การพัฒนาเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

The Development of Solar Water Heater

ธานินทร์ รัชโพธิ์ [1]
มาวิน ปูนอน [2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ออกแบบและพัฒนาเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยศึกษาอุณหภูมิของน้ำภายในเครื่องผลิตน้ำร้อนและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยทำการทดลองในช่วงเวลา 09.00 – 16.00 น. ในช่วงเดือนมีนาคม – เดือนพฤษภาคม 2559

ผลของการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์พบว่า ตัวเก็บรังสีอาทิตย์จะเอียงทำมุม 15 องศากับแนวราบ หันหน้าไปทางทิศใต้ การไหลเวียนของน้ำจะใช้ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 12 โวลต์ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์มีพื้นที่ 1.5 ตารางเมตร กว้าง 1 เมตร ยาว 1.5 เมตร สูง 0.15 เมตร ท่อผลิตน้ำร้อนทำด้วยท่อทองแดง type K เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 15.9 มิลลิเมตร หนา 1.2 มิลลิเมตร ยาว 1.4 เมตร วางอยู่ระหว่างลอนของแผ่นสังกะสี จำนวน 10 ท่อ แต่ละท่อวางห่างกันประมาณ 9 ซม. และยึดท่อกับแผ่นสังกะสีให้ติดกันด้วยเส้นลวด ถังเก็บน้ำร้อนจะออกแบบให้บรรจุน้ำร้อนได้ประมาณ 200 ลิตร ซึ่งถังน้ำร้อนทำจากสแตนเลสมีรูปทรงกระบอกยาว 0.85 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.55 เมตร สำหรับผลของการศึกษาอุณหภูมิของน้ำภายในเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์พบว่า อุณหภูมิของน้ำสูงสุด 51.5 องศาเซลเซียส ส่วนการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อหาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องผลิตน้ำร้อนอาทิตย์ พบว่า มีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 3.2 ปี

คำสำคัญ : เครื่องผลิตน้ำร้อน เครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานแสงอาทิตย์

[1, 2] อาจารย์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ABSTRACT

The objective of this research was to design and develop the solar water heater by studying water temperature in solar water heater and economic cost benefit analysis. The experimental was conducted 09.00 – 16.00 O'clock between March to May 2016.

The result of design and construction of solar water heater, it was found that the solar collector was installed at 15 degrees on the horizontal line faced southward. The circulatory system of water was used 12 volt solar pump. solar collector area 1.5 m2 with dimensions of 1 m width , 1.5 m length and 0.15 m height. The water heat pipe made copper pipe type K and 15 mm outside diameter, 1.2 thickness, 1.4 length. The water heat pipe was placed between undulation of corrugated iron amount 10 pipe and each pipe distance were 9 cm. The fix water heat pipe and corrugated iron with wire. The hot water bucket will design to contain hot water estimate 200 lite. The hot water tank made of stainless steel and had cilender shape and 0.85 m-length, 0.55 m-diameter. The study of water temperature internal solar water heater, it was found that highest water temperature reached an estimated 51.5 °C. The economic analysis of search for payback period of applied magnetic in solar water heater, it was found that the payback period estimated of 3.2 year.

Keyword : water heater, solar water heater, solar energy

บทนำ

แสงอาทิตย์เป็นพลังงานหมุนเวียนที่ปราศจากมลพิษ ใช้แล้วไม่มีวันหมดและเป็นพลังงานที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมเป็นพลังงานที่สะอาดและประหยัด มีความคุ้มค่าในระยะยาว และเหมาะแก่การนำมาใช้ประโยชน์ทดแทนพลังงานฟอสซิลซึ่งมีแนวโน้มราคาเพิ่มขึ้นและกำลังหมดไปอย่างรวดเร็ว อีกทั้งเป็นสาเหตุหลักของภาวะโลกร้อน แม้ว่าเทคโนโลยีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งานยังมีต้นทุนที่สูง แต่ด้วยต้นทุนด้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่เป็นศูนย์ ทำให้พลังงานแสงอาทิตย์มีข้อได้เปรียบ สำหรับประเทศไทยมีความเข้มรังสีอาทิตย์สูงเกือบตลอดทั้งปีเฉลี่ย 18 MJ/m2-day ซึ่งมีศักยภาพสำหรับการผลิตไฟฟ้า (solar cell) และผลิตความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (solar thermal) เมื่อพิจารณาในส่วนของการใช้รังสีอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทน สำหรับการผลิตความร้อนซึ่งปัจจุบันมีการศึกษาและพัฒนาการใช้ความร้อนจากรังสีอาทิตย์อย่างมากมาย เช่น การทำน้ำร้อน การอบแห้ง การกลั่นน้ำ (Sampathkumar et al., 2010, 1503-1526) การประกอบอาหาร การผลิตไฟฟ้า การทำความเย็น การปรับอากาศปล่องลมแสงอาทิตย์และสระรังสีอาทิตย์ (Thirugnanasambandam et al., 2010, 312-322) ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถช่วยแก้ปัญหาทางด้านพลังงานในอนาคต เป็นการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์โดยทางตรงและทางอ้อม

