

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



247475



การประหยัดพลังงานในระบบการทำน้ำร้อนด้วยปั๊มความร้อนในอาคาร
โรงแรม

ENERGY SAVING OF HOT WATER SYSTEM USING HEAT PUMP IN HOTEL BUILDING

บุญฤทธิ์ ไช้สูงเนิน

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร ปรัชญิทธิบาลย์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2553



การประหยัดพลังงานในระบบการทำความร้อนด้วยปั๊มความร้อนในอาคาร
โรงแรม



บุญฤทธิ์ ไร่สูงเนิน

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2553

Energy Saving of Hot Water System using Heat Pump in Hotel Building

Boonrarit Raisoongnean

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science Department of Building

Technology Management Graduate School , Dhurakij Pundit

University

2010

**ใบรับรองสารนิพนธ์**

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การประหยัดพลังงานในระบบการทำน้ำร้อนด้วยปั๊มความร้อน
 ในอาคารโรงแรม

เสนอโดย บุญรฤทธิ์ ไระสูงเนิน

สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีในอาคาร

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติกะ บุนนาค

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.รังสิต ศรีจิตติ)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติกะ บุนนาค)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จันทนา กลุขรรัตน์)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนิดา จิตรน้อมรัตน์)

วันที่ 18 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2553

หัวข้อสารนิพนธ์	การประหยัดพลังงานในระบบการทำน้ำร้อนด้วยปั๊มความร้อนในอาคารโรงแรม
ชื่อผู้เขียน	บุญฤทธิ์ ไร่สูงเนิน
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดิเกะ นุนนาค
สาขาวิชา	การจัดการเทคโนโลยีในอาคาร
ปีการศึกษา	2553

บทคัดย่อ

247475

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาระบบปั๊มความร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษาขนาด 325 ห้อง มีความต้องการปริมาณน้ำร้อนอุณหภูมิไม่เกิน 60°C โดยศึกษารูปแบบการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนจากปั๊มความร้อนที่เหมาะสมกับโรงแรม ศึกษาประสิทธิภาพของระบบปั๊มความร้อนจากการจำลองและการตรวจวัด รวมถึงการศึกษาความคุ้มค่าทางการเงินจากการเปลี่ยนระบบทำน้ำร้อนแต่ละชนิด ได้แก่ ระบบทำน้ำร้อนจากน้ำมันเตา ระบบขดลวดความร้อน และระบบพลังงานแสงอาทิตย์ มาใช้ปั๊มความร้อนที่ภาวะเงื่อนไขการผลิตเดียวกันกับโรงแรมกรณีศึกษา

ระบบปั๊มความร้อนที่มีความเหมาะสมกับโรงแรมกรณีศึกษาคือระบบปั๊มความร้อนประเภท Air Source Heat pump จำนวน 10 เครื่อง ขนาดของปั๊มความร้อนรวมทั้งสิ้น 460 kWh และถังเก็บน้ำร้อนขนาด 25,500 L โดยติดตั้งระบบแบบศูนย์รวม ทั้งนี้สมรรถนะการทำงานของระบบจากการจำลองค่าทฤษฎีโดยใช้ P-h Diagram ที่สภาวะอุณหภูมิของสภาพอากาศแวดล้อมและอุณหภูมิของน้ำร้อนใช้งานเปลี่ยนแปลงระหว่าง $25 - 40^{\circ}\text{C}$ และ $50 - 60^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ พบว่าสมรรถนะการทำงานของระบบผลิตน้ำร้อนทุกกรณีมีค่าสูงกว่าค่าที่มาตรฐานกำหนด และสมรรถนะขณะใช้งานจริงทุกเครื่องมีค่าสมรรถนะเป็นไปตามมาตรฐานเช่นกัน จากการศึกษาความคุ้มค่าทางการเงิน โดยใช้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) และระยะเวลาในการคืนทุน (SPP) เป็นเกณฑ์การตัดสินใจพบว่าทุกกรณีมีความคุ้มค่าในการลงทุน ถึงแม้ว่าปัจจุบันปั๊มความร้อนยังมีราคาสูงมากแต่ผลประโยชน์ที่ได้รับจากผลการประหยัดด้านพลังงาน และค่าบำรุงรักษา มีค่ามากพอที่จะทำให้คุ้มค่าทางการเงิน ระบบปั๊มความร้อนเป็นระบบที่มีความสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการติดตั้งระบบได้หลายรูปแบบให้มีความเหมาะสมกับโรงแรมที่ต้องการใช้ระบบปั๊มความร้อน และระบบปั๊มความร้อนเป็นระบบที่มีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่ำที่สุด

