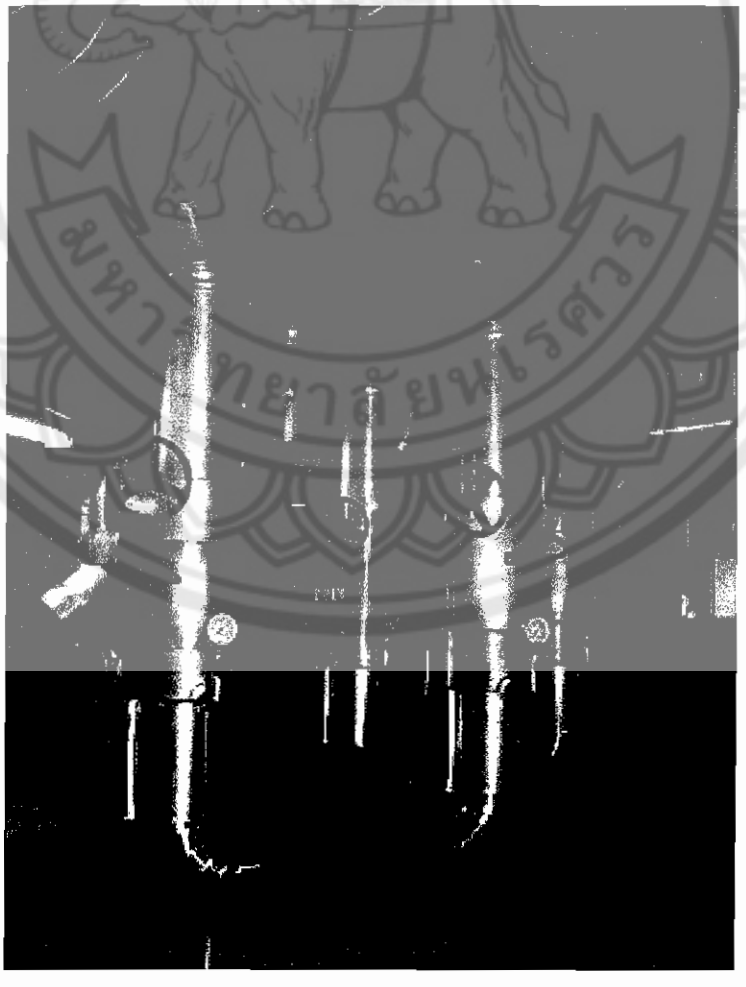
บทที่ 4
ผลการตรวจวัดและการวิเคราะห์

4.1 สถานที่ในการตรวจวัด

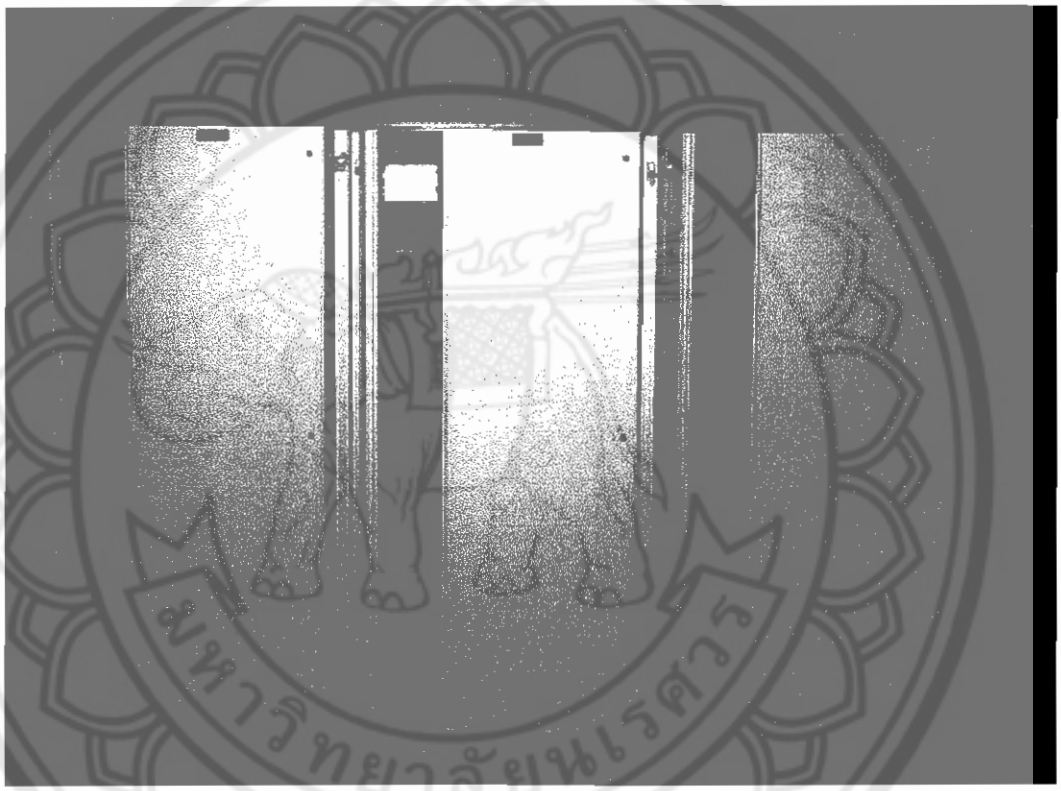
โรงแรม ฮอลิเดย์ อินน์ สีลม ซึ่งใช้ระบบการทำความเย็นแบบศูนย์กลาง ซึ่งในระบบประกอบไปด้วย เครื่องทำความเย็นขนาด 500 ตัน 3 เครื่อง ใช้สารทำความเย็นเป็น R 123, หอผึ่งเย็นแบบ Cross flow 2 เซลล์ จำนวน 3 เครื่อง, ปั๊มด้านน้ำร้อนขนาด 55 กิโลวัตต์ จำนวน 4 เครื่อง, ปั๊มด้านน้ำเย็นส่งขนาด 22 กิโลวัตต์ จำนวน 4 เครื่อง และขนาด 55 กิโลวัตต์ จำนวน 4 เครื่อง, ปั๊มด้านน้ำเย็นกลับ ขนาด 30 กิโลวัตต์ จำนวน 4 เครื่อง

จากการที่ข้าพเจ้าได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบการทำความเย็นภายในโรงแรม ฮอลิเดย์ อินน์ สีลม พบว่า ณ ขณะเวลาที่โรงแรมไม่ค่อยมีผู้ใช้บริการนั้น ปั๊มน้ำของโรงแรมยังคงทำงาน 100 % จึงทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าไปโดยไม่จำเป็น



รูปที่ 4.1 ปั๊มของโรงแรม

