

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ฉ
รายการรูปประกอบ	ญ
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	ฎ

บทที่

1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ชนิดและหลักการทำงานของหม้อไอน้ำ (Boiler)	4
2.1.1 หม้อไอน้ำชนิดท่อไฟ (Fire Tube Boiler)	4
2.1.2 หม้อไอน้ำชนิดท่อน้ำ (Water Tube Boiler)	4
2.2 ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ	5
2.3 หลักการทำงานของปั๊มความร้อน (Heat Pump)	5
2.4 ส่วนประกอบของปั๊มความร้อน	7
2.5 ประเภทของปั๊มความร้อนและการประยุกต์ใช้	8
2.5.1 ประเภทของปั๊มความร้อน	8
2.5.2 การประยุกต์ใช้ปั๊มความร้อนสำหรับการทำความร้อนในกระบวนการผลิต	8
2.5.3 ศักยภาพการประหยัดพลังงาน	9
2.6 ความต้องการและปริมาณการใช้น้ำร้อน	10

2.7	การวิเคราะห์ทางเทคนิคและการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน	11
2.7.1	การวิเคราะห์ทางเทคนิค	11
2.7.1.1	ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ	11
2.8	แนวคิดพื้นฐานทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม	12
2.8.1	หลักการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม	12
2.8.2	โครงการลงทุนทางอุตสาหกรรมและวิศวกรรม	12
2.8.3	การวิเคราะห์ต้นทุน	13
2.8.4	การวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทน (Cost-Benefit Analysis)	13
2.8.4.1	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present value : NPV)	14
2.8.4.2	อัตราผลตอบแทนในโครงการ (Internal Rate of Return : IRR)	15
2.8.4.3	ระยะเวลาคืนทุน (Simple Payback Period)	16
2.9	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
3.	วิธีการดำเนินงานวิจัย	20
3.1	ขั้นตอนการศึกษาโครงการ	21
3.1.1	ศึกษาและวิเคราะห์การใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำชนิดท่อไฟ (Fire Tube Boiler) ในโรงแรม	21
3.1.2	ศึกษาแนวทางในการลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานโดยใช้ ปั๊มความร้อน (Heat Pump) แทนหม้อไอน้ำ (Boiler)	21
3.1.3	ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการดูแลรักษาหม้อไอน้ำชนิดท่อไฟและปั๊มความร้อน	21
3.1.4	ประเมินความเป็นไปได้ในการลงทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์	21
3.1.5	สรุปผลและรายงาน	21
3.2	เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	22
3.3	สภาพและข้อมูลทั่วไปของโรงแรม	23
3.3.1	ลักษณะการใช้น้ำร้อนของโรงแรม	24
3.4	การตรวจวัดปริมาณไอน้ำ	26
3.4.1	ขั้นตอนการตรวจวัด	26

4. ผลการศึกษา	29
4.1 การวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้เชื้อเพลิงของหม้อไอน้ำชนิดท่อไฟในโรงแรม	29
4.1.1 วิเคราะห์ปริมาณไอน้ำที่ใช้ในส่วน of ห้องซักกรีด (Laundry) วันที่ 19/6/57	29
4.1.2 วิเคราะห์ปริมาณไอน้ำที่ผลิตต่อวัน (19/6/2557)	30
4.1.3 วิเคราะห์สัดส่วนปริมาณไอน้ำที่ใช้ผลิตน้ำร้อนในห้องพัก และห้องครัว	30
4.1.4 ราคาเชื้อเพลิง(ก๊าซ LPG) และแนวโน้มราคาที่สูงขึ้น	30
4.1.5 วิเคราะห์การผลิตไอน้ำต่อเชื้อเพลิง และเงินที่ประหยัดได้	31
4.1.6 ผลประหยัดจากลดเชื้อเพลิงที่ใช้ในการทำน้ำร้อนในห้องพัก และห้องครัว	32
4.2 การวิเคราะห์ต้นทุน และผลประโยชน์ของโครงการติดตั้งระบบปั๊มความร้อน	32
4.2.1 ค่าพลังงานไฟฟ้าของระบบปั๊มความร้อน	34
4.2.2 ค่าประกันระบบผลิตน้ำร้อน (Insurance)	35
4.2.3 ค่าดำเนินงาน และการบำรุงรักษาปั๊มความร้อน (Heat Pump)	35
4.2.4 การคิดมูลค่าซากของระบบทำน้ำร้อนด้วยปั๊มความร้อน (Heat Pump)	36
4.2.5 ผลประหยัดที่ได้หลังจากติดตั้งชุดปั๊มความร้อน (หลังปรับปรุง)	36
4.2.6 ระยะเวลาคืนทุน (Simple Payback Period)	36
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ	37
5.1 ผลการศึกษา	37
5.1.1 สรุปผลการศึกษาทางเทคนิคของระบบทำน้ำร้อนด้วยปั๊มความร้อน	37
5.1.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน	37
5.2 ข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	39

