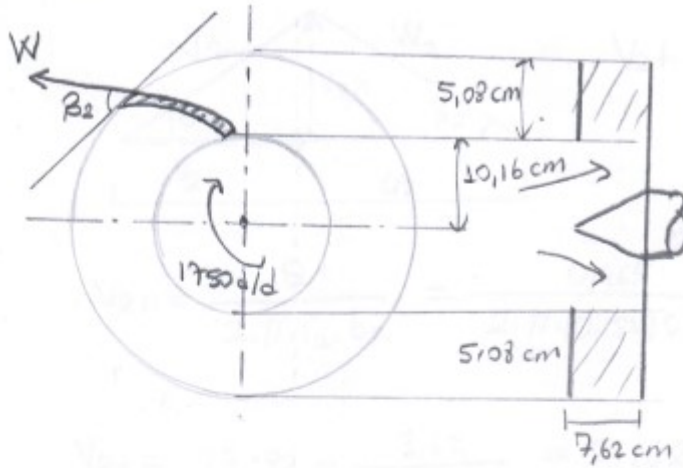


ÖRNEK :



$$\beta_2 = 30^\circ$$

$$\rho_{\text{Benzin}} = 881 \text{ kg/m}^3$$

Sekildeki santrifüj pompa 20°C de benzini $0,265 \text{ m}^3/\text{s}$ debi ile basmaktadır. mutlak akış gark girişinde yaklaşık olarak radyaldır. ($\alpha_1 = 90^\circ$, $V_{1r} = V_1$)

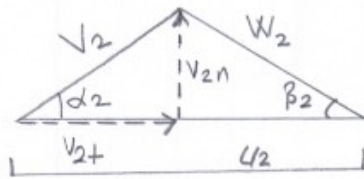
a) Gücü, b) Basma yüksekliğini, c) Gark girişindeki uygun kanat açısını teorik olarak hesaplayınız.

Gözüm :
$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1750}{60} = 183,25 \text{ r/s}$$

$\alpha_1 = 90^\circ$ radyal giriş $V_{1t} = 0$

$$W/h = \rho Q [u_2 v_{2t} - u_1 v_{1t}]$$

$$u_2 = \omega \cdot r_2 = 183,25 \cdot (10,16 + 5,08) \cdot 10^{-2} = 27,92 \text{ m/s}$$



$$V_{2t} = U_2 - \frac{V_{2n}}{\tan \beta_2}$$

$$V_{2n} = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot r_2 \cdot b_2} = \frac{0,265}{2 \cdot \pi \cdot (0,1524) \cdot 0,0762} = 3,63 \text{ m/s}$$

$$V_{2t} = 27,92 - \frac{3,62}{\tan 30^\circ} = 21,62 \text{ m/s}$$

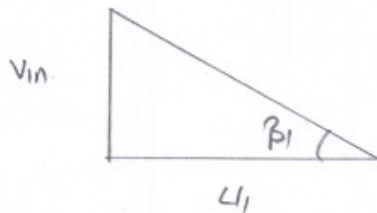
$$W_h = \rho Q U_2 V_{2t} = 881 \cdot 0,265 \cdot 27,92 \cdot 21,62 =$$

a) $\boxed{W_h = 140,3 \text{ kW}}$

b) $H = \frac{W_h}{\rho g Q} = \frac{140000}{881 \cdot 9,81 \cdot 0,265} = \underline{\underline{61,55 \text{ m}}}$

c) $V_{1n} = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot r_1 \cdot b_1} = \frac{0,265}{2 \cdot \pi \cdot 0,1016 \cdot 0,0762} = 5,44 \text{ m/s}$