คำสำคัญ : ปั๊มความร้อน / การวิเคราะห์ทางการเงิน / การประหยัดพลังงาน

Thematic Paper Title	Energy Saving of Hot Water System using Heat Pump in Hotel Building
Author	Boonrarit Raisungnoen
Thematic Paper Advisor	Asst. Prof. Dr. Tika Bunnag
Department	Building Technology Management
Academic Year	2010

ABSTRACT

247475

The main objective of this study is to identify the heat pump system for the hotel of 325 rooms, which of hot water require temperature not higher than 60°C related to the heat pump system supply to the hotel facilities. The research was study within the efficient of heat pump system combined with demonstration and measurement, meanwhile the comparation to the another method of hot water system in the same condition, such as electrical hot water heater, boiler system by crude oil , Solar cells system will be make in term of main factor which will value to invest.

The result showed that the suitable type of hot water system for new hotel is 10 units of Heat Pump type Air Source with total capacity 460 kWh .The installation of piping supply from main centre of Hot Water Storage Tank capacity 25,500 liters.The performance data analyze by P-h diagram at state of surrounding ambient temperature and the temperature of hot water transfigure between 25-40°C and 50-60°C. It was found that coefficient of performance (COP) of the heat pump in each units were higher than COP standard. By the way the economic analyzed hot water of system with Net Present Value (NPV), Benefit cost Ratio (BCR) Internal Rate of Return (IRR) and Simple payback period (SPP) above factors showed that heat pump, investment but when and zeel order to include costly investment and maintenance, the replacement of heatpump system worthy as provided benefit. The ability performance of heat pump system will consistent to apply in new hotel, which will be worthwhile investment as of the system was particularly of the best for energy saving.

Keywords : Improvement of Heat Pump System/Analyze the financial / Energy saving

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่อง “การประหยัดพลังงานในระบบการทำน้ำร้อนด้วยปั๊มความร้อนในอาคารโรงแรม” ได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผศ. ดร. ตีเกะ บุญนาค อาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาให้แนวคิด แนะนำให้ความรู้ให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาของการศึกษาอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อสารนิพนธ์

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์รุ่นพี่และรุ่นน้องของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ที่กรุณาช่วยจัดหาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่ใช้ในการประเมินหาค่าประสิทธิภาพของระบบปั๊มความร้อนพร้อมทั้งให้ความรู้เพิ่มเติม อีกทั้งขอบคุณฝ่ายช่างซ่อมบำรุงโรงแรมกรณีศึกษาที่ช่วยเก็บรวบรวมข้อมูลปั๊มความร้อนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ทำให้สารนิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ประโยชน์อันใดที่เกิดจากสารนิพนธ์อันเป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านดังกล่าว

