



รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์
เครื่องทำน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ : กรณีศึกษา
วิทยาลัยน่าน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

นายปรีชา สะพานทอง

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
จากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ปี 2560

พ.ศ. 2563

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : เครื่องทำน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ : กรณีศึกษา วิทยาลัยน่าน
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

: Solar Water Heater: A Case Study of Nan University, Uttaradit Rajabhat
University

ชื่อผู้วิจัย : นายปรีชา สะพานทอง
: Mr.Preecha Sapanthong
: วิทยาลัยน่าน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
: 081-707-8131
: sa_preecha@hotmail.com

คำสำคัญ : เครื่องผลิตน้ำร้อน, พลังงานแสงอาทิตย์, ระยะคืนทุนทางเศรษฐศาสตร์
: Hot water generator, solar energy, economic payback

Abstract : This research project aims to study a test set of solar water heaters. And the demand for hot water, male dormitory and female student dormitory There are four male dormitory students and four female dormitory students using solar-powered hot water. Data retention period every 2 hours from 8.00 a.m. - 6.00 p.m. starting from September to November 2017, design of the use of solar water heaters, including the amount of hot water produced by the system. Through the water meter before entering the system and the hot water meter out of the solar panel with a temperature measuring instrument This data was used to analyze the average hot water consumption and hot water efficiency of the system in order to meet the usage of each dormitory student.

: From the study of solar water heaters in the test series. By bringing the tap water flowing through the solar panel It was found that the male student dormitories had the highest temperature at 4pm, the average temperature of 79 degrees Celsius, the water consumption was 6,000 liters per month or an average of 1,500 liters per person per month. And the female student dormitory, the water had the highest temperature at 4pm, the average temperature was 75 degrees Celsius, and the water consumption was 8,400 liters per month. The water in the sample was 27,000 liters per month, or 1 person, used an average of 69.23 liters of warm water per day, and the number of male students living in Nan College was 12, compared with 22,500 liters of water usage data in the sample. Per month or equivalent to 1 person uses an average of 62.50 liters of warm water per day

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแบบชุดทดสอบเครื่องทำน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และปริมาณความต้องการใช้น้ำอุ่นหอพักนักศึกษาชายและหอพักนักศึกษาหญิง โดยมีนักศึกษาหอพักชายและหอพักนักศึกษาหญิง หอละ 4 คน เป็นผู้ใช้เครื่องทำน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลทุก 2 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00 น. – 18.00 น. เริ่มเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน 2560 การออกแบบการใช้งานเครื่องทำน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์รวมถึงปริมาณน้ำร้อนที่ระบบผลิตได้ โดยผ่านมิเตอร์วัดน้ำก่อนเข้าระบบและมิเตอร์วัดน้ำร้อนขาออกจากแผงรับแสงอาทิตย์ด้วยเครื่องมือวัดอุณหภูมิ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์หาปริมาณการใช้น้ำร้อนโดยเฉลี่ยและประสิทธิภาพการใช้น้ำร้อนของระบบเพื่อให้เพียงพอกับจำนวนการใช้ของนักศึกษาแต่ละหอพัก

จากการศึกษาเครื่องทำน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบชุดทดสอบ โดยการนำน้ำประปาไหลผ่านแผงรับแสงอาทิตย์ พบว่าหอพักนักศึกษาชายน้ำมีอุณหภูมิสูงที่สุดที่เวลา 16.00 น. อุณหภูมิเฉลี่ย 79 องศาเซลเซียส มีปริมาณการใช้น้ำ 6,000 ลิตรต่อเดือน หรือเฉลี่ย 1,500 ลิตรต่อคนต่อเดือน และหอพักนักศึกษาหญิงน้ำมีอุณหภูมิสูงที่สุดที่เวลา 16.00 น. อุณหภูมิเฉลี่ย 75 องศา

เซลเซียส มีปริมาณการใช้น้ำ 8,400 ลิตรต่อเดือน เมื่อนำจำนวนนักศึกษาหญิงที่เข้าพักอาศัยภายในหอพักวิทยาลัยน่าน จำนวน 13 คน มาเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้น้ำในกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 27,000 ลิตรต่อเดือน หรือคิดเป็น 1 คนใช้น้ำอุ่นเฉลี่ย 69.23 ลิตรต่อวัน และจำนวนนักศึกษาชายที่เข้าพักอาศัยภายในวิทยาลัยน่าน มีจำนวน 12 คน มาเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้น้ำในกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 22,500 ลิตรต่อเดือน หรือคิดเป็น 1 คนใช้น้ำอุ่นเฉลี่ย 62.50 ลิตรต่อวัน



สารบัญ

บทที่

หน้า

บทคัดย่อ

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

1	บทนำ.....	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย.....	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	ขอบเขตของการวิจัย	2
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	2
	กรอบแนวคิดการวิจัย.....	3
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
	ทฤษฎีเกี่ยวกับแสงอาทิตย์.....	5
	ทฤษฎีเกี่ยวกับตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ.....	5
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
3	วิธีดำเนินงานวิจัยและอุปกรณ์.....	11
	วิธีการดำเนินการวิจัย.....	11
	อุปกรณ์.....	12
4	ผลการทดลอง.....	13
	ผลการศึกษาอุณหภูมิของน้ำกลั่นขณะรับความร้อนจากแสงอาทิตย์.....	13
	ผลการศึกษาการเก็บข้อมูลการใช้น้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์.....	14

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	16
สรุปผล.....	16
อภิปรายผล.....	16
ข้อเสนอแนะ.....	17
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ประวัติผู้วิจัย	



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณการใช้น้ำอุ่นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์.....	14



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ระบบผลิตน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์.....	11
2	อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้นของหอพักนักศึกษาชาย.....	12
3	อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้นของหอพักนักศึกษาหญิง.....	13



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

พลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญ ในการตอบสนองความต้องการของทุกประเทศ พลังงานจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง ในการพัฒนาประเทศ การจัดหาพลังงานให้เพียงพอกับความต้องการใช้พลังงานเพิ่มทวีขึ้นอย่างรวดเร็วจนเข้าขั้นอันตรายต่อฐานะทางการเงินของประเทศ จะเห็นจากราคาน้ำมันและค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปีว่าเป็นสถานการณ์พลังงานที่เข้าขั้นอันตรายต่อการรักษาความมั่นคงทางเศรษฐกิจและฐานะทางการเงินของประเทศ ทำให้ต้องจัดหาพลังงานรูปแบบอื่นมาเสริมทดแทนในพลังงานฟอสซิล

