วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ปีที่ 27 ฉบับที่ 2 (2564) 47-54
Available online at www.tci-thaijo.org /index.php/TSAEJ

บทความวิจัย
ISSN 1685-408X (Print)

ระบบทำน้ำอุ่นต้นทุนต่ำที่ใช้หลักการไหลเวียนของน้ำตามธรรมชาติสำหรับใช้ในครัวเรือน

Low-Cost Hot Water Systems based on Thermosiphon Systems for Households

สุระพล ริยะนา[1]*, นพมาศ ริยะนา[1], ธเนศ ไชยชนะ[1,2], ณัฐวุฒิ ดุษฎี[1,2], ฤทธิชัย อัศวราชันย์[1,3], เสมอขวัญ ตันติกุล[1,3], ทัศนีย์ ชัยยา[1]

Surapon Riyana[1]*, Noppamas Riyana[1], Tanate Chaichana[1,2], Natthawud Dussadee[1,2], Rittichai Assawarachan[1,3], Samerkhwan Tantikul[1,3], Tatsanee Chaiya[1]

[1]มหาวิทยาลัยแม่โจ้, จังหวัดเชียงใหม่, รหัสไปรษณีย์ 50290
[2]วิทยาลัยพลังงานทดแทน, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, จังหวัดเชียงใหม่, รหัสไปรษณีย์ 50290
[3]คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, จังหวัดเชียงใหม่, รหัสไปรษณีย์ 50290
[1]Maejo University (MJU), Chiang Mai, Zipcode 50290
[2]School of Renewable Energy, Maejo University (MJU), Chiang Mai, Zipcode 50290
[3]Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University (MJU), Chiang Mai, Zipcode 50290
*Corresponding author: Tel: +66-9-33036346, E-mail: surapon_r@mju.ac.th

บทคัดย่อ

เครื่องทำน้ำอุ่นเป็นหนึ่งอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายในครัวเรือนทั่วๆ ไป โดยปกติเราจะพบว่าเครื่องทำน้ำอุ่นจะมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงกว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ ที่ใช้งานในครัวเรือน จึงส่งผลให้ครัวเรือนที่ใช้เครื่องทำน้ำอุ่นมีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับไฟฟ้าสูงขึ้น มากไปกว่านั้นเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าจะสามารถทำงานหรือใช้งานได้เฉพาะในพื้นที่ที่มีระบบพลังงานไฟฟ้าให้บริการเท่านั้น เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าที่ได้กล่าวถึงข้างต้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้เสนอเครื่องทำน้ำอุ่นแบบควบคุมทิศทางการไหลของน้ำตามธรรมชาติโดยใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในครัวเรือนทั่วๆ ไปได้ มากไปกว่านั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้แสดงผลการทดลองที่ชี้ให้เห็นว่าเครื่องทำน้ำอุ่นที่นำเสนอเป็นหนึ่งเครื่องทำน้ำอุ่นที่มีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ระบบทำน้ำอุ่นแบบควบคุมการไหลของน้ำตามธรรมชาติ, ระบบทำน้ำอุ่นพลังงานแสงอาทิตย์, ระบบทำน้ำอุ่นพลังงานสะอาด, ระบบทำน้ำอุ่นสำหรับครัวเรือน

Abstract

The hot water system is one of the equipments which are used in households. It typically uses the electrical as the power source for increasing the water temperature to satisfy a user requirement. With our knowledge about the electrical hot water system, it is a piece of household equipment that is often using more electrical power than other household equipments. Furthermore, the electrical hot water system can only work or can only be used in the area that has an electrical source which is provided. To rid these vulnerabilities of electrical hot water systems, a hot water system is based on thermosiphon systems to be proposed in this work. Furthermore, we show the experimental results that indicate the proposed hot water system to be effective.

