บทที่ 7 เครื่องสูบน้ำ

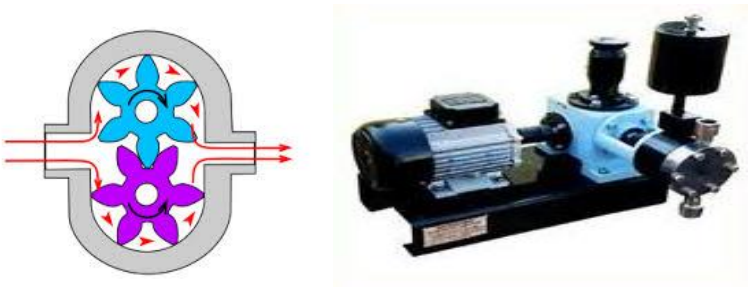
7.1 องค์ประกอบของระบบ

เครื่องสูบน้ำเป็นเครื่องมือกลที่ทำหน้าที่เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลว เพื่อให้ของเหลวนั้นไหลผ่านระบบท่อจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ตามต้องการ พลังงานที่นำมาเพิ่มให้แก่ของเหลวนั้นอาจได้มาจากเครื่องยนต์ หรือมอเตอร์ โดยพลังงานที่เครื่องสูบน้ำต้องการจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับการสูญเสียความดันในระหว่างทาง ที่ของเหลวเคลื่อนที่ไป และอัตราการไหลของเหลว

โดยสามารถแยกได้เป็นประเภท ได้ดังนี้

7.1.1 Displacement Pumps ซึ่งมีทั้ง Reciprocating Pumps และ Rotary Pumps

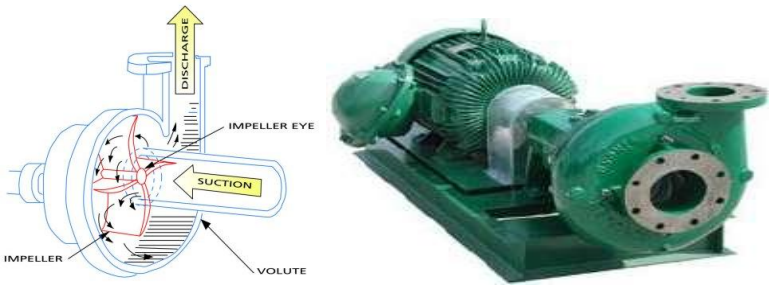
ทำงานโดยอาศัยหลักการเพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลวโดยการเคลื่อนที่ของลูกสูบเข้าไปอัดของเหลวให้ไหลไปสู่ทางจ่าย ปริมาตรของของเหลวที่สูบได้ในแต่ละครั้งจะเท่ากับผลคูณของพื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบกั บช่วงชักของกระบอกสูบนั้น



รูปที่ 7.1 Reciprocating Pumps

7.1.2 Dynamic Pumps ซึ่งมีทั้ง Centrifugal Pumps และ Special Effect Pumps

ทำงานโดยอาศัยหลักการหมุนของใบพัดหรืออิมเพลเลอร์ (Impeller) ที่ได้รับการถ่ายเทกำลังจากเครื่องยนต์ต้นกำลังหรือมอเตอร์ไฟฟ้า เมื่อใบพัดหมุนพลังงานจากมอเตอร์ไฟฟ้าก็จะถูกถ่ายเทโดยการผลักดันของครีบใบพัด ต่อของเหลวที่อยู่รอบๆ ทำให้เกิดการไหลในแนวสัมผัสกับเส้นรอบวง เมื่อมีการไหลในลักษณะดังกล่าวก็จะเกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางและ เป็นผลให้มีการไหลจากจุดศูนย์กลางของใบพัดออกไปสู่แนวเส้นรอบวงทุกทิศทาง ดังนั้นของเหลวที่ถูกใบพัดผลักดันออกมาก็จะมีทิศทางการไหลที่เป็นผลรวมของแนวทั้งสอง