พลังงานจากแสงอาทิตย์ (Solar Energy) จัดเป็นพลังงานทางเลือกใหม่ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และจัดเป็นพลังงานหมุนเวียนที่ไม่มีวันหมด เนื่องจากแสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องลงมายังพื้นโลกมีปริมาณไม่จำกัด ทั้งยังไม่ก่อให้เกิดมลพิษเกี่ยวกับก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีฤดูกาล 3 ฤดูกาล พื้นที่ราบสูงในเขตภาคเหนือหลายจังหวัด สภาพอากาศช่วงฤดูหนาวมีความเย็นอยู่มาก ทำให้มีการใช้เครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานไฟฟ้ามาก ถ้ามีการใช้เครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์ จะทำให้การใช้ไฟฟ้าลดน้อยลงส่งผลกระทบต่อประเทศตามมา

การทดลองครั้งนี้จะเป็นการศึกษาเพื่อทดลองการใช้น้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อให้มีปริมาณเพียงพอต่อการใช้กับจำนวนนักศึกษาที่พักอาศัยอยู่ภายในหอพักนักศึกษาชาย จำนวน 13 คน และหอพักนักศึกษาหญิง จำนวน 12 คน ในช่วงฤดูหนาวประสิทธิภาพของระบบจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์ที่ได้รับเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งถึงค่าพลังงานสูงสุด โดยใช้น้ำเป็นตัวกักเก็บความร้อนก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นแล้วถูกเก็บในถังกักเก็บน้ำร้อน เมื่อระบบได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ในปริมาณต่ำ น้ำที่เป็นตัวกักเก็บน้ำร้อนก็จะมีอุณหภูมิต่ำ อัตราการไหลของน้ำ และประสิทธิภาพของถังเก็บน้ำร้อนสามารถเพิ่มขึ้นได้ด้วยการเพิ่มขนาดของระบบแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแบบชุดทดสอบเครื่องทำน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่หอพักนักศึกษาวิทยาลัยน่าน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
2. เพื่อศึกษาความคุ้มค่าและระยะคืนทุน ในการใช้เครื่องทำน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ วิทยาลัยน่าน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

โจทย์วิจัย

ทำอย่างไรให้นักศึกษาที่พักอาศัยภายในหอพักประจำวิทยาลัยน่านมีน้ำอุ่นใช้โดยเกิดความคุ้มค่าและประหยัดค่าไฟฟ้าได้อย่างไร

คำถามการวิจัย

การใช้เครื่องทำน้ำอุ่นจากพลังงานแสงอาทิตย์ทำให้เกิดความคุ้มค่าและประหยัดค่าไฟฟ้าได้จริงหรือไม่

ขอบเขตของการวิจัย

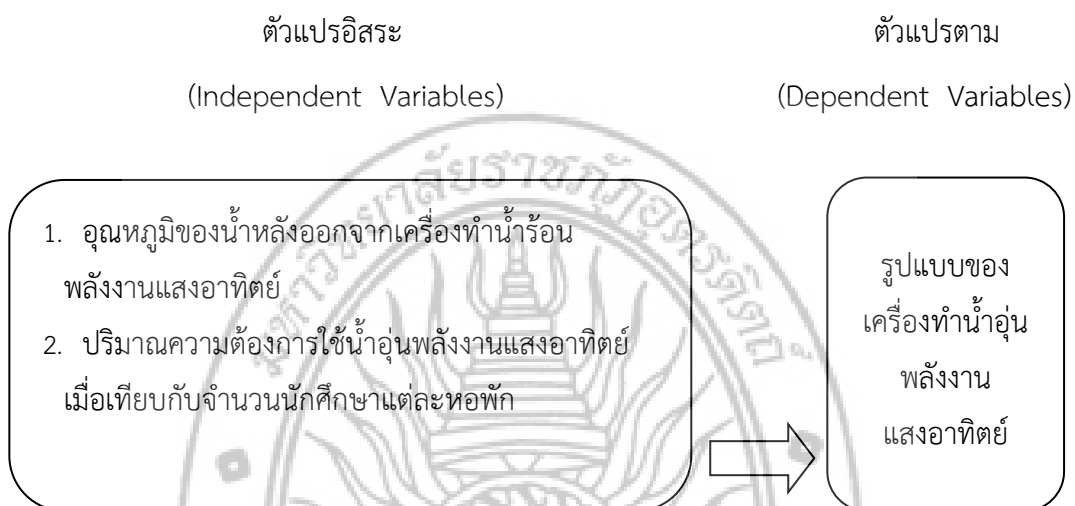
1. ทำการศึกษาวเคราะห์ข้อมูลการทำน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่หอพักนักศึกษาชายและหอพักนักศึกษาหญิง ณ สถานที่ วิทยาลัยน่าน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
2. ดำเนินการศึกษาช่วงเวลา 1 กันยายน – 30 พฤศจิกายน 2560

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงประเภทเครื่องทำน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์
2. ทำให้ทราบถึงปริมาณการใช้น้ำในหอพักนักศึกษาประจำวิทยาลัยน่าน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

กรอบแนวคิดการวิจัย/สมมุติฐานการวิจัย

งานวิจัยนี้มีกรอบแนวคิดเพื่อศึกษาความเป็นไปได้การทำน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยมีแนวคิดจากเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ดังแสดงในแผนภาพ



คำสำคัญ : เครื่องผลิตน้ำร้อน, พลังงานแสงอาทิตย์, ระยะคืนทุนทางเศรษฐศาสตร์
: Hot water generator, solar energy, economic payback

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องทำน้ำอุ่นโดยใช้แสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า และเรียบเรียงเป็นส่วน คือ ทฤษฎีเกี่ยวกับแสงอาทิตย์ ทฤษฎีเกี่ยวกับตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีสาระสำคัญดังนี้

ทฤษฎีเกี่ยวกับแสงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นกลุ่มก๊าซร้อนที่มีความหนาแน่นสูง มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.39×10^9 เมตร และห่างจากโลกประมาณ 1.5×10^{11} เมตร โลกจะหมุนรอบดวงอาทิตย์ในบริเวณเส้นศูนย์สูตรประมาณ 27 วัน และบริเวณขั้วโลก ประมาณ 30 วัน พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่มหาศาลซึ่งมีค่าคงตัวรังสีอาทิตย์ (Solar Constant) ประมาณ 1,367 วัตต์ต่อตารางเมตร หรือ 4.921 เมกะจูลต่อตารางเมตร-ชั่วโมง, 1.960 แคลอรีต่อตารางเซนติเมตร-นาที, 432 บีทียูต่อตารางฟุต-ชั่วโมง ดวงอาทิตย์เปรียบเหมือนเป็นวัตถุดำที่อุณหภูมิประสิทธิภาพ 5,777 เคลวิน และอุณหภูมิภายในของดวงอาทิตย์ประมาณ 8×10^6 ถึง 40×10^6 เคลวิน ความหนาแน่นมากกว่าน้ำถึง 100 เท่า ซึ่งจะมีการเกิดปฏิกิริยาฟิวชันอย่างต่อเนื่อง ปฏิกิริยาที่สำคัญคือ การหลอมตัวของไฮโดรเจน เป็นฮีเลียม มวลของฮีเลียมจะมีค่าน้อยกว่าของไฮโดรเจนที่ตัวรวมกัน มวลที่หายไปจึงเป็นพลังงาน พลังงานนี้จะถูกแผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์ ค่าคงตัวรังสีอาทิตย์ (Solar Constant) ประมาณ 1,367 วัตต์ต่อตารางเมตร หรือ 4.921 เมกะจูลต่อตารางเมตร-ชั่วโมง, 1.960 แคลอรีต่อตารางเซนติเมตร-นาที, 432 บีทียูต่อตารางฟุต-ชั่วโมง รังสีที่ผิวโลกมี 3 แบบคือ รังสีตรง คือรังสีที่มาจากดวงอาทิตย์โดยตรงและตกลงบนผิวรับรังสีมีทิศทางที่แน่นอนที่เวลาหนึ่งเวลาใด ทิศทางของรังสีตรงอยู่ในแนวแสงอาทิตย์ รังสีกระจาย คือ รังสีอาทิตย์ส่วนที่สะท้อนจากบรรยากาศของโลกและวัตถุต่างๆที่อยู่ทางเดินของแสงก่อนตกกระทบผิวรับรังสีรังสีกระจายนี้มาจากทิศทางของท้องฟ้า รังสีรวม คือ ผลรวมของรังสีตรงและรังสีกระจายที่ตกกระทบผิวรับรังสี ในกรณีที่ผิวรับรังสีเป็นแผ่นราบที่วางเอียงกับแนวระดับรังสีรวมจะประกอบด้วยรังสีตรงจากท้องฟ้า รังสีกระจายจากท้องฟ้าและผิวโลก เรียกรังสีรวมนี้ว่า

