



Pompalar: Temel Kavramlar

1. Genel Tanımlar
2. Tesisat ve Sistem
3. Tasarım
4. Çok Pompalı Sistemler
5. Problemler

- Santrifüj pompanın esas mucidi Fransız fizikçi **DENIS PAPIN (1647-1714)**. Pompa, spiral gövde-Salyangoz ve çok kanatlı çarktan oluşuyordu **(1705)**.
- **1785** de John SKEYS ilk eksenel akışlı çarkın patentini almıştır.
- **1846**'da Amerikan W.H.N. JOHNSON firması ilk 3 kademeli santrifüj pompayı yaptı.
- Eksenel kuvvetin dengelenmesi için dengeleme disk uygulaması ilk defa 1894 'de yapıldı.

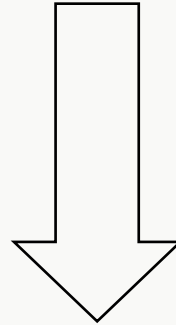
- Basınç : Birim alana gelen kuvvet $P=F/A$
 - İnsan yüz ölçümü $\sim 1.5\text{m}^2$, vücuda gelen kuvvet $F=1.5 \times 100000 = 150000\text{N} \approx 15 \text{ Ton!}$
- Yoğunluk : Birim hacimdeki madde kütlesi
 - Su $\rho: 1000\text{kg/m}^3$, 1m^3 su 1ton
 - Demir $\rho: 8000\text{kg/m}^3$, 1m^3 demir 8ton
 - Cıva $\rho: 13600\text{kg/m}^3$, 1m^3 cıva 13.6ton!

- Viskozite : Akışa karşı iç direnç,
Akmazlık

	Su	Silikon Yağı
Yoğunluk	1 kg/dm ³	1 kg/dm ³
Viskozite	1cSt	10000cSt
Görünüm	Saydam	Saydam

MEKANİK ENERJİ

Pompa



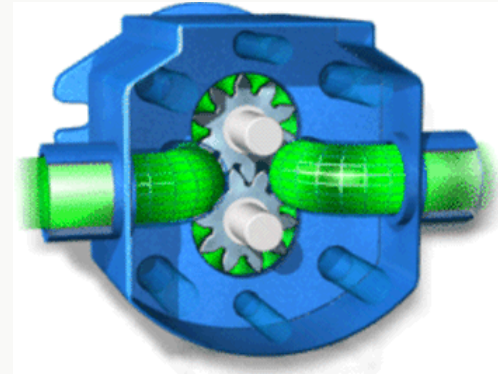
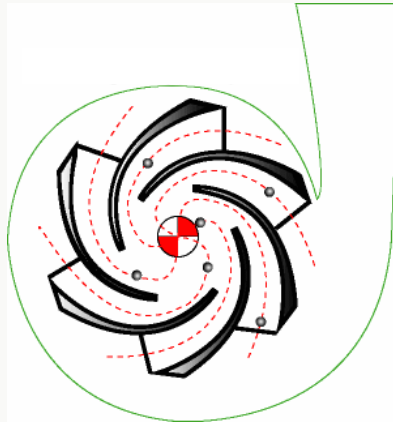
HİDROLİK ENERJİ

- Mekanik Enerji Kaynaklarımız..
- Elektrik motoru
- İçten yanmalı motor (benzin, dizel, gaz, vs.)
- Türbin

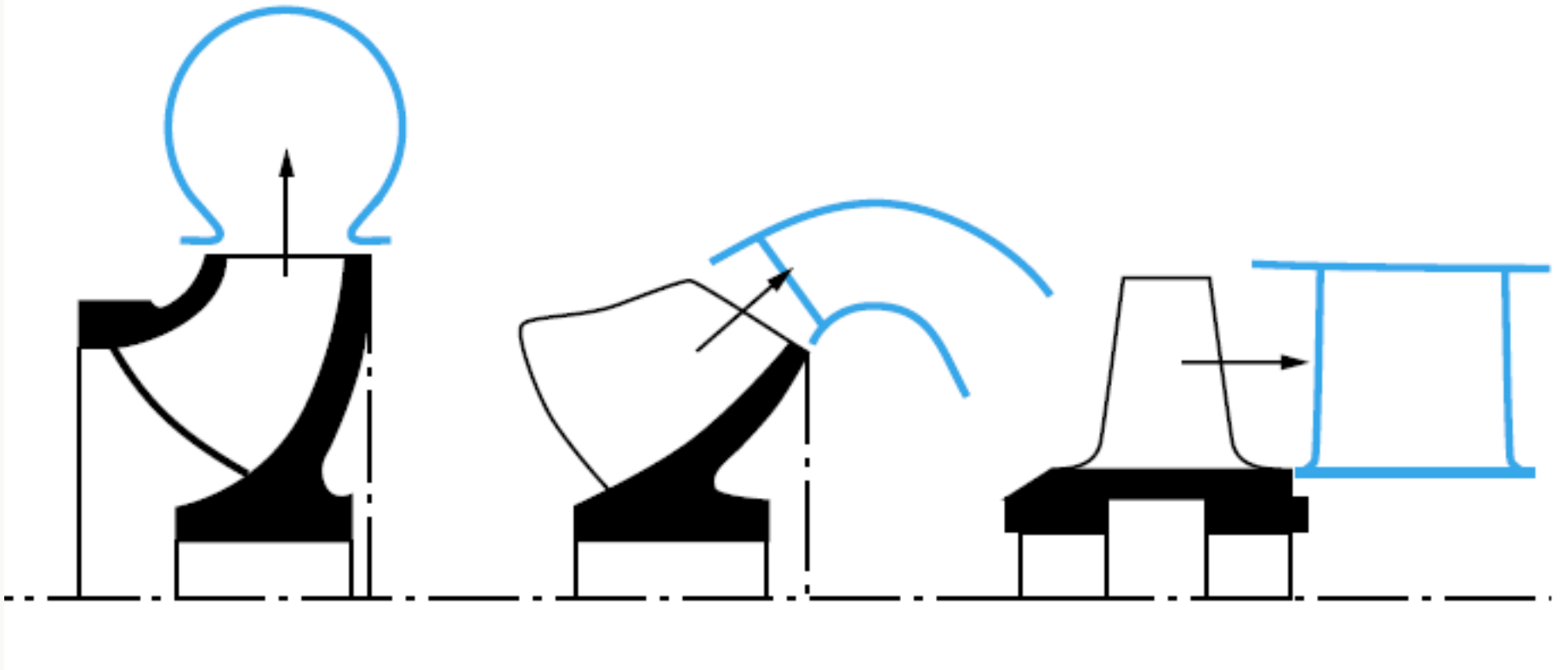
- Enerji Dönüşümü;

- Öteleme Hareketi : Hacimsel

- Merkezkaç/Dönme(Vorteks) : Rotodinamik



- Rotodinamik
 - Radyal (Radial),
 - Karışık akımlı (Helical, Diagonal),
 - Eksenel (Axial)
- Hacimsel Pompalar
 - Dişli,
 - Pistonlu,
 - Diyaframalı,
 - Burgulu, vb...