Keywords: Thermosiphon systems, Solar thermal panels, Green energies for hot water systems, Hot water systems for households

1 บทนำ

ในปัจจุบันนี้เราคงจะปฏิเสธไม่ได้ว่าเครื่องทำน้ำอุ่นคือหนึ่งในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มักถูกติดตั้งไว้ใช้งานในครัวเรือนและสถานที่ให้บริการห้องพักต่างๆ เช่น รีสอร์ทและโรงแรม มากไปกว่านั้นเราจะพบว่ามีปริมาณการใช้งานเครื่องทำน้ำอุ่นเพิ่มมากขึ้นในฤดูหนาวและพื้นที่ที่มีอากาศหนาวเย็นตลอดทั้งปี โดยเครื่องทำน้ำอุ่นที่ถูกใช้งานทั่วๆ ไปจะสามารถแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่ม

Received: June 19, 2021
Revised: July 4, 2021
Accepted: July 5, 2021
Available online: August 2, 2021

ใหญ่ๆ โดยพิจารณาจากแหล่งพลังงานที่เครื่องทำน้ำอุ่นใช้ในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ นั่นก็คือเครื่องทำน้ำอุ่นที่ใช้แก๊สหุงต้ม (n-Liquid-Propane-Gas : LPG) (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2564) และเครื่องทำน้ำอุ่นที่ใช้ไฟฟ้า (Electrics) (คอรีเยาะ ดูมีแด และคณะ, 2560) โดยปกติเครื่องทำน้ำอุ่นที่ใช้ไฟฟ้าจะนิยมนำมาใช้งานมากกว่าแก๊สหุงต้ม สาเหตุที่เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าเป็นที่นิยมมาจากเหตุผลที่ว่าหากระบบบรรจุแก๊สของเครื่องทำน้ำอุ่นที่ใช้แก๊สหุงต้มเป็นพลังงานในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำไม่มีประสิทธิภาพหรือเกิดการชำรุดเสียหายระหว่างการใช้งาน มันจะส่งผลให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ใช้งานได้ หรือแม้กระทั้งห้องน้ำที่มีการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นที่ใช้แก๊สหุงต้มมีระบบระบายอากาศที่ไม่มีประสิทธิภาพที่ดีเพียงพอ มันอาจจะส่งผลให้ปริมาณของก๊าซออกซิเจนในห้องน้ำลดลงเนื่องจากก๊าซออกซิเจนจะถูกนำไปใช้ในการเผาไหม้เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำจนหมด และทำให้เกิดปัญหาการสะสมของก๊าซคาร์บอนอ๊อกไซด์ในห้องน้ำ เมื่อผู้ใช้งานมีการสูดดมก๊าซคาร์บอนอ๊อกไซด์ที่ถูกสะสมไว้ในห้องน้ำเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่มากเกินกว่าที่ร่างกายจะรับไหว จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพหรือความสามารถในการกักเก็บก๊าซออกซิเจนของเม็ดเลือดแดงลดลง อาจจะก่อให้เกิดปัญหาร่างกายขาดออกซิเจน วิงเวียนศีรษะ ปวดศีรษะ หน้ามืด ตาลาย หายใจลำบาก คลื่นไส้อาเจียน หมดสติ และอาจจะมีระดับความรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้ มากไปกว่านั้นอาจจะส่งผลทำให้เกิดปัญหาอัคคีภัยได้เช่นเดียวกันหากระบบบรรจุแก๊สหุงต้มมีแก๊สรั่วซึม (บริษัทเนชั่นบรอดแคสติ้งคอร์ปอเรชั่นจำกัด (มหาชน), 2564) ด้วยหลากหลายเหตุผลที่ได้กล่าวถึงข้างต้นนี้ส่งผลให้เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าเป็นที่นิยมนำมาใช้งานมากกว่าเครื่องทำน้ำอุ่นที่ใช้ก๊าซหุงต้ม

โดยปกติเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าจะถูกสร้างจากขดลวดทำความร้อน (Resistance wire) และมีหลักการทำงานดังแสดงใน Figure 1 นั่นก็คือเมื่อเครื่องทำน้ำอุ่นถูกเปิดใช้งาน น้ำจะถูกสูบเข้าสู่เครื่องทำน้ำอุ่น โดยน้ำจะถูกกำหนดให้ไหลผ่านขดลวดทำความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นจนมีค่าใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิที่ผู้ใช้งานกำหนดไว้และหลังจากนั้นน้ำจะถูกส่งออกไปยังผู้ใช้งาน

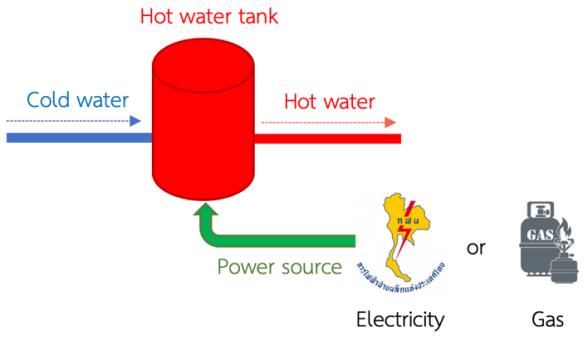

Figure 1 The workflow of hot water systems that use the power source as n-liquid-propane-gas and electricity.

แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของผู้จัยพบว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป ที่มีส่วนประกอบจากขดลวดทำความร้อน เช่น เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า มักจะมีการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่มากกว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆ จึงส่งผลให้ผู้ใช้งานระบบเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้ามีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ เพื่อแก้ไขปัญหาที่ได้กล่าวถึงข้างต้นนี้ นักวิจัยจึงได้มีการคิดค้นเครื่องทำน้ำอุ่นที่ใช้พลังงานทางเลือกขึ้นมาเพื่อใช้งานแทนเครื่องทำน้ำอุ่นที่ใช้ไฟฟ้าและแก๊สหุงต้ม ตัวอย่างเช่น เครื่องทำน้ำอุ่นที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานเหลือใช้ในครัวเรือน

ระบบเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์คือเครื่องทำน้ำอุ่นที่ยังคงใช้งานพลังงานไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงานในการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำเช่นเดียวกับเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าทั่วๆ ไป แต่จะเปลี่ยนจากการใช้พลังงานใช้ไฟฟ้าที่ได้จากระบบผู้ให้บริการพลังไฟฟ้า (ตัวอย่างเช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย) มาใช้งานพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบโซล่าเซลล์ (Sunnergy, 2562) แทน ข้อดีของวิธีนี้คือเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าที่มีจำหน่ายในตลาดทั่วๆ ไป ยังสามารถนำมาใช้งานได้ตามปกติ แต่น่าเสียดายจากการศึกษาของผู้วิจัยพบว่าถึงแม้แนวคิดนี้จะสามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำอุ่นลงได้ แต่ผู้ใช้งานจะต้องมีค่าจ่ายที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งและดูแลระบบระบบโซล่าเซลล์ที่ค่อนข้างสูงแทน โดยเหตุผลนี้ส่งผลให้ระบบเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ไม่เป็นที่นิยมใช้งาน

อีกหนึ่งแนวคิดที่สามารถใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ถูกเสนอโดยนักวิจัย คือ การใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ในการเพิ่มอุณหภูมิน้ำโดยตรงและอาศัยหลักการไหลเวียนความร้อนของน้ำตามธรรมชาติ (Thermosiphon systems) (รุ่งทวี ผดากาล และ สุรชัย รดาดาร , 2564) โดยมีหลักการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำดังแสดงใน Figure 2

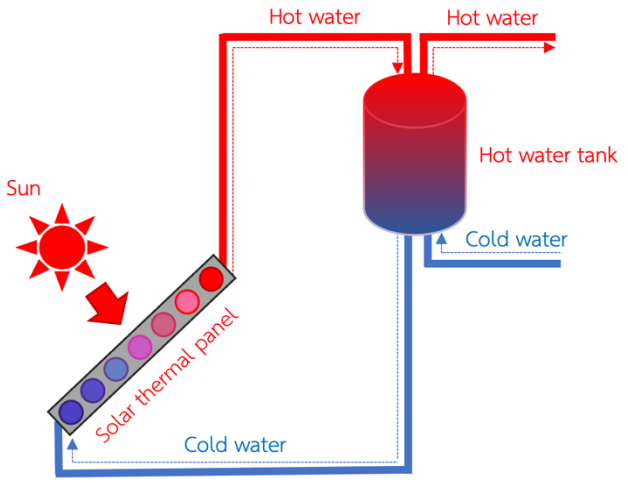

Figure 2 The workflow of hot water systems that are based on thermosiphon systems.