บุญฤทธิ์ ไร่สูงเนิน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	๗
สารบัญรูป.....	ฅ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	5
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับในการศึกษา.....	5
2 ทฤษฎีและงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ป้อนความร้อน.....	6
2.2 มาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบ	
ด้านพลังงานระบบวิศวกรรมอาคารตามกฎหมาย	14
2.3 การวิเคราะห์ทางการเงิน.....	17
2.4 งานศึกษาที่เกี่ยวข้อง.....	19
3 วิธีการดำเนินการศึกษา.....	25
3.1 ขั้นตอนการศึกษาระบบป้อนความร้อนที่ใช้กับโรงแรมกรณีศึกษา.....	26
3.2 ขั้นตอนการประเมินสมรรถนะของป้อนความร้อนเมื่อสภาวะ	
การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิน้ำร้อนใช้งาน.....	26
3.3 ขั้นตอนตรวจวัดระบบป้อนความร้อนที่ใช้กับโรงแรมกรณีศึกษา.....	28
3.4 ขั้นตอนการเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางการเงิน	
ของการติดตั้งระบบทำน้ำร้อนแต่ละชนิดกับป้อนความร้อน.....	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4 ผลการศึกษา.....	32
4.1 ระบบปั๊มความร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษา.....	32
4.2 ผลการศึกษาสมรรถนะการทำงานของระบบปั๊มความร้อน.....	37
4.3 ผลการศึกษาสมรรถนะของระบบปั๊มความร้อนจากการตรวจวัด.....	43
4.4 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการลงทุน.....	43
5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	52
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	52
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	55
บรรณานุกรม.....	57
ภาคผนวก.....	61
ประวัติผู้เขียน.....	79

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร.....	14
2.2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร.....	15
2.3 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างต่อพื้นที่ใช้งาน.....	15
2.4 ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นและค่าพลังไฟฟ้าต่อตัน ความเย็นเครื่องปรับอากาศ ขนาดใหญ่.....	16
2.5 ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก.....	16
2.6 หม้อไอน้ำและหม้อต้มน้ำร้อน.....	17
2.7 เครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั้มแบบใช้อากาศเป็นแหล่งพลังงาน.....	17
4.1 รายละเอียดของปั้มความร้อน.....	33
4.2 รายละเอียดของถังเก็บน้ำร้อน.....	34

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ระบบปั๊มความร้อน.....	7
2.2 P-h Diagram ของสารทำงาน R-22	8
2.3 ถังเก็บน้ำร้อนแบบแนวตั้ง.....	12
2.4 ถังเก็บน้ำร้อนแบบแนวนอน.....	12
2.5 การติดตั้งปั๊มความร้อนพร้อมอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง.....	13
2.6 การติดตั้งปั๊มความร้อนต่อเชื่อมระบบเข้ากับถังเก็บน้ำร้อน.....	13
3.1 อาคารประเภทโรงแรมกรณีศึกษา.....	25
3.2 P-h Diagram ของสารทำงาน R-22 สำหรับปั๊มความร้อน.....	27
3.3 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Power Meter)	28
3.4 เครื่องวัดอุณหภูมิอากาศ (Thermometer)	29
3.5 เครื่องวัดอุณหภูมิน้ำ (Thermometer)	29
3.6 เครื่องมือวัดอัตราการไหล (Flow meter)	30
4.1 ปั๊มความร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษา.....	34
4.2 ถังน้ำร้อนสำหรับโรงแรมกรณีศึกษา.....	35
4.3 แผนผังระบบปั๊มความร้อนภายในโรงแรม.....	36
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม และความต้องการพลังงานของ4.5 ระบบ.....	38
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม และสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ.....	38
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อน และความต้องการพลังงานของระบบ.....	40
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำร้อน และสัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบ.....	40
4.8 สัมประสิทธิ์สมรรถนะของระบบจากการตรวจวัดและมาตรฐาน.....	43
4.9 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของระบบทำน้ำร้อนแต่ละชนิด.....	45

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10 เปรียบเทียบมูลค่าการลงทุนเริ่มต้น ของระบบผลิตน้ำร้อนแต่ละชนิด.....	46
4.11 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ของระบบทำน้ำร้อนแต่ละชนิด.....	47
4.12 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ของการติดตั้งระบบ ปั๊มความร้อนแทนระบบทำน้ำร้อนอื่นๆ.....	48
4.13 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) ของการติดตั้ง ระบบปั๊มความร้อนแทนระบบทำน้ำร้อนอื่นๆ.....	49
4.14 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) ของการติดตั้งระบบปั๊มความร้อนแทนระบบทำน้ำร้อนอื่นๆ.....	50
4.15 ระยะเวลาในการคืนทุนของการติดตั้งระบบ ปั๊มความร้อนแทนระบบทำน้ำร้อนอื่นๆ.....	51