$$U_1 = \omega \cdot r_1 = 183,25 \cdot (0,1016) = 18,61 \text{ m/s}$$

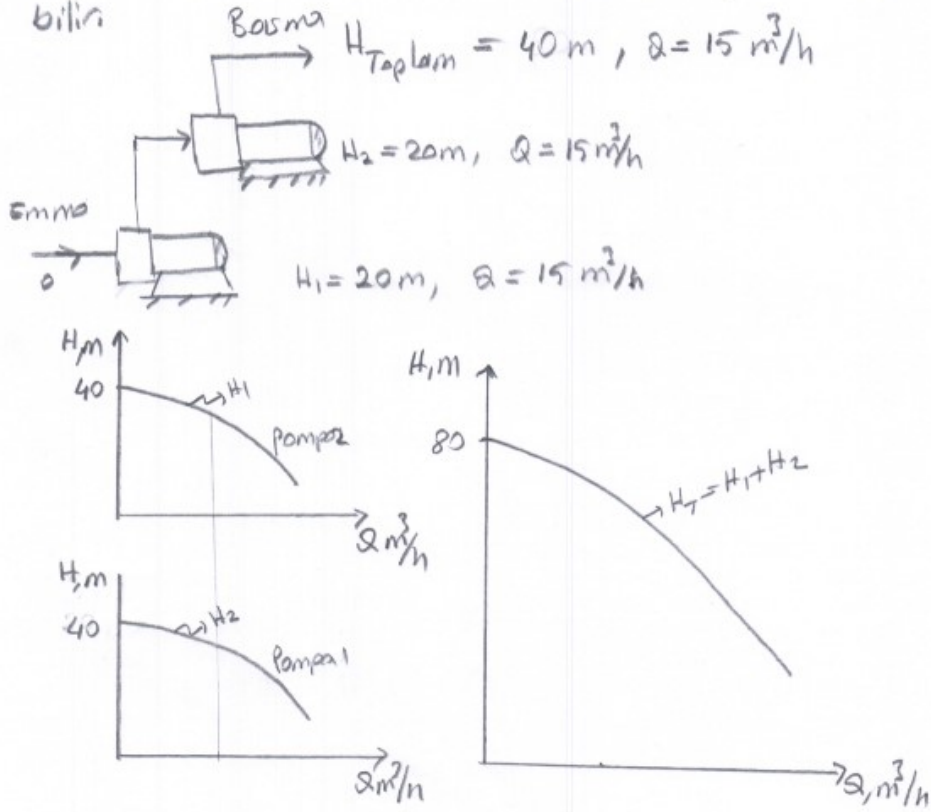


$$\tan \beta_1 = \frac{V_{1n}}{U_1}, \beta_1 = \tan^{-1} \left(\frac{V_{1n}}{U_1} \right)$$

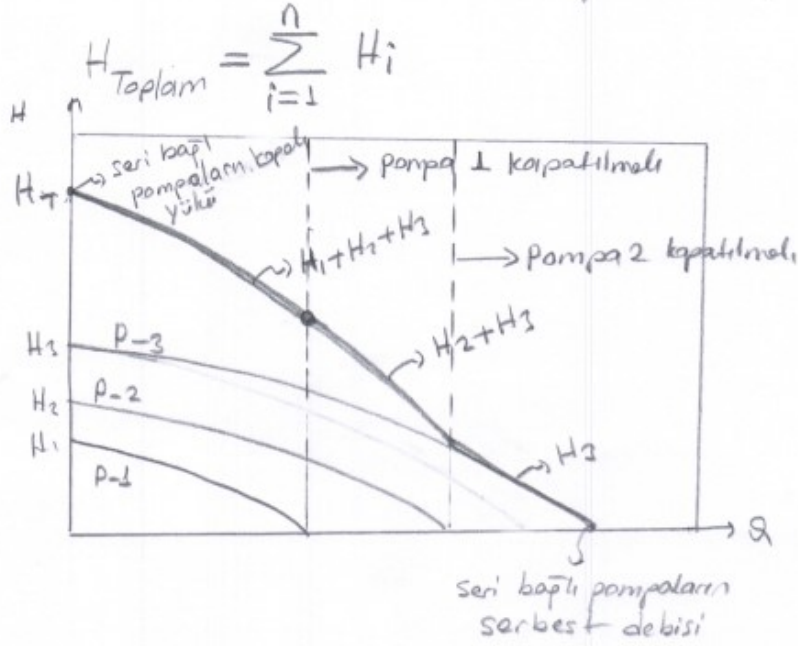
$$\beta_1 = \tan^{-1} \left(\frac{5,44}{18,61} \right) = \underline{\underline{16,29^\circ}}$$