จากการพิจารณาสภาพการใช้งานของปั๊มแล้วพบว่าควรทำการทดลองติดตั้ง อุปกรณ์ควบคุมความเร็วมอเตอร์ (VSD) ดังรูปที่ 3.1 และ 4.2 โดยทำการติดตั้งทั้งหมด 3 เครื่องด้วยกัน เลือกขนาดที่เท่ากับมอเตอร์ โดย 2 เครื่อง เป็น VSD รุ่น VLT 6072 IP54 ขนาด55 Kw ราคา 484,440 บาท(VSD 1, VSD 2) และ 1 เครื่อง เป็น VSD รุ่น VLT 6032 IP54 ขนาด22 Kw ราคา 228,840 บาท(VSD 3) ในการตรวจวัดได้ทำการวัดค่ากระแส ค่าแรงดัน และค่าความถี่ โดยตรงที่ตู้ไฟของมอเตอร์แต่ละตัว ซึ่งทำการวัดค่าตั้งแต่วันที่ 28 พฤศจิกายน 2548 ถึงวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2549 โดยวัด ณ เวลาช่วงใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงสุดคือ เวลา 19.00 น



รูปที่ 4.2 อุปกรณ์ควบคุมความเร็วมอเตอร์(VSD) ที่ติดตั้งทั้ง 3 เครื่อง

4.2 การวิเคราะห์ผล

4.2.1 การคำนวณหากำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า AC = แรงดันไฟฟ้า (V) x กระแสไฟฟ้า (I) x $\cos\alpha$