รูปที่ 7.2 Centrifugal Pumps

องค์ประกอบของเครื่องสูบน้ำประกอบด้วย ชุดเครื่องสูบน้ำ และเครื่องต้นกำลัง หรือมอเตอร์ที่ใช้ขับเครื่องสูบน้ำ ปกติประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสูบน้ำจะแปรผันตามอัตราการไหล (Flow Rate) และ (Head) ของระบบ

7.2 นิยามประสิทธิภาพหรือสมรรถนะ

7.2.1 TDH (Total Dynamic Head) หมายถึง ความดันที่คำนวณเป็นความสูงของน้ำ เช่น ความดัน 101.32 kPa หรือ 1 bar เท่ากับ ความสูงน้ำ 10.33 m.

7.2.2 กราฟสมรรถนะการทำงานของเครื่องสูบน้ำ (Performance Curve of Pump) หมายถึง กราฟ ที่แสดงสภาวะการใช้งานที่เฮดและอัตราการไหลใดๆ

7.2.3 ความดันตกคร่อม (Pressure Drop) หมายถึง ผลต่างความดันระหว่างด้านดูด (Section) และด้านจ่าย (Discharge) ของเครื่องสูบน้ำ

7.2.4 กฎของเครื่องสูบน้ำ (Affinity Law), (Pump Law) หมายถึง ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อสมรรถนะ ได้แก่ ความเร็วรอบ เฮด อัตราการไหล และกำลังงาน (BHP)

อัตราการไหล (Q) α ความเร็วรอบ (N)

เฮด (H) α ความเร็วรอบ^2 (N)

กำลังงาน (P) α ความเร็วรอบ^3 (N)

7.2.5 BHP (Break Horse Power) หมายถึง กำลังงานกลที่ต้องใช้ขับเครื่องสูบน้ำ มีหน่วยเป็นแรงม้า (HP) หรือ กิโลวัตต์ (kW)

7.2.6 SEC_p (Specific Energy Consumption of Pump) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้เครื่องสูบน้ำ หน่วยเป็นกิโลวัตต์ (kW) กับ อัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำ หน่วยเป็นลิตรต่อวินาที (l/s) หรือแกลลอนต่อนาที (GPM)

$$SEC_P = \frac{P_{in}}{Q}$$

โดยที่

P_{in} = กำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้เครื่องสูบน้ำ (kW)

Q = อัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำ (GPM)

7.3 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันไม่มีกฎหมายเกี่ยวกับการสำรวจ ตรวจวัด หรือวิเคราะห์ประสิทธิภาพหรือสมรรถนะพลังงาน

7.4 แนวทางการสำรวจและการเก็บข้อมูลวิเคราะห์ประสิทธิภาพ

7.4.1 การวิเคราะห์โดยใช้ Performance Curve หรือ Pump Curve เครื่องมือหรือมาตรวัดที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย

- Pump Curve หรือ Performance Curve ของเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้นๆ
- มาตรวัดความดันของเครื่องสูบน้ำด้านดูด (Suction) และด้านจ่าย (Discharge)
- เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter) สำหรับวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำ

ขั้นตอนในการเก็บข้อมูลวิเคราะห์

1. ใช้เครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า Power Meter (P_{in}) วัดกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเครื่องสูบน้ำในหน่วยของกิโลวัตต์ (kW)
2. อ่านค่าความดันของด้านดูดและด้านจ่ายของเครื่องสูบน้ำ ในหน่วยของ Psi, bar หรือ kg/cm^2 เป็นต้น จากนั้น หาค่า Pressure Drop (ΔP) โดยที่

$$\Delta P = P_{Dis} - P_{Suc}$$

3. นำค่า ΔP ที่ได้ Plot ลงบน Performance Curve ของรุ่นที่ใช้งาน โดยลากเส้นในแนวระนาบไปติดกับเส้นใบพัด (Impeller) ของเครื่องสูบน้ำรุ่นนั้น ดังรูปที่ 7.5
4. จากจุดตัดในข้อ 3 ลากเส้นตรงในแนวดิ่งลงมา เพื่อหาค่าอัตรการไหล (Q) ของเครื่องสูบน้ำชุดนั้น
5. นำค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้และอัตราการไหลที่หาได้ หาค่า SEC_p ตามสมการ

$$SEC_P = \frac{P_{in}}{Q}$$

หมายเหตุ : วิธีนี้เหมาะสมกับเครื่องสูบน้ำที่ไม่มีการติดตั้ง VSD หรือถ้ามีการติดตั้งจะต้องมีการปรับ ความถี่ที่ 50 Hz ก่อนการวิเคราะห์

