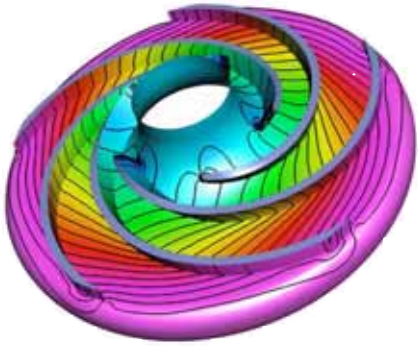
การเลือกใช้เครื่องสูบน้ำอย่างถูกต้อง เพื่อการใช้งานที่ประสิทธิภาพสูงสุด



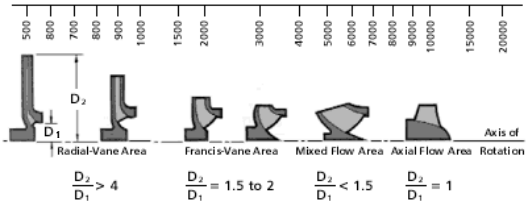
โดย ครรชิต วิเศษสมภาคย์

The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

ความเร็วรอบจำเพาะ (SPECIFIC SPEED)

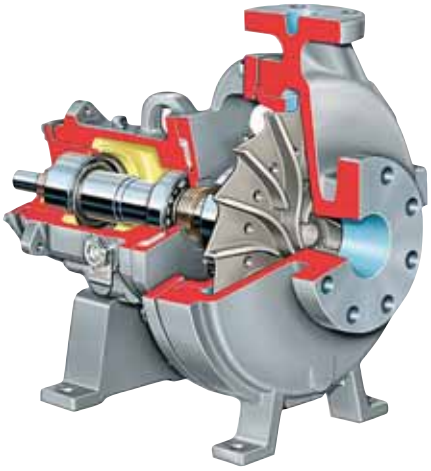
ตัวแปรที่สำคัญ ๓ ตัว สำหรับกำหนดสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำ คือ อัตราการสูบ ความดัน และความเร็วรอบ เครื่องสูบน้ำชนิดใดๆ อาจมีปริมาณทั้ง ๓ นี้แตกต่างกันไป จนทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบสมรรถนะเครื่องสูบน้ำได้ จึงมีการนำตัวแปรทั้ง ๓ ตัวมาคำนวณรวมกัน และได้เป็นดรรชนีเรียกว่า ความเร็วรอบจำเพาะ

$$N_s = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$



- N_s ความเร็วรอบจำเพาะ (SPECIFIC SPEED)
- n ความเร็วรอบต่อนาที
- Q อัตราการสูบ (GPM) ที่ BEP
- H ความดันการสูบ (FT) ที่ BEP

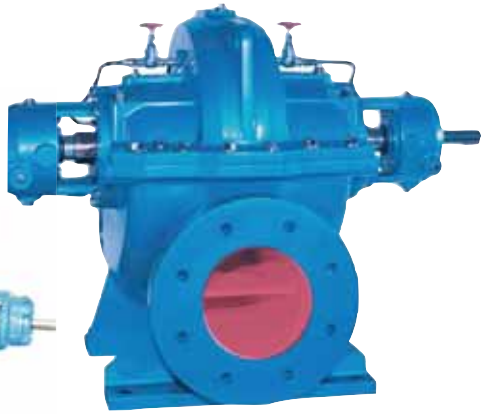
Radial Vane Pumps



Ns = 500 to 1,000 (D2/D1 > 4)

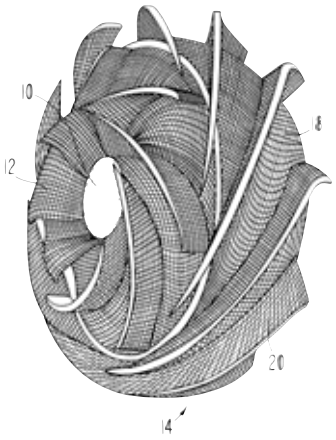
The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

Francis Vane Pumps



Ns = 1,000 to 4,000 (D2/D1 = 1.5 -2)

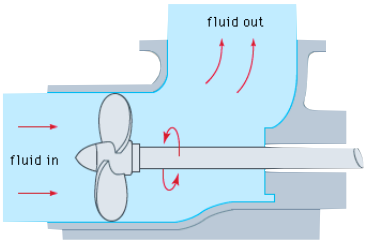
Mixed Flow Pumps



Ns = 4,000 to 9,000 (D2/D1 <1.5)

The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

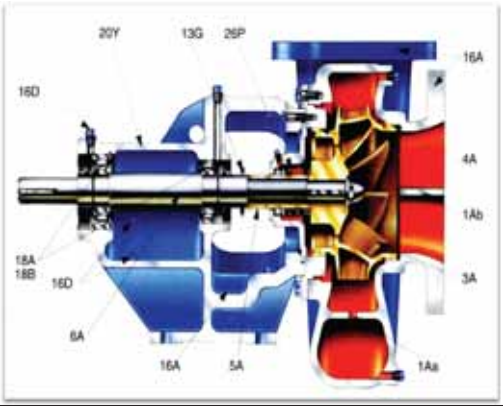
Axial Flow Pumps



Ns = 9,000 to 20,000 (D2/D1 =1)

Single Suction Pumps

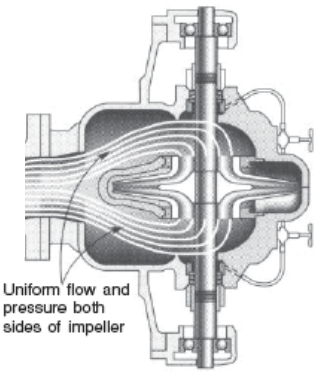
- ได้แก่เครื่องสูบน้ำประเภท End Suction Pumps, Vertical In-Line Pumps, Vertical Multi-Stage Pumps
- มักจะใช้กับงานที่มีอัตราการสูบไม่สูงมาก เนื่องจากจะเกิด Hydraulically Axial Load สูง และจะซ่อมบำรุงได้ยากเมื่อเครื่องสูบน้ำมีขนาดใหญ่



The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

Double Suction Pumps

- ได้แก่เครื่องสูบน้ำประเภท Horizontal Split Case Pumps, Vertical Split Case Pumps
- เหมาะที่จะใช้กับงานที่มีอัตราการสูบสูงมาก เนื่องจากจะเกิดการสมดุลย์ของแรงที่เกิดขึ้นตามแนวแกน (Balanced Hydraulically Axial Load)
- NPSHr จะมีค่าต่ำกว่าที่ต้องการโดย Single Suction Pumps ประมาณ 33%
- ซ่อมบำรุงรักษาได้ง่ายแม้เครื่องสูบน้ำจะมีขนาดใหญ่

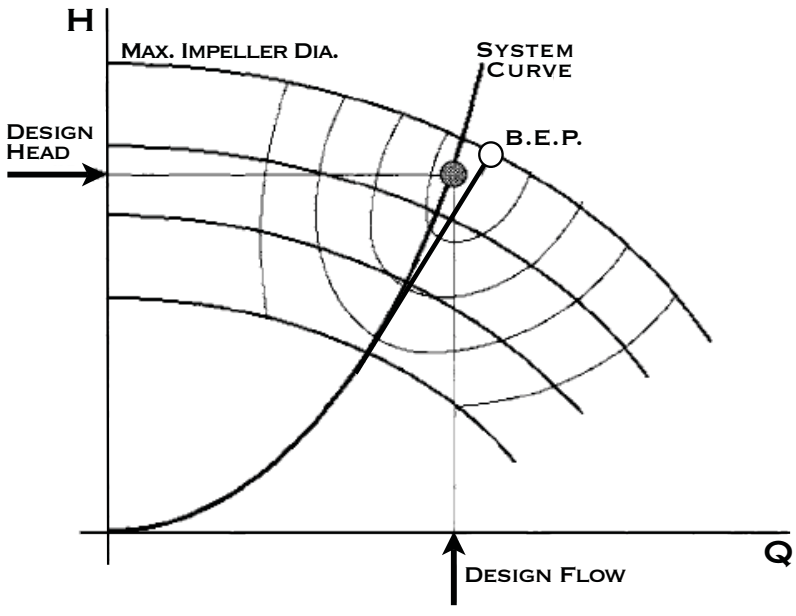


Best Efficiency Point (BEP)

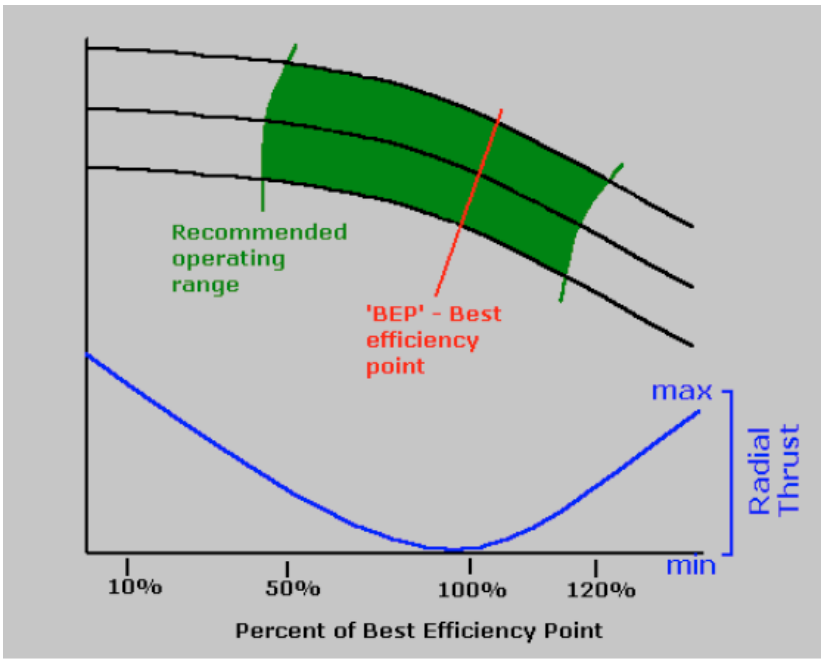
- BEP เป็นตำแหน่งที่เครื่องสูบน้ำมีประสิทธิภาพสูงสุดบน Pump Performance Curve
- การทำงานของเครื่องสูบน้ำจะมีความสมดุลย์และเสถียรที่สุดที่ตำแหน่งนี้
- ควรพยายามคำนวณและเลือกเครื่องสูบน้ำเพื่อให้มีจุดทำงานใกล้กับ BEP มากที่สุด
- ในทางปฏิบัติ สามารถใช้งานเครื่องสูบน้ำได้ในช่วง 70 % - 120 %

The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

Best Efficiency Point (BEP)