สำหรับการผลิตน้ำร้อนส่วนใหญ่ใช้พลังงานจากการเปลี่ยนรูปพลังงานจากไฟฟ้าหรือน้ำมัน ซึ่งปัจจุบันพลังงานเหล่านี้มีราคาแพงและหายากมากขึ้น ดังนั้นการใช้พลังงานทดแทนจึงเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งที่สามารถนำมาทดแทนพลังงานสิ้นเปลืองเหล่านี้ได้ ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์มีศักยภาพเพียงพอสำหรับการผลิตน้ำร้อนโดยใช้ตัวเก็บความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Collector) แต่ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ยังมีปัญหาในด้านการกักเก็บความร้อน โดยยังมีการนำความร้อนจากรังสีอาทิตย์มาใช้ได้ไม่เต็มที่ จึงควรมีการปรับปรุงตัวเก็บรังสีอาทิตย์ให้สามารถทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ศึกษาอุณหภูมิของน้ำและศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

2.2 เพื่อศึกษาอุณหภูมิของน้ำในเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

เนื่องจากประเทศไทยมีรังสีอาทิตย์ประมาณ 18.2 MJ/m2-day ผู้วิจัยจึงนำรังสีอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ โดยการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ศึกษาอุณหภูมิของน้ำภายในเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ และศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 ออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สามารถแบ่งขั้นตอนในการปฏิบัติงานออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- คำนวณขนาดพื้นที่และสร้างตัวเก็บรังสีอาทิตย์
- คำนวณและสร้างถังเก็บน้ำร้อน
- ประกอบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ และการติดตั้งเครื่องมือวัด

3.2 ศึกษาอุณหภูมิของน้ำในเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยวัดอุณหภูมิภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิของน้ำทางเข้า-ออกตัวเก็บรังสีอาทิตย์ วัดความเข้มรังสีอาทิตย์ โดยทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 30 นาที

3.3 ประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยคำนวณระยะเวลาคืนทุน (Payblack Period) ของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินสดจ่ายเงินลงทุนสุทธิเมื่อเริ่มโครงการ}}{\text{เงินสดรับสุทธิรายเดือน}}$$

ผลการวิจัย

1 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

1.1 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์

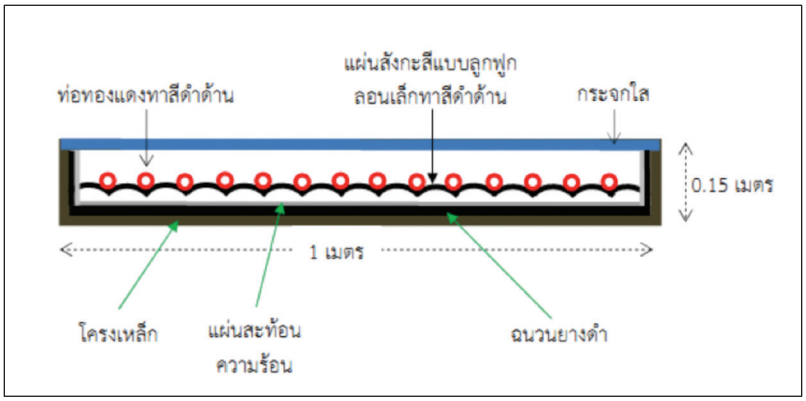
1. จากการคำนวณหาพื้นที่แผงรับรังสีอาทิตย์พบว่า แผงรับรังสีอาทิตย์มีขนาด 1.5 ตารางเมตร ดังนั้นจึงกำหนดให้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์มีความกว้าง 1 เมตร ยาว 1.5 เมตร สูง 0.15 เมตร

