การศึกษาระบบทำน้ำร้อนและน้ำเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์

The study system of heat to water and cold to water from thermoelectric with solar cell

ปฐมพงศ์ จิโน[1], ถิรายุ ปิ่นทอง[1]* และ โกเมน หมายมั่น[2]

Pathompongjino[1], Thirayu Pinthong[1]* and Komain Maimun[2]

[1]สาขาวิศวกรรมพลังงาน ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

[2]สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิตภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาระบบทำน้ำร้อนและน้ำเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์โดยระบบใช้กำลังไฟฟ้าขนาด 210 วัตต์ และทดสอบสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) รวมถึงวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ระยะเวลาการทดสอบสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ระบบทำน้ำร้อนและน้ำเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์ 15 วัน ตั้งแต่ 08.00-16.00 น. ผลการทดสอบพบว่ามีสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) การใช้พลังงานในการทำน้ำเย็นเฉลี่ย 0.10 สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) การใช้พลังงานในการทำน้ำร้อนเฉลี่ย 0.41 และมีอัตราการทำน้ำให้เย็นอยู่ที่ 0.25 องศาเซลเซียสต่อนาที และมีอัตราการทำน้ำให้ร้อนอยู่ที่ 0.35 องศาเซลเซียสต่อนาที มีอัตราการประหยัดพลังงานเฉลี่ยเมื่อเทียบกับตู้กดน้ำแบบใช้พลังงานไฟฟ้าทั่วไป สำหรับทำน้ำร้อนประหยัดได้ 467 วัตต์ต่อชั่วโมง และการทำน้ำเย็นประหยัดได้ 8 วัตต์ต่อชั่วโมง โดยสามารถทำน้ำเย็นมีอุณหภูมิต่ำสุดที่ 15.4 องศาเซลเซียส และทำน้ำร้อนมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 66.9 องศาเซลเซียสมีสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) การชาร์จประจุไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาสู่แบตเตอรี่ 82.08 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาคืนทุน 4 ปี 10 เดือน

คำสำคัญ : เทอร์โมอิเล็กทริกส์ / พลังงานแสงอาทิตย์

***Corresponding author.** E-mail: volt-energy@hotmail.com

Abstract

The research studies system of heat to water and cold to water from thermoelectric with solar cellby power size 210 watt. Moreover the research considered about worthiness we studies 15 days, since 08.00 AM to 04.00 PM. The results of this research COP clod water about 0.1 (rate 0.25°C/min), 0.41 of hot water (rate 0.35°C/min). The average saving energy rate, compared with general machine make hot and cold water, generated hot water saved 467 watt/hr and 8 watt/hr in generated cold water. The lowest temperature is 15.4°C and highest temperature is 66.9°C. The efficiency of charging from solar cells to battery about 82.08%, 4.89 years of payback period

Keywords : thermoelectric / solar energy

1. บทนำ

ปัจจุบันการใช้พลังงานไฟฟ้ามีการเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการขยายตัวของประชากรของประเทศไทย ตามข้อมูลปีพ.ศ. 2553-2554 พบว่ามีประชากรเพิ่มขึ้น 197,766 คน ตามข้อมูลของกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย จึงส่งผลให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้น พลังงานทดแทนจึงเป็นแนวทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจในการนำมาใช้ และจากข้อมูลโครงการด้านพลังงานแสงอาทิตย์ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ที่ดำเนินการติดตั้งระหว่างปีพ.ศ. 2536-2550 ในภาคกลางมีขนาด 407.35 กิโลวัตต์จึงเป็นแนวทางเลือกหนึ่งที่จะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยทั่วไป ระบบทำความเย็นที่ใช้กันในปัจจุบัน เป็นระบบอัดไอ (vapor compression system) เช่นใช้ในเครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น เป็นต้น ซึ่งมีสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) การทำความเย็นสูง แต่ก็มีข้อเสียคือ ระบบการทำความเย็นแบบอัดไอใช้ได้ดีในระบบขนาดใหญ่ และใช้สาร CFC เป็นสารทำความเย็น ที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไรก็ตามยังมีเทคโนโลยีหนึ่งที่น่าสนใจคือ เทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริกส์ ซึ่งมีข้อดีคือ ระบบการทำความเย็นแบบเทอร์โมอิเล็กทริกส์จะไม่ใช้สารทำความเย็นจึงไม่ทำลายสภาวะแวดล้อม ไม่จำเป็นต้องมีการซ่อมบำรุง และยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนานวัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกส์เป็นวัสดุที่สามารถผันความร้อนเป็นกระแสไฟฟ้า และสามารถผันกระแสไฟฟ้าเป็นความเย็นและความร้อน (Peltier effect) ได้โดยตรงโดยอาศัยหลักการสั่นสะเทือนของโครงสร้างภายในสารในเชิงฟิสิกส์ควอนตัม จึงสามารถนำมาสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและสร้างเครื่องทำความเย็นและร้อนได้ ดังนั้นจึงทำให้เราสนใจที่จะนำเอาเทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริกส์ในส่วนของการทำความเย็นและการทำความร้อนประยุกต์เป็นตู้กดน้ำใช้ในครัวเรือน