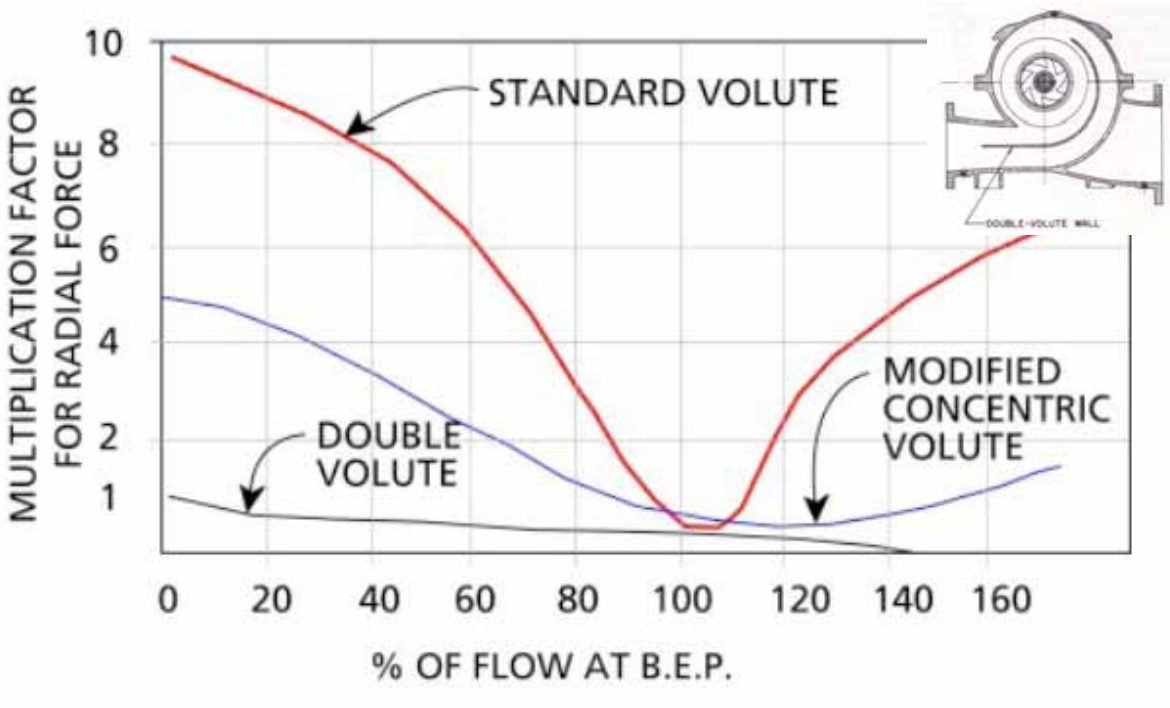


Radial Force acting on Impeller at Various Flow



The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

Radial Force acting on Impeller at Various Flow



The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

Pump Run-Out

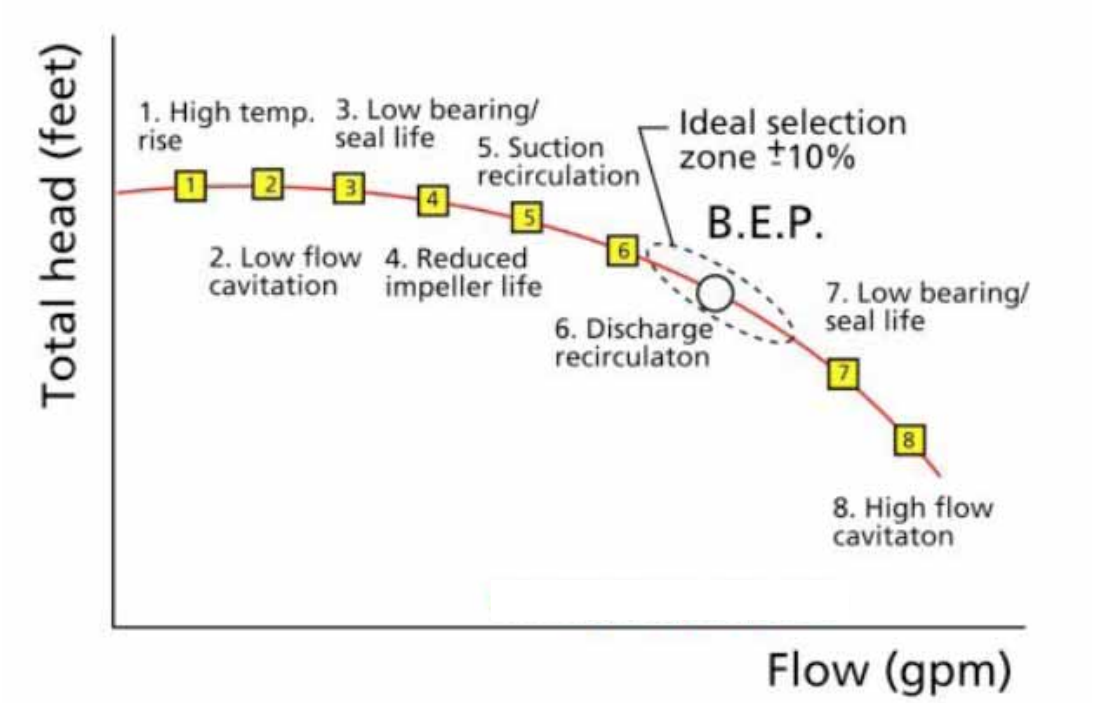
- Run-Out คือตำแหน่งที่เครื่องสูบน้ำทำงานเลยออกไปทางขวาของจุด BEP มาก
- ที่ตำแหน่ง Run-Out อัตราการไหลจะสูงขึ้นมาก และอาจเกิดอาการ Surge หรือสภาวะของ Cavitation ได้
- มอเตอร์อาจกินกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด เนื่องจากเครื่องสูบน้ำต้องการกำลังสูงขึ้นมาก
- ที่ตำแหน่ง Run-Out มักเกิดแรงสั่นสะเทือนสูง เนื่องมาจากสภาวะ Surge & Cavitation

The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

Minimum Flow Point

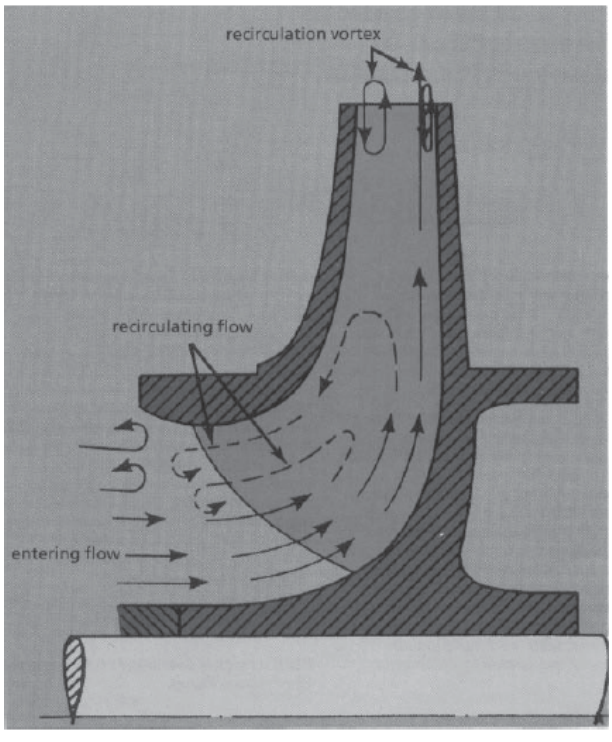
- Minimum Flow Point คือตำแหน่งที่เครื่องสูบน้ำทำงานใกล้กับ Shut Off Head โดยมีอัตราการไหลต่ำมากจนอุณหภูมิของน้ำภายในตัวเรือนเครื่องสูบน้ำสูงขึ้น
- เมื่อเครื่องสูบน้ำทำงานมาทางซ้ายมือของ BEP มาก ความดันภายในตัวเครื่องสูบน้ำจะค่อยๆ สูงขึ้นจนเกิดสภาวะ :
  Discharge Recirculation
  Suction Recirculation

Operating Condition at Various Flow



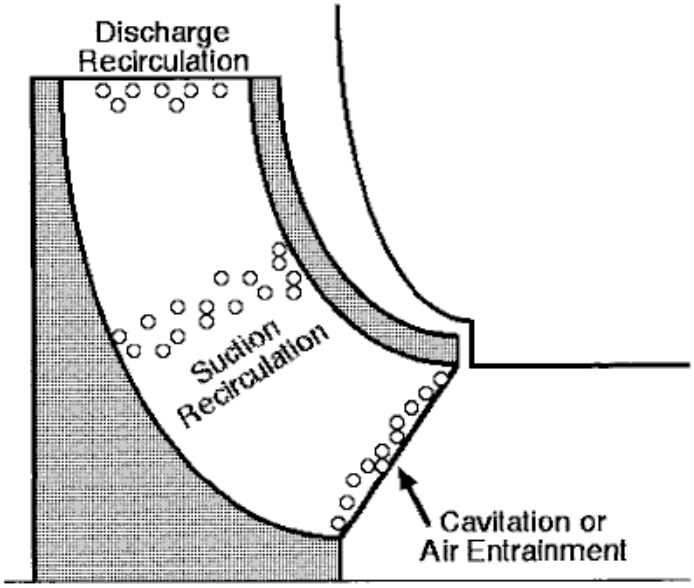
The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

Suction & Discharge Recirculation



The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

RECIRCULATION CAUSES CAVITATION

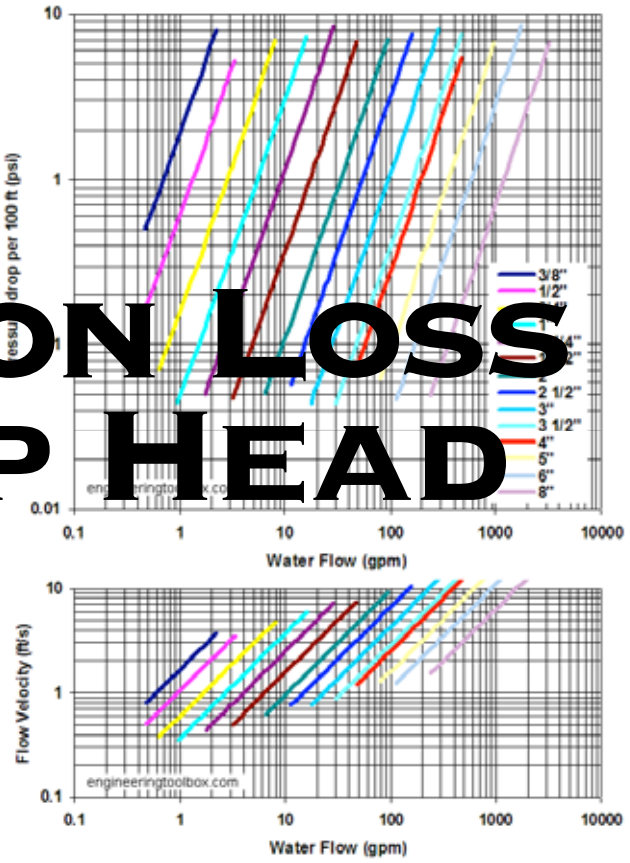


The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

การกำหนดขนาดของเครื่องสูบน้ำ

เมื่อได้เลือกประเภทของเครื่องสูบน้ำที่เหมาะสมได้แล้ว การกำหนดขนาดเครื่องสูบน้ำทั้งด้านอัตราการสูบ (FLOW RATE) และความดันการสูบ (HEAD)ที่ถูกต้องจะมีผลโดยตรงต่อสมรรถนะ และประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำเมื่อใช้งาน และยังหมายรวมถึง ค่าพลังงาน ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง อายุการใช้งานของเครื่องสูบน้ำ

Friction Loss & Pump Head



The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

Loss Formula for Pipe

$$h_f = f(L/D)(V^2/2g)$$

h_f = Head Loss, ft

f = Darcy–Weisbach Friction Factor (Dimensionless)

L = Length of Pipe, ft

D = Internal Diameter of Pipe, ft

V = Average Velocity, ft/sec

g = Acceleration of Gravity, 32.174 ft/sec^2

The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

Loss Formula for Pipe

$$h_f = 0.002083\,L\left(\frac{100}{C}\right)^{1.85} \times \frac{Q^{1.85}}{d^{4.8655}}$$

h_f = Head Loss, feet

C = Hazen&Williams Friction Factor (Dimensionless)

L = Length of Pipe, feet

Q = Flow Rate, gallons per minute

d = Inside Diameter of Pipe, inches

Hazen & Williams's formulas have been developed for water flowing under turbulent conditions. This formula is basis a fluid having a kinematic viscosity = 0.00001216 ft^2/sec (1.130 centistokes) or 31.5 SSU which is the case of water at 60F.

