รายงานโครงงานหมายเลข ME 013/2549

การศึกษาความเป็นไปได้การทำน้ำเย็นและน้ำร้อนโดยใช้แผงโลหะเก็บรังสี

นางสาวกนกอร ศิริชนะ

นายเฉลิมพล เพชรดา

รายงานนี้เป็นรายงานโครงการของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ซึ่งเสนอเป็นส่วนหนึ่ง
ในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

Project Report No ME 013/2006

A Feasibility Study of Cooling and Heating Water using Metal Panel Collector

MissKanokon Sirichana

Mr.Chalermpol Phadda

This is the report of the Fourth – Year Project assignment submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Bachelor degree of Engineering

Department of Mechanical Engineering

The Faculty of Engineering

Ubon Ratchathani University

แบบประเมินผล งานโครงการภาษาไทย

ชื่อเรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้การทำน้ำเย็นและน้ำร้อนโดยใช้แผงโลหะเก็บรังสี

โดย นางสาวกนกอร ศิริชนะ
นายเฉลิมพล เพชรดา
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.อำไพศักดิ์ ทีบุญมา

อาจารย์ผู้ร่วมประเมินโครงการ

.....
(ผศ.ดร.อำไพศักดิ์ ทีบุญมา)
อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(อาจารย์ทรงสุภา พุ่มชุมพล)
กรรมการผู้ร่วมประเมินโครงการ

.....
(อาจารย์ชาคริต โพธิ์งาม)
กรรมการผู้ร่วมประเมินโครงการ

แบบประเมินผล งานโครงการภาษาอังกฤษ

Thesis Title A Feasibility Study of Cooling and Heating Water using Metal Panel Collector

By Miss Kanokon Sirichana

Mr. Chalermpol Phedda

Department of Mechanical Engineering

Thesis Adviser Asst.Prof.Dr. Umphisak Teeboonma

Thesis Committee

.....

(Asst.Prof.Dr. Umphisak Teeboonma)

Thesis Adviser

.....

(Miss Songsupa pumchumpol)

Committee

.....

(Mr. Charchit Po-ngarm)

Committee

การศึกษาความเป็นไปได้การทำน้ำเย็นและน้ำร้อนโดยใช้แผงโลหะเก็บรังสี

โดย นางสาวกนกอร ศิริชนะ
นายเฉลิมพล เพชรดา

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้างและทำการทดลองการทำความเย็นและความร้อนของน้ำแบบอย่างง่าย โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งแนวคิดนี้สามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้ได้กับบ้านเรือนทั่วไปได้ โดยมีค่าใช้จ่ายที่ไม่มากและการใช้งานที่ไม่ยุ่งยาก ในการออกแบบชุดทดลอง ใช้ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19.05 มิลลิเมตร ความยาว 1.8 เมตร จำนวน 8 ท่อ วางบนแผ่นสังกะสีขนาด 1.2248 ตารางเมตร โดยมีถังเก็บน้ำขนาด 15-60 ลิตรในการทำน้ำร้อน น้ำที่อยู่ภายในท่อและถังมีการไหลเวียนโดยอาศัยแรงลอยตัวที่เกิดจากความแตกต่างกันของความหนาแน่นของน้ำที่มีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน สำหรับการทำน้ำเย็นด้วยวิธีการแผ่รังสีในตอนกลางคืนซึ่งใช้น้ำเป็นตัวกลาง ได้ทำการออกแบบให้การไหลของน้ำผ่านท่อโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกให้ไหลจากถังเก็บน้ำด้านบนลงมาถังด้านล่าง โดยน้ำจะถูกสูบให้กลับไปถังเก็บด้านบนด้วยปั๊มอีกครั้ง ซึ่งถังมีขนาดความจุอยู่ระหว่าง 15-60 ลิตร