Pompaların Seri Bağlanması

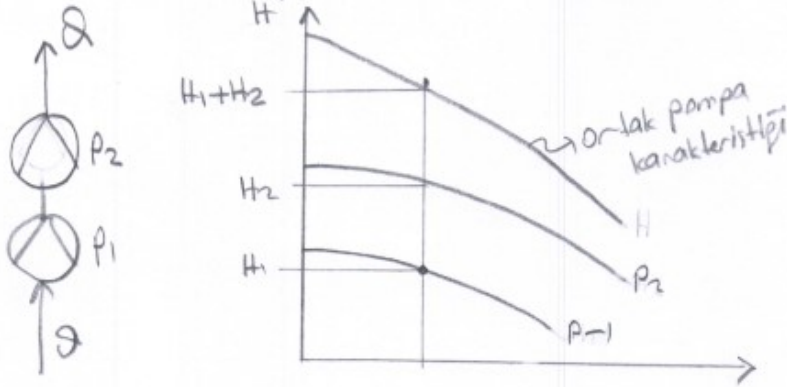
Bu tip düzeneklerde akışkanın bir pompadan diğerine geçişiyle suya daha çok enerji kazandırılır. seri bağlı pompalarda genel beklenti debinin sabit, basıncın artması yönündedir. Fakat bu artış doğrusal olmayabilir.



seri bağılı durumlarda toplam net yük, her pompanın (Verilen bir hacimsel debideki) net yüklerin toplamıdır.

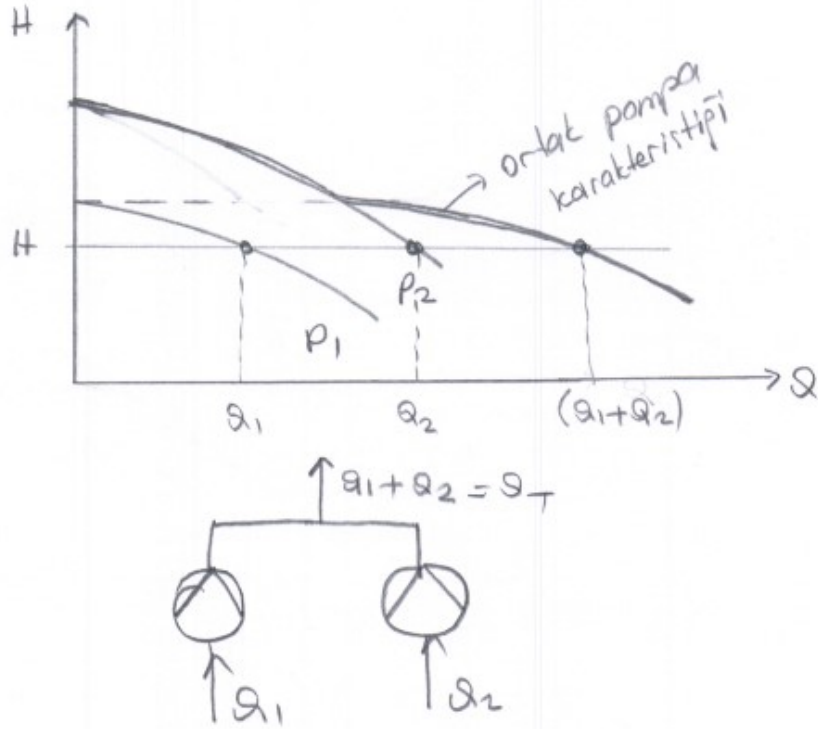


Seri bağılı pompaların toplam kapalı yükü her bir pompanın kapalı yükler toplamına eşittir.



