

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การวิเคราะห์ผลการทดลอง Cross-Cycle Heat Exchanger

ผลการทดลอง Cross-Cycle Heat Exchanger แสดงได้ดังตารางที่ 4.1-4.2 และนำค่าที่ได้จากการทดลองมาคำนวณเปรียบเทียบกับค่าอัตราการทำความเย็น (\dot{Q}_e), สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP), อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER), ค่าพลังงานจำเพาะ (SEC), อัตราการไหลของสารทำความเย็น, กำลังงานของคอมเพรสเซอร์ (\dot{W}_{comp}) ของระบบปรับอากาศแบบปกติกับระบบปรับอากาศที่มีการติดตั้ง Cross-Cycle Heat Exchanger ได้ดังตารางที่ 4.3-4.9 ตามลำดับ และนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศต่อปีกับค่าผลตอบแทนการลงทุน (IRR) ดังรูปที่ 4.1 ซึ่งค่าพลังงานไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 2.695 บาท/kWh และค่า Ft มีค่าเท่ากับ 0.7842 บาท/kWh โดยมีกำหนดอายุโครงการ 10 ปี และค่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้สำหรับลูกค้าชั้นดี (MRR) ของธนาคารกรุงไทยมีค่าเท่ากับ 8.25 % [20]

จากการเปรียบเทียบระบบปรับอากาศแบบปกติและแบบที่มีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Cross-Cycle Heat Exchanger) พบว่า

1. อัตราการทำความเย็น (\dot{Q}_e) เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 3.18 % จาก 4.47202 kW เป็น 4.61419 kW
2. งานของคอมเพรสเซอร์ (\dot{W}_{comp}) เพิ่มมากขึ้นโดยเฉลี่ย 2.64 % จาก 1.45451 kW เป็น 1.49291 kW
3. สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 1.89 % จาก 2.827 เป็น 2.881
4. ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 1.89% จาก 9.65 Btu/h/W เป็น 9.83 Btu/h/W โดยที่มีมาตรฐานระดับประสิทธิภาพพลังงานอยู่ที่เบอร์ 4
5. อัตราการไหลของสารทำความเย็นเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 4.13% จาก 0.02543 kg/s เป็น 0.02648 kg/s
6. ค่าอัตราพลังงานจำเพาะ (SEC) ลดลงโดยเฉลี่ย 1.85% จาก 1.244 kW/TR เหลือเท่ากับ 1.221 kW/TR

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองระบบปรับอากาศแบบปกติ

| ครั้งที่ | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | P1 | P2 | P3 | P4 | RH1 | RH2 | Va | W _{all} |
|----------|------|-------|------|------|------|------|----|-----|-----|----|------|------|------|------------------|
| 1 | 18.5 | 114.0 | 32.9 | 31.4 | 22.9 | 17.6 | 80 | 325 | 325 | 88 | 57.6 | 94.5 | 3.04 | 1.58 |
| 2 | 19.0 | 114.5 | 32.2 | 31.9 | 23.0 | 18.2 | 80 | 325 | 325 | 88 | 56.4 | 95.5 | 3.04 | 1.58 |
| 3 | 18.8 | 114.4 | 32.3 | 31.8 | 22.7 | 18.0 | 80 | 325 | 325 | 88 | 56.0 | 96.4 | 3.04 | 1.58 |
| 4 | 19.0 | 114.7 | 33.3 | 33.0 | 23.4 | 18.0 | 82 | 330 | 330 | 90 | 54.2 | 96.6 | 3.04 | 1.59 |
| 5 | 18.0 | 113.9 | 31.0 | 30.6 | 22.1 | 17.2 | 81 | 325 | 325 | 88 | 57.7 | 95.0 | 3.04 | 1.58 |