2. ท่อผลิตน้ำร้อนทำด้วยท่อทองแดง type K เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 15.9 มิลลิเมตร หนา 1.2 มิลลิเมตร ยาว 1.4 เมตร วางอยู่ระหว่างลอนของแผ่นสังกะสี จำนวน 10 ท่อ แต่ละท่อวางห่างกันประมาณ 9 ซม. วัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ โดยยึดท่อกับแผ่นสังกะสีให้ติดกันด้วยเส้นลวด และทาสีดำด้าน ดังแสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การสร้างแผงรับรังสีอาทิตย์ของตัวเก็บรังสีอาทิตย์

3. นำโครงร่างตัวเก็บรังสีอาทิตย์ และท่อทองแดงที่ยึดติดกับแผ่นสังกะสี มาประกอบเข้าด้วยกันจะได้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ซึ่งส่วนประกอบต่างๆ ภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์ จะแสดงในภาพที่ 2

4. ด้านล่างและด้านข้างของตัวเก็บรังสีอาทิตย์จะหุ้มด้วยแผ่นสะท้อนความร้อนและฉนวนยางดำ ส่วนด้านบนจะปิดด้วยกระจกใสหนา 1.5 มิลลิเมตร



ภาพที่ 2 ภาคตัดขวางโครงสร้างและส่วนประกอบของตัวเก็บรังสีอาทิตย์

1.2 ถังเก็บน้ำร้อน

1. การออกแบบถังเก็บน้ำร้อนของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์นั้น จะออกแบบให้บรรจุน้ำร้อนได้ประมาณ 200 ลิตร

2. ถังน้ำร้อนทำจากสแตนเลสมีรูปทรงกระบอกยาว 0.85 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.55 เมตร และนำถังเก็บน้ำร้อนมาหุ้มด้วยแผ่นสะท้อนความร้อนและฉนวนยางดำ

3. นำถังเก็บน้ำร้อนและขาตั้ง สูง 0.4 เมตร มาประกอบกันจะได้ถังน้ำร้อนขนาด 200 ลิตร ที่พร้อมนำไปใช้สำหรับบรรจุน้ำร้อนของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ดังแสดงในภาพที่ 4

ภาพที่ 4 ถังน้ำร้อนหุ้มด้วยแผ่นสะท้อนความร้อนและฉนวนยางดำ

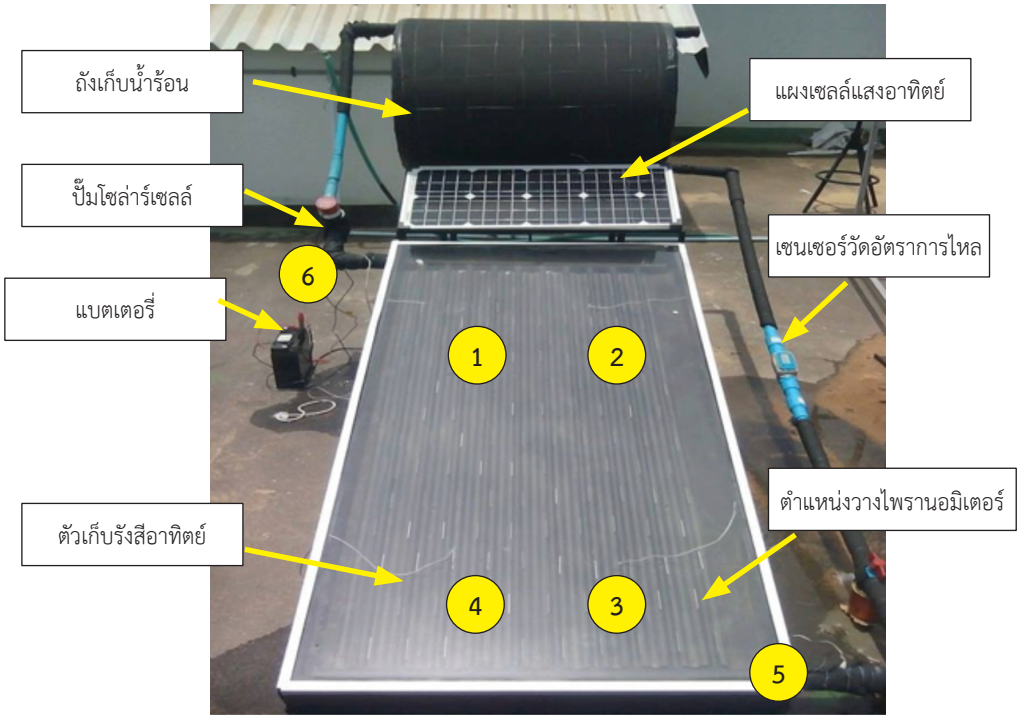
1.3 ประกอบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ และการติดตั้งเครื่องมือวัด