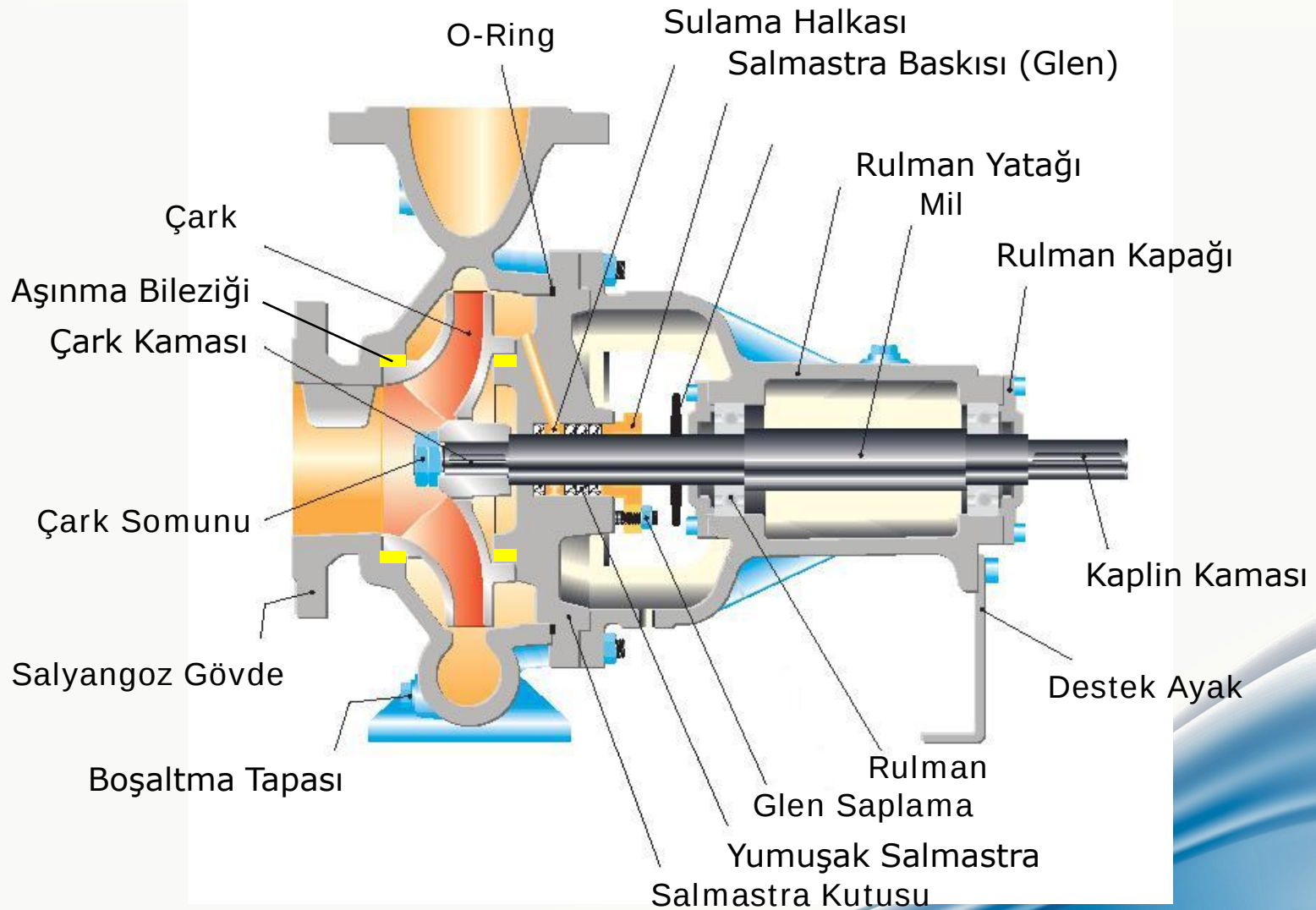
Radyal

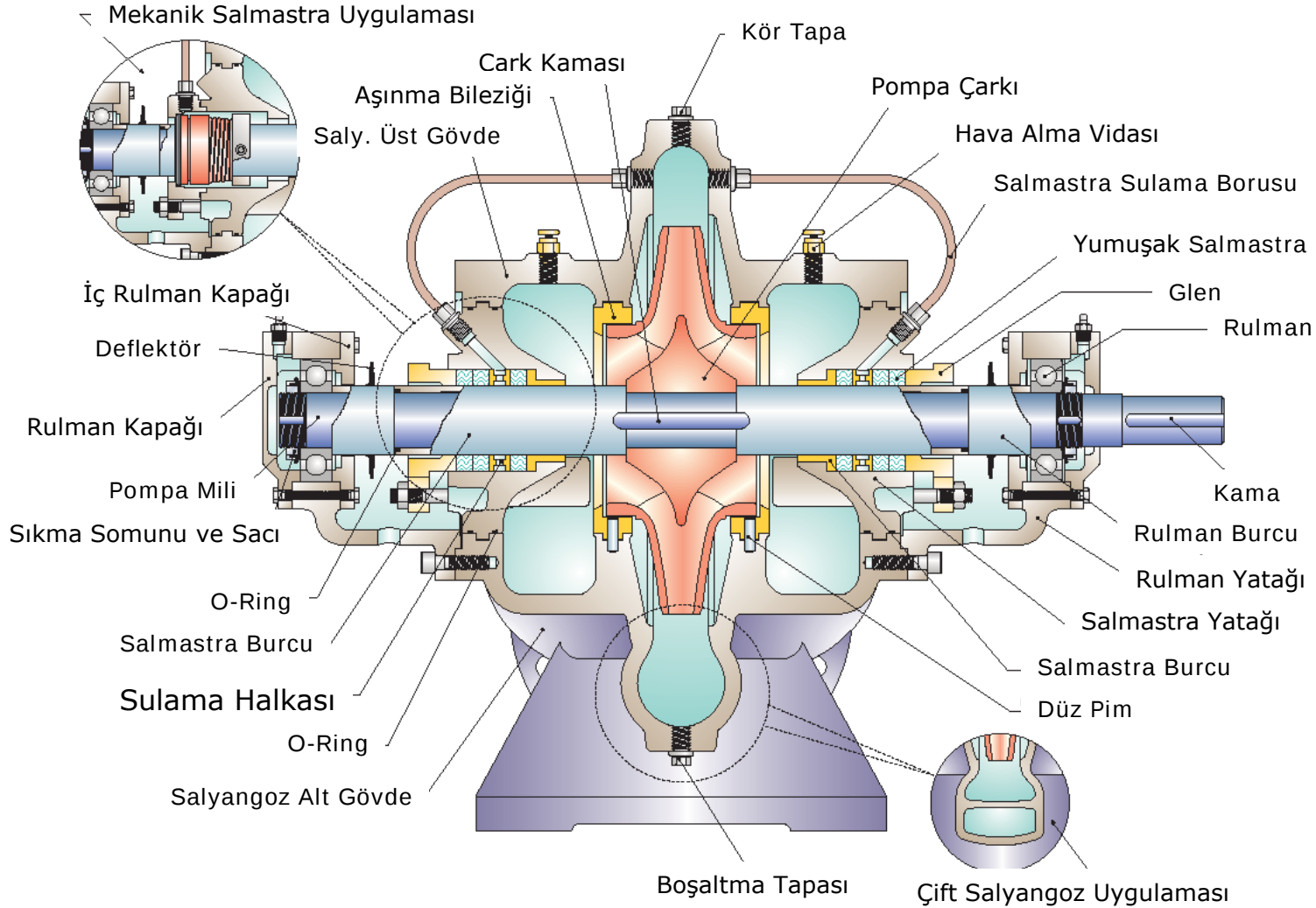
Yarı Eksenel

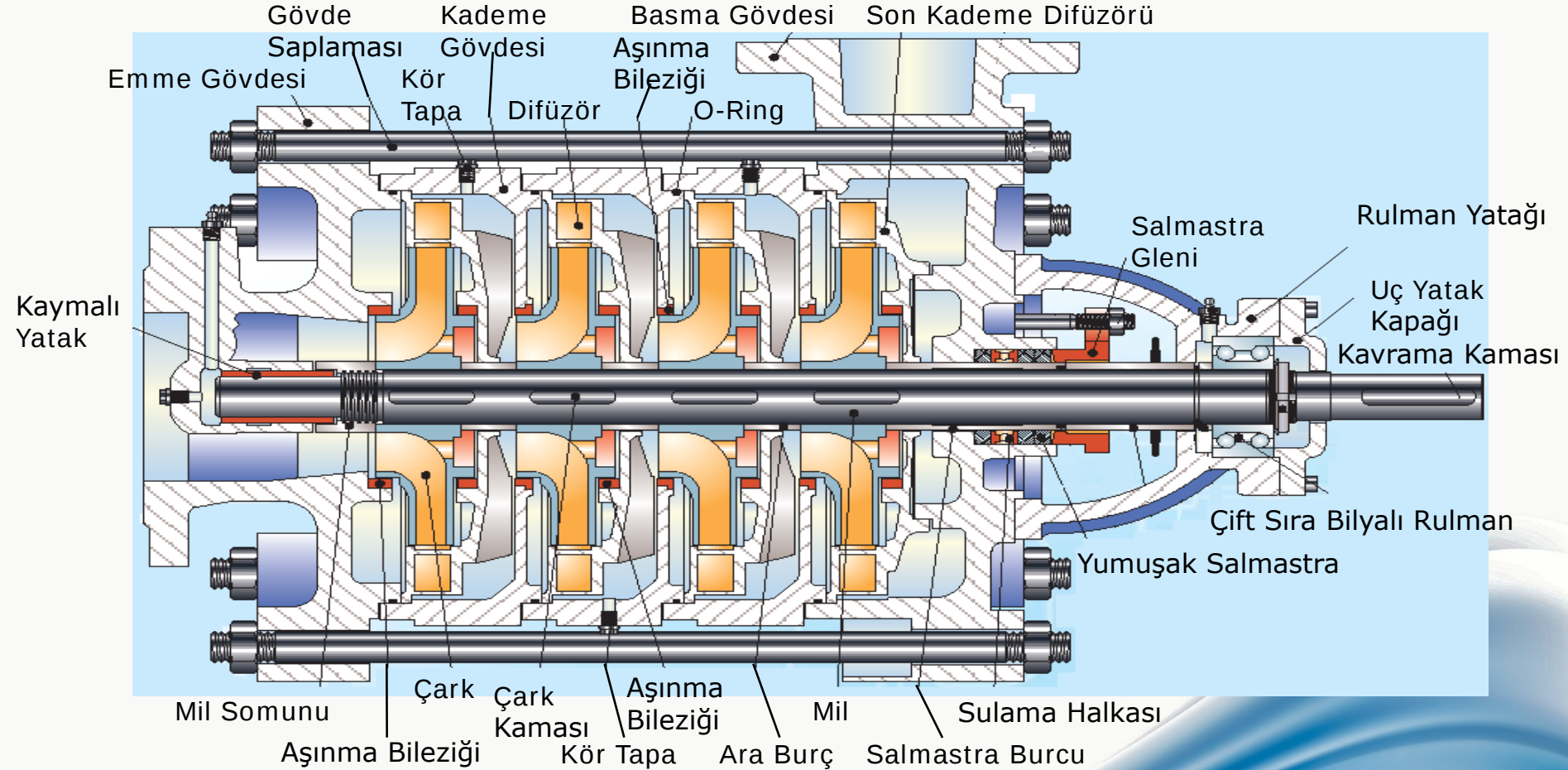
Eksenel

- Çark Sayısına Göre;
Tek Kademeli
Çok Kademeli
- Çark Ekseninin Pozisyonuna Göre;
Yatay Milli
Düşey Milli
- Çark Şekline Göre;
Tek Girişli
Çift Girişli (Double Suction)
- Emme Flanşının Pozisyonuna Göre;
Uçtan Emişli (End Suction)
Yandan Emişli (Side Suction)

Ana Parçalar







● Basma Yüksekliği : H

Pompanın birim ağırlıktaki akışkana kazandırdığı enerjiyi temsil eder

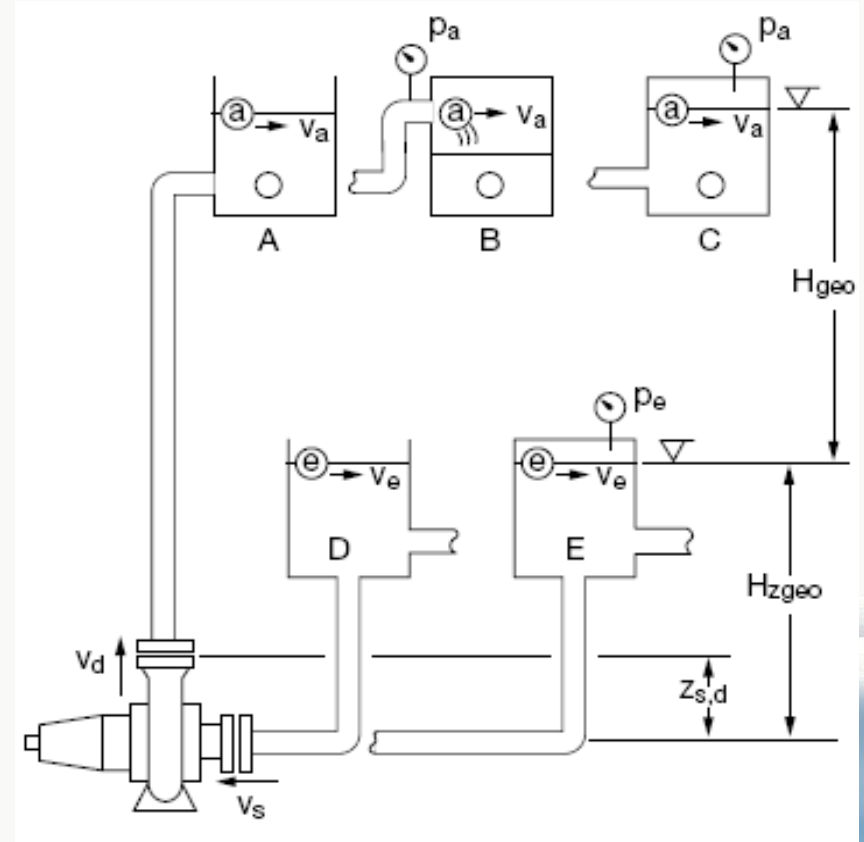
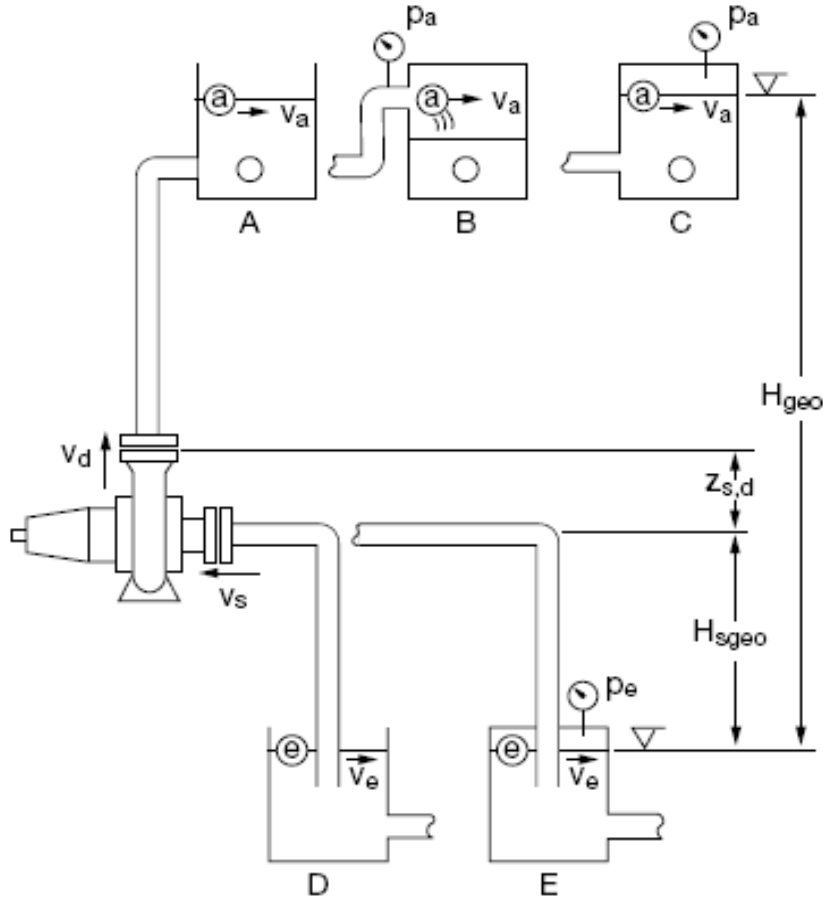
$$H = (P_{\text{ç}} - P_{\text{g}})/\rho g + (V_{\text{ç}}^2 - V_{\text{g}}^2)/2g + (Z_{\text{ç}} - Z_{\text{g}})$$

