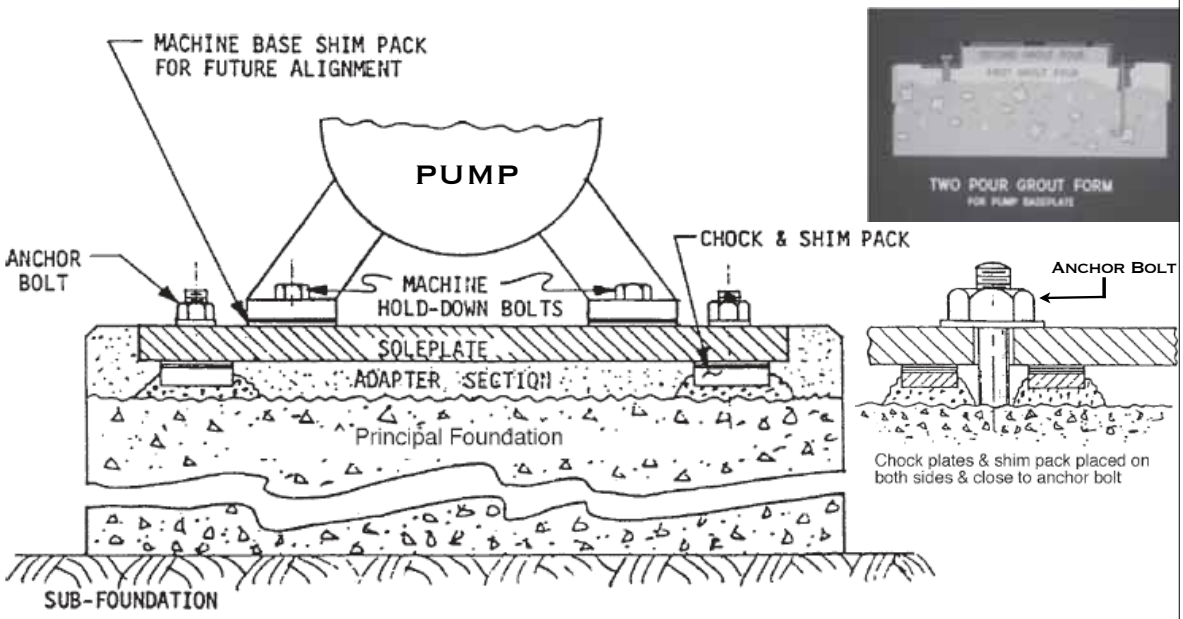
การติดตั้งและใช้งาน เครื่องสูบน้ำ

โดย ครรชิต วิเศษสมภาคย์

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

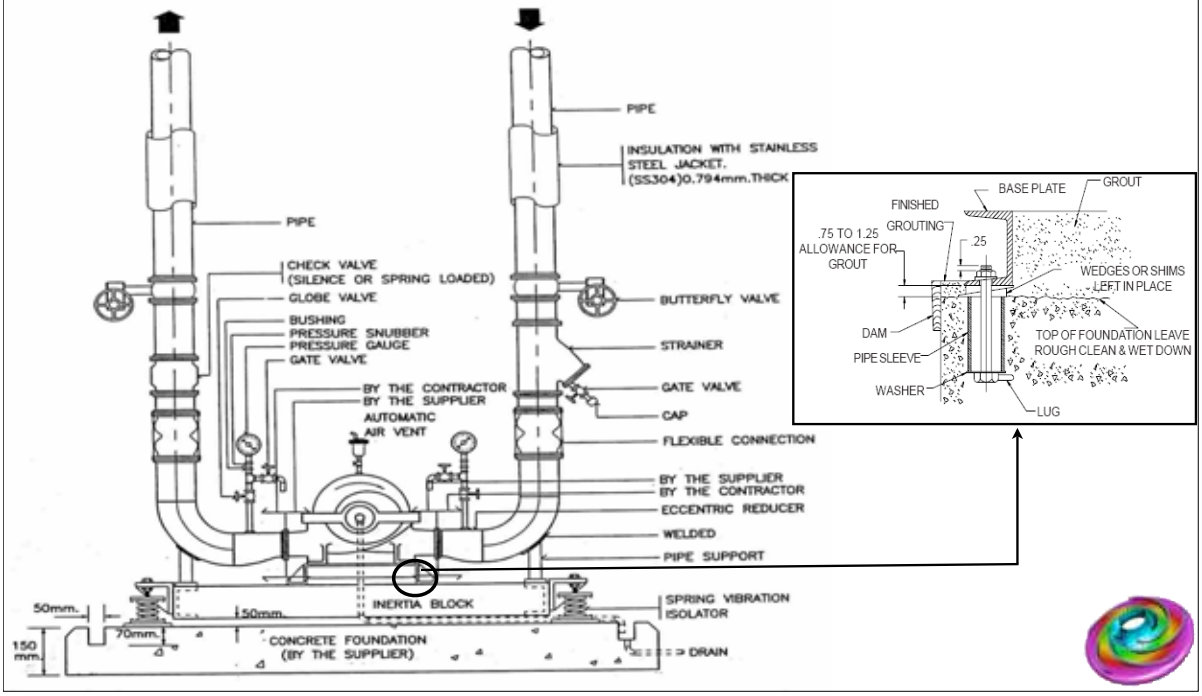
แท่นเครื่องสูบน้ำ (FOUNDATION)



แท่นเครื่องสูบน้ำ (FOUNDATION)