7.4.2 การวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือวัดอัตราการไหล เครื่องมือหรือมาตรวัดที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย

- เครื่องมือวัดอัตราการไหลชนิด Ultrasonics Flow Meter หรืออื่นๆ ที่สามารถวัดอัตราการไหลในหน่วยของ l/s หรือ GPM เป็นต้น
- เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter) สำหรับวัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำ

ขั้นตอนในการเก็บข้อมูลวิเคราะห์

1. ใช้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าPower Meter วัดกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเครื่องสูบน้ำ(Pin) ในหน่วยของกิโลวัตต์ (kW)
2. ใช้เครื่องมือวัดอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำในหน่วยของลิตรต่อวินาที (l/s) หรือแกลลอนต่อวินาที (GPM) เป็นต้น
3. นำค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้และอัตราการไหลที่หาได้ มาหาค่า SEC_p ดังสมการ

$$SEC_P = \frac{P_{in}}{Q}$$

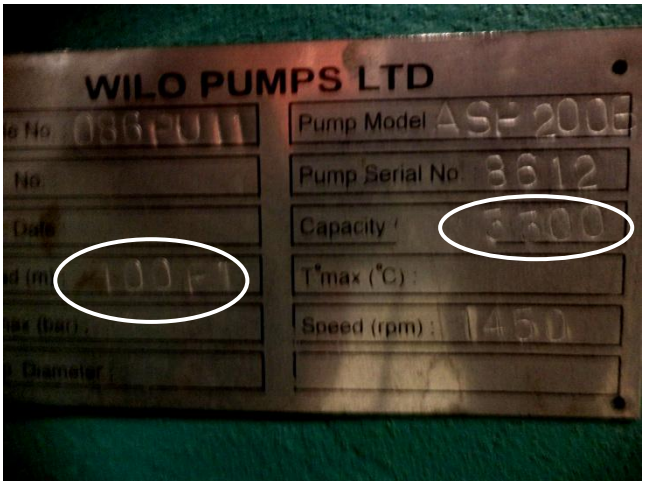
ตัวอย่างตารางการตรวจวัดเครื่องสูบน้ำ (Pump)

รายการ		หน่วย	สัญลักษณ์	No.	แหล่งที่มา
หมายเลขเครื่อง		-	-		
สถานที่ใช้งาน		-	-		
เวลาเปิดใช้งาน		-	-		ข้อมูล เปิด-ปิด
ปีที่ติดตั้งใช้งาน		-	-		ปีที่ติดตั้ง
ยี่ห้อ		-	-		Name Plate
รุ่น		-	-		
ชนิด		-	-		
ประเภทการใช้งาน		-	-		
ลักษณะ/ระยะการบำรุงรักษา		-	-		
ค่าพิกัด	TDH	ft	-		Name Plate
	กำลังไฟฟ้ามอเตอร์	kW	-		
	อัตราการไหล	GPM	-		
	ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ	%	-		
	ค่าประสิทธิภาพหรือสมรรถนะ	kW/GPM	SEC_p		$SEC_p = P_{in}/Q$
ผลการตรวจวัด	Inlet/Outlet Valve Open	%	-		ตรวจสอบการใช้งาน
	Suction Pressure	psig	P_{suc}		Pressure Gauge
	Discharge Pressure	psig	P_{Dis}		
	อัตราการไหล	GPM	Q		ตรวจวัดโดยใช้เครื่องวัดอัตราการไหล
ไฟฟ้า	V	Volt	V		ตรวจวัดโดยใช้ Power Meter
	A1	Amp.	I1		
	A2	Amp.	I2		
	A3	Amp.	I3		
	kW	kW	W		
	P.F.	-	PF		
ค่าประสิทธิภาพหรือสมรรถนะ		kW/GPM	SEC_p		$SEC_p = P_{in}/Q$
สภาพการใช้งาน					
หมายเหตุ					