The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

Hazen and Williams-Friction Factor "C"

Type of pipe	Values of C: Range—High = best, smooth, well laid—Low = poor or corroded	Values of C: Average value for clean, new pipe	Values of C: Commonly used value for design purposes
Cement—Asbestos	160–140	150	140
Fibre	—	150	140
Bitumastic-enamel-lined iron or steel centrifugally applied	160–130	148	140
Cement-lined iron or steel centrifugally applied	—	150	140
Copper, brass, lead, tin or glass pipe and tubing	150–120	140	130
Wood-stave	145–110	120	110
Welded and seamless steel	150–80	130	100
Interior riveted steel (no projecting rivets)	—	139	100
Wrought-iron, Cast-iron	150–80	130	100
Tar-coated cast-iron	145–50	130	100
Girth-riveted steel (projecting rivets in girth seams only)	—	130	100
Concrete	152–85	120	100
Full-riveted steel (projecting rivets in girth and horizontal seams)	—	115	100
Vitrified, Spiral-riveted steel (flow with lap)	—	110	100
Spiral-riveted steel (flow against lap)	—	100	90
Corrugated steel	—	60	60

Values of C	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60
*Multiplier (Basis C = 100)	.47	.54	.62	.71	.84	1.0	1.22	1.50	1.93	2.57

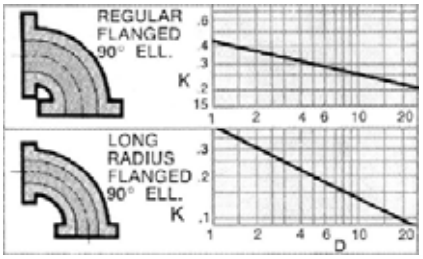
* Multiplier to correct friction loss tables (in previous editions—14th Edition and earlier); cannot be used with tables in this book which are based on the Darcy-Weisbach-Colebrook formula.

** **Note:** the Hazen Williams friction factor "C" must not be confused with the Darcy-Weisbach-Colebrook friction factor "f"; these two friction factors are not in any way related to each other.

The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

Loss Formula for Valves & Fittings

$$h_f = k(V^2/2g)$$



h_f = Head Loss, ft

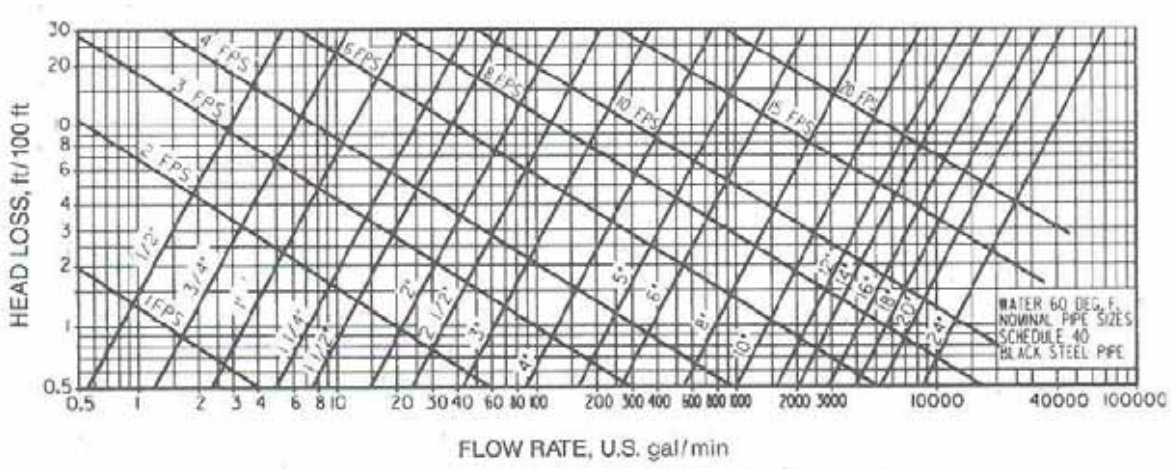
k = Geometry and Size Dependent Loss Coefficient

V = Average Velocity, ft/sec

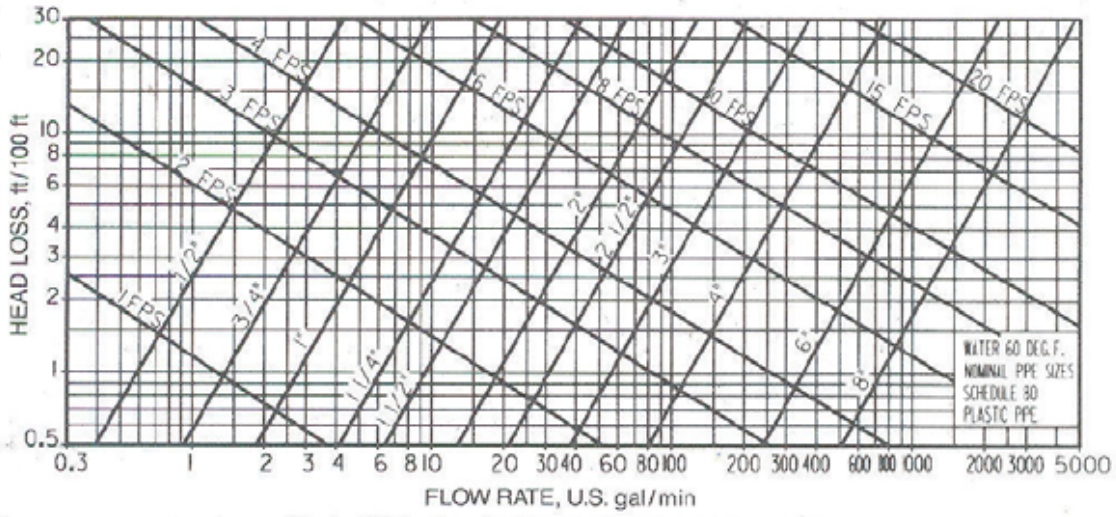
g = Acceleration of Gravity, 32.174 ft/sec^2

The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

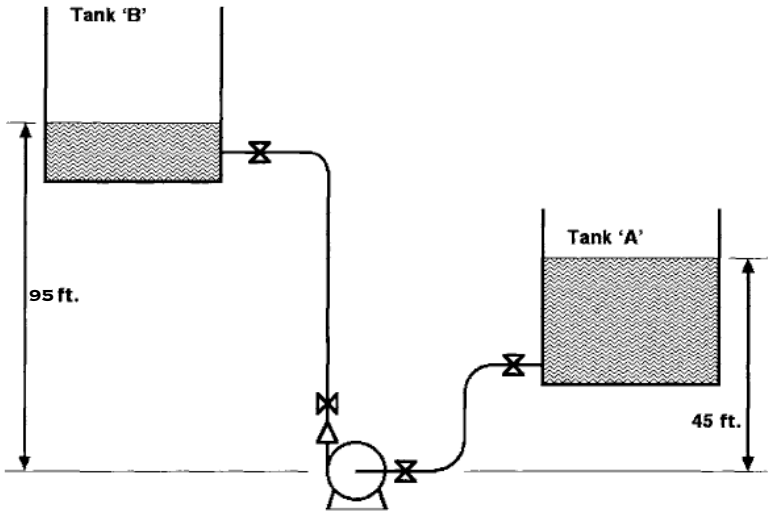
Friction Loss for Water in Commercial Steel Pipe (Schedule 40)



Friction Loss for Water in Plastic Pipe (Schedule 80)



HEAD LOSS CALCULATION



อัตราการไหลผ่านทั้งระบบ 340 GPM
ความเร็วสูงสุดที่ใช้ในการออกแบบที่ท่อส่ง 10 FT/SEC
ดังนั้นท่อส่งจะมีขนาด 4 นิ้ว ท่อดูดจะมีขนาด 6 นิ้ว

HEAD LOSS CALCULATION

Calculation of Total Dynamic Head

$H = H_s + H_{sd} + H_v + H_f$

Static Head (H_s)

ระยะทางในแนวดิ่งระหว่างผิวน้ำของถัง A กับถัง B จะเป็น H_s

$H_s = 95 - 45 = 50$ feet

System Differential Head (H_{sd})

ถังทั้งสองใบเปิดสู่บรรยากาศทั้งคู่

$H_{sd} = 0$ feet

The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

HEAD LOSS CALCULATION

Velocity Head (H_v)

Velocity in discharge pipe = 8.8 feet/sec

Velocity Head in discharge pipe = $V^2/2g = (8.8)^2/(2 \times 32.174)$

$= 1.204$ feet

Velocity in suction pipe = 3.9 feet/sec

Velocity Head in suction pipe = $V^2/2g = (3.9)^2/(2 \times 32.174)$

$= 0.236$ feet

$H_v = 1.204 - 0.236 = 0.968$ feet

The Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's Patronage

HEAD LOSS CALCULATION

FRICTION LOSSES (Hf)

Piping Losses based on a Flow Rate of 340 GPM

Pipe Size(inches)	Length(Feet)	Hf per 100 ft	Friction Loss (Feet)
4	150	6.800	10.200
6	55	0.880	0.484

Total Piping Losses = 10.684 feet

Valves and Fittings Losses

Item	K factor	$V^2/2g$	Hf	Qty	Total Hf
6"flanged gate valve	0.11	0.236	0.026	2	0.265
6" flanged Std. elbow	0.29	0.236	0.068	2	0.136
4" flanged gate valve	0.16	1.204	0.193	2	0.386
4" flanged check valve	0.20	1.204	0.241	1	0.241
4" long rad.flanged elbow	0.22	1.204	0.265	1	0.265