นั่นก็คือในขั้นตอนแรกน้ำในถังเก็บน้ำจะถูกปล่อยให้ไหลลงไปเก็บไว้ในแผงรับความร้อน (Solar thermal panels) เพื่อให้

แสงแดดเผาน้ำจนมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น ซึ่งโดยปกติเมื่ออุณหภูมิของน้ำเพิ่มสูงขึ้น น้ำจะมีการขยายตัวและน้ำที่มีอุณหภูมิที่สูงกว่าจะลอยขึ้นไปอยู่ด้านบนของน้ำที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ด้วยหลักการที่ได้กล่าวถึงข้างต้นส่งผลให้น้ำในแผงรับความร้อนจะไหลขึ้นไปเก็บไว้ในส่วนบนของถังเก็บน้ำเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น หลังจากนั้นน้ำที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าที่ถูกเก็บไว้ในส่วนล่างของถังเก็บน้ำจะไหลลงมาเก็บในแผงรับความร้อนแทนที่น้ำร้อนที่หายไปในขั้นตอนแรก ด้วยเหตุผลนี้ผู้ใช้งานจะต้องมีการติดตั้งแผงรับความร้อนในระดับที่ต่ำกว่าถังเก็บน้ำเสมอ ข้อดีของระบบการเพิ่มอุณหภูมิน้ำโดยอาศัยหลักการไหลเวียนความร้อนตามธรรมชาติ คือ ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องใช้ปั๊มน้ำในการหมุนเวียนน้ำและไม่จำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าหรือแก๊สหุงต้มในการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำ แต่อย่างไรก็ตามระบบการเพิ่มอุณหภูมิน้ำโดยอาศัยหลักการไหลเวียนความร้อนตามธรรมชาติยังมีข้อจำกัดที่ผู้ใช้งานจะต้องมีการพิจารณาก่อนนำไปติดตั้งใช้งาน นั่นก็คือมันสามารถผลิตน้ำร้อนไว้ใช้งานได้ในปริมาณที่จำกัด

ระบบการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นโดยใช้วิธีการบังคับการไหลเวียนของน้ำ (Forced circulations) (บริษัททริปเปิ้ลอีเอ็นเนอร์ยี่พลัสจำกัด, 2564) เป็นอีกหนึ่งระบบการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นโดยใช้แผงรับความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ถูกเสนอโดยนักวิจัย แนวคิดการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำของระบบนี้จะมีละม้ายความคล้ายคลึงกับระบบการเพิ่มอุณหภูมิน้ำโดยอาศัยหลักการไหลเวียนความร้อนตามธรรมชาติ เพียงแต่ระบบการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นโดยใช้วิธีการบังคับการไหลเวียนของน้ำจะใช้ปั๊มน้ำในการควบคุมการไหลเวียนของน้ำ ด้วยเหตุผลนี้จึงส่งผลให้ผู้ใช้งานสามารถติดตั้งแผงรับความร้อนจากดวงอาทิตย์กับถังเก็บน้ำได้ยืดหยุ่นกว่าระบบการเพิ่มอุณหภูมิน้ำโดยอาศัยหลักการไหลเวียนความร้อนตามธรรมชาติ นั่นก็คือผู้ใช้งานสามารถติดตั้งถังน้ำไว้ข้างใต้หรือข้างบนของแผงรับความร้อนก็ได้ แต่ข้อเสียของระบบนี้คือบางส่วนของระบบยังจะต้องมีการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ แต่ระบบการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำนี้ มันมีความสามารถผลิตน้ำร้อนได้ปริมาณมากกว่าระบบการเพิ่มอุณหภูมิน้ำโดยอาศัยหลักการไหลเวียนความร้อนตามธรรมชาติ ด้วยเหตุผลนี้เราจึงมักจะพบว่าการบังคับระบบการควบคุมการไหลเวียนของน้ำจะถูกประยุกต์ใช้งานในรีสอร์ทและโรงแรมเป็นส่วนใหญ่ หลักการของระบบการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นโดยวิธีการบังคับการไหลเวียนของน้ำจะถูกแสดงใน Figure 3

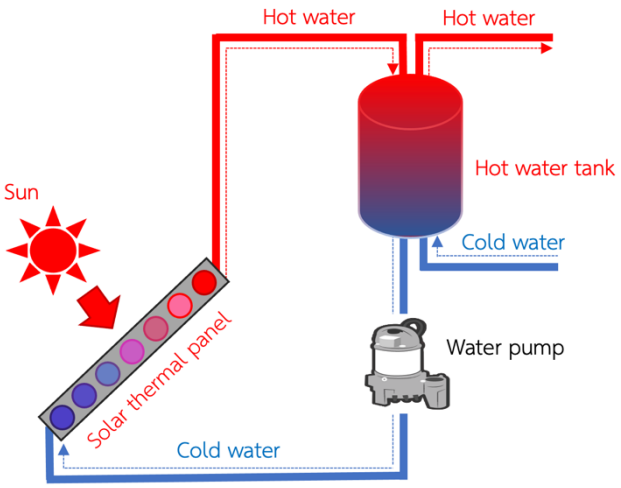

Figure 3 The workflow of hot water systems that are based on forced circulation systems.