7.5 ตัวอย่างการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ตัวอย่างที่ 1 : เครื่องสูบน้ำหล่อเย็นพิกัด ขนาด 90 kW อัตราการไหล 3,300 GPM เฮด 100 ft ใบพัดเครื่องสูบน้ำ 334 mm

จงหาค่า SEC_P โดยจากการตรวจวัดจริง อัตราการไหลเท่ากับ 3,624 GPM และกำลังไฟฟ้า 91.6 kW



รูปที่ 7.3 แสดงค่าพิกัดเครื่องสูบน้ำ

จาก Name Plate

อัตราการไหลเท่ากับ	3,300	GPM
กำลังไฟฟ้าเท่ากับ	90	kW
ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำเท่ากับ	0.02727	kW/GPM

รูปที่ 7.4 แสดงค่าอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำ

จงหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ (kW/GPM)

วิธีการคำนวณ

จากสมการ

$$SEC_P = \frac{P_{in}}{Q}$$

แทนค่า

$$SEC_P = \frac{91.6\ kW}{3{,}624\ GPM}$$

$$SEC_P = \ 0.0252\ kW/GPM$$

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> : จากตัวอย่างที่ 1 ตรวจวัดค่าความดันด้านดูด และด้านจ่ายได้ดังนี้

ค่าความดันด้านดูดของเครื่องสูบน้ำ ได้เท่ากับ -2.5 in.Hg

ค่าความดันด้านจ่ายของเครื่องสูบน้ำ ได้เท่ากับ 41 psig

จงหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ (kW/GPM)

วิธีการคำนวณ

ความดันด้านดูด (P_{Suc}) = - 2.5 in.Hg

= - 0.86 m.H_2O (1 in.Hg = 0.3453 m.H_2O)

ความดันด้านจ่าย (P_{Dis}) = 41 psig

= 28.82 m.H_2O (1 psig = 0.7031 m.H_2O)