Total Valves & Fitting Losses = 1.193 feet

Total **Hf** = 10.684 + 1.193 = 11.877 feet

The Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's Patronage

HEAD LOSS CALCULATION

FRICTION LOSSES (Hf)

Implementing a 15 % Service Factor

Hf = 11.877 x 1.15 = 13.659 feet

H = Hs + Hsd + Hv + Hf

= 50 + 0 + 0.968 + 13.659

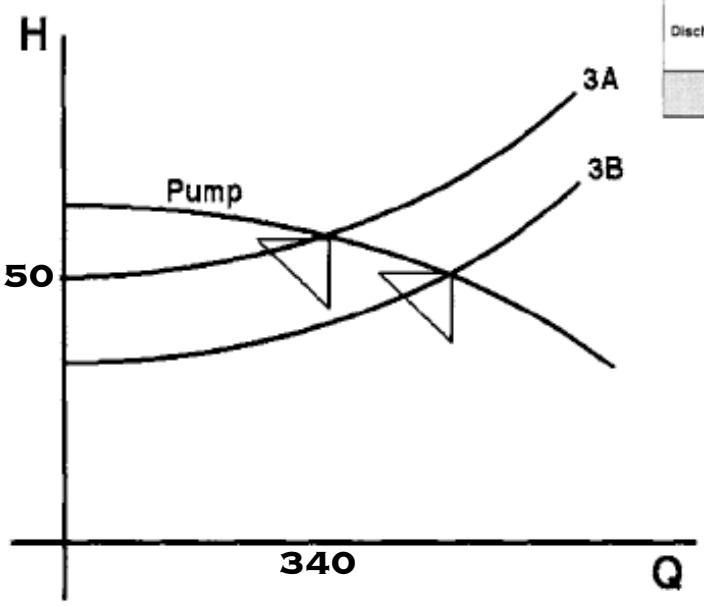
= 64.627 FEET

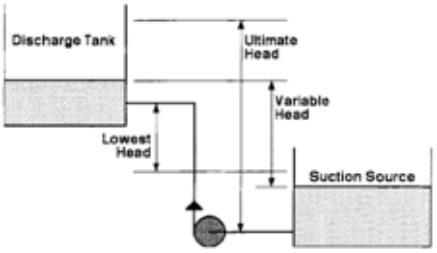
Pump Operating Condition : 340 GPM @ 65 feet.TDH

ในทางปฏิบัติ ควรคำนวณ static head ที่ระดับน้ำถัง A ต่ำสุด และระดับน้ำที่ถัง B เฉลี่ยที่ระดับกลางถัง

The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

ACTUAL OPERATING CURVES
FROM HEAD LOSS CALCULATION SHEETS





The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

EQUIVALENT LENGTH

เป็นค่าความยาวเทียบเท่าค่าของความดันลด (Friction Loss) ของวาล์วและข้อต่อต่างๆ ให้มีค่าความดันลดเท่ากับความดันลดที่เกิดขึ้นในช่วงความยาวของเส้นท่อตรงที่อัตราการไหลเดียวกัน Equivalent Length มีหน่วยเป็น ฟุต, เมตร

The Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's Patronage

EQUIVALENT LENGTH

ความยาวเทียบเท่าของฟิตติ้ง (EQUIVALENT LENGTH OF NEW STRAIGHT PIPE)

FITTINGS			PIPE SIZE																			
			1/4	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24
	REGULAR 90 ELBOW	SCREWED	2.3	3.6	4.4	5.2	6.6	7.4	8.5	9.3	11	13										
		FLANGED		0.92	1.2	1.6	2.1	2.4	3.4	3.6	4.4	5.9	7.3	8.9	12	14	17	18	21	23	25	30
	LONG RADIUS 90 ELBOW	SCREWED	1.8	2.2	2.3	2.7	3.2	3.4	3.6	3.8	4	4.5										
		FLANGED		1.1	1.3	1.6	2	2.3	2.7	2.9	3.4	4.2	5	5.7	7	8	9	9.1	10	11	12	14
	REGULAR 45 ELBOW	SCREWED	0.34	0.71	0.92	1.3	1.7	2.1	2.7	3.2	4	5.5										
		FLANGED		0.45	0.59	0.81	1.1	1.3	1.7	2	2.6	3.5	4.5	5.6	7.7	9	11	12	15	16	19	22
	TEE LINE FLOW	SCREWED	0.79	1.7	2.4	3.2	4.6	5.6	7.7	9.3	12	17										
		FLANGED		0.69	0.92	1	1.3	1.5	1.8	1.9	2.2	2.8	3.3	3.8	4.7	5.2	6	6.4	7.2	7.6	8.2	9.6
	TEE BRANCH FLOW	SCREWED	2.4	4.2	5.3	6.6	8.7	9.9	12	13	17	23										
		FLANGED		3	3.6	3.3	4.4	5.2	6.6	7.5	9.4	12	15	16	24	28	34	37	42	47	52	62
	REDUCER	SCREWED	0.34	0.71	0.92	1.3	1.7	2.1	2.7	3.2	4	5.5										
		FLANGED		0.45	0.59	0.81	1.1	1.3	1.7	2	2.6	3.5	4.5	5.6	7.7	9	11	13	15	16	18	22
	GLOBE VALVE	SCREWED	21	22	24	29	37	42	54	62	79	110										
		FLANGED		28	40	45	54	59	78	77	94	120	150	190	260	310	390					
	GATE VALVE	SCREWED	0.32	0.56	0.67	0.84	1.1	1.2	1.5	1.7	1.9	2.5										
		FLANGED							2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	ANGLE VALVE	SCREWED	12.8	15	16	17	18	19	18	19	18	20										
		FLANGED		15	16	17	18	18	21	22	28	38	50	63	90	120	140	160	190	210	230	300
	SWING CHECK VALVE	SCREWED	7.2	7.3	8	8.8	11	13	15	19	22	27	36									
		FLANGED				3.8	5.3	7.2	10	12	17	21	27	33	50	63	90	120	140			
	Bell Mouth Inlet		0.04	0.1	0.13	0.18	0.26	0.31	0.43	0.52	0.67	0.93	1.3	1.6	2.3	2.9	3.5	4	4.7	5.3	6.1	7.6
	Square Mouth Inlet		0.44	0.96	1.5	1.9	2.6	3.1	4.2	5.2	6.7	9.5	13	16	23	29	35	40	47	53	61	76
	Re-Entrant Pipe		0.88	1.9	2.6	3.6	5.1	6.2	8.5	10	13	19	25	32	45	58	70	80	95	110	120	150

The Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's Patronage

HEAD LOSS CALCULATION

ตัวอย่างการคำนวณความดันลดในวงจรน้ำเย็นทุติยภูมิ (SECONDARY CHILLED WATER SYSTEM) เพื่อกำหนด PUMP HEAD

Total Dynamic Head Calculation Sheets

Secondary Chilled Water Pumps : SCHWP 01-04

Route Section	Description	Size (Inch)	Length/EQL (Ft)	Q'ty	Flow (GPM)	Friction Loss (Ft/100 Ft)	Velocity (Ft/Sec)	Equip. Loss (FT)	Total Dynamic Loss (Ft)
Header to SCHWP-4	Header Inlet	30-24	150.00	1	10,925.00	0.80	9.00		1.20
	Pipe	24	14.76	1	10,925.00	0.80	9.00		0.12
	Elbow 90	24	14.00	1	10,925.00	0.80	9.00		0.11
	Tee Line	24=12	9.60	1	10,925.00	0.80	9.00		0.08
	Butt. Valve	24		1	10,925.00			0.28	0.28
SCHWP-4 to P3	Pipe	24	8.20	1	8,195.00	0.45	6.30		0.04
	Tee Line	24=12	9.60	1	8,195.00	0.45	6.30		0.04
SCHWP-3 to P2	Pipe	24	8.20	1	5,465.00	0.23	4.50		0.02
	Tee Line	24=12	9.60	1	5,465.00	0.23	4.50		0.02
SCHWP-2 to P1	Pipe	24	8.20	1	2,735.00	0.10	3.00		0.01
	Tee Branch	24=12	62.00	2	2,735.00	1.40	7.60		1.74
	Pipe	12	13.12	1	2,735.00	1.40	7.60		0.18
	Butt. Valve	12		2	2,735.00			0.23	0.46
	Strainer	12		1	2,735.00			4.16	4.16
	Flexible Con.	12		2	2,735.00			0.23	0.46
	Elbow 90	12	9.00	2	2,735.00	1.40	7.60		0.25
	Reducer	12=10	11.00	1	2,735.00	1.40	7.60		0.15
		12=8	11.00	1	2,735.00	1.40	7.60		0.15
	Check Valve	12		1	2,735.00			2.90	2.90
Pump Discharge to R2(P)	Pipe	24	185.32	1	10,925.00	0.80	9.00		1.48
	Elbow 90	24	14.00	2	10,925.00	0.80	9.00		0.22
	Elbow 45	24	22.00	1	10,925.00	0.80	9.00		0.18
	Tee Line	24=18	9.60	1	10,925.00	0.80	9.00		0.08
R2(P) to Return Header	Pipe	24	190.24	1	10,925.00	0.80	9.00		1.52
	Elbow 90	24	14.00	3	10,925.00	0.80	9.00		0.34
	Elbow 45	24	22.00	1	10,925.00	0.80	9.00		0.18
	Butt. Valve	24		1	10,925.00			0.28	0.28
	Header Inlet	24=30	150.00	1	10,925.00	0.80	9.00		1.20
	Tee Line	24=18	9.60	1	10,925.00	0.80	9.00		0.08
									0.00
Page 1						**Total Head Loss (Ft)**			17.93