โดยทั่วไปอุณหภูมิของน้ำที่อยู่ในถังเก็บน้ำของระบบเพิ่มอุณหภูมิน้ำโดยใช้หลักการไหลเวียนความร้อนของน้ำตามธรรมชาติและบังคับการไหลเวียนของน้ำสามารถคำนวนได้จากสมการที่ 1 (Tiwari and Paul, 2558) (Heat Exchangers, 2564)

$$Q = UA_s\Delta T_m \quad (1)$$

โดยที่

- Q = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม
- U = สัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อน
- A_s = พื้นที่ที่มีการแลกเปลี่ยนความร้อน
- ΔT_m = ผลต่างของอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายใน

แต่อย่างไรก็ตามหากอุปกรณ์มีการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในการทำงานต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลานานและอัตราการไหลของน้ำคงที่ จะส่งผลให้คุณสมบัติอื่นๆ ของระบบ เช่น ความเร็วของอุณหภูมิที่จะเข้าหรือออกระบบจะมีค่าคงที่ซึ่งจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ความร้อนจำเพาะดังนั้นจึงจะใช้ค่าเฉลี่ยที่เป็นค่าคงที่ โดยสถานการณ์เหล่านี้ส่งให้การนำความร้อนตามแนวแกนของท่อไม่ค่อยจะมีความสำคัญและไม่จำเป็นนำมาคิดก็ได้ มากไปกว่านั้นในเว็บไซต์ Heat Exchangers ผู้เขียนสมมุติให้ผิวนอกสุดของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนถูกหุ้มด้วยฉนวนเป็นอย่างดีจนไม่มีการสูญเสียความร้อนให้แก่สิ่งแวดล้อมหรือเกิดขึ้นได้เพียงเล็กน้อย ดังนั้นการถ่ายเทความร้อนหลักของระบบจะเกิดขึ้นระหว่างน้ำและอากาศเท่านั้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวจากกฎการอนุรักษ์พลังงานจะได้ว่าอัตราการถ่ายโอนความร้อนจากของไหลที่ร้อนเท่ากับอัตราการถ่ายโอนความร้อนของไหลเย็น ดังนั้นอุณหภูมิของน้ำที่อยู่ในถังเก็บน้ำของระบบเพิ่มอุณหภูมิน้ำโดยใช้

หลักการไหลเวียนความร้อนของน้ำตามธรรมชาติและบังคับการไหลเวียนของน้ำจะสามารถคำนวนได้โดยใช้สมการที่ 2 ส่วนค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนของอากาศร้อนและค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนของน้ำสามารถคำนวนได้จากสมการที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

$$Q = mCp\Delta T \quad (2)$$

$$Q_h = m_h C_{p,h}(T_{h,in} - T_{h,out}) \quad (3)$$

$$Q_c = m_w C_{p,c}(T_{c,in} - T_{c,out}) \quad (4)$$

โดยที่

- Q_h คือค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนของอากาศร้อนมีหน่วยวัดเป็น kW
- Q_c คือค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนของน้ำมีหน่วยวัดเป็น kW
- m_h คืออัตราการไหลเชิงมวลของอากาศร้อนมีหน่วยวัดเป็น kg/s
- m_w คืออัตราการไหลเชิงมวลของน้ำมีหน่วยวัดเป็น kg/s
- $C_{p,h}$ คือค่าความจุความร้อนจำเพาะของอากาศร้อนมีหน่วยวัดเป็น J/kgK
- $C_{p,c}$ คือค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำมีหน่วยวัดเป็น J/kgK
- $T_{h,in}$ คืออุณหภูมิอากาศร้อนขาเข้ามีหน่วยวัดเป็น °C
- $T_{h,out}$ คืออุณหภูมิอากาศร้อนขาออกมีหน่วยวัดเป็น °C
- $T_{c,in}$ คืออุณหภูมิน้ำขาเข้ามีหน่วยวัดเป็น °C
- $T_{c,out}$ คืออุณหภูมิน้ำขาออกมีหน่วยวัดเป็น °C

