



Eng. Haytham Bakour.
Mechanical engineer.

المهندس هيثم بكور
مهندس ميكانيك
خريج عام 2000 جامعة حلب



[Eng. Haytham Bakour](#)

أساسيات علم المضخات

Pump Basics

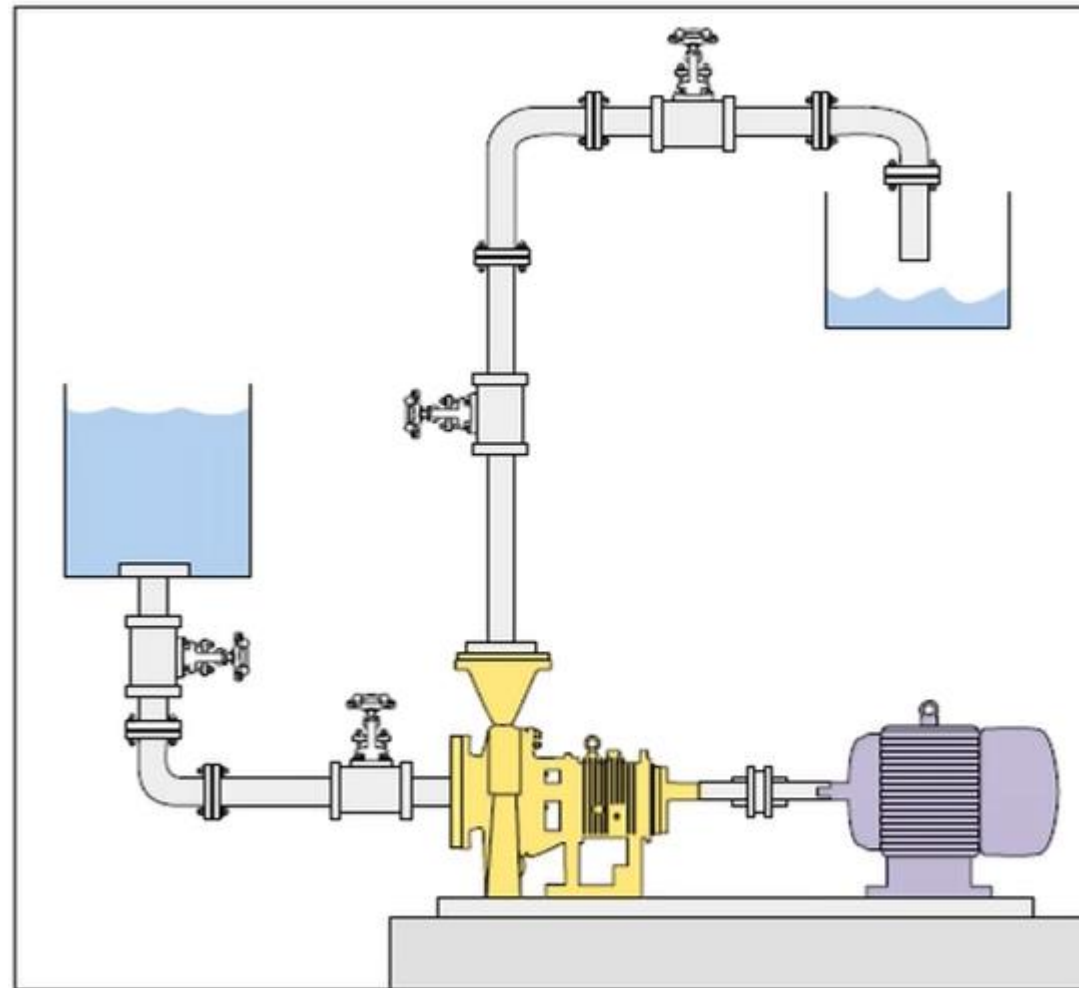
القسم الأول
المضخات الطاردة المركزية

First section
Centrifugal pumps

- ما هي الغاية من استخدام المضخات ؟

- What is the purpose of pump ?

منطقة ضغط منخفض
Low pressure area



منطقة ضغط مرتفع
High pressure area

- ما هي الغاية من استخدام المضخات ؟

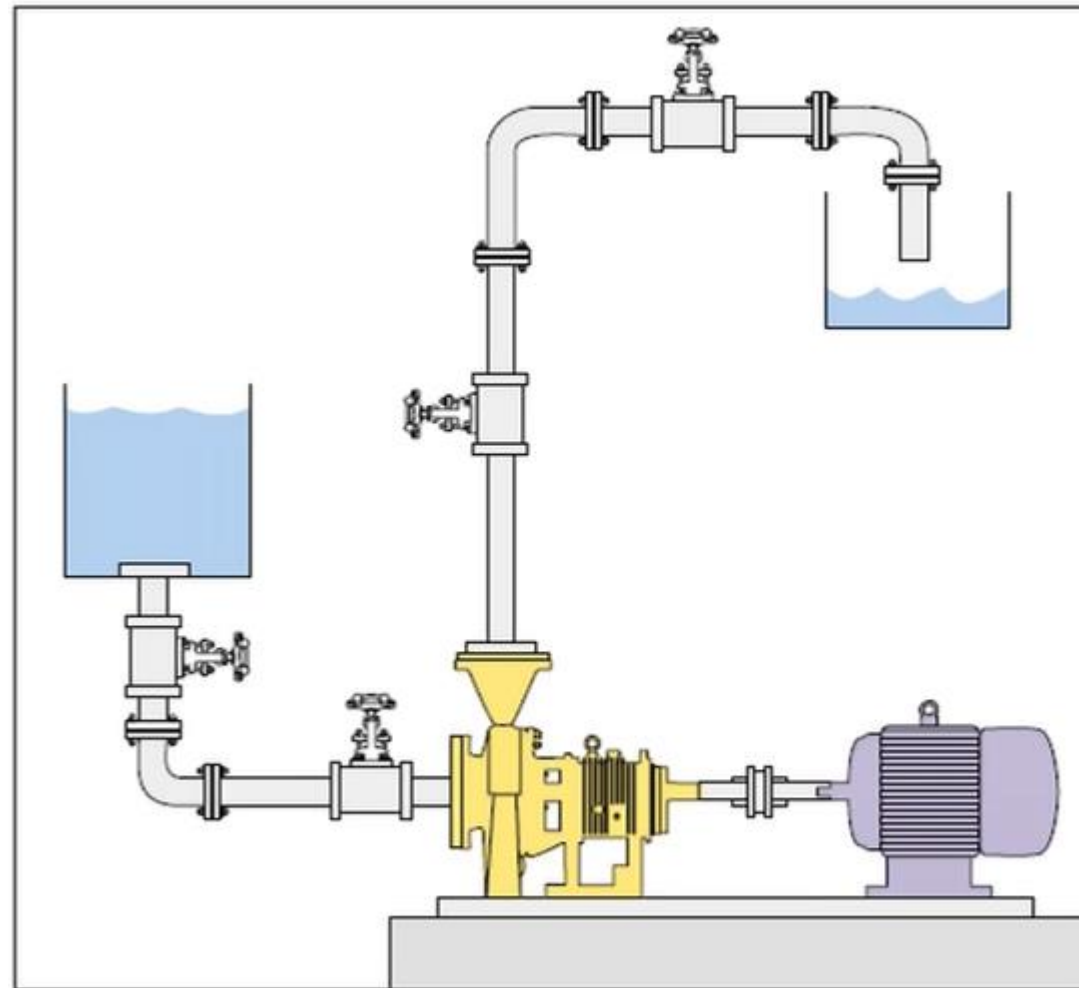
- What is the purpose of pump ?

منطقة ضغط منخفض

Low pressure area

منطقة جغرافية منخفضة

Low geographical area



منطقة ضغط مرتفع

High pressure area

منطقة جغرافية مرتفعة

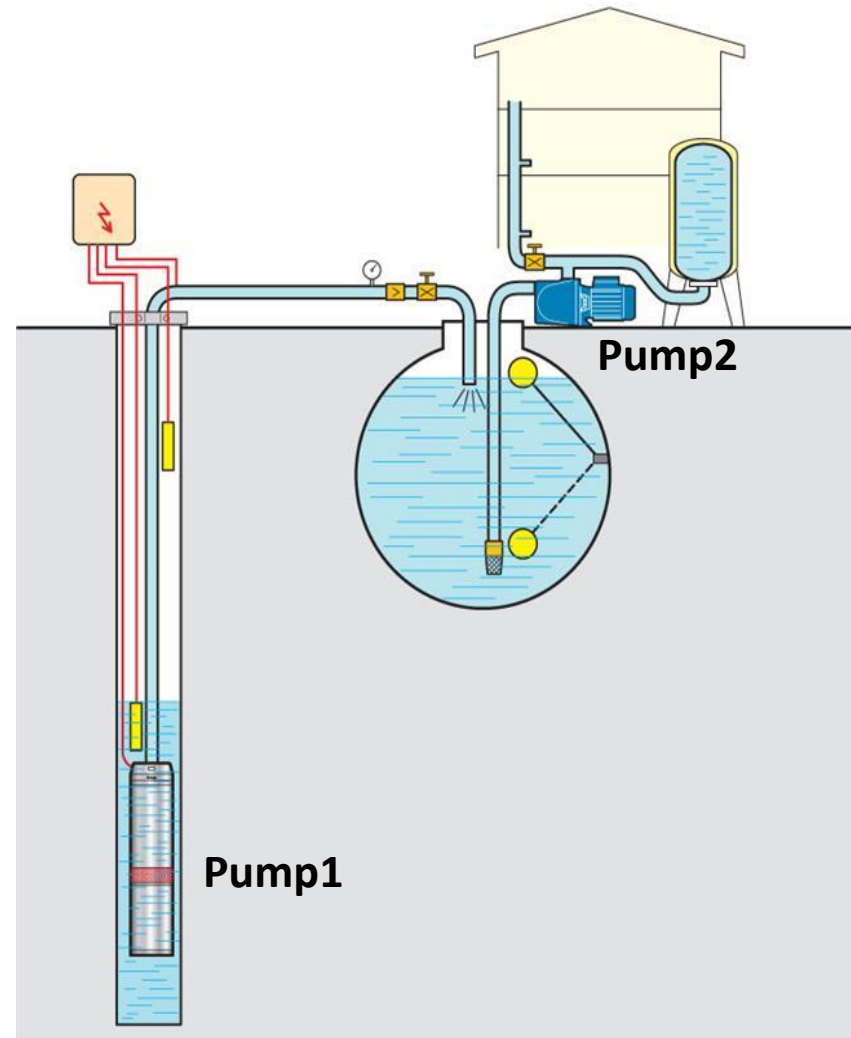
High geographical area

- ما هي الغاية من استخدام المضخات ؟

- What is the purpose of pump ?

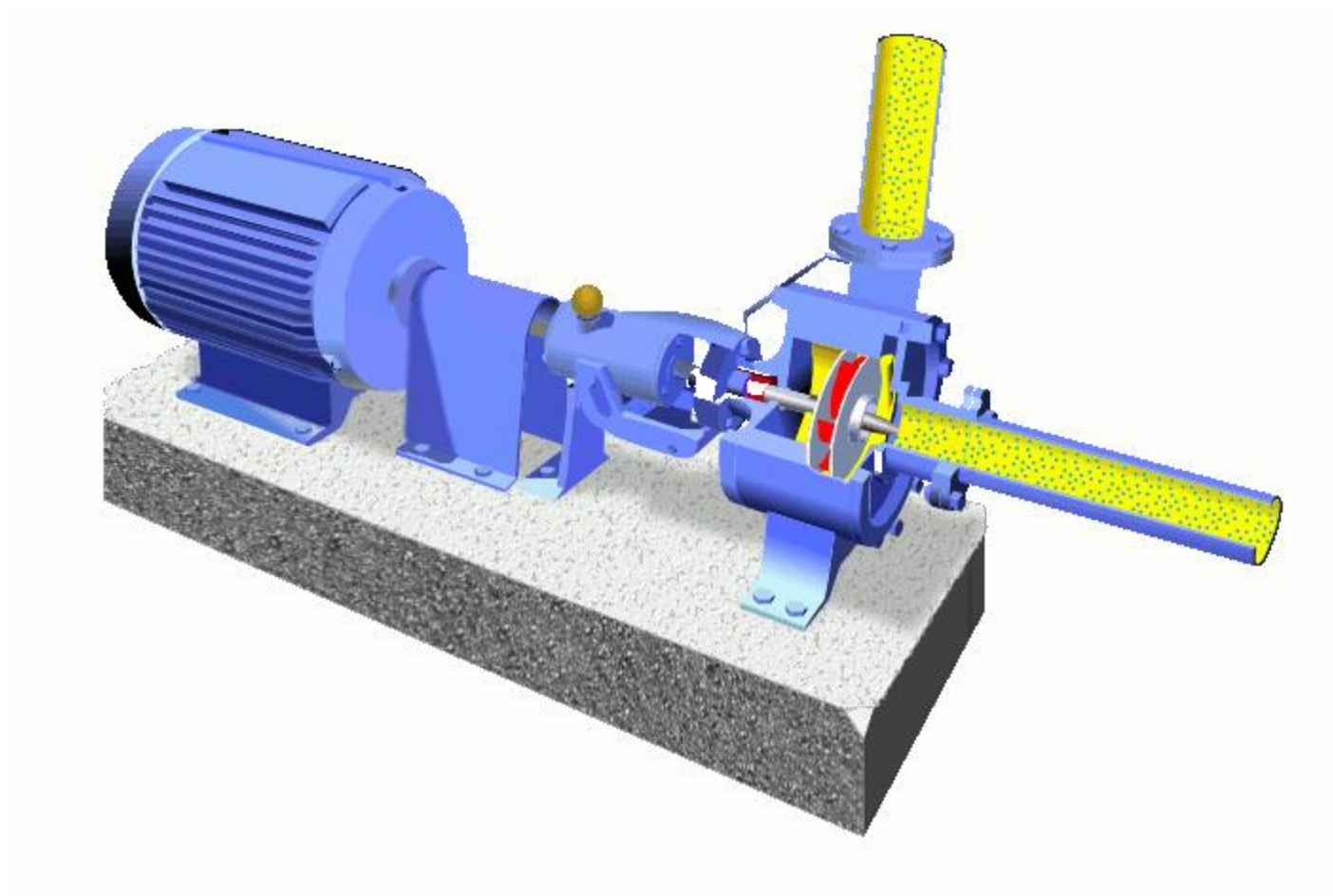
منطقة جغرافية منخفضة
Low geographical area

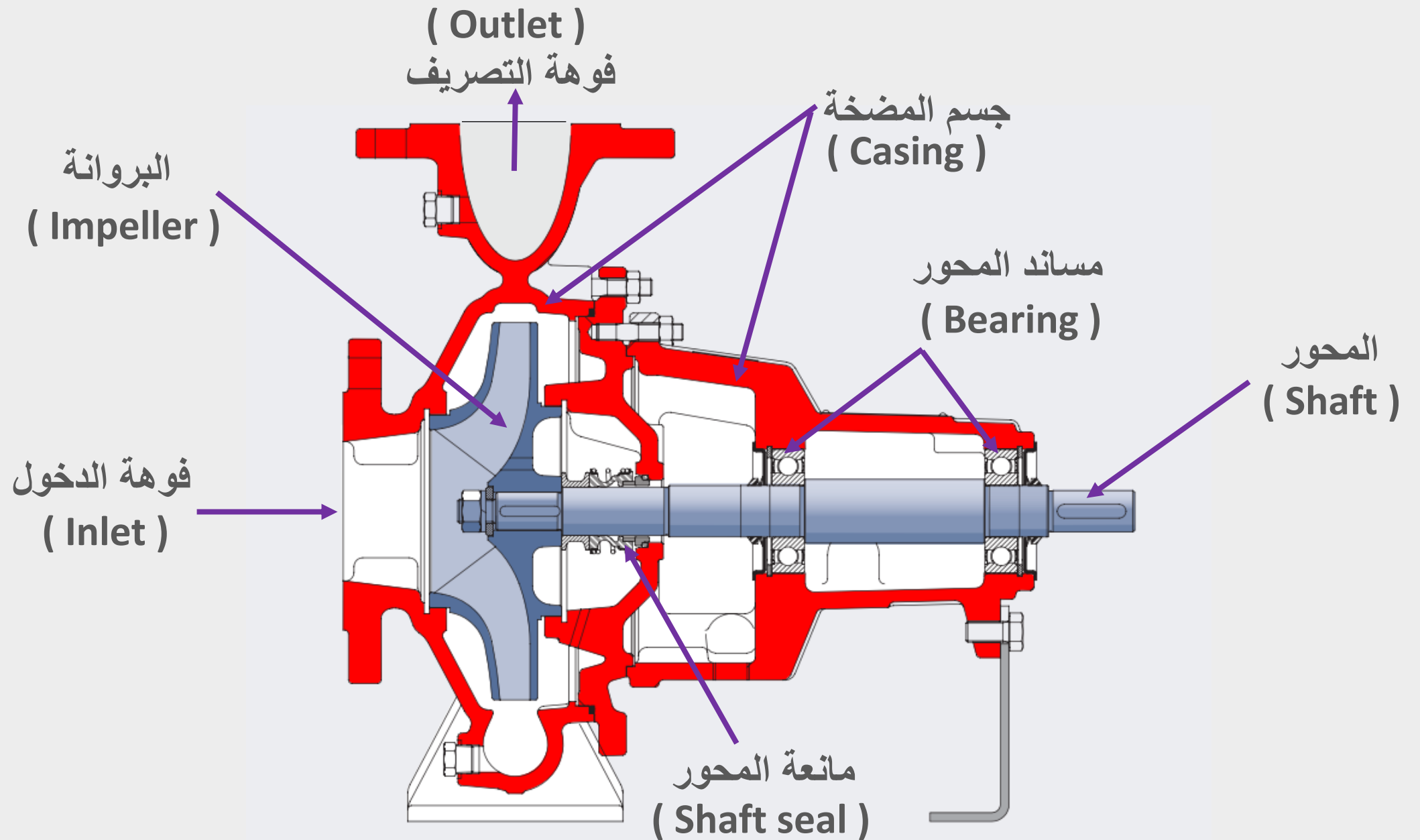
منطقة ضغط منخفض
Low pressure area

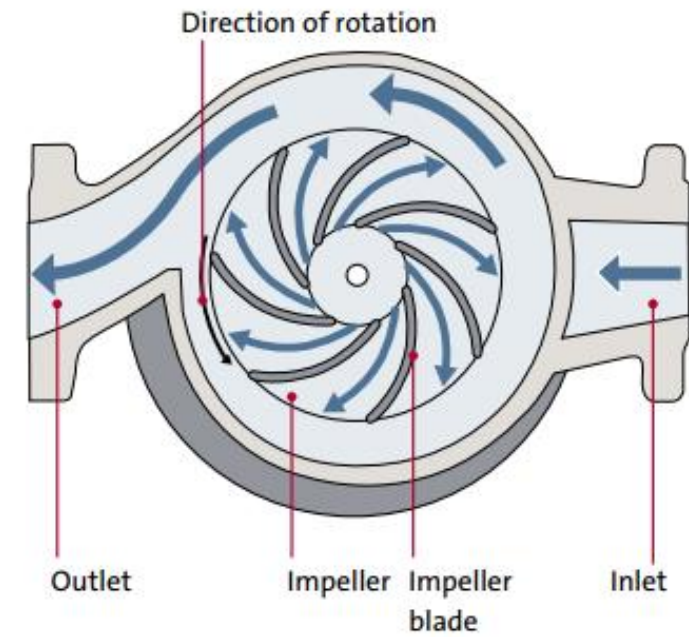
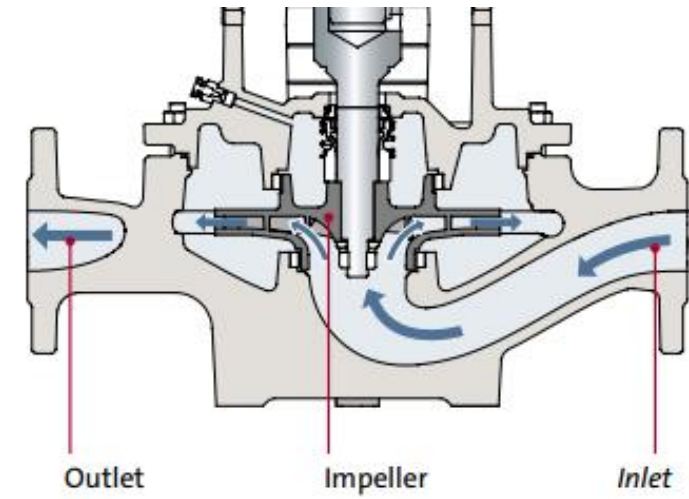
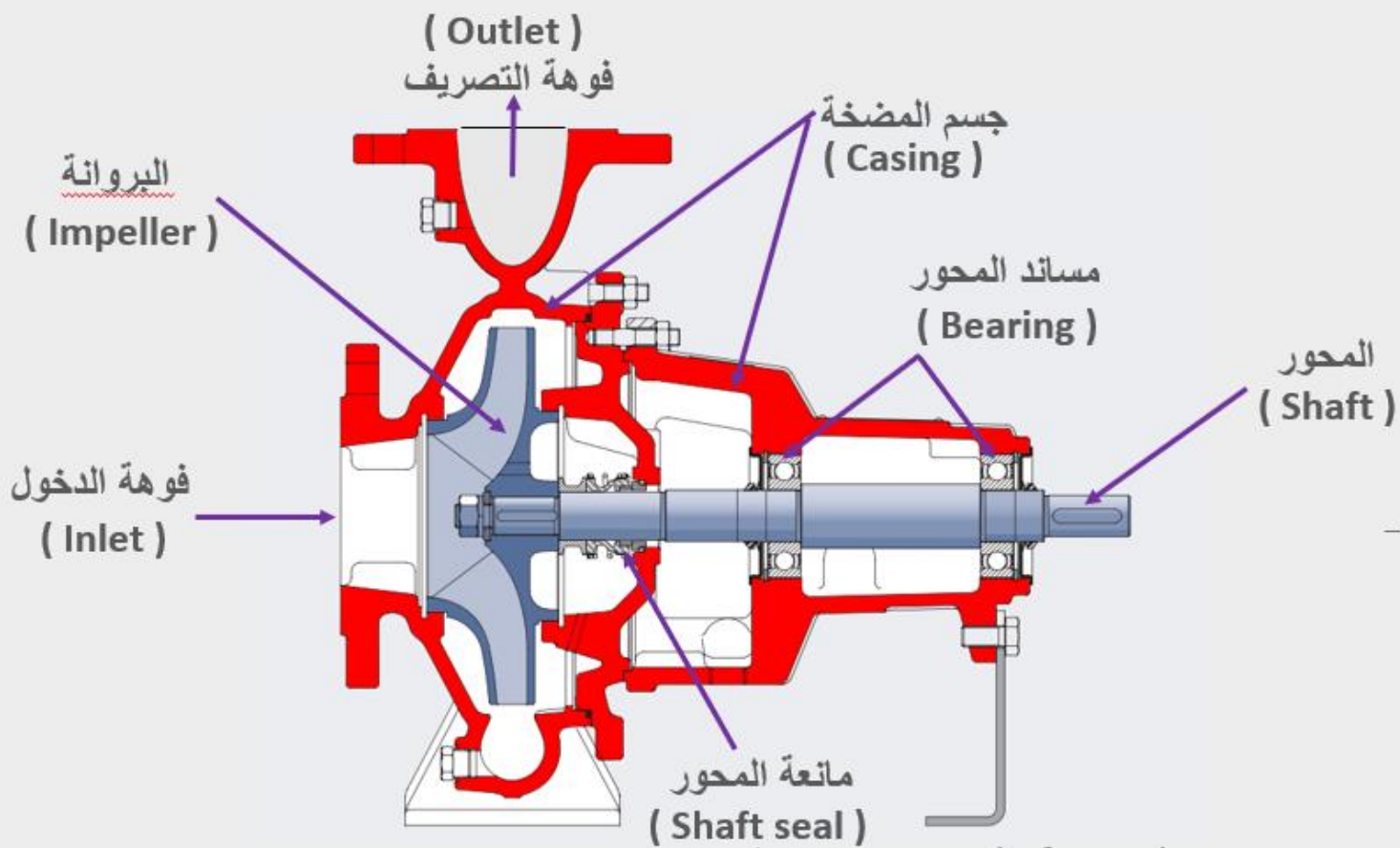