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

แท่นเครื่องสูบน้ำ (FOUNDATION)



การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

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

การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

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

การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

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

การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

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

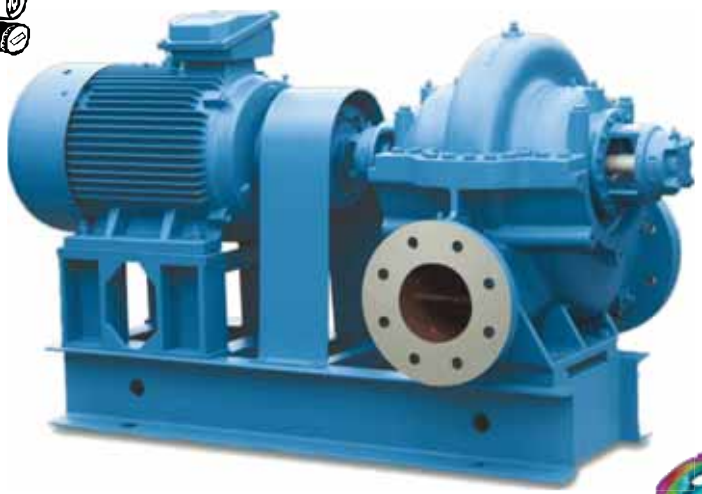
การติดตั้งเครื่องสูบน้ำ

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

ท่อต่ออ่อนยุบตัวเมื่อเดินเครื่องสูบน้ำ

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

PUMP ROTATION

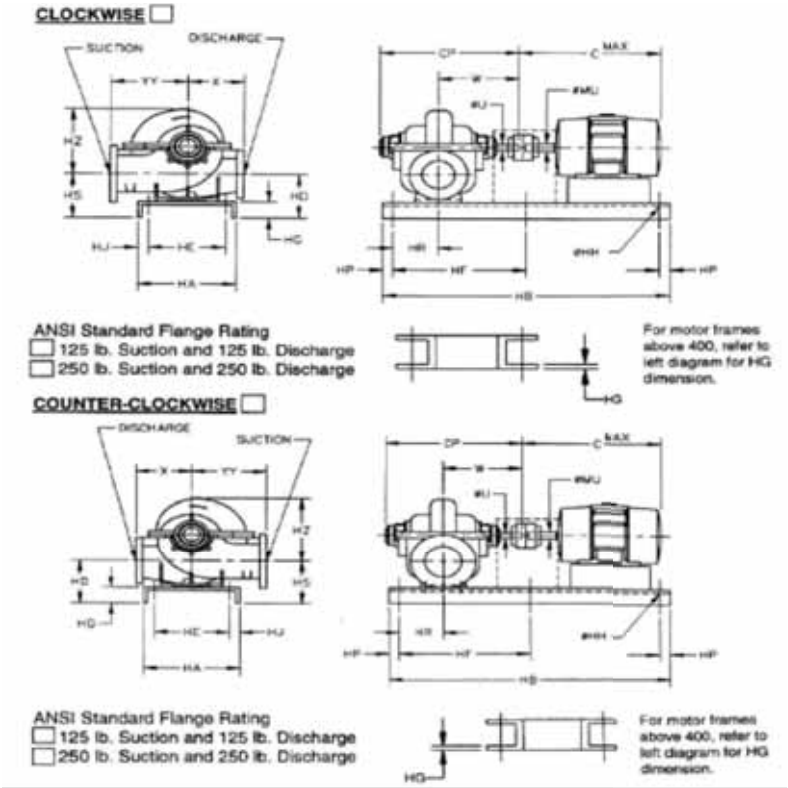


The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

PUMP ROTATION

CW

CCW



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

การตั้งศูนย์เพลา
SHAFT ALIGNMENT

การตั้งศูนย์เพลาระหว่างเครื่องสูบน้ำ และ ตัวขับ ให้อยู่ในค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (ACCEPTABLE TOLERANCES) จะช่วยลดการบั่นทอนอายุการใช้งานของเครื่องสูบน้ำ และตัวขับ และ จะประหยัดพลังงานได้ถึง 8% เมื่อเปรียบเทียบกับการตั้งศูนย์เพลาที่ไม่ถูกต้อง

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

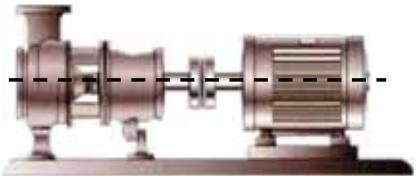
การตั้งศูนย์เพลา
SHAFT ALIGNMENT

การตั้งศูนย์เพลาที่ไม่ถูกต้อง จะเกิดความเสียหายโดยตรงต่อชุดเครื่องสูบน้ำ ดังนี้

- ข้อขับอ่อนเกิดความร้อนสูงและชำรุดเสียหาย
- เพลาของเครื่องสูบน้ำและตัวขับเกิดการชำรุดเสียหาย (FATIGUE FAILURE)
- แบริ่งของเครื่องสูบน้ำและตัวขับต้องรับภาระสูงขึ้น เกิดความร้อนสูงและถูกบั่นทอนอายุการใช้งาน
- เกิดการสั่นสะเทือนสูงระหว่างการใช้งาน