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองระบบปรับอากาศที่มีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน Cross-Cycle Heat Exchanger

| ครั้งที่ | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | P1 | P2 | P3 | P4 | RH1 | RH2 | Va | W _{all} |
|----------|------|-------|------|------|------|-------|----|-----|-----|----|------|------|------|------------------|
| 1 | 19.0 | 114.0 | 33.3 | 33.0 | 23.5 | 16.2 | 82 | 330 | 330 | 90 | 54.8 | 96.4 | 3.04 | 1.60 |
| 2 | 19.1 | 113.9 | 32.9 | 32.3 | 22.9 | 169.0 | 81 | 330 | 330 | 89 | 54.8 | 95.9 | 3.04 | 1.60 |
| 3 | 19.0 | 113.8 | 34.2 | 33.5 | 23.8 | 16.6 | 83 | 335 | 335 | 92 | 54.0 | 96.3 | 3.04 | 1.60 |
| 4 | 17.9 | 113.6 | 32.5 | 31.9 | 22.9 | 15.0 | 82 | 335 | 335 | 91 | 55.7 | 94.5 | 3.04 | 1.60 |
| 5 | 18.5 | 113.5 | 33.7 | 33.8 | 23.4 | 15.9 | 84 | 340 | 340 | 92 | 51.1 | 96.3 | 3.04 | 1.61 |

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทที่อีวาโพเรเตอร์ (\dot{Q}_e) ที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Cross-Cycle Heat Exchanger)

| ครั้งที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ก่อน (kW) | 4.46644 | 4.45973 | 4.47783 | 4.49315 | 4.46296 | 4.47202 |
| หลัง (kW) | 4.60109 | 4.61646 | 4.60505 | 4.60264 | 4.64572 | 4.61419 |
| | | | | | ผลต่าง | 0.14217 |

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ (COP) ที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Cross-Cycle Heat Exchanger)

| ครั้งที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
|----------|------|------|------|------|--------|--------|
| ก่อน | 2.83 | 2.82 | 2.83 | 2.83 | 2.83 | 2.827 |
| หลัง | 2.88 | 2.89 | 2.88 | 2.88 | 2.89 | 2.880 |
| | | | | | ผลต่าง | 0.053 |

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Cross-Cycle Heat Exchanger)

| ครั้งที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย | ระดับ |
|---------------|------|------|------|------|--------|--------|-------|
| ก่อน(Btu/h/W) | 9.65 | 9.63 | 9.67 | 9.64 | 9.64 | 9.65 | 4 |
| หลัง(Btu/h/W) | 9.81 | 9.85 | 9.82 | 9.82 | 9.85 | 9.83 | 4 |
| | | | | | ผลต่าง | 0.18 | |

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าพลังงานจำเพาะ (SEC) ที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Cross-Cycle Heat Exchanger)