$\cos\alpha$ = ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (power factor) เป็นมุมผลต่างระหว่างแรงดันกับกระแส

ตัวอย่างการคำนวณหากำลังไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้า = 402 โวลล์

กระแสไฟฟ้า = 101 แอมป์

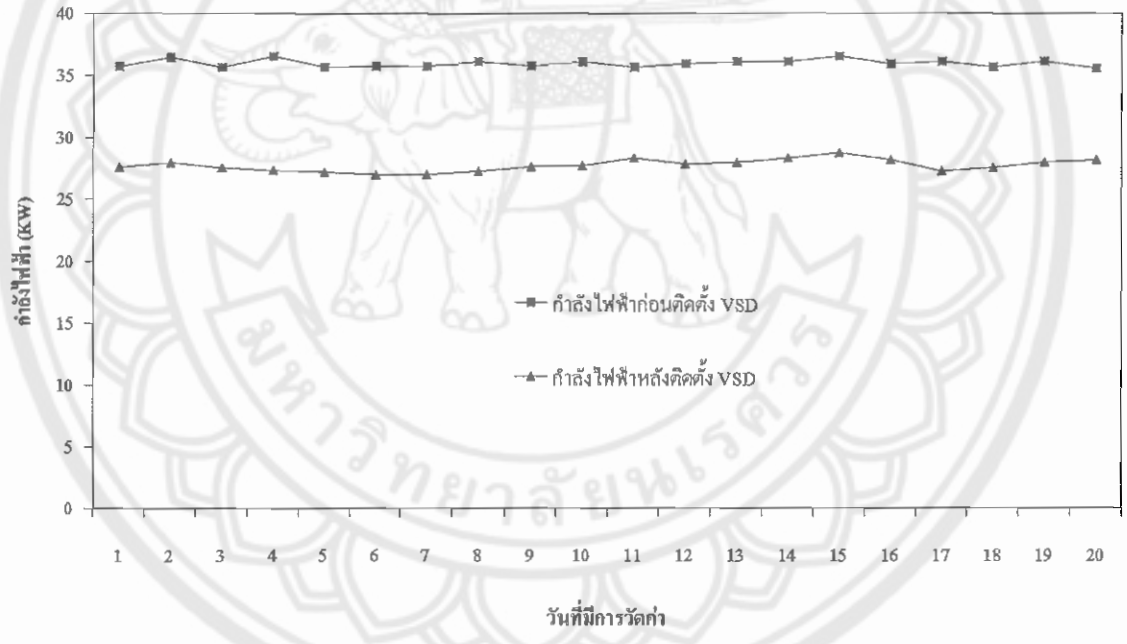
Cosα = 0.88 (ตามเนมเพลตเครื่อง)