Total Radiation สำหรับกรณีที่แผ่นรับรังสีเป็นแผ่นราบที่วางในแนวระดับ รังสีรวมจะมาจากครึ่งทรงกลมท้องฟ้าไม่มีส่วนที่มาจากผิวโลก เรียกรังสีรวมกรณีนี้ว่า Global Radiation (จงจิตร หิรัญ ลาก. 2548 : 1- 4)

ทฤษฎีเกี่ยวกับตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ

สมดุลพลังงานบนตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบ

หลักการสมดุลพลังงานเพื่อนำมาพิจารณาสมรรถนะของตัวเก็บรังสีอาทิตย์พิจารณาที่สภาวะคงที่ (Steady state condition) ดังสมการ

$$Q_u = A_c S - U_L (T_{pm} - T_a) \quad (1)$$

เมื่อ Q_u = พลังงานต่อหนึ่งหน่วยเวลา

A_c = พื้นที่ของตัวเก็บรังสีอาทิตย์

S = พลังงานที่ถูกดูดกลืนโดยแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์

U_L = สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อน

T_{pm} = อุณหภูมิเฉลี่ยของแผ่นดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (องศาเซลเซียส)

T_a = อุณหภูมิแวดล้อม

ซึ่ง S จะมีค่าความต่างของรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบ และการสูญเสียเชิงแสง U_L กับค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเฉลี่ยบนแผ่นดูดกลืน T_{pm} กับอุณหภูมิแวดล้อม T_a ในสภาวะคงที่ พลังงานที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ A_c คือผลต่างของค่ารังสีอาทิตย์ที่ถูกดูดกลืนกับความร้อนที่สูญเสียไป

1 ความเข้มของแสงอาทิตย์ โดยพลังงานแสงอาทิตย์แบบรวม (Global Radiation) แล้วนำข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์แบบรวมมาคำนวณหาความเข้มของแสงอาทิตย์ ดังสมการที่ 1

$$\text{ความเข้มแสงอาทิตย์} = \frac{\text{พลังงานแสงอาทิตย์แบบรวม} \times 1,000,000}{3,600} \quad (2)$$

2 ปริมาณความต้องการใช้น้ำร้อนแต่ละหอพัก

คำนวณหาปริมาณความต้องการใช้น้ำร้อนในหนึ่งวันสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2 โดยปริมาณความต้องการในหนึ่งวัน มีหน่วยเป็น ลิตรต่อวัน

$$\text{ปริมาณความต้องการใช้น้ำร้อน} = \text{ปริมาณการใช้น้ำร้อนสูงสุด} \times \text{จำนวนนักศึกษาแต่ละหอพัก} \quad (2)$$

3 การออกแบบระบบติดตั้งส่งจ่ายน้ำ

การคำนวณและออกแบบติดตั้งระบบส่งจ่ายน้ำร้อนเพื่อไปใช้งาน ต้องศึกษาระยะทางในการเดินท่อ ตำแหน่งใช้งานน้ำร้อน และคำนวณขนาดท่อได้จากสมการ 3

$$\text{อัตราการไหล} = \text{พื้นที่หน้าตัด} \times \text{ความเร็ว} \quad (3)$$

4 การคำนวณหาประโยชน์จากการประหยัดพลังงาน

การประหยัดค่าไฟฟ้าคำนวณได้จากสมการที่ 4 แล้วนำค่าที่ได้ไปคิดค่าไฟฟ้า

$$Q = mc\Delta T \quad (4)$$

5 การคำนวณระยะเวลาคืนทุน

ระยะเวลาที่โครงการได้คืนทุนเป็นเวลากี่ปี โดยพิจารณาเลือกโครงการที่มีระยะเวลาคืนทุนที่เร็วที่สุดเพราะจะมีความเสี่ยงน้อยที่สุด ซึ่งการหาระยะเวลาคืนทุนทำได้สมการที่ 5

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินสดจ่ายลงทุนสุทธิ (Total Investment)}}{\text{ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี (Annual Energy Cost Saving)}} \quad (5)$$

ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี (Annual Energy Cost Saving)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จงจิตร หิรัญลาภและคณะ ได้ศึกษาเรื่องการทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายสำหรับประเทศไทย การพัฒนาเครื่องทำน้ำร้อนที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยต้นทุนต่ำประมาณ 1,000-2,000 บาทต่อตารางเมตร โดยการนำท่อพีวีซีมาใช้ในระบบเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ถึงสะสมความร้อนขนาดความจุ 35 ลิตร ติดตั้ง 2 แบบ คือ ติดตั้งบนผนังของบ้านหันหน้าไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และติดตั้งบนหลังคาบ้านหันหน้าไปทางทิศใต้ พบว่า การติดตั้งบนหลังคาบ้านทำอุณหภูมิได้ 72 องศาเซลเซียส ได้ดีกว่าอีกแบบที่ทำอุณหภูมิได้ 65 องศาเซลเซียส