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

การตั้งศูนย์เพลา
SHAFT ALIGNMENT

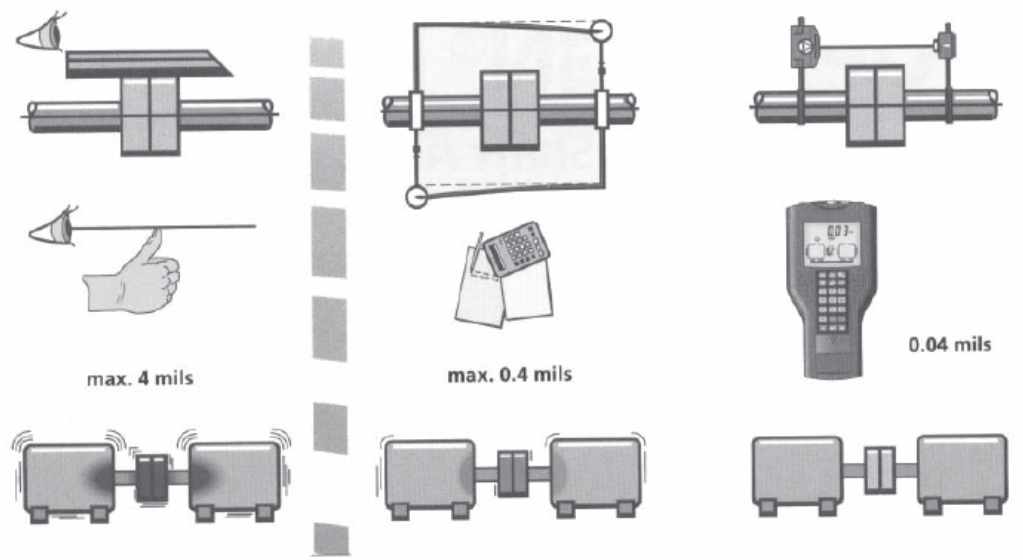


PERFECT ALIGNMENT

OFFSET MISALIGNMENT

ANGULAR MISALIGNMENT

วิธีการตั้งศูนย์เพลา
Shaft Alignment



การตั้งศูนย์เพลา
ด้วย Dial Gauge

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

การตั้งศูนย์เพลา ด้วย Laser Alignment

ติดตั้งหัวส่งและอ่านแสงเลเซอร์

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

การตั้งศูนย์เพลา ด้วย Laser Alignment

วัดระยะจากหัวอ่านถึงศูนย์ขาหน้า-หลังของมอเตอร์

การตั้งศูนย์เพลา ด้วย Laser Alignment

ตรวจวัดเพื่อแก้ไข soft foot

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

การตั้งศูนย์เพลา ด้วย Laser Alignment

ผลการตรวจวัด soft foot ทั้ง 4 จุด

การตั้งศูนย์เพลา ด้วย Laser Alignment

ตรวจวัดศูนย์เพลาที่สถานะเดิม

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

การตั้งศูนย์เพลา ด้วย Laser Alignment

ผลการตรวจวัดศูนย์เพลาที่สถานะเดิม

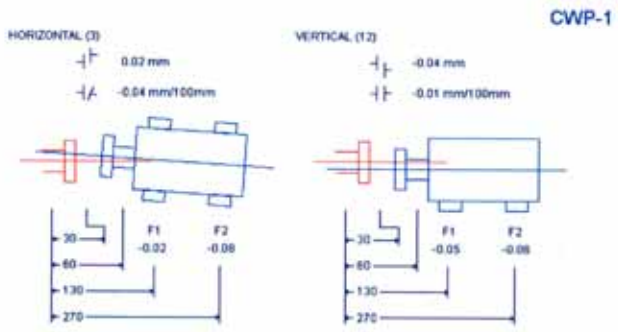
รายงานการตั้งศูนย์เพลา ด้วย Laser Alignment

LASER ALIGNMENT REPORT

PUMP DESIGNATION : CWP-01 CUSTOMER : ศูนย์ราชการฯ - แจ้งวัฒนะ

INSPECTION DATE : 08/08/2008 LOCATION : MACHINE ROOM

CWP-1



Filename:	CWP-1
Date:	08.08.08
Time:	13:12
Program:	Horizontal
Unit:	mm (mm/100mm)
S-M:	60
S-Center:	30
S-Foot1:	130
S-Foot2:	270

V/H	Offset	Angle	Foot1	Foot2
H	.02	-.04	-.02	-.08
V	-.04	-.01	-.05	-.06

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

ค่าความคลาดเคลื่อนของศูนย์เพลาที่ยอมรับได้

Shaft alignment tolerances (short couplings)

	Excellent		*Acceptable*	
RPM	Offset mils<>mm	Angularity (mils/in<>mm/m)	Offset mils<>mm	Angularity mils/in<>mm/m)
600	5.0<>0.12	1.0	9.0<>0.22	1.5
900	3.0<>0.07	0.7	6.0<>0.15	1.0
1200	2.5<>0.06	0.5	4.0<>0.10	0.8
1800	2.0<>0.05	0.3	3.0<>0.07	0.5
3600	1.0<>0.02	0.2	1.5<>0.03	0.3
7200	0.5<>0.01	0.1	1.0<>0.02	0.2

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

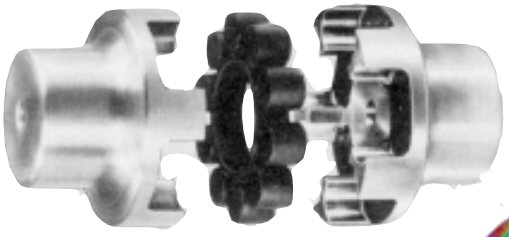
ประเภทต่างๆของข้อขับอ่อน (Flexible Coupling)