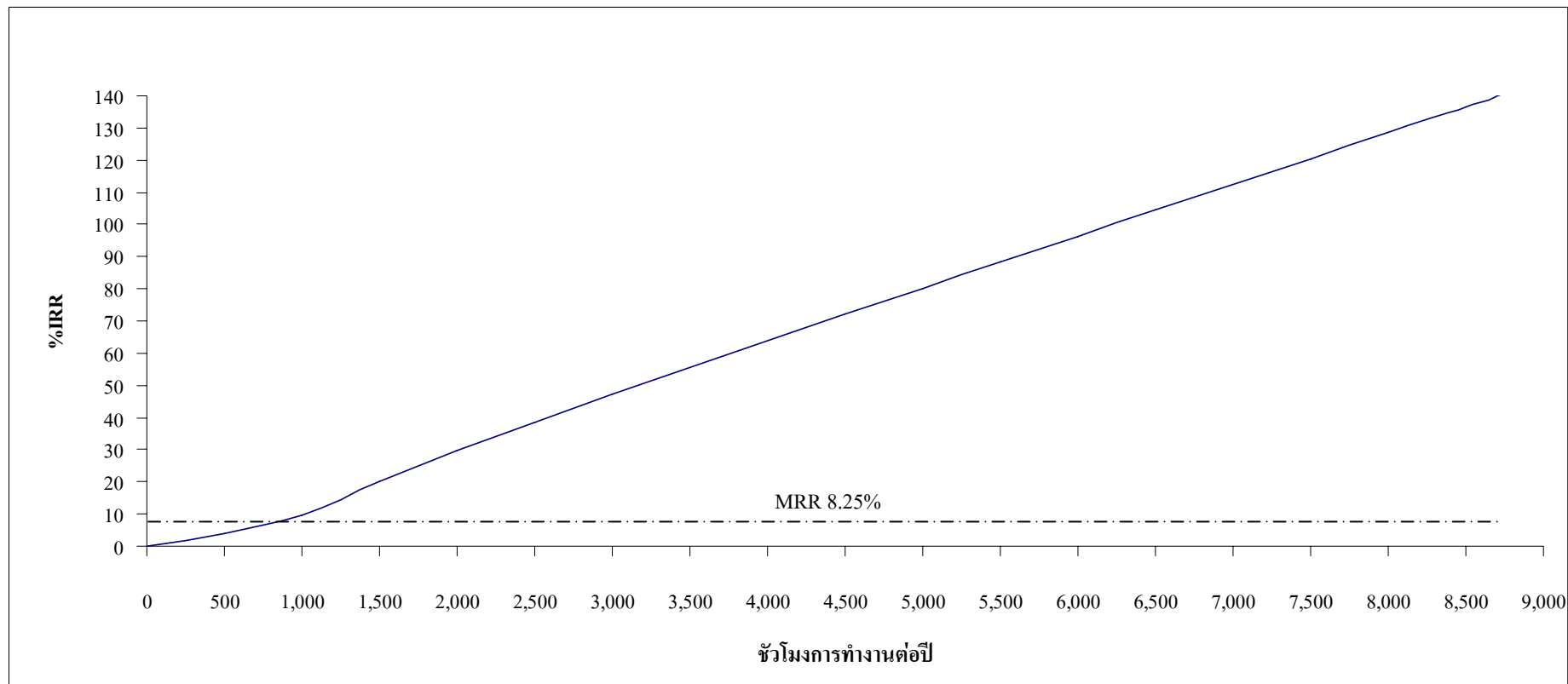
| ครั้งที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
|--------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| ก่อน (kW/TR) | 1.244 | 1.246 | 1.241 | 1.245 | 1.245 | 1.244 |
| หลัง (kW/TR) | 1.223 | 1.219 | 1.222 | 1.223 | 1.219 | 1.221 |
| | | | | | ผลต่าง | 0.023 |

ตารางที่ 4.7 แสดงอัตราการไหลของสารทำความเย็นที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Cross-Cycle Heat Exchanger)

| ครั้งที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ก่อน (kg/s) | 0.02551 | 0.02528 | 0.02542 | 0.02574 | 0.02518 | 0.02543 |
| หลัง (kg/s) | 0.02635 | 0.2632 | 0.02659 | 0.02632 | 0.02680 | 0.02648 |
| | | | | | ผลต่าง | 0.00105 |

ตารางที่ 4.8 แสดงค่างานของคอมเพรสเซอร์ (\dot{W}_{comp}) ที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Cross-Cycle Heat Exchanger)

| ครั้งที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | เฉลี่ย |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ก่อน (kW) | 1.45545 | 1.44385 | 1.45364 | 1.47259 | 1.44701 | 1.45451 |
| หลัง (kW) | 1.49133 | 1.48146 | 1.49496 | 1.49218 | 1.50462 | 1.49291 |
| | | | | | ผลต่าง | 0.03840 |



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชั่วโมงการทำงานต่อปีของเครื่องปรับอากาศกับค่าผลตอบแทนการลงทุน (IRR)

จากรูปที่ 4.1 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชั่วโมงการทำงานต่อปีของเครื่องปรับอากาศกับค่าผลตอบแทนการลงทุน (IRR) โดยที่

พิจารณาจาก

ค่าพลังงานไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 2.695 บาท/kWh

ค่า Ft มีค่าเท่ากับ 0.7842 บาท/kWh และกำหนดอายุโครงการ 10 ปี