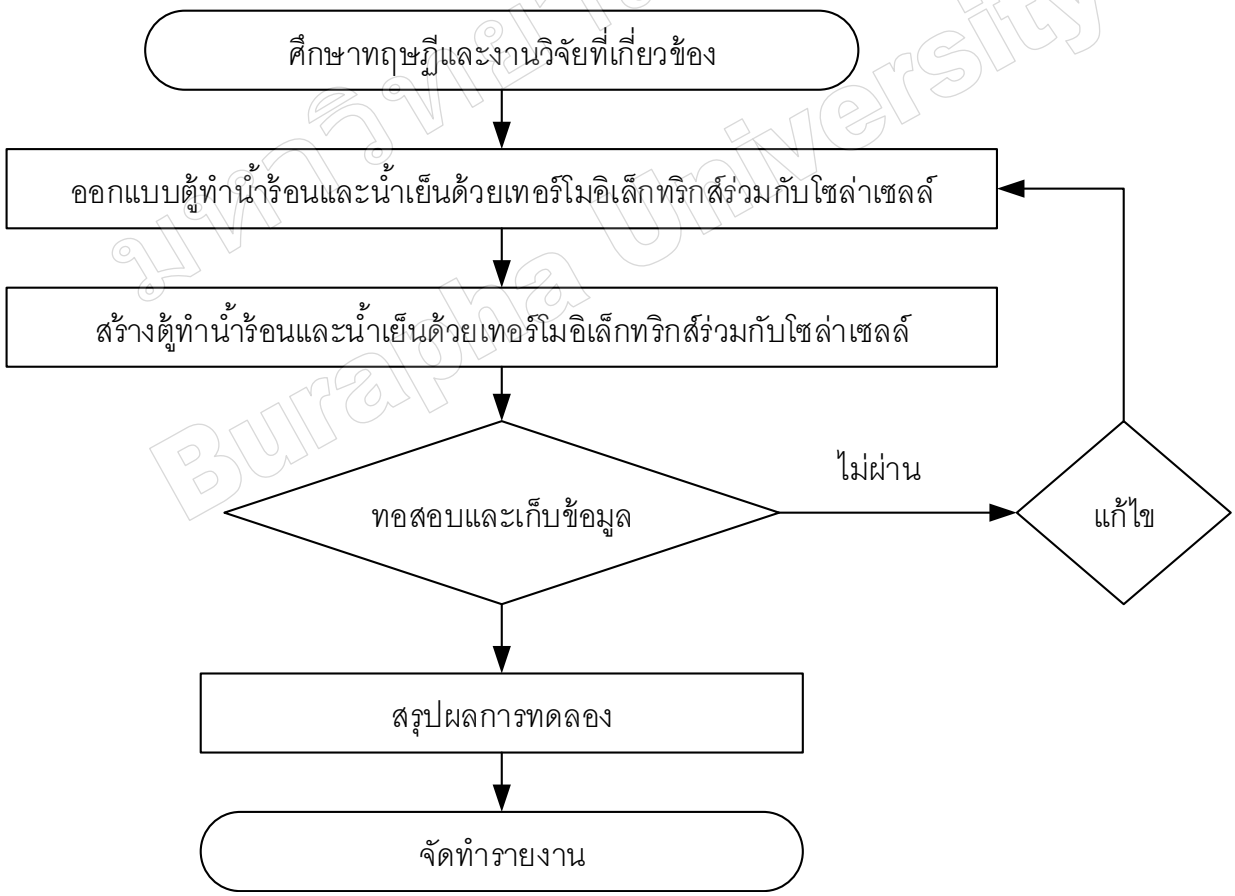
งานวิจัยนี้ได้ออกแบบระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์ขนาด 210 วัตต์เพื่อทดสอบหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) รวมถึงวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางเลือกในการใช้พลังงานทดแทนสอดคล้องกับนโยบายตามแผนการพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศไทย

อย่างไรก็ดี คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาออกแบบสร้างและพัฒนา และวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์ถือเป็นแนวทางพัฒนาพลังงานทดแทนให้เหมาะกับชุมชน อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เมื่อประสบภัยพิบัติเมื่ออยู่ในช่วงไม่มีพลังงานไฟฟ้าใช้เช่นประสบปัญหาอุทกภัย เป็นต้น คณะผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีเทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริกส์มาทำน้ำเย็นและน้ำร้อน โดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นแหล่งป้อนพลังงาน

2. วิธีการ

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้แนวทางการวิจัยเชิงคุณภาพ เป็นการศึกษาแนวทางออกแบบและสร้างระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์เพื่อศึกษาสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ของระบบทำน้ำร้อนและน้ำเย็น และหาอัตราการทำความร้อนและอัตราการทำความเย็น รวมถึงวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ แบ่งวิธีดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

2.1 รูปแบบการวิจัย



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการวิธีดำเนินการวิจัย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.2 การออกแบบระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์

2.2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1.1 หากำลังไฟฟ้า

$$P = VI \tag{1}$$

P คือกำลังไฟฟ้า (วัตต์), V คือ แรงดันไฟฟ้า (โวลต์), I คือ กระแสไฟฟ้า(แอมแปร์)

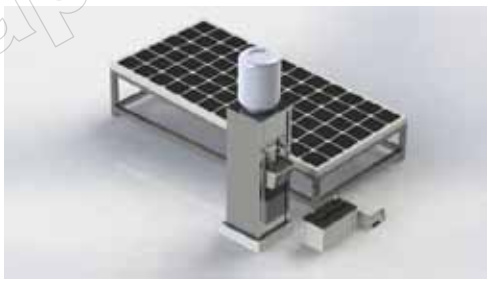
การศึกษาค่าการทำความร้อนและความเย็นต่อนาทีสามารถบันทึกค่าได้จากเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลที่ได้ทำการติดตั้งที่ถังน้ำเย็นและถังน้ำร้อนเพื่อหาอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงต่อนาที โดยสามารถคำนวณหากำลังจากผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเทียบต่อหน่วยเวลาได้จากสมการที่ (2)

2.2.1.2 สูตรหากำลังจากผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเทียบต่อหน่วยเวลา

$$Q = \frac{m \times C_p \times \Delta T}{t} \tag{2}$$

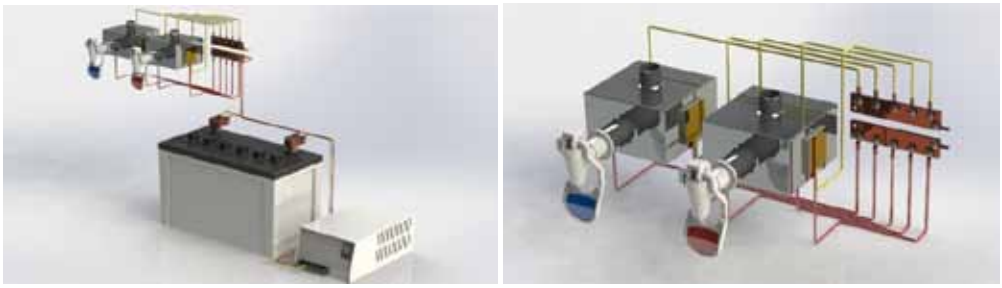
Q คือ ค่ากำลังงานความร้อน (วัตต์), m คือมวลของน้ำ (กิโลกรัม), Cp คือ ค่าความร้อนจำเพาะ(จูลต่อกิโลกรัมเคลวิน), ΔT คืออุณหภูมิที่แตกต่าง(เคลวิน), tคือ เวลาที่ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยน(วินาที)