คำนวณหา ΔP ในหน่วย m.H_2O

ΔP = $P_{Dis} - P_{suc}$

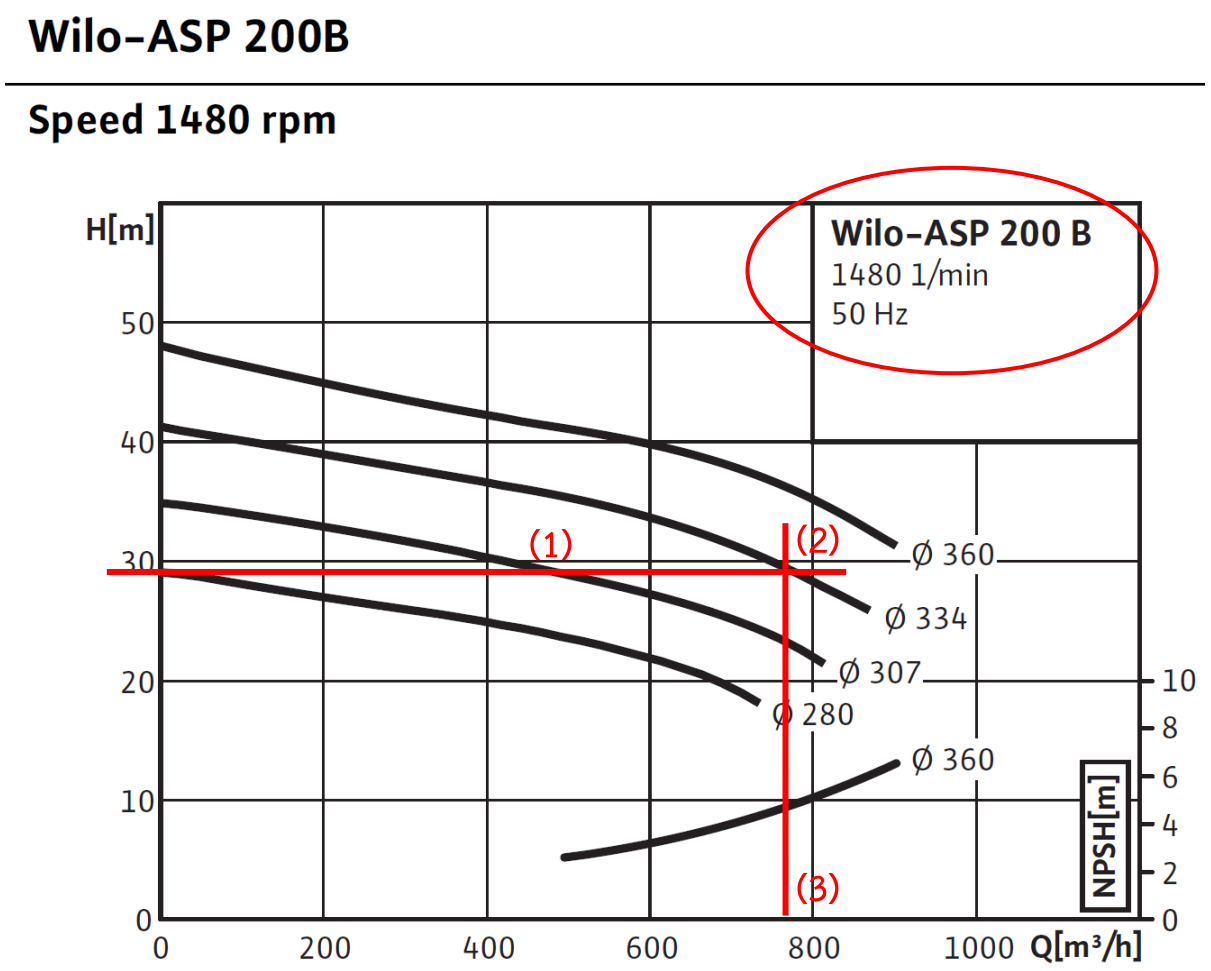
= 28.82 – (-0.86)

= 29.68 m.H_2O

นำชื่อรุ่นของเครื่องสูบน้ำ ไปหาPerformance Curve of Pump เพื่อคำนวณหาอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำ

วิธีการคำนวณ

นำค่า ΔP ที่ได้ลากขีดเส้นในแนวระนาบ (1) ไปตัดกับเส้นใบพัดของเครื่องสูบน้ำขนาด 334 mm (1) จะได้จุดตัดกับเส้นของใบพัดเครื่องสูบน้ำ (2) จากนั้นลากเส้นในแนวดิ่งลงมาจนตัดกับแกนของอัตราการไหล (3)



รูปที่ 7.5 แสดง Performance Curve of Pump

จาก Performance Curve อ่านค่าอัตราการไหล

อัตราการไหลได้ประมาณ 790 m^3/h หรือเท่ากับ 3,478 GPM

คำนวณหาประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำจากสมการ

$$SEC_P = \frac{P_{in}}{Q}$$

แทนค่า

$$SEC_P = \frac{91.6\ \ kW}{3{,}478\ \ GPM}$$

$$SEC_P = \ 0.02633\ \ kW/GPM$$

สรุปผลการคำนวณประสิทธิภาพทั้ง 2 วิธี

<u>วิธีที่ 1</u> ใช้เครื่องมือตรวจวัดอัตราการไหล

อัตราการไหลเท่ากับ	3,624	GPM
กำลังไฟฟ้าเท่ากับ	91.6	kW
ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำเท่ากับ	0.02527	kW/GPM

<u>วิธีที่ 2</u> ใช้ (Performance Curve of Pump)