จิกานต์ทิพ แก้วประดิษฐ์ (2557) ได้ศึกษาเรื่องการใช้ทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้กับโรงพยาบาลขนาด 310 เตียง ให้เกิดประโยชน์สูงสุด พบว่า จากการสำรวจความต้องการใช้น้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถนำไปใช้ได้ คือ น้ำน้ำร้อนไปใช้สำหรับอาบน้ำในห้องพักรักษาผู้ป่วยเพิ่มที่อาคาร 4 ชั้น มีความต้องการใช้น้ำร้อน 1,156.61 ลิตรต่อวัน น้ำน้ำร้อนไปใช้สำหรับอาบน้ำในห้องพักรักษาผู้ป่วยเพิ่มที่อาคาร 6 ชั้น มีความต้องการใช้น้ำร้อน 2,416.03 ลิตรต่อวัน และนำน้ำร้อนไปใช้สำหรับอุ่นน้ำป้อนหม้อต้มไอน้ำ เพิ่มที่อาคารจ่ายกลาง(หม้อต้มไอน้ำ) มีความต้องการใช้น้ำร้อน 2,000 ลิตรต่อวัน จากการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์และวิศวกรรมที่อัตราผลตอบแทน 4% ตลอดอายุโครงการ 15 ปี พบว่าการนำน้ำร้อนที่เหลือจากระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ที่อาคาร 6 ชั้น เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด เนื่องจากสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำร้อนจากระบบผลิต

น้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์จาก 28.16% เป็น 98.78% โดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 715,865.78 บาท อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 24.57% และระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 4.40 ปี

ภัทรภูมิ พุนทิกาพัทธ์ ได้ศึกษาเรื่องรูปแบบครีบน้ำร้อนที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบท่อสลับ ด้วยกระจก ช่องว่างอากาศ ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ปั๊มน้ำ และถังเก็บน้ำร้อน ท่อน้ำถูกติดตั้งอยู่ด้านบนแผงและแผ่นดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ถูกติดตั้งอยู่ด้านล่าง เชื่อมต่อกันแบบอนุกรม พบว่า ประสิทธิภาพที่ระบบทำได้ให้อัตราการไหลสูงสุด 67.4 เปอร์เซ็นต์ อัตราการไหลของน้ำ 7 ลิตรต่อวินาที อัตราการผลิตน้ำร้อนอยู่ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส สามารถผลิตน้ำร้อนได้ 750 ลิตรต่อวัน

รุ่งทิว ผดากาลและสุรัชย์ รดาตาร(2553) ได้ศึกษาเรื่อง อัตราการไหลของน้ำกับความเข้มของแสงต่อประสิทธิภาพของระบบ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับแสงในรูปแบบอื่นได้โดยทำการออกแบบและพัฒนาระบบผลิตน้ำร้อนซึ่งเป็นระบบเปิดประกอบด้วยแผงรับแสงแบบแผ่นโค้งรูปพาราโบลาที่มีพื้นที่รับแสง 2.24 m^2 และใช้กระจกเงาในการสะท้อนแสงที่รับแสงเป็นท่อสุญญากาศมีพื้นที่ 0.27 m^2 เพื่อควบคุมความเข้มของแสง อัตราการไหลของน้ำในระบบ และอุณหภูมิห้องทดลอง การทดลองนี้ทำการจำลองแสง โดยใช้แสงจากหลอดไฟ เพราะต้องการควบคุมความเข้มแสงให้คงที่ และปรับความเข้มแสงได้ การทดลองแบ่งออกเป็น 3 การทดลองดังนี้ การทดลองที่ 1 ทำการปรับอัตราการไหลของน้ำที่ความเข้มแสงคงที่ พบว่าประสิทธิภาพของระบบอยู่ในช่วง 72% อุณหภูมิของน้ำที่ออกจากแผงรับแสงสูงสุดที่ 53°C ที่อัตราการไหลของน้ำในระบบ 0.0083 kg/s และที่ความเข้มแสงคงที่ 607.50 W/m^2 การทดลองที่ 2 ทำการปรับความเข้มแสงที่อัตราการไหลของน้ำคงที่ พบว่าประสิทธิภาพของระบบอยู่ที่ประมาณ 70% อุณหภูมิของน้ำออกจากแผงรับแสงสูงสุดที่ 78°C อัตราการไหลของน้ำคงที่ 0.0083 kg/s และความเข้มแสง $1,290.75 \text{ W/m}^2$ การทดลองที่ 3 ทดสอบระบบโดยใช้มาตรฐาน ASHRAE 93-97 โดยทำการปรับอุณหภูมิของน้ำก่อนเข้าแผงรับแสงที่ค่าต่าง ๆ ที่อัตราการไหลของน้ำคงที่ 0.02 kg/s ทำการทดลองที่ความเข้มแสงคงที่ 881.26 W/m^2 พบว่าอุณหภูมิของน้ำก่อนเข้าแผงรับแสง 37°C อุณหภูมิของน้ำที่ออกจากแผงรับแสงสูงสุดที่ประมาณ 50°C และประสิทธิภาพของระบบประมาณ 53% จากผลการศึกษาที่ได้ทำให้ทราบว่าอัตราการไหลของน้ำและความเข้มของแสงมีผลต่ออุณหภูมิของน้ำที่ได้ และประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อนโดย

อัตราการไหลของน้ำและความเข้มแสงเพิ่มขึ้นทำให้อุณหภูมิของน้ำที่ได้จากระบบและประสิทธิภาพของระบบเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

มนตรี เรืองประดับและคณะ(2556) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนากระบวนการผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับโฮมสเตย์ เพื่อลดการใช้พลังงานโดยใช้ข้อมูลภูมิอากาศนครศรีธรรมราช อุณหภูมิน้ำร้อนที่ผลิตได้ไม่ต่ำกว่า 45°C อัตราการผลิตน้ำร้อน 250 ลิตรต่อวัน พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำด้านทางเข้าและน้ำด้านทางออก น้ำร้อนในถังกักเก็บ อากาศแวดล้อม อากาศรับรังสีดวงอาทิตย์เท่ากับ 34.2°C, 51.2°C, 41.1°C, 36.8°C และ 50.3°C ตามลำดับ มีค่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย 529.2 W/m² ประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 71.9% ต้นทุนการสร้างเครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ 1,200 บาท สามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลา 8.16 เดือน เพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องผลิตน้ำร้อน ยี่ห้อฮิตาชิ รุ่น HES-35V ขนาด 3,500 วัตต์ 220 โวลท์

สิริมงคล ไกล้า (2551) [18] ได้ศึกษาการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าและน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งใช้งานที่รพ.บางละมุง ชลบุรี โดยมีวัตถุประสงค์ในการนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยมาปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และศึกษาวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ ในการนำระบบไปใช้งาน โดยระบบผลิตไฟฟ้าและน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้สำหรับโรงพยาบาลที่ติดตั้งอยู่นี้มีพื้นที่รับแสงอาทิตย์ 48 ตารางเมตร กำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุด 3 kw ปริมาณน้ำร้อนที่ผลิตได้ต่อวันประมาณ 2,500 L พลังงานความร้อนที่ผลิตได้มีค่าประมาณ 518 MJ/day พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าประมาณ 11 kWh/day ประสิทธิภาพของระบบประมาณ 39% การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์สรุปได้ว่า ต้นทุนของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่า 19.25 Baht/unit สูงกว่าระบบโซลาร์เซลล์และต้นทุนของพลังงานความร้อนที่ผลิตได้มีค่า 1.61 Baht/unit ต่ำกว่าระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบธรรมดา

ศศิชา เรียมสุวรรณ (2545) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบระบบทำน้ำร้อนแบบใช้ปั๊มความร้อนกับใช้แผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบสำหรับบ้านพักอาศัยใช้ถังเก็บน้ำร้อนขนาด 150 ลิตร พบว่า ระบบทำน้ำร้อนแบบปั๊มความร้อนมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง 300-800 หน่วยต่อปี และ

ระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอาคารพักอาศัยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 100-530 หน่วยต่อปี โดยการเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 08.00-16.00 น.เมื่ออุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ 30 องศา



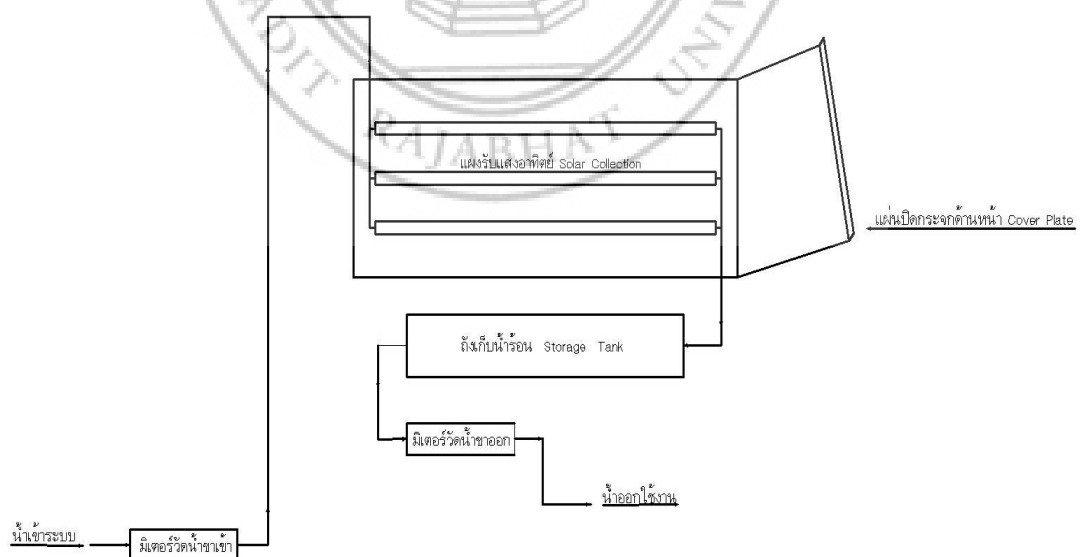
บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัยและระเบียบวิธีวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยได้ศึกษา การออกแบบการใช้งานลักษณะการใช้งานน้ำเครื่องทำน้ำอุ่น รวมถึงปริมาณน้ำอุ่นที่ระบบผลิตได้ โดยผ่านมิเตอร์วัดน้ำเย็นก่อนเข้าระบบและมิเตอร์วัดน้ำอุ่นขาออกมาจากแผงรับแสงอาทิตย์ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์หาปริมาณการใช้น้ำอุ่นโดยเฉลี่ยและประสิทธิภาพการใช้น้ำอุ่นของระบบเพื่อให้เพียงพอกับจำนวนการใช้ของนักศึกษาแต่ละหอพัก ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหาตำแหน่งพื้นที่ในการติดตั้งอุปกรณ์
2. อุณหภูมิน้ำที่ได้จากจุดทดสอบตามช่วงเวลาทุก 2 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00น. – 18.00 น.
3. ปริมาณความต้องการใช้น้ำร้อนแต่ละหอพัก กลุ่มตัวอย่างข้อมูลโดย นักศึกษาชายที่พักอาศัยอยู่ในหอพัก 4 คน และนักศึกษาหญิงที่พักอาศัยอยู่ในอาคารหอพัก จำนวน 4 คน
4. การออกแบบติดตั้งระบบส่งจ่ายน้ำร้อน โดยผ่านมิเตอร์ขาเข้าและขาออก เพื่อบันทึกข้อมูลการใช้น้ำแบบรายเดือน



ภาพที่ 1 ระบบผลิตน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์

อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

ระบบผลิตน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากแผงรับแสงอาทิตย์ (Solar Collector) ชนิดแผ่นเรียบ (Flat Plate Collector) ประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้

1. แผงรับแสงอาทิตย์ (Solar Collection) ทำอลูมิเนียมขึ้นรูปชนิด Selective Surface ซึ่งมีประสิทธิภาพในการรับรังสีคุณภาพสูงและมีค่าแผ่รังสีต่ำทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนที่ได้จากรังสีดวงอาทิตย์ให้กับน้ำ
2. แผ่นปิดหรือกระจกด้านหน้า (Cover Plate) เป็นกระจกนิรภัยใส ตามมาตรฐาน มอก. หนา 4 มม. แสงผ่านได้ มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ กรอบแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ (Container) ทำด้วยอลูมิเนียมขึ้นรูปพิเศษ น้ำหนักเบา และฉนวนกันความร้อน (Insulation) ใช้ใยแก้วเพื่อกรุภายในแผงรับพลังงานอาทิตย์และรอบๆ ด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ เพื่อป้องกันรังสีสะท้อนกลับ
3. ถังเก็บน้ำร้อน (Storage Tank) เป็นแบบปิดทำด้วยสแตนเลสไม่เป็นสนิม สามารถเก็บและ จ่ายน้ำร้อนได้ แยกส่วนไม่ปะปนกันระหว่างน้ำร้อนกับน้ำเย็นสามารถทนความดันได้ ไม่น้อยกว่า 6 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ระหว่างเปลือกนอกกับถังชั้นในห่อหุ้มด้วยฉนวนกันความร้อนชนิด (Polyurethane Foam) หนาไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร
4. มิเตอร์วัดน้ำ สำหรับน้ำร้อนไม่เกิน 90 องศา แบบใบพัดขับเคลื่อนด้วยแม่เหล็กชนิด 2 ชั้น ขนาดท่อน้ำเข้า-น้ำออก มีขนาด 1 นิ้ว
5. เครื่องวัดอุณหภูมิ น้ำ เครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรดช่วงการวัดอุณหภูมิ -60 ถึง 550 °C แบบเลเซอร์ 2 จุด