2.2.2 การจัดทำรายงานแบบส่วนประกอบของระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์



ภาพที่ 2 ตู้ทำน้ำเย็นน้ำร้อนเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์ ขนาด 210 วัตต์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3 ออกแบบโครงสร้างภายในของตู้ทำน้ำร้อนน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์

2.2.3 **ทดสอบสัมประสิทธิ์สมรรถนะ** (COP)

การทดสอบสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) การใช้ไฟฟ้าของตู้กดน้ำเย็นน้ำร้อนเทอร์โมอิเล็กทริกส์พลังงานแสงอาทิตย์ในระบบความเย็นเป็นดังนี้

$$COP_R = \frac{Q_C}{W_{in}} \quad (3)$$

$$\eta = \frac{\text{กำลังที่ได้รับในการลดอุณหภูมิของน้ำ}}{\text{กำลังของระบบที่ใช้ในการทำความเย็น}} \times 100\% \quad (4)$$

การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ของตู้น้ำเทอร์โมอิเล็กทริกส์พลังงานแสงอาทิตย์ในระบบความร้อนเป็นดังนี้

$$COP_H = \frac{Q_H}{W_{in}} \quad (5)$$

COP_H คือ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะความร้อนของระบบทำความร้อน

COP_R คือ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะความเย็นของระบบทำความเย็น

Q_H คือ ปริมาณความร้อนที่ได้รับ(วัตต์)

Q_C คือ ปริมาณความเย็นที่ได้รับ(วัตต์)

W_{in} คือ พลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้ระบบ(วัตต์)

$$\eta = \frac{\text{กำลังที่ได้รับในการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำ}}{\text{กำลังของระบบที่ใช้ในการทำความร้อน}} \times 100\% \quad (6)$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.2.4 วิเคราะห์ปัญหาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหา

จากการทดสอบสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ของระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์ได้วิเคราะห์ถึงการทำอุณหภูมิของน้ำให้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ซึ่งในส่วนของน้ำร้อนกำหนดไว้ที่ 65 องศาเซลเซียส และน้ำเย็นกำหนดให้มีอุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสเนื่องจากคณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบการคำนวณหาค่าการทำความร้อนและความเย็นของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ตามจำนวนแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ที่ใช้ในงานวิจัยว่า สามารถทำอุณหภูมิเฉลี่ยได้ถึงค่าที่ตั้งไว้ รวมถึงวัดอุณหภูมิน้ำร้อนที่เหมาะสมในการบริโภคอยู่ที่ 65 องศาเซลเซียส สามารถ ชงชา กาแฟ เครื่องดื่มชนิดชงต่างๆ หรือใส่บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปได้ ในส่วนของน้ำเย็นได้กำหนดตามการคำนวณการทำความเย็นของแผ่นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ที่สามารถทำได้ในงานวิจัย ในการบันทึกข้อมูลงานวิจัยนี้ได้ทำการให้มีน้ำไหลวนเมื่ออุณหภูมิถึงตามที่กำหนดให้ปล่อยน้ำออกทั้งถังฝั่งร้อน 0.6 ลิตรและถังฝั่งเย็น 0.6 ลิตร แล้วทำการเติมน้ำเข้าสู่ถังทั้ง 2 ฝั่งเพื่อทำการหาค่าสมรรถนะการทำความร้อนและสมรรถนะการทำความเย็นของระบบ

2.2.5 สรุปผลการทำงานของระบบทั้งหมด

การสรุปผลการดำเนินงานของระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์ เพื่อนำเอาข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นและสมรรถนะการทำความร้อน (COP) ของระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นเทอร์โม-อิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์ และนำผลการทดสอบที่ได้มาสรุปเพื่อหาอัตราการประหยัดพลังงานและระยะเวลาคืนทุน

3. ผลและอภิปราย

จากการดำเนินการทดสอบเพื่อหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ในการทำงานของระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์ โดยได้ผลการทดสอบสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำน้ำร้อนและสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และอัตราการใช้พลังไฟฟ้าในการน้ำเย็นเป็นดังนี้