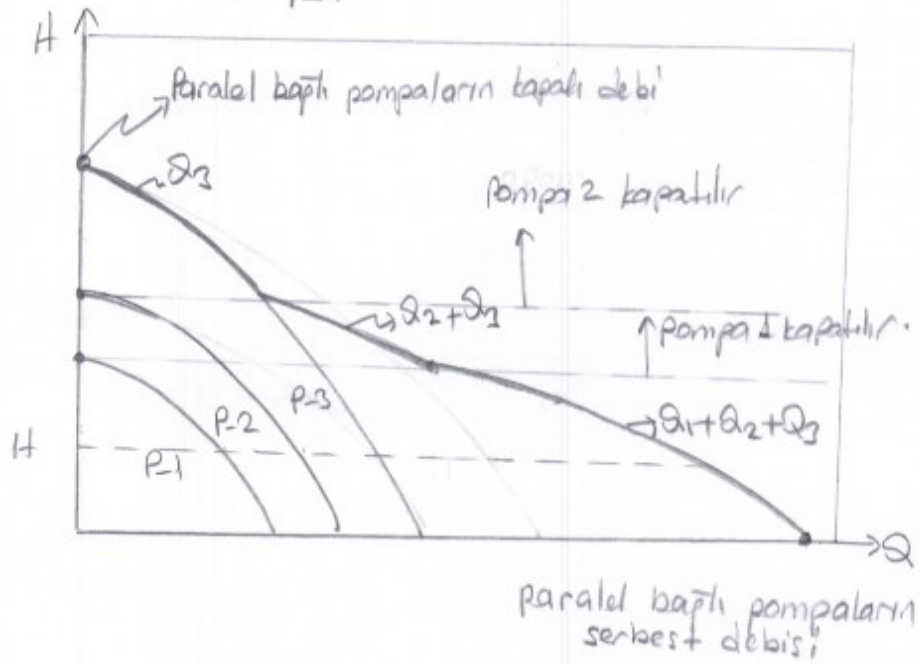
Pompaların Paralel Bağlanması

Aynı tesisatta 2 veya daha çok pompanın paralel çalışması halinde pompaların ortak $H=f(Q)$ karakteristiğini elde etmek için, pompaların aynı manometrik yükseklikteki debileri toplanır. Aynı boru hattında paralel çalışan pompaların manometrik yükseklik esittir. Pompaların paralel çalıştırılması tesisata basılan debinin yetersiz olduğu durumlarda debiyi artırmak için kullanılır.

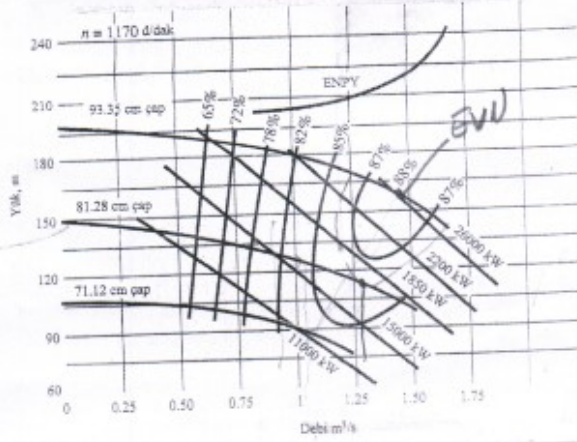


iki yada daha fazla özdeş pompa paralel çalıştırıldığında her birinin hacimsel debisi toplanır.

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i$$



ÖRNEK 1



Petildeki 81,28 cm'lik pompa 1170 d/d dâneret sistem basma yüksekliği direnç eğrisi

$H_s = 30 + 114,8 Q^2$ ($Q = m^3/s$) olan sistemde kullanılmaktadır.

$H_p = 152 - 23 Q^2$ dir a) Bir pompa, b) paralel bağlı iki pompa ve c) seri bağlı iki pompa durumları için gereken debiyi belirleyiniz, hangi durum daha iyi.

a) Bir pompa $H_p = H_s$
 $152 - 23 Q^2 = 30 + 114,8 Q^2$
 $Q = 0,94 m^3/s$

b) iki pompa paralel 1 $H_p = H_s$
 $152 - 23 \left(\frac{Q}{2} \right)^2 = 30 + 114,8 Q^2$
 \downarrow
 paralelde debi ikiye bölünür.

$Q = 1,01 m^3/s$

c) iki pompa seri bağlı

$$H_p = H_s$$

$$2 \cdot H_p = H_s$$

seri durumda H iki ile
çarpılır.

$$2(152 - 23Q^2) = 30 + 114,8Q^2$$

$$Q = 1,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$H-Q$ pompa ağız/pesine baktığımızda

$$Q = 1,3 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{EVN ya da } \eta \approx 0,86$$