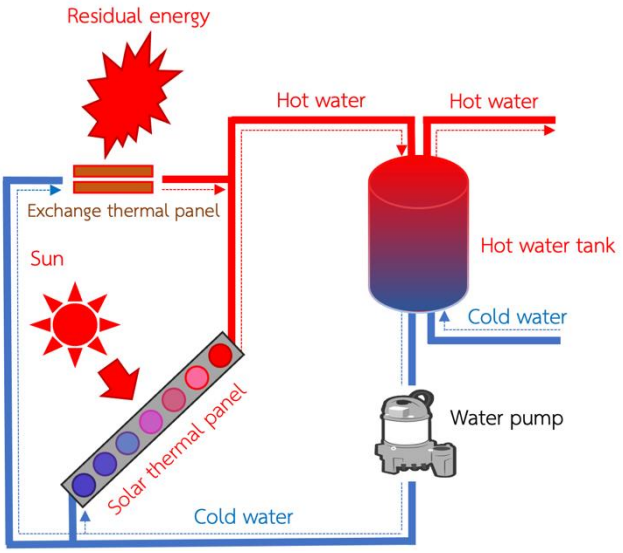

Figure 4 The workflow of hot water systems that are based on hybrid hot water systems.

และอีกหนึ่งแนวคิดที่สามารถเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นที่ถูกเสนอโดยนักวิจัยคือระบบการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นแบบผสมผสาน (Hybrid) (พิสิษฐ์ เตชะรุ่งไพศาล, 2548) โดยแนวคิดของการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นแบบผสมผสาน คือ ผู้ใช้งานจะต้องเลือกใช้ระบบการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นที่ได้กล่าวถึงข้างต้นร่วมกับการใช้พลังงานร้อนเหลือใช้ที่เกิดขึ้นในครัวเรือน ตัวอย่างพลังงานความร้อนเหลือใช้ที่นิยมใช้เพิ่มความร้อนให้กับน้ำ เช่น พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากเครื่องปรับอากาศและพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจากการทำอาหารในครัวเรือน โดยหลักการทำงานของระบบการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นแบบผสมผสานจะถูกแสดงใน Figure 4

Table 1 The list of equipments for constructing the proposed hot water system.

No.	Name	Quantity	Unit/Price (bath)	Amount (bath)
1	100-liter steel tank (reuse)	1	450.00	450.00
2	1100 aluminum sheet that has the size as 1 mm * 600 mm * 1200 mm (thick * wide * long)	3	467.00	1,401.00
3	Aluminum welding wire	20	3.80	76.00
4	1/2-inch PVC water pipe	2	60.00	120.00
5	Canned gas	1	58.00	58.00
6	Mixer tap	1	359.00	359.00
7	1/2-inch pipe nipple brass	6	29.00	176.00
	Total			2,640.00

จากหลายๆ ระบบการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นที่ถูกอธิบายในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้ ระบบเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นโดยการใช้พลังงานไฟฟ้าจากผู้ให้บริการพลังงานไฟฟ้าและการใช้แก๊สหุงต้มจะมีต้นทุนในการด้านการติดตั้ง การดูแลรักษา และการซ่อมบำรุงที่ต่ำกว่าระบบเพิ่มอุณหภูมิของน้ำโดยการใช้พลังงานทางเลือก แต่อย่างไรก็ตามระบบเพิ่มอุณหภูมิของน้ำที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจากผู้ให้บริการพลังงานไฟฟ้าและการใช้แก๊สหุงต้มมีจะมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการค่าไฟฟ้าและค่าแก๊สหุงต้มตลอดอายุการใช้งานระบบ มากไปกว่านั้นระบบเพิ่มอุณหภูมิของน้ำที่ใช้แก๊สเป็นพลังงานยังมีความเสี่ยงในแง่ของสุขภาพอีกด้วย เพราะหากระบบบรรจุแก๊สและห้องที่ติดตั้งมีระบบมีระบบระบายอากาศไม่มีประสิทธิภาพ รวมถึงการเกิดการ