1. นำตัวเก็บรังสีอาทิตย์และและถังน้ำร้อนที่ออกแบบไว้ มาประกอบเข้าด้วยกันจะได้เครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

2. ติดตั้งเครื่องไหลเวียนน้ำโดยอาศัยปั๊มโซล่าร์เซลล์ d.c 12 โวลต์ และใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 17.5 โวลต์ 40 วัตต์

และแบตเตอรี่ 12 โวลต์ เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าให้กับปั๊ม โซล่าร์เซลล์

3. ต่อสายเทอร์โมคัปเปิ้ล 6 จุด โดยที่ จุดที่ 1-4 จะวัดอุณหภูมิภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ส่วนตำแหน่ง 5 และ 6 จะวัดอุณหภูมิของน้ำตรงทางเข้าและทางออกของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ติดตั้งเซนเซอร์วัดอัตราการไหล และด้านบนของตัวเก็บรังสีอาทิตย์จะปิดด้วยกระจกใส ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การติดตั้งเครื่องมือวัด

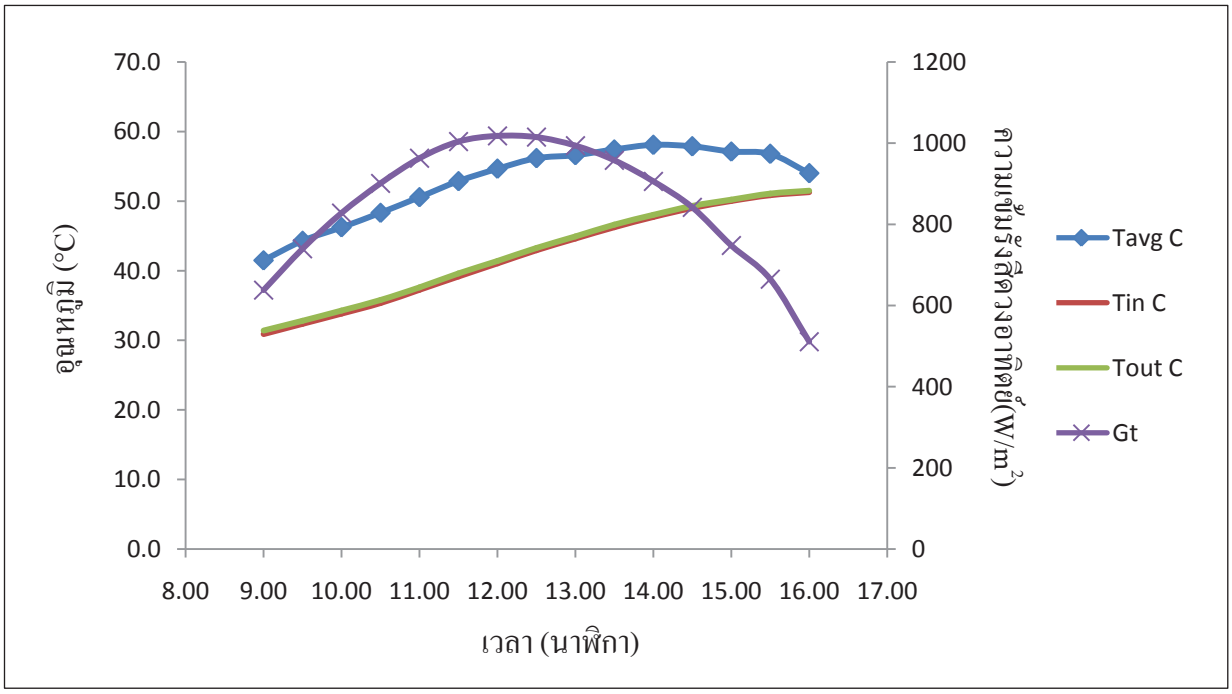
2 ผลการศึกษาอุณหภูมิของน้ำในเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