P = 402 × 101 × 0.88

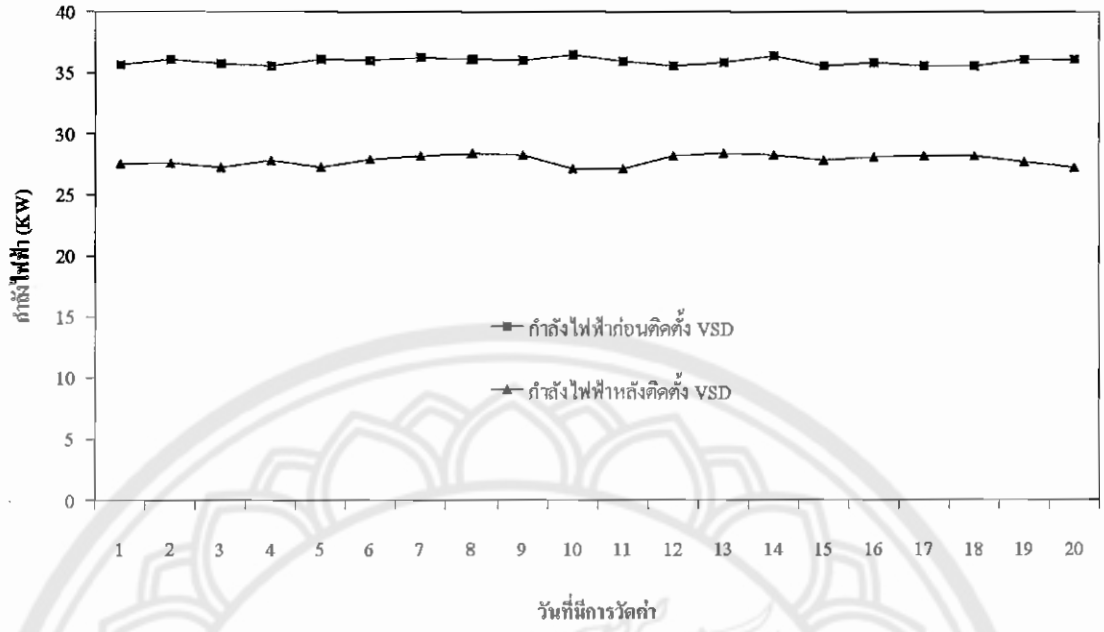
P = 35.72976 KW

จากตัวอย่างการคำนวณเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 วัน จากนั้น นำค่าการใช้กำลังไฟฟ้าในแต่ละวันรวมกันแล้วทำการเฉลี่ยออกมาจะได้ว่า ก่อนและหลังทำการติดตั้งใช้กำลังไฟฟ้า ดังตารางซึ่งอยู่ในส่วนของภาคผนวก

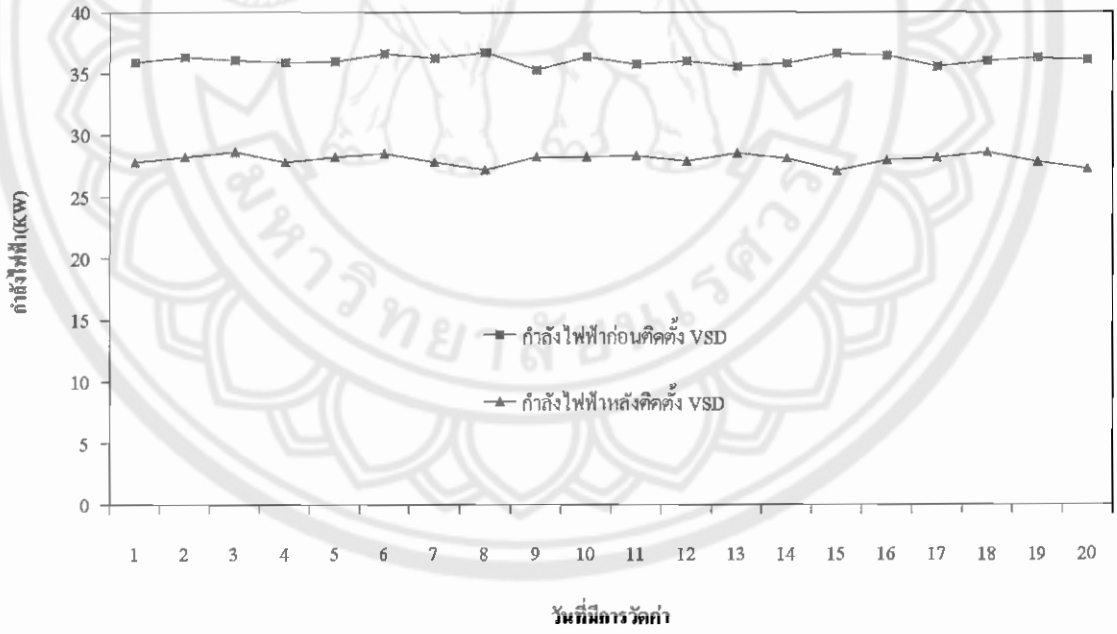
จากการคำนวณทางไฟฟ้าจะได้ค่าเฉลี่ย ของปั๊มแต่ละเครื่อง เราสามารถนำมาเขียนเป็นกราฟได้ดังนี้