ผลที่ได้จากการทดลองทำน้ำร้อนของระบบที่ทำได้นั้น พบว่าเครื่องทำน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีกระจกปิด สามารถทำความร้อนให้กับน้ำสูงสุด 65.5 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในที่พักอาศัย เมื่อทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่าค่าใช้จ่ายต่อลิตรน้ำร้อนเท่ากับ 0.026 บาท สำหรับผลการทดลองของระบบทำน้ำเย็นพบว่า ค่าอัตราการไหลของน้ำไม่มีผลต่อค่าอุณหภูมิสุดท้ายของระบบ และเมื่อค่าอัตราการไหลที่ต่ำจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะมีค่ามากขึ้น

A Feasibility Study of Cooling and Heating Water using Metal Panel Collector

By MissKanokon Sirichana

Mr.Chalermpol Phedda

ABSTRACT

The objective of this project was to design, construct and test the performance simple cooling and heating water system by using the solar energy. This project was applied to the metallic roof panel, widely used in rural of Thailand. To build this system, eight copper tubes with diameter 19.05 mm were weld to a 1.23 m^2 metallic roof panel. The volume of the hot tank storage water was 15-60 liters, circulated by thermos phonic force. For cooling water case, water was circulated the water from upper storage tank to lower tank by the gravity force and from lower tank to upper tank by pumping. The storage tank of cooling water was 60 liters.

The experimental results showed that the maximum water temperature was 60 °C. It should be noted that this system was suitable for the local hot water system. Additionally, the economical analysis revealed that cost of the hot water per liter was only 0.026 Baht. For the cooling system, it was found that the effect of water flow rate on final temperature of water in storage tank was insignificant. Finally, it was found that the coefficient of performance of cooling system was increased with decreasing water flow rate.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ด้วยความกรุณาอย่างสูงยิ่งจาก ผศ.ดร.อำไพศักดิ์ ทีบุญมา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่เป็นผู้ให้ความรู้และแนวคิดในการแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำโครงงานเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ยังสนับสนุนงบประมาณนอกโครงการ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

ขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ตลอดทั้ง 4 ปีที่ผ่านมา อีกทั้งยังกรุณาแนะนำข้อเสนอแนะและตรวจทานแก้ไขรูปเล่มด้วยความเอาใจใส่ตลอดมาตั้งแต่ต้นจนเสร็จเรียบร้อย

ขอขอบพระคุณบิดามารดาที่คอยให้กำลังใจเสมอมา และสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงาน และสนับสนุนทุนการศึกษาและค่าใช้จ่ายในการทำโครงงานในครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ ป.โท และ ป.เอกทุกคนที่คอยให้คำปรึกษาที่ดีเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลรุ่นที่16 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีทุกคนกับกำลังใจและมิตรภาพที่ดีที่มีให้ตลอด 4 ปีที่ผ่านมา

ขอขอบคุณ น้องๆ ที่ช่วยในการเก็บข้อมูลและช่วยในการสร้างเครื่องทดลอง

ประโยชน์และคุณค่าอันพึงมีจากโครงงานเล่มนี้ ผู้จัดทำโครงงานขอบูชาแด่พระคุณของบิดา มารดา และบูรพาจารย์ผู้มีพระคุณทุกท่าน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญรูปภาพ	ญ
สารบัญตาราง	ฐ
รายการสัญลักษณ์	ฑ
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา	3
บทที่ 2 ทฤษฎีเกี่ยวข้องกับงานโครงการ	**4**
2.1 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 วิธีการทดลอง	**17**
3.1 ชุดทดลอง	17
3.2 ระบบการทำน้ำร้อน	18
3.3 ระบบการทำน้ำเย็น	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	**23**
4.1 ผลการทดลองระบบการทำความร้อน	23
4.2 สรุปผลของระบบทำความร้อน	38
4.3 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของระบบทำน้ำร้อน	39
4.4 ผลการทดลองการทำความเย็นโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง	39
4.5 สรุปผลการทดลองเครื่องทำน้ำเย็น	45
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	**46**
5.1 สรุปผล	46
5.2 ข้อเสนอแนะ	47
บรรณานุกรม	**48**
ภาคผนวก	**50**
ภาคผนวก ก ผลการทดลองการทำน้ำร้อน	51
ภาคผนวก ข ผลการทดลองการทำน้ำเย็น	76
ภาคผนวก ค ตัวอย่างการคำนวณ	86