ภาคผนวก

ก. การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ของหม้อไอน้ำ และการบำรุงรักษา	42
ข. ตารางไอน้ำ และตารางค่าความร้อน	53
ค. ข้อมูลทางเทคนิค และการบำรุงรักษาปั๊มความร้อน (Heat Pump)	58
ง. ค่าลงทุนอุปกรณ์และแรงงานในการติดตั้งระบบปั๊มความร้อน (Investment)	62
จ. วิเคราะห์ทางการเงินของปั๊มความร้อน	64

ประวัติผู้วิจัย

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 พลังงานความร้อนที่ต้องใช้ในการผลิตน้ำร้อนอุณหภูมิ 55 °C	9
2.2 ศักยภาพการประหยัดพลังงานของปั๊มความร้อน	10
2.3 การประมาณการอัตราการใช้ความร้อนด้วยจำนวนคน	10
3.1 ข้อมูลหม้อไอน้ำชนิดท่อไฟ (Fire Tube Boiler No.1, No2)	25
3.2 หม้อต้มน้ำร้อน Calorifier	25
4.1 อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)	33

รายการรูปประกอบ

รูป	หน้า
2.1 วงจรการทำงานของระบบปั๊มความร้อนสำหรับทำน้ำร้อน	6
2.2 โมเดลการทำงานของปั๊มความร้อน	7
3.1 แผนผังหม้อไอน้ำ	20
3.2 เครื่องมือตรวจวัดอุณหภูมิแบบรังสีอินฟราเรด	22
3.3 เครื่องมือตรวจวัดอุณหภูมิ (WT-1)	22
3.4 เครื่องมือตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น (DT-5)	22
3.5 ลักษณะโครงสร้างภายนอกอาคาร	23
3.6 ลักษณะภายในห้องซัก อบ รีด	23
3.7 ลักษณะภายในห้องน้ำ	23
3.8 หม้อไอน้ำขนาด 3 ตัน 2 ชุด	24
3.9 หม้อต้มน้ำ Calorifier ขนาด 8,000 ลิตร จำนวน 4 ชุด	24
3.10 เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas)	24
3.11 บริเวณพื้นที่ที่จะใช้ติดตั้งเครื่องปั๊มความร้อนและถังเก็บน้ำร้อน	26
3.12 การติดตั้งเครื่องตรวจวัดอุณหภูมิ น้ำป้อน และบันทึกปริมาณน้ำป้อนหม้อไอน้ำ	26
3.13 ปริมาณน้ำป้อนเริ่มต้นการตรวจวัด	27
3.14 ปริมาณน้ำป้อนสิ้นสุดการตรวจวัด	27
3.15 น้ำหนักสุทธิของก๊าซ LPG	27
3.16 น้ำหนักรวมก่อนการตรวจวัด	28
3.17 น้ำหนักรวมหลังการตรวจวัด	28
3.18 ตรวจวัดแรงดันของหม้อไอน้ำ (Boiler 2)	28

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

C_p	= ความถ่วงจำเพาะของน้ำ (kJ/kg.°C)
COP	= Coefficient of performance
IRR	= อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (Internal Rate of Return)
LPG	= Liquid Petroleum Gas
$\dot{m}$	= อัตราการทำน้ำร้อน (kg/s)
NPV	= มูลค่าปัจจุบันของโครงการ (Net present value)
PBP	= ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)
Q	= อัตราการไหล (m ³ /s)
$\dot{Q}$	= อัตราความร้อนของปั๊มความร้อน (kW)
Q_H	= ความร้อนที่อุณหภูมิสูง
T_o	= อุณหภูมิน้ำออก (°C)
T_i	= อุณหภูมิน้ำเข้า (°C)
η	= ประสิทธิภาพ