จากการศึกษาอุณหภูมิของน้ำในเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการวัดอุณหภูมิของน้ำทางเข้า ($T_{in\ C}$) และทางออก ($T_{out\ C}$) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ อุณหภูมิเฉลี่ยภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ($T_{avg\ C}$) และความเข้มรังสีอาทิตย์ (G_t) โดยอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ($T_{avg\ C}$) อุณหภูมิของน้ำทางเข้า ($T_{in\ C}$) ทางออกตัว ($T_{out\ C}$) เก็บรังสีอาทิตย์ และความเข้มรังสีอาทิตย์ (G_t) จะแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ($T_{avg\ C}$) อุณหภูมิของน้ำทางเข้า ($T_{in\ C}$) -ทางออกตัว ($T_{out\ C}$) เก็บรังสีอาทิตย์ และความเข้มรังสีอาทิตย์ (G_t)

	$T_{avg\ C}$ (°C)	$T_{in\ C}$ (°C)	$T_{out\ C}$ (°C)	G_t (W/m^2)
ค่าเฉลี่ย	52.84	42.18	42.531	848.73
ค่าสูงสุด	58.09	51.29	51.514	1018.00
ค่าต่ำสุด	41.50	30.90	31.411	511.00

จากตารางที่ 1 พบว่า อุณหภูมิภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์เฉลี่ย ($T_{avg\ C}$) อยู่ระหว่าง 41.50-58.09 °C เฉลี่ยประมาณ 52.84 °C อุณหภูมิของน้ำทางเข้า ($T_{in\ C}$) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์อยู่ระหว่าง 30.90-51.29°C เฉลี่ยประมาณ 42.2 °C และอุณหภูมิของน้ำทางออก ($T_{out\ C}$) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ อยู่ระหว่าง 31.4-51.5 °C เฉลี่ยประมาณ 42.5 °C และความเข้มรังสีอาทิตย์ (G_t) อยู่ระหว่าง 511-1018 W/m^2 เฉลี่ยประมาณ 848.7 W/m^2 โดยเมื่อนำข้อมูลของอุณหภูมิ และความเข้มรังสีอาทิตย์ (G_t) ในแต่ละเวลา มาพล็อตกราฟ จะแสดงดังในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 อุณหภูมิภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์เฉลี่ย (T_{avg} C) อุณหภูมิของน้ำทางเข้า (T_{in} C) และ ทางออก (T_{out} C) ของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ และความเข้มรังสีอาทิตย์ (G_t) เทียบกับเวลา

3 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เพื่อหาระยะเวลาคืนทุน จำเป็นต้องทราบจำนวนเงินที่ลงทุนสำหรับสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนอาทิตย์ และจำนวนเงินค่าไฟฟ้าที่ต้องเสียไปสำหรับการใช้เครื่องทำน้ำร้อนรายปี ซึ่งพบว่า ในการสร้างเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์จะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานประมาณ 12,965 และจำนวนเงินค่าไฟฟ้าที่ต้องเสียไปสำหรับการใช้เครื่องทำน้ำร้อนรายปี ประมาณ 4,066 บาท ทำให้สามารถคำนวณหาระยะคืนทุนของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ได้ประมาณ 3.2 ปี

อภิปรายผลการวิจัย

เมื่อนำข้อมูลจากการวิเคราะห์มาอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ สามารถอภิปรายได้ดังนี้

5.1 จากการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีการนำปั๊มพลังงานแสงอาทิตย์มาช่วยในการไหลเวียนน้ำ ทำให้สามารถเพิ่มอัตราการไหลของน้ำทำให้เครื่องมีประสิทธิภาพมากขึ้น และใช้ท่อทองแดงแล้วทาสีดำด้านเป็นท่อนำความร้อนในการผลิตน้ำร้อน ซึ่งท่อทองแดงมีค่าการนำความร้อนสูง ผนวกกับท่อมีการทาสีดำด้านซึ่งเป็นสีที่มีการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ได้ดี ส่งผลให้เครื่องสามารถถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำได้ดีขึ้น

5.2 จากการศึกษาอุณหภูมิของน้ำภายในเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าอุณหภูมิภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์เฉลี่ย (T_{avg} C) จะแปรผันตามความเข้มรังสีอาทิตย์ แต่อุณหภูมิของน้ำทางเข้า (T_{in} C) และอุณหภูมิของน้ำทางออก (T_{out} C) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ จะไม่แปรผันตามความเข้มรังสีอาทิตย์ (G_t) โดยอุณหภูมิของน้ำทางเข้า (T_{in} C) และอุณหภูมิของน้ำทางออก (T_{out} C)