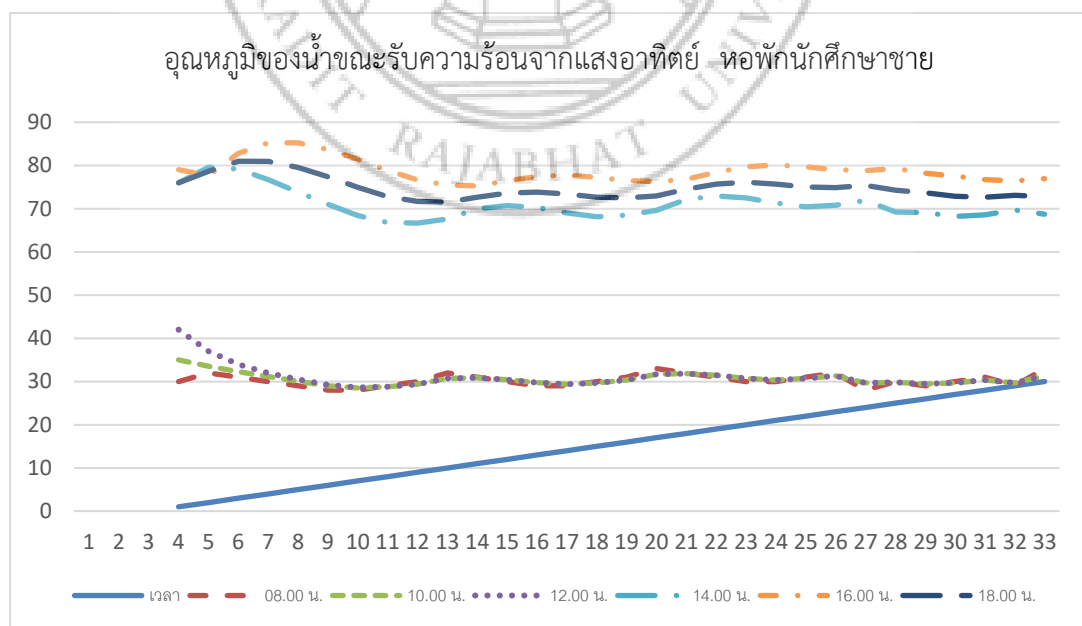
บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการศึกษาผลที่ได้จากการวิจัย โดยทำการเก็บข้อมูลในวันที่ 1 กันยายน 2560 ถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2560 จากข้อมูลการวิจัยมาอภิปรายผลคือ ผลการศึกษาอุณหภูมิของน้ำขณะรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ ในช่วงเวลาต่างๆ การเก็บข้อมูลการใช้ความร้อน จากกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาหอพักนักศึกษาชาย 4 คน กลุ่มนักศึกษาหญิง 4 คน ที่พักอาศัยภายในหอพัก

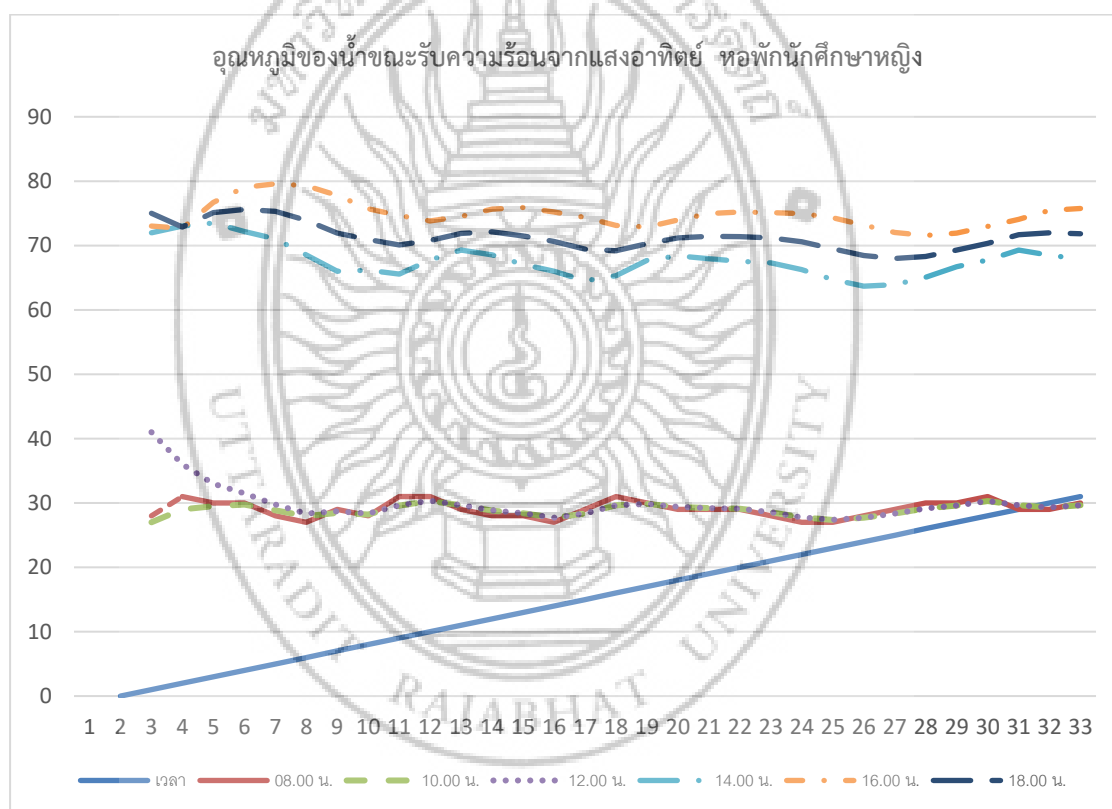
ผลการการศึกษาอุณหภูมิของน้ำขณะรับความร้อนจากแสงอาทิตย์

ผลการศึกษาโดยการนำน้ำประปาไหลผ่านแผงรับแสงอาทิตย์ เพิ่มอุณหภูมิความร้อนให้น้ำ ด้วยการแผ่รังสีแสงอาทิตย์แล้วเก็บข้อมูลทุก 2 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00 น. – 18.00 น. ตลอดเดือน กันยายน 2560 พบว่า อุณหภูมิของน้ำเริ่มสะสมความร้อนก่อนเข้าถังเก็บมากที่สุดที่เวลา 16.00 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 79 องศาเซลเซียส มีความร้อนสะสมรองลงมาที่เวลา 18.00 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 75 องศาเซลเซียส และเริ่มมีอุณหภูมิความร้อนสะสมเพิ่มขึ้นก่อนถึงอุณหภูมิสูงสุดที่เวลา 14.00 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 71 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น ของหอพักนักศึกษาชาย

ภาพที่ 3 อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น ของหอพักนักศึกษาหญิง การนำน้ำประปามาผ่านแผงรับแสงอาทิตย์เพิ่มอุณหภูมิความร้อนให้น้ำด้วยการแผ่รังสีแสงอาทิตย์แล้วเก็บข้อมูลทุก 2 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00 น. – 18.00 น. ตลอดเดือนตุลาคม 2560 พบว่า อุณหภูมิห้องน้ำเริ่มสะสมความร้อนก่อนเข้าถึงกักเก็บมากที่สุดที่เวลา 16.00 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 75 องศาเซลเซียส มีความร้อนสะสมรองลงมาที่เวลา 18.00 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 71 องศาเซลเซียส และเริ่มมีอุณหภูมิความร้อนสะสมเพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิสูงสุดที่เวลา 14.00 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 68 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น ของหอพักนักศึกษาหญิง