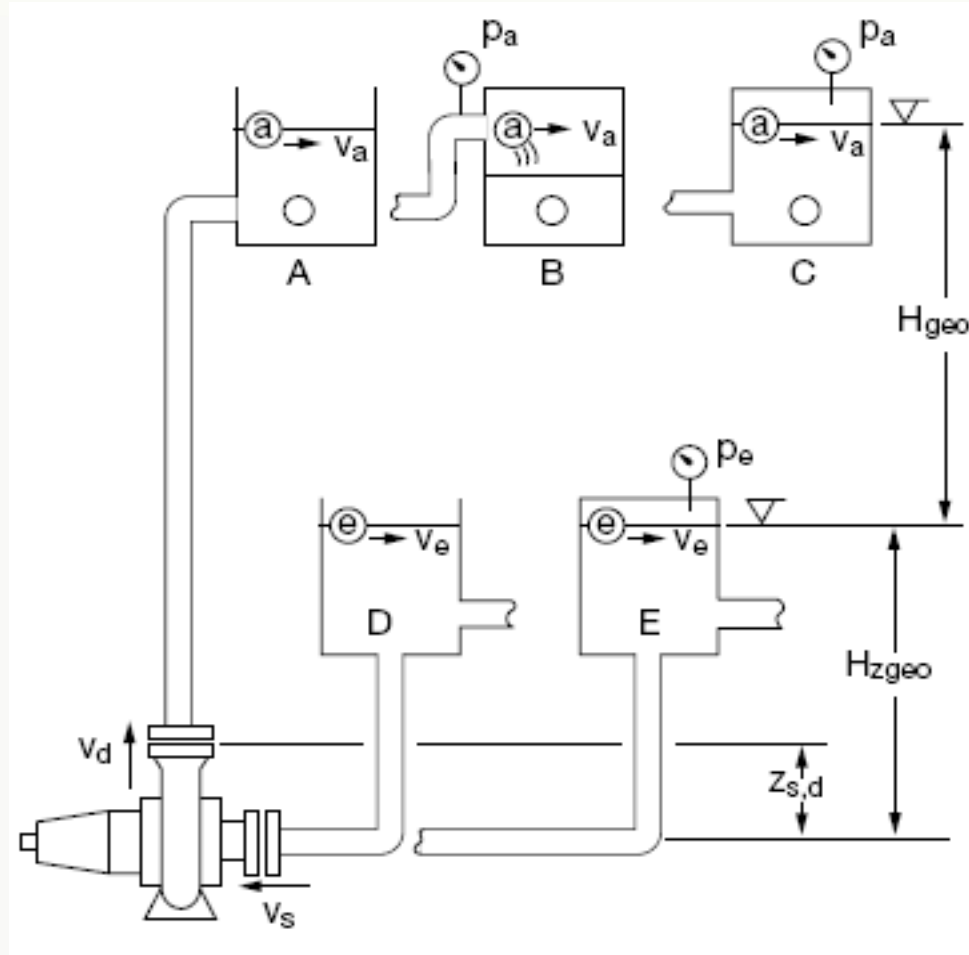


Diagram illustrating the components of the head equation:

- $(P_{\text{ç}} - P_{\text{g}})/\rho g$: Basınç Enj.
- $(V_{\text{ç}}^2 - V_{\text{g}}^2)/2g$: Kinetik Enj.
- $(Z_{\text{ç}} - Z_{\text{g}})$: Potansiyel Enj.

Basma Yüksekliği





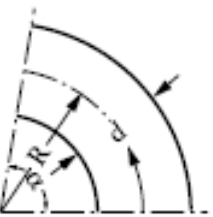
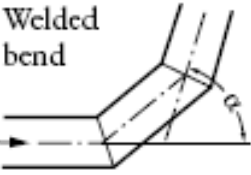
En Genel Halde; $H = (P_2 - P_1)/\rho g + (V_2^2 - V_1^2)/2g + (Z_2 - Z_1) + \Sigma H_L$

Özet Olarak

$$H = H_{st} + \Sigma H_L$$

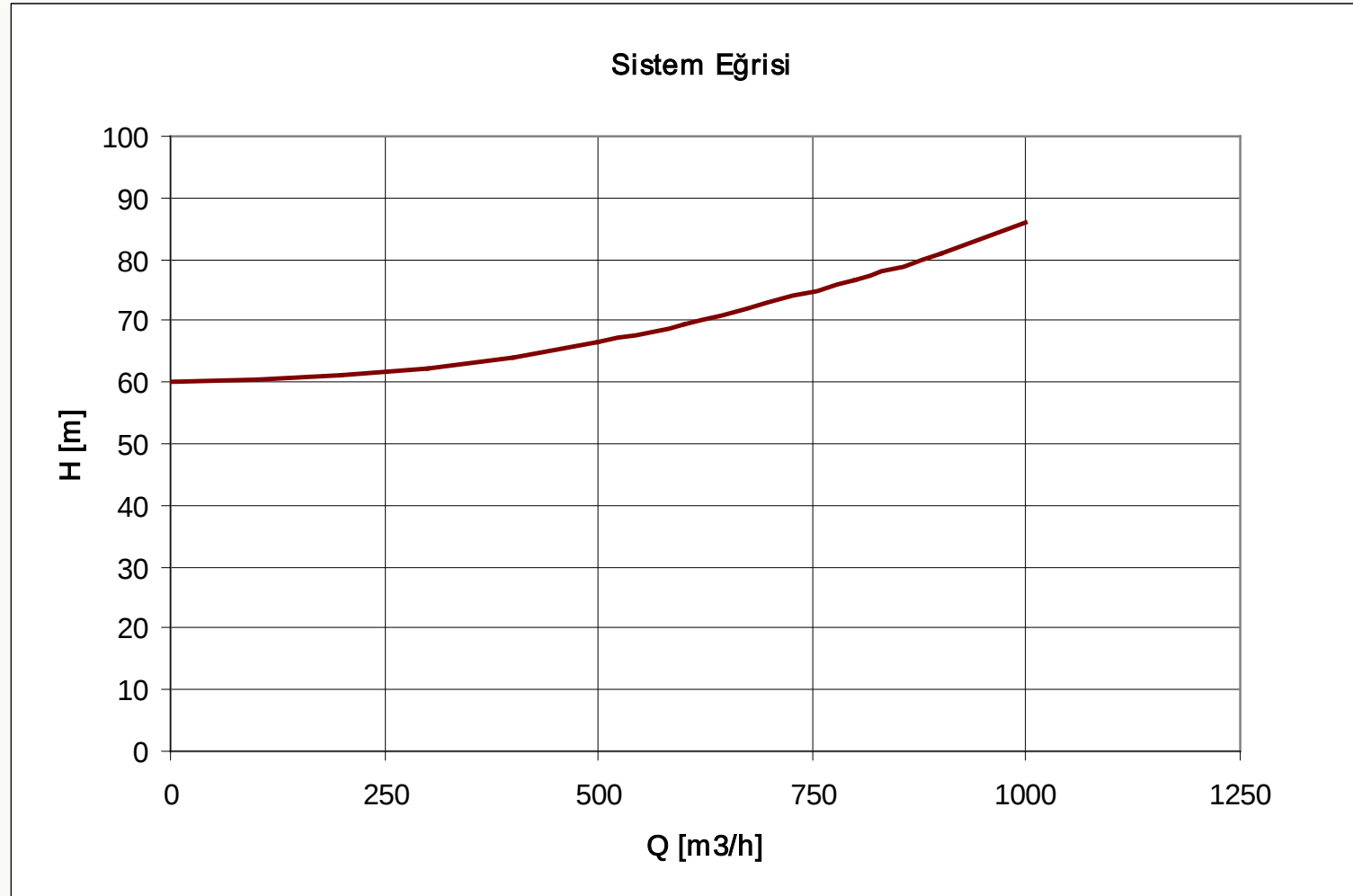
- $H_{st} = Z_2 - Z_1$
- $\Sigma H_L = H_{sürekli} + H_{yersel}$
- $H_{sürekli}$: Borularda oluşan sürtünme kaybı
- H_{yersel} : Tesisat elemanlarında (dirsek, vana, çek valf, vb.) oluşan kayıp

$$\begin{aligned}
 &\bullet H_{\text{sürekli}} = \Sigma \lambda Q^2 \\
 &\bullet H_{\text{yersel}} = \Sigma k Q^2
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} &\bullet H_{\text{sürekli}} = \Sigma \lambda Q^2 \\ &\bullet H_{\text{yersel}} = \Sigma k Q^2 \end{aligned}} \right\} H \approx H_{\text{st}} + K Q^2$$

Round elbow	α	15°		30°		45°		60°		90°	
		Surface smooth	rough	Surface smooth	rough	Surface smooth	rough	Surface smooth	rough	Surface smooth	rough
	ζ for $R = 0$	0.07	0.10	0.14	0.20	0.25	0.35	0.50	0.70	1.15	1.30
	ζ for $R = d$	0.03	–	0.07	–	0.14	0.34	0.19	0.46	0.21	0.51
	ζ for $R = 2 d$	0.03	–	0.06	–	0.09	0.19	0.12	0.26	0.14	0.30
	ζ for $R = 5 d$	0.03	–	0.06	–	0.08	0.16	0.10	0.20	0.10	0.20
	Number of circumferential welds	–	–	–	–	2	–	3	–	3	–
	ζ	–	–	–	–	0.15	–	0.20	–	0.25	–



$$P_2 = P_1, V_2 = V_1, Z_2 - Z_1 = 60$$



- HİDROLİK GÜÇ : P_{hid}

Pompanın akışkana aktardığı faydalı gücü temsil eder

- $P_{hid} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$ [W]