منطقة ضغط مرتفع
High pressure area

منطقة جغرافية مرتفعة
High geographical area



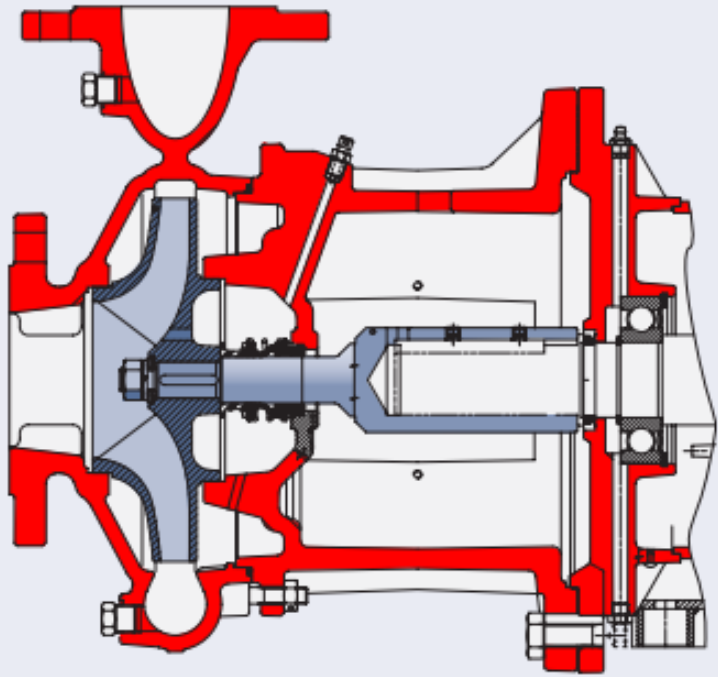




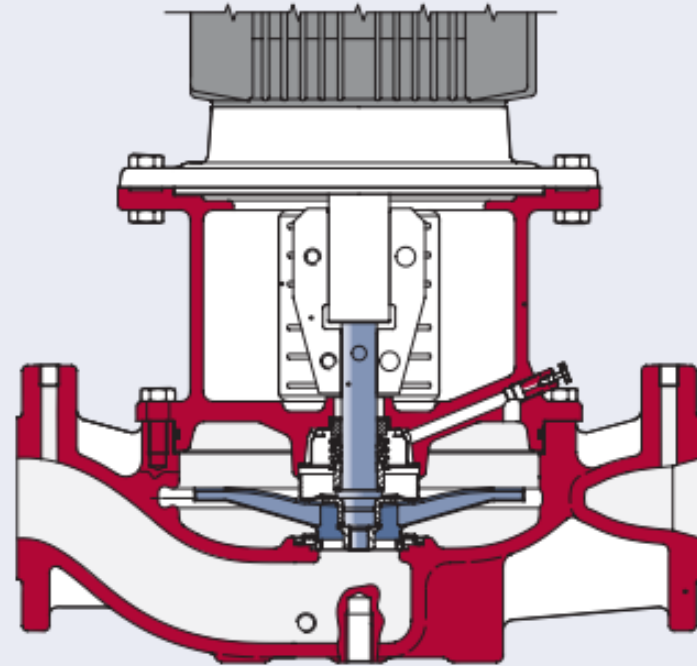


تصنيفات المضخات الطاردة المركزية

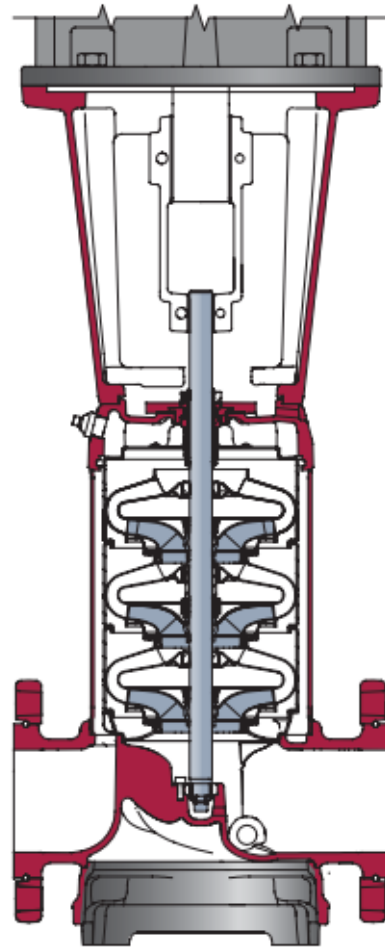
Classifications of centrifugal pumps



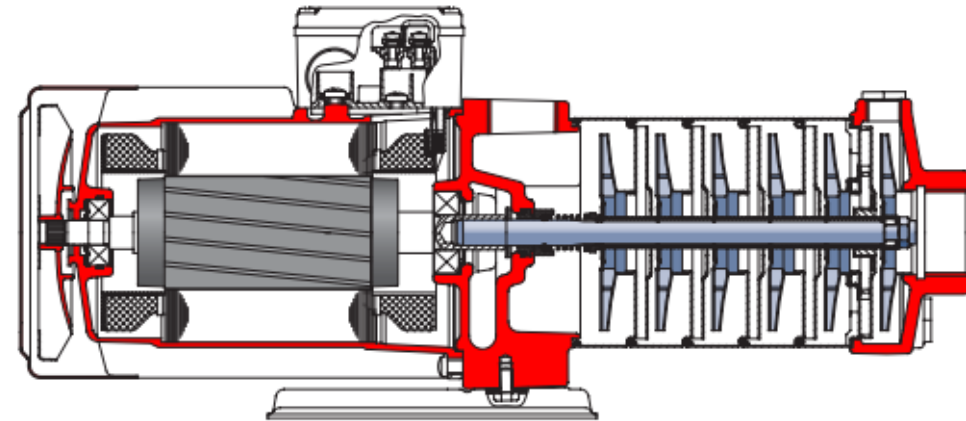
Horizontal single-stage



Vertical single-stage



Vertical
multistage in-line pump



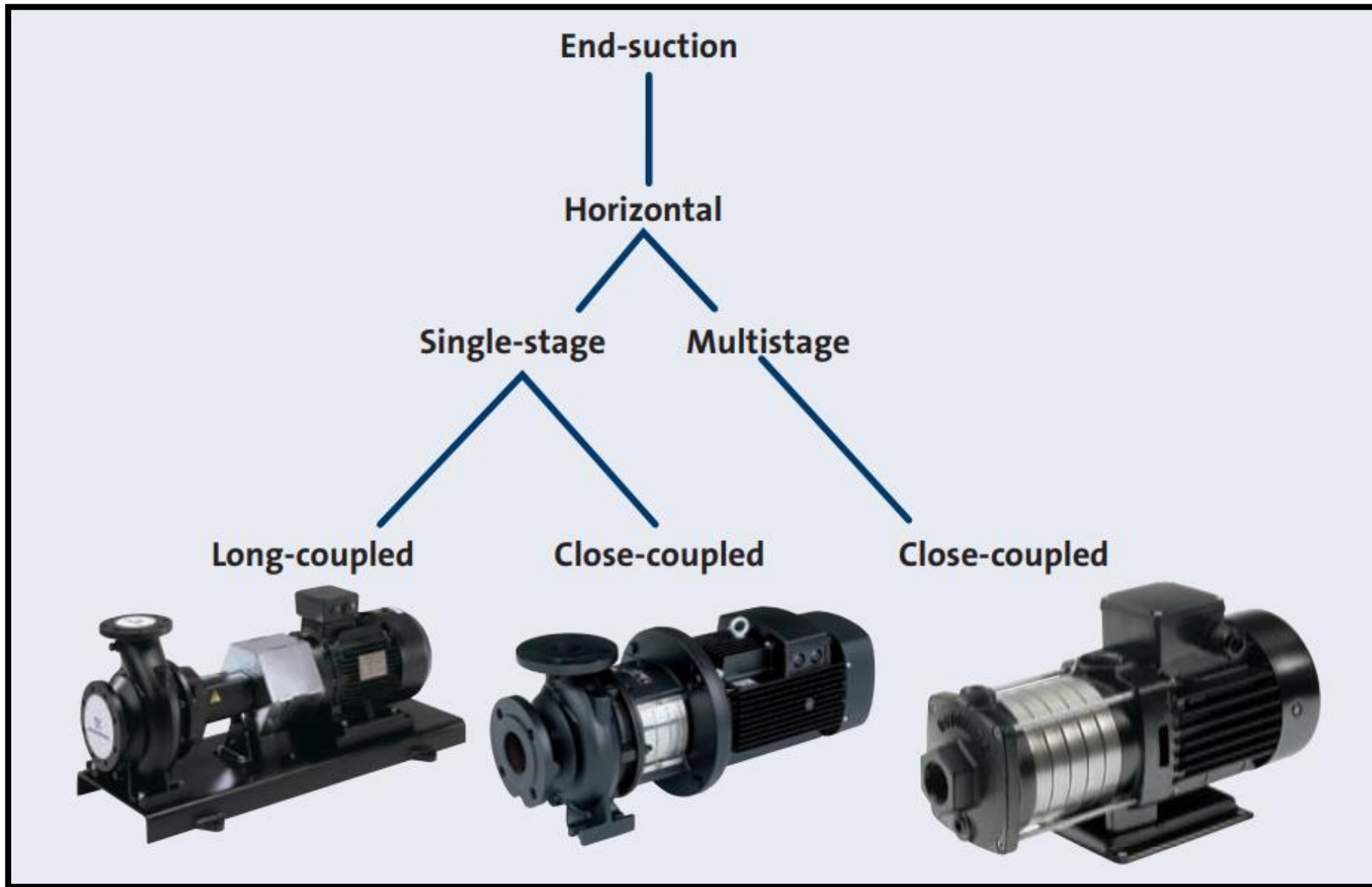
Horizontal multistage
end-suction pump

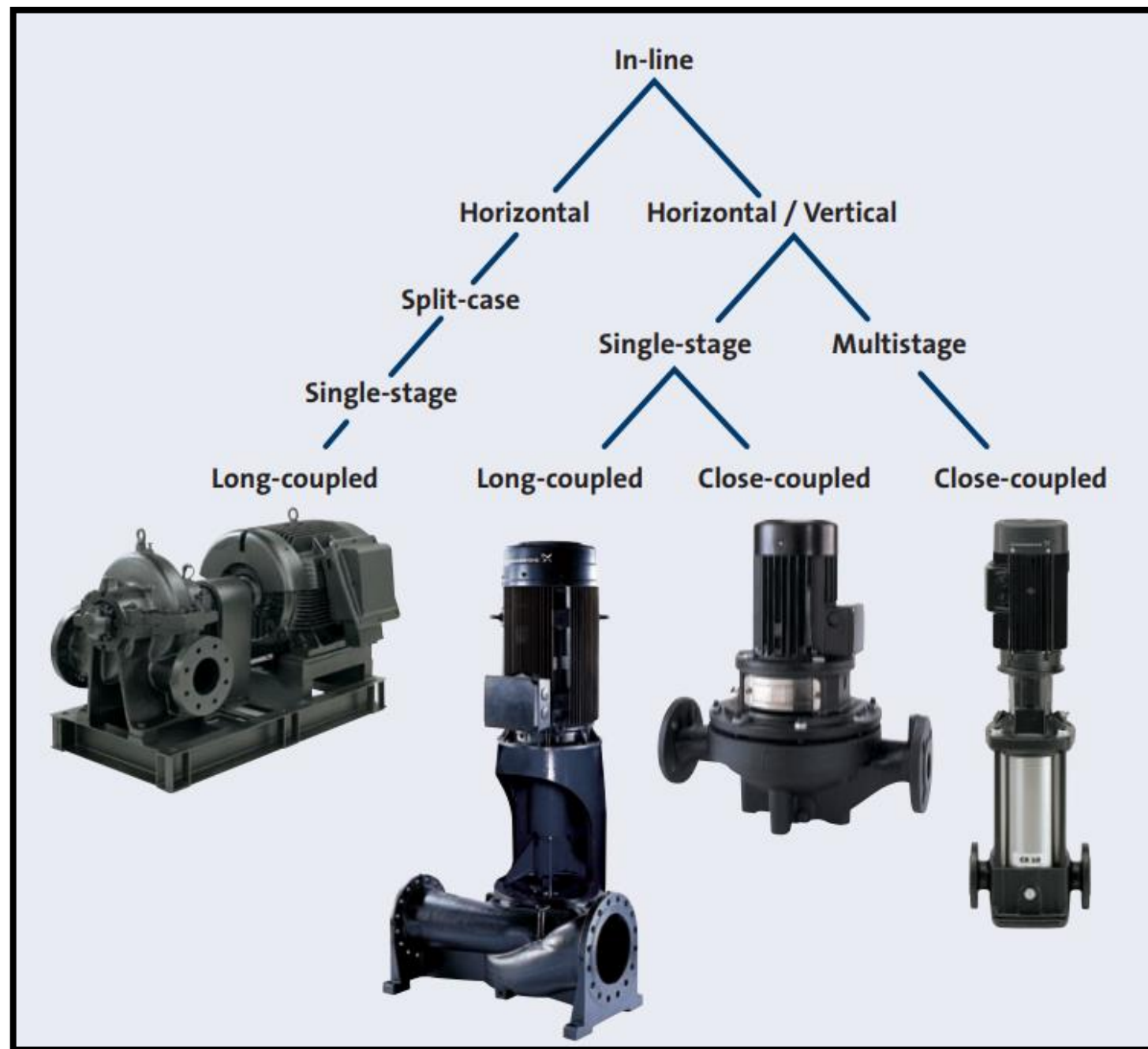
End-Suction pump

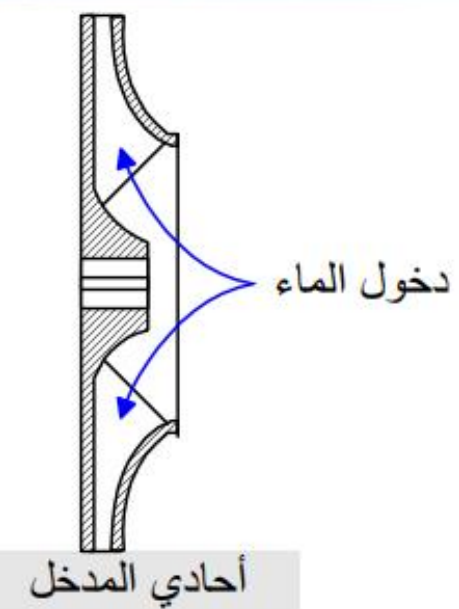
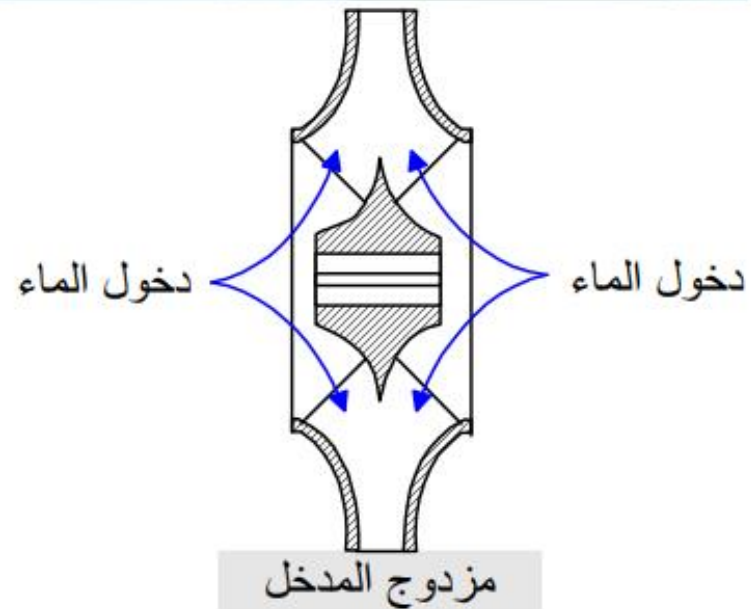


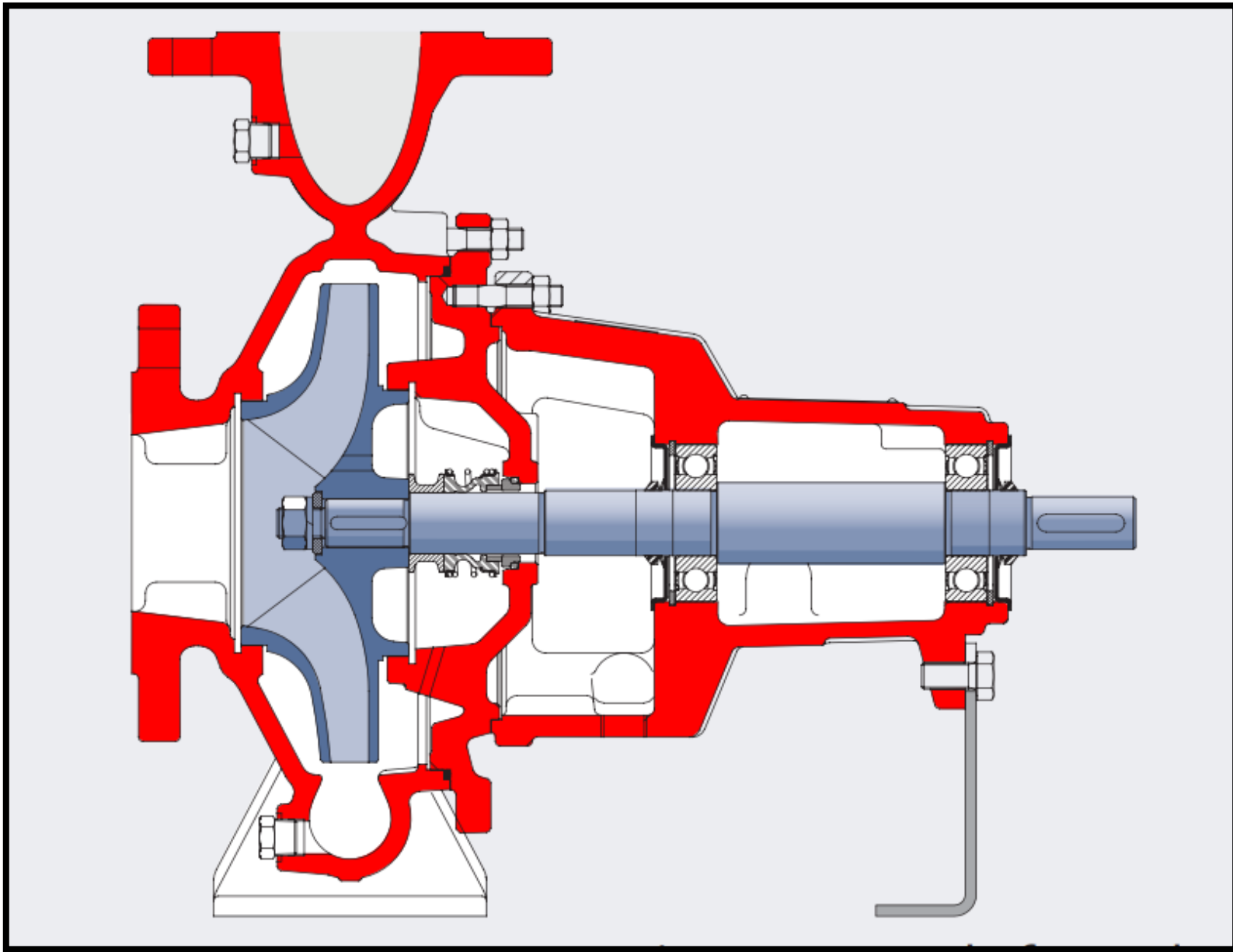
In-Line Pump



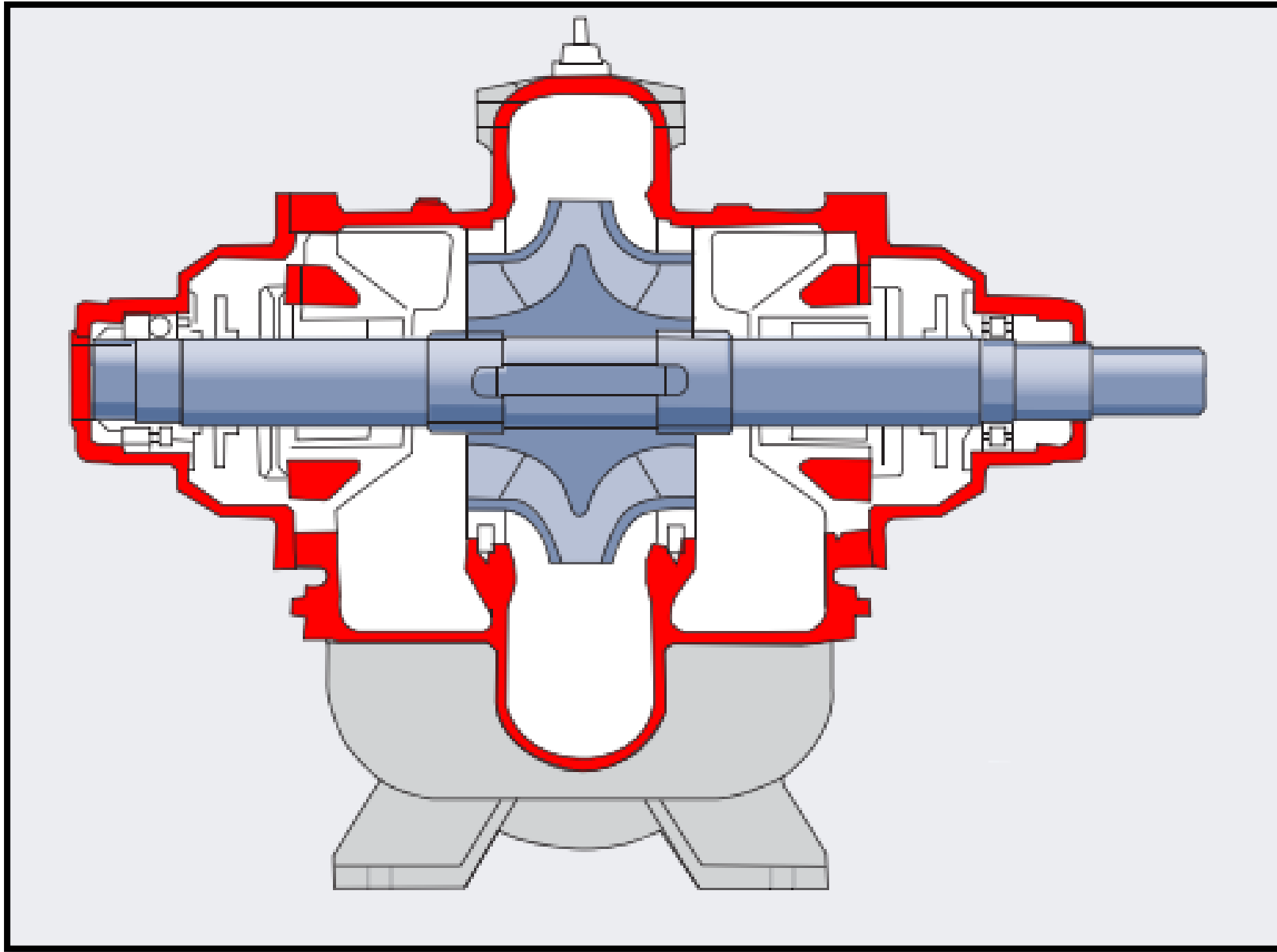


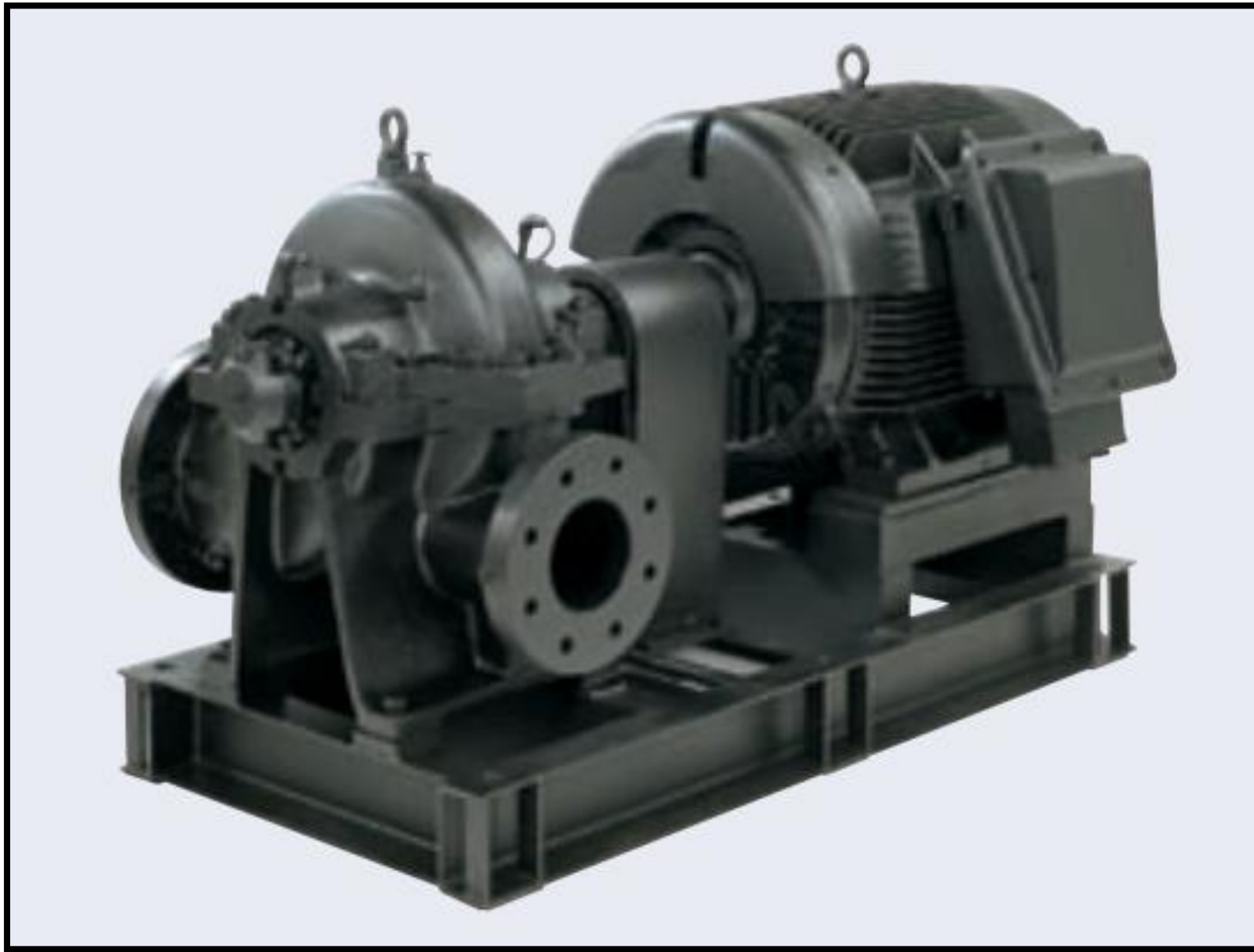


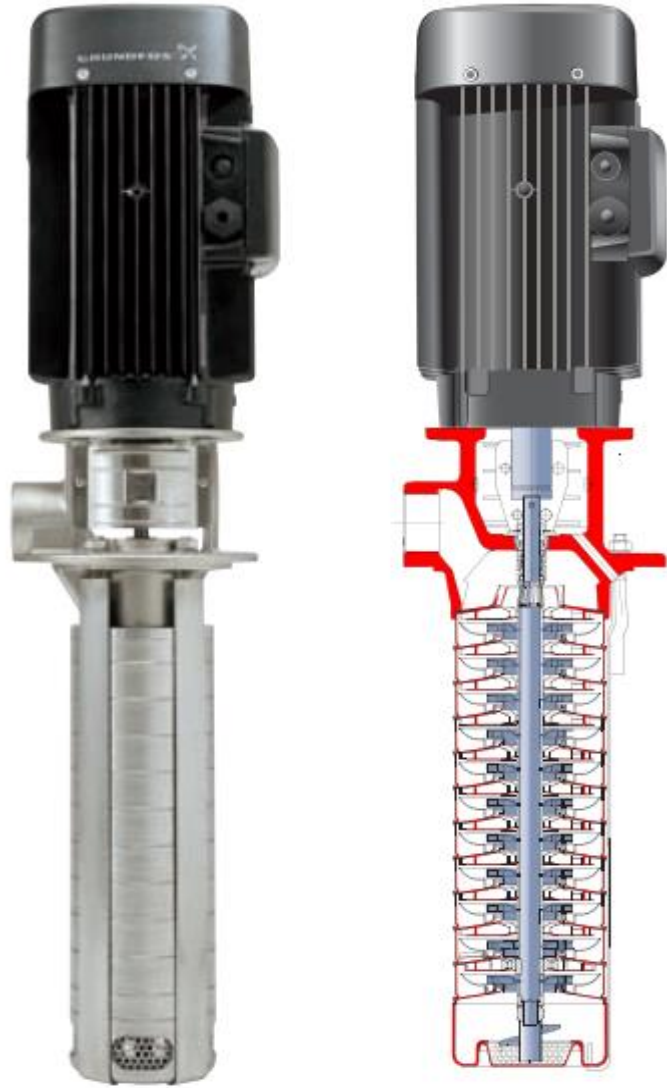






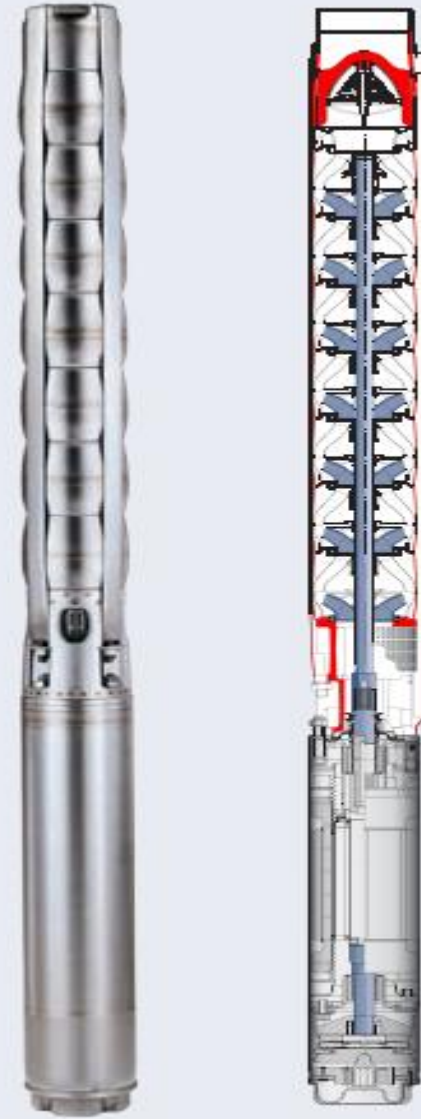






Immersible pump

مضخات مغموسة



Submersible pump

مضخات غاطسة

مميزات المضخات الطاردة المركزية

- (1) المضخة تتمتع بشكل بسيط نسبياً.
- (2) ذات كلفة منخفضة .
- (3) موثوقيتها عالية.
- (4) قلية الأعطال ولا تحتاج لصيانة كثيرة.
- (5) متعددة الإمكانيات و الاستعمالات.

Advantages of centrifugal pumps

- 1) The pump has a relatively simple shape.
- 2) Low cost.
- 3) Its reliability is high.
- 4) Minor faults and does not require much maintenance.
- 5) Multiple possibilities and uses.

نهاية القسم الأول

شكراً لإصغائكم

م هيثم بكور

Haytham1336@gmail.com

Mob: +905366839615

أساسيات علم المضخات

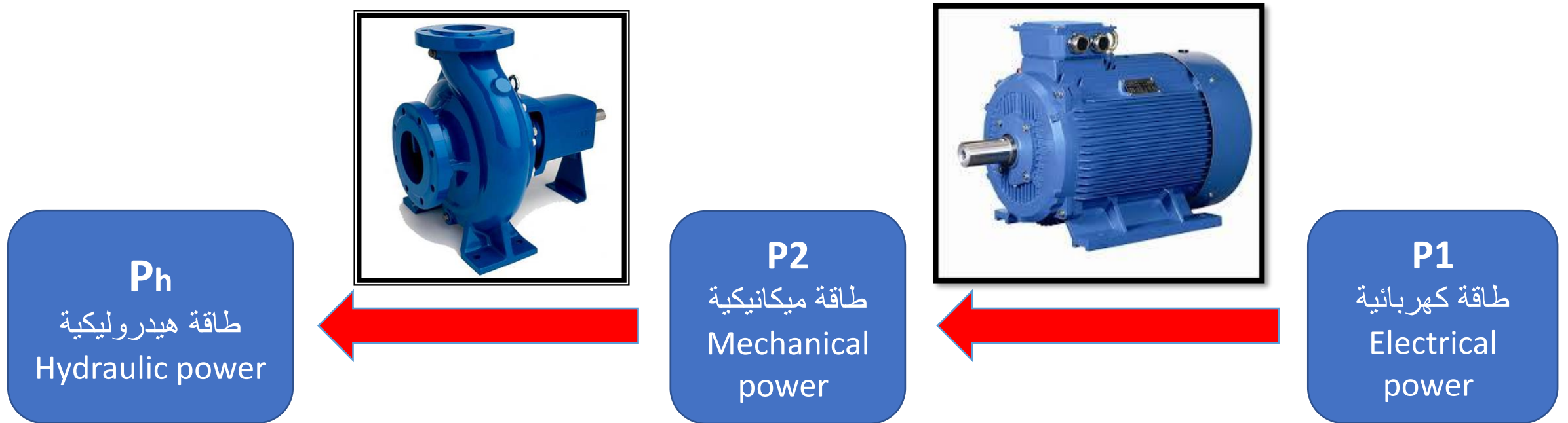
Pump Basics

القسم الثاني
قوانين استطاعة المضخات

Second section
Pump Power Equations

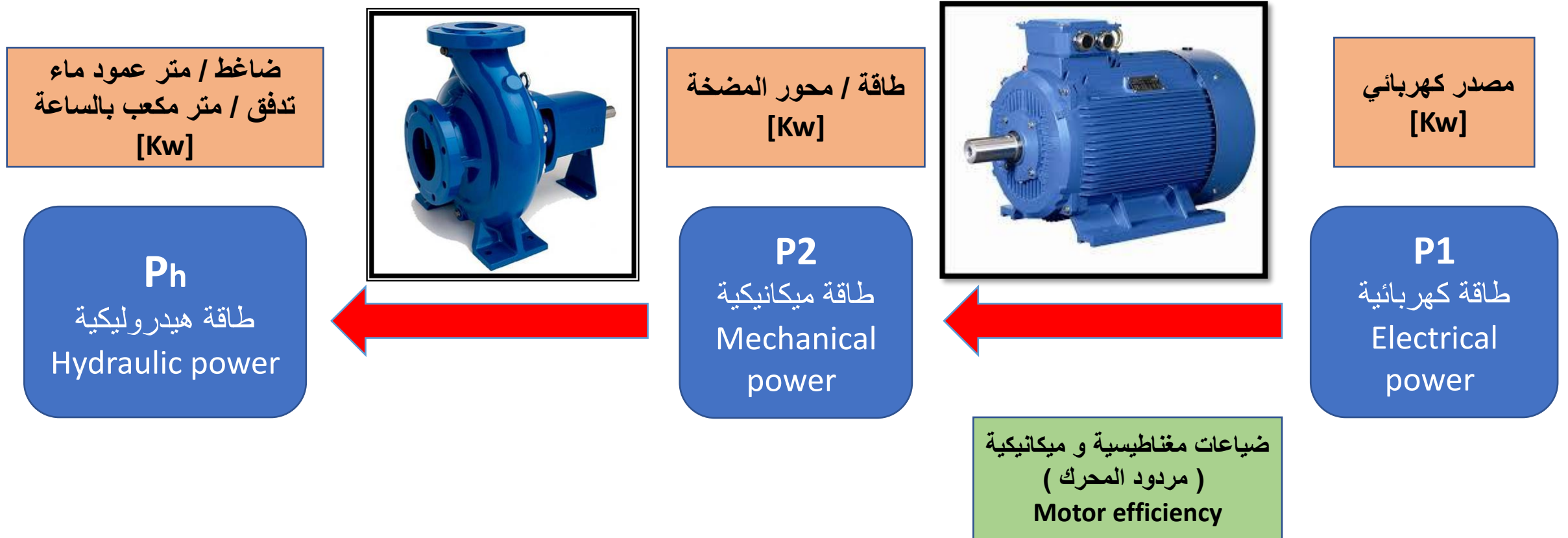
تسلسل نقل الطاقة للمضخات الكهربائية

The sequence of power transmission for electric pumps



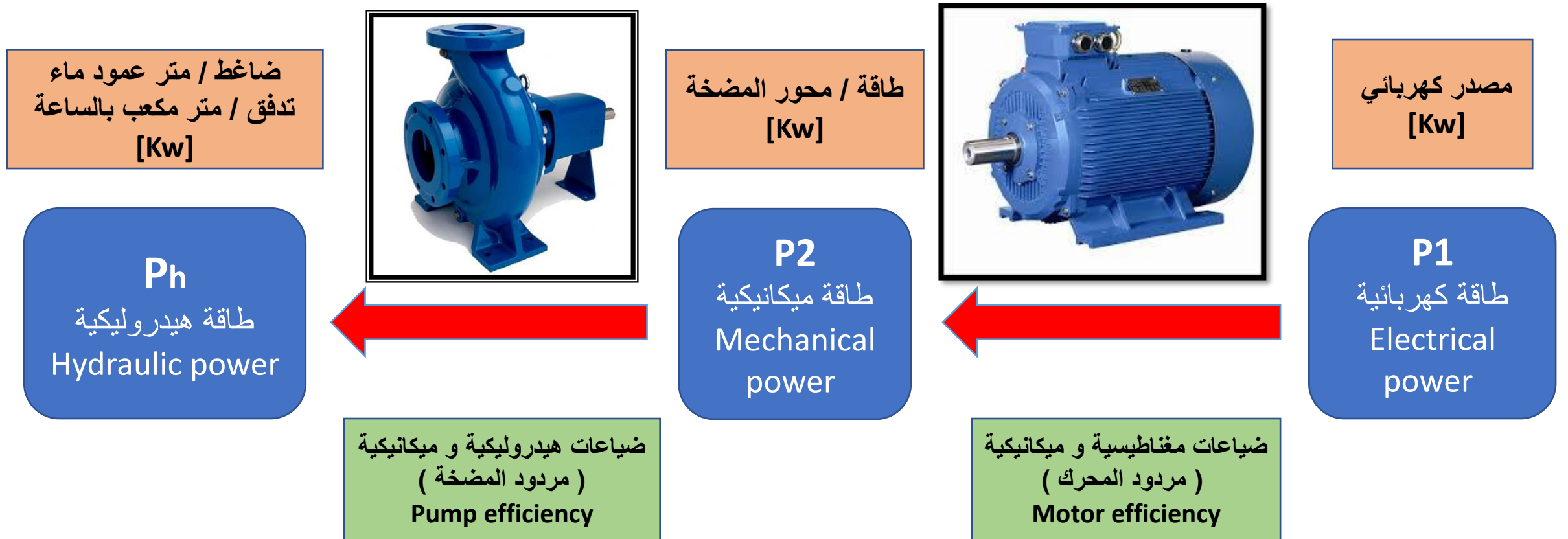
تسلسل نقل الطاقة للمضخات الكهربائية

The sequence of power transmission for electric pumps

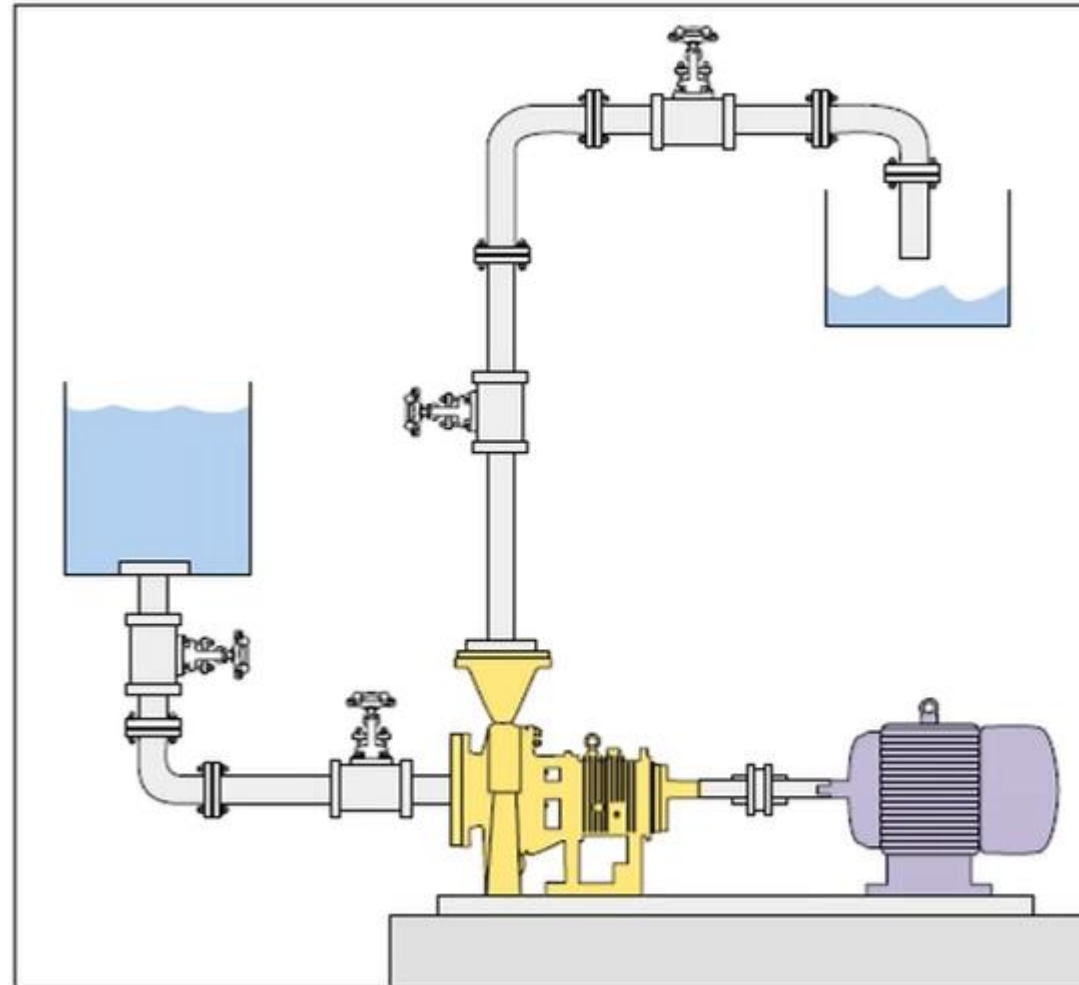


تسلسل نقل الطاقة للمضخات الكهربائية

The sequence of power transmission for electric pumps



$$P_h = \rho * g * H * Q$$



منطقة ضغط منخفض
Low pressure area

منطقة ضغط مرتفع
High pressure area

Hydraulic Power of pump:

- الاستطاعة الهيدروليكية الناتجة عن المضخة : (منتج المضخة)

$$P_h = H_{tot} \times Q_s \times \rho \times g \quad [w]$$

P_h : Hydraulic power of pump [w]

P_h : الاستطاعة الهيدروليكية الناتجة عن المضخة

H_{tot} : Total dynamic head.

H_{tot} : الضاغط الإجمالي للمضخة [m H₂O] متر عمود ماء .

ρ : Liquid density of water.

$\rho = 998 \text{ [kg/m}^3\text{]}$

ρ : الكتلة النوعية للمياه [kg/m³].

g : Gravitational constant.

$g = 9.81 \text{ [m/s}^2\text{]}$

g : ثابت الجاذبية الأرضية [m/s²].

Q_s : Flowrate [m³/sec].

Q_s : قيمة تدفق المياه [m³/sec] .

$$Q_s = \frac{Q}{3600}$$

Q : Flowrate [m³/hr].

Q : قيمة تدفق المياه [m³/hr] .

Power of pump: (P2) - استطاعة المضخة :

$$\eta_P = \frac{P_h}{P_2} \quad \longrightarrow \quad P_2 = \frac{P_h}{\eta_P}$$

P2 : الاستطاعة المطلوبة على محور المضخة (استطاعة الدخل للمضخة) .