Route Section	Description	Size (Inch)	Length/EQL (Ft)	Q'ty	Flow (GPM)	Friction Loss (Ft/100 Ft)	Velocity (Ft/Sec)	Equip. Loss (FT)	Total Dynamic Loss (Ft)
R2(P) to Cinema	Reducer	24=18	22.00	2	5,704.00	1.00	8.00		0.44
	Pipe	18	262.40	1	5,704.00	1.00	8.00		2.62
	Elbow 90	18	11.00	2	5,704.00	1.00	8.00		0.22
	Elbow 45	18	16.00	3	5,704.00	1.00	8.00		0.48
	Tee Line	18=8	7.60	2	5,704.00	1.00	8.00		0.15
Cinema to Lobby	Pipe	18	78.72	1	4,744.00	0.70	7.00		0.55
	Elbow 90	18	11.00	2	4,744.00	0.70	7.00		0.15
	Tee Line	18=5	7.60	2	4,744.00	0.70	7.00		0.11
Lobby to R-4(P)	Pipe	18	439.52	1	4,360.00	0.60	6.50		2.64
	Elbow 90	18	11.00	8	4,360.00	0.60	6.50		0.53
	Tee Line	18=4	7.60	2	4,360.00	0.60	6.50		0.09
L8 to L7	Pipe	18	29.52	1	4,360.00	0.60	6.50		0.18
	Tee Line	18=12	7.60	2	4,360.00	0.60	6.50		0.09
L8 to L7	Reducer	18=12	16.00	2	2,472.00	1.10	6.50		0.35
	Pipe	12	6.56	1	2,472.00	1.10	6.50		0.07
	Tee Line	12=4	6.00	2	2,472.00	1.10	6.50		0.13
L7 to L6	Pipe	12	35.42	1	2,107.20	0.90	6.40		0.32
	Tee Line	12=4	6.00	2	2,107.20	0.90	6.40		0.11
L6 to L5	Pipe	12	35.42	1	1,862.40	0.70	5.60		0.25
	Tee Line	12=4	6.00	2	1,862.40	0.70	5.60		0.08
L5 to L4	Reducer	12=10	11.00	2	1,597.20	1.30	6.80		0.29
	Pipe	10	35.42	1	1,597.20	1.30	6.80		0.46
	Tee Line	10=4	9.00	2	1,597.20	1.30	6.80		0.23
L4 to L3	Pipe	10	35.42	1	1,357.20	0.90	5.80		0.32
	Tee Line	10=4	9.00	2	1,357.20	0.90	5.80		0.16
L3 to L2	Reducer	10=8	9.00	2	1,151.50	2.00	7.50		0.36
	Pipe	8	35.42	1	1,151.50	2.00	7.50		0.71
	Tee Line	8=4	4.70	2	1,151.50	2.00	7.50		0.19
									0.00
									0.00
Page 2						**Total Head Loss (Ft)**			12.28

Route Section	Description	Size	Length/EQL	Q'ty	Flow	Friction Loss	Velocity	Equip.	Total Dynamic
		(Inch)	(Ft)		(GPM)	(Ft/100 Ft)	(Ft/Sec)	Loss (FT)	Loss (Ft)
L2 to L1	Pipe	8	35.42	1	837.30	1.25	5.50		0.44
	Tee Line	8=4	4.70	2	837.30	1.25	5.50		0.12
L1 to B1	Reducer	8=6	7.70	2	540.20	2.00	6.20		0.31
	Pipe	6	65.60	1	540.20	2.00	6.20		1.31
	Tee Line	6=6	3.80	2	540.20	2.00	6.20		0.15
B1 to B2	Tee Branch	6=1.5	16.00	2	31.40	7.00	5.00		2.24
	Pipe	1 1/2	13.78	1	31.40	7.00	5.00		0.96
	Elbow 90	1 1/2	2.40	4	31.40	7.00	5.00		0.67
	Gate Valve	1 1/2	1.20	2	31.40	7.00	5.00		0.17
R-4(P) to Mall Artist	Pipe	1 1/2	275.52	1	31.40	7.00	5.00		19.29
	Tee Line	1.5=1.5	1.50	2	31.40	7.00	5.00		0.21
Mall Artist to F-B2-02	Reducer	1.5=1	1.30	2	7.20	3.80	2.70		0.10
	Pipe	1	223.04	1	7.20	3.80	2.70		8.48
	Elbow 90	1	1.60	8	7.20	3.80	2.70		0.49
	Gate Valve	1	0.84	2	7.20	3.80			0.06
	Strainer	1		1				9.20	9.20
	AutoBal.Valve	1		1				7.47	7.47
	2 Way Valve	3/4	40.00	1	7.20	3.80			1.52
	F-B2-02 Coil			1				15.00	15.00
From Page 1									17.93
From Page 2									12.28
									0.00
									0.00
									0.00
									0.00
Page 3						**Total Head Loss (Ft)**			98.40

Total Dynamic Head = 98.40 x 1.15

= 113.16

SCHWP PUMP HEAD = 115 FT.

The Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's Patronage

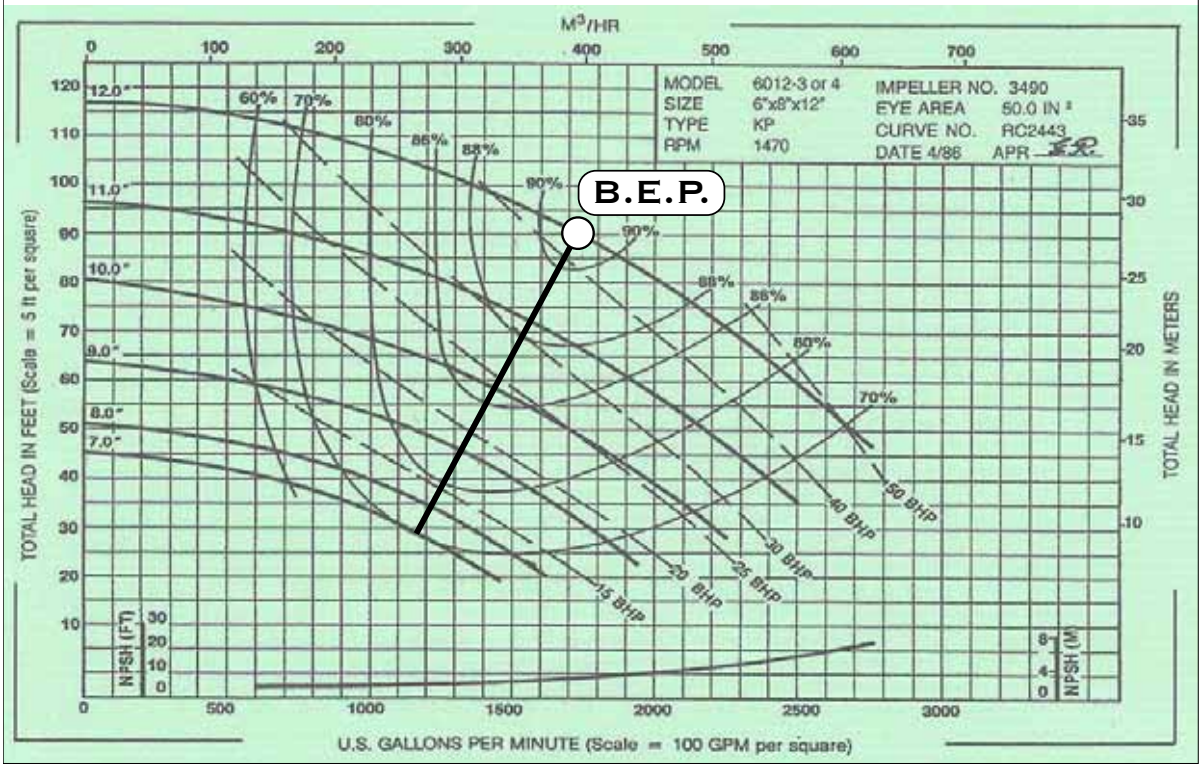
PUMP SELECTION

ข้อพิจารณาเบื้องต้นในการเลือกเครื่องสูบน้ำให้เหมาะสม:

1) Liquid to be pumped.
2) flow Rate Required.
3) Total Dynamic Head.
4) Net Positive Suction Head Available.
5) Operating Temperature.
6) Operating Pressure.
7) Specific Gravity.
8) Nature of Liquid.
9) Operational Experience.

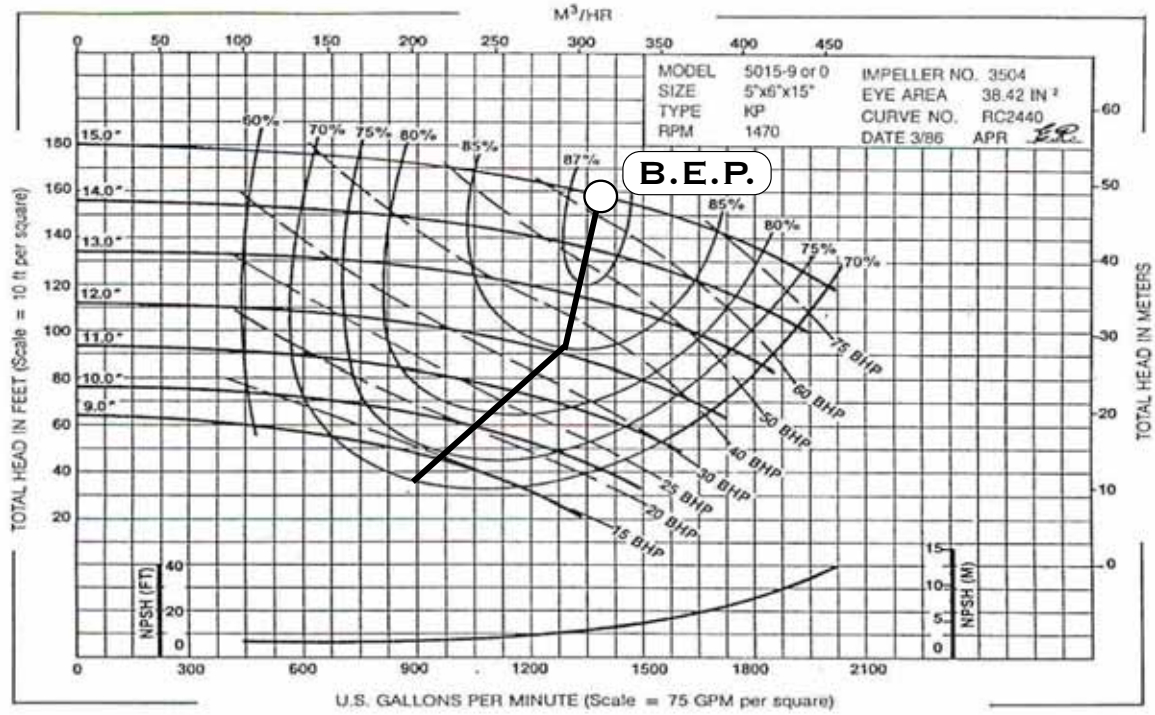
The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