Sure Flex

Grid Flex

Dura Flex

Pin & Bush



Spider Flex

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

การเริ่มเดินเครื่องสูบน้ำเป็นครั้งแรก

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

การตรวจสอบก่อนการเดินเครื่องสูบน้ำเป็นครั้งแรก

- ได้ทำการล้างเส้นท่อ (FLUSHING) ทั้งระบบแล้ว
- เติมน้ำให้เต็มระบบและไล่อากาศออกจากระบบแล้ว
- ตรวจสอบให้มั่นใจว่าไม่มีภาระจากเส้นท่อลงที่เครื่องสูบน้ำ
- ให้มีตะแกรงกรองละเอียดที่ทางเข้าเครื่องสูบน้ำ
- ตรวจสอบมอเตอร์ การเข้าสาย และความเป็นฉนวน
- ตรวจสอบระบบ STARTER และตั้ง OVERLOAD PROTECTION
- ตรวจสอบทิศทางการหมุนของมอเตอร์
- ทดสอบเดินมอเตอร์เมื่อไม่มีภาระ (NO LOAD TEST)
- ตั้งศูนย์เพลา (SHAFT ALIGNMENT) ให้อยู่ในมาตรฐาน
- เติมน้ำให้เต็มและไล่อากาศออกจากเครื่องสูบน้ำ

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

การเดินเครื่องสูบน้ำเป็นครั้งแรก

- เปิดวาล์วที่ทางเข้าของเครื่องสูบน้ำเต็มที่ (100 %)
- เปิดวาล์วที่ทางออกของเครื่องสูบน้ำ 10 %
- ทดสอบเดินเครื่องสูบน้ำและให้วัดกระแสไฟฟ้าทันที
- กระแสไฟฟ้าควรอยู่ในช่วง 50-60 % ของกระแสเต็มพิกัด
- อ่านมาตรวัดความดันที่ทางออก
- ความดันต้องสูงกว่าความดันที่จุดออกแบบ
- ต้องไม่มีแรงสั่นสะเทือนหรือเสียงดังผิดปกติ
- ถ้ามีสิ่งผิดปกติใด ให้หยุดเครื่องสูบน้ำ ตรวจสอบและแก้ไข
- ถ้าปกติ ให้เปิดวาล์วทางออกเพิ่มขึ้นช้าๆ
- หยุดตำแหน่งวาล์วไว้เมื่อกระแสไฟฟ้ามอเตอร์ถึง 85%
- ควรตรวจสอบกระไฟฟ้าและความดันอย่างใกล้ชิด

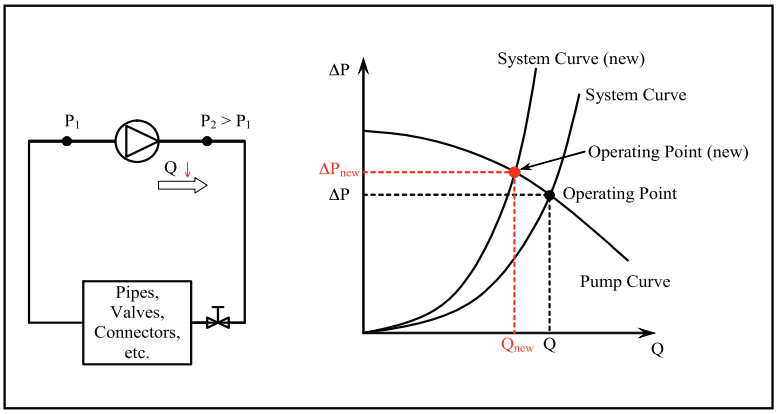
การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำ (PUMP COMMISSIONING)

- การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำควรมีภาระที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริง
- ข้อมูลที่ต้องทราบจากเงื่อนไขของการออกแบบ
  - ความดันเครื่องสูบน้ำ (PUMP HEAD) มีค่า SERVICE FACTOR รวมอยู่ 15 - 20 % เสมอ เพื่อจะชดเชยกับค่าความดันลด (FRICTION LOSS) ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต
  - ความดันเครื่องสูบน้ำถูกกำหนดไว้ที่ภาระเต็มพิกัด (FULL LOAD)

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

การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำ (PUMP COMMISSIONING)

- การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำในระบบที่มีตัวขับแบบรอบการหมุนคงที่ (CONSTANT SPEED) เป็นการปรับเปลี่ยนความต้านทานของระบบเพื่อให้เส้นระบบ (SYSTEM CURVE) วิ่งเข้าหาจุดทำงานของเครื่องสูบน้ำบน H-Q CURVE ตามที่ออกแบบไว้