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงรูปแบบการไหลเวียนของน้ำ 5
รูปที่ 2.2 สมดุลพลังงานบนตัวรับรังสี 6
รูปที่ 2.3 การบดบังของวัตถุ 9
รูปที่ 2.4 โครงสร้างการจำลองระบบการทำความร้อนและความเย็น 10
รูปที่ 2.5 แสดงการประยุกต์ใช้งาน Large Unglazed Solar Panel Collector ในการทำความร้อนให้กับสระว่ายน้ำ 12
รูปที่ 2.6 กระบวนการถ่ายเทความร้อนในระบบการทำน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์ 13
รูปที่ 3.1 ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลอง 17
รูปที่ 3.2 โครงสร้างของ Unglazed Metal Panel 18
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม เทียบกับเวลา วันที่ 24 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำแตกต่างกัน 25
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม เทียบกับเวลา วันที่ 25 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำแตกต่างกัน 25
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการไหลเทียบกับเวลา วันที่ 24 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำแตกต่างกัน 26
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการไหลเทียบกับเวลา วันที่ 25 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำแตกต่างกัน 26
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและประสิทธิภาพเทียบกับเวลา วันที่ 24 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำแตกต่างกัน 27
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและประสิทธิภาพเทียบกับเวลา วันที่ 25 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำแตกต่างกัน 27
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม เทียบกับเวลา วันที่ 28 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำ 1:15 โดยที่สีของแผงต่างกัน 30
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม เทียบกับเวลา วันที่ 29 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำ 1:15 โดยที่สีของแผงต่างกัน 30

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการไหลเทียบกับเวลา วันที่ 28 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำ 1:15 โดยที่สีของแผงต่างกัน 31

รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการไหลเทียบกับเวลา วันที่ 29 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำ 1:15 โดยที่สีของแผงต่างกัน 31

รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและประสิทธิภาพเทียบกับเวลา วันที่ 28 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำ 1:15 โดยที่สีของแผงต่างกัน 32

รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและประสิทธิภาพเทียบกับเวลา วันที่ 29 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำ 1:15 โดยที่สีของแผงต่างกัน 32

รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม เทียบกับเวลา วันที่ 2 ธันวาคม 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำ 1:15 โดยที่สีของแผงต่างกัน 34

รูปที่ 4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม เทียบกับเวลา วันที่ 3 ธันวาคม 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำ 1:15 โดยที่สีของแผงต่างกัน 35

รูปที่ 4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการไหลเทียบกับเวลา วันที่ 2 ธันวาคม 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำ 1:15 โดยที่สีของแผงต่างกัน 35

รูปที่ 4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการไหลเทียบกับเวลา วันที่ 3 ธันวาคม 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำ 1:15 โดยที่สีของแผงต่างกัน 36

รูปที่ 4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและประสิทธิภาพเทียบกับเวลา วันที่ 2 ธันวาคม 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำ 1:15 โดยที่สีของแผงต่างกัน 36

รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและประสิทธิภาพเทียบกับเวลา วันที่ 3 ธันวาคม 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำ 1:15 โดยที่สีของแผงต่างกัน 37

รูปที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำขาออกของแผงทำความเย็น ที่มีอัตราการไหลแตกต่างกัน 40