ตัวเก็บรังสีอาทิตย์จะยังมีค่าเพิ่มขึ้น ไม่ลดลงตามความเข้มรังสีอาทิตย์ อาจเป็นเพราะว่าอุณหภูมิภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์มีค่าสูงกว่าน้ำในท่อน้ำร้อน ทำให้ยังมีการถ่ายเทความร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ไปยังท่อน้ำร้อนและน้ำภายในท่อ ส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำในท่อน้ำร้อนยังคงมีอุณหภูมิสูงขึ้น

สรุปผลการวิจัย

6.1 ออกแบบและสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

1. ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 1 เมตร ยาว 1.5 เมตร สูง 0.15 เมตร โดยท่อผลิตน้ำร้อนทำด้วยท่อทองแดง ยาว 1.4 เมตร ด้านล่างและด้านข้างของตัวเก็บรังสีอาทิตย์จะหุ้มด้วยแผ่นสะท้อนความร้อนและฉนวนยางดำ ส่วนด้านบนจะปิดด้วยกระจกใส ตัวเก็บรังสีอาทิตย์เอียงทำมุม 15 องศากับแนวราบ

2. ถังเก็บน้ำร้อนออกแบบให้บรรจุน้ำร้อนได้ประมาณ 200 ลิตร ซึ่งทำจากสแตนเลส มีรูปทรงกระบอกยาว 0.85 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.55 เมตร และนำถังเก็บน้ำร้อนมาหุ้มด้วยแผ่นสะท้อนความร้อนและฉนวนยางดำ

3. นำตัวเก็บรังสีอาทิตย์และและถังน้ำร้อนมาประกอบเข้าด้วยกัน และติดตั้งเครื่องไหลเวียนน้ำ โดยการหมุนเวียนน้ำเพื่อรับความร้อนจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ จะอาศัยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 17.5 โวลต์ 40 วัตต์ และแบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าให้กับปั๊มโซล่าร์เซลล์ d.c 12 โวลต์ จะได้เครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

4. ต่อสายเทอร์โมคัปเปิ้ล 6 จุด โดยที่จุดที่ 1-4 จะวัดอุณหภูมิภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ส่วนตำแหน่ง 5 และ 6 จะวัดอุณหภูมิของน้ำทางเข้าและทางออกของแผงรับรังสีอาทิตย์ และติดตั้งเซนเซอร์วัดอัตราการไหล

6.2 ผลการศึกษาอุณหภูมิของน้ำภายในเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า อุณหภูมิภายในตัวเก็บรังสีอาทิตย์เฉลี่ย (T_{avg} C) อยู่ระหว่าง 41.5-58.1 °C เฉลี่ยประมาณ 52.8 °C อุณหภูมิของน้ำทางเข้า (T_{in} C) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์อยู่ระหว่าง 30.9-51.3 °C เฉลี่ยประมาณ 42.2 °C และอุณหภูมิของน้ำทางออก (T_{out} C) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ อยู่ระหว่าง 31.4-51.5 °C เฉลี่ยประมาณ 42.5 °C และความเข้มรังสีอาทิตย์ (G_t) อยู่ระหว่าง 511-1018 W/m^2 เฉลี่ยประมาณ 848.7 W/m^2

ข้อเสนอแนะ

1. ควรพัฒนาเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับความร้อนเสริมจากแหล่งอื่น เพื่อให้ระบบมีเสถียรภาพมากขึ้นเช่น ความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับผลของอัตราการไหลที่มีต่อประสิทธิภาพของเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

เอกสารอ้างอิง

จิกานต์ทิพ แก้วประดิษฐ์ และสกนธ์ คล่องบุญจิต. (2556). การศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เครื่องน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ : กรณีศึกษาโรงพยาบาลขนาด 310 เตียง. วิศวสารลาดกระบัง ปีที่ 30(4), 25-30

รุ่งทวี ผดากาลและสุรชัย รดาดาร. (2553). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องผลิตน้ำร้อน. วิศวกรรมสาร มก. ปีที่ 22(70), 96-109.

Gude V.G., Nirmalakhandan, N., & Deng, S. (2011). Desalination using solar energy: Towards sustainability. Energy, 36, 78-85.

Sampathkumar, K., Arjunan, T.V., Pitchandi, P., &Senthilkumar, P. (2010). Active solar distillation A detailed review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14, 1503-1526.

Thirugnanasambandam, M., Iniyan, S., &Goic, R. (2010). A review of solar thermal technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14, 312-322.