อัตราการไหลเท่ากับ	3,478	GPM
กำลังไฟฟ้าเท่ากับ	91.6	kW
ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำเท่ากับ	0.02633	kW/GPM

จากตัวอย่างที่ 1 และ 2 จะมีค่าแตกต่างกัน 4.0% ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้

<u>หมายเหตุ</u> 1. การใช้วิธีคำนวณโดยตัวอย่างที่ 2 จะต้องมั่นใจว่ามาตรวัดความดันมีความแม่นยำ

7.6 ตัวอย่างมาตรการที่ประสบความสำเร็จ

ตัวอย่างที่ 1 : มาตรการติดตั้ง VSD ที่เครื่องสูบกากของเสีย

มาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยการติดตั้งอินเวอร์เตอร์ควบคุมมอเตอร์ที่อยู่ในสถานประกอบการแห่งหนึ่ง เป็นมาตรการทางด้านการเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมการใช้ เพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงาน มีรายละเอียดแนวทางการดำเนินการดังนี้

หลักการและเหตุผลของมาตรการ

เนื่องจากการใช้เครื่องสูบกากของเสียใช้งานไม่เต็มประสิทธิภาพ เป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน เพราะปัจจุบันใช้หรี่วาล์ว ซึ่งหากใช้ VSD เพื่อลดอัตราการสูบแทน จะทำให้ช่วยประหยัดไฟฟ้าได้

การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

ถังกากมันสำปะหลังมีการใช้ปั๊มเพื่อที่จะสูบน้ำกากไปสู่เครื่องสะบัดน้ำแป้งและในส่วนของเครื่องสูบน้ำเสียก็จะใช้เครื่องสูบน้ำเสียจากขบวนการผลิตไปสู่บ่อบำบัดน้ำเสีย

เนื่องจาก ที่ถังกากมันสำปะหลังมีการใช้ปั๊มอยู่ ซึ่งปัจจุบันมีการหรี่วาล์ว ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานเนื่องจากใช้งานไม่เต็มประสิทธิภาพและในส่วนของเครื่องสูบน้ำเสียก็มีลักษณะเช่นเดียวกับปั๊มกาก

รูปที่ 7.6 ภาพก่อนปรับปรุงของมอเตอร์ปั๊มกากของเสีย

รูปที่ 7.7 ภาพหลังปรับปรุงของมอเตอร์ปั๊มกากของเสีย

การสำรวจตรวจวัด

ในกระบวนการผลิตของโรงงาน มีการใช้เครื่องสูบน้ำกากขนาด 11 kW วัดกำลังไฟฟ้าได้ 7.37 kW อัตราสูบน้ำ 100 % ของอัตราการไหลที่พิกัด ความเร็วรอบเครื่องสูบน้ำ 1,460 รอบต่อนาที จากการศึกษาพบว่าสามารถลดอัตราการสูบลงได้เหลือ 60 % ของอัตราการไหลที่พิกัด ปกติมีการเปิดใช้เครื่องสูบน้ำ วันละ 22 ชั่วโมง ปีละ 300 วัน ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 2.70 บาทต่อหน่วย

มอเตอร์ปั๊มกาก No.1-7 มีขนาดพิกัด	11.0 KW มีจำนวน 7 ตัว
มอเตอร์เครื่องสูบน้ำเสีย มีขนาดพิกัด	55.0 kW มีจำนวน 1 ตัว
ชั่วโมงการทำงาน	22 ชั่วโมงต่อวัน 300 วันต่อปี หรือ 6,600 ชั่วโมงต่อปี
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	2.70 บาท/ kWh
ความเร็วรอบเครื่องสูบน้ำก่อนปรับปรุง	N_1 = 1,460 รอบต่อนาที
ความเร็วรอบเครื่องสูบน้ำหลังปรับปรุง	N_2 = - รอบต่อนาที

<u>การวิเคราะห์ทางเทคนิค</u>

จากสมการ Affinity Law

$$\left[\frac{Q_2}{Q_1}\right]^3 = \left[\frac{N_2}{N_1}\right]^3 = \left[\frac{P_2}{P_1}\right]$$