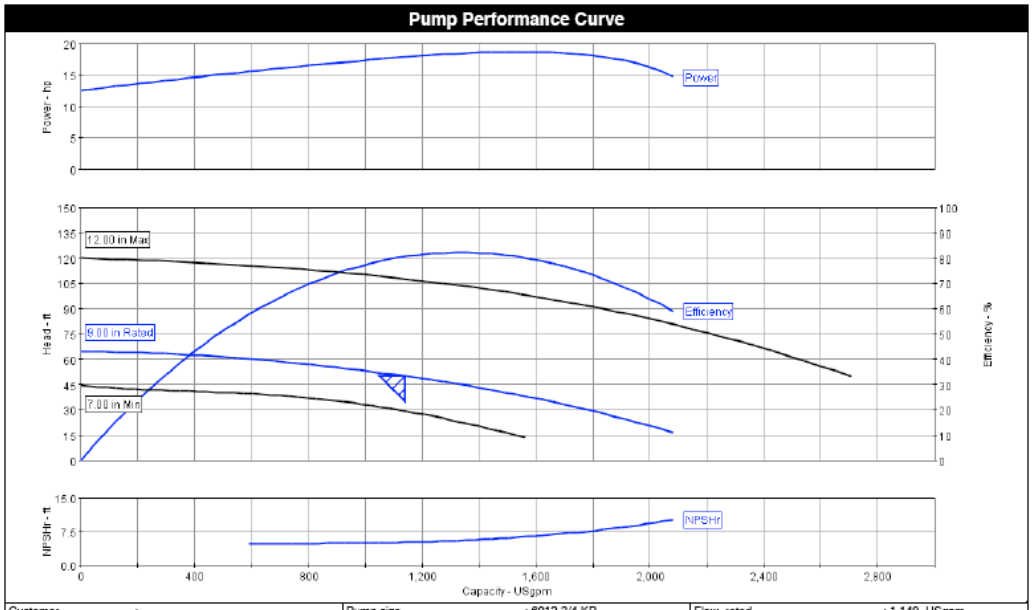


การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำ (PUMP COMMISSIONING)

การทดสอบและปรับแต่งเครื่องสูบน้ำเย็นแบบ VERTICAL SPLIT CASE ทำหน้าที่เป็น เครื่องสูบน้ำเย็นปฐมภูมิ (PRIMARY CHILLED WATER PUMP) ขนาด 1,140 GPM 50 FT ขับด้วยมอเตอร์ 30 HP กระแสเต็มพิกัด 42.5 AMP

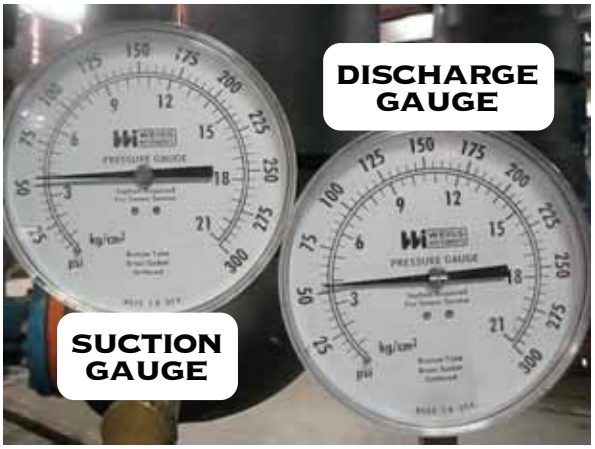
The Engineering Institute of Thailand
under H.M. the King's Patronage

การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำ (PUMP COMMISSIONING)



Customer	:	Pump size	: 6012-3/4 KP	Flow, rated	: 1,140 USgpm
Customer reference	:	Stages	: 1	Head, rated	: 50.0 ft
Item number	:	Pump speed, rated	: 1,483 rpm	Fluid density, rated / max	: 0.998 / 0.998 SG
Service	:	Based on curve number	: RC2383-1 Rev 0	Viscosity	: 1.00 cP
Quantity of pumps	: 1	Efficiency	: 80.50 %	Cq/Ch/Ce [ANSI/HI 9.6.7-2004]	: 1.00 / 1.00 / 1.00
Quote number	:	Power, rated	: 17.8 hp	-	
Date last saved	: 10 Sep 2008 7:26 AM	NPSH required	: 5.11 ft	-	

การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำ (PUMP COMMISSIONING)

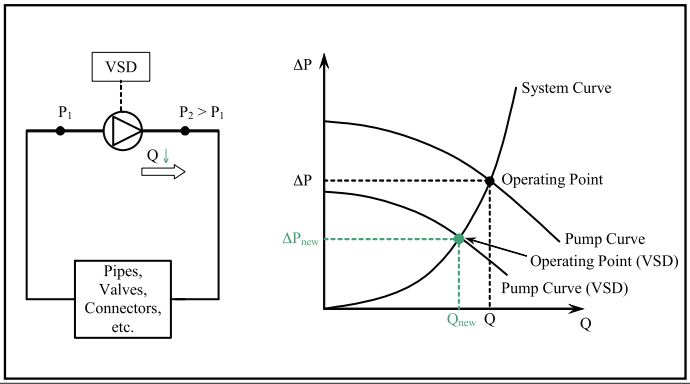


ก่อนเริ่มเดินเครื่องสูบน้ำ เปิดวาล์วด้านขาออกไว้ 10% เมื่อเดินเครื่องสูบน้ำแล้ว ให้ค่อยๆเปิดวาล์วเพิ่มขึ้น แล้วสังเกตุการเปลี่ยนที่มาตรวัด

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

การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำ (PUMP COMMISSIONING)

- การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำในระบบที่มีตัวขับแบบปรับเปลี่ยนรอบการหมุนได้ (VARIABLE FREQUENCY DRIVE) เป็นการปรับเปลี่ยนจุดทำงานของเครื่องสูบน้ำ โดยการปรับ H-Q CURVE ด้วยการเปลี่ยนรอบการหมุนของเครื่องสูบน้ำ เพื่อให้ H-Q CURVE วิ่งเข้าหาจุดทำงานที่ต้องการบนเส้นระบบ (SYSTEM CURVE)



การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำ (PUMP COMMISSIONING)

ตัวอย่างการปรับแต่งเครื่องสูบน้ำเย็นในระบบปรับอากาศ จากการคำนวณที่ภาระสูงสุดต้องการอัตราการจ่ายน้ำเย็น 6,480 GPM ต้องการความดัน 90 FT เพื่อให้สามารถใช้งานที่ภาระต่ำลงได้อย่างเหมาะสม จึงแบ่งเครื่องสูบน้ำเย็นเป็น 3 ชุด @ 2,160 GPM 90 FT

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

การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำ

SAHAPIE ENGINEERING
KUNCHIT VISESSOMPARK
PUMP SELECTION AT DESIGN POINT

PUMP DATA SHEET
PACO Pump Company

PACO Select ver: 6.04
19/02/05

Selection file: (untitled)
Catalog: WTR_50HZ.CIP v 5.5

Curve: RC2445

Design Point: Flow: 2160 US gpm
Head: 90 ft

Pump: SPLIT_CASE - 1500 **Size:** 8012-5/8
Speed: 1450 rpm Dia: 11.897 in

Limits: Temperature: 210 °F Sphere size: — in
Pressure: 300 psig Power: — bhp

Specific Speed: Ns: — Nss: —

Dimensions: Suction: 10 in Discharge: 8 in

Motor: 75 hp Speed: 1500 Frame: 250S
IEC Standard TEFC Enclosure
sized for Max Power on Design Curve

Fluid: Water Temperature: 60 °F
SG: 1
Viscosity: 1.122 cP
Vapor pressure: 0.2568 psia
Atm pressure: 340 psia

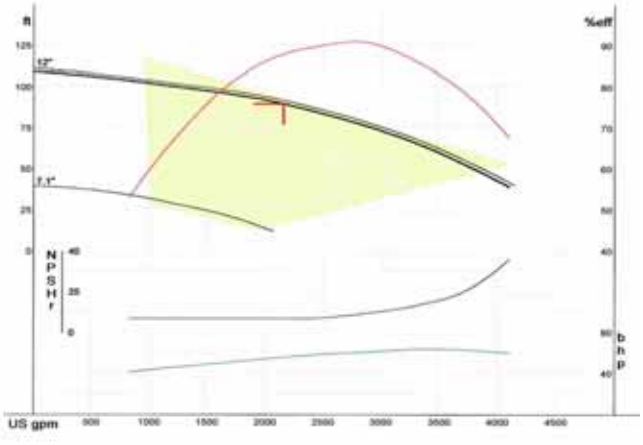
NPSHa: — ft

Piping: System: —
Suction: — in
Discharge: — in

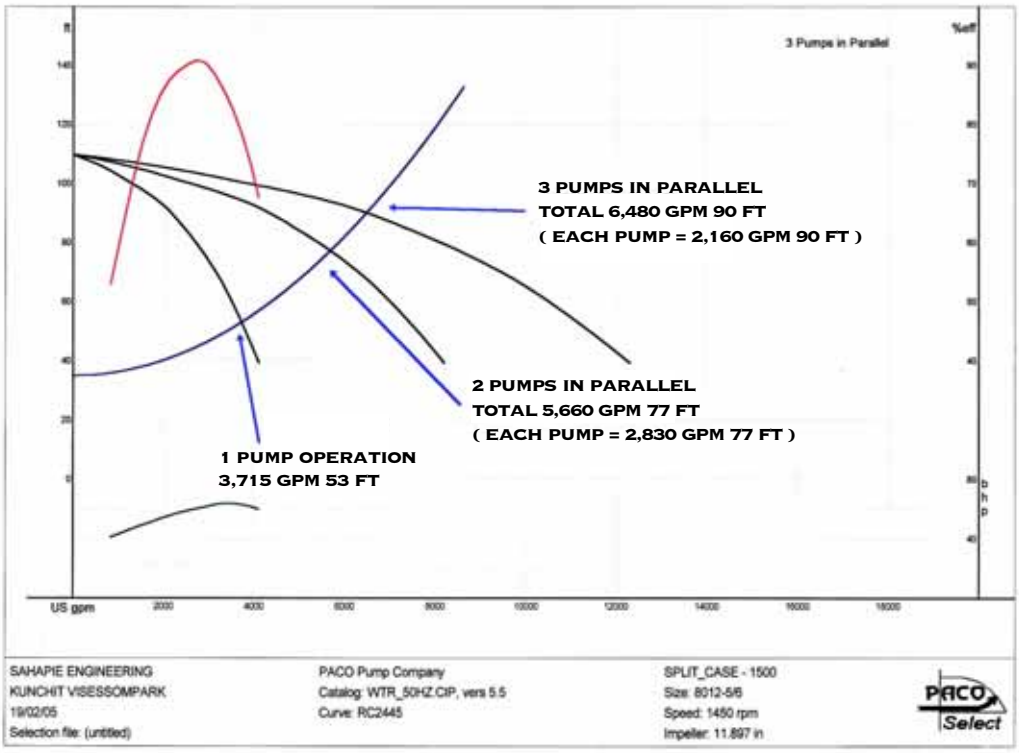
— Data Point —
Flow: 2160 US gpm
Head: 90 ft
Eff: 88%
Power: 55.8 bhp
NPSHr: 6.96 ft