η_P : مردود المضخة .

$$P_2 = \frac{H_{tot} \times Q_s \times \rho \times g}{\eta_{pump}} \quad [w]$$

$$P_2 = \frac{H_{tot} \times Q \times 998 \times 9.81}{1000 \times 3600 \times \eta_P} \quad [Kw]$$

1- استطاعة المضخة بالكيلو واط تعطى بالقانون التالي :

$$P_2 = \frac{H_{tot} \times Q}{102 \times 3.6 \times \eta_{pump}} \quad [Kw]$$

P2 : الاستطاعة المطلوبة على محور المضخة [Kw]

Htot : الضاغط الإجمالي للمضخة [m] متر عمود ماء .

Q : قيمة تدفق المياه [m³/hr] .

hump : مردود المضخة .

2- استطاعة المضخة بالحصان البخاري تعطى بالقانون التالي :

$$P_2 = \frac{H_{tot} \times Q}{75 \times 3.6 \times \eta_{pump}}$$

[HP]

P₂ : الاستطاعة المطلوبة على محور المضخة [hp]

H_{tot} : الضاغط الإجمالي للمضخة [m] متر عمود ماء .

Q : قيمة تدفق المياه [m³/hr] .

h_{pump} : مردود المضخة .

- حساب استطاعة المحرك الكهربائي للمضخة :

$$\eta_M = \frac{P_2}{P_1} \quad \longrightarrow \quad P_1 = \frac{P_2}{\eta_{\text{motor}}}$$

$$P_1 = \frac{H_{\text{tot}} \times Q}{102 \times 3.6 \times \eta_P \times \eta_M} \quad [\text{Kw}]$$

η_M : هي مردود المحرك الكهربائي.

P_1 : هي الاستطاعة الكهربائية لمحرك المضخة (استطاعة الدخل للمحرك) .

كما تحسب الاستطاعة الكهربائية لمحرك المضخة من العلاقتين التاليتين:

AC single-phase motor, e.g. 1 x 230 V

$$P_1 = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

AC three-phase motor, e.g. 3 x 400 V

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

- المردود الكلي للمضخة الكهربائية :

- Total efficiency for electric pump

$$\eta_P = \frac{P_h}{P_2}$$

$$\eta_M = \frac{P_2}{P_1}$$

$$\eta_T = \eta_P \cdot \eta_M$$

- Pump power calculation file:

- برنامج حساب استطاعة المضخات :

حساب استطاعة المضخة و المولدة			برنامج حسابات منظومات الضخ (تصميم المهندس هيثم بكور) يتم ادخال فقط الخلايا المحددة باللون البرتقالي أما باقي الخلايا فيتم حسابها آليا
Htot : Head (m H2O)	40.00	m H2O	الضغوط الكلي للنظام الذي يتم الضخ عليه / إدخال يدوي
Q (Flow -m ³ /hr)	125.00	m ³ /hr	التدفق الفعلي للمضخة / إدخال يدوي
Efficiency of pump	75%	%	كفاءة المضخة / إدخال يدوي
Efficiency of pumpmotor	90%	%	كفاءة محرك المضخة / إدخال يدوي
Q (VLOW -m ³ /day)	2500	m ³ /day	التدفق الفعلي للمضخة / حساب أوتوماتيكي
P (POWER OF PUMP)(KW)	18.16	KW	الاستطاعة الميكانيكية المطلوبة على محور المضخة / حساب أوتوماتيكي
P (POWER OF PUMP)(HP)	24.35	HP	الاستطاعة الميكانيكية المطلوبة على محور المضخة / حساب أوتوماتيكي
P (POWER OF MOTOR)(HP)	27.43	HP	استطاعة المحرك الكهربائي / حساب أوتوماتيكي
P (POWER OF MOTOR)(KW)	20.17	KW	استطاعة المحرك الكهربائي / حساب أوتوماتيكي
Power of generator	50.43	KVA	استطاعة مجموعة التوليد المطلوبة في حال كان الإقلاع أوتوترانس أو سوفت ستار

نهاية القسم الثاني

شكراً لإصغائكم

م هيثم بكور

Haytham1336@gmail.com

Mob: +905366839615

أساسيات علم المضخات

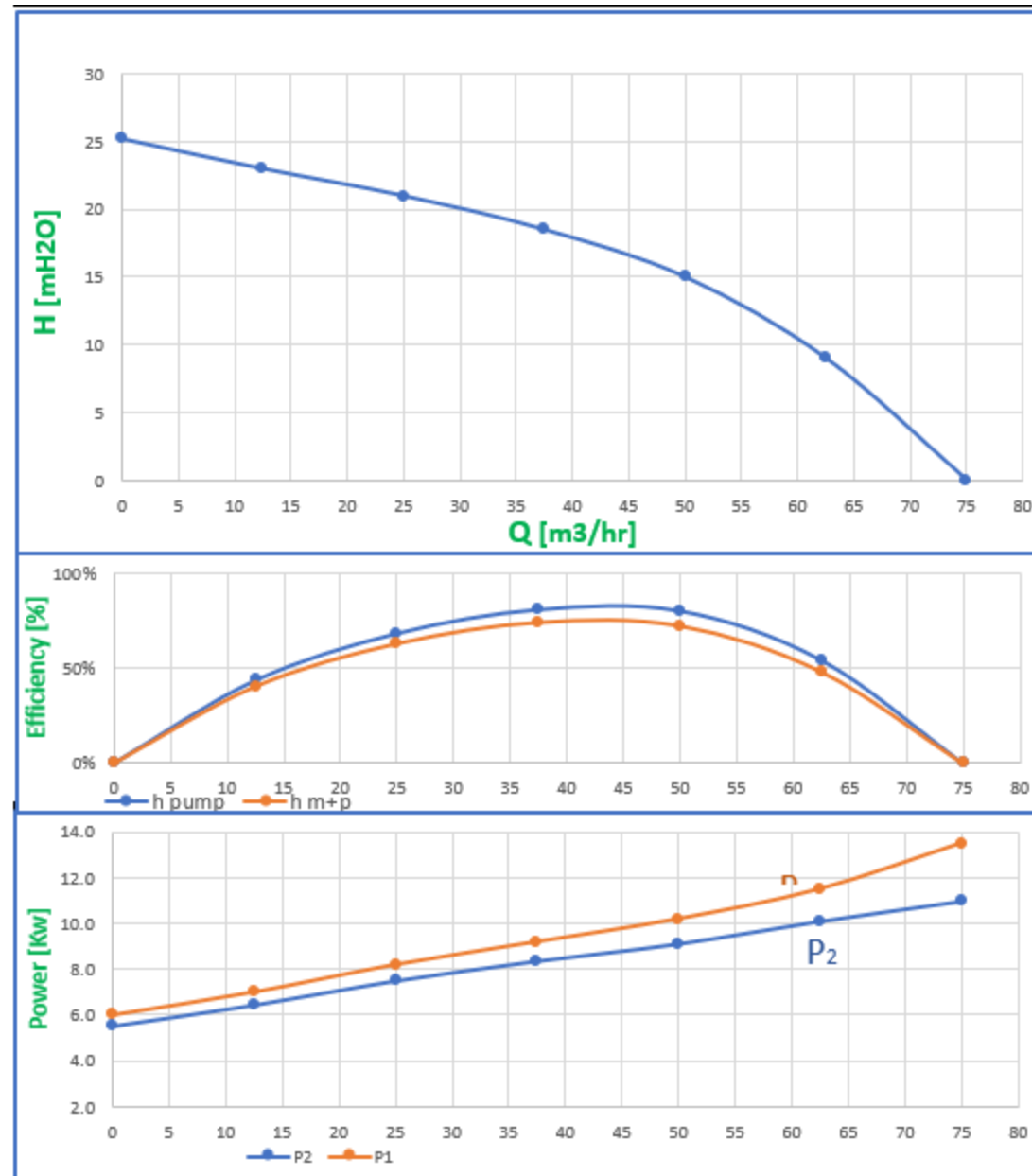
Pump Basics

القسم الثالث
منحنيات الأداء للمضخات

Third section
Pump Performance
Curves

منحنيات الأداء للمضخات

Pump Performance Curves



تظهر منحنيات الأداء للمضخات

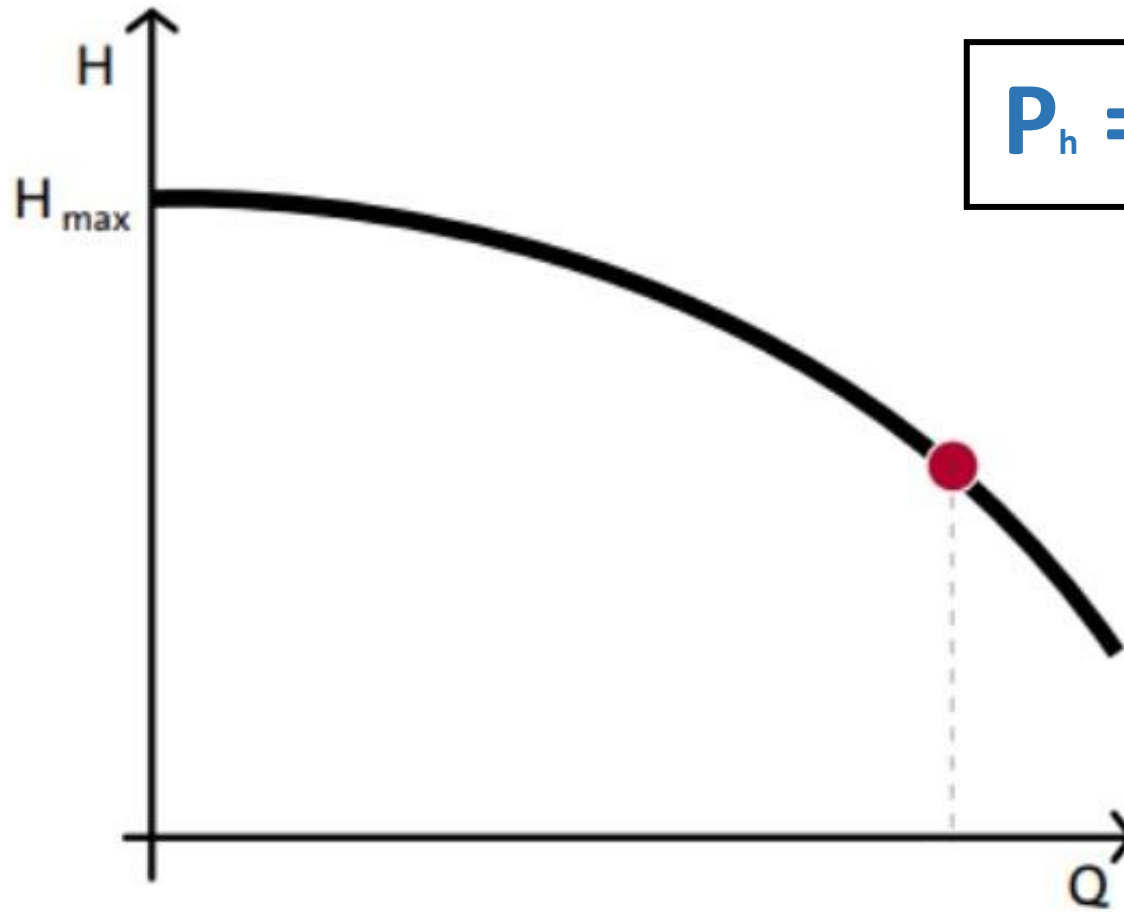
علاقة كل من الضغط H و الطاقة المستهلكة للمضخة P_2
و مردود المضخة η_{pump} و قيمة الضغط المطلق الموجب
الواجب توافره عند مدخل المضخة $NPSHr$

مع قيمة تدفق المضخة Q

H , P_2 , η_{pump} and $NPSHr$ according to Q

1- H,Q Curve

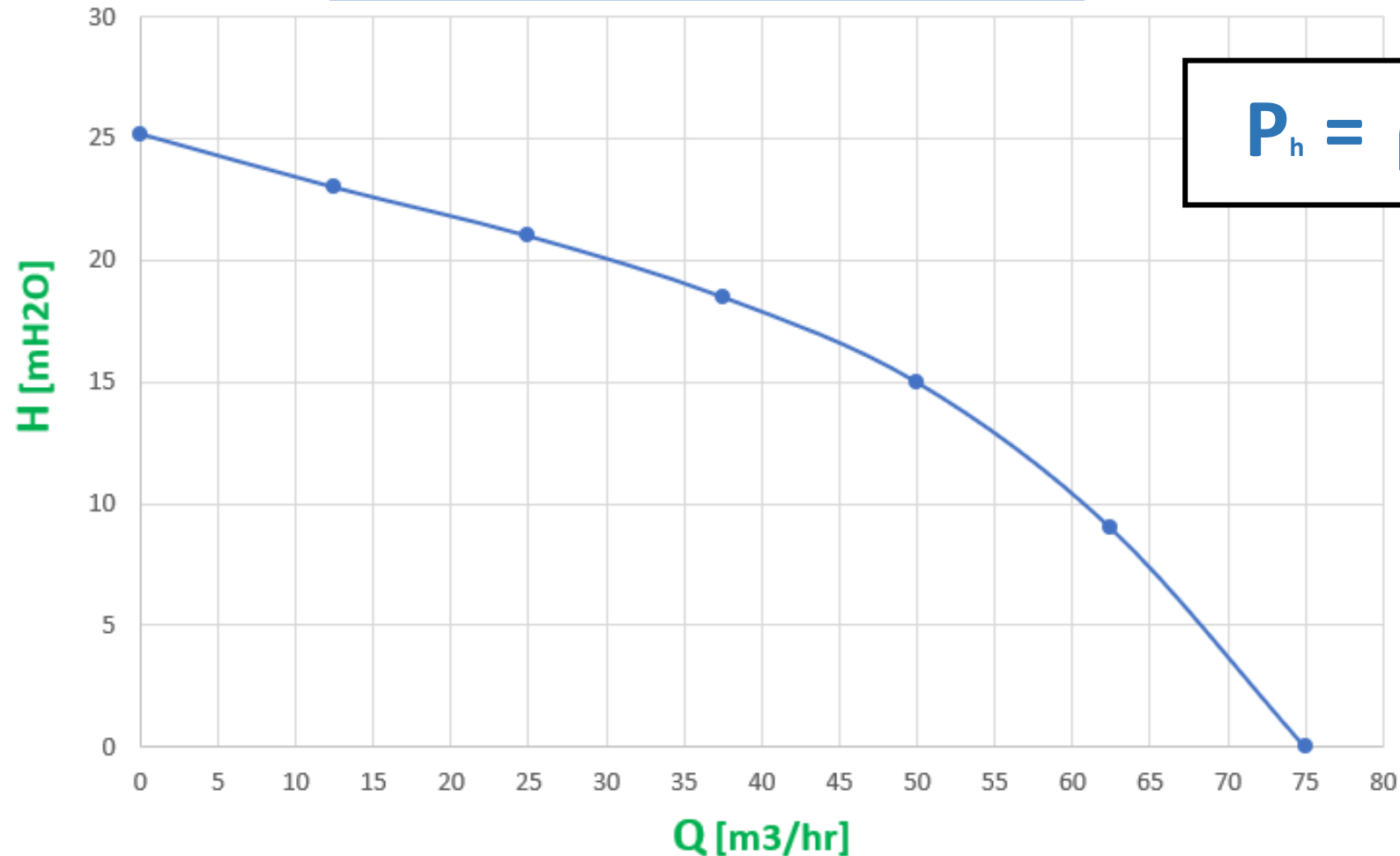
1- منحي علاقة الضاغط مع التدفق.



$$P_h = \rho * g * H * Q$$

Q	75	62.5	50	37.5	25	12.5	0	m ³ /hr	قيمة التدفق
H	0	9	15	18.5	21	23	25.2	m H ₂ O	ضغوط المضخة - ادخال

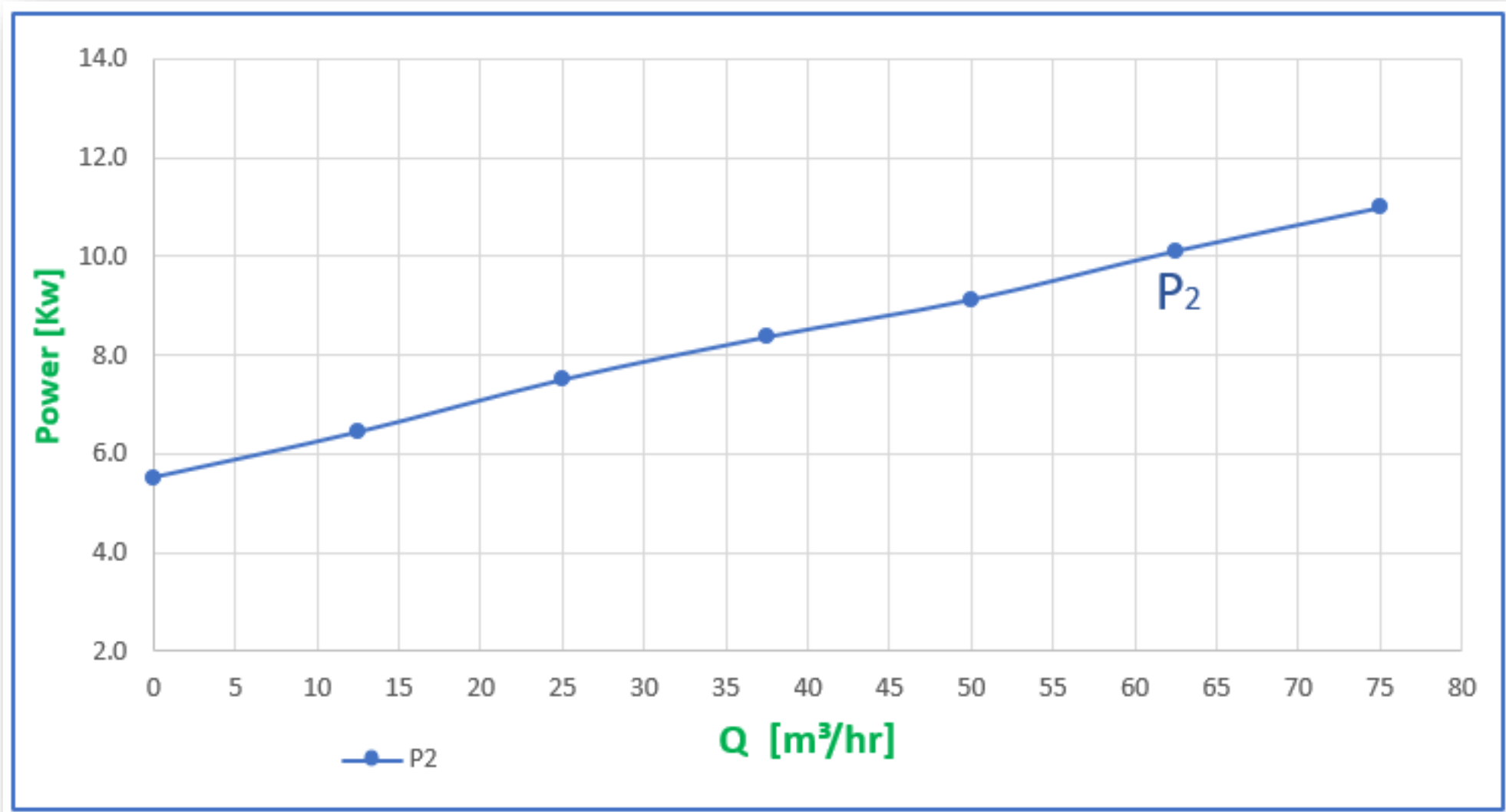
منحني الضاغط و التدفق - H , Q Curve



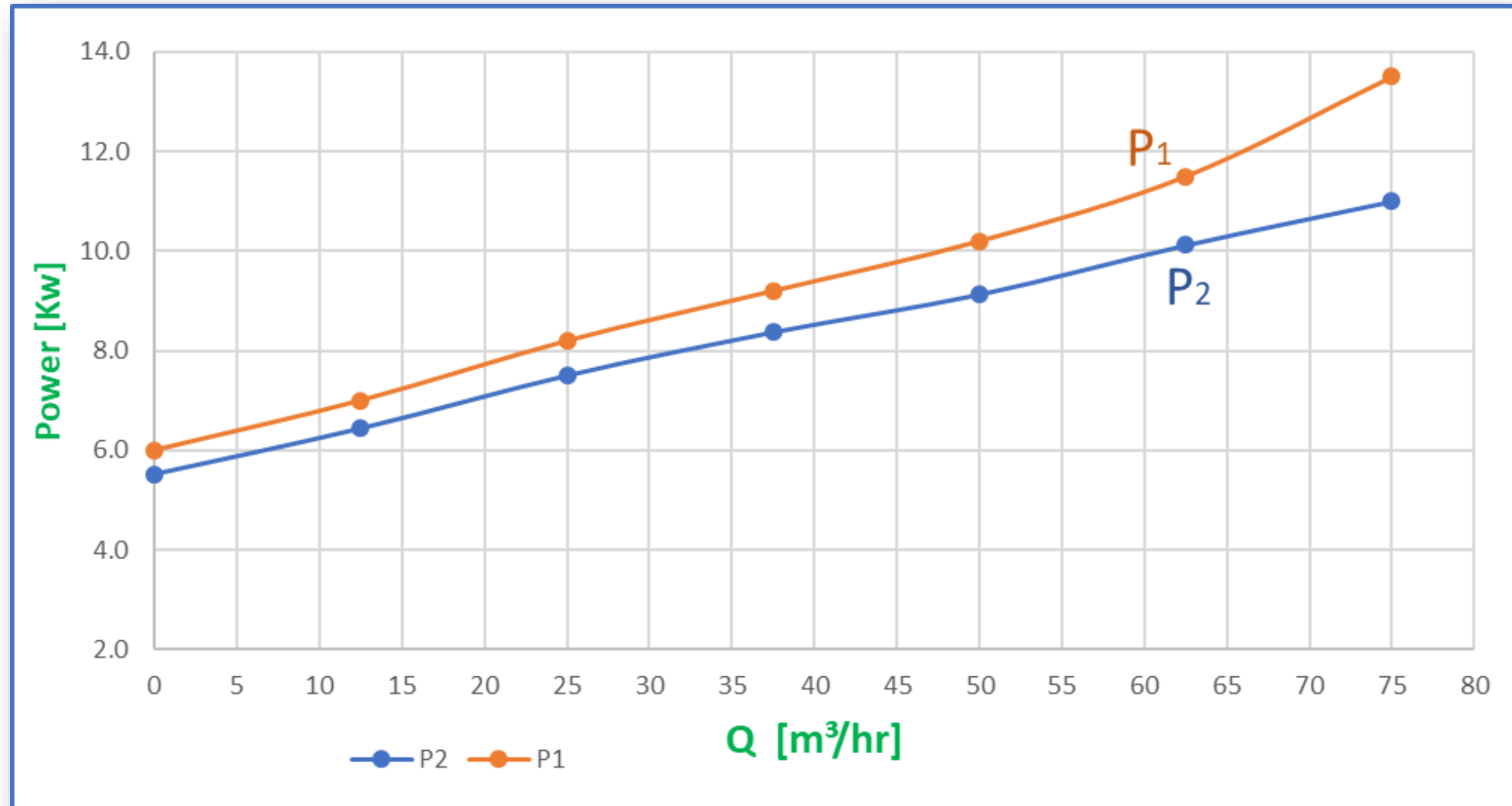
$$P_h = \rho * g * H * Q$$

2- Power, Q Curve

2- منحي علاقة استطاعة المضخة مع التدفق.

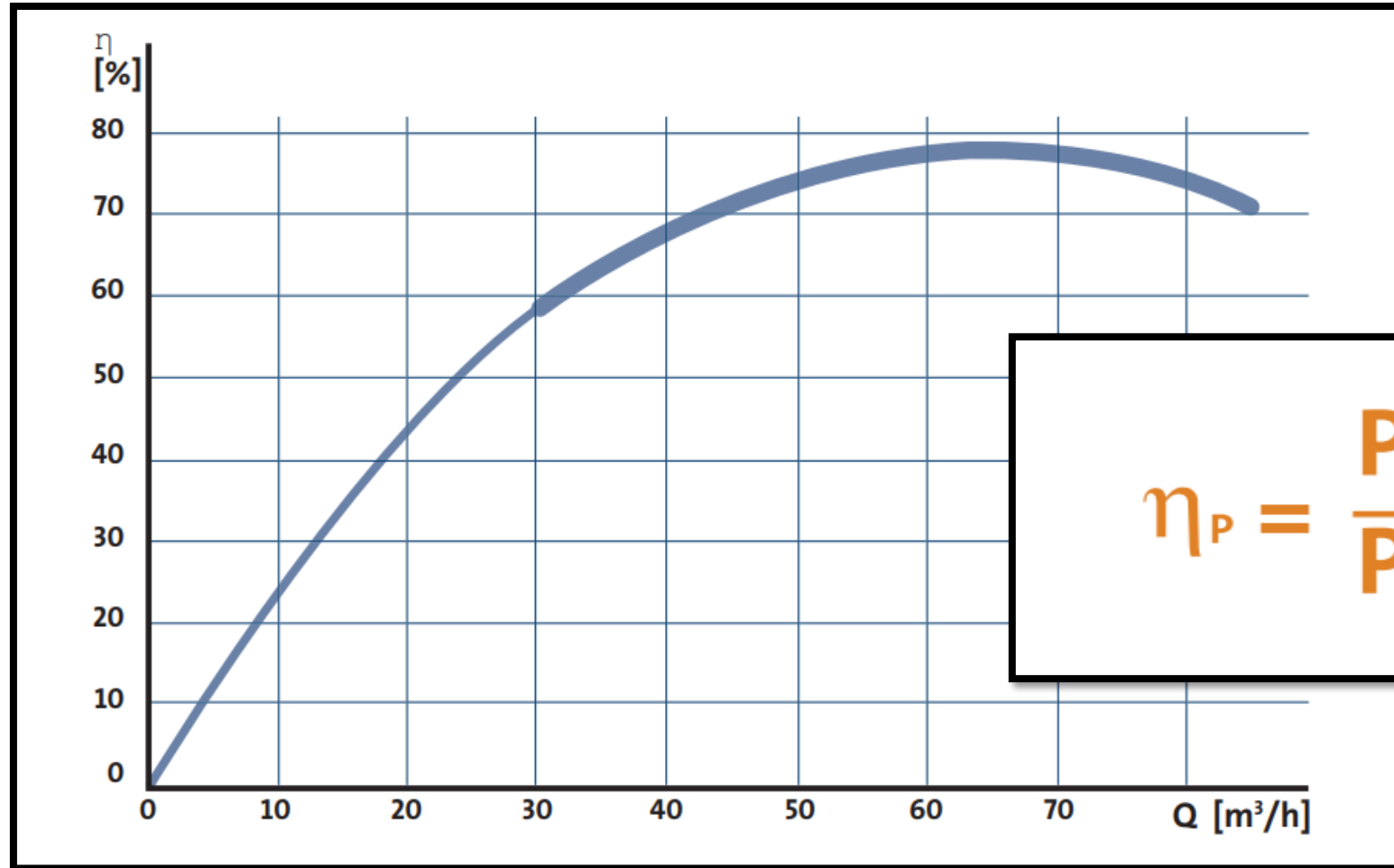


منحي علاقة استطاعة المضخة و المحرك مع التدفق



3- Efficiency, Q Curve

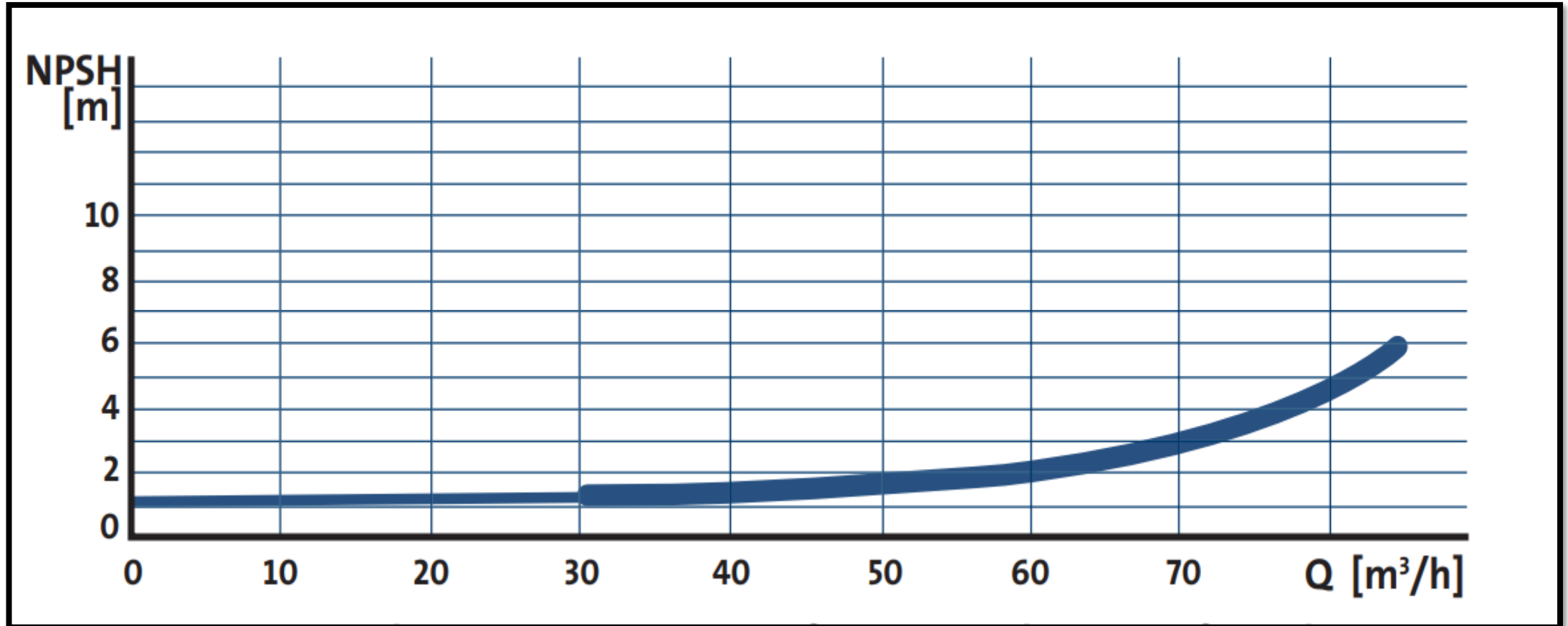
3- منحي علاقة مردود المضخة مع التدفق.

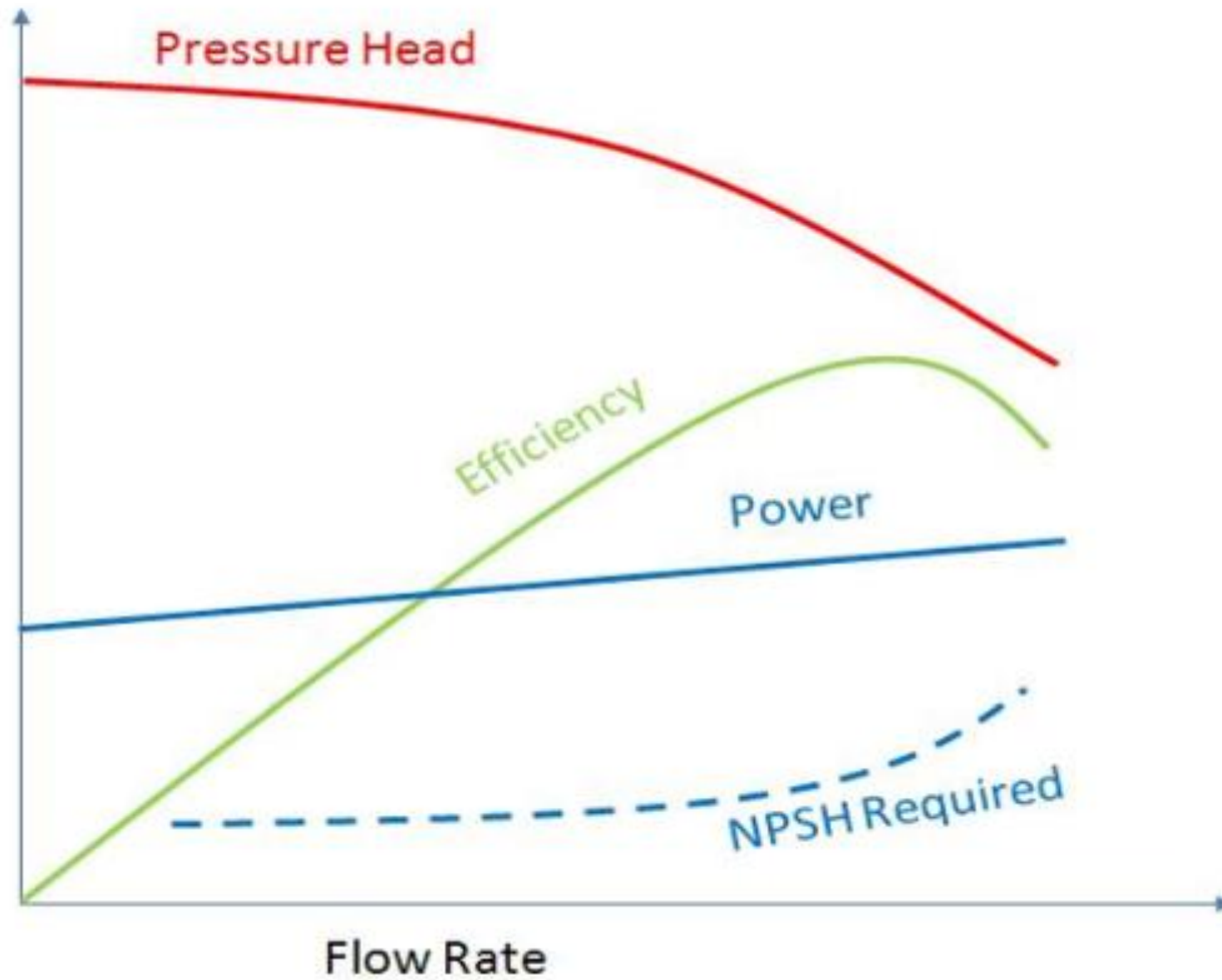


$$\eta_p = \frac{P_h}{P_2}$$

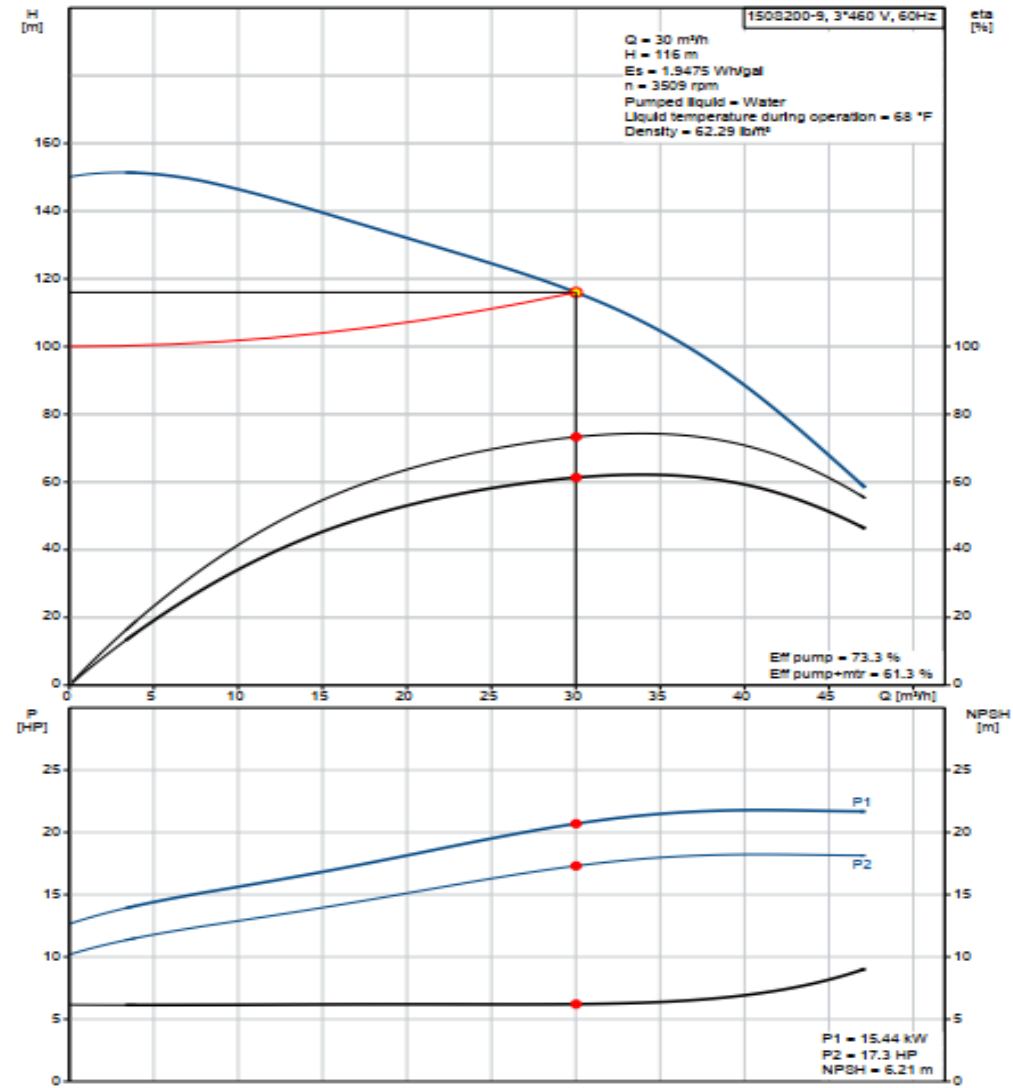
4- منحي علاقة الضغط المطلق الموجب الواجب توافره عند مدخل المضخة
NPSHr مع التدفق.