$$\text{Buna göre } H_s = 30 + 114,8 \times 1,3^2 \approx 275,6 \text{ m} //$$

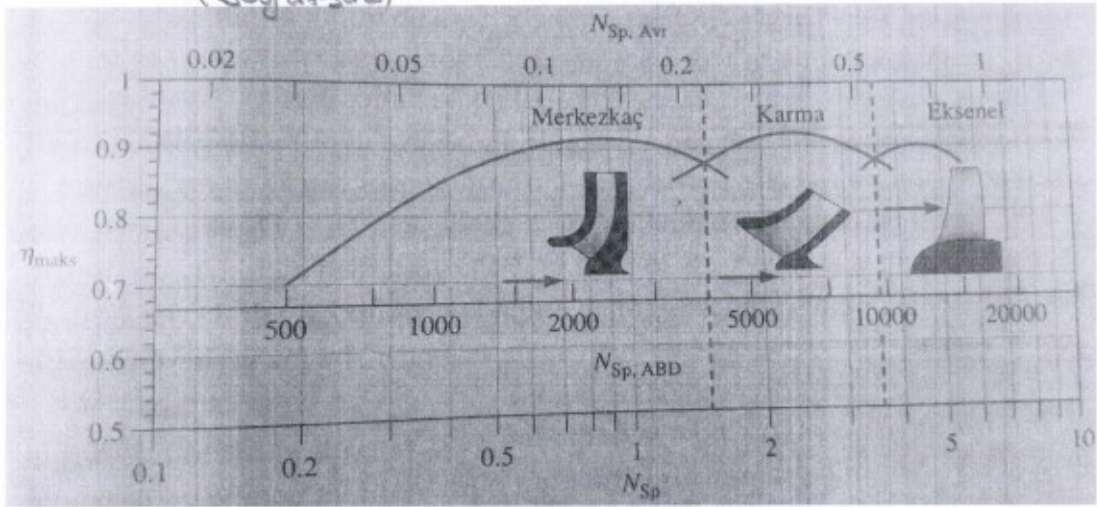
Pompa Özgöl hız

Pompa Özgöl hız dñel qarkın tıpmı belırtmede kullanılan ÷n tasarımı parametresıdır.

$$N_{sp} = \frac{\omega \cdot Q^{1/2}}{(gH)^{3/4}}$$

(Boyutsuz)

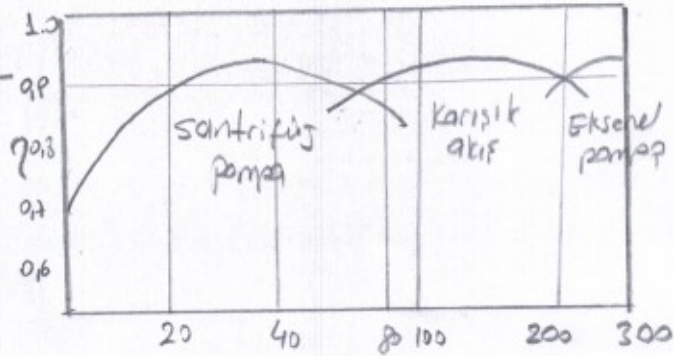
$$\begin{aligned} \omega &\rightarrow \text{rad/s} & , H &= \text{m} \\ Q &\rightarrow \text{m}^3/\text{s} \\ g &\rightarrow \text{m/s}^2 \end{aligned}$$

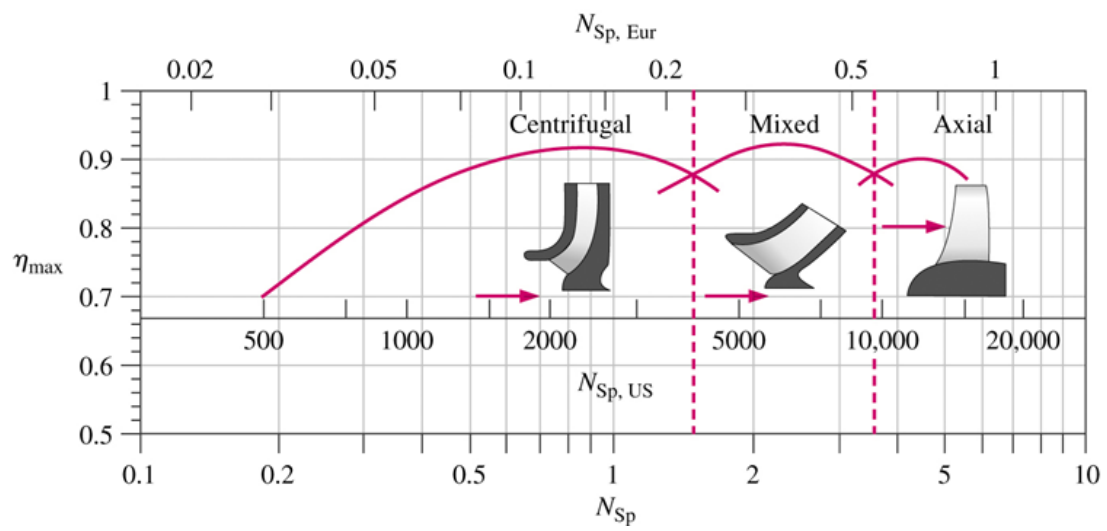


Boyutlu yaygın olarak kullanılan

$$N_{sp} = \frac{n \cdot Q^{1/2}}{H^{3/4}}$$

$$\begin{aligned} n &\rightarrow \text{d/d} \\ Q &\rightarrow \text{m}^3/\text{s} \\ H &\rightarrow \text{m} \end{aligned}$$