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่เครื่องในถังสีต่างๆกับน้ำ ที่อุณหภูมิอากาศวันที่ 17-18 มกราคม 2550 อัตราการไหล 0.05kg/s	41
รูปที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่เครื่องในถังสีต่างๆกับน้ำ ที่อุณหภูมิอากาศวันที่ 21-22 มกราคม 2550 อัตราการไหล 0.04 kg/s	41
รูปที่ 4.22กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่เครื่องในถังสีต่างๆกับน้ำ ที่อุณหภูมิอากาศวันที่ 23-24 มกราคม 2550 อัตราการไหล 0.03 kg/s	42
รูปที่ 4.23 กราฟแสดงผลการทดลองในวันที่ 17-18 มกราคม 2550 อัตราการไหล 0.05 kg/s	43
รูปที่ 4.24 กราฟแสดงผลการทดลองในวันที่ 21-22 มกราคม 2550 อัตราการไหล 0.04 kg/s	43
รูปที่ 4.25 กราฟแสดงผลการทดลองในวันที่ 21-22 มกราคม 2550 อัตราการไหล 0.03 kg/s	44

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพรายวันของเครื่องที่ 1,2 และ 3 23
ในวันที่ 13, 27 และ 29 กันยายน 2549 เวลา 8.00 – 16.00 น.

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองอัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บ 24
ที่แตกต่างกันในวันที่ 24 และ 25 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00 ─ 16.00 น.

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองของแผงทำความร้อนที่แตกต่างกัน 29
อัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บ 1 : 15
ในวันที่ 28 และ 29 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00 ─ 16.00 น.

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองของแผงทำความร้อนที่แตกต่างกัน 33
อัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บ 1 : 15
ในวันที่ 2 และ 3 ธันวาคม 2549 เวลา 8.00 ─ 16.00 น.

รายการสัญลักษณ์

A_c พื้นที่ของแผงรับแสงอาทิตย์, m^2

C_p ความร้อนจำเพาะของของไหล, J/kgK

E_E พลังงานที่ผู้ใช้งานได้จากถังเก็บ, J

E_U พลังงานจากดวงอาทิตย์, J

E_{XE} energy ที่ผู้ใช้งานได้จากถังเก็บ, J

E_{XU} energy จากดวงอาทิตย์, J

F_R Heat removal factor

F' ประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์

G_T รังสีรวมที่ตกกระทบบนแผงรับแสง, W/m^2

I ค่าความเข้มรังสีรวมที่ตกบนพื้นราบ, W/m^2

I_T ค่าความเข้มรังสีรวมที่ตกบนพื้นเอียง, W/m^2

$\dot{m}$ อัตราการไหล, kg/s

n จำนวนท่อน้ำ, สัดส่วนเมฆที่ปกคลุมท้องฟ้า $n = \frac{N}{8}$

P ความเย็นที่ได้, W

P_c ความเย็นรวมที่ได้, W

Q ความร้อนที่ได้, W

R รังสีรวม (Global radiation), W/m^2

RH ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

S รังสีดวงอาทิตย์ที่ถูกดูดกลืน, W/m^2

t_m จำนวนชั่วโมงนับจากเที่ยงคืน

T อุณหภูมิ, $^\circ C$

$T_{p,m}$ อุณหภูมิเฉลี่ยของแผงรับแสงอาทิตย์, $^\circ C$

T_{sky} อุณหภูมิของวัตถุดำซึ่งปลดปล่อยรังสีความร้อนในปริมาณเท่ากับท้องฟ้า,K

U_L สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนรวม

V ความเร็วลม, m/s

Z_c cloud base height, km

α ค่าการดูดกลืนรังสี, มุมอัลติจูด

รายการสัญลักษณ์ (ต่อ)

η	ประสิทธิภาพ (%)
θ	มุมตกกระทบบนพื้น, องศา
ε	sky emittance
ε_o	sky emittance เมื่อท้องฟ้าไม่มีเมฆ
σ	ค่าคงที่ของ Stefan-Boltzmann, 5.67×10^{-8}

ตัวห้อย

a	บรรยากาศ
conv.	การพาความร้อน
rad	แผงทำความเย็น
dp	Dew point
Z	พื้นราบ