4- NPSHr Curve



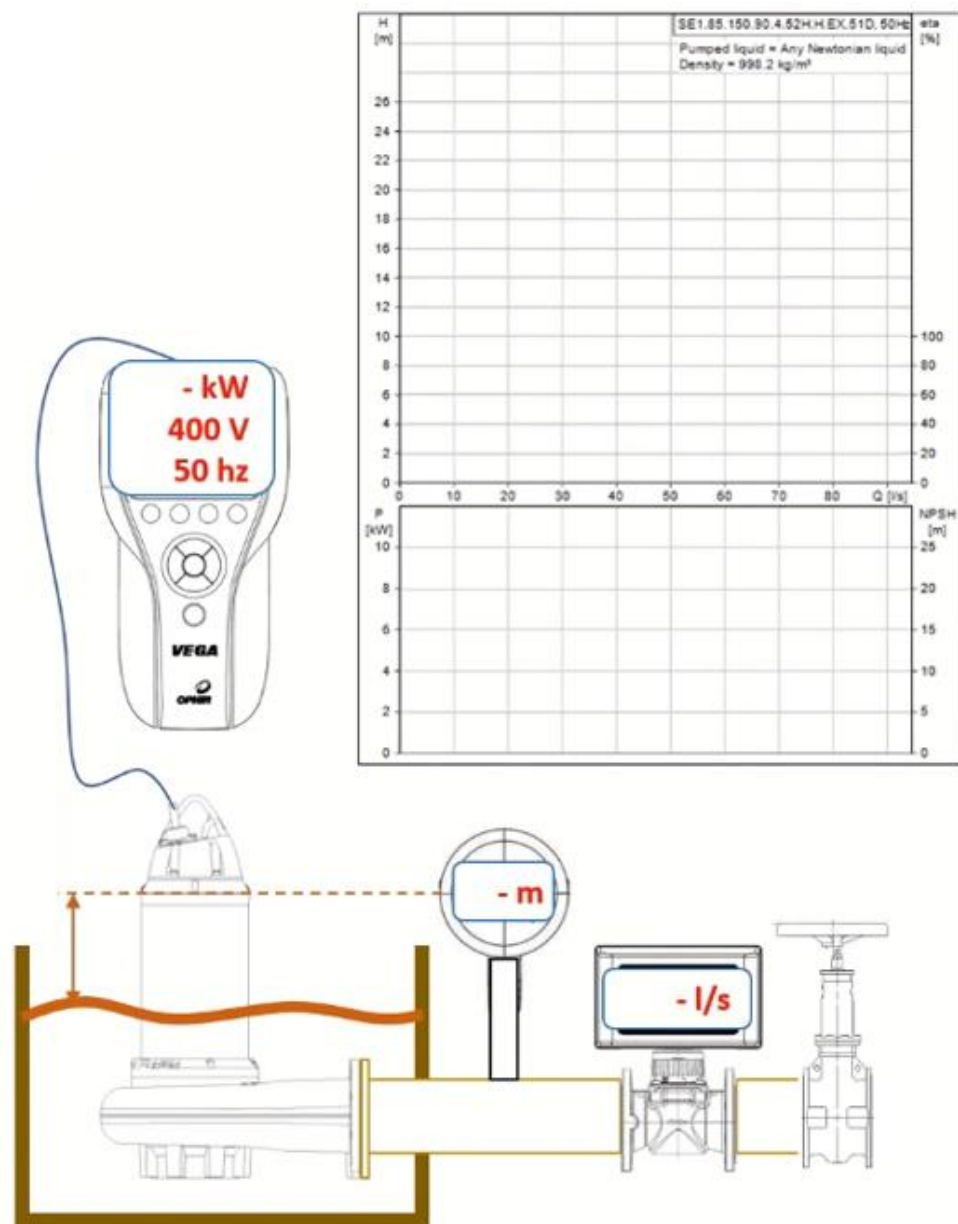


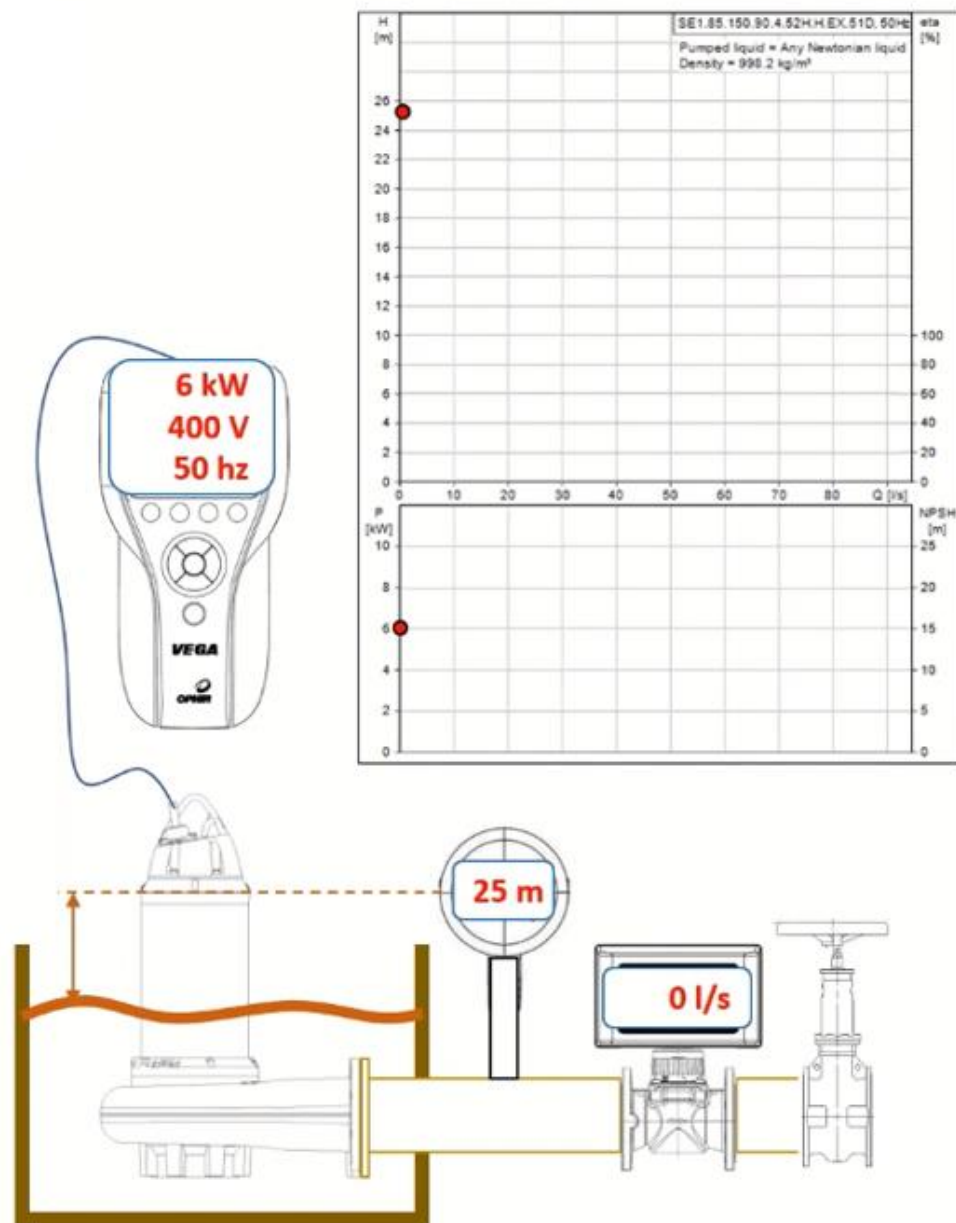
13B63609 150S200-9 60 Hz

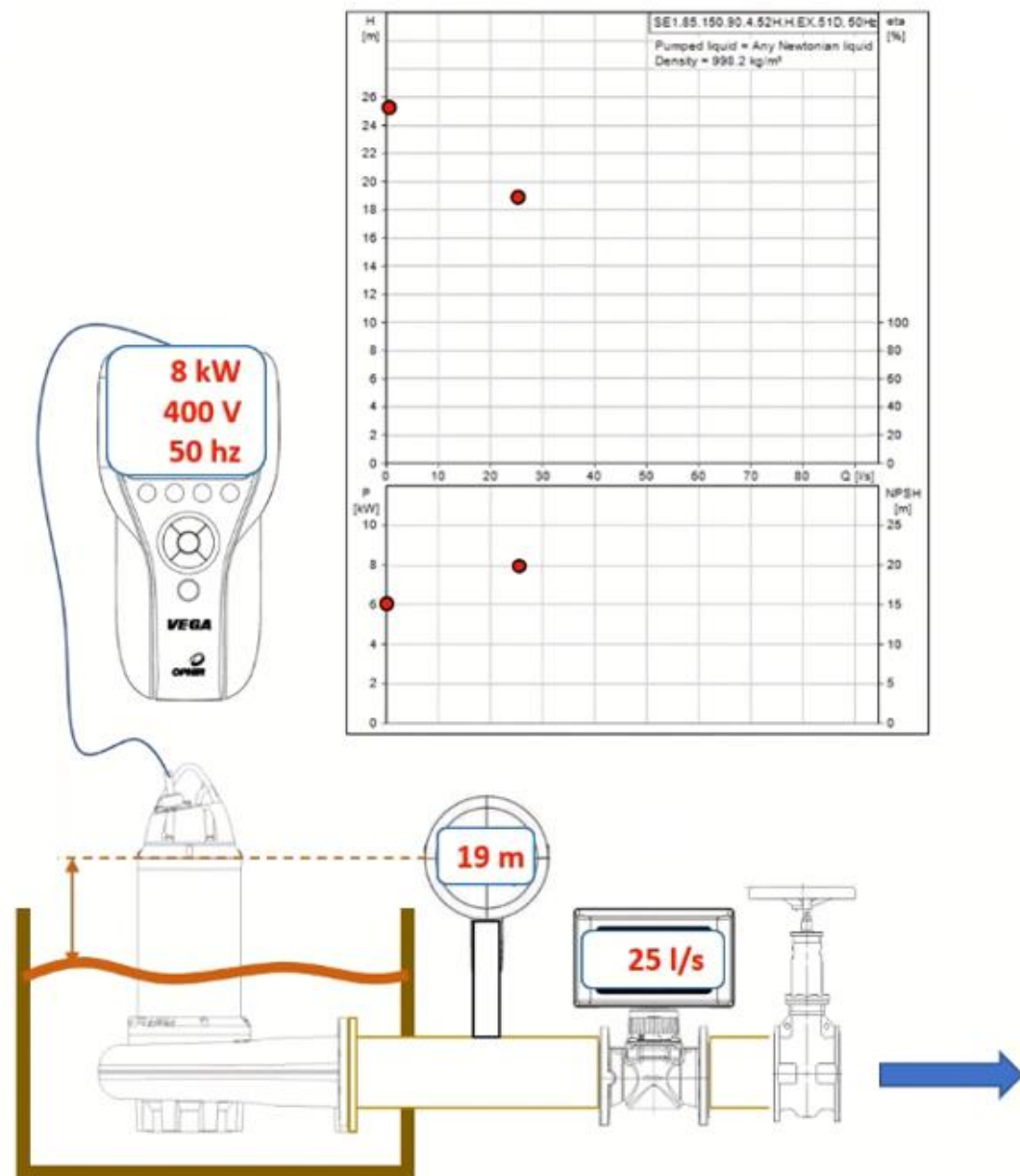


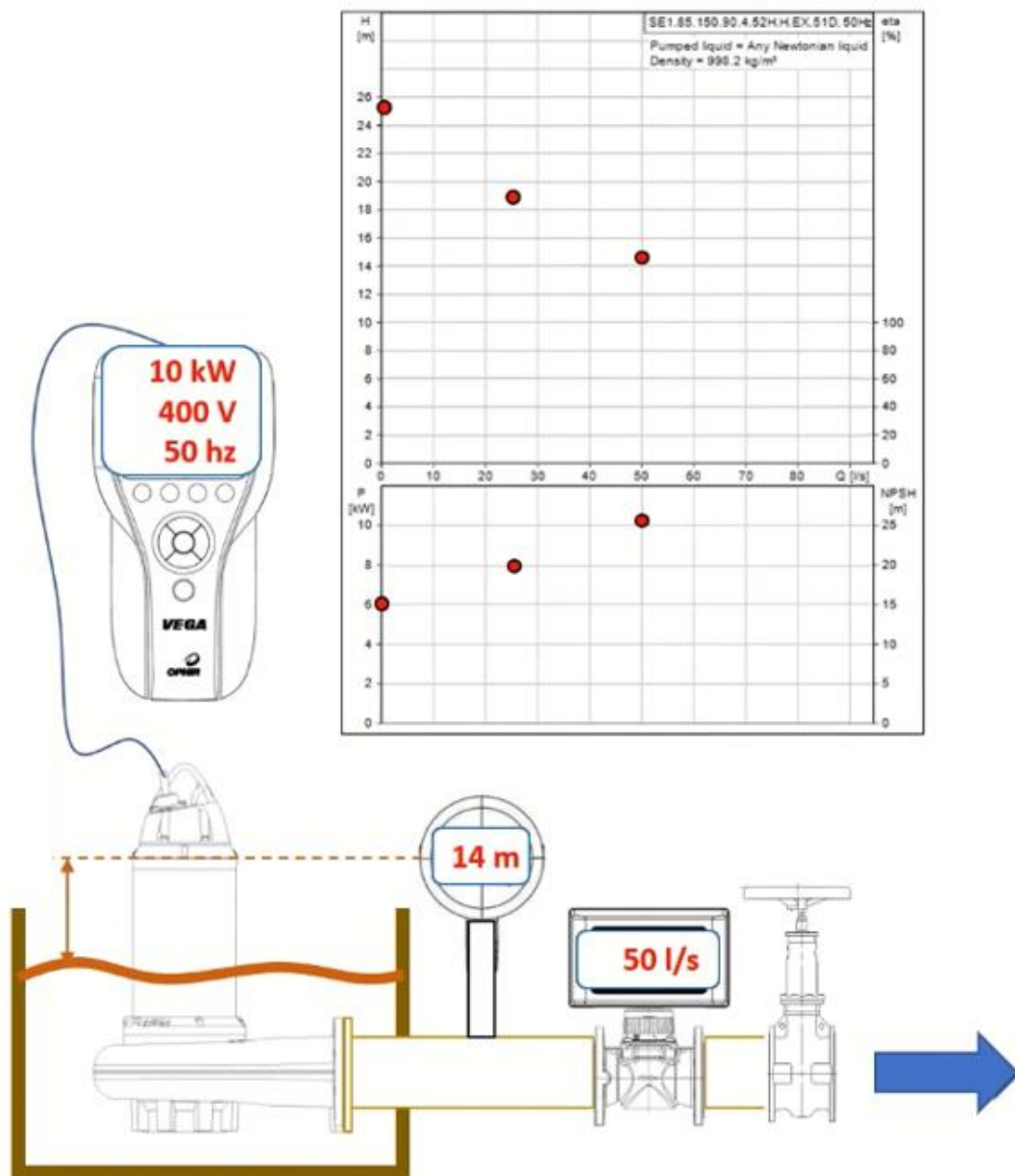
طريقة اختبار المضخات و رسم منحنيات
الأداء للمضخات

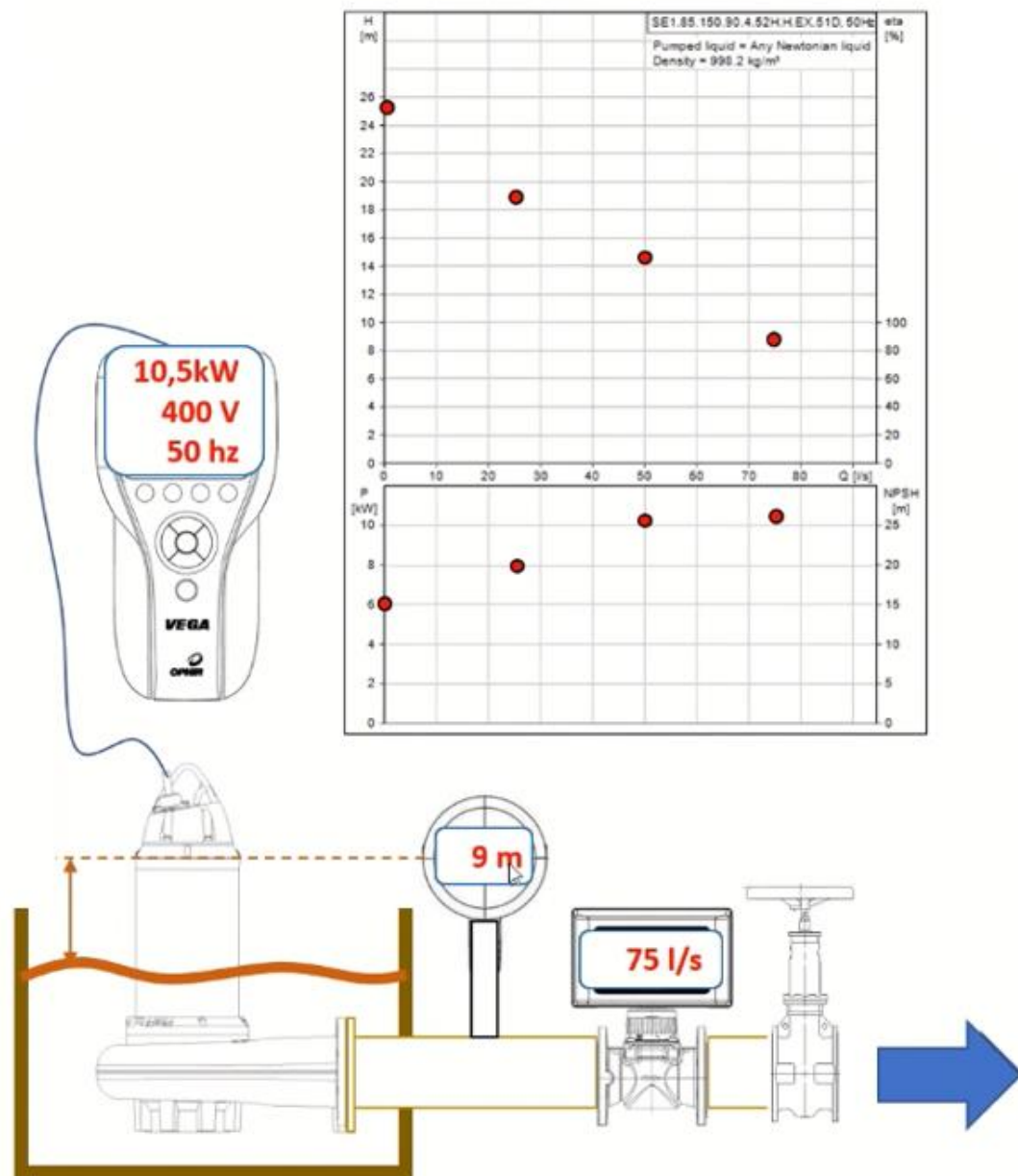
Method for testing pumps and drawing
performance curves for pumps

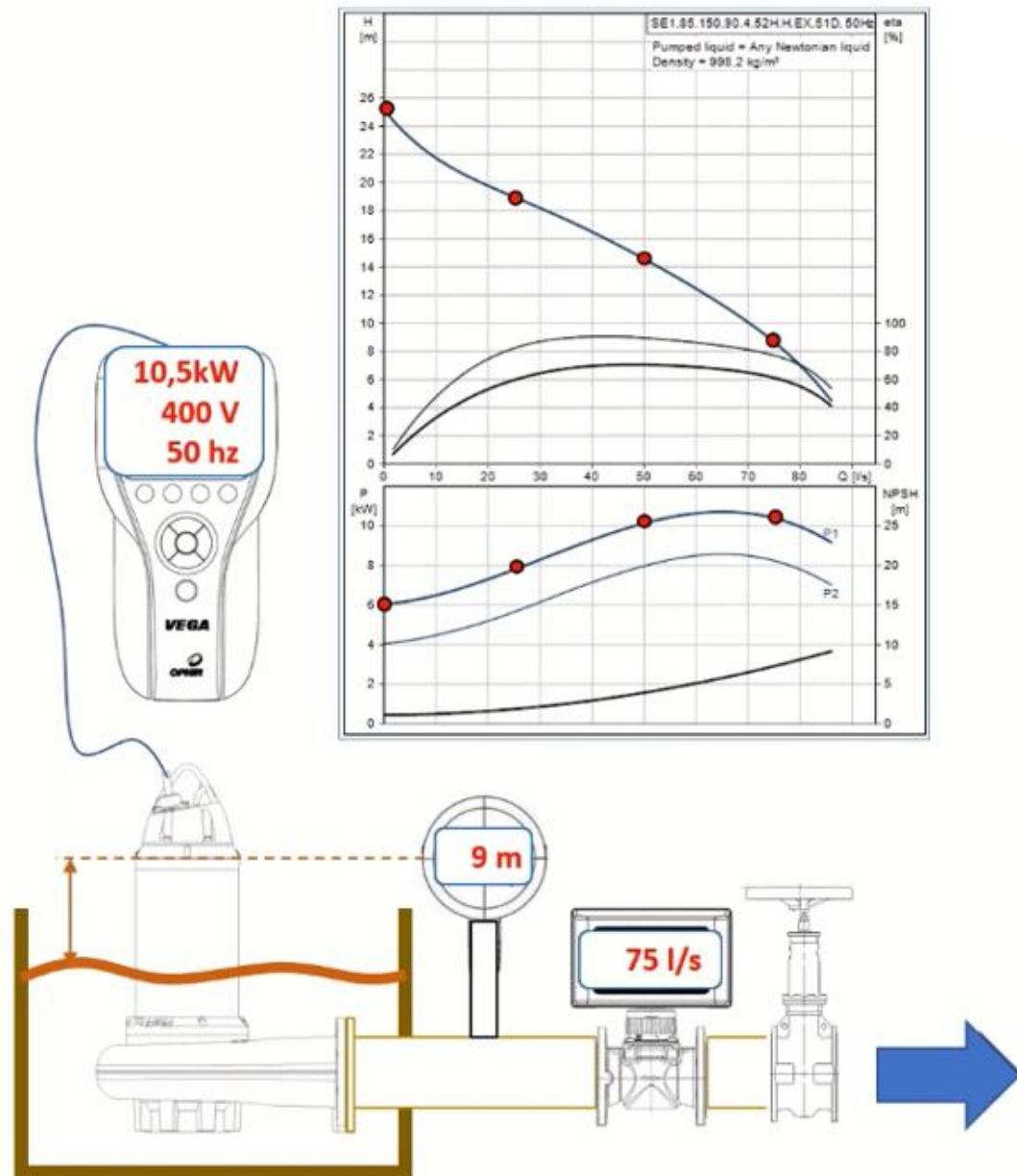






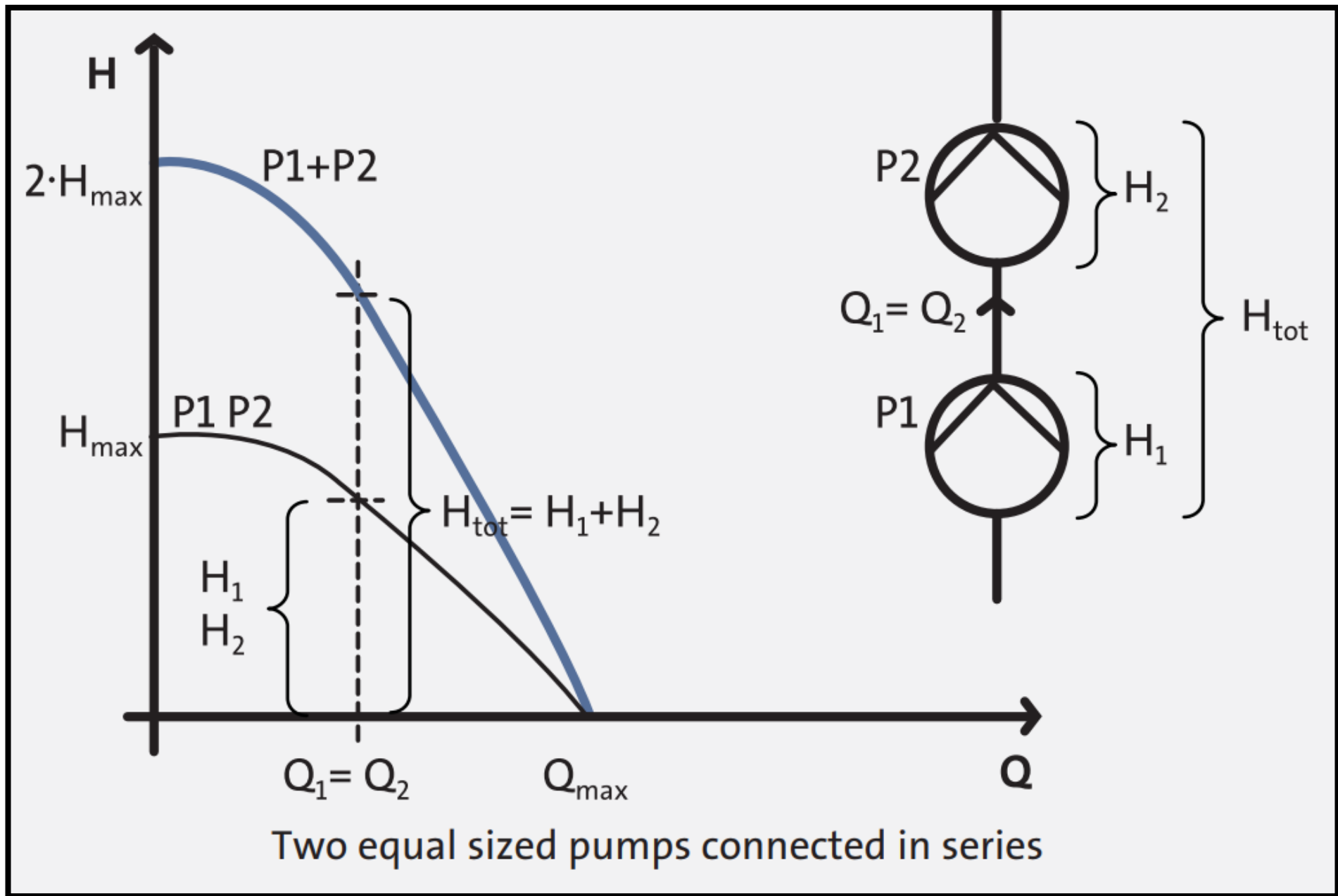


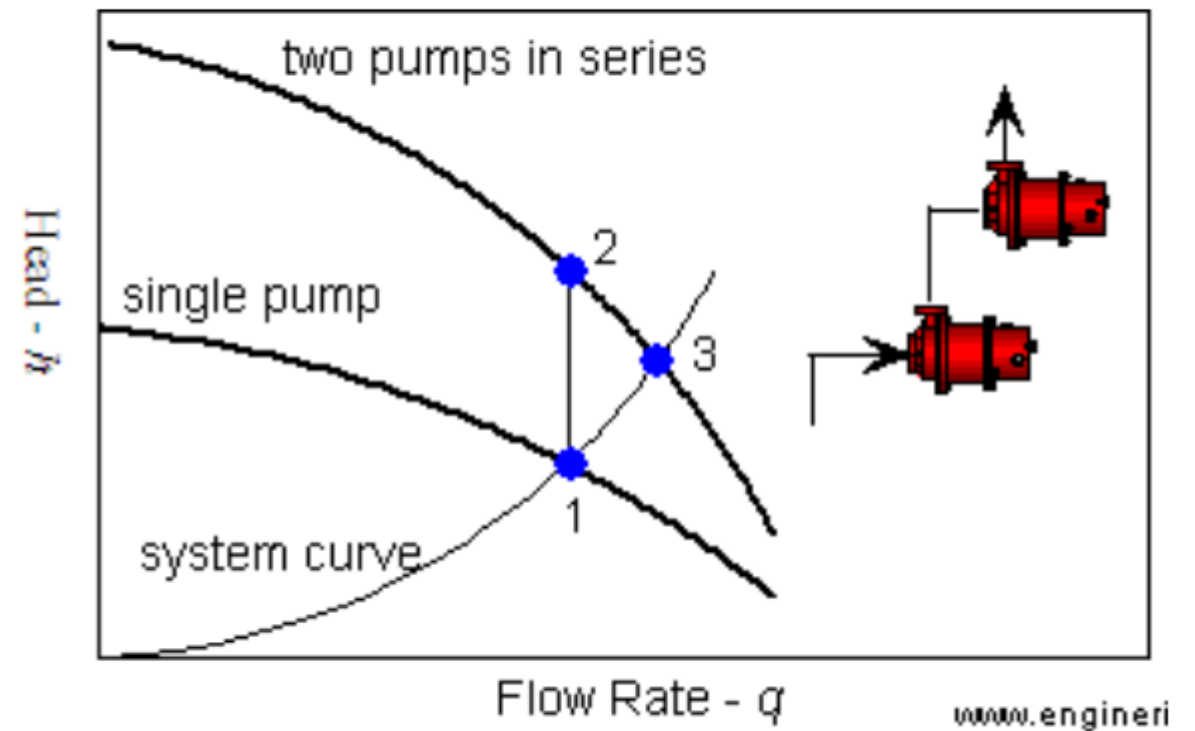
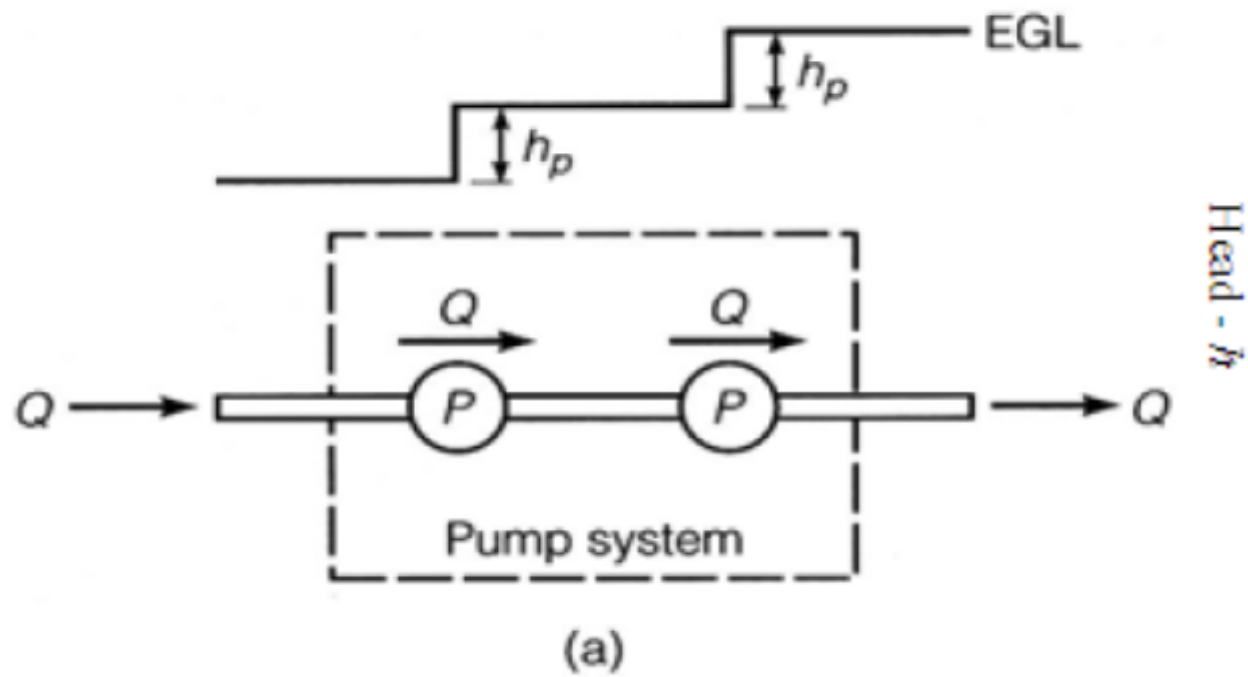