PUMP PERFORMANCE CURVE



The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

PUMP PERFORMANCE CURVE

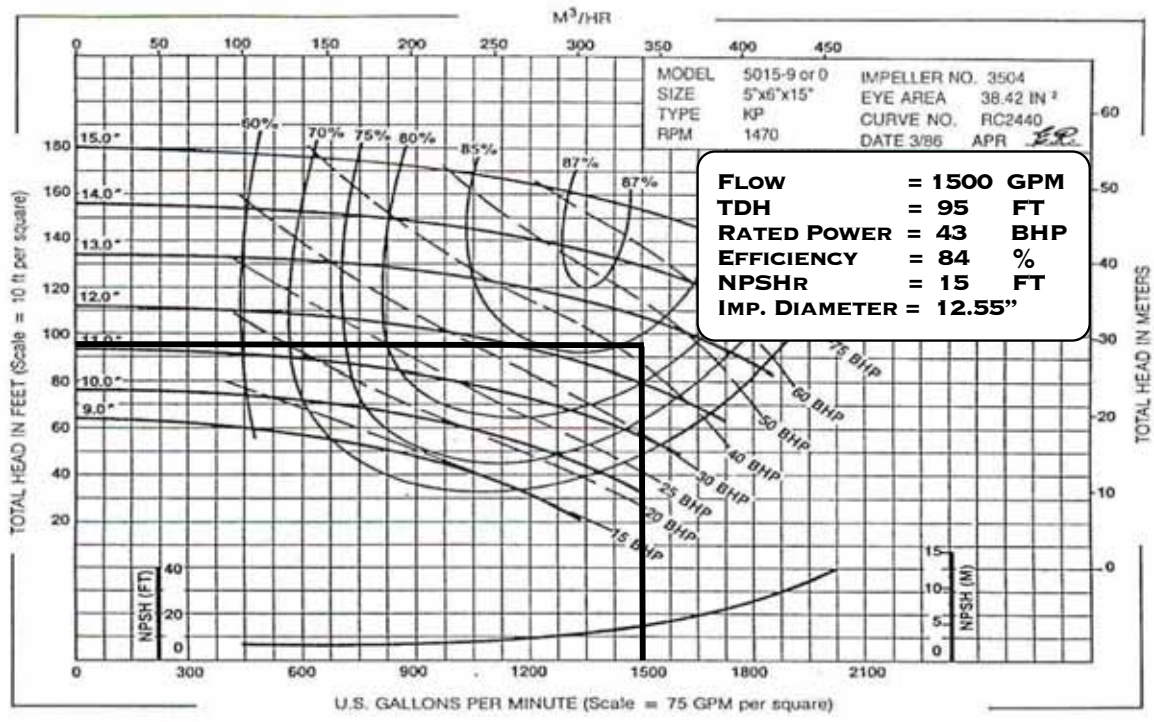


การพิจารณาเลือกเครื่องสูบน้ำที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด

เมื่อต้องการส่งน้ำประปาจากบ่อที่1 ไปยังบ่อที่2 ด้วยอัตราการส่งน้ำไม่ต่ำกว่า 1500 GPM คำนวณค่า Total Dynamic Pump Head ได้ 95 FT เครื่องสูบน้ำตั้งอยู่บนฝาบ่อน้ำ คำนวณค่า Available Net Positive Suction Head ได้ 15 FT เครื่องสูบน้ำต้องเดินต่อเนื่องไม่ต่ำกว่าวันละ 20 ชั่วโมง ให้เลือกใช้เครื่องสูบน้ำที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

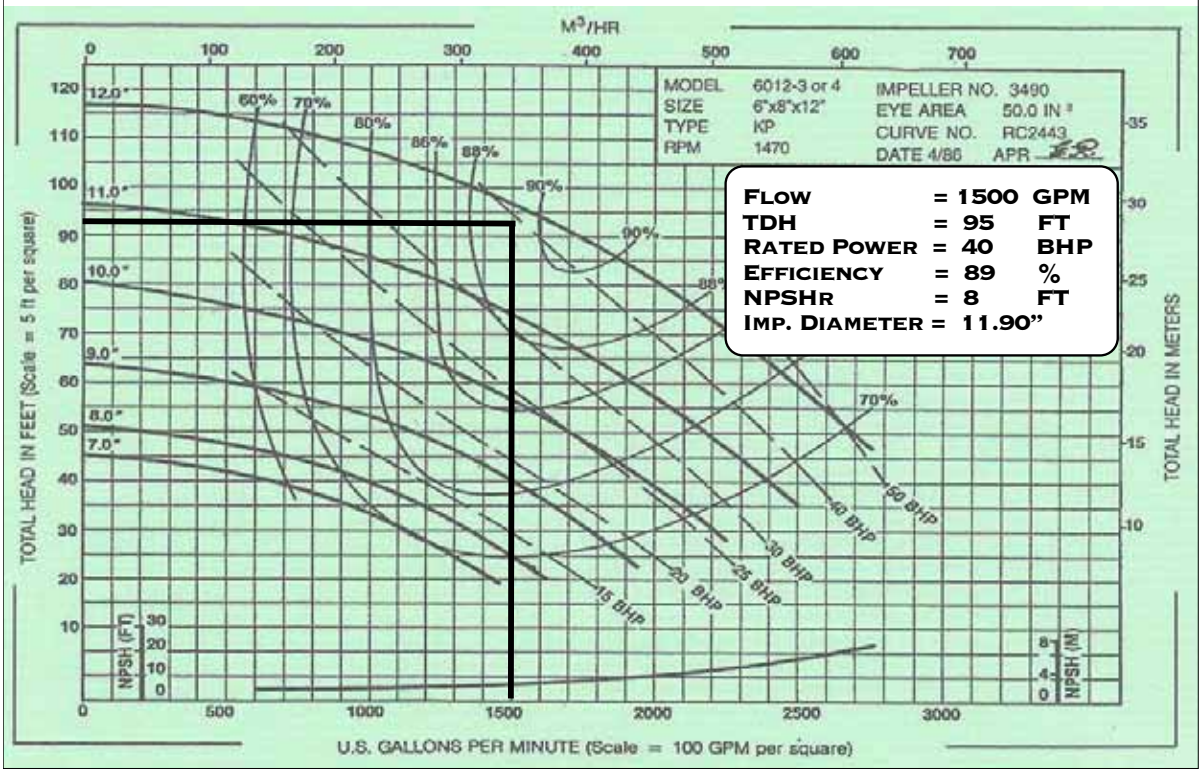
The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

PUMP PERFORMANCE CURVE



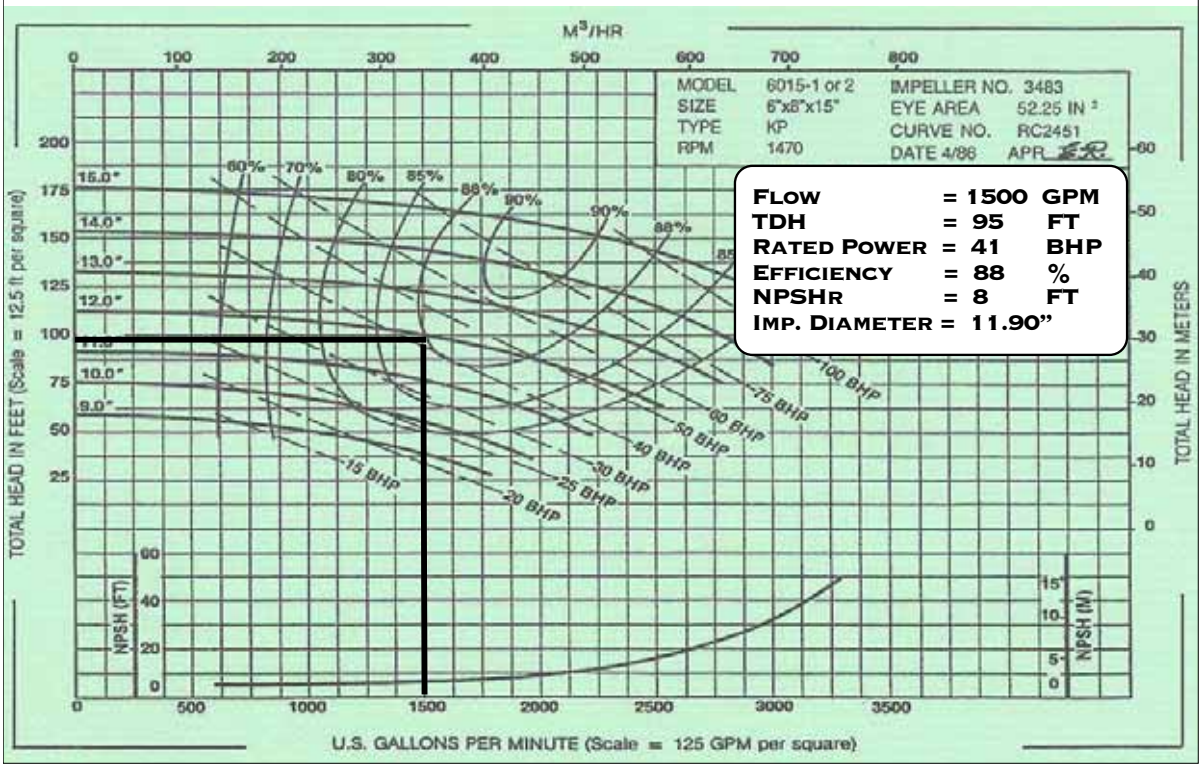
The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

PUMP PERFORMANCE CURVE



The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

PUMP PERFORMANCE CURVE



ตารางเปรียบเครื่องสูบน้ำ

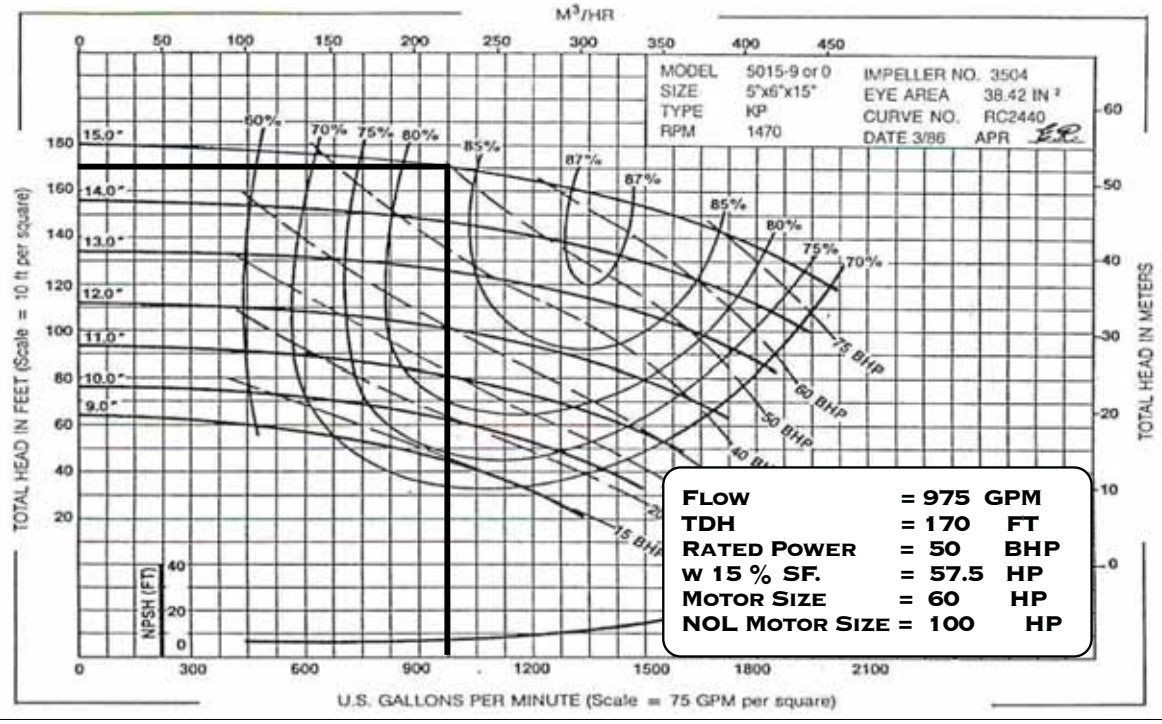
Model / Description	5015-9	6012-3	6015-1
Flow	1500	1500	1500
Head	95	95	95
BHP	43	40	41
Efficiency	84	89	88
NPSHr	15	8	8