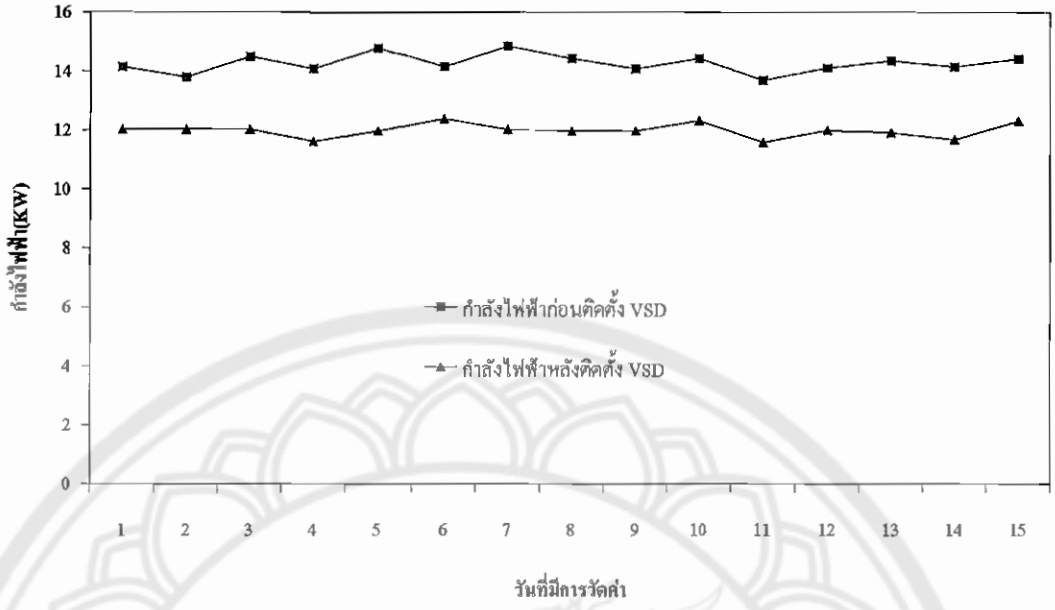
กราฟที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้ง VSD ของปั๊มเครื่องที่ 1



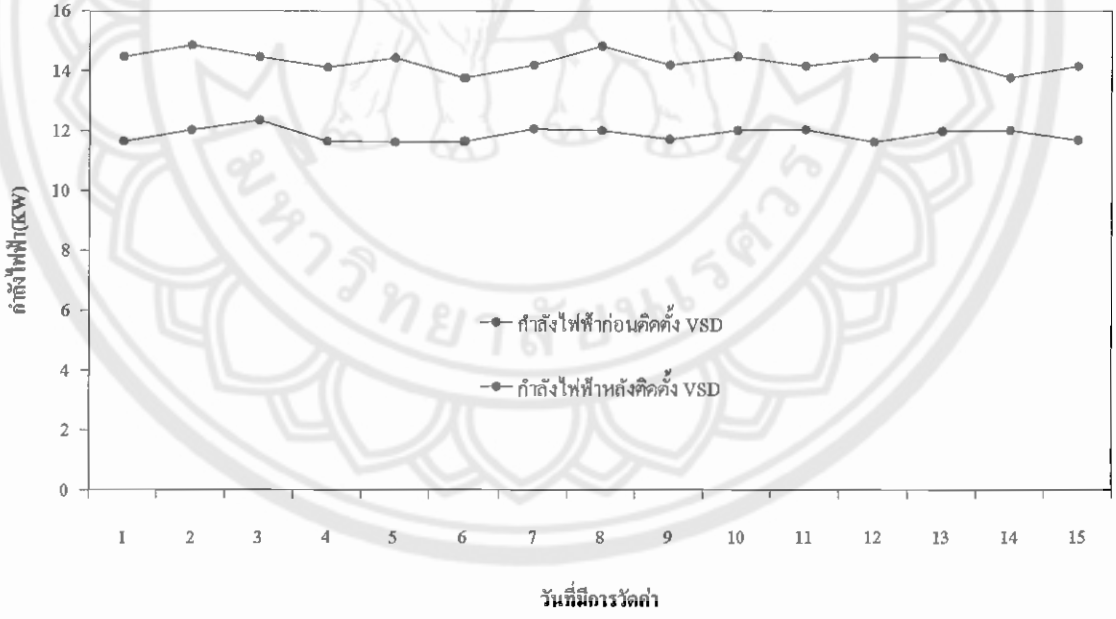
กราฟที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้ง VSD ของปั๊มเครื่องที่ 2