Q_1 คือ อัตราสูบก่อนปรับปรุง (100%)

Q_2 คือ อัตราสูบหลังปรับปรุง (60%)

N_1 คือ ความเร็วรอบเครื่องสูบน้ำก่อนปรับปรุง (1,460 รอบต่อนาที)

P_1 คือ กำลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุง (7.37 กิโลวัตต์)

1. สำหรับมอเตอร์ปั๊มกาก No.1-7

ความเร็วรอบหลังปรับปรุง (N_2)	=	(60 / 100) x 1460	รอบต่อนาที
	=	876	รอบต่อนาที
กำลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง (P_2)	=	7.37 x (60 / 100)^3	กิโลวัตต์
	=	1.59	กิโลวัตต์
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	(7.37–1.59) x 22 ชม./วัน x 300 วัน/ปี	
	=	38,148	kWh/ปี

2. สำหรับมอเตอร์เครื่องสูบน้ำเสีย

ความเร็วรอบหลังปรับปรุง (N2) = (60 / 100) x 1460 รอบต่อนาที

= 876 รอบต่อนาที

กำลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง (kW2) = 41.86 x (60 / 100)^3 กิโลวัตต์

= 9.04 กิโลวัตต์

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = (41.86 – 9.04) x 22 ชม./วัน x 300 วัน/ปี

= 216,612 kWh/ปี

ตารางผลการปรับปรุงติดตั้งอินเวอร์เตอร์ควบคุมมอเตอร์

ชื่ออุปกรณ์มอเตอร์	กำลังไฟฟ้า (kW)			การใช้งาน (%)		การใช้งาน (ช.ม./ปี)	กำลังไฟฟ้าลดลง (kW)
	พิกัด	หรี่วาล์ว	ใช้ VSD	เปิดวาล์ว	หรี่วาล์ว		
1.ปั๊มกาก No.1	11	7.37	1.59	100	60	6600	5.78
2.ปั๊มกาก No.2	11	7.37	1.59	100	60	6600	5.78
3.ปั๊มกาก No.3	11	7.37	1.59	100	60	6600	5.78
4.ปั๊มกาก No.4	11	7.37	1.59	100	60	6600	5.78
5.ปั๊มกาก No.5	11	7.37	1.59	100	60	6600	5.78
6.ปั๊มกาก No.6	11	7.37	1.59	100	60	6600	5.78
7.ปั๊มกาก No.7	11	7.37	1.59	100	60	6600	5.78
8.เครื่องสูบน้ำเสีย	55	41.86	9.04	100	60	6600	32.82
รวม	**132**	**93.46**	**20.19**	**-**	**-**	**-**	**73.27**

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้รวม = (38,148 x 7) + 216,612 kWh/ปี

= 483,648 kWh/ปี

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ = 483,648 x 2.70 บาท/ปี

= 1,305,850 บาท/ปี

การวิเคราะห์การลงทุน

1. ค่าอินเวอร์เตอร์ ขนาด 11 kW ราคารวมค่าติดตั้ง 63,804 บาท/ชุด

   รวม 7 ชุด = 446,628 บาท

2. ค่าอินเวอร์เตอร์ ขนาด 55 kW ราคารวมค่าติดตั้ง 253,260 บาท/ชุด = 253,260 บาท

   คิดเป็นเงินลงทุนรวม ค่าติดตั้ง = 699,880 บาท

เมื่อเปรียบเทียบกับเงินที่ประหยัดที่ได้ = 1,305,850 บาท/ปี

ระยะเวลาคืนทุน = 0.54 ปี

เมื่อพิจารณาเงินลงทุนเปรียบเทียบกับผลที่ประหยัดได้ จำทำให้อัตราผลตอบแทนการลงทุนสูงสุด เนื่องจากเงินลงทุนไม่มาก ซึ่งเป็นเหตุจูงใจให้ผู้บริหารง่ายต่อการตัดสินใจในการปรับปรุง