The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

การกำหนดขนาดมอเตอร์

- ให้มี SERVICE FACTOR 15% จาก RATED HORSE POWER ของจุดออกแบบ
- ให้มีขนาดมอเตอร์ครอบคลุมถึงปลายใบสูบของขนาดใบสูบที่จุดออกแบบ (NON-OVERLOAD CURVE)

การกำหนดขนาดมอเตอร์



The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

การขับเครื่องสูบน้ำด้วย VARIABLE FREQUENCY DRIVE

- เพื่อปรับรอบการทำงานของเครื่องสูบน้ำให้จุดทำงานของเครื่องสูบน้ำบน PERFORMANCE CURVE เข้าหาจุดทำงานที่ต้องการโดยระบบ
- ไม่ต้องเพิ่มแรงเสียดทานให้กับระบบเพื่อปรับจุดทำงานของระบบเข้าหาจุดทำงานของเครื่องสูบน้ำ
- สามารถประหยัดพลังงานตามกฎ AFFINITY LAW เมื่อภาระของเครื่องสูบน้ำลดลง

The Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's Patronage

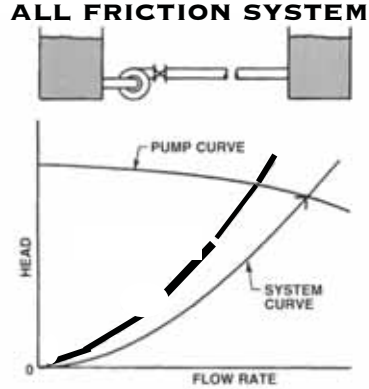
การขับเครื่องสูบน้ำด้วย VARIABLE FREQUENCY DRIVE

- ด้วยข้อจำกัดของมอเตอร์ ไม่ควรลดรอบการทำงานของเครื่องสูบน้ำลงต่ำกว่า 870 RPM (30 HZ) เหตุด้วยการระบายความร้อนจะถูกลดทอนตามไปด้วย
- ควรใช้มอเตอร์ที่มี THERMISTER เพื่อป้องกันอุณหภูมิของมอเตอร์สูงเกินพิกัด
- เมื่อต้องเดินเครื่องสูบน้ำที่ขับด้วย VFD คู่ขนานกับเครื่องสูบน้ำที่รอบคงที่ ต้องพิจารณาการประสาน PERFORMANCE CURVE อย่างรอบคอบ

The Engineering Institute of Thailand under H.M. the King's Patronage

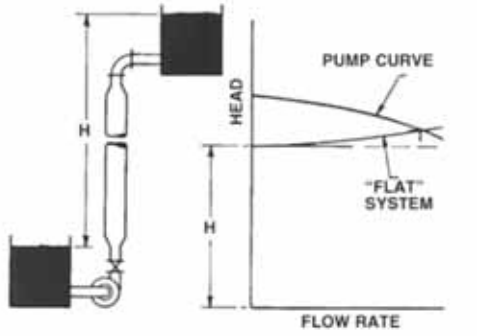
การพิจารณาเลือกใช้ VFD กับระบบต่างๆ

ALL FRICTION SYSTEM



ระบบ ALL FRICTION SYSTEM จะได้ประโยชน์จากการใช้ VFD มากที่สุด และจะได้ผลการประหยัดพลังงานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงภาระของระบบ

MOSTLY STATIC HEAD SYSTEM

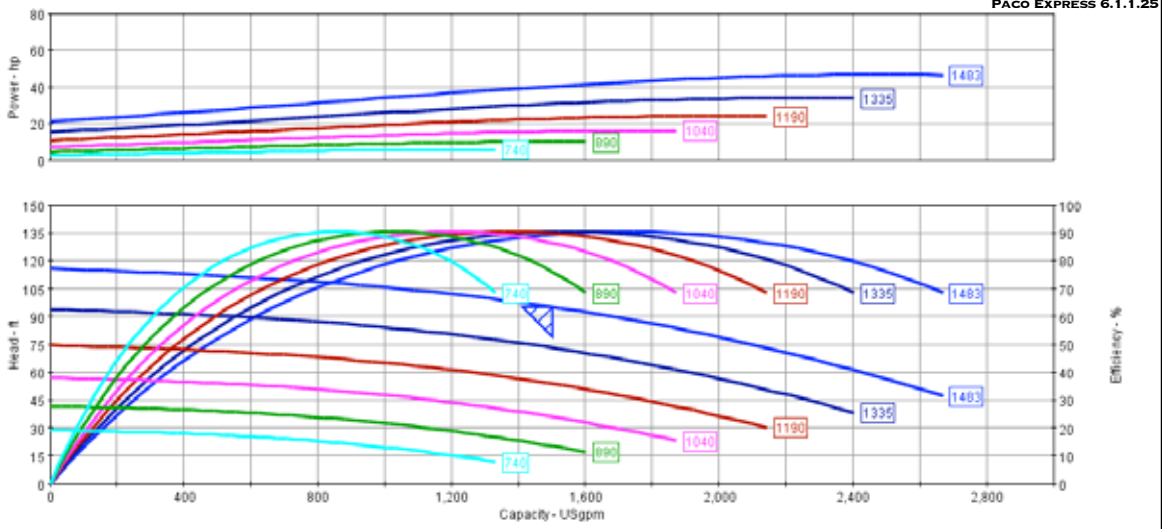


ระบบ MOSTLY STATIC HEAD SYSTEM จะไม่ได้ประโยชน์จากการใช้ VFD และอาจใช้พลังงานสูงกว่าระบบรอบคงที่ที่ออกแบบมาอย่างถูกต้อง

การขับเครื่องสูบน้ำด้วย VARIABLE FREQUENCY DRIVE

Multi-Speed Performance Curve

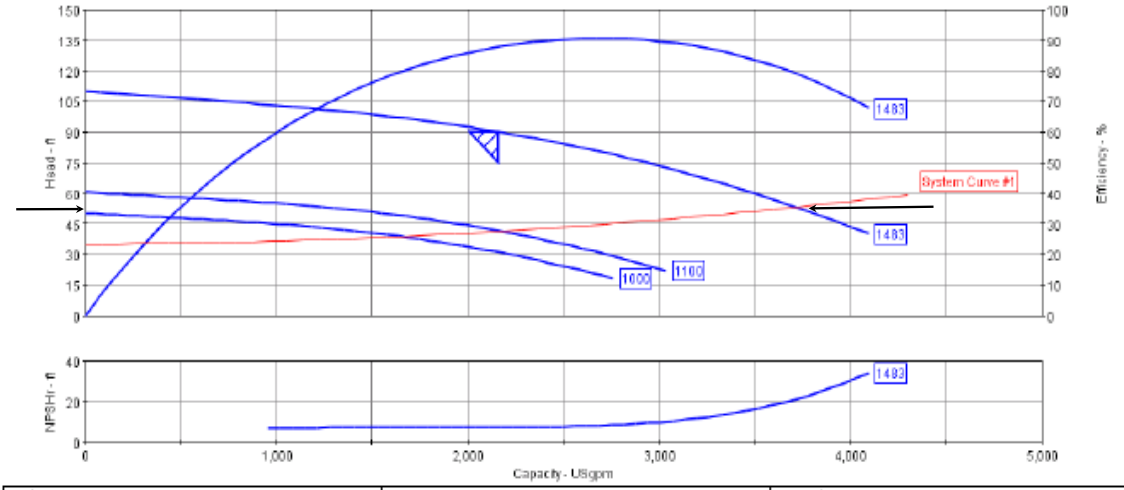
PACO EXPRESS 6.1.1.25



Customer	:	Pump size	: 6012-3/4 KP	Flow, rated	: 1,500 USgpm
Customer reference	:	Stages	: 1	Head, rated	: 95.0 ft
Item number	:	Pump speed, rated	: 1,483 rpm	Fluid density, rated / max	: 0.998 / 0.998 SG
Service	:	Based on curve number	: RC2363-1 Rev 0	Viscosity	: 1.00 cP
Quantity of pumps	: 1	Efficiency	: 89.26 %	Cq/Ch/Ce [ANSI/HI 9.6.7-2004]	: 1.00 / 1.00 / 1.00
Quote number	:	Power, rated	: 40.2 hp	Impeller diameter, rated	: 11.82 in
Date last saved	: 24 Aug 2008 6:01 AM	NPSH required	: 6.38 ft	-	

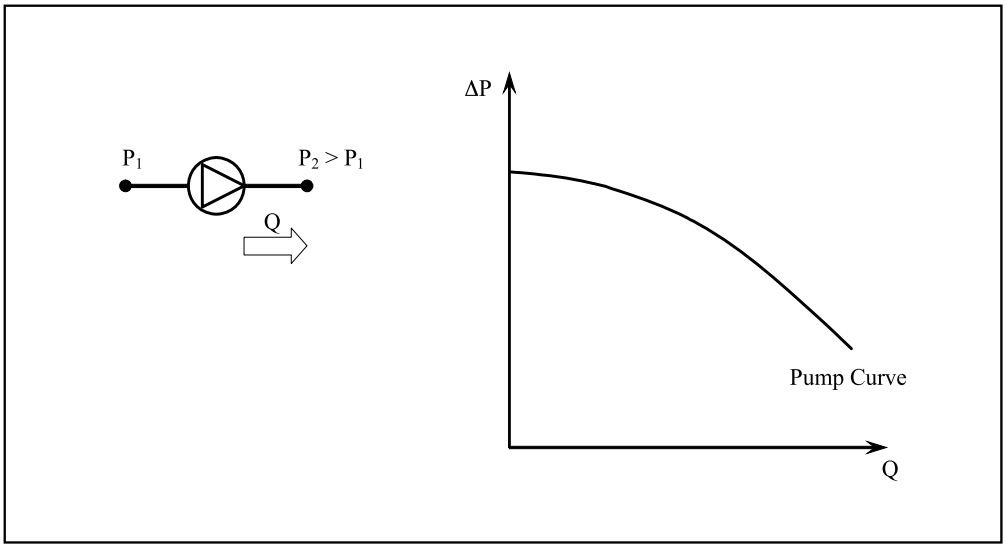
Multi-Speed Performance Curve

การพิจารณาใช้ เครื่องสูบที่เดินปรับลดรอบ ทำงานคู่ขนานกับเครื่องสูบน้ำที่เดิน FULL SPEED