Benzerlik Kuralları

Hem geometrik olarak hemde dinamik olarak benzer iki pompa arasında ilişki kurmada faydalı olan parametrelerdir. Bu parametreler

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1} \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^3$$

$$n = \frac{60 \cdot \omega}{2\pi}$$

$$\frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^2 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\frac{60}{2\pi} \omega_2}{\frac{60}{2\pi} \omega_1} \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^3$$

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{P_2}{P_1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^5$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^3$$

Bu denklemler hem pompa ve her türbinler için uygundur. Bir tasarım aracı olarak pompa benzeşim yasaları çok yararlıdır.

ÖRNEK 3 Araştırmacılar tünelin test bölümündeki su hızını iki katına çıkartmak istemektedirler. Bunu yapmanın en az masraflı yolunun pompa hızını iki katına yükseltmek olduğunu düşünmektedirler. Buidurumda motor gücü ne olur,

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{P_2}{P_1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^5$$

$$P_1 = P_2 \\ D_2 = D_1 \text{ Bunlar sabit}$$

$$\frac{W_2}{W_1} = \left(\frac{n_2}{n_1} \right)^3 \rightarrow W_2 = W_1 \cdot \left(\frac{2 \cdot n_1}{n_1} \right)^3 = \underline{W_1 \cdot 8}$$

Gerekli güç 8 katına çıkmaktadır

Örnek: 20 °C deki suyu basan 37 cm çapındaki pompanın 2140 d/dak 'daki performans verileri aşağıda verilmiştir.

Q,(m ³ /s)	0	0,05	0,1	0,15	0,20	0,25	0,3
H,m	105	104	102	100	95	85	67
P,kW	100	115	135	171	202	228	249

- a) En iyi verim noktasını belirleyiniz.
b) Aynı pompa ailesinden bir pompa 0,441 m³/s debisinde 20 °C deki gazyağını 400 kW güç ile pompalamak isterse gerekli olan dönme sayısını d/dak olarak ve çark çapını cm olarak hesaplayınız. Pompanın basma yüksekliği ne olmalı. ($\rho_{\text{gaz yağı}}=804 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{su}}=997 \text{ kg/m}^3$)

Çözüm:

- a) $\eta = \frac{\rho g Q H}{W}$ denklem kullanılarak verim hesaplanır. En iyi verim noktası Q=0,2 m³/s de verim %91,99 bulunur.

Q,(m ³ /s)	0	0,05	0,1	0,15	0,20	0,25	0,3
H,m	105	104	102	100	95	85	67
P,kW	100	115	135	171	202	228	249
η ,%	0	44,22	73,89	85,79	91,99	91,15	78,95

$$b) \omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi 2140}{60} = 224 \text{ rad / s}$$

$$\frac{Q_{su}}{Q_{gazy}} = \frac{\omega_{su}}{\omega_{gazy}} \left(\frac{D_{su}}{D_{gazy}} \right)^3 \rightarrow \omega_{gazy} = \omega_{su} \frac{Q_{gazy}}{Q_{su}} \left(\frac{D_{su}}{D_{gazy}} \right)^3 \rightarrow \omega_{gazy} = (224) \frac{0,441}{0,2} \left(\frac{0,37}{D_{gazy}} \right)^3$$

$$\omega_{gazy} = \frac{25,01}{D_{gazy}^3} \quad \text{①}$$

$$\frac{W_{su}}{W_{gazy}} = \frac{\rho_{su}}{\rho_{gazy}} \left(\frac{\omega_{su}}{\omega_{gazy}} \right)^3 \left(\frac{D_{su}}{D_{gazy}} \right)^5 \rightarrow \omega_{gazy} = \left(\omega_{su}^3 \frac{W_{gazy}}{W_{su}} \frac{\rho_{su}}{\rho_{gazy}} \left(\frac{D_{su}}{D_{gazy}} \right)^5 \right)^{1/3} \rightarrow \omega_{gazy} = \left((224)^3 \frac{400}{202} \frac{997}{804} \frac{0,37^5}{D_{gazy}^5} \right)^{1/3}$$