ตัวอย่างที่ 2 : มาตรการลดปรับอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำเย็นให้เหมาะสม

ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน

ระบบปรับอากาศของทางโรงงานเป็นระบบทำความเย็นแบบรวมศูนย์ โดยมีเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศแบบสกรูทำหน้าที่ในการผลิตน้ำเย็น เพื่อใช้ส่งจ่ายและหมุนเวียนน้ำเย็นไปยังพื้นที่ปรับอากาศผ่านเครื่องส่งลมเย็นด้วยเครื่องสูบน้ำเย็น (ดังรูป)

รูปที่ 7.8 เครื่องทำน้ำเย็นและเครื่องสูบน้ำเย็นที่ติดตั้งใช้งาน

ปัญหาของอุปกรณ์/ระบบก่อนปรับปรุง

จากการสำรวจสภาพการใช้งานในปัจจุบันร่วมกับทางโรงงาน พบว่าเครื่องสูบน้ำเย็นหมายเลข CHP-9 และ 10 มีการเปิดใช้งานที่อัตราการไหลสูงกว่าค่าที่ออกแบบไว้ โดยสังเกตจากค่า Head ของเครื่องสูบน้ำเย็นซึ่งอ่านค่าได้โดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 49-52 psig ที่ตำแหน่งการเปิดวาล์ว 100% ในขณะที่ค่าออกแบบควรอยู่ที่ 60-62 psig (จาก Spec. ของเครื่องสูบน้ำเย็น) ทำให้อัตราการไหลของน้ำเย็นที่ผ่านเครื่องทำน้ำเย็นสูงกว่าที่กำหนด เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานที่เครื่องสูบน้ำเย็นโดยที่ไม่มีผลใดๆต่อระบบทำน้ำเย็นโดยรวม

รูปที่ 7.9 ตำแหน่งการเปิดวาล์วและค่า Head ของเครื่องสูบน้ำเย็น (ก่อนปรับปรุง)

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

ในการดำเนินการทางคณะกรรมการอนุรักษ์พลังงานได้ดำเนินการทดลองปรับลดอัตราการไหลของน้ำเย็นลงมาด้วยการหรี่วาล์ว (Valve Throttling) ด้านจ่ายของเครื่องสูบน้ำเย็นจนกระทั่งได้ค่า Head ที่ลดลงเหลือเท่ากับ 60-62 psig และสังเกตผลกระทบต่อการใช้งานของระบบปรับอากาศโดยรวม พร้อมกับทำการตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งก่อนและหลังปรับปรุง เพื่อวิเคราะห์หาผลประหยัดต่อไป

สภาพหลังปรับปรุง

ภายหลังการดำเนินการพบว่าไม่มีผลกระทบต่อการใช้งานของระบบปรับอากาศและตัวเครื่องทำน้ำเย็น และสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนที่เกินไปนั้นได้ตามที่ต้องการ

รูปที่ 7.10 ตำแหน่งการเปิดวาล์วและค่า Head ของเครื่องสูบน้ำเย็น (หลังปรับปรุง)

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

จากการตรวจวัดการใช้พลังงานที่สภาวะก่อนและหลังปรับปรุง สามารถแสดงผลการคำนวณการประหยัดพลังงานได้ตามตารางดังนี้

No.	Before		After		Operating Time		Safety Factor	Energy Saving	
	psig	kW	psig	kW	Hr/Day	Day/Yr		kW	kWh/Yr
CHP-9	**49**	**20.9**	**62**	**19.4**	**24**	**300**	**90%**	**1.50**	**9,720**
CHP-10	**52**	**21.2**	**64**	**20.2**	**24**	**300**	**90%**	**1.00**	**6,480**
Total	-	42.1	-	39.6	-	-	-	2.50	16,200

จากตารางในข้างต้น

กำลังไฟฟ้าที่ลดลง	=	2.50	kW
พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	16,200	kWh/ปี
ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้	=	16,200 kWh/ปี x 3.19 บาท/kWh	
	=	51,678	บาท/ปี