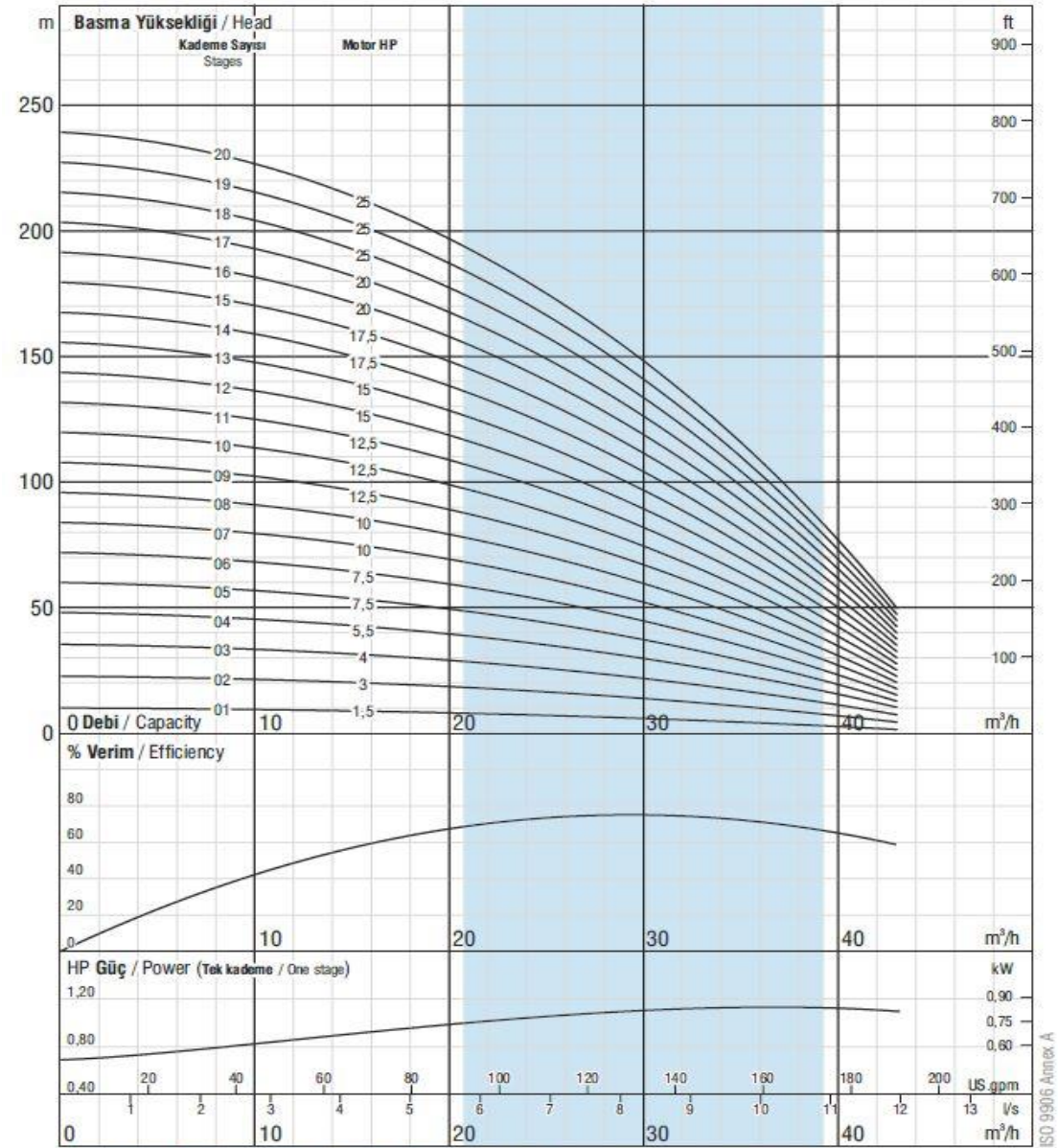
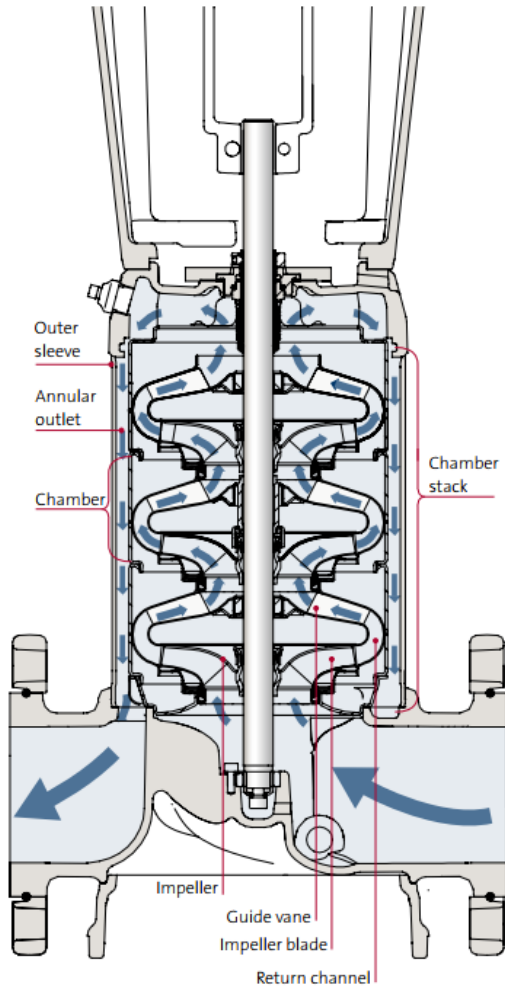


وصل المضخات على التسلسل

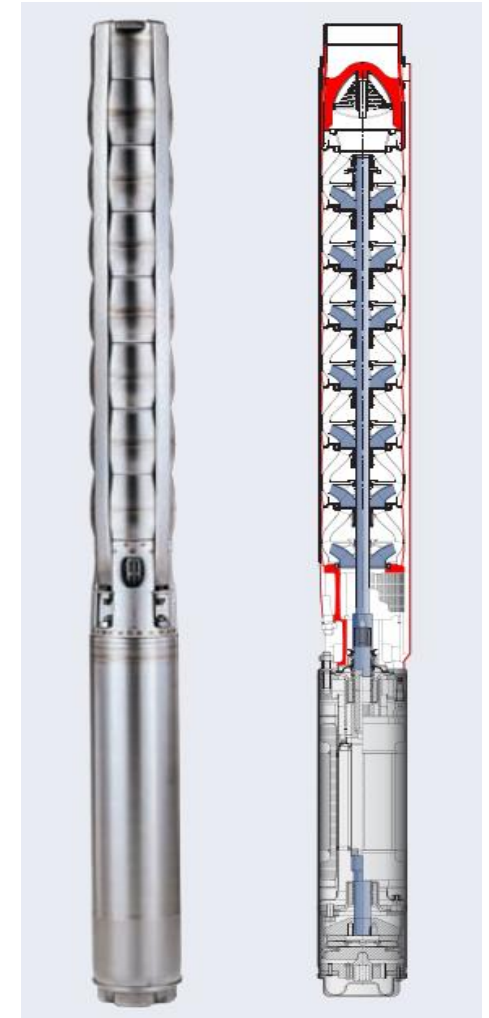
Connect the pumps in series





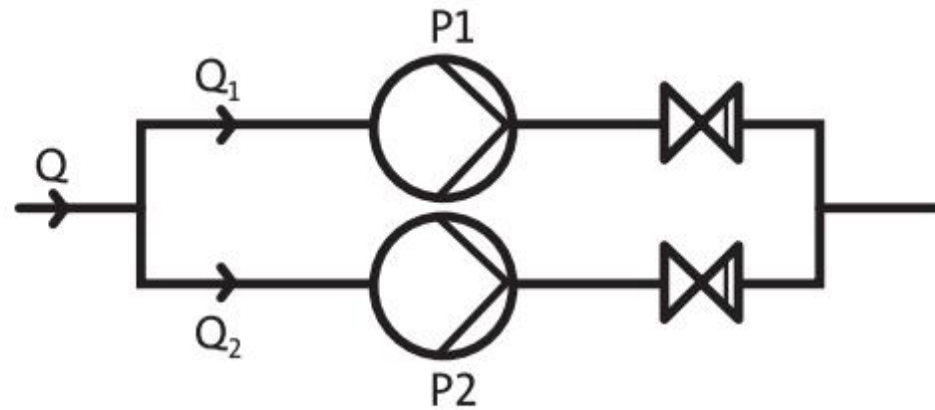
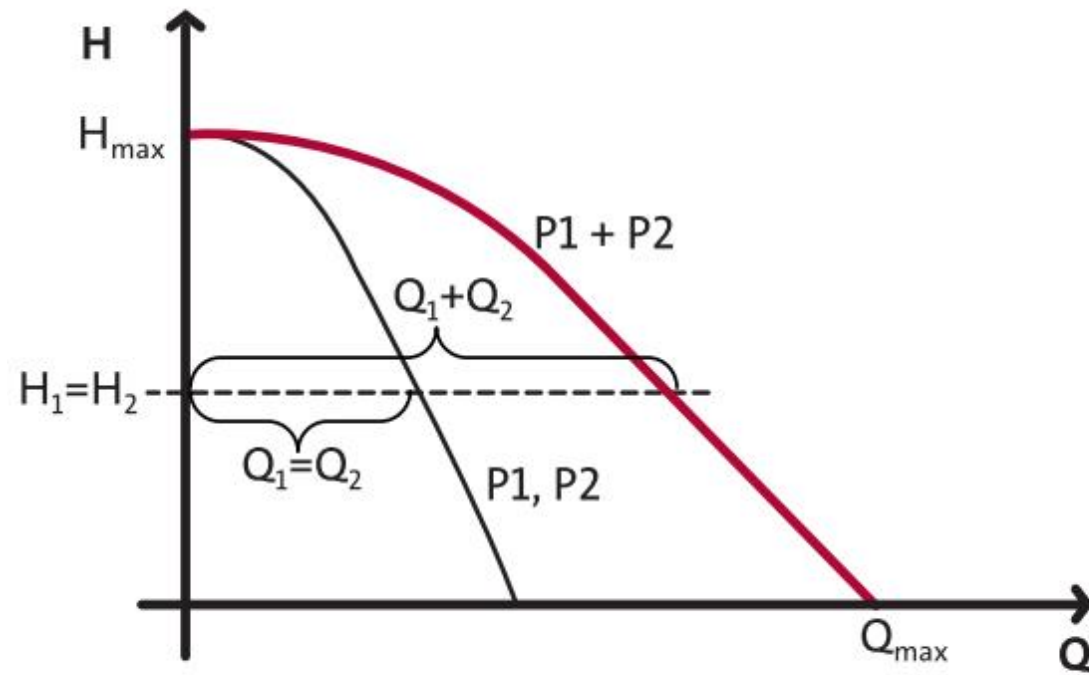


Firmamız teknolojik gelişmeler nedeniyle değişiklik hakkını saklı tutar.
Due to continuous improvement in design we reserve the right to amend specifications or data without prior notice.

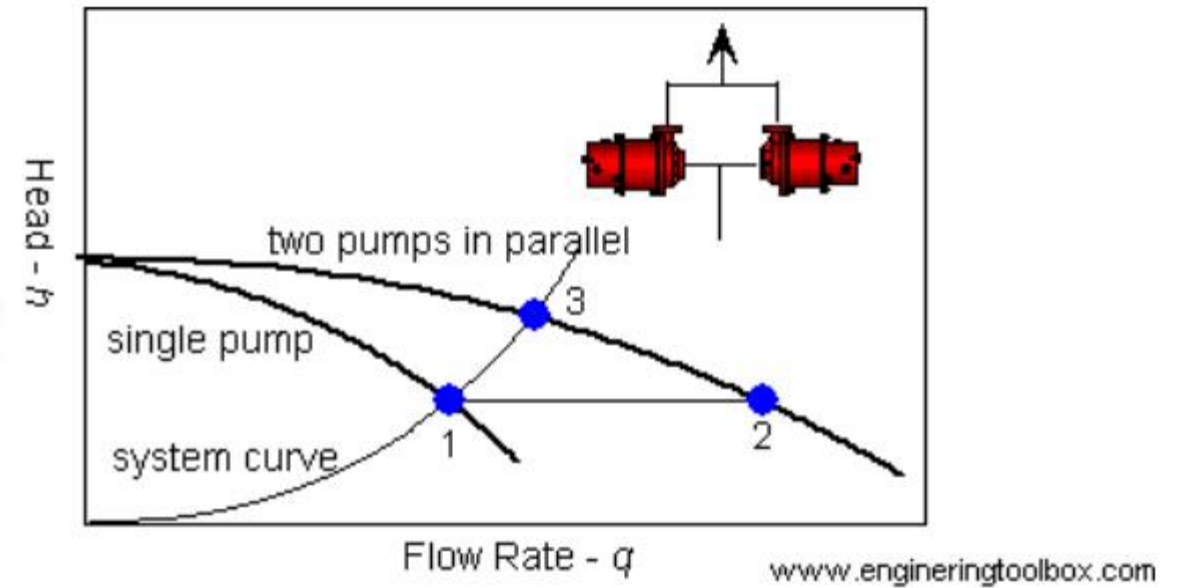
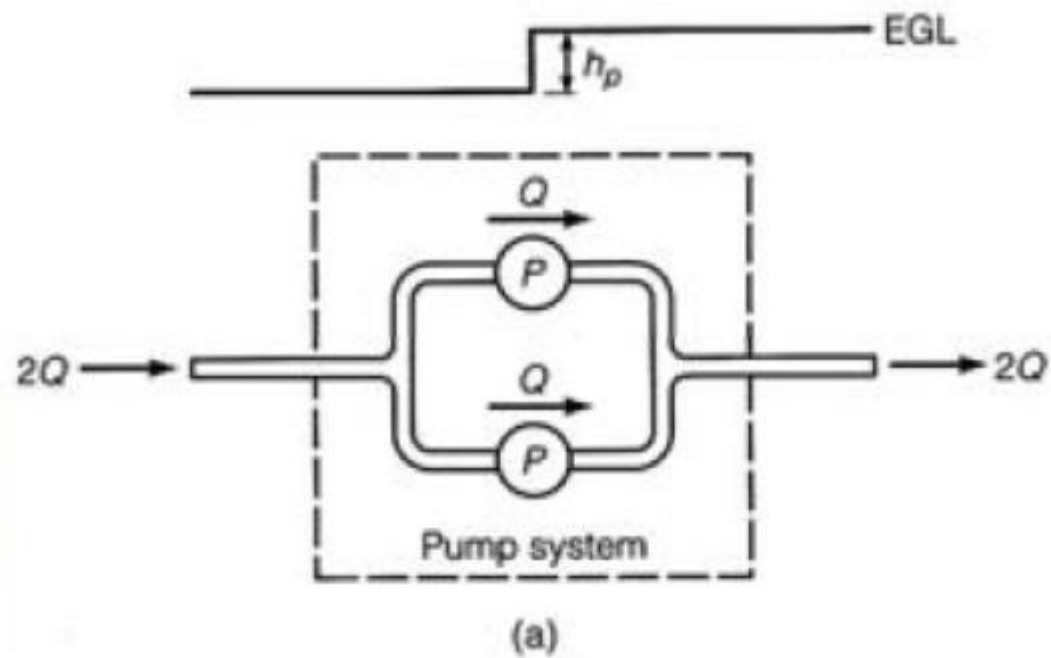


وصل المضخات على التوازي

Connect the pumps on parallel



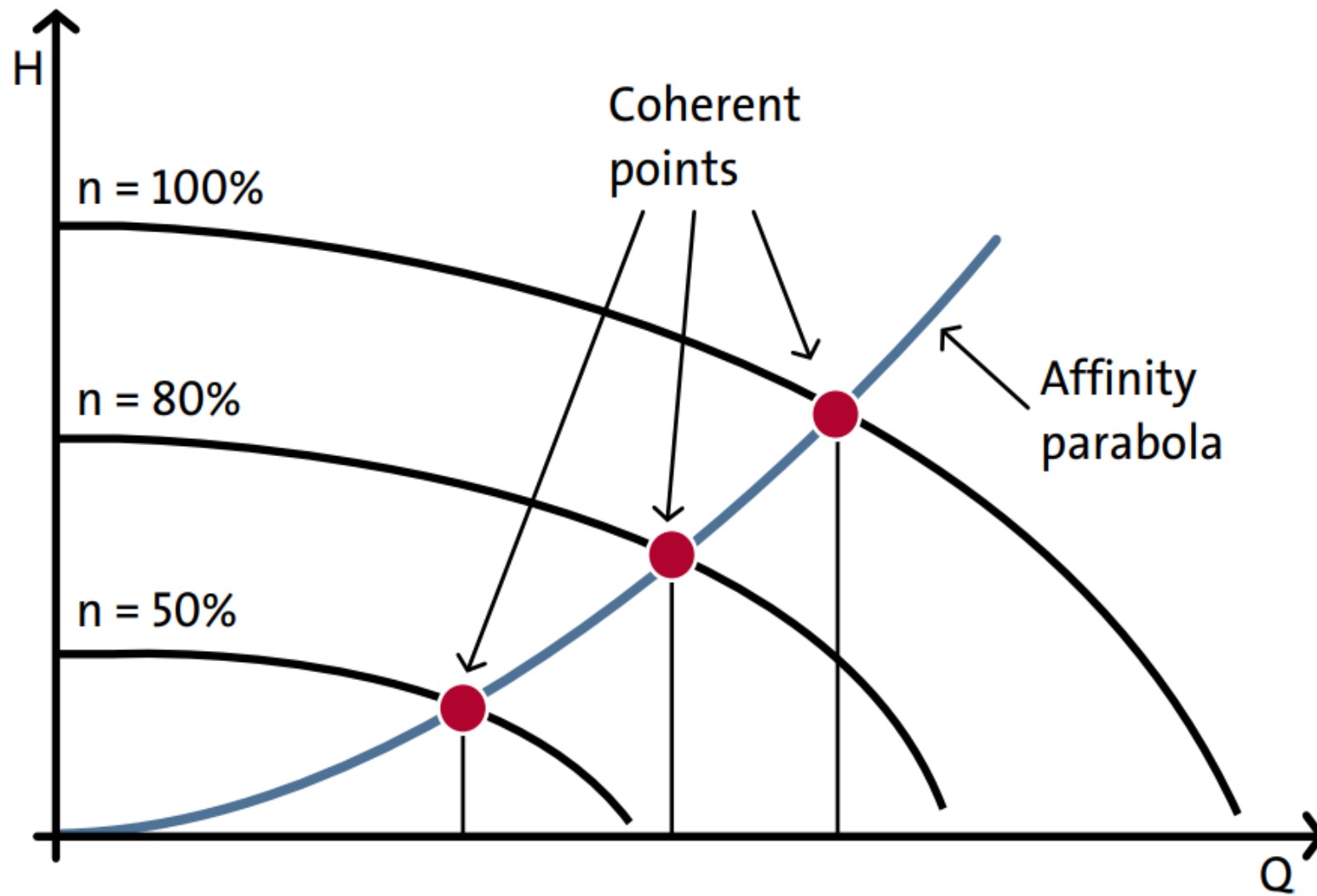
Two pumps connected in parallel with similar performance curves



منحنيات الأداء للمضخات

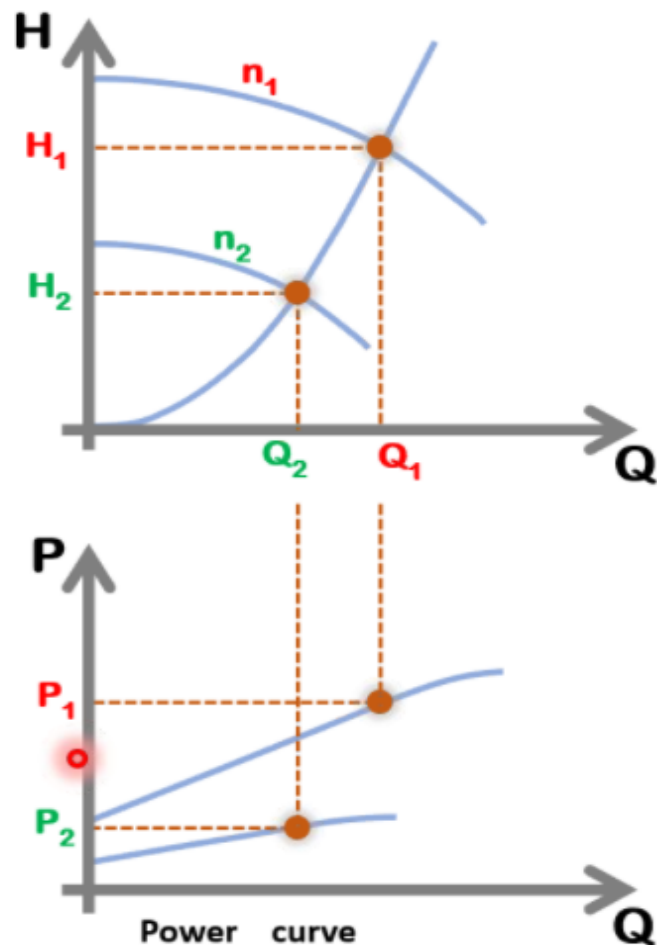
عند السرعات المتغيرة

Performance curves for pumps
at different rotational speeds



Energy efficiency by Speed control

- Affinity law



Speed vs Flow $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$

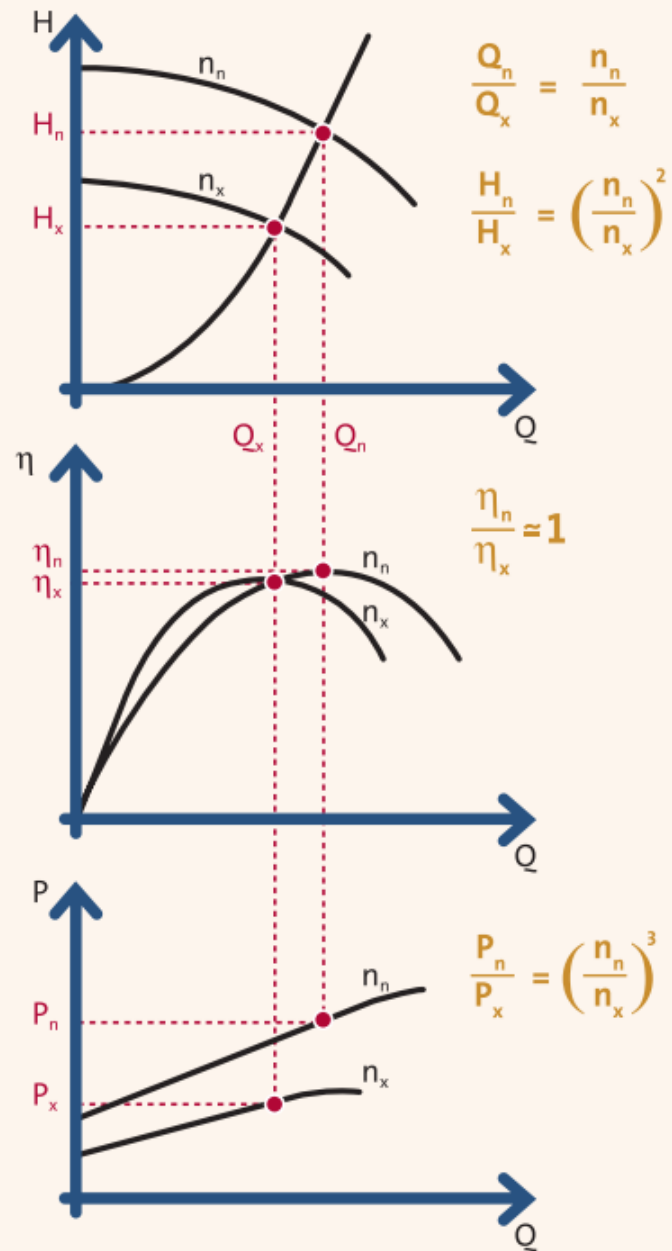
If we reduce the speed by $1/2$
 Its directly proportional to flow
 So the flow reduces by $1/2$

Speed vs Head $\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^2$

If we reduce the speed by $1/2$
 Head is proportional to $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$
 So the head reduces by $1/4$

Speed vs Power $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2} \right)^3$

If we reduce the speed by $1/2$
 The power is prop. to $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$



$$\eta_x = 1 - \left(1 - \eta_n \right) \cdot \left(\frac{n_n}{n_x} \right)^{0.1}$$

نهاية القسم الثالث

شكراً لإصغائكم

م هيثم بكور

Haytham1336@gmail.com

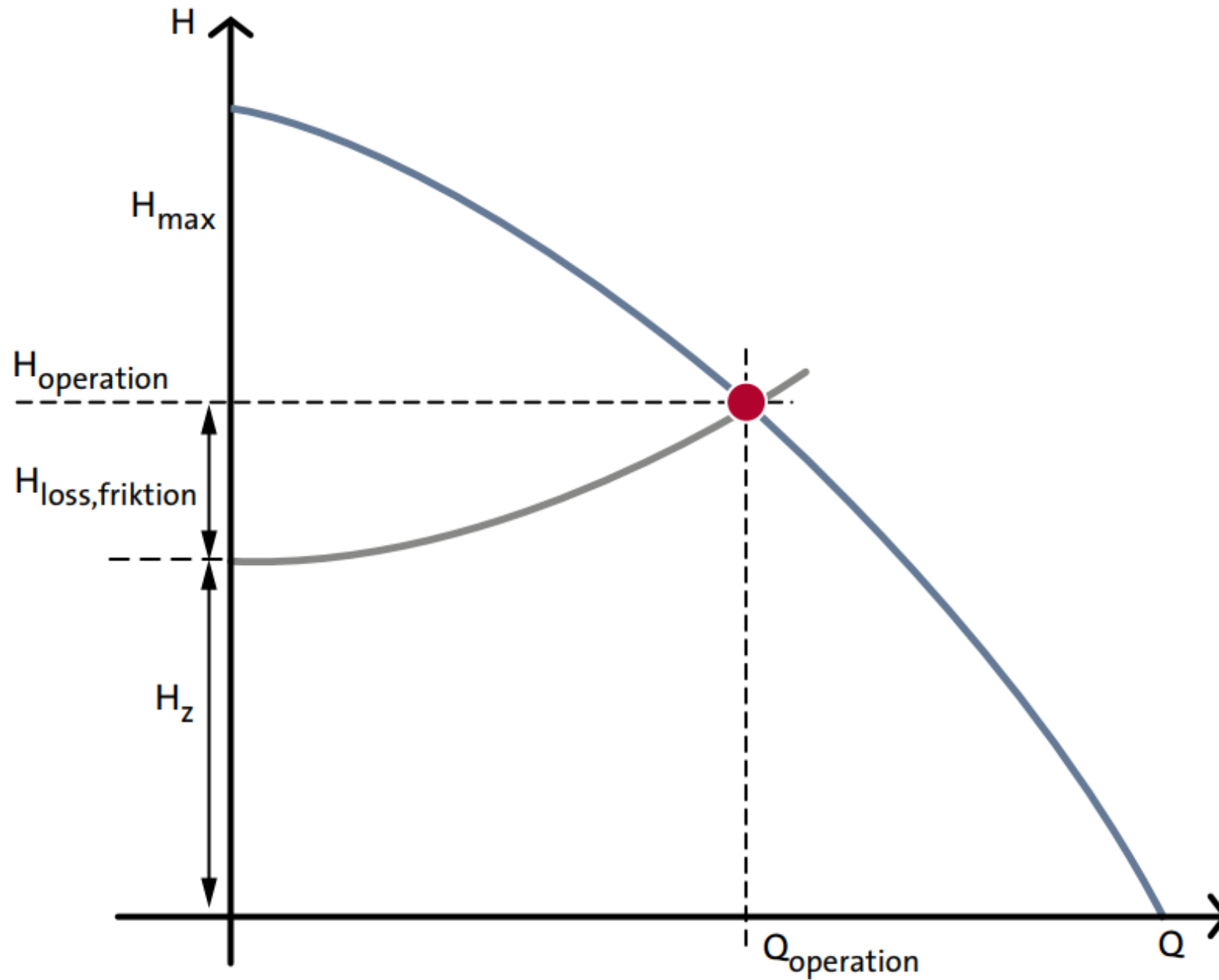
Mob: +905366839615

أساسيات علم المضخات

Pump Basics

القسم الرابع
حساب الضاغط الكلي للمضخة

Forth section
TDH Calculation



- حساب قطر الأنابيب المناسب: / -Pipe diameter sizing:

$$1- \quad Q_s = A \cdot V \quad \rightarrow \quad A = \frac{Q_s}{V} \quad \rightarrow \quad A = ?$$

$$2- \quad A = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \quad \rightarrow \quad D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \quad \rightarrow \quad D = ?$$

Q_s : Flowrate [m^3/sec].

A: Pipe area.

D: Pipe diameter.

[m^2]

[m]

Q_s : قيمة تدفق المياه [m^3/sec].

A : مساحة مقطع الأنابيب .

D : قطر الأنابيب

- Calculation of Total Dynamic Head TDH (Htot):

- حساب الضاغط الكلي للمضخة Htot :

$$H_{tot} = h_s + h_f + h_m$$

Htot : الضاغط الكلي للمضخة [m] متر عمود ماء .
htot: Total dynamic head (TDH).

hs: Static head.

hs : فرق الارتفاع الستاتيكي (الجغرافي)

hf: Head loses in pipe.

hf : ضياعات الاحتكاك الطولية .

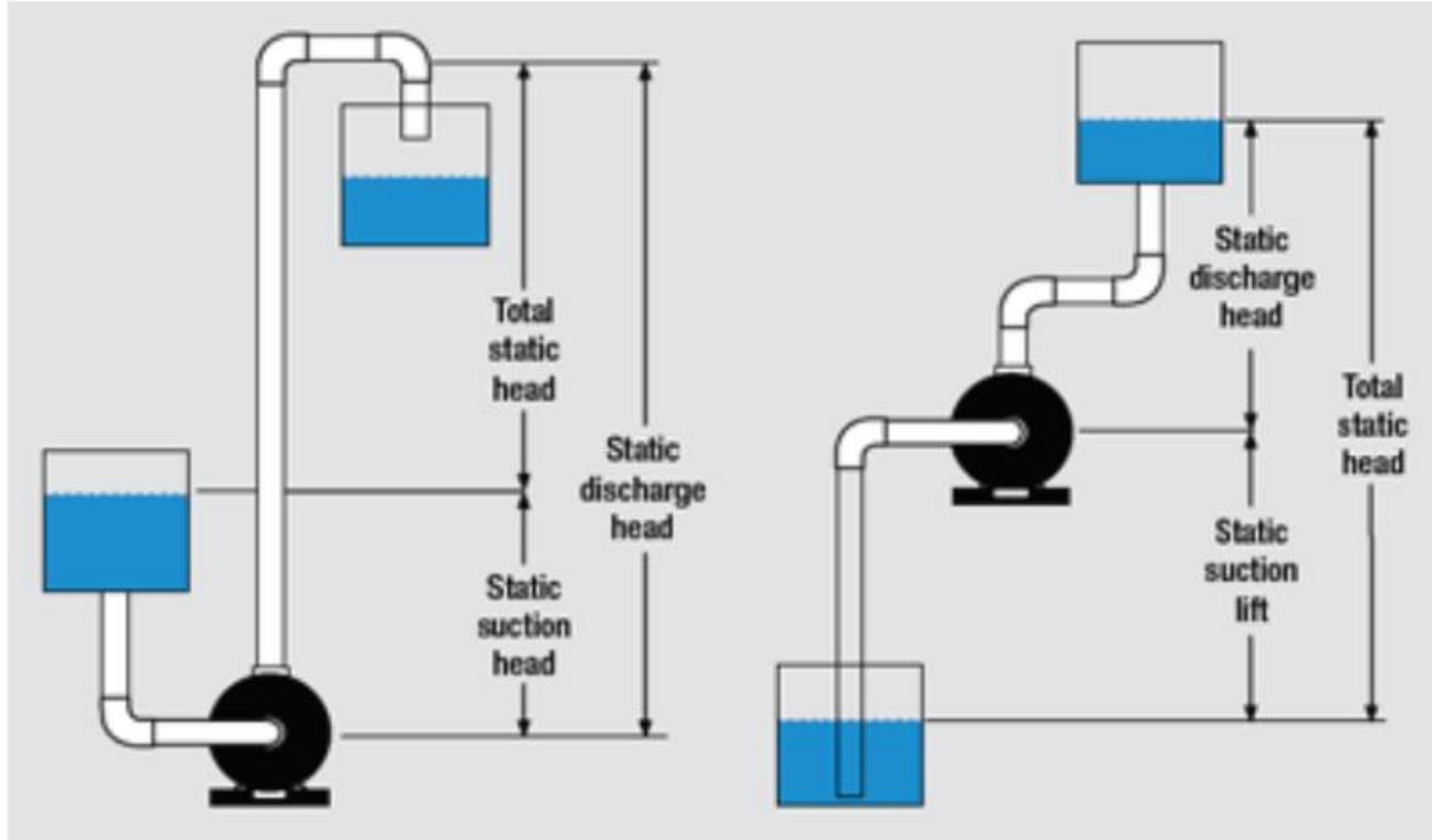
hm: Minor head loses.

hm : ضياعات الاحتكاك المحلية .

- Total Static Head (h_s):

- فرق الارتفاع الستاتيكي (الجغرافي) الكلي :

هو فرق الارتفاع الجغرافي بين سطح الماء من الخزان الذي يتم ضخ المياه منه و منسوب سطح المياه للخزان الذي يتم ضخ المياه إليه (Total static head) .



- Friction Losses in pipe (hf) :

- ضیاعات الاحتكاك الخطية : و هي الضیاعات الناتجة عن الاحتكاك ضمن أنابيب النقل و تحسب من علاقة هایزن ویلیامز كما يلي :

$$hf = \frac{10.71 * L * Q_s^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}} \quad [m \text{ H}_2\text{O}]$$

L : طول الأنبوب [m].