ρ : yoğunluk [kg/m³]

g : yer çekimi ivmesi [9.81m/s²]

Q : debi [m³/s]

H : basma yüksekliği [m]

- MİL GÜCÜ : P_{mil}

Pompa miline tahrik elemanının(motor, türbin, vb.) aktardığı faydalı gücü temsil eder.

$$P_{mil} = M \cdot \omega \quad [W]$$

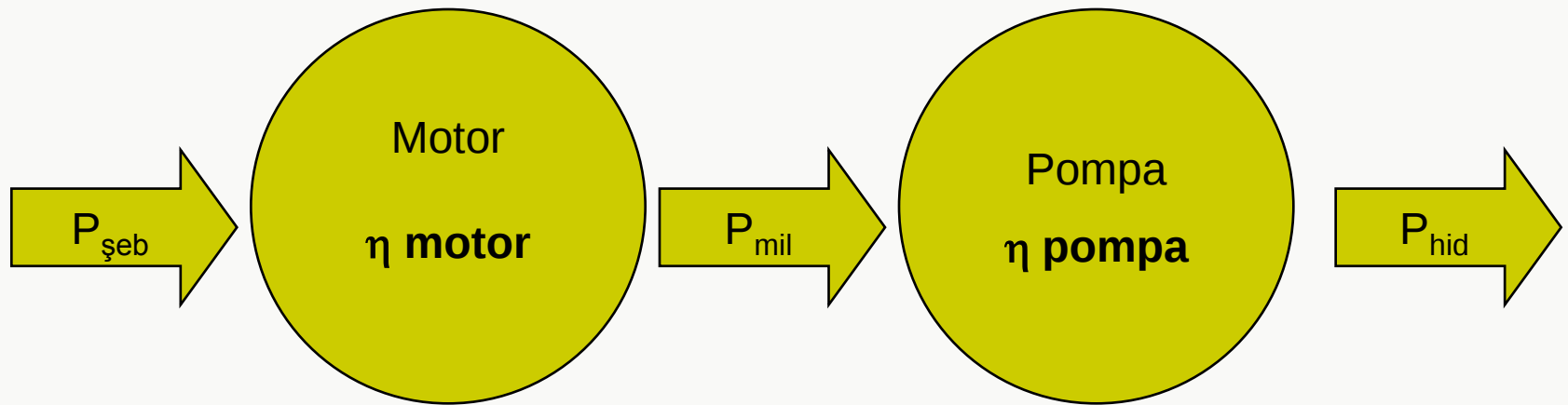
M : Pompa milinin momenti [N.m]

ω : Milin açısal hızı [1/s]

- POMPA VERİMİ : η

Pompanın miline gelen güç ile pompanın sıvıya aktardığı faydalı gücün oranıdır.

$$\eta = P_{hid} / P_{mil}$$



$$\frac{P_{\text{hid}}}{P_{\text{mil}}} \cdot \frac{P_{\text{mil}}}{P_{\text{şeb}}} = \eta_{\text{pom}} \cdot \eta_{\text{mot}} = \eta_{\text{sis}}$$

Hangi Çark?

