m \Rightarrow H_m = 22.9112 m$$

$$b). P_o = \rho g H_m \dot{Q} \Rightarrow P_o = (1000 \frac{kg}{m^3}) (9.81 \frac{m}{s^2}) (22.9112 m) (30 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s})$$

$$P_o = 6742.76 W$$

c). Pompa verimi (η)

$$\eta = \frac{P_o}{P_{mil}} = \frac{6742.76 W}{9.7 \times 10^3 W} \Rightarrow \eta = 0.695 = \%69.5$$

ÖRNEK (3)

Debisi $250\text{m}^3/\text{s}$, geometrik yüksekliği 60m olan bir hidroelektrik santrale suyun 8 boru ile getirilmesi ve yoldaki enerji kaybının %5' i geçmemesi ön görülmüştür. Boru değerleri $L=360\text{m}$, $\lambda=0.018$ olduğuna göre ve yersel kayıplar ihmal edildiğine göre;

- a) Boru çapını bulunuz.
- b) Santralde türbin verimleri 0.926 olan 4 ünite kullanıldığına göre bir türbinin gücünü bulunuz.

$$Q = 250 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Toplam debi)}$$

$$H_g = 60 \text{ m}$$

$$L = 360 \text{ m}$$

$$\lambda = 0.018$$

$$8 \text{ boru var (paralel bağlı)}, \eta_t = 0.926$$

$$a). \sum h_t = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

V'yi Q cinsinden yazarak;

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V \Rightarrow V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$\sum h_t = \lambda \frac{L}{D} \frac{(4Q/\pi D^2)^2}{2g} \Rightarrow \sum h_t = \lambda \frac{L}{D} \frac{8Q^2}{g \pi^2 D^5} \Rightarrow \sum h_t = \lambda \frac{8LQ^2}{g \pi^2 D^5}$$

Yoldaki kaybın %5'i geçmemesi isteniyorki

$$\text{Bu nedenle } \sum h_t = H_g \cdot (1/20) \text{ olur. Yani } \sum h_t = (60 \text{ m}) (0.05) \\ \sum h_t = 3 \text{ m olur.}$$

$$\sum h_t = \lambda \frac{8LQ^2}{g \pi^2 D^5}$$

$$3 \text{ m} = 0.018 \frac{8 \times (360 \text{ m}) \left(\frac{250}{8} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right)^2}{(9.81 \text{ m/s}^2) \pi^2 D^5} \Rightarrow D = 2.81 \text{ m}$$

$$b). \text{Net düşü (H}_0) = H_g - \sum h_t$$

$$H_0 = 60 \text{ m} - 3 \text{ m} \Rightarrow H_0 = 57 \text{ m}$$

$$P_0 = \rho g H_0 Q = (1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) (9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) (57 \text{ m}) \left(\frac{250 \text{ m}^3/\text{s}}{4} \right)$$

$$P_0 = 34948125 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{\text{net}}}{P_0} \Rightarrow 0.926 = \frac{P_{\text{net}}}{34948125 \text{ W}} \Rightarrow P_{\text{net}} = 32361363.75 \text{ W}$$

ÖRNEK (3)

Debisi $250 \text{ m}^3/\text{s}$, geometrik yüksekliği 60 m olan bir hidroelektrik santrale suyun 8 boru ile getirilmesi ve yoldaki enerji kaybının $\%5$ 'i geçmemesi ön görülmüştür. Boru değerleri $L=360 \text{ m}$, $\lambda=0.018$ olduğuna göre ve yersel kayıplar ihmal edildiğine göre;

a) Boru çapını bulunuz.

b) Santralde türbin verimleri 0.926 olan 4 ünite kullanıldığına göre bir türbinin gücünü bulunuz.

Any questions???