C : ثابت هایزن ویلیامز و هو يتعلق بنوع الأنبوب و عمر الأنبوب . Hazen-Williams roughness constant.

D : القطر الداخلي للأنبوب [m].

Q_s : Water flowrate [m³/sec]

Q_s : قيمة تدفق المياه [m³/sec].

material of pipe - مادة الأنبوب	ثابت هايزن ويليامز Hazen-Williams roughness constant
Plastic	130 - 150
Polyethylene, PE, PEH	140
Polyvinyl chloride, PVC, CPVC	150
Smooth Pipes	140
Steel new unlined	140 - 150
Steel, corrugated	60
Steel, welded and seamless	100
Steel, interior riveted, no projecting rivets	110
Steel, projecting girth and horizontal rivets	100
Steel, vitrified, spiral-riveted	90 - 110
Steel, welded and seamless	100
Tin	130
Vitrified Clay	110
Wrought iron, plain	100
Wooden or Masonry Pipe - Smooth	120
Wood Stave	110 - 120

- Calculation of Minor Losses (h_m):

ضیاعات الاحتكاك المحلية : و هي قيمة الضیاعات الموضعية ضمن إكسسوارات و مكونات الشبكة كالصمامات و السكورة و الأكواع و النقاصات و
و هي تحسب من العلاقة التالية :

$$h_m = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

K: Friction loses constant.

K : ثابت يعطى من الشركة الصانعة.

VALVES AND FITTINGS LOSSES IN EQUIVALENT meter OF PIPE

أو تعطى من الجداول كطول مكافئ من الأنبوب و يتم إضافتها إلى طول لأنبوب الأصلي.

Nominal Pipe Size (in)	Globe Valve	60°-Y Valve	45°-Y Valve	Angle Valve	Gate Valve	Swing Check Valve	Y-Strainer	90° Elbow	45° Elbow	Flow-Thru Branch
1/2	5.5	2.7	2.1	2.1	0.2	1.8	0.9	0.5	0.2	0.9
3/4	6.7	3.4	2.7	2.7	0.3	2.4	1.2	0.6	0.3	1.2
1	8.8	4.6	3.7	3.7	0.3	3.0	1.5	0.8	0.4	1.5
1 1/4	11.6	6.1	4.6	4.6	0.5	4.3	2.7	1.0	0.5	2.1
1 1/2	13.1	7.3	5.5	5.5	0.5	4.9	3.0	1.2	0.6	2.4
2	16.8	9.1	7.3	7.3	0.7	6.1	8.2	1.5	0.8	3.0
2 1/2	21.0	10.7	8.8	8.8	0.9	7.6	8.5	1.8	1.0	3.7
3	25.6	13.1	10.7	10.7	1.0	9.1	12.8	2.3	1.2	4.6
3 1/2	30.5	15.2	12.5	12.5	1.2	10.7	14.6	2.7	1.4	5.5
4	36.6	17.7	14.3	14.3	1.4	12.2	18.3	3.0	1.6	6.4
5	42.7	21.6	17.7	17.7	1.8	15.2	24.4	4.0	2.0	7.6
6	51.8	26.8	21.3	21.3	2.1	18.3	33.5	4.9	2.4	9.1
8	67.1	35.1	25.9	25.9	2.7	24.4	45.7	6.1	3.0	12.2
10	85.3	44.2	32.0	32.0	3.7	30.5	57.9	7.6	4.0	15.2
12	97.5	50.3	39.6	39.6	4.0	36.6	76.2	9.1	4.9	18.3
14	109.7	56.4	47.2	47.2	4.6	41.1		10.4	5.5	20.7
16	125.0	64.0	54.9	54.9	5.2	45.7		11.6	6.1	23.8
18	140.2	73.2	61.0	61.0	5.8	50.3		12.8	7.0	25.9
20	158.5	83.8	71.6	71.6	6.7	61.0		15.2	7.9	30.5
24	185.9	97.5	80.8	80.8	7.6	73.2		18.3	9.1	35.1

Equivalent Length of Straight Pipe for Valves and Fittings (m)												
Screwed Fittings		Pipe Size										
		1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4
Elbows	Regular 90 deg	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.0	2.3	2.6	2.8	3.4	4.0
	Long radius 90 deg	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.4
	Regular 45 deg	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.7
Tees	Line flow	0.2	0.4	0.5	0.7	1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.7	5.2
	Branch flow	0.7	1.1	1.3	1.6	2.0	2.7	3.0	3.7	4.0	5.2	6.4
Return Bends	Regular 180 deg	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.0	2.3	2.6	2.8	3.4	4.0
Valves	Globe	6.4	6.7	6.7	7.3	8.8	11.3	12.8	16.5	18.9	24.1	33.6
	Gate	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.8
	Angle	3.9	4.6	4.6	4.6	5.2	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
	Swing Check	2.2	2.2	2.4	2.7	3.4	4.0	4.6	5.8	6.7	8.2	11.6
Strainer			1.4	1.5	2.0	2.3	5.5	6.1	8.2	8.8	10.4	12.8

engineeringtoolbox.com

حساب قطر الأنبوب المناسب Pipe diameter sizing		
m ³ /hr	التدفق ضمن الأنبوب (متر مكعب بالساعة) / إدخال يدوي Water florate inside pipe / Input	60.0000
m/sec	سرعة الجريان المفروضة / إدخال يدوي Water velocity / Input	1.0000
m ³ /sec	التدفق (متر مكعب بالثانية) / حساب أوتوماتيكي Water florate inside pipe / Auto	0.0167
m ²	مساحة المقطع (متر مربع) / حساب أوتوماتيكي Pipe area / Auto	0.0167
m	نصف قطر الأنبوب (متر) / حساب أوتوماتيكي Pipe radius / Auto	0.0729
Inch	قطر الأنبوب بالحساب / حساب أوتوماتيكي Pipe diameter / Auto	5.7366
Inch	قطر الأنبوب المقترح (الفعلي) / حساب أوتوماتيكي Actual pipe diameter / Auto	6.0000
m	نصف قطر الأنبوب الفعلي (متر) / حساب أوتوماتيكي Actual pipe radius / Auto	0.0762
m ²	مساحة المقطع الفعلي (متر مربع) / حساب أوتوماتيكي Actual pipe area / Auto	0.0182
m/sec	سرعة الجريان الفعلية ضمن الأنبوب / حساب أوتوماتيكي Actual water velocity / Auto	0.9141

يجب إدخال قيمة سرعة جريان أفتراضية مناسبة
تتراوح السرعة المثالية ضمن الأنبوب من 0.5 حتى 1.5 متر بالثانية
Ideal value must be between 0.5 & 1.5 [m/sec]

في حال كانت قيمة قطر الأنبوب غير متوفرة في الأسواق
يتم تعديل قيمة السرعة للحصول على القطر المناسب

يتم حساب هذه القيمة بالاعتماد على تقريب قيمة قطر الأنبوب
بالحساب - كما يمكن إدخال هذه القيمة يدوياً

يتم ادخال فقط الخلايا المحددة باللون البرتقالي أما باقي الخلايا فيتم حسابها آلياً

Hazen-Williams Equation for Pressure Loss in Pipes

Designed By Eng. Haytham Bakour

يتم ادخال فقط الخلايا المحددة باللون البرتقالي أما باقي الخلايا فيتم حسابها آليا
تصميم : م هيثم بكور - هدية للأخوة العاملين في مجال المياه و الإصحاح البيئي

موقع نت رائع لحساب ضياعات الاحتكاك الطولية
و المحلية في آن واحد

SI Units

Specified Data

l = length of pipe (m)	1400
c = Hazen-Williams roughness constant	120
q = volume flow (m ³ /hr)	60
q = volume flow (liter/sec)	16.6666667
dh = inside or hydraulic diameter (inches)	6
dh = inside or hydraulic diameter (mm)	152.4

طول الأنبوب (خط الضخ) / إدخال يدوي

ثابت هايزن ويليامز (يؤخذ من الجداول المجاورة) / إدخال يدوي

تدفق المياه ضمن الأنبوب (مترمكعب بالساعة) / إدخال يدوي

القطر الداخلي للأنبوب (أنش) / إدخال يدوي

Calculated Pressure Loss

f = friction head loss in mm of water per 100 m of pipe (mm H2O per 100 m pipe)	743.47
f = friction head loss in mm of water per 100 m of pipe (m H2O per 100 m pipe)	0.74
f = friction head loss in kPa per 100 m of pipe (kPa per 100 m pipe)	7.29
Head loss (mm H2O)	10408.58
Head loss (kPa)	102.11
Head loss (m H2O)	10.41

ضياعات الاحتكاك : متر عمود ماء لكل 100 متر من الأنبوب

ضياعات الاحتكاك الكلية للخط : متر عمود ماء

Material Hazen- material of pipe

ABS - Acrylonite
Aluminum
Asbestos Ce
Asphalt Lin
Brass
Brick sew
Cast-Iron - new un
Cast-Iron 10 ye
Cast-Iron 20 ye
Cast-Iron 30 ye
Cast-Iron 40 ye
Cast-Iron, aspha
Cast-Iron, ceme
Cast-Iron, bitumi
Cast-Iron, sea
Cast-Iron, wrou

Calculated Flow Velocity

ضباغات الاحتكاك المحلي (الضباغات الناتجة في التجهيزات : سكر - كوع - تي - صمام عدم الرجوع)

يتم استخراج الطول المكافئ للضباغ لكل تجهيزه من الجداول التالية و يعوض في المعادلات في صفحة ضباغات الاحتكاك الطولية لحساب ضباغات الاحتكاك و تعويضها في المعادلات

Friction Loss in PVC Fittings = EQUIVALENT meter OF STRAIGHT PIPE

PVC Type	Pipe Size								
	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"
90° elbow	0.4572	0.6096	0.6858	1.2192	1.2192	1.8288	2.4384	2.4384	3.6576
45° elbow	0.2286	0.3048	0.42672	0.5334	0.6096	0.762	0.9144	1.2192	1.524
insert coupling	0.1524	0.2286	0.3048	0.381	0.4572	0.6096	0.9144	0.9144	1.2192
gate valve	0.09144	0.12192	0.18288	0.24384	0.3048	0.4572	0.48768	0.6096	0.9144
male/female adapte	0.3048	0.4572	0.6096	0.8382	1.0668	1.3716	1.6764	1.9812	2.8956
tee-flow (run)	0.3048	0.42672	0.51816	0.70104	0.82296	1.31064	1.55448	1.92024	2.52984
tee-flow (branch)	1.2192	1.524	1.8288	2.1336	2.4384	3.6576	4.572	4.8768	6.7056

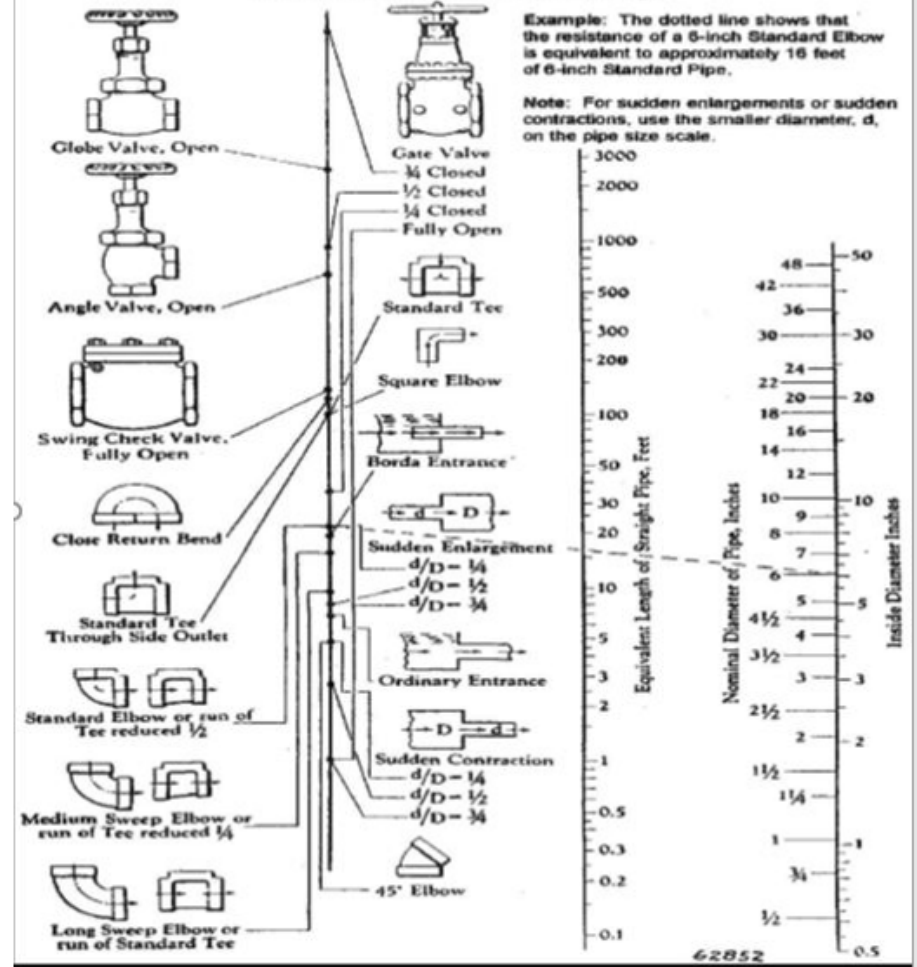
Friction Loss in PVC Fittings = EQUIVALENT meter OF STRAIGHT PIPE

VALVES AND FITTINGS LOSSES IN EQUIVALENT meter OF PIPE

Nominal Pipe Size (in)	Globe Valve	60°-Y Valve	45°-Y Valve	Angle Valve	Gate Valve	Swing Check Valve	Y-Strainer	90° Elbow	45° Elbow	Flow-Thru Branch
1/2	5.5	2.7	2.1	2.1	0.2	1.8	0.9	0.5	0.2	0.9
3/4	6.7	3.4	2.7	2.7	0.3	2.4	1.2	0.6	0.3	1.2
1	8.8	4.6	3.7	3.7	0.3	3.0	1.5	0.8	0.4	1.5
1 1/4	11.6	6.1	4.6	4.6	0.5	4.3	2.7	1.0	0.5	2.1
1 1/2	13.1	7.3	5.5	5.5	0.5	4.9	3.0	1.2	0.6	2.4
2	16.8	9.1	7.3	7.3	0.7	6.1	8.2	1.5	0.8	3.0
2 1/2	21.0	10.7	8.8	8.8	0.9	7.6	8.5	1.8	1.0	3.7
3	25.6	13.1	10.7	10.7	1.0	9.1	12.8	2.3	1.2	4.6
3 1/2	30.5	15.2	12.5	12.5	1.2	10.7	14.6	2.7	1.4	5.5
4	36.6	17.7	14.3	14.3	1.4	12.2	18.3	3.0	1.6	6.4
5	42.7	21.6	17.7	17.7	1.8	15.2	24.4	4.0	2.0	7.6
6	51.8	26.8	21.3	21.3	2.1	18.3	33.5	4.9	2.4	9.1
8	67.1	35.1	25.9	25.9	2.7	24.4	45.7	6.1	3.0	12.2
10	85.3	44.2	32.0	32.0	3.7	30.5	57.9	7.6	4.0	15.2

CONDENSED HYDRAULIC DATA WATER DATA

Friction losses in pipe fittings



حساب استطاعة المضخة والمولدة

في حال تم إدخال المعلومات في لوحة الإدخال الأساسية سيتم تحديثها أوتوماتيكياً في هذه الصفحة وكافة صفحات البرنامج

Htot : HEAD (m H2O)	41.4	m H2O	الضاغط الكلي للنظام الذي يتم الضخ عليه / إدخال يدوي
Q (VLOW -m³/hr)	60.0	m³/hr	التدفق الفعلي للمضخة / إدخال يدوي
Efficiency of pump	0.7	%	كفاءة المضخة / إدخال يدوي
Efficiency of pumpmotor	0.9	%	كفاءة محرك المضخة / إدخال يدوي
Q (VLOW -m³/day)	1200	m³/day	التدفق الفعلي للمضخة / حساب أوتوماتيكي
P (POWER OF PUMP)(KW)	9.68	KW	الاستطاعة الميكانيكية المطلوبة على محور المضخة / حساب أوتوماتيكي
P (POWER OF PUMP)(KW)	12.97	HP	الاستطاعة الميكانيكية المطلوبة على محور المضخة / حساب أوتوماتيكي
P (POWER OF MOTOR)(HP)	14.62	HP	استطاعة المحرك الكهربائي / حساب أوتوماتيكي
P (POWER OF MOTOR)(KW)	10.75	KW	استطاعة المحرك الكهربائي / حساب أوتوماتيكي
Power of generator	26.88	KVA	استطاعة مجموعة التوليد المطلوبة في حال كان الإقلاع أوتوترانس أو سوفت ستار

Designed By Eng. Haytham Bakour

حساب استهلاك مجموعة التوليد من الوقود

Actual Power of generator	13.98	KVA	الاستطاعة الفعلية لمجموعة التوليد / إدخال يدوي
Fuel consumption per Kwh	0.22	Liter/Kwh	استهلاك مجموعة التوليد لكل كيلو واط ساعي / إدخال يدوي

نهاية القسم الرابع

شكراً لإصغائكم

م هيثم بكور

Haytham1336@gmail.com

Mob: +905366839615

أساسيات علم المضخات

Pump Basics

القسم الخامس
منحني النظام للمضخات
و إيجاد نقطة العمل

Fifth section
System curve and finding
duty point

System curve: It is the relation between the total dynamic head required to operate pumping system and the flow value of that system.

منحني النظام : هو العلاقة بين الضاغط الكلي المطلوب لتشغيل نظام ضخ معين و بين قيمة التدفق لهذا النظام.

و بالتالي يكون لدينا لكل قيمة للتدفق قيمة محددة لازمة للضغط للتغلب على فرق الارتفاع الجغرافي للمياه بالإضافة إلى مجموع ضياعات الاحتكاك .

$$H_{tot} = h_s + h_f + h_m$$

H_{tot} : Total dynamic head [m] متر عمود ماء .

(TDH).

h_s : Static head.

h_s : فرق الارتفاع الستاتيكي (الجغرافي)

h_f : Head loses in pipe.

h_f : ضياعات الاحتكاك الطولية .

h_m : Minor head loses.

h_m : ضياعات الاحتكاك المحلية .

System curve: It is the relation between the total dynamic head required to operate pumping system and the flow value of that system.

منحني النظام : هو العلاقة بين الضاغط الكلي المطلوب لتشغيل نظام ضخ معين و بين قيمة التدفق لهذا النظام.

و بالتالي يكون لدينا لكل قيمة للتدفق قيمة محددة لازمة للضغط للتغلب على فرق الارتفاع الجغرافي للمياه بالإضافة إلى مجموع ضياعات الاحتكاك .

$$H_{tot} = h_s + h_f + h_m \longrightarrow H_{tot} = h_s + F(Q)$$

h_{tot} : Total dynamic head (TDH).

h_s : Static head.

h_f : Head loses in pipe.

h_m : Minor head loses.

H_{tot} : الضاغط الكلي للمضخة [m] متر عمود ماء .

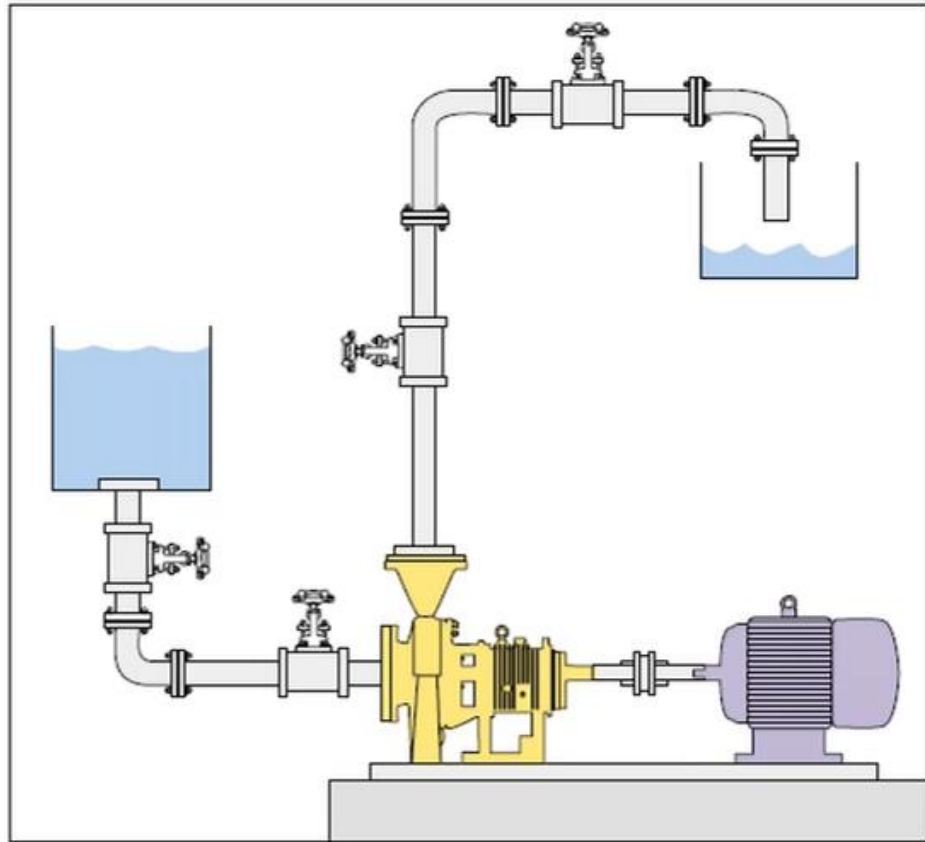
h_s : فرق الارتفاع الستاتيكي (الجغرافي)

h_f : ضياعات الاحتكاك الطولية .

h_m : ضياعات الاحتكاك المحلية .

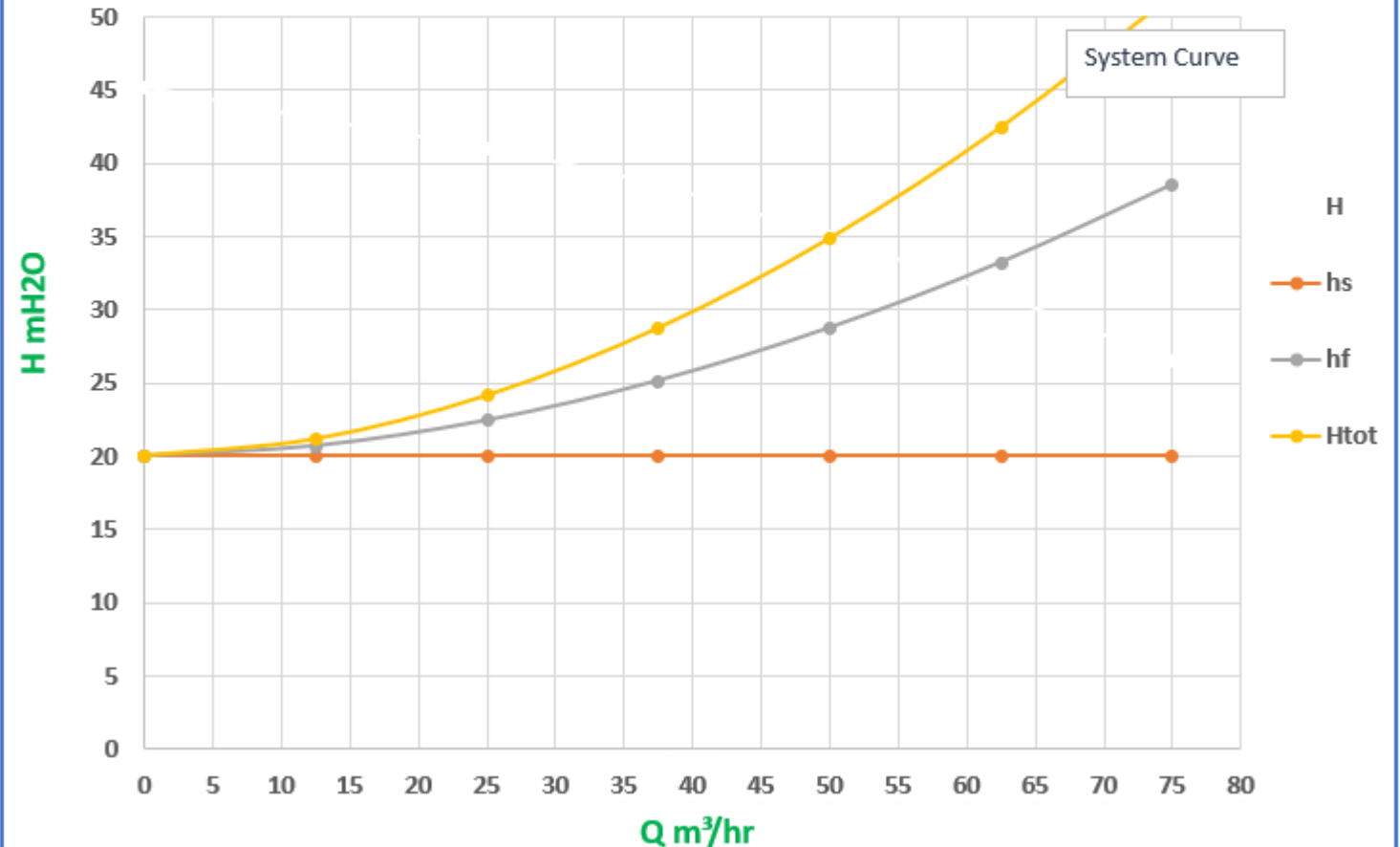
System curve

$$H_{tot} = h_s + F(Q)$$

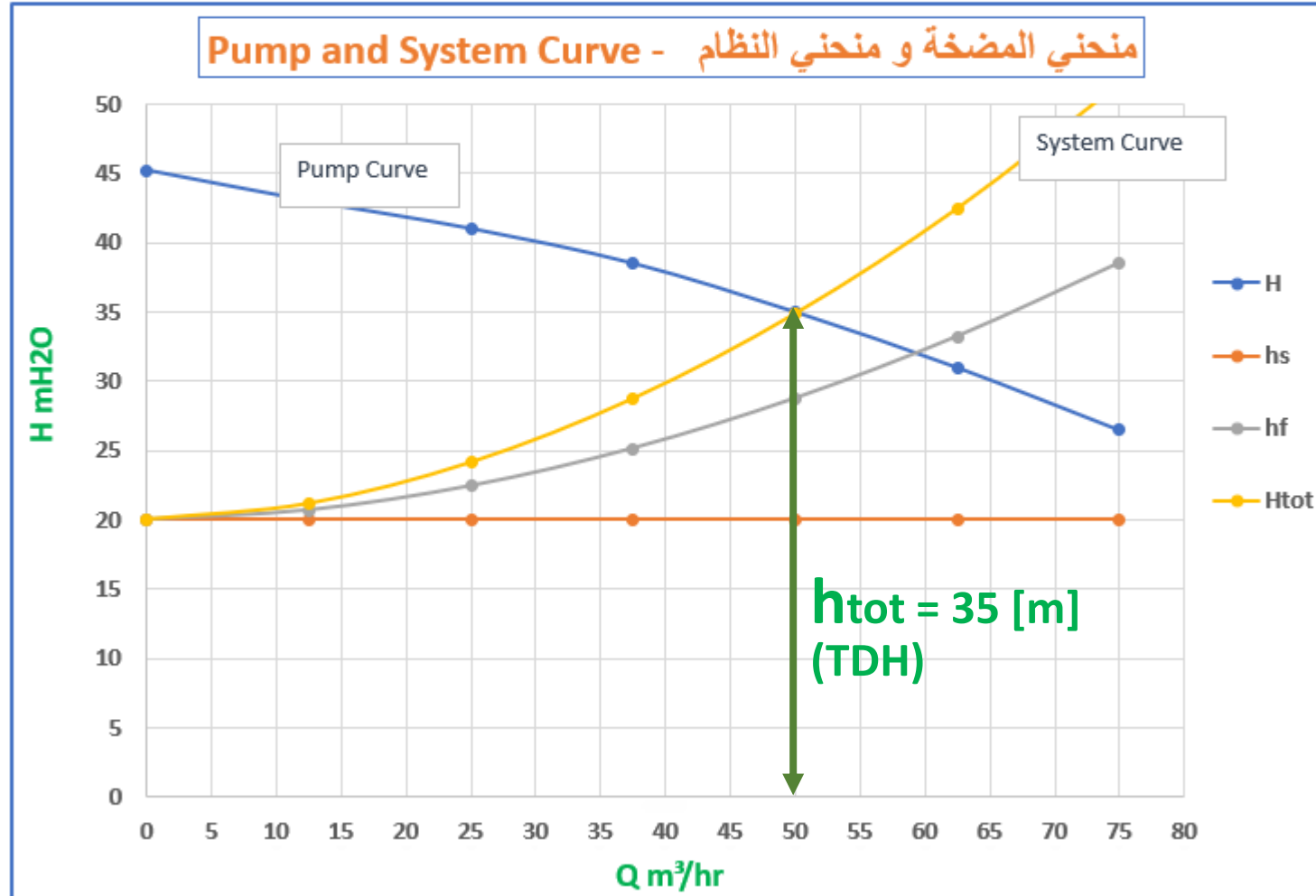


Q	75	62.5	50	37.5	25	12.5	0	m ³ /hr	قيمة التدفق
H	26.5	31	35	38.5	41	43	45.2	m H ₂ O	ضغوط المضخة
h _s	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	m H ₂ O	الضغوط الستاتيكي للنظام
h _f	18.5	13.2	8.8	5.1	2.4	0.7	0.0	m H ₂ O	ضياحات الاحتكاك الطولية
h _m	13.0	9.3	6.1	3.6	1.7	0.5	0.0	m H ₂ O	الضياحات الموضعية
H _{tot}	51.5	42.5	34.9	28.7	24.1	21.1	20.0	m H ₂ O	الضغوط الديناميكي الكلي

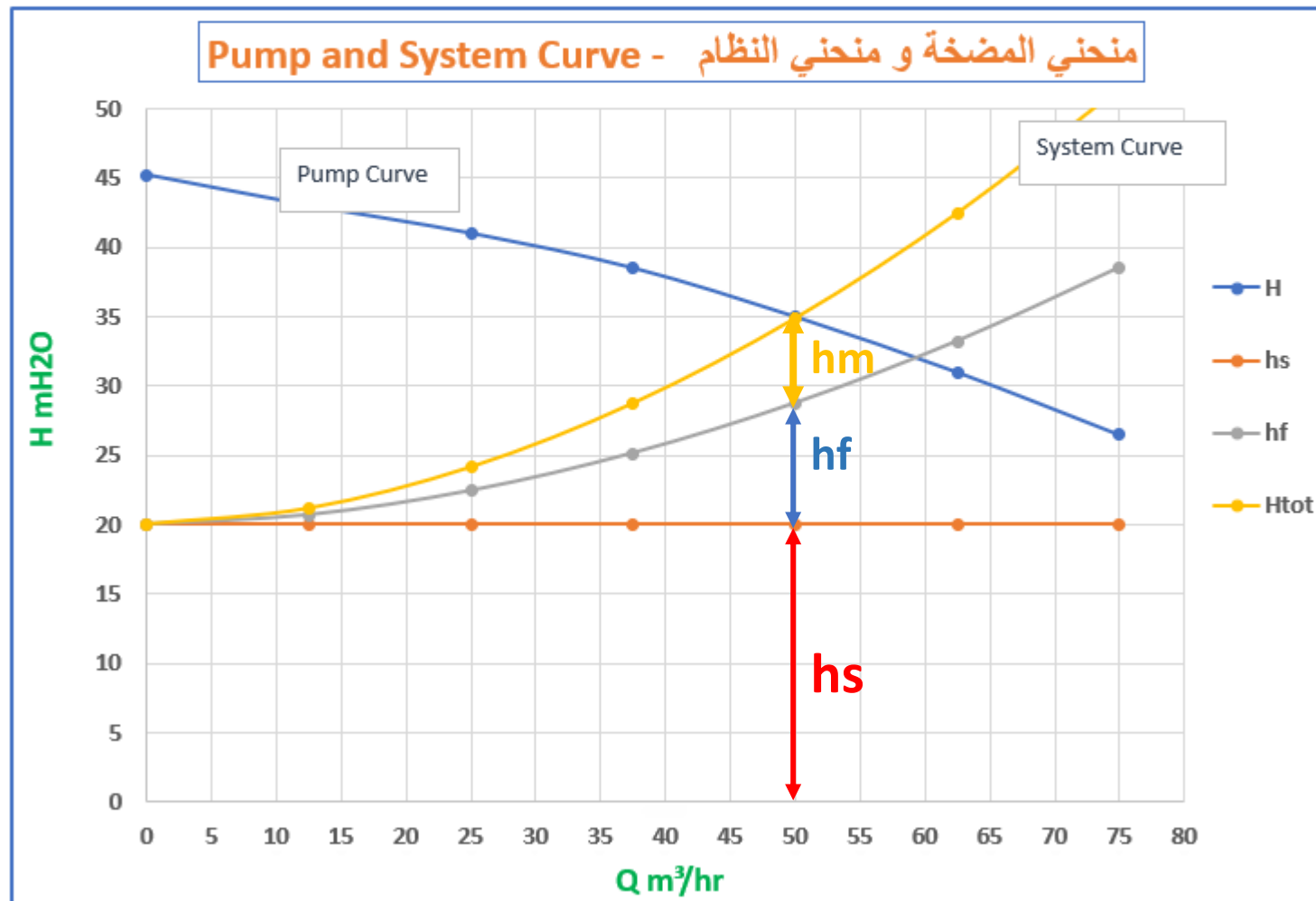
منحني المضخة و منحني النظام - Pump and System Curve