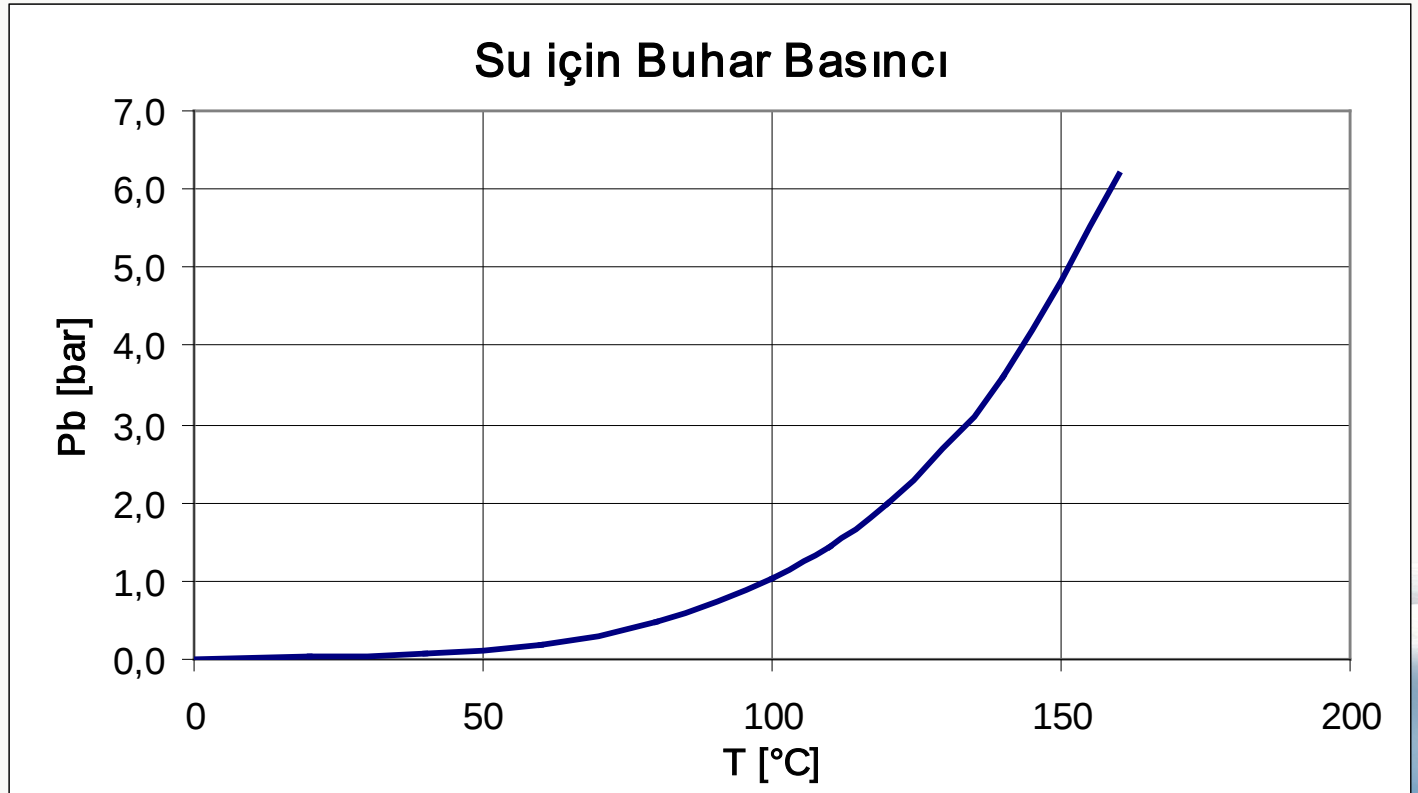


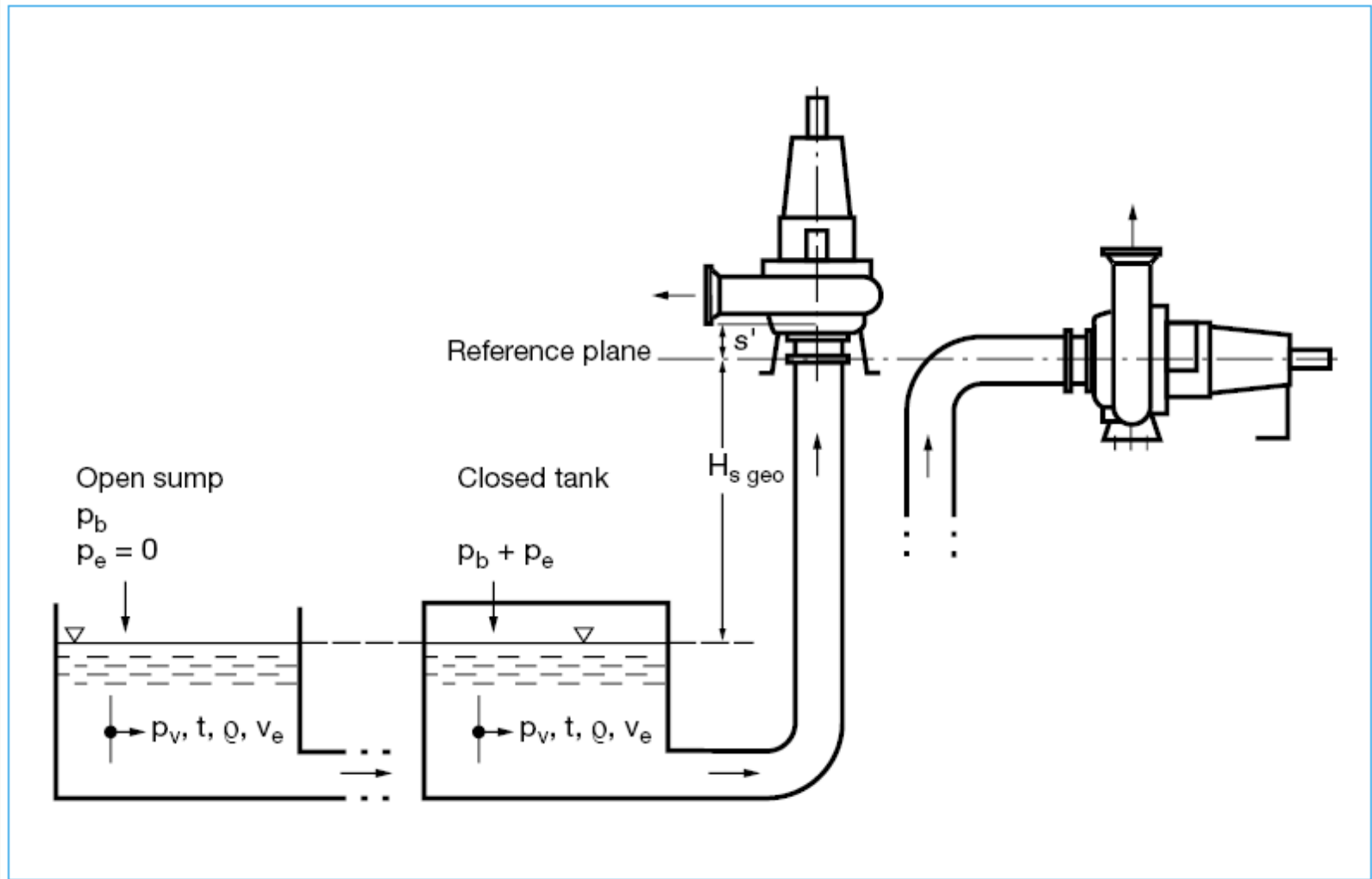
- Tesisin Emmedeki Net Pozitif Yükü

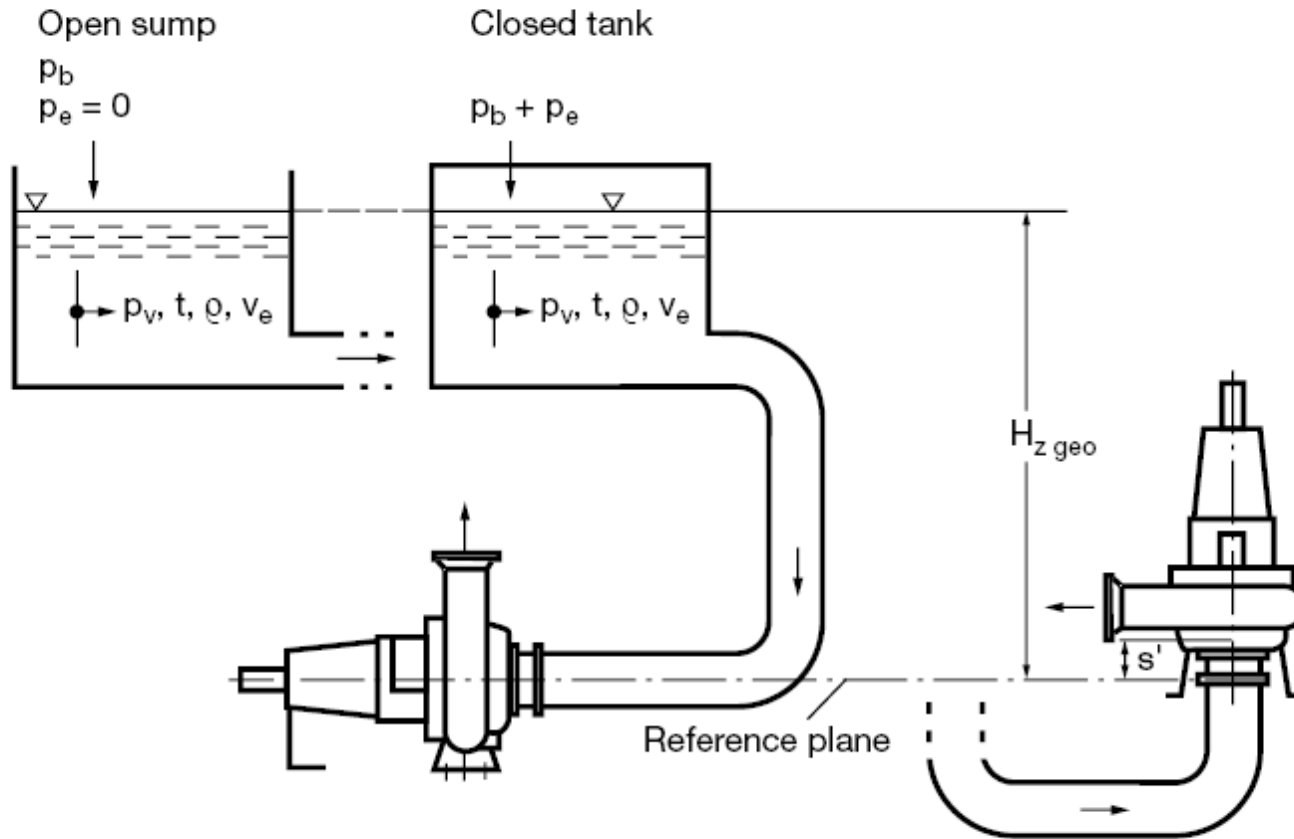
$$ENPY_m = \frac{(P_e + P_b - P_v)}{\rho \cdot g} + H_k \pm H_s$$

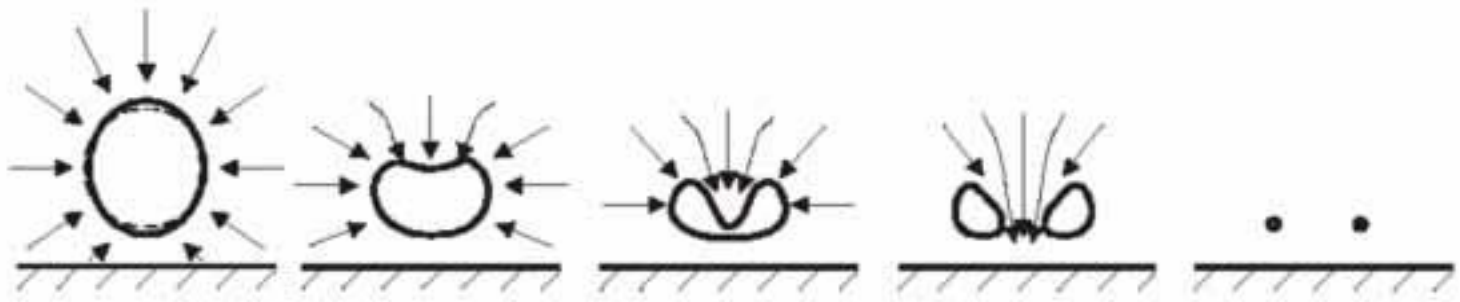
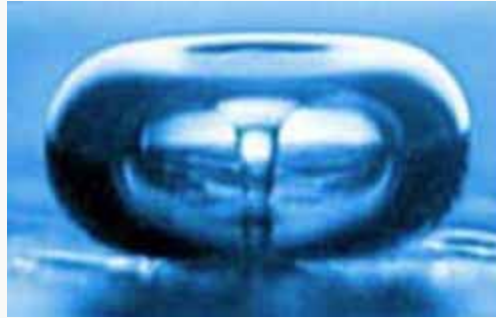
- P_e : Kap Basıncı (Kapalı kaplarda)
- P_b : Atmosfer Basıncı
- P_v : Sıvı Buhar Basıncı (Çalışma sıcaklığında)
- H_k : Emmedeki toplam yük kaybı
- H_s : Emme Yüksekliği / Derinliği

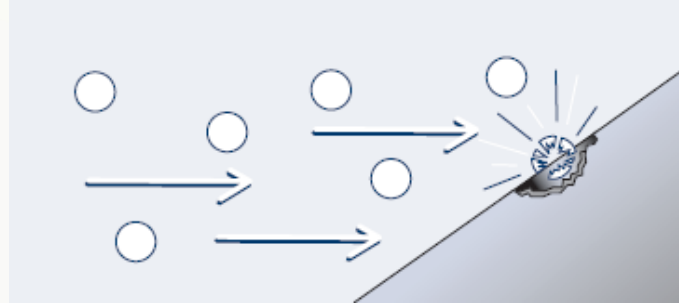
T [°C]	Pb [bar]
0	0,0061
20	0,0234
40	0,0738
60	0,1992
80	0,4736
100	1,0133
110	1,4327
120	1,9854
140	3,6140
160	6,1810