กราฟที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้ง VSD ของปั๊มเครื่องที่ 3



กราฟที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้ง VSD ของปั๊มเครื่องที่ 4



กราฟที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าก่อนและหลังติดตั้ง VSD ของปั๊มเครื่องที่ 5

จากกราฟที่แสดง จะเห็นได้ว่าแนวโน้มการใช้กำลังไฟฟ้าของปั๊มทั้งหมดจะลดลงเมื่อ ติดตั้ง VSD เมื่อนำค่ากำลังไฟฟ้าทั้งหมดมาเฉลี่ยแล้วสามารถประหยัดกำลังไฟฟ้าได้ถึง 20.1 % จากกราฟที่แสดงมาแล้วทั้งหมดข้างต้น แสดงให้เห็นว่าปั๊มเครื่องที่ 1, 2 และ 3 จะซึ่งมีขนาด 55 Kw สามารถประหยัดกำลังไฟฟ้าได้มากกว่าปั๊มเครื่องที่ 4 และ 5 ซึ่งมีขนาด 22 Kw

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าใช้จ่ายเปรียบเทียบก่อนและหลังติดตั้ง VSD

เครื่อง	ขนาด (KW)	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (KW)		พลังงานไฟฟ้า (KWh/y)		ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน (บาท/ปี)		ผลการประหยัด (บาท/ปี)
		ก่อนติด VSD	หลังติด VSD	ก่อนติด VSD	หลังติด VSD	ก่อนติด VSD	หลังติด VSD	
1	55	35.9	27.7	122916.7	94750.0	307291.8	236875.0	70416.7
2	55	35.9	27.8	122794.2	95099.5	306985.5	237748.9	69236.6
3	55	36.0	28.0	123368.0	95812.2	308420.0	239530.6	68889.4
4	22	14.2	11.9	48796.2	40998.9	121990.6	102497.4	19493.1
5	22	14.3	11.8	48949.5	40577.2	122373.8	101443.1	20930.7
รวม				466824.7	367238.1	1167061.9	918095.3	248966.6

4.2.2 การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (ปี)} = \frac{\text{เงินลงทุนเริ่มต้น}}{\text{ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิเฉลี่ยต่อปี}}$$

$$\text{ผลตอบแทนการลงทุน (ROI)} = \left[\frac{\text{ผลประหยัดตลอดอายุการใช้งาน} - \text{เงินลงทุน}}{\text{เงินลงทุน}} \right] (100\%)$$

$$P = A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}\right]$$

1. การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน (Simple Payback)

1.1 เงินลงทุนเริ่มต้น VSD รุ่น VLT 6072 IP 54 ขนาด 55 KW
จำนวน 2 เครื่อง ราคาเครื่องละ 484,440บาท
VSD รุ่น VLT 6032 IP 54 ขนาด 22 KW
จำนวน 1 เครื่อง ราคาเครื่องละ 228,500 บาท
ค่าในการติดตั้ง 120,800 บาท
รวมเป็นเงินลงทุนเริ่มต้น = 1,318,080 บาท

1.2 ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิเฉลี่ยต่อปี

การนำค่า การใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของปั๊มแต่ละตัวใน 1 วัน แล้วนำค่ามาทำการคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี โดยใช้สูตร

KWh/y = KW × การใช้งาน (คือ ช.ม./วัน × วัน/ปี × Factor ของปั๊มมีค่า = 0.95)

นำค่า KWh/y มา คูณกับหน่วยค่าไฟฟ้าเบื้องต้นคือ 2.5 บาท

นำค่าไฟฟ้าที่ได้ทั้งก่อนและหลังติดตั้ง VSD แต่ละเครื่อง มาทำการหาผลต่างของค่าไฟฟ้าแล้วนำค่าไฟฟ้าของปั๊มทั้ง 5 เครื่องมารวมกันซึ่งนั้นก็คือค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิเฉลี่ยต่อปีนั้นเอง