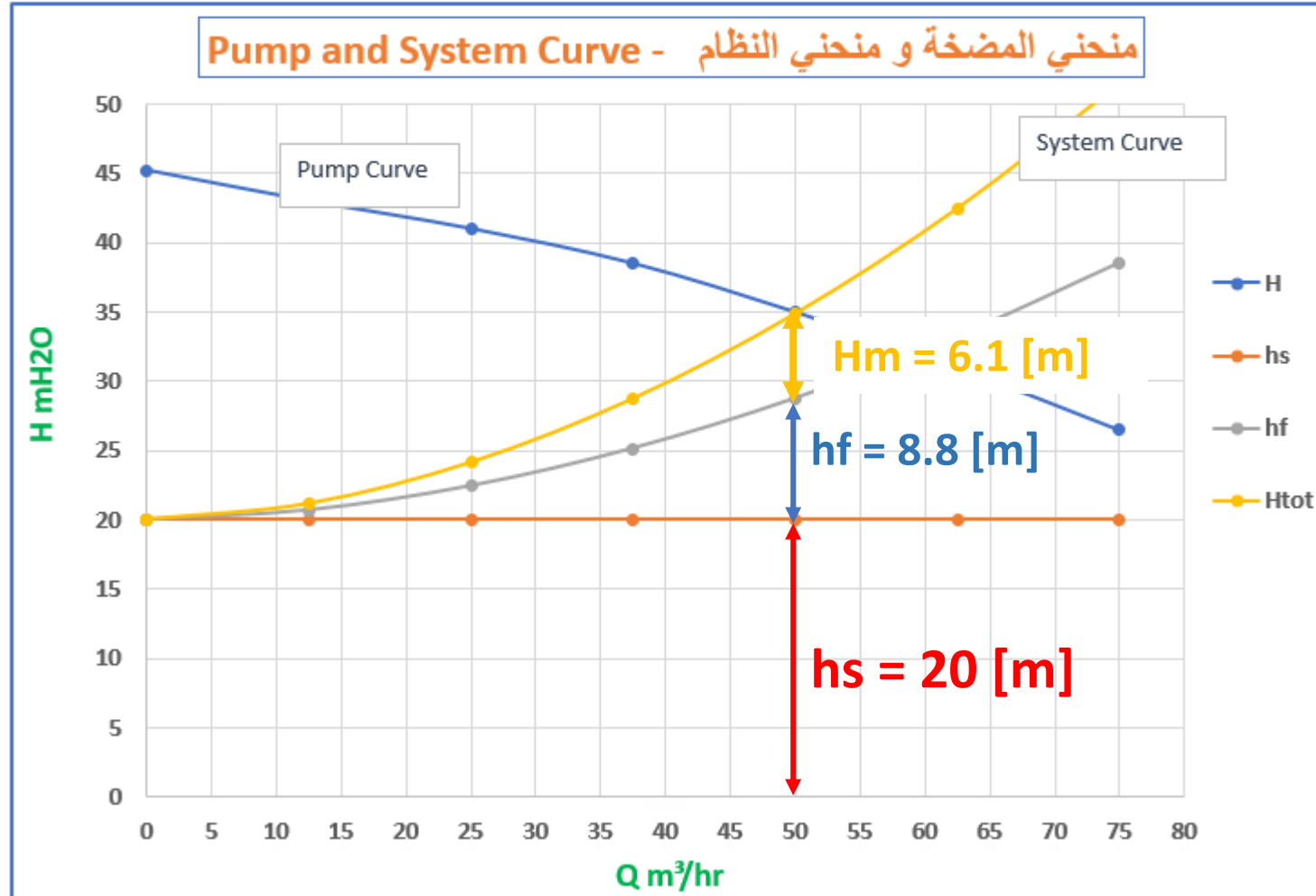
Q	75	62.5	50	37.5	25	12.5	0	m ³ /hr	قيمة التدفق
H	26.5	31	35	38.5	41	43	45.2	m H ₂ O	ضغوط المضخة
hs	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	m H ₂ O	الضغوط الستاتيكي للنظام
hf	18.5	13.2	8.8	5.1	2.4	0.7	0.0	m H ₂ O	ضباغات الاحتكاك الطولية
hm	13.0	9.3	6.1	3.6	1.7	0.5	0.0	m H ₂ O	الضباغات الموضعية
Htot	51.5	42.5	34.9	28.7	24.1	21.1	20.0	m H ₂ O	الضباغات الديناميكي الكلي

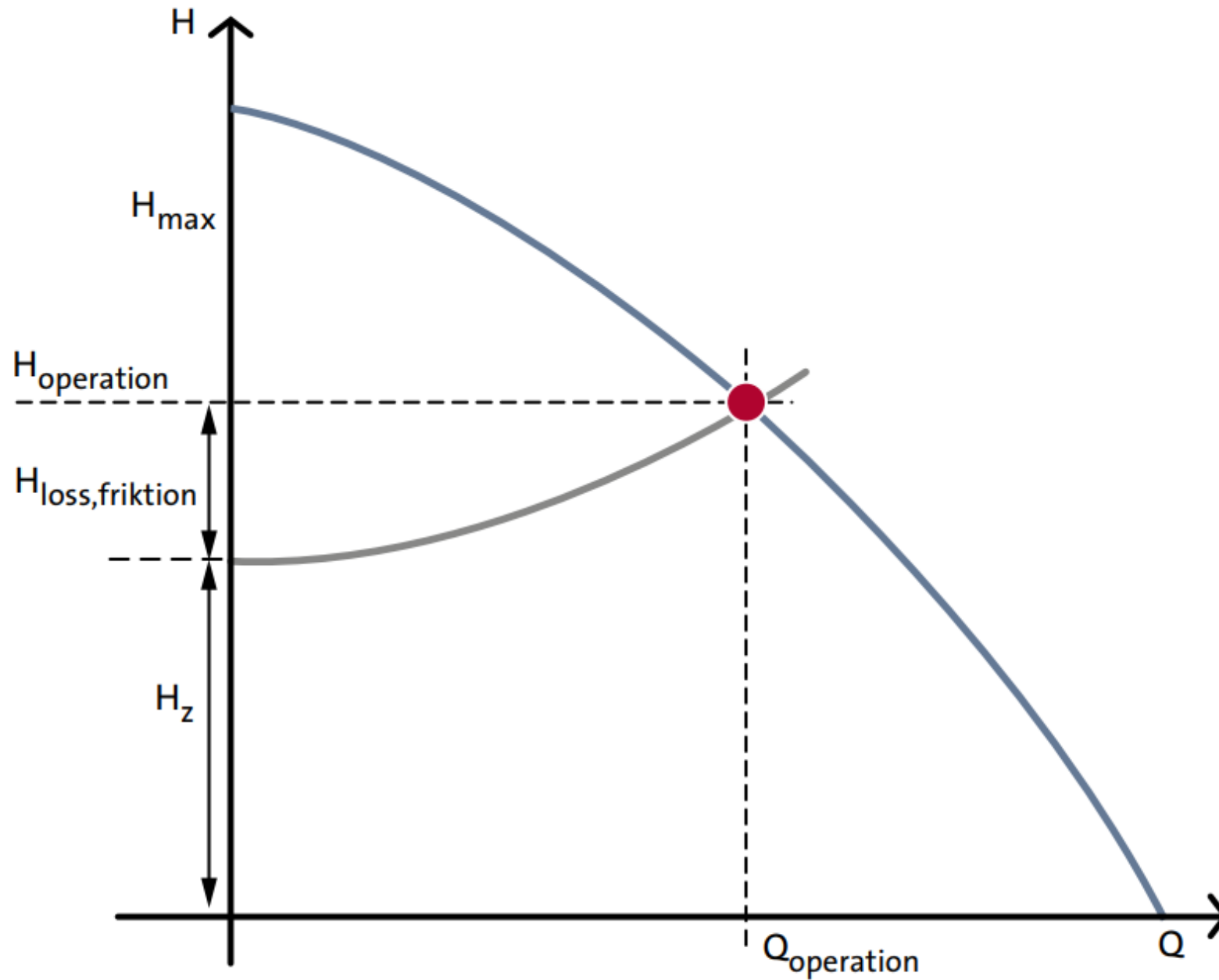


Q	75	62.5	50	37.5	25	12.5	0	m ³ /hr	قيمة التدفق
H	26.5	31	35	38.5	41	43	45.2	m H ₂ O	ضغوط المضخة
hs	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	m H ₂ O	الضغوط الستاتيكي للنظام
hf	18.5	13.2	8.8	5.1	2.4	0.7	0.0	m H ₂ O	ضواحيات الاحتكاك الطولية
hm	13.0	9.3	6.1	3.6	1.7	0.5	0.0	m H ₂ O	الضباغات الموضعية
Htot	51.5	42.5	34.9	28.7	24.1	21.1	20.0	m H ₂ O	الضباغات الديناميكي الكلي



Q	75	62.5	50	37.5	25	12.5	0	m ³ /hr	قيمة التدفق
H	26.5	31	35	38.5	41	43	45.2	m H ₂ O	ضغوط المضخة
hs	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	m H ₂ O	الضغوط الستاتيكي للنظام
hf	18.5	13.2	8.8	5.1	2.4	0.7	0.0	m H ₂ O	ضباغات الاحتكاك الطولية
hm	13.0	9.3	6.1	3.6	1.7	0.5	0.0	m H ₂ O	الضباغات الموضعية
Htot	51.5	42.5	34.9	28.7	24.1	21.1	20.0	m H ₂ O	الضباغات الديناميكي الكلي





نهاية القسم الخامس

شكراً لإصغائكم

م هيثم بكور

Haytham1336@gmail.com

Mob: +905366839615

أساسيات علم المضخات

Pump Basics

القسم السادس
مثال إيجاد نقطة العمل للمضخات

Sixth section
Finding duty point
example

- تمرين :

- مطلوب إيجاد المضخة المناسبة و إيجاد نقطة العمل
و ذلك للحالة التالية :

- الضاغط الكلي : 116 متر عمود ماء .
- التدفق : 30 متر مكعب بالساعة .
- فرق الارتفاع الجغرافي (الستاتيكي) : 100 متر.

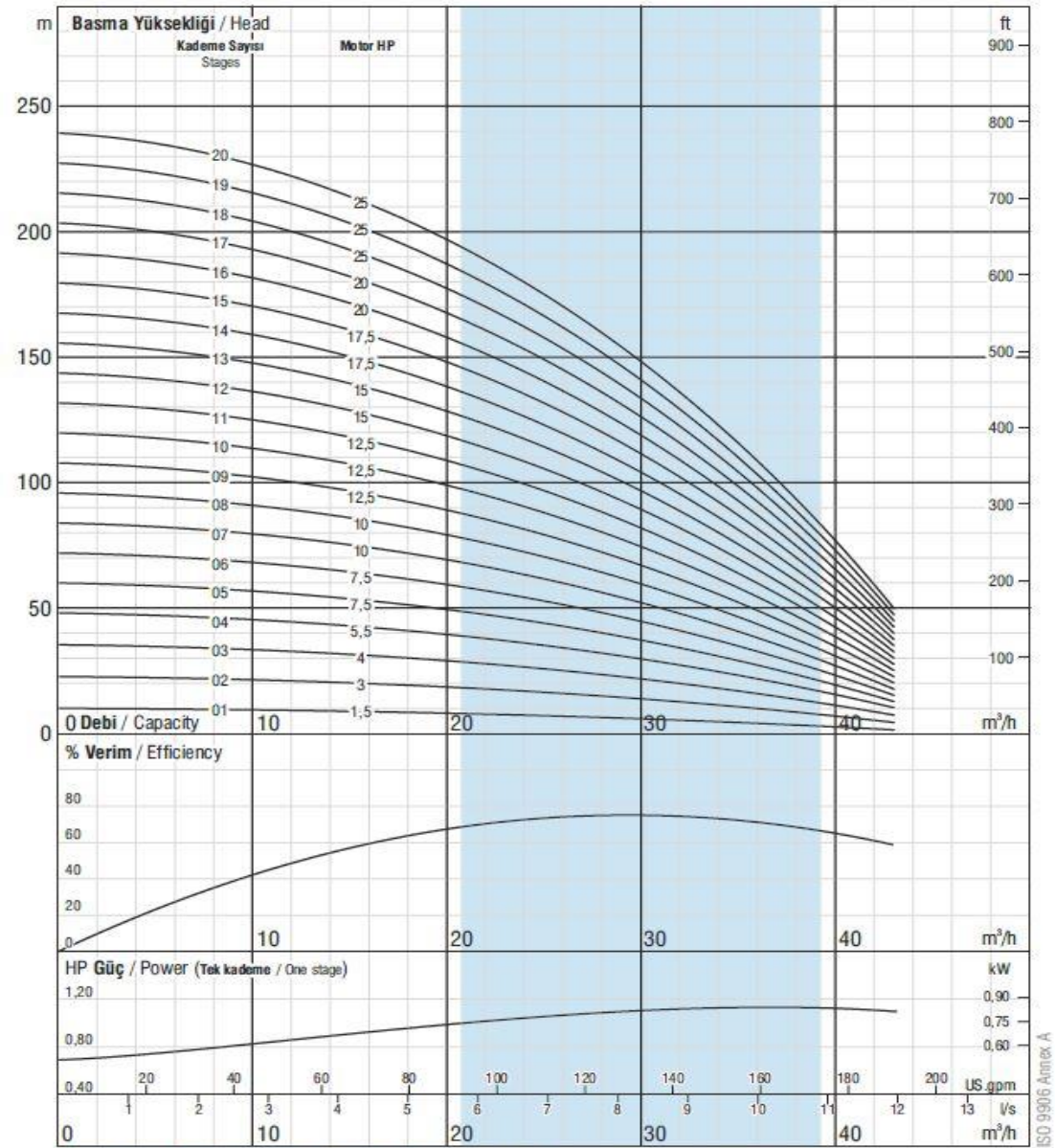
Example:

- Find the suitable pump for the following data:

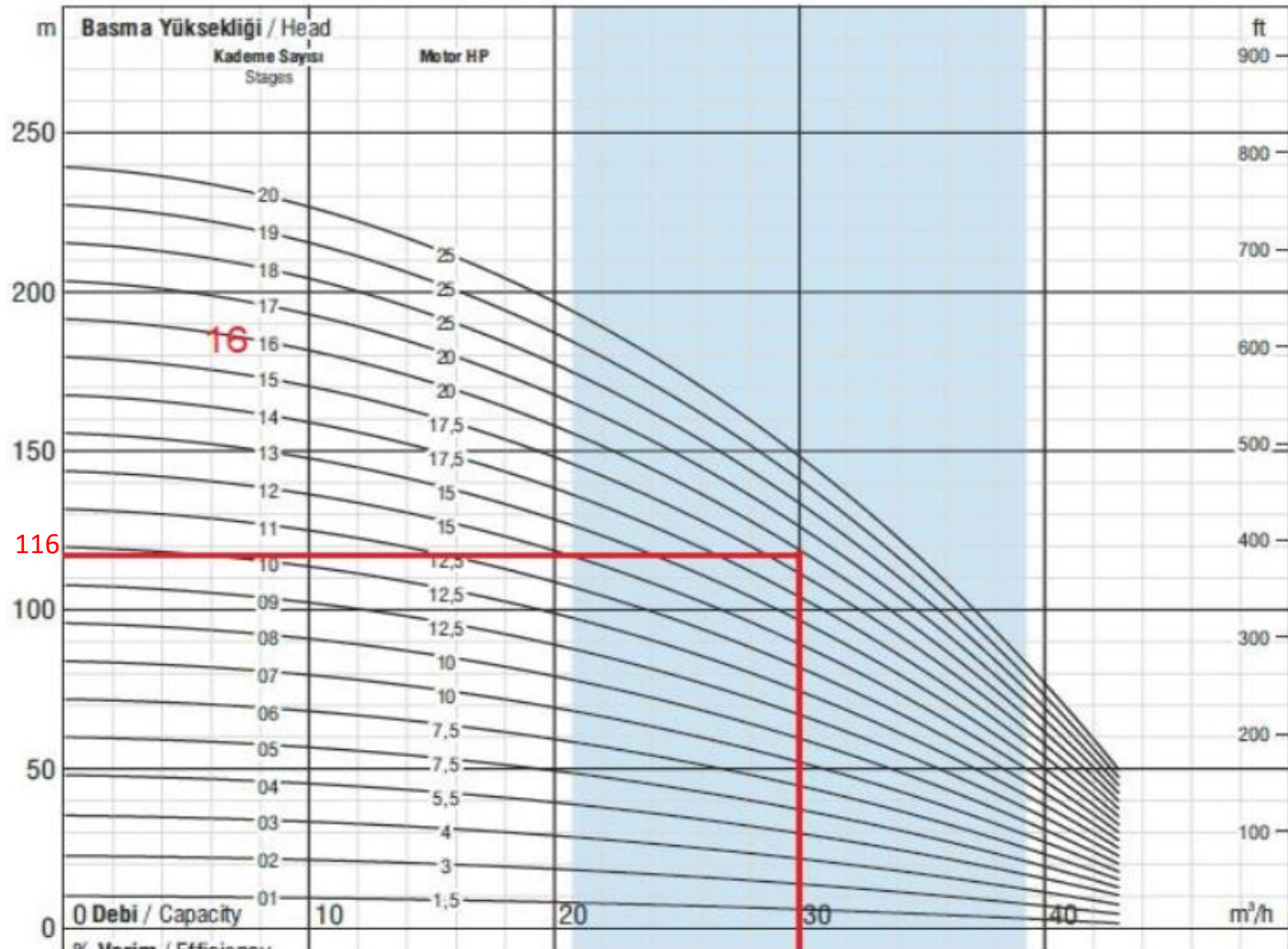
TDH (H_{tot}) = 116 [m H₂O].

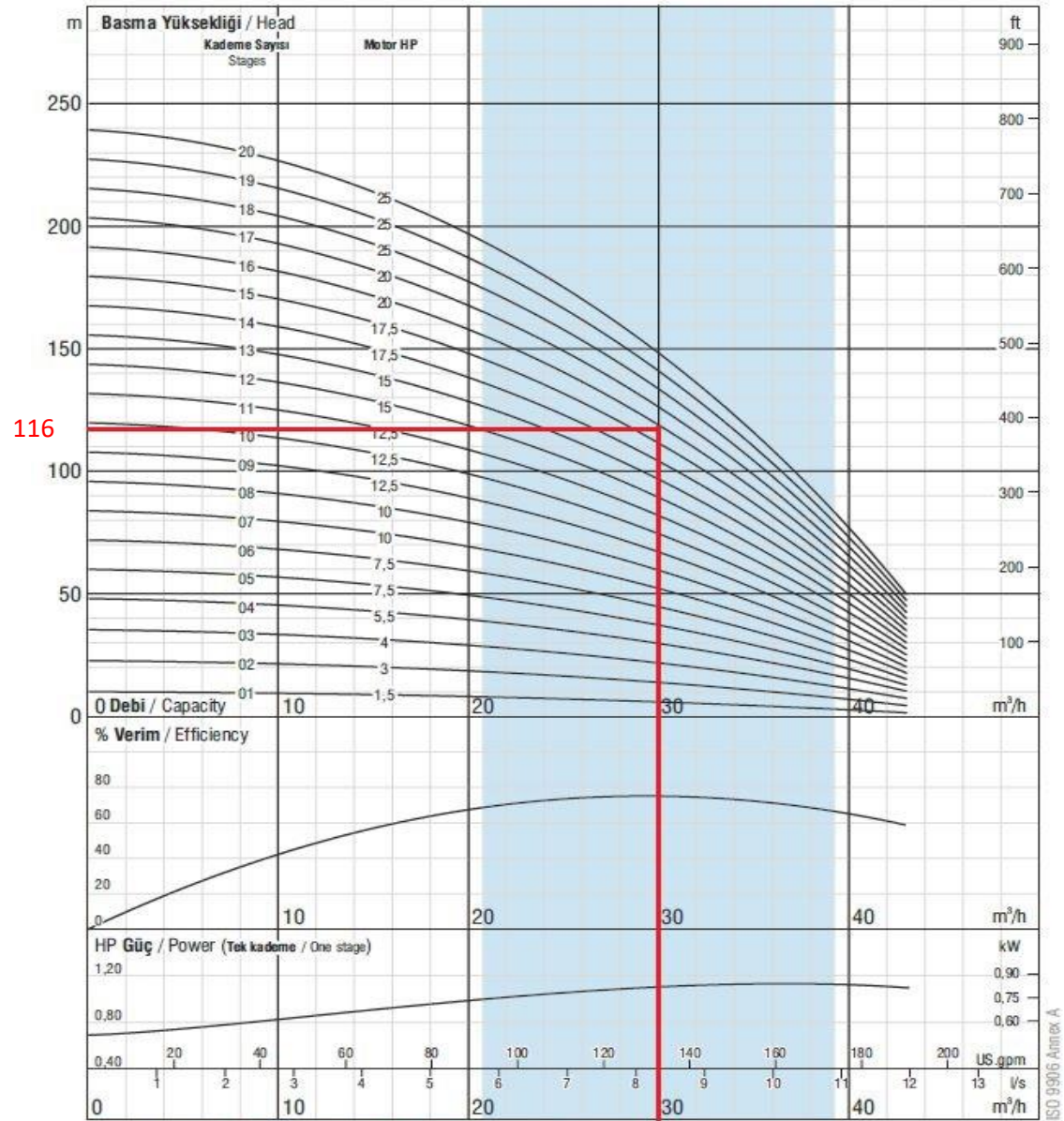
Static head = 100 [m H₂O].

Flowrate = 30 [m³/h]

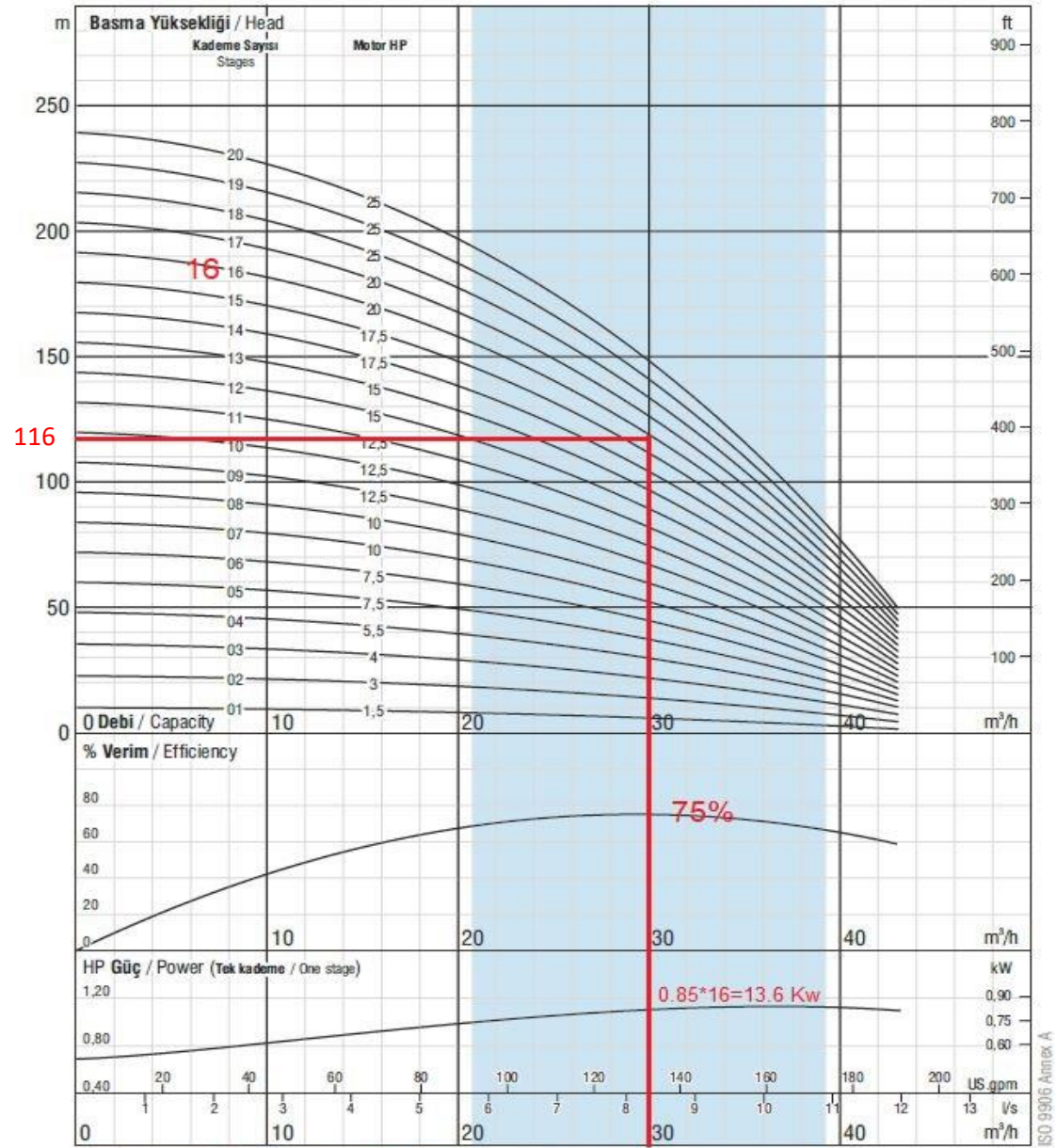


Firmamız teknolojik gelişmeler nedeniyle değişiklik hakkını saklı tutar.
Due to continuous improvement in design we reserve the right to amend specifications or data without prior notice.





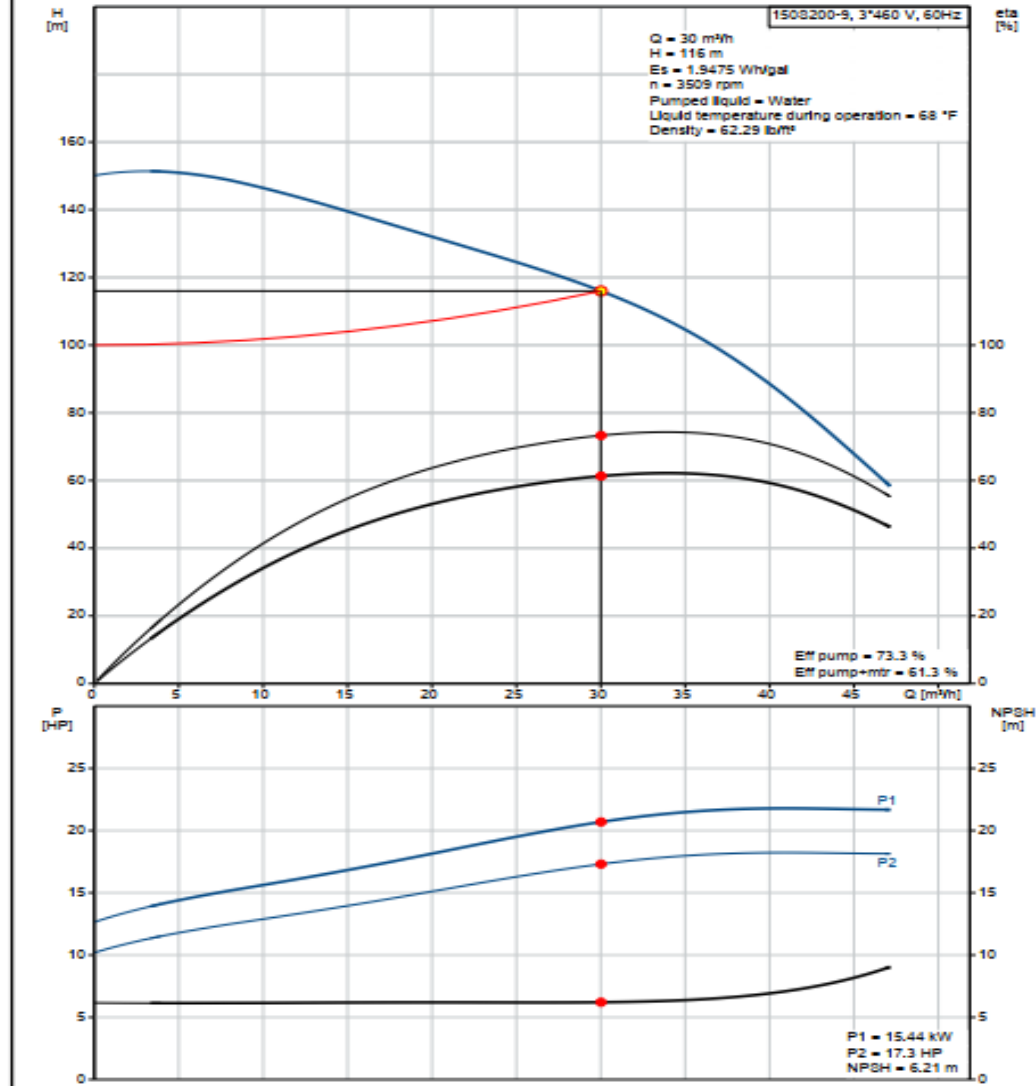
Firmamız teknolojik gelişmeler nedeniyle değişiklik hakkını saklı tutar.
Due to continuous improvement in design we reserve the right to amend specifications or data without prior notice.

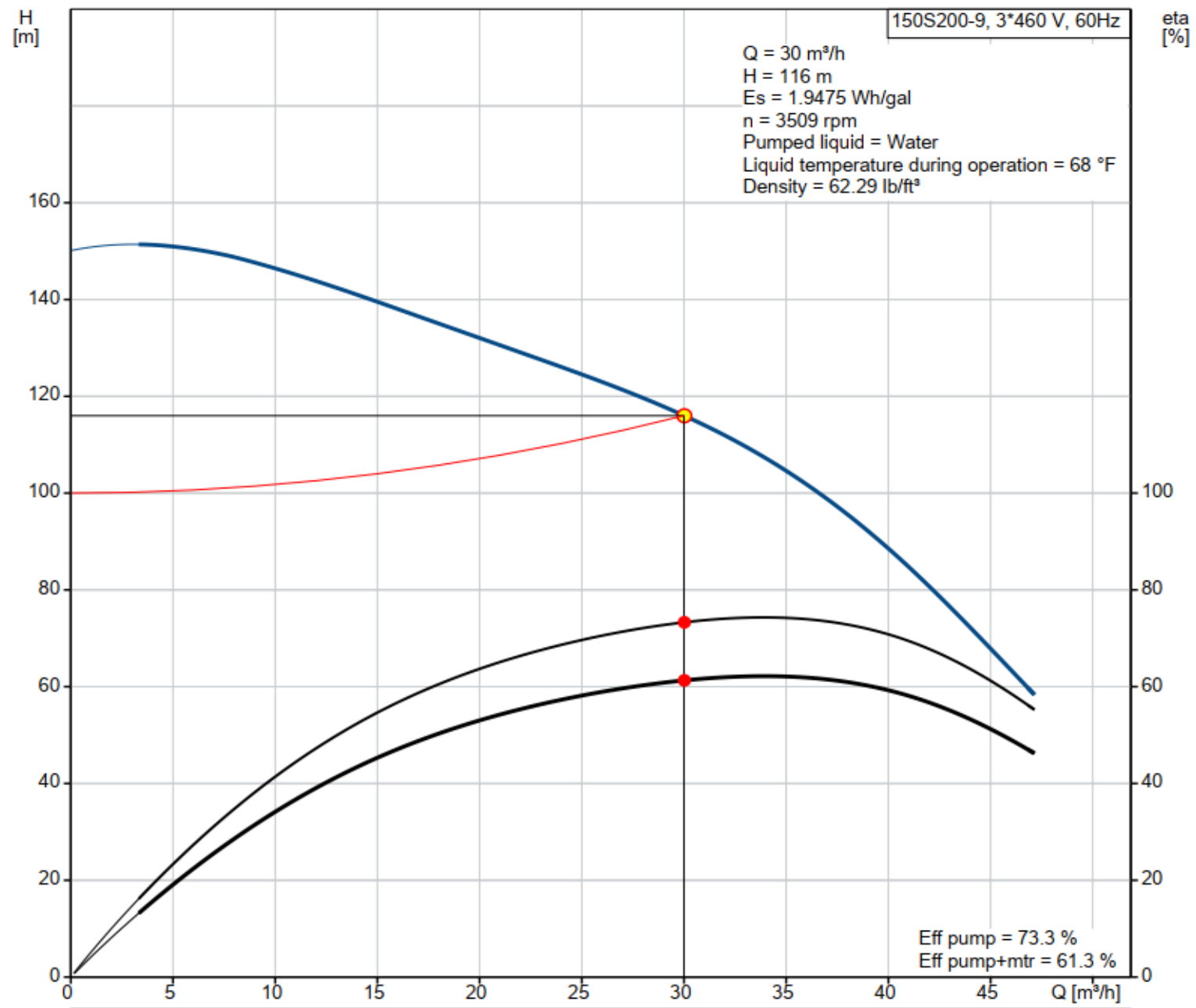


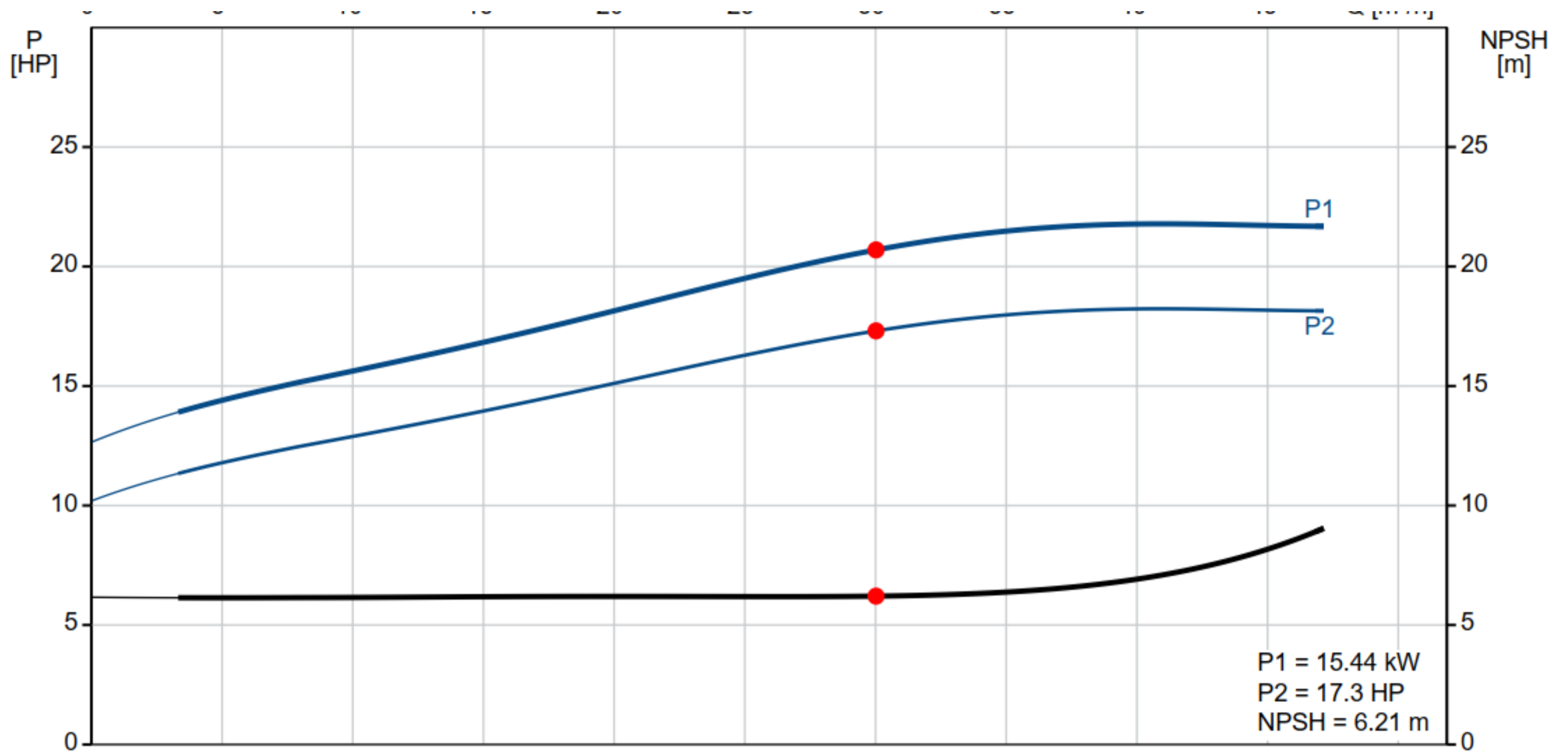
Firmamız teknolojik gelişmeler nedeniyle değişiklik hakkını saklı tutar.
Due to continuous improvement in design we reserve the right to amend specifications or data without prior notice.