ผลการศึกษาการเก็บข้อมูลการใช้น้ำอุ่นโดยพลังงานแสงอาทิตย์

การทดลองเก็บข้อมูลตัวอย่างการใช้น้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ จากกลุ่มตัวอย่างหอพักนักศึกษาชายจำนวน 4 คน กลุ่มนักศึกษาหญิงจำนวน 4 คน ที่พักอาศัยภายในหอพัก โดยการเก็บแบบบันทึกข้อมูลเพียงเดือน 1 เดือน คือ เดือนพฤศจิกายน 2560 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณการใช้น้ำอุ่นด้วยโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์

ปริมาณการใช้น้ำเทียบ จำนวนนักศึกษา	คน	ลิตร	ปริมาณน้ำเข้า ผ่านมิเตอร์น้ำ	ปริมาณน้ำออก ผ่านมิเตอร์วัดน้ำ	เฉลี่ยการใช้น้ำ คน : เดือน
หอพักนักศึกษาชาย	4	ลิตร	7,800	6,000	1,500
หอพักนักศึกษาหญิง	4	ลิตร	7,800	8,400	2,100

จากการเก็บข้อมูลพบว่า นักศึกษาหญิงมีการใช้น้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์มากที่สุด โดยข้อมูลจากปริมาณน้ำออกผ่านมิเตอร์วัดน้ำ ที่ 8,400 ลิตรต่อเดือน หรือเฉลี่ย 2,100 ลิตรต่อคนต่อเดือน และนักศึกษาชายมีการใช้น้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์รองลงมา โดยข้อมูลจากปริมาณน้ำออกผ่านมิเตอร์วัดน้ำ ที่ 6,000 ลิตรต่อเดือน หรือเฉลี่ย 1,500 ลิตรต่อคนต่อเดือน

เมื่อนำจำนวนนักศึกษาที่เข้าพักอาศัยภายในหอพักวิทยาลัยน่าน มาคำนวณกับค่าเฉลี่ยที่ได้จากการเก็บข้อมูล ได้ดังนี้

จำนวนนักศึกษาหญิงที่เข้าพักอาศัยภายในวิทยาลัยน่าน มีจำนวน 13 คน * จำนวนเฉลี่ยการใช้น้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ 2,100 ลิตรต่อคนต่อเดือน เท่ากับ 27,000 ลิตรต่อเดือน

จำนวนนักศึกษาชายที่เข้าพักอาศัยภายในวิทยาลัยน่าน มีจำนวน 12 คน * จำนวน
เฉลี่ยการใช้น้ำอุ่นโดยพลังงานแสงอาทิตย์ 1,500 ลิตรต่อคนต่อเดือน เท่ากับ 22,500 ลิตรต่อเดือน



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผล

จากการศึกษาเครื่องทำน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์แบบชุดทดสอบ โดยการนำน้ำประปาไหลผ่านแผงรับแสงอาทิตย์ เพิ่มอุณหภูมิความร้อนให้น้ำด้วยการแผ่รังสีแสงอาทิตย์แล้วเก็บข้อมูลทุก 2 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00 น. – 18.00 น. พบว่าหอพักนักศึกษาชายน้ำมีอุณหภูมิสูงที่สุดที่เวลา 16.00 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 79 องศาเซลเซียส และหอพักนักศึกษาหญิงน้ำเริ่มมีอุณหภูมิสูงที่สุดที่เวลา 16.00 น. มีอุณหภูมิเฉลี่ย 75 องศาเซลเซียส และหอพักนักศึกษาหญิงมีการใช้น้ำโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์มากที่สุด โดยข้อมูลจากปริมาณน้ำออกผ่านมิเตอร์วัดน้ำ ที่ 8,400 ลิตรต่อเดือน หรือเฉลี่ย 2,100 ลิตรต่อคนต่อเดือน และนักศึกษาชายมีการใช้น้ำอุ่นโดยพลังงานแสงอาทิตย์รองลงมา โดยข้อมูลจากปริมาณน้ำออกผ่านมิเตอร์วัดน้ำ ที่ 6,000 ลิตรต่อเดือน หรือเฉลี่ย 1,500 ลิตรต่อคนต่อเดือน

เมื่อนำจำนวนนักศึกษาหญิงที่เข้าพักอาศัยภายในหอพักวิทยาลัยน่าน จำนวน 13 คน มาเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้น้ำในกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 27,000 ลิตรต่อเดือน หรือคิดเป็น 1 คนใช้น้ำอุ่นเฉลี่ย 69.23 ลิตรต่อวัน และจำนวนนักศึกษาชายที่เข้าพักอาศัยภายในวิทยาลัยน่าน มีจำนวน 12 คน มาเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้น้ำในกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 22,500 ลิตรต่อเดือน หรือคิดเป็น 1 คนใช้น้ำอุ่นเฉลี่ย 62.50 ลิตรต่อวัน

อภิปรายผล

จากการศึกษาถ้าต้องการใช้เครื่องทำน้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงฤดูหนาว ตั้งแต่เดือน ตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ เป็นระยะเวลา 120 วัน เทียบกับจำนวนนักศึกษาที่พักอาศัยภายในหอพักวิทยาลัยน่าน ประจำปี 2560 จำนวน 25 คน นักศึกษาหญิงใช้น้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยคนละ 69.23 ลิตรต่อวัน นักศึกษาชายใช้น้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยคนละ 62.50 ลิตรต่อวัน หรือคิดเป็นหอพักนักศึกษาหญิงใช้น้ำช่วงฤดูหนาว จำนวน 107,999 ลิตร หอพักนักศึกษาชายใช้น้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ช่วงฤดูหนาว 90,000 ลิตร

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาตลอดจนการดำเนินการวิจัยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัยของการใช้น้ำอุ่นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อที่จะเป็นแนวทางของการศึกษาต่อไปได้ดังนี้

1. ในการศึกษาในครั้งนี้ขาดอุปกรณ์ที่มีความแม่นยำสูงซึ่งมีจำหน่ายในราคาแพง ในการทดลองเกี่ยวกับแสงอาทิตย์นั้นควรมีเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น เครื่องทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีขนาดและประสิทธิภาพมากกว่าชุดทดสอบ

2. การศึกษาพัฒนาถังกักเก็บน้ำให้มีอุณหภูมิคงที่หรือมีประสิทธิภาพการสะสมความร้อนเพิ่มขึ้นจากการรับรังสีแสงอาทิตย์

3. การศึกษาจุดคุ้มทุนในการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องผลิตน้ำอุ่นเมื่อเทียบกับเครื่องทำน้ำอุ่นชนิดอื่นๆ