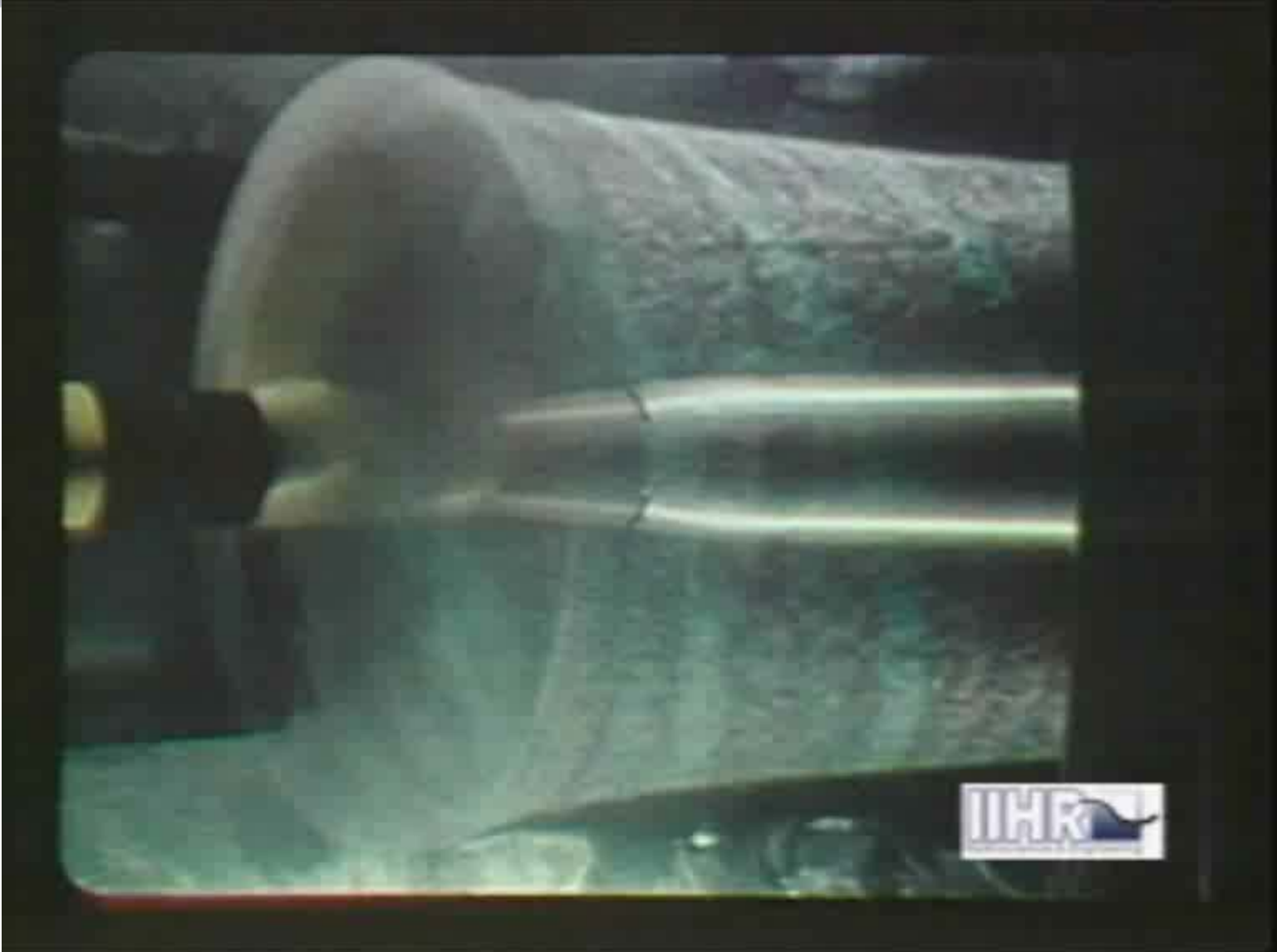










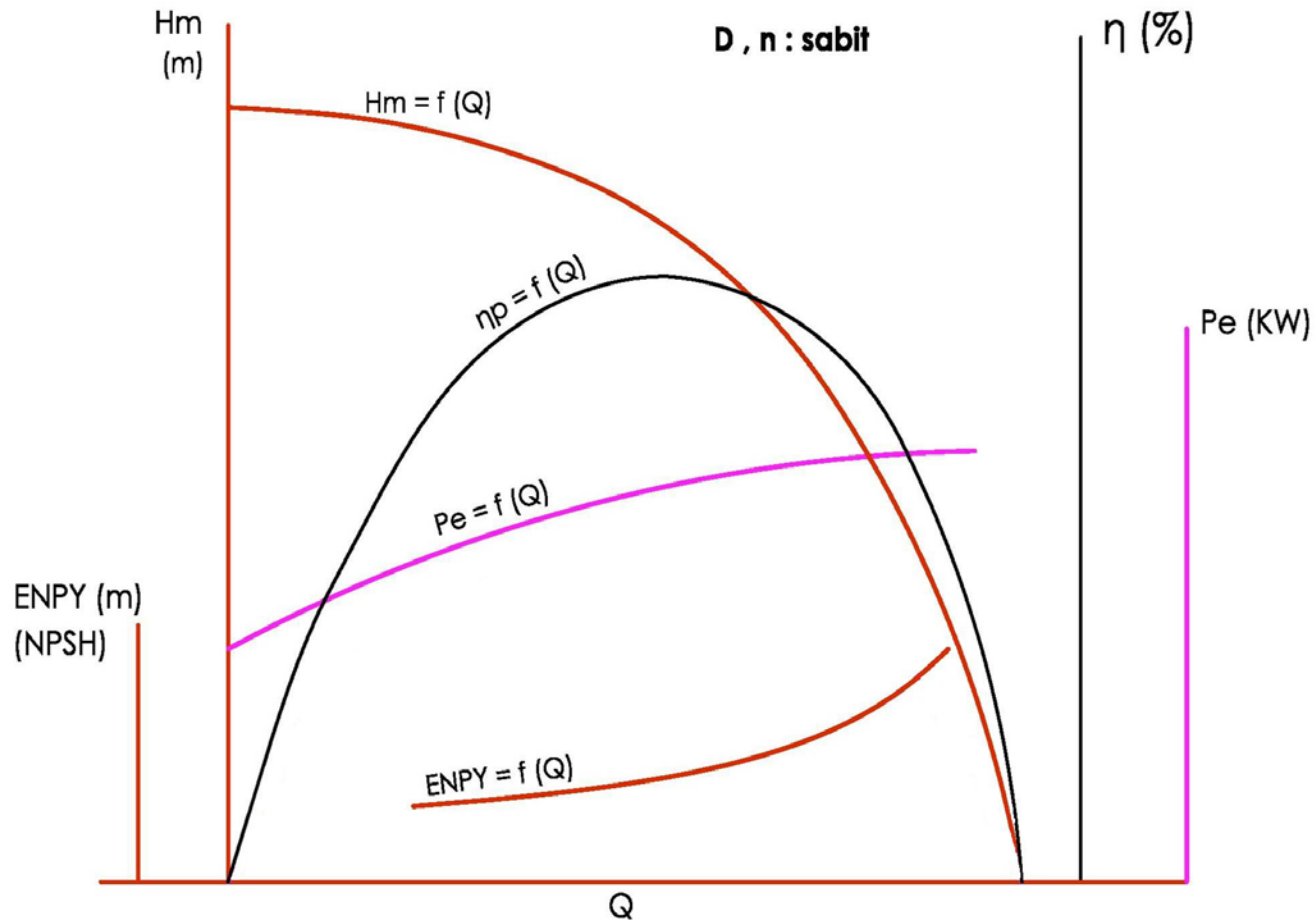


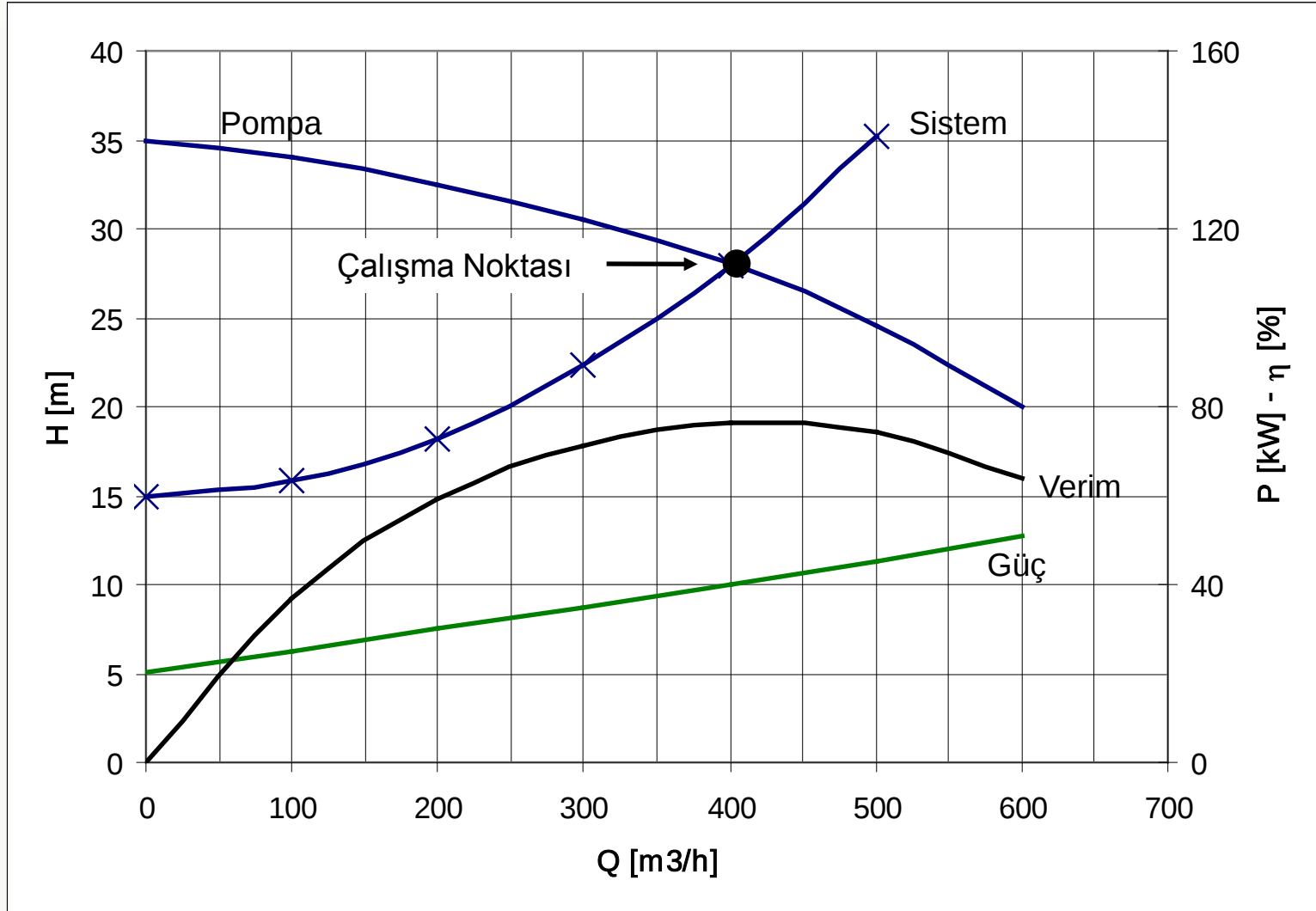




Pompa Karakteristik Eğrileri

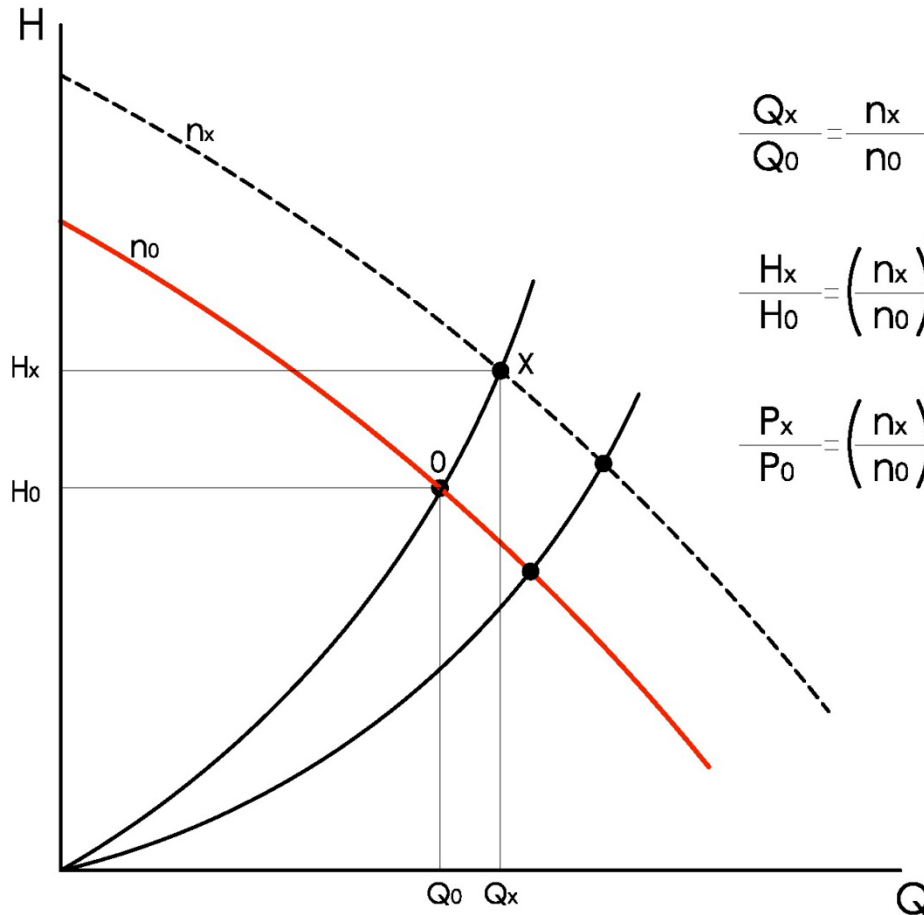
Pompanın Karakteristik Eğrileri





Devir Sayısı Değişimi

Devir sayısına bağlı olarak $H_m=f(Q)$ eğrisinin değişimi ($D=\text{sabit}$)