– Design Curve –
Shutoff Head: 110 ft
Shutoff dP: 47.6 psi
Min Flow: - US gpm
BEP: 91% eff
@ 2857 US gpm
NOL Pwr: 63.9 bhp
@ 3314 US gpm

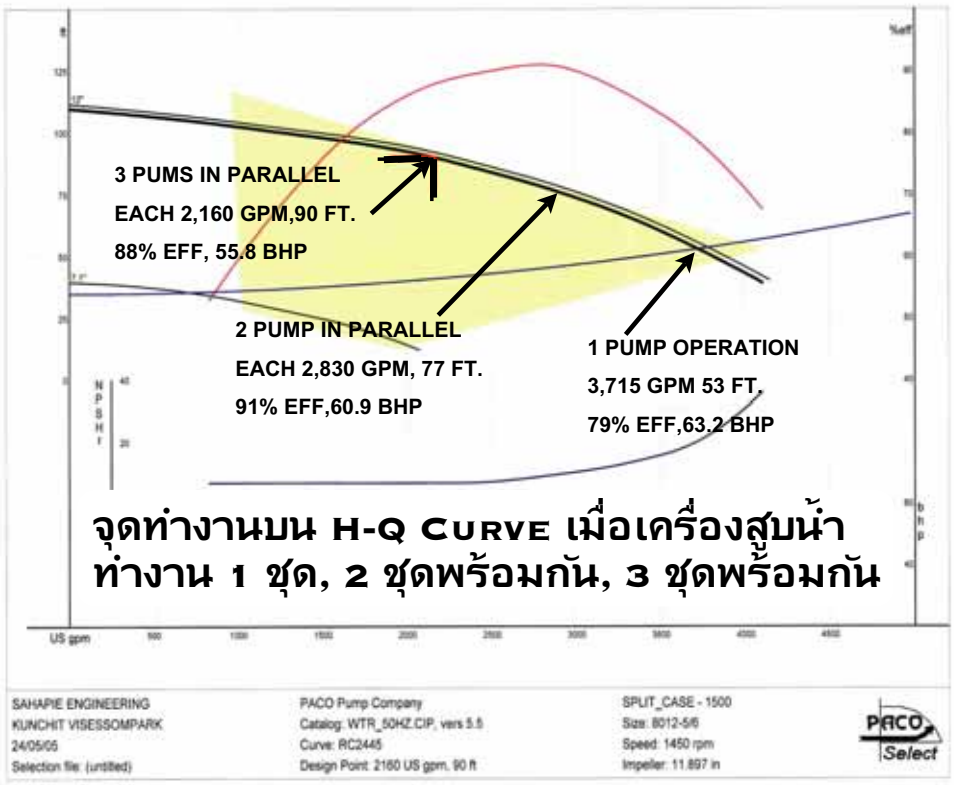
– Max Curve –
Max Pwr: 65.5 bhp
@ 3314 US gpm



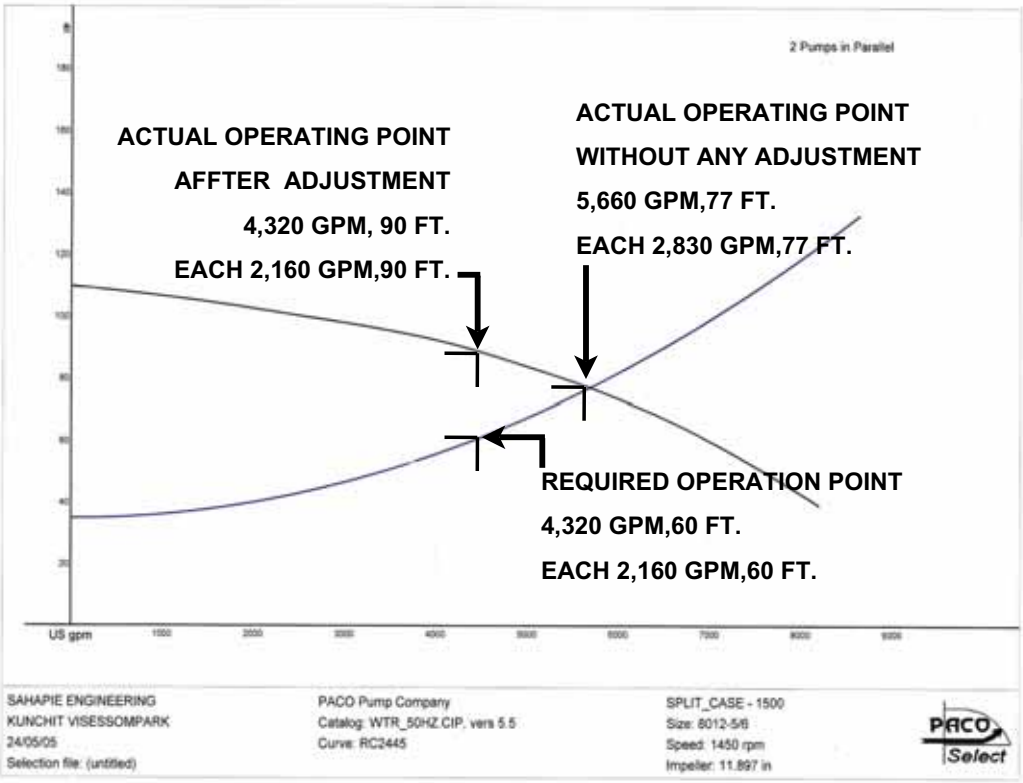
การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำ



การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำ



การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำ



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

การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำ

Design Point: Flow: 2160 US gpm
Head: 90 ft

Pump: SPLIT_CASE - 1500 **Size: 8012-5/6**
Speed: 1230 rpm Dia: 11.897 in

Limits: Temperature: 210 °F Sphere size: — in
Pressure: 300 psi_g Power: — bhp

Specific Speed: Ns: — Nss: —

Dimensions: Suction: 10 in Discharge: 8 in

Motor: 40 hp Speed: 1500 Frame: 324T
NEMA Standard TEFC Enclosure
sized for Max Power on Design Curve

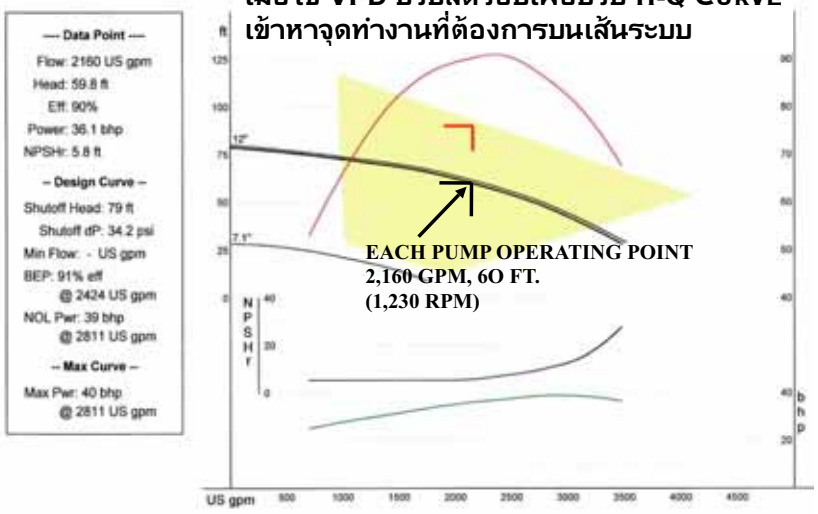
Fluid: Water Temperature: 60 °F
SG: 1
Viscosity: 1.122 cP
Vapor pressure: 0.2568 psi_g
Atm pressure: 340 psi_g

NPSHa: — ft

Piping: System: —
Suction: — in
Discharge: — in

2 PUMPS IN PARALLEL 4,320 GPM, 60 FT.

เมื่อใช้ VFD ปรับลดรอบเพื่อปรับ H-Q Curve เข้าหาจุดทำงานที่ต้องการบนเส้นระบบ



การปรับแต่งเครื่องสูบน้ำ

Design Point: Flow: 2160 US gpm
Head: 90 ft

Pump: SPLIT_CASE - 1500 Size: 8012-5/6
Speed: 1060 rpm Dia: 11.897 in

Limits: Temperature: 210 °F Sphere size: — in
Pressure: 300 psi_g Power: — bhp

Specific Speed: Ns: — Nss: —

Dimensions: Suction: 10 in Discharge: 8 in

Motor: 25 hp Speed: 1500 Frame: 284T
NEMA Standard TEFC Enclosure
sized for Max Power on Design Curve

Fluid: Water Temperature: 60 °F
SG: 1
Viscosity: 1.122 cP
Vapor pressure: 0.2568 psi_a
Atm pressure: 340 psi_a

NPSHa: — ft

Piping: System: —
Suction: — in
Discharge: — in

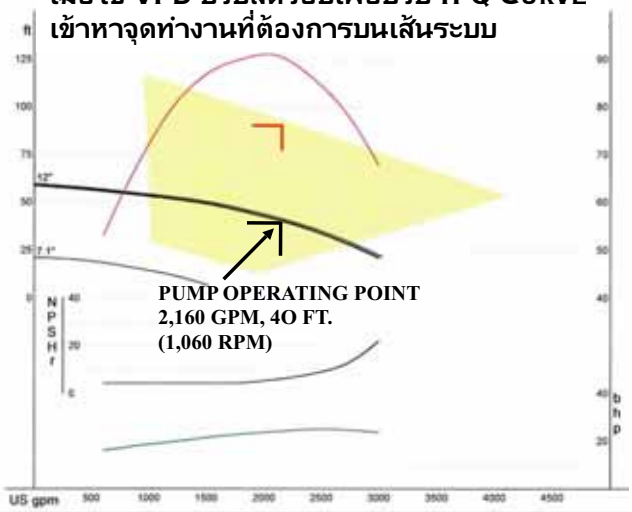
SINGLE PUMP OPERATION

เมื่อใช้ VFD ปรับลดรอบเพื่อปรับ H-Q Curve เข้าหาจุดทำงานที่ต้องการบนเส้นระบบ

— Data Point —
Flow: 2160 US gpm
Head: 39.8 ft
Eff: 90%
Power: 24.1 bhp
NPSHr: 6.19 ft

– Design Curve –
Shutoff Head: 58.7 ft
Shutoff dP: 25.4 psi
Min Flow: - US gpm
BEP: 91% eff
@ 2089 US gpm
NOL Pwr: 24.9 bhp
@ 2423 US gpm

– Max Curve –
Max Pwr: 25.6 bhp
@ 2423 US gpm



PUMP OPERATING POINT
2,160 GPM, 4O FT.
(1,060 RPM)

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