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จงจิตร หิรัญลาภ. (2548). **รังสีอาทิตย์ในรูปแบบความร้อน**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ดวงกมล จำกัด.
- จิกานต์ทิพ แก้วประดิษฐ์. (2557) : **ความเป็นไปได้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ กรณีศึกษาโรงพยาบาลขนาด 310 เตียง**. ปริญญาโท วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ. อุดรธานี
- พิมลมาศ วรรณคนาพล และคณะ. (2552) : **ประโยชน์ของการใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา กรณีศึกษาอาคารที่พักอาศัยต้นทุนต่ำ**. สถาบันยุทธศาสตร์และการผังเมือง ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. อุดรธานี
- มนตรี เรืองประดับ และคณะ. (2556) : **พัฒนาระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับโฮมสเตย์**. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. อุดรธานี
- ปรีดา จันทวงษ์ และคณะ. (2543) : **เครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายสำหรับประเทศไทย**. ปริญญาโท วศ.ม (วิศวกรรมศาสตร์). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อุดรธานี
- ศศิชา เรียมสุวรรณ. (2554) : **การเปรียบเทียบระบบทำความร้อนแบบใช้ปั๊มความร้อนกับใช้แผงรับแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ สำหรับอาคารพักอาศัย**. ปริญญาโท (เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์. อุดรธานี
- คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทนชุดที่ 2**. (อุดรธานี) : 2554. แหล่งที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
- โครงการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ อำเภอบางปะอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา .**
แหล่งที่มา : บริษัท บางจากปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน). โครงการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ .



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตารางการเก็บข้อมูล

ตารางที่ 1 การเก็บข้อมูลการศึกษาดูงานของน้ำจืดรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ หอพักนักศึกษาชาย

เริ่มต้นเวลา 08.00 น. – 18.00 น. เดือน กันยายน 2560

เวลา วันที่	08.00 น.	10.00 น.	12.00 น.	14.00 น.	16.00 น.	18.00 น.
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)					
1	30	35	42	76	79	76
2	32	34	37	80	78	79
3	31	32	34	79	83	81
4	30	31	32	77	85	81
5	29	30	31	74	85	80
6	28	29	29	71	84	77
7	28	29	29	68	81	75
8	29	29	29	67	79	73
9	30	29	29	67	77	72
10	32	31	31	68	75	72
11	31	31	31	70	75	73
12	30	30	30	71	76	74
13	29	30	30	70	77	74
14	29	29	29	69	78	73
15	30	30	30	68	77	73
16	31	30	30	68	77	72
17	33	32	32	70	76	73
18	32	32	32	72	77	74
19	31	31	31	73	78	76
20	30	31	31	73	80	76
21	30	30	30	71	80	76
22	31	31	31	70	80	75

ตารางที่ 1 (ต่อ)

เวลา วันที่	08.00 น.	10.00 น.	12.00 น.	14.00 น.	16.00 น.	18.00 น.
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)						
23	32	31	31	71	79	75
24	28	30	30	72	79	75
25	30	30	30	69	79	74
26	29	29	29	69	78	74
27	30	30	30	68	78	73
28	31	30	30	69	77	73
29	29	30	30	70	76	73
30	33	31	31	69	77	73



ตารางที่ 2 การเก็บข้อมูลการศึกษาอุณหภูมิของน้ำขณะรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ หอพักนักศึกษาหญิง
เริ่มต้นเวลา 08.00 น. – 18.00 น. เดือนตุลาคม 2560

เวลา วันที่	08.00 น.	10.00 น.	12.00 น.	14.00 น.	16.00 น.	18.00 น.
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)						
1	28	27	41	72	73	75
2	31	29	36	73	73	73
3	30	30	33	73	77	75
4	30	30	32	72	79	76
5	28	29	30	71	80	75
6	27	28	28	69	79	74
7	29	28	29	66	78	72
8	28	28	28	66	76	71
9	31	30	30	66	75	70
10	31	30	30	68	74	71
11	29	30	30	69	74	72
12	28	29	29	69	76	72
13	28	28	28	67	76	71
14	27	28	28	66	75	71
15	29	28	28	65	74	69
16	31	30	30	65	73	69
17	30	30	30	68	73	70
18	29	29	29	68	74	71
19	29	29	29	68	75	71
20	29	29	29	68	75	71
21	28	29	29	67	75	71
22	27	28	28	66	75	71
23	27	27	27	65	74	70

ตารางที่ 2 (ต่อ)

เวลา วันที่	08.00 น.	10.00 น.	12.00 น.	14.00 น.	16.00 น.	18.00 น.
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)						
24	28	28	28	64	73	68
25	29	28	28	64	72	68
26	30	29	29	65	72	68
27	30	30	30	67	72	69
28	31	30	30	68	73	70
29	29	30	30	69	74	72
30	29	29	29	69	75	72
31	30	30	30	68	76	72

ตารางที่ 3 การเก็บข้อมูลการใช้น้ำอุ่น จากกลุ่มตัวอย่าง หอพักนักศึกษาชาย 4 คน กลุ่มนักศึกษาหญิง 4 คน
ที่พักอาศัยภายในหอพัก เดือน พฤศจิกายน 2560

ปริมาณการใช้น้ำเทียบ จำนวนนักศึกษา	คน	ลิตร	ปริมาณน้ำเข้า ผ่านมิเตอร์น้ำ	ปริมาณน้ำออก ผ่านมิเตอร์น้ำ	เฉลี่ยการใช้น้ำ คน : เดือน
หอพักนักศึกษาชาย	4	ลิตร	7,800	6,000	1,500
หอพักนักศึกษาหญิง	4	ลิตร	7,800	8,400	2,100



ประวัติส่วนตัวผู้วิจัย

1. (ภาษาไทย) ชื่อนายปรีชา..... ชื่อสกุล.....สะพานทอง.....

(ภาษาอังกฤษ)ชื่อMr.Preecha..... ชื่อสกุล.....Sapanthong.....

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน.....4530300001313.....

3. ตำแหน่งบริหาร/วิชาการ (ที่เป็นปัจจุบัน).....

4. หน่วยงานที่สังกัด.....วิทยาลัยน่าน.....

5. สถานที่อยู่(ที่ติดต่อได้สะดวก)199 ม.3 ต.ทุ่งศรีทอง อ.เวียงสา จ.น่าน 53110

6. หมายเลขโทรศัพท์.....0-817-078-131.....หมายเลขโทรสาร.....

(E-mail)sa_preecha@hotmail.com.....

7. ประวัติการศึกษา.....ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตร์.....

8. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ พลังงานทดแทนด้านพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ ระบบโซลาร์ฟาร์ม

9. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

การพัฒนาระบบสูบน้ำด้วยพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์จากแหล่งน้ำที่มีระดับต่ำกว่าพื้นที่เกษตรกรรมสำหรับการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจบนพื้นที่ลาดชัน ธนิต เมธิ์กุล1., สะอาด อยู่เย็น1., เจนนภนต์ ภาควิชา2. และปรีชา สะพานทอง2. 1.คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์, 2. วิทยาลัยน่าน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์