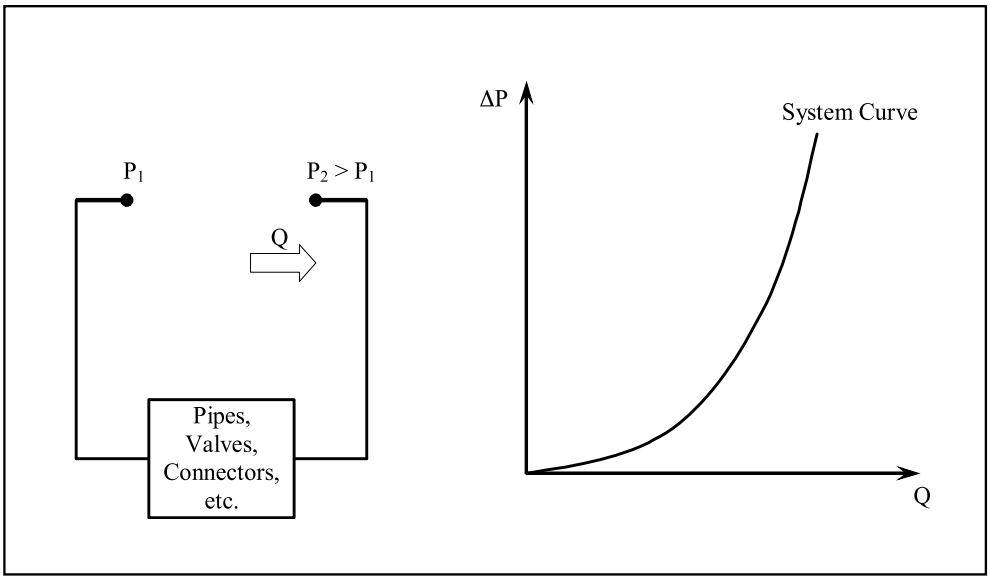
Customer	:	Pump size	: 8012-5/6 KP	Flow, rated	: 2,160 USgpm
Customer reference	:	Stages	: 1	Head, rated	: 90.0 ft
Item number	:	Speed	: 1,483 rpm	Fluid density, rated / max	: 0.998 / 0.998 SG
Service	:	Based on curve number	: RC2349-1 Rev 1	Viscosity	: 1.00 cP
Quantity of pumps	: 1	Date last saved	: 15 Mar 2007	CQ / CH / CE	: 1.00 / 1.00 / 1.00
Quote number	:			Impeller diameter, rated	: 11.83 in

Pump performance Curve
ในขณะที่เครื่องสูบน้ำกำลังทำงาน

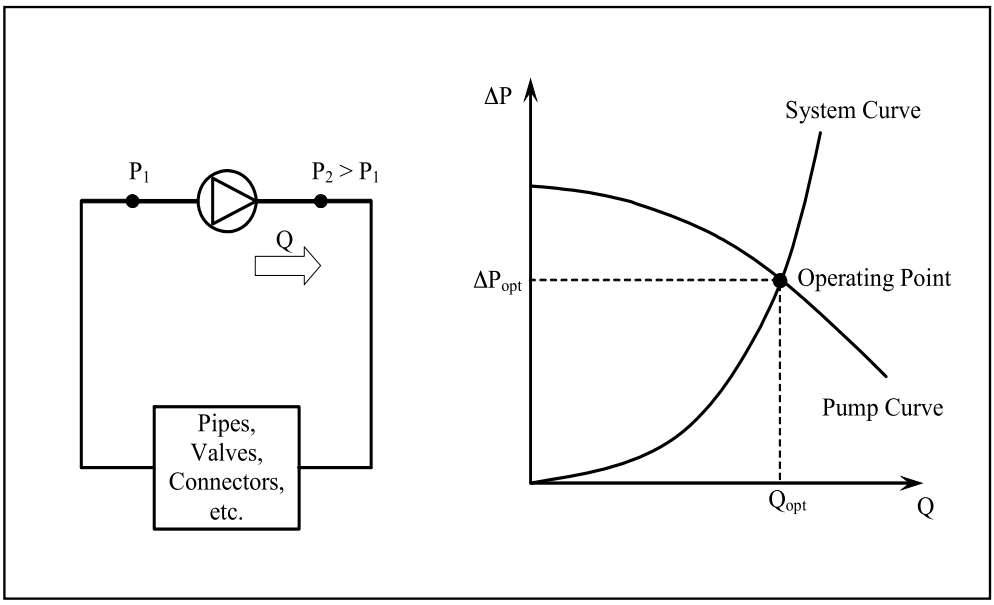


The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

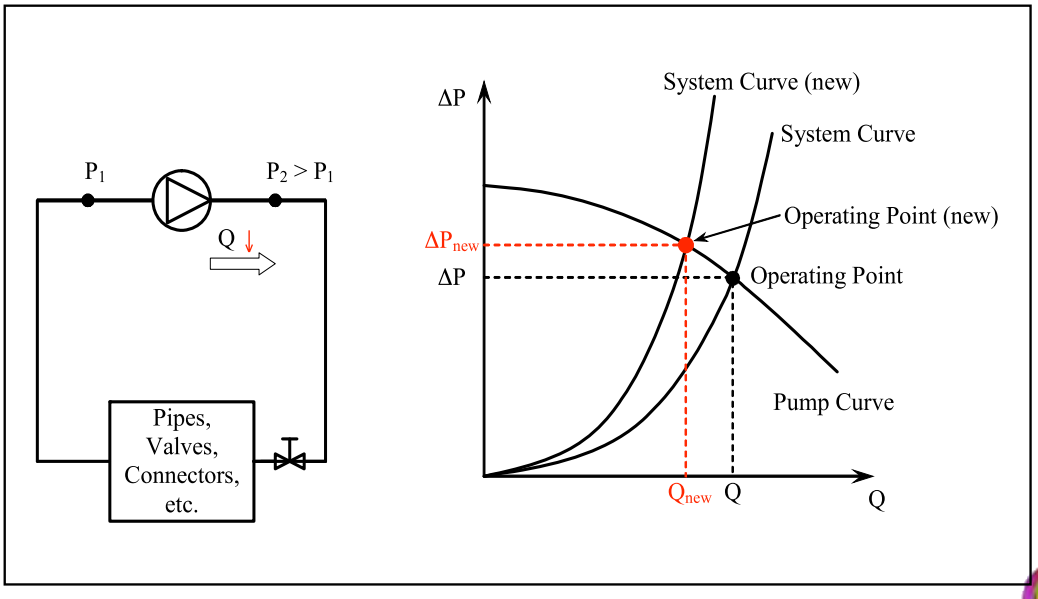
System Curve ของระบบ
ในขณะที่เครื่องสูบน้ำกำลังทำงาน



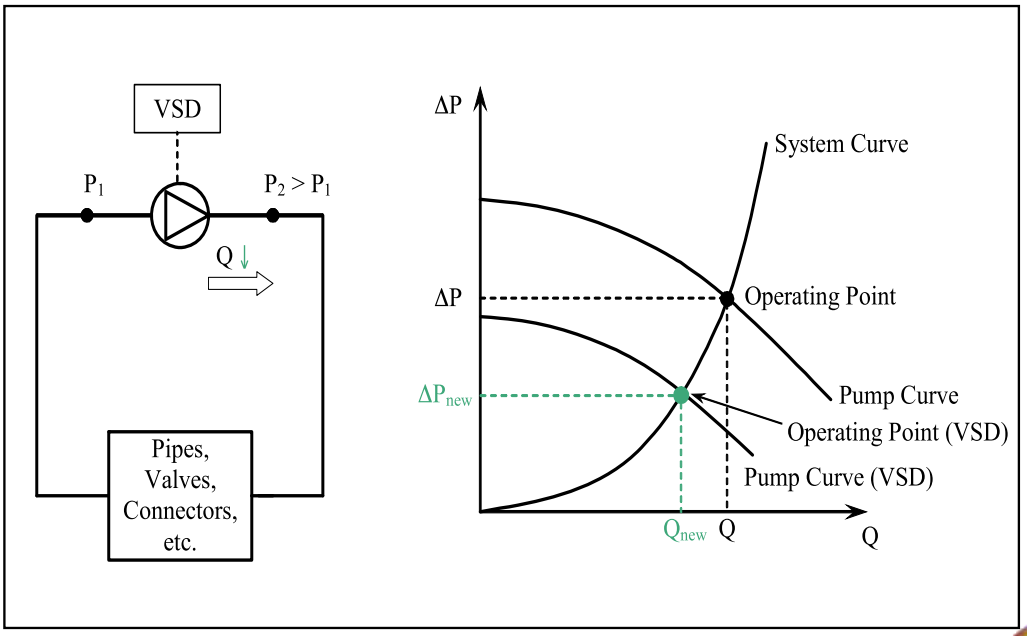
จุดตัดระหว่าง Performance Curve และ System Curve จะเป็นจุดทำงานจริงของเครื่องสูบน้ำ



เมื่อต้องการปรับลดอัตราการไหลโดยการหรี่วาล์ว เส้นระบบจะเคลื่อนและเกิดจุดทำงานของเครื่องสูบน้ำในตำแหน่งใหม่

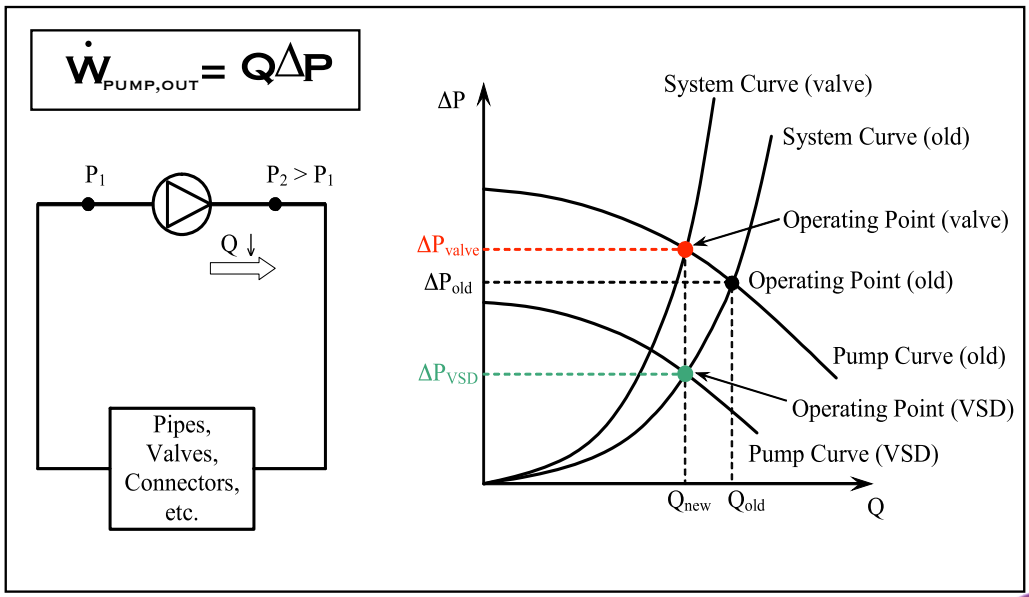


เมื่อใช้ VARIABLE FREQUENCY DRIVE ปรับลดรอบการทำงานของเครื่องสูบน้ำ



เมื่อเปรียบเทียบจุดทำงานระหว่างการหรี่วาล์ว และการใช้ VARIABLE FREQUENCY DRIVE

$$\dot{W}_{PUMP,OUT} = Q\Delta P$$



The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
QUESTION
PLEASE