ตัวอย่างการคำนวณ

การทำงาน วันละ12 ชั่วโมง ทำงานปีละ 300 วัน กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 วัน มีค่า 35.94 KW

พลังงานไฟฟ้าต่อปี = 35.940564 × 12 ×300 × 0.95

= 122916.729 KWh/y

ค่าไฟฟ้าใน 1 ปี = 122916.729 × 2.5

= 307291.822 บาท

หลังจากนั้นก็จะได้ ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิเฉลี่ยต่อปี ทั้งหมด ดังตารางที่ ในส่วนของภาคผนวก ซึ่งรวมแล้วได้ ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิเฉลี่ยต่อปี = 248,967 บาท

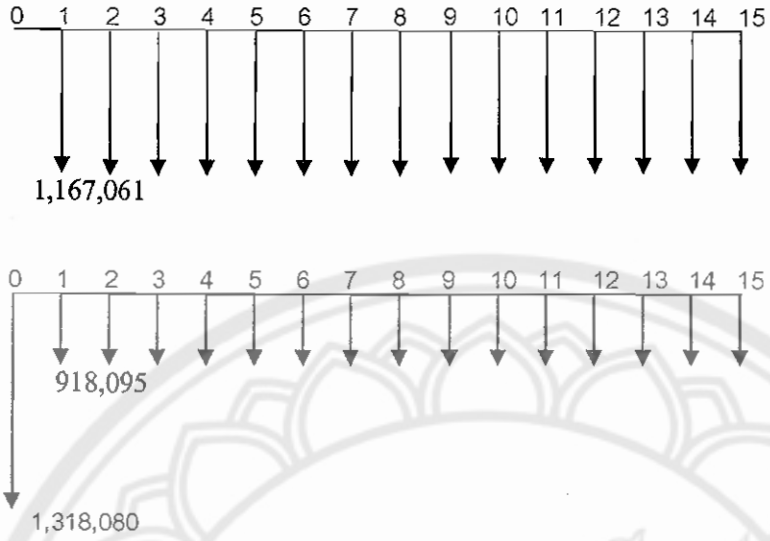
และนำมาใช้ในการคำนวณหาค่าระยะเวลาคืนทุนได้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (ปี)} = \frac{\text{1,318,080 บาท}}{\text{248,967 บาท}}$$

ระยะเวลาคืนทุน (ปี) = 5.36 ปี

หลังจากการหาค่าของระยะเวลาคืนทุนเราสามารถเขียน

แผนภูมิแสดงการไหลของเงิน (Cash – Flow Diagram)



รูปที่ 4.3 แสดงการไหลของเงินไม่คิดตั้งและติดตั้ง VSD

2. หาผลตอบแทนการลงทุน (Return on Investment หรือ ROI)

เงินลงทุนเริ่มต้น = 1,318,080 บาท

ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้สุทธิเฉลี่ยต่อปี = 248,967 บาท

$$\text{ผลตอบแทนการลงทุน (ROI)} = \left[\frac{15 \times 248{,}967 \text{ บาท} - 1{,}318{,}080 \text{ บาท}}{1{,}318{,}080 \text{ บาท}} \right] (100\%)$$

ผลตอบแทนการลงทุน (ROI) =183.3

3. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value หรือ NPV)

หมายเหตุ : ในการคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ คิดในกรณีค่าใช้จ่ายต่อปีคงที่ MRR (ใช้อัตราดอกเบี้ยของธนาคารไทยพาณิชย์ I=7.25%) อายุการใช้งาน 15 ปี

$$P = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

โดย P คือ มูลค่าในปัจจุบัน (Present Value)

i คือ อัตราดอกเบี้ยต่อปี (Interest Rate)

n คือ จำนวนปี (Number of Year)

A คือ ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปีที่คงที่ (Annuity)

จากการคำนวณดังนั้นจะได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ 2,232,194 บาท

ส่วนของการคิดผลทางการเงินทั้งหมดนั้นอยู่ในตารางที่ในส่วนของภาคผนวก