Pompa Tipi <i>Pump Type</i>	Kad. Sayısı <i>Stages</i>	Motor		Ölçüler / <i>Dimensions (mm)</i>					Ağırlık / <i>Weight (kg)</i>		
		kW	HP	L	LM	LP	ΦM	ΦP	Motor <i>Motor</i>	Pompa <i>Pump</i>	Toplam <i>Total</i>
VSP SS 06030/01	1	1,1	1,5	765	401	364	95	132	10.35	6	16.35
VSP SS 06030/02	2	2,2	3	930	471	459	95	132	13.9	9	22.9
VSP SS 06030/03	3	3	4	1084	530	554	95	132	16.2	11	27.2
VSP SS 06030/04	4	4	5,5	1249/1298	600/649	649	95/142	132	19.8/40	13	32.8/53
VSP SS 06030/05	5	5,5	7,5	1399/1393	655/649	744	95/142	132	22.5/40	15	37.5/55
VSP SS 06030/06	6	5,5	7,5	1494/1488	655/649	839	95/142	132	22.5/40	17	39.5/57
VSP SS 06030/07	7	7,5	10	1729/1612	795/678	934	95/142	132	28.8/43.5	19	47.8/62.5
VSP SS 06030/08	8	7,5	10	1824/1707	795/678	1029	95/142	132	28.8/43.5	21	49.8/64.5
VSP SS 06030/09	9	9,3	12,5	1882	758	1124	142	132	50	23	73
VSP SS 06030/10	10	9,3	12,5	1977	758	1219	142	132	50	25	75
VSP SS 06030/11	11	9,3	12,5	2072	758	1314	142	132	50	27	77
VSP SS 06030/12	12	11	15	2209	800	1409	142	132	55	29	84
VSP SS 06030/13	13	11	15	2304	800	1504	142	132	55	31	86
VSP SS 06030/14	14	13	17,5	2450	851	1599	142	132	60	33	93
VSP SS 06030/15	15	13	17,5	2545	851	1694	142	132	60	36	96
VSP SS 06030/16	16	15	20	2700	911	1789	142	132	65	38	103
VSP SS 06030/17	17	15	20	2795	911	1884	142	132	65	40	105
VSP SS 06030/18	18	18,5	25	2952	973	1979	142	132	72	42	114
VSP SS 06030/19	19	18,5	25	3047	973	2074	142	132	72	44	116
VSP SS 06030/20	20	18,5	25	3142	973	2169	142	132	72	46	118

13B63609 150S200-9 60 Hz







نهاية القسم السادس

شكراً لإصغائكم

م هيثم بكور

Haytham1336@gmail.com

Mob: +905366839615

أساسيات علم المضخات

Pump Basics

القسم السابع
التكهف في المضخات

Seventh section
Cavitation in pump

ماذا تعني ظاهرة التكيف؟؟ What does cavitation mean??

Cavitation is a very dangerous phenomenon that occurs in pumps and water systems.

Cavitation occurs when the pressure within the pumping system is less than or equal to the evaporation pressure of the fluid at the operating temperature of the pump or water system.

Meaning that, for example, at a temperature of 50 degrees Celsius, the evaporation pressure is equal to 1.24 meters of a column of water. When the value of the absolute pressure drops below this value within the pump, the water evaporates and bubbles of fluid vapor are formed. These bubbles soon burst into the pump later (when it increases Pressure) causing precise explosions and a very large shock on the impeller blades and the pump body, which leads to corrosion of the blades of the pump and very violent vibrations within the pump, which leads to a decrease in the rate of fluid flow through the pump and subsequently leads to damage to the pump.

التكيف هي ظاهره خطيره جدا تحدث في المضخات وفي شبكات المياه.

يحدث التكيف عندما يكون الضغط داخل منظومة الضخ أقل من أو يساوي ضغط التبخر للمائع عند درجة حرارة التشغيل للمضخة أو شبكة المياه.

بمعني أنه علي سبيل المثال عند درجة حراره 50 درجة سلزيوس يكون ضغط التبخر يساوي 1.24 متر عمود ماء, فعندما تنزل قيمة الضغط المطلق تحت هذه القيمة ضمن المضخة يتبخر الماء و تتكون فقاعات من بخار المائع هذه الفقاعات ما تلبث أن تنفجر لاحقاً ضمن المضخة (عندما يزداد الضغط) محدثه انفجارات دقيقة و صدمة كبيرة جداً على شفرات البروانة و جسم المضخة تؤدي الي تآكل شفرات بروانة المضخة واهتزازات عنيفه جداً ضمن المضخة مما يؤدي إلى تقليل معدل تدفق المائع خلال المضخة و يؤدي لاحقاً إلى تلف المضخة .

التكهف ضار بالمضخات بشكل كبير وينتج عنه الأضرار التالية:

- ❖ ضجيج و اهتزازات زائدة في المضخة (مما يؤدي إلى تلف المضاجع و موانع التسرب وما إلى ذلك).
- ❖ تآكل و تلف البروانة بشكل سريع .
- ❖ زيادة الضياعات (الفواقد) ضمن المضخة و بالتالي انخفاض عامل الأداء للمضخة (مردود المضخة).

Cavitation is very harmful to pumps and causes the following damages:

- ❖ Excessive noise and vibration in the pump (damaging the bearings, seals, etc.).
- ❖ Corrosion and damage to impeller quickly.
- ❖ Increased losses within the pump, and thus a decrease in the performance factor of the pump .

إذا ما هو الحل للتخلص من ظاهرة التكهف
ضمن المضخات ؟

So what is the solution to getting rid of
the cavitation within the pumps?

الضغط المطلق ؟

Absolute pressure?



❖ **الضغط النسبي (ضغط المقياس)** يقصد به

الضغط المقروء في مقاييس الضغط المعروفة.

❖ **الضغط الجوي** هو وزن عمود من الهواء على مقطعه العرضي هو

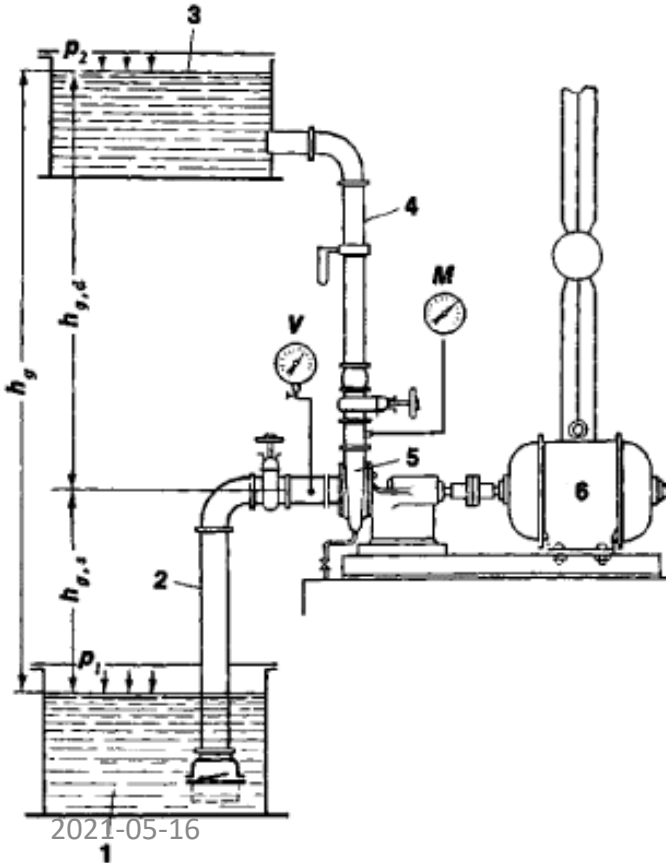
وحدة المساحات، وارتفاعه يعادل سُمك الغلاف الجوي.

الضغط الجوي = 1 atm أو بالتقريب 1 بار.

❖ **الضغط المطلق** و هو يساوي قيمة الضغط المقروء في مقياس

الضغط (الضغط النسبي) مضافاً إليه قيمه الضغط الجوي في

نقطة القياس.



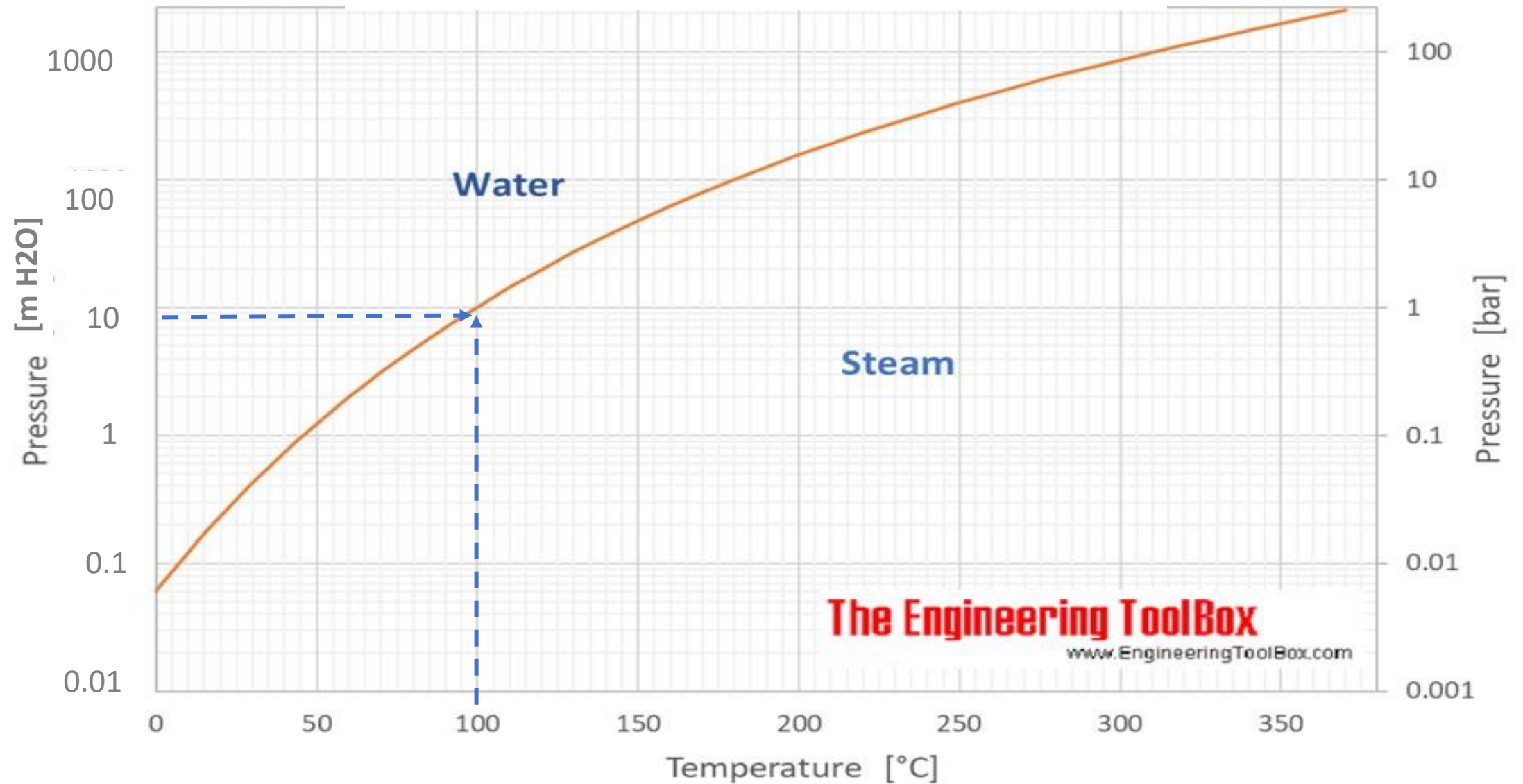
Absolute pressure is the sum of gauge pressure and atmospheric pressure.

The absolute pressure cannot be negative, so the smallest absolute pressure is zero.

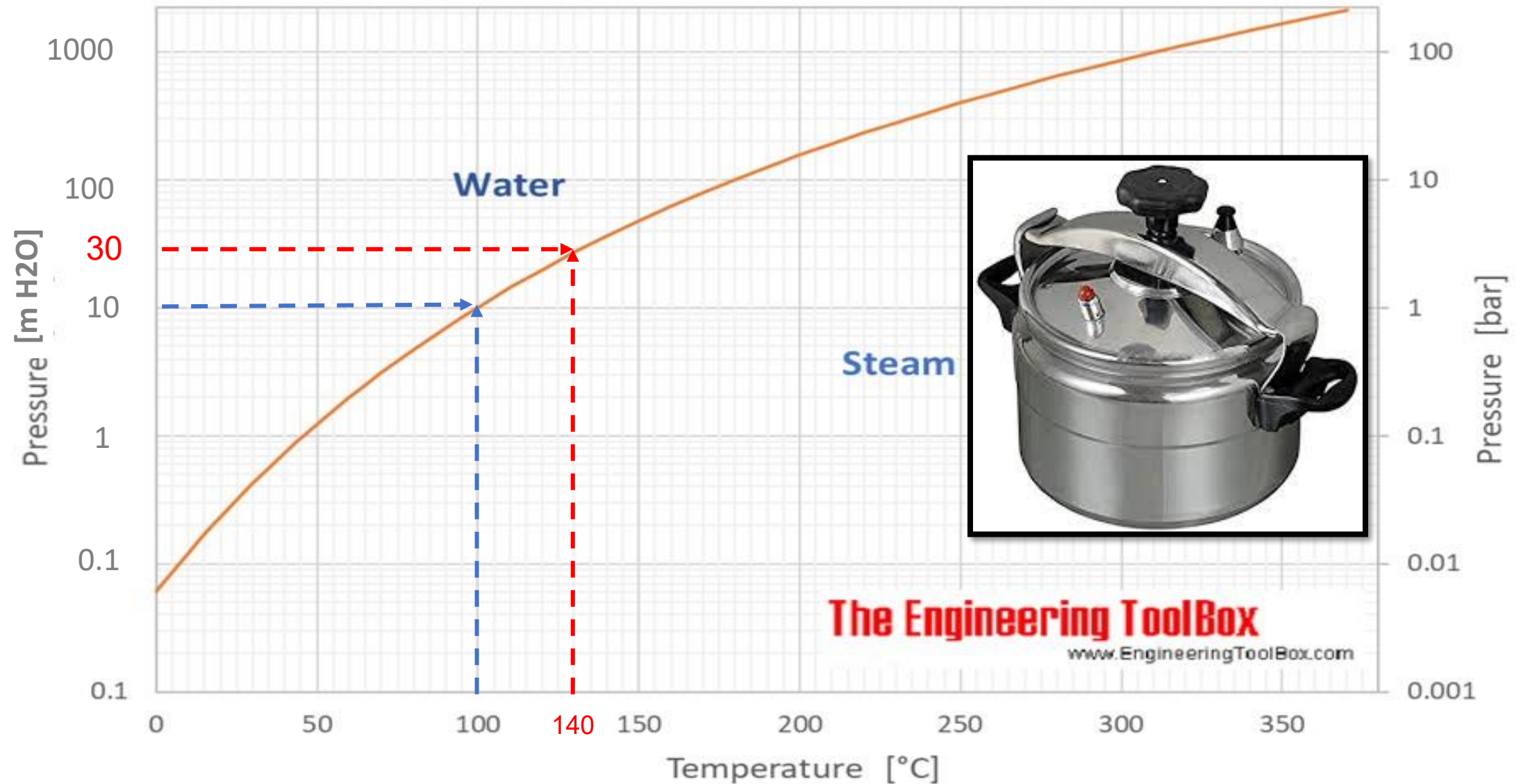
ضغط التبخر للمياه ؟

Vapor pressure?

ضغط تبخر المياه عند درجات الحرارة المختلفة



ضغط تبخر المياه عند درجات الحرارة المختلفة



Temperature	Water saturation pressure			
[°C]	[kPa]	[m H2O]	[atm]	[psi]
0.01	0.61	0.06	0.006	0.088712
2	0.71	0.07	0.007	0.1024
4	0.81	0.08	0.008	0.118
10	1.23	0.12	0.012	0.17814
14	1.60	0.16	0.016	0.23192
18	2.06	0.21	0.020	0.29946
20	2.34	0.23	0.023	0.33929
25	3.17	0.32	0.031	0.45976
30	4.25	0.42	0.042	0.61598
34	5.33	0.53	0.053	0.77234
40	7.38	0.74	0.073	1.0711
44	9.11	0.91	0.090	1.3216
50	12.35	1.24	0.122	1.7915
54	15.02	1.50	0.148	2.1788
60	19.95	1.99	0.197	2.8929
70	31.20	3.12	0.308	4.5253
80	47.41	4.74	0.468	6.8768
90	70.18	7.02	0.693	10.179
96	87.77	8.78	0.866	12.73
100	101.42	10.14	1.001	14.71

NPSH

هي اختصار لـ **Net Positive Suction Head**

ضغط السحب الإيجابي المطلق الصافي عند مدخل المضخة

NPSHa قيمة ضغط السحب الإيجابي المطلق المتوفر عند مدخل المضخة
Net Positive Suction Head available (Calculation value)

(يتم حسابها حسب بيانات خط السحب للمضخة و الظروف الجوية المحيطة)

NPSHr قيمة ضغط السحب الإيجابي المطلق المطلوب عند مدخل المضخة
Net Positive Suction Head required (given by the manufacturer)

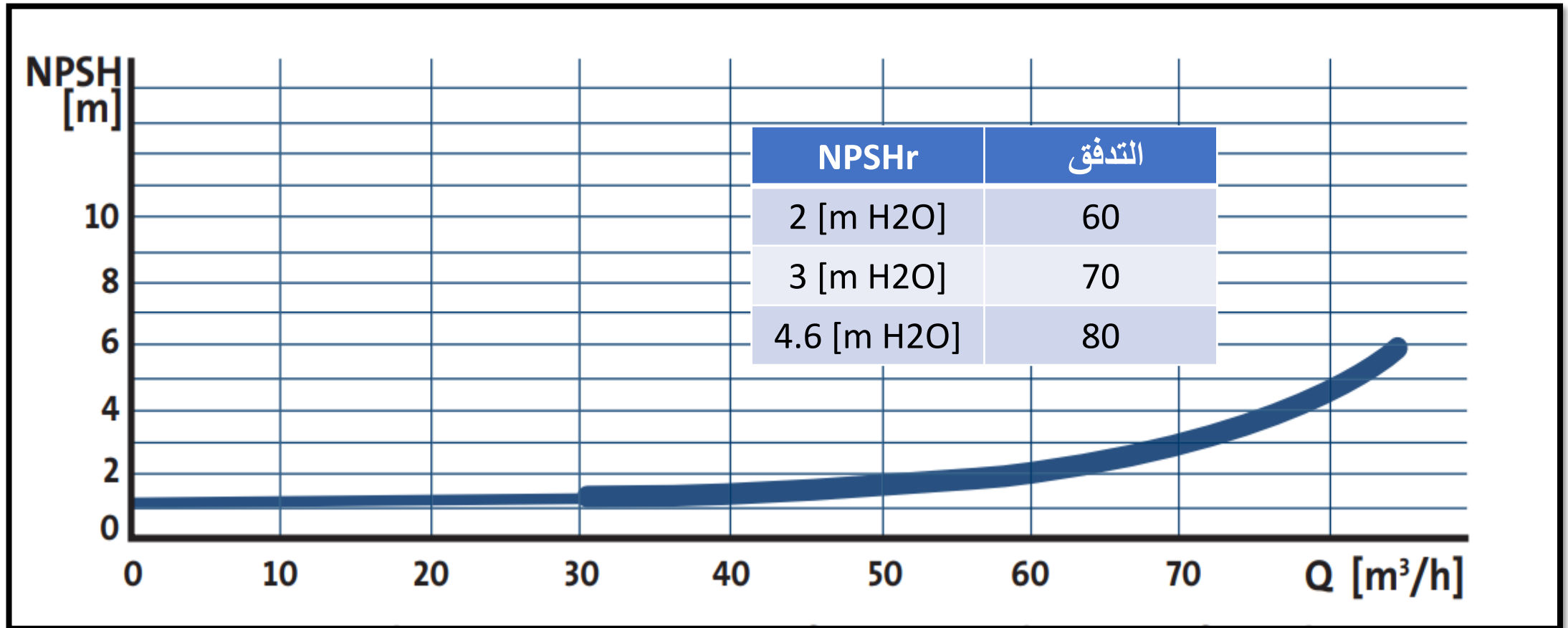
(يتم تزويدها من قبل الشركة الصانعة للمضخة)

لكي لا يحدث التكهف يجب أن تتحقق العلاقة التالية:

To prevent from cavitation in pump must be :

$$\text{NPSHa} > \text{NPSHr} + (0.5 - 1) \text{ m H}_2\text{O}$$

منحي علاقة الضغط المطلق الموجب الواجب
توافره عند مدخل المضخة NPSHr مع التدفق.



$$\text{NPSHa} = H_a - h - H_f - H_v$$

H_a = atmospheric pressure at pump site

(الضغط الجوي)

h = suction head.

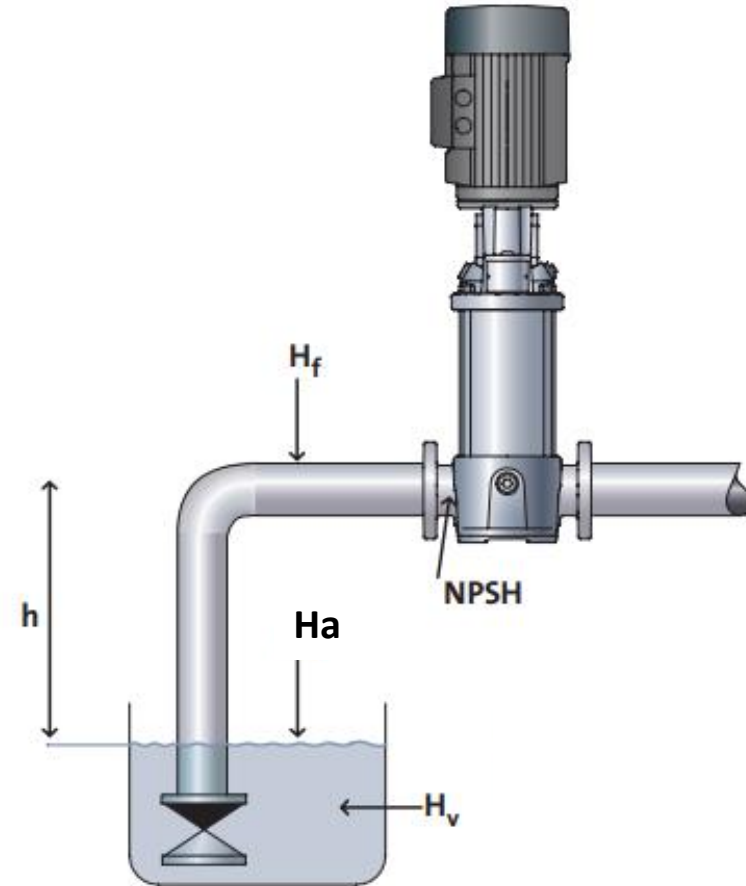
(ارتفاع السحب)

H_f = friction loss in suction pipe

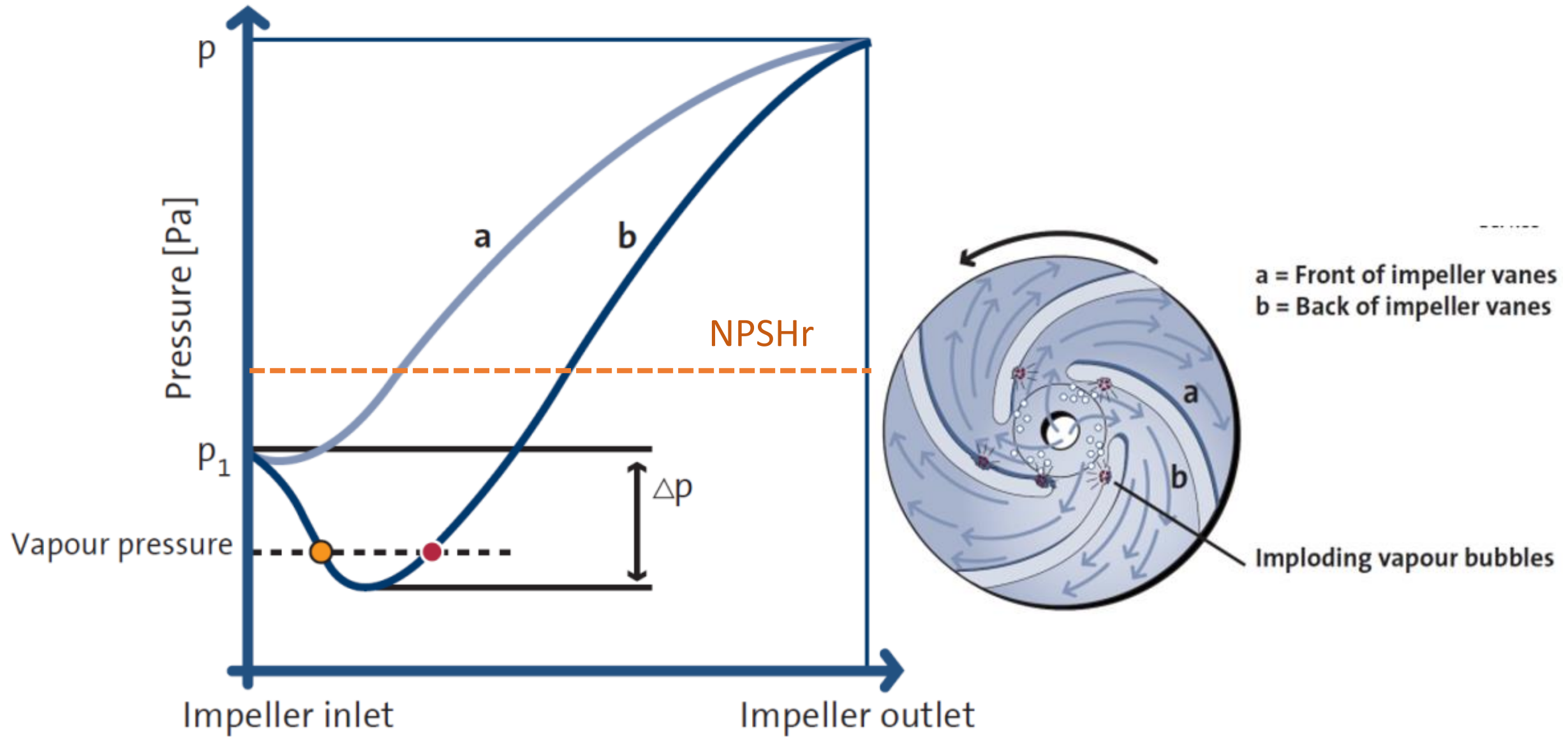
(ضياعات الاحتكاك في خط السحب)

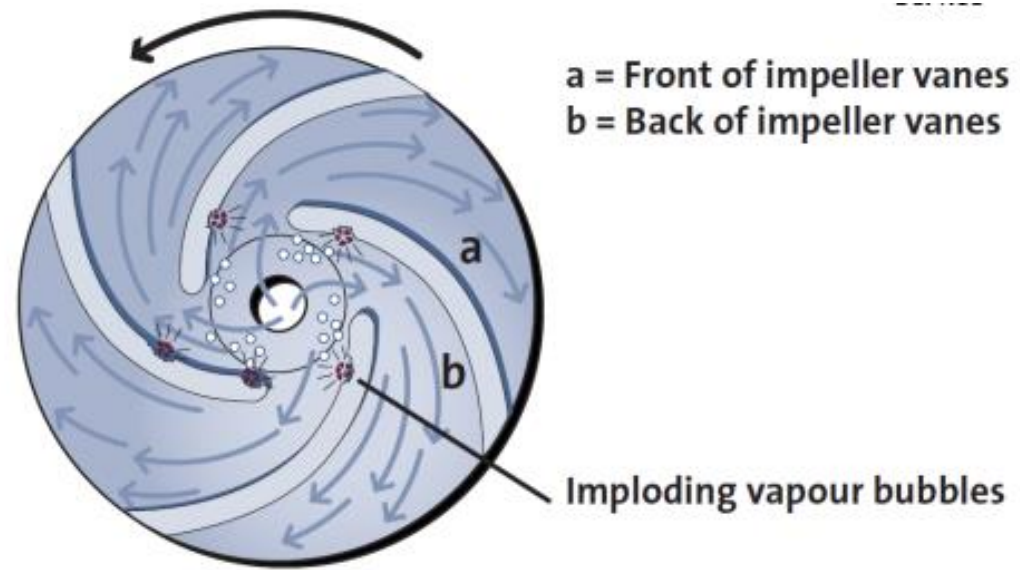
H_v = vapor pressure of liquid .

(ضغط بخار السائل)



$$\text{NPSHa} = \text{Atmospheric pressure [m]} - \text{Suction Elevation [m]} - \text{Friction loss [m]} - \text{Vapor pressure [m]}$$





Implosion of cavitation bubbles on the back of impeller vanes

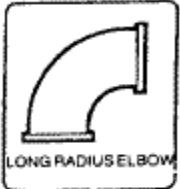
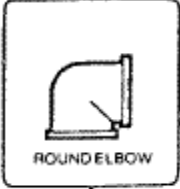
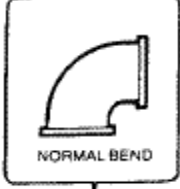
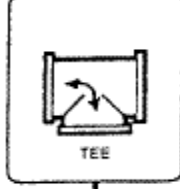
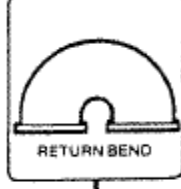
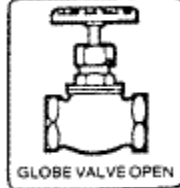
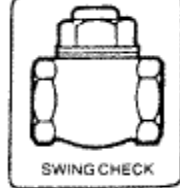


حساب قيمة NPSHa (ضغط السحب الأيجابي المطلق المتوفر عند مدخل المضخة)

Altitude	200	m	ارتفاع موقع تركيب المضخة عن مستوى سطح البحر
Temperature	20	[°C]	درجة حرارة المياه التصميمية
Vapor pressure	0.2339	m H2O	ضغط بخار الماء عند درجة حرارة المياه التصميمية
Suction Elevation	5.0	m H2O	ارتفاع السحب (فرق الارتفاع بين سطح الماء و مدخل المضخة)
Length of suction pipe	10.0	m	طول أنبوب السحب
Inside diameter	4.0	Inch	قطر أنبوب السحب بالأنش
C = Hazen-Williams roughness constant	140		ثابت هايزن ويليامز لأنبوب السحب
Q (VLOW -m ³ /hr)	45.0	m ³ /hr	التدفق الفعلي للمضخة / إدخال يدوي

معلومات الأكسسوارات المركبة على خط السحب

الأكسسوار المركب على خط السحب	الطول المكافئ	عدد القطع	الطول المكافئ الكلي
صمام سحب مع مصفاة / foot valve and strainer	8.8	1	8.8
كوع 90 درجة ذو نصف قطر أنحناء كبير			0
كوع 90 درجة ذو نصف قطر أنحناء طبيعي	2.7	1	2.7
كوع 90 درجة ذو نصف قطر أنحناء صغير			0
أكسسوارات أخرى			0
أكسسوارات أخرى			0
			11.5

    									
   									
Pipe size mm	Equivalent length of straight pipe in metres, for calculating friction loss								
20	0.3	0.3	0.6	6.7	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5
25	0.3	0.3	0.8	8.2	0.5	2.0	1.8	2.3	2.0
32	0.3	0.6	0.9	11.3	0.8	2.6	2.4	2.7	2.6
40	0.4	0.6	1.1	13.4	0.9	3.1	2.7	3.4	3.1
50	0.5	0.8	1.4	17.4	1.1	4.0	3.4	4.6	4.0
65	0.6	0.9	1.7	20.1	1.4	5.2	4.3	5.5	4.6
80	0.8	1.1	2.1	26.0	1.5	6.1	5.2	6.7	5.5
100	1.1	1.5	2.7	34.0	2.1	8.2	6.7	8.8	7.3
125	1.2	1.8	3.7	43.0	2.7	10.0	8.2	11.0	9.5
150	1.5	2.1	4.3	49.0	3.4	12.2	10.0	14.0	11.0
200	2.1	3.1	5.5	67.0	4.3	16.5	13.4	18.0	15.0
250	2.4	3.7	7.3	85.4	5.5	20.0	16.5	22.0	19.0
300	3.1	4.3	8.5	98.0	6.7	24.4	20.0	27.4	23.0

نتائج حساب قيمة NPSHa			
Friction loss	0.5071	m H2O	ضباغات الاحتكاك في خط السحب
Atmospheric pressure	10.0997	m H2O	قيمة الضغط الجوي في مكان تركيب المضخة
NPSHa	4.3587	m H2O	ارتفاع السحب الأيجابي المطلق المتوفر عند مدخل المضخة
Velocity of water	1.5418	m/s	سرعة المياه في خط السحب للمضخة

نهاية القسم السابع

شكراً لإصغائكم

م هيثم بكور

Haytham1336@gmail.com

Mob: +905366839615