สำนักวิทยบริการฯ Burapha University

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) แต่ละวัน โดยให้อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำขนาด 0.6 ลิตร มีค่าเท่ากับ 15 องศาเซลเซียส

วันที่	**สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) การใช้พลังงานในทำน้ำเย็นเฉลี่ยของแต่ละวัน**
1	0.09
2	0.12
3	0.08
4	0.12
5	0.10
6	0.12
7	0.10
8	0.11
9	0.11
10	0.10
11	0.12
12	0.10
13	0.09
14	0.09
15	0.09
ค่าเฉลี่ยรวม	0.10

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากตารางที่ 1 จะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) เฉลี่ยที่ได้มาจากการทดลองทั้ง 15 วัน ผลสรุป สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ของเครื่องทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์นี้มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) โดยเฉลี่ย 0.10

ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) เฉลี่ยของแต่ละวันของการทำน้ำให้มีอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส

วันที่	ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) การใช้พลังงานในทำน้ำร้อนเฉลี่ยของแต่ละวัน
1	0.27
2	0.44
3	0.39
4	0.39
5	0.40
6	0.40
7	0.48
8	0.57
9	0.39
10	0.40
11	0.39
12	0.45
13	0.31
14	0.46
15	0.54
ค่าเฉลี่ยรวม	0.41

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากตารางที่ 2 จะพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) เฉลี่ยที่ได้จากการทดลองทั้ง 15 วัน ผลสรุป สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ของระบบทำน้ำร้อนเทอร์โมอิเล็กทริกส์นี้มีสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ในการทำน้ำร้อนเฉลี่ย 0.41

ตารางที่ 3 แสดงการอัตราการลดอุณหภูมิเฉลี่ยของการทำน้ำเย็น (องศาเซลเซียสต่อนาที)

วันที่	ΔT/ นาทีของแต่ละวัน (องศาเซลเซียสต่อนาที)
1	0.21
2	0.28
3	0.29
4	0.31
5	0.23
6	0.25
7	0.24
8	0.24
9	0.28
10	0.24
11	0.28
12	0.25
13	0.21
14	0.22
15	0.23
ค่าเฉลี่ยรวม	0.25

จากตารางที่ 3 พบว่าค่าเฉลี่ยการลดอุณหภูมิเฉลี่ยในการทำน้ำเย็นที่ได้มาจากการทดลองทั้ง 15 วัน ผลสรุป ค่าเฉลี่ยการลดอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำเย็น ของระบบทำน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์นี้มีค่าเฉลี่ย 0.25 องศาเซลเซียสต่อนาที

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4 แสดงการเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยของการทำน้ำร้อน (องศาเซลเซียสต่อนาที)

วันที่	ΔT **/ นาทีของแต่ละวัน** (องศาเซลเซียสต่อนาที)
1	0.23
2	0.33
3	0.32
4	0.32
5	0.32
6	0.31
7	0.36
8	0.38
9	0.32
10	0.33
11	0.33
12	0.34
13	0.24
14	0.37
15	0.39
ค่าเฉลี่ยรวม	0.32

จากตารางที่ 4 พบว่าค่าเฉลี่ยการลดอุณหภูมิเฉลี่ยในการทำน้ำร้อนที่ได้มาจากการทดลองทั้ง 15 วัน ผลสรุป ค่าเฉลี่ยการเพิ่มอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำร้อน ของเครื่องทำน้ำร้อนเทอร์โมอิเล็กทริกส์พลังงานแสงอาทิตย์นี้มีค่าเฉลี่ย 0.32 องศาเซลเซียสต่อนาที

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ได้การชาร์จประจุจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ตำแหน่งที่วัดกำลังไฟฟ้า	**กำลังไฟฟ้า(วัตต์)**
กำลังไฟฟ้าขณะออกจากขั้วแผงเซลล์แสงอาทิตย์	147.23
กำลังไฟฟ้าก่อนเข้าชุดชาร์จคอนโทรลและอินเวอร์เตอร์	132.53
กำลังไฟฟ้าขณะชาร์จเข้าสู่แบตเตอร์รี่	120.85