$$\omega_{gazy} = \frac{57,62}{D_{gazy}^{5/3}} \quad \text{②}$$

1 ve 2 denklem birbirine eşitlerse

$$\frac{57,62}{D_{gazy}^{5/3}} = \frac{25,01}{D_{gazy}^3} \rightarrow D_{gazy} = \left(\frac{25,01}{57,62} \right)^{3/4} = 0,535 \text{ m}$$

$$\omega_{gazy} = \frac{25,01}{0,535^3} = 163,32 \text{ rad / s} = 1561 \text{ d / dak}$$

$$\frac{H_{su}}{H_{gazy}} = \left(\frac{n_{su}}{n_{gazy}} \right)^2 \left(\frac{D_{su}}{D_{gazy}} \right)^2 \rightarrow H_{gazy} = \frac{H_{su}}{\left(\frac{n_{su}}{n_{gazy}} \right)^2 \left(\frac{D_{su}}{D_{gazy}} \right)^2} = \frac{95}{\left(\frac{2140}{1561} \right)^2 \left(\frac{0,37}{0,535} \right)^2} = 105,6 \text{ m}$$

Örnek:

Byron Jackson Co. Firmasının 37,14 cm çapındaki santrifüj su pompasının 2134 d/dak 'da ölçülmüş deney sonuçları aşağıda verilmiştir.

Q,m ³ /s	0	0,056	0,113	0,169	0,226	0,283
H, m	103,63	103,63	103,63	100,58	91,44	67,06
W, kW	100,67	119,31	152,87	190,15	246,08	246,08

a) EVN nedir?

b) Özgül hızı nedir?

a)

$\eta = \frac{\rho g Q H}{W}$ denkleminde verim hesaplanır. En iyi verim

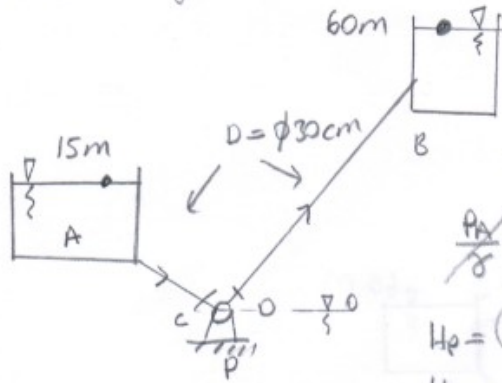
$\eta=0,876942$ ve $Q=0,169$ m³/s

Q,m ³ /s	0	0,056	0,113	0,169	0,226	0,283
H, m	103,63	103,63	103,63	100,58	91,44	67,06
W, kW	100,67	119,31	152,87	190,15	246,08	246,08

η 0 0,477162 0,751468 0,876942 0,82383 0,756559

b)
$$N_{sp} = \frac{nQ^{1/2}}{H^{3/4}} = \frac{2134 \cdot (0,169)^{1/2}}{100,58^{3/4}} = 27,61$$

ÖRNEK: Şekildeki boru sisteminde P pompası ik B haznesine $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ yağ basılmaktadır. Bu yağ için $\rho = 0,75 \text{ ton/m}^3$ dir. A ile P arasındaki enerji kaybının 3m ve P ile B arasındaki kaybın da 7m olduğunu kabul ederek pompanın gücünü bulunuz. Sistemin enerji girişini giriniz.



A ile B arasında enerji denklemini yazarak

$$\frac{P_A}{\rho} + \frac{V_A^2}{2g} + z_A + H_p = \frac{P_B}{\rho} + \frac{V_B^2}{2g} + z_B + \sum h_k$$

$$H_p = (z_B - z_A) + \sum h_k = (60 - 15) + (3 + 7)$$

$$H_p = 55 \text{ m}$$

Güç, $W = N = P = \rho g Q H_p = 750 \cdot 9,81 \cdot 0,2 \cdot 55 = 80932 \text{ W}$

$$W = 80,9 \text{ kW}$$

$$\rho_{\text{yağ}} = 0,75 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 750 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$1 \text{ kW} = 1,36 \text{ BG (uluslararası)}$$

$$W = 108,4 \text{ BG [HP]}$$

Enerji Girizişi kabarı

A noktası : 15 m

C noktası : $15 - 3 = 12$ m

D noktası : $12 + 55 = 67$ m

B noktası : 60 m