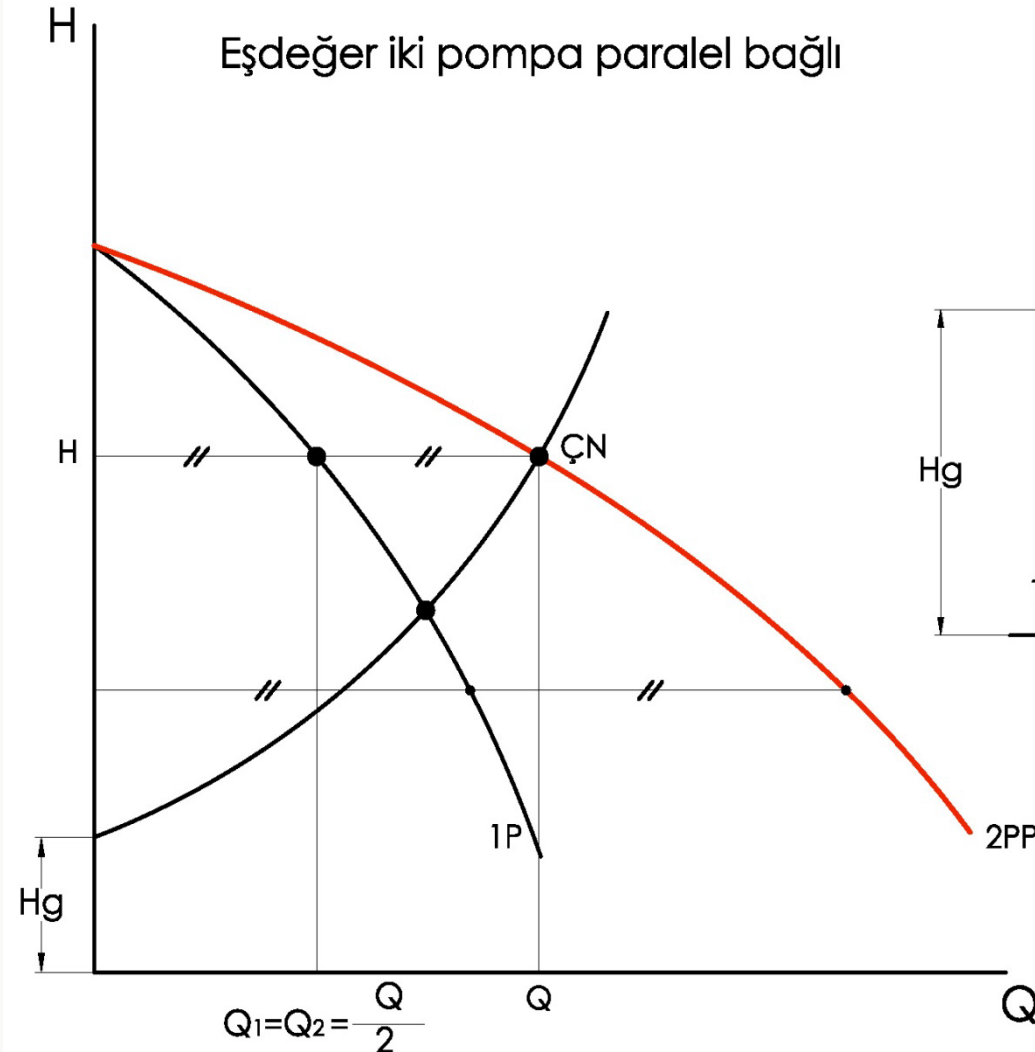


$$\frac{Q_x}{Q_0} = \frac{n_x}{n_0} \Rightarrow Q_x = \frac{n_x}{n_0} \cdot Q_0$$

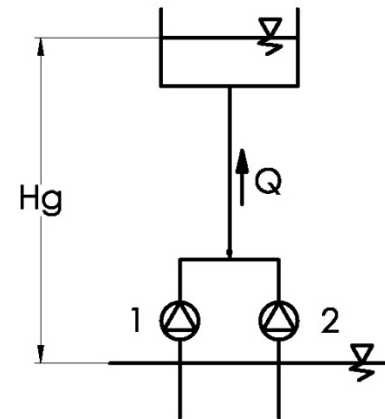
$$\frac{H_x}{H_0} = \left(\frac{n_x}{n_0}\right)^2 \Rightarrow H_x = \left(\frac{n_x}{n_0}\right)^2 \cdot H_0$$

$$\frac{P_x}{P_0} = \left(\frac{n_x}{n_0}\right)^3 \Rightarrow P_x = \left(\frac{n_x}{n_0}\right)^3 \cdot P_0$$