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากตารางที่ 5 จะพบว่ากำลังไฟฟ้าขณะออกจากขั้วแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือกำลังไฟฟ้าก่อนเข้าชุดชาร์จคอนโทรลและอินเวอร์เตอร์น้อยที่สุดคือกำลังไฟฟ้าขณะชาร์จเข้าสู่แบตเตอร์รี่ สรุปได้ว่ามีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าที่สายส่งกระแสไฟฟ้าไป 14.70 วัตต์และสูญเสียในการลดแรงดันไฟฟ้าไปอีก 11.68 วัตต์เมื่อคิดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียกำลังไฟฟ้าก่อนเข้าชุดชาร์จคอนโทรลและอินเวอร์เตอร์ พบว่ามีการสูญเสีย 9.98 เปอร์เซ็นต์และสูญเสียกำลังไฟฟ้าหลังผ่านชุดชาร์จคอนโทรลและอินเวอร์เตอร์ 7.94 เปอร์เซ็นต์ รวมการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าไปทั้งหมด 17.92 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบทำน้ำร้อนและน้ำเย็น ด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์กับตู้ทำน้ำร้อนน้ำเย็นแบบเชิงพาณิชย์ทั่วไป ขนาด 610 วัตต์

ตารางที่ 6.1 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นร่วมกับโซล่าเซลล์

ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)	เวลาที่ใช้งานของตู้กดน้ำร้อนน้ำเย็น (ชั่วโมงต่อวัน)	ขนาดกำลังไฟฟ้าไฟ (วัตต์ชั่วโมง)	ราคาระบบทำน้ำร้อนและน้ำเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกซ์ร่วมกับโซล่าเซลล์ (บาท) (ราคารวมทั้งระบบรวมแผงโซล่าร์เซลล์แล้ว)	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของระบบทำน้ำร้อนและน้ำเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	คิดเป็นค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าต่อวัน (บาทต่อวัน)	สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าต่อวันเมื่อเทียบกับตู้กดน้ำเชิงพาณิชย์ขนาด 610 วัตต์ (บาทต่อวัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
3.5 บาท	8 HR	210	20,000 บาท	1.68	5.88	11.2	4.89

ตารางที่ 6.2 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของตู้ทำน้ำร้อนน้ำเย็นแบบเชิงพาณิชย์ (ในงานวิจัยนี้ได้เปรียบเทียบกับตู้กดน้ำร้อนน้ำเย็นขนาด 610 วัตต์ เนื่องจากเป็นตู้ที่ทางสาขาวิศวกรรมพลังงานมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ได้ติดตั้งใช้ในปัจจุบัน และสามารถทำความร้อนความเย็นได้ใกล้เคียงกับเครื่องทำน้ำร้อนและน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ ร่วมกับโซล่าเซลล์ รวมถึงเพื่อให้ได้ค่าเปรียบเทียบด้านการใช้พลังงานที่ถูกต้องตามจริง)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง)	เวลาที่ใช้งานของตู้กดน้ำร้อนน้ำเย็น (ต่อวัน)	ขนาดกำลังไฟฟ้า (วัตต์ชั่วโมง)	ราคาตู้ทำน้ำร้อนน้ำเย็นแบบปัจจุบันเชิงพาณิชย์ (บาท)	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการทำน้ำร้อนและน้ำเย็นแบบปัจจุบันเชิงพาณิชย์ (กิโลวัตต์ชั่วโมง)	คิดเป็นค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าต่อวัน (บาทต่อวัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
3.5 บาท	8 HR	610	6,500 บาท	4.88	17.08	-

จากตารางที่ 6.1 พบว่าระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าร์เซลล์สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าต่อวันได้ 11.20 บาท เมื่อคิดระยะเวลาการใช้งานที่ 8 ชั่วโมงต่อวัน ต้นทุนของระบบอยู่ที่ 20,000 บาท ระยะเวลาคืนทุน 4 ปี 10 เดือน

4. บทสรุป

จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองพบว่า

1) ระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์ ว่ามีสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) การใช้พลังงานในการทำงานได้น้ำเย็นเฉลี่ย 0.10 และสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) การใช้พลังงานในการทำน้ำร้อนเฉลี่ย 0.41

2) ระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์มีอัตราการทำน้ำเย็น 0.25 องศาเซลเซียสต่อนาทีและมีอัตราการทำน้ำร้อน 0.35 องศาเซลเซียสต่อนาที

3) อัตราการใช้พลังงานเฉลี่ยของระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์ในส่วนของน้ำเย็นใช้พลังงานเฉลี่ย 102 วัตต์ต่อชั่วโมง (แบบเชิงพาณิชย์ทั่วไปใช้พลังงานไฟฟ้า110 วัตต์ต่อชั่วโมง) น้ำร้อนใช้พลังงานเฉลี่ย 33 วัตต์ต่อชั่วโมง (แบบปัจจุบันใช้พลังงานไฟฟ้า 500 วัตต์ต่อชั่วโมง)

4) ระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกส์ร่วมกับโซล่าเซลล์ น้ำเย็นมีอุณหภูมิต่ำสุดที่ 15.4 องศาเซลเซียส น้ำร้อนมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 66.9 องศาเซลเซียส

5) ประสิทธิภาพการชาร์จไฟฟ้าที่ส่งจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาสู่แบตเตอรี่จะเหลือ 82.08 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าที่สายส่ง 9.98 เปอร์เซ็นต์ และสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในการลดแรงดันไฟฟ้าไป 7.94 เปอร์เซ็นต์ รวมการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าไปทั้งหมด 17.92 เปอร์เซ็นต์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

6) ระบบทำน้ำร้อนน้ำเย็นด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกส์ ร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าต่อวันได้ 11.2 บาท เมื่อคิดระยะเวลาการใช้งานที่ 8 ชั่วโมงต่อวัน ต้นทุนของระบบอยู่ที่ 20,000 บาท ระยะเวลาคืนทุน 4 ปี 10 เดือน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำหรับทุนสนับสนุนการวิจัยสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์และสาขาวิศวกรรมพลังงาน ภาคเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

6. เอกสารอ้างอิง

leonics. 2549. ทฤษฎีเซลล์แสงอาทิตย์แหล่งที่มา: http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar knowledge.php. 10 พฤษภาคม 2555.

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. 2552. อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกซ์. แหล่งที่มา : http://pineappleeyes.snru.ac.th/thermo/index.php?q=node/38&page=2. 10 พฤษภาคม 2555.

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. 2552. เทอร์โมอิเล็กทริกซ์คือแหล่งที่มา : http://pineapplees.snru.ac.th/thermo/index.php?q=node/5. 10 พฤษภาคม 2555.

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร. 2552. หลักการทำงานของเทอร์โมอิเล็กทริกซ์. แหล่งที่มา : http://pineappleeyes.snru.ac.th/thermo/index.php?q=node/6. 10 พฤษภาคม 2555

คณิต ทองพิสิฐสมบัติ 2552. เครื่องทำความเย็นขนาดเล็กเทอร์โมอิเล็กทริกซ์. แหล่งที่มา:e-nett.sut.ac.th/content_group Sorted.htm. 10 พฤษภาคม 2555.

เจนศักดิ์ เอกบูรณะวัฒน์. 2550. *ตู้น้ำเย็นเทอร์โมอิเล็กตริก*ซ์แหล่งที่มา : www.sut.ac.th/ist/enett/admin/upload/ File_147.doc. 10 พฤษภาคม 2555.

ทัศวัลย์ คัมภีระพันธุ์และวรวิทย์ โกสลาทิพย์. 2552. วัสดุเทอร์โมอิเลคทริคซ์. แหล่งที่มา : http://webstaff.kmutt.ac.th/~ivorthip/TE/. 10 พฤษภาคม 2555.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. 2551. เทคโนโลยีเทอร์โมอิเล็กทริกซ์. แหล่งที่มา : http://www.rmutphysics.com/charud/howstuffwork/howstuff2/refrigerator/refriger atorthai6.htm. 1 0 พฤษภาคม 2555.

สุวิทย์ จักษุจินดา. 2549. ระบบทำความเย็นของตู้เย็นเทอร์โมอิเล็กทริกซ์. แหล่งที่มา: rdi.snru.ac.th/UserFiles/File/s53.pdf. 10 พฤษาคม 2555.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University