Paralel Bağlı Pompalar



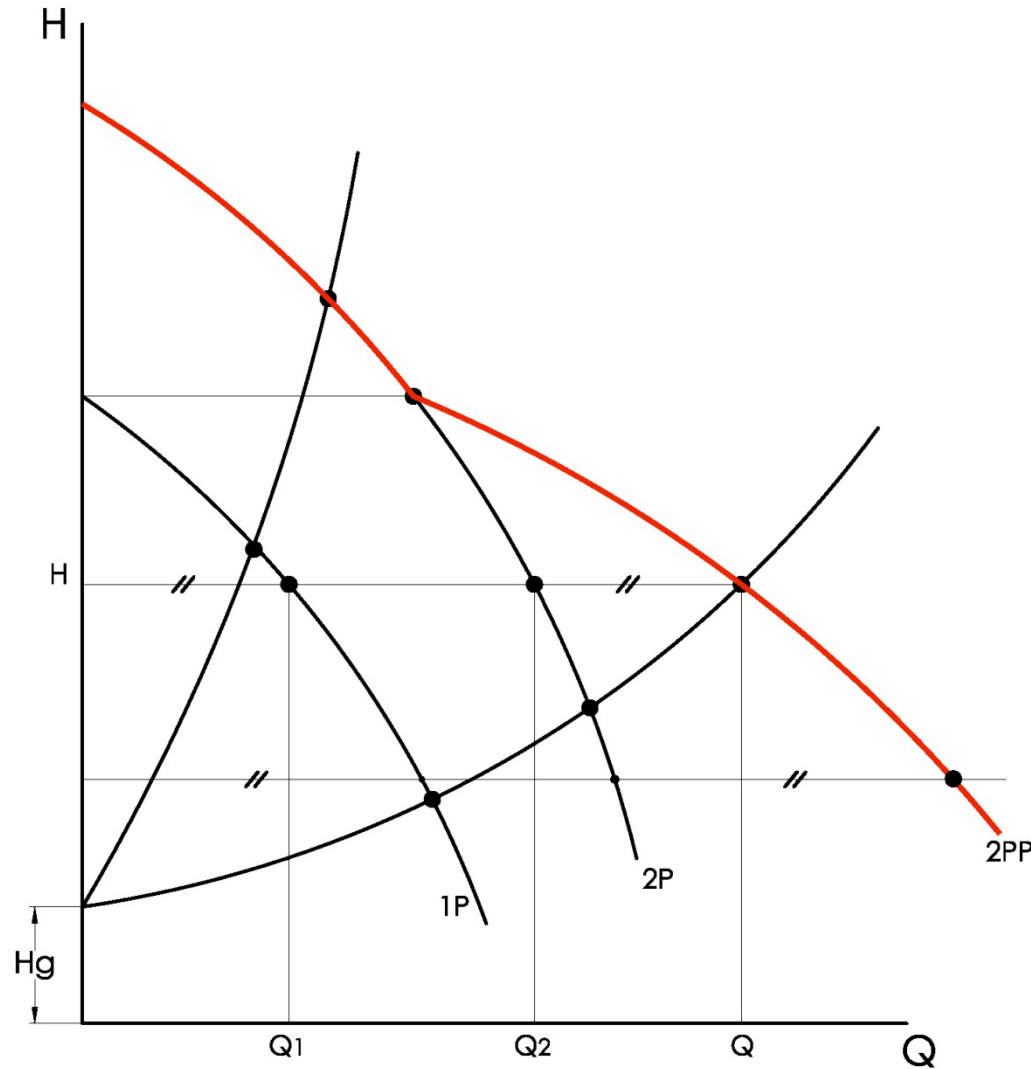
Paralel bağlı pompalar



$$H_1 = H_2 = H$$

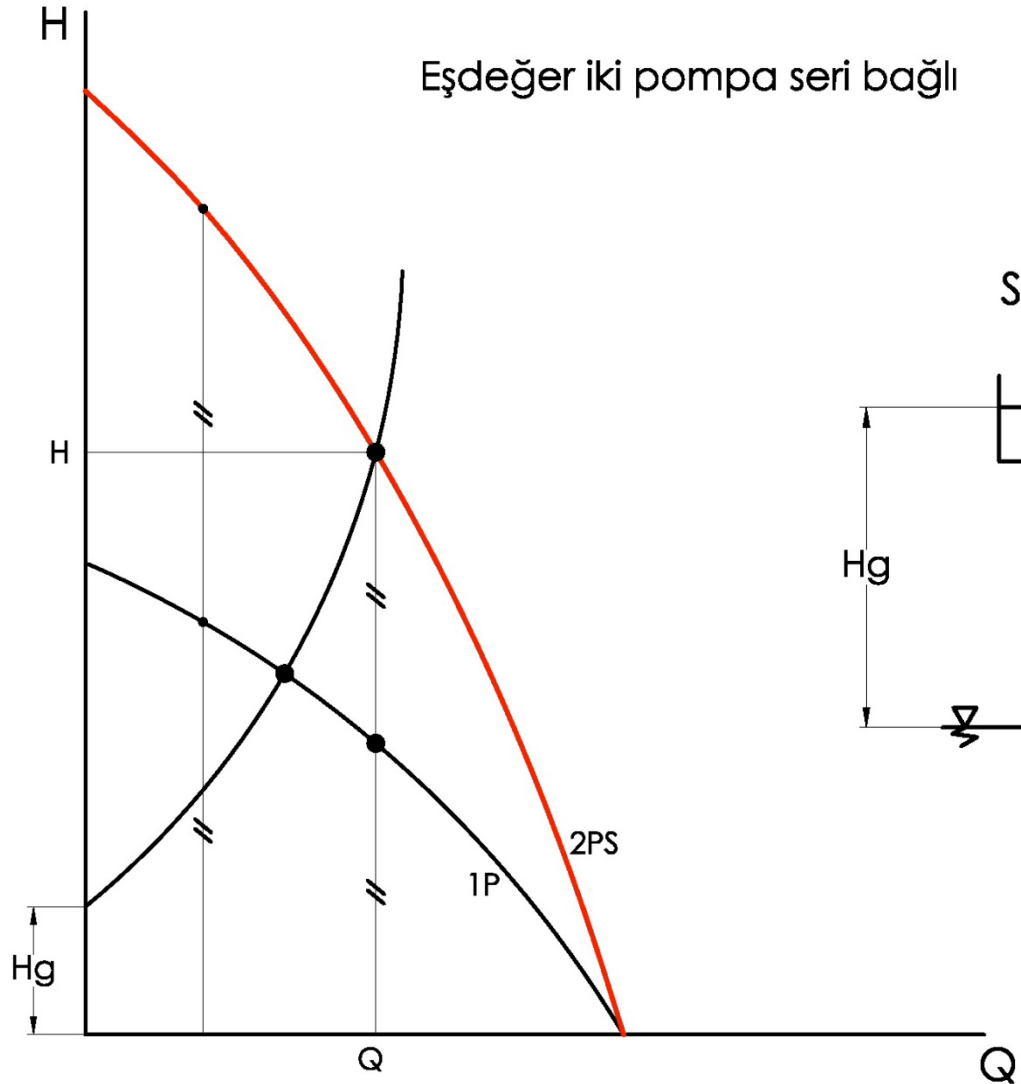
$$Q_1 + Q_2 = Q$$

Paralel Bağlı Pompalar

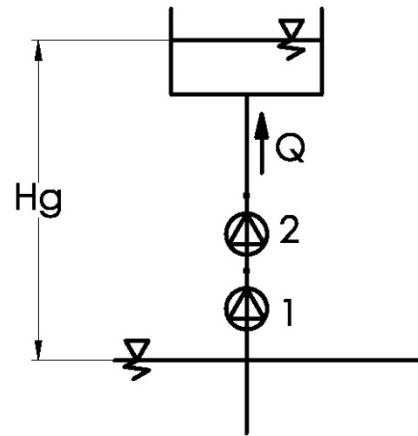


Seri Bağlı Pompalar

Eşdeğer iki pompa seri bağlı



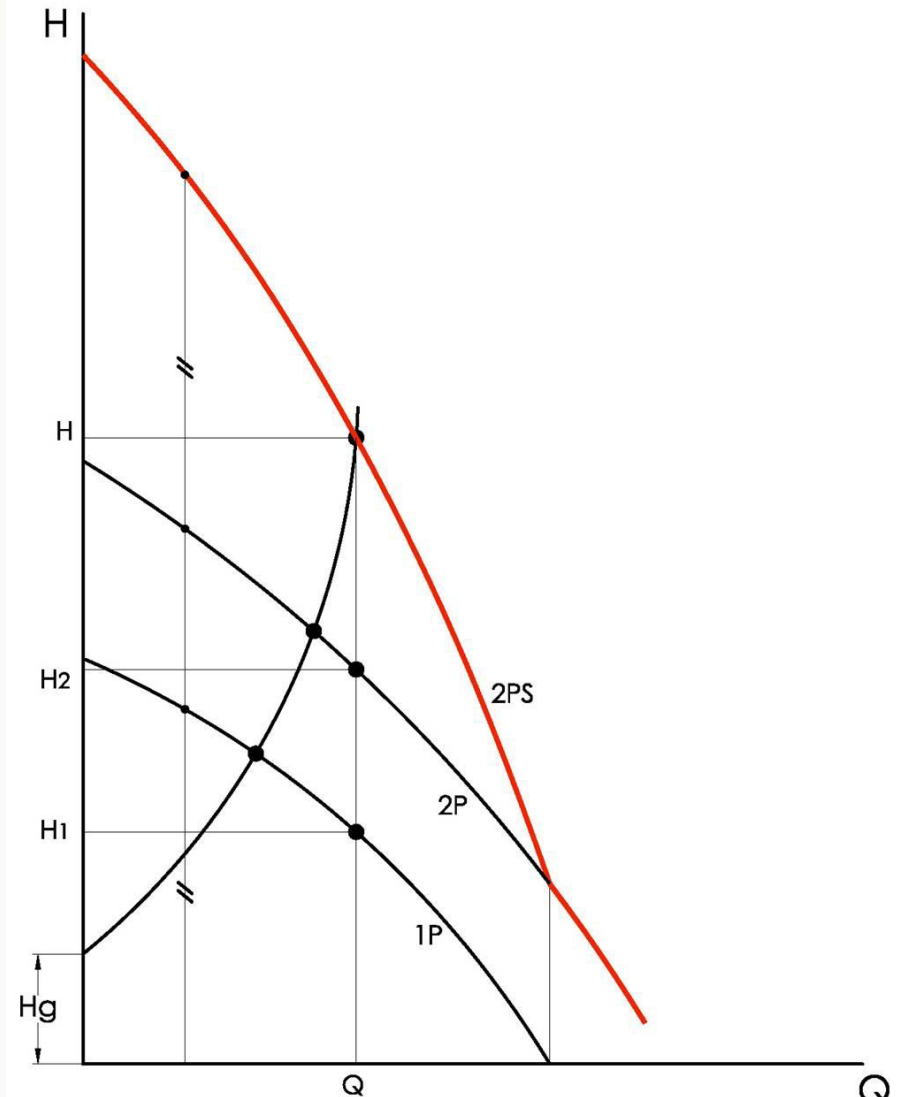
Seri bağlı pompalar



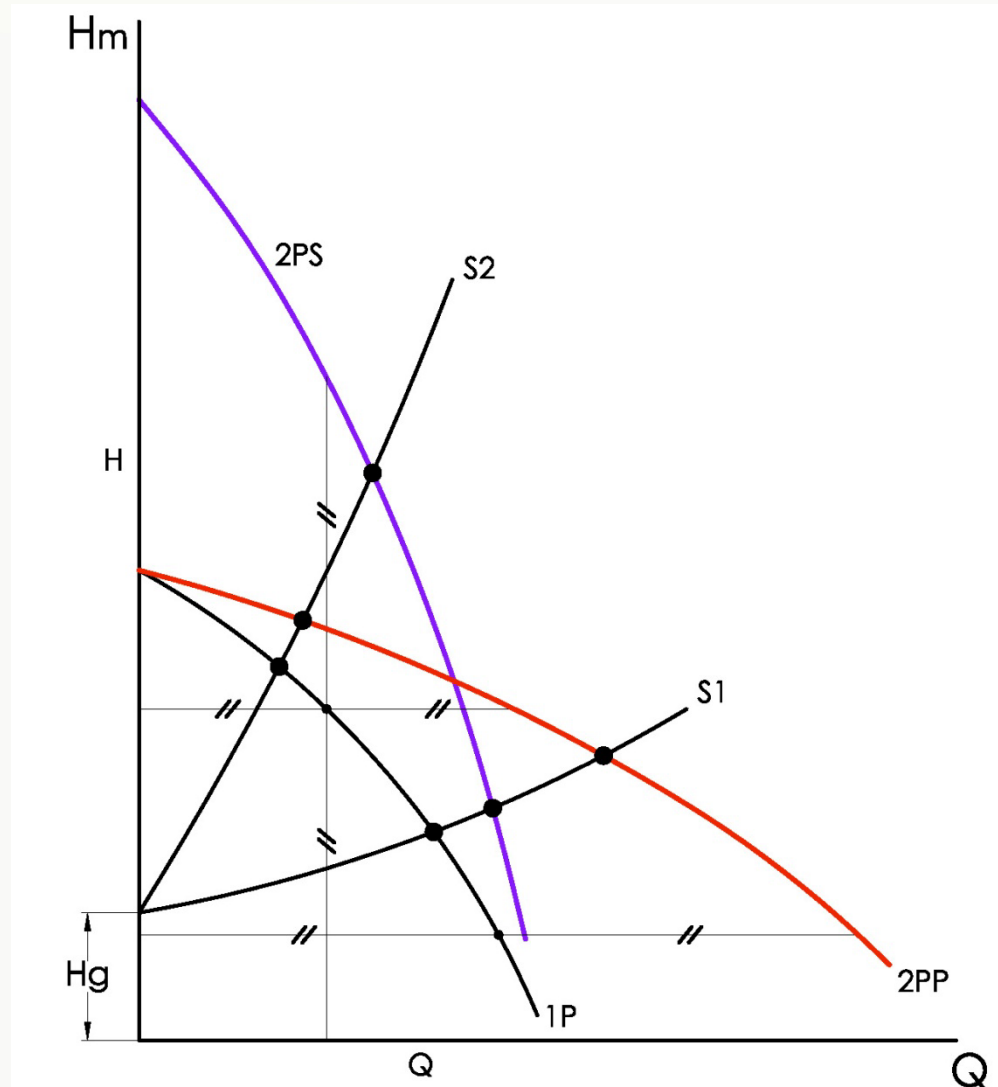
$$Q_1 = Q_2 = Q$$

$$H_1 + H_2 = H$$

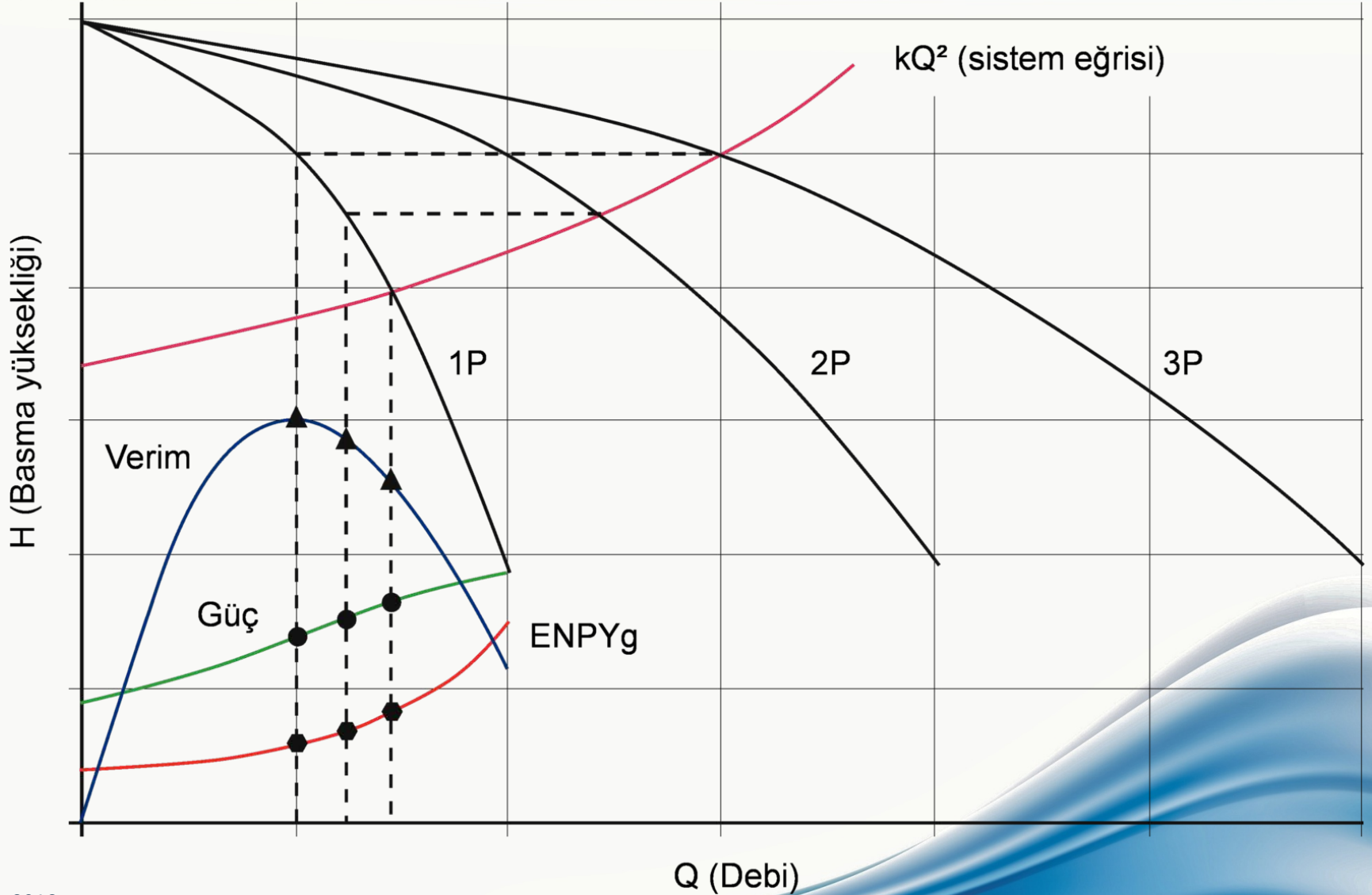
Seri Bağlı Pompalar



Seri mi? Paralel mi?



Büyük Boyutlandırılmış Sistemler!



POMPANIN ÇALIŞMA BÖLGESİ DIŞINDA ÇALIŞMASI SONUCU ORTAYA ÇIKACAK SORUNLAR ŞUNLARDIR:

- YATAK ÖMRÜNÜN AZALMASI,
- SALMASTRA ÖMRÜNÜN AZALMASI,
- MİL KIRILMASI,
- İÇ SÜRTMELER,
- GÜRÜLTÜ VE TİTREŞİM ARTMASI,
- ENPY EMNİYET PAYININ AZALMASI.