ชำรุดของอุปกรณ์ที่เกิดระหว่างการใช้งาน เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของระบบการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นเหล่านั้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอระบบการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้น โดยเป้าหมายของระบบที่นำเสนอคือจะต้องเป็นระบบที่มีต้นทุนในการติดตั้ง การดูแลรักษา และการซ่อมบำรุงที่ต่ำ มากไปกว่านั้นจะต้องไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับการจัดซื้อพลังงานเพื่อใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำ โดยผู้วิจัยจะมีการนำเสนอระบบดังกล่าวในหัวข้อที่ 2

2 อุปกรณ์และวิธีการ

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอระบบทำน้ำอุ่น (ระบบเพิ่มอุณหภูมิของน้ำ) โดยใช้พลังงานความร้อนแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพ ต้นทุนการผลิตต่ำ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในครัวเรือนทั่วๆ ได้ โดยระบบทำน้ำอุ่นที่นำเสนอจะเป็นระบบทำน้ำอุ่นแบบบังคับการไหลเวียนของน้ำแบบธรรมชาติที่ผลิตจากรายการวัสดุอุปกรณ์ที่แสดงดังใน Table 1 และมีขั้นตอนในการผลิตดังนี้

ขั้นตอนแรกสร้างกล่องต้มน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (The solar thermal panel) ที่มีขนาดความกว้าง 60 cm ความยาว 120 cm และมีความสูง 3 cm ดังแสดงใน Figure 7 โดยมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1. เตรียมวัสดุสำหรับสร้างกล่องต้มน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์
   1.1. แผ่นเรียบอลูมิเนียมที่มีความหนา 1 มิลิเมตร ความกว้าง 60 cm และมีความยาว 120 cm จำนวน 2 แผ่น
   1.2. แผ่นอลูมิเนียมรูปตัวยู (U) ความหนา 1 mm ความกว้าง 3 cm ความยาว 120 cm และมีความสูง 1 cm ดังแสดงใน Figure 5 จำนวน 2 แผ่น
   1.3. แผ่นอลูมิเนียมรูปตัวยู (U) ความหนา 1 mm ความกว้าง 3.2 cm ความยาว 60 cm ความสูง 1 cm และเจาะรูวงกลมขนาด 1/2 inch (4 หุน) 1 รู ดังแสดงใน Figure 6 จำนวน 2 แผ่น
2. ยึดนิปเปิ้ลทองเหลืองเข้ากับแผ่นอลูมิเนียมรูปตัวยู (U) ที่ถูกสร้างในขั้นตอนที่ 1.3 ตามรูที่เจาะ
3. เชื่อมแผ่นอลูมิเนียมที่ถูกจัดเตรียมในขั้นตอนที่ 1 ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยม โดยมีขั้นตอนการประกอบดังต่อไปนี้
   3.1. ให้สอดแผ่นอลูมิเนียมรูปตัวยู (U) ที่ถูกจัดเตรียมในขั้นตอนที่ 1.2 เข้ากับแผ่นอลูมิเนียมรูปตัวยู (U) ที่ถูกจัดเตรียมในขั้นตอนที่ 1.3 โดยให้เป็นโครงสร้างรูปสี่เหลี่ยม และเชื่อมเข้าด้วยกันโดยลวดเชื่อมอลูมิเนียม
   3.2. นำแผ่นเรียบอลูมิเนียมที่ถูกจัดเตรียมไว้ในขั้นตอนที่ 1.1. ปิดด้านบนและด้านล่างของโครงสร้างสี่เหลี่ยมที่สร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 3.1 และเชื่อมเข้าด้วยกันโดยลวดเชื่อมอลูมิเนียม

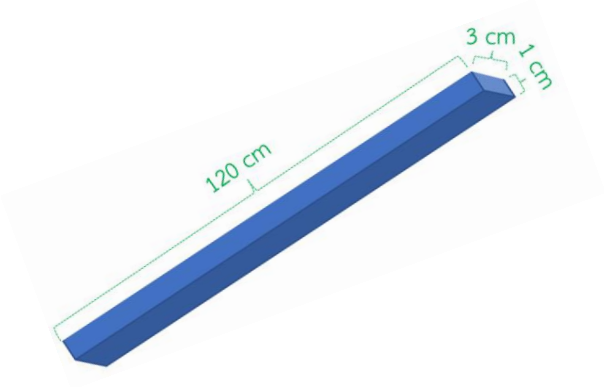

Figure 5 The aluminum sheet for the left and right side of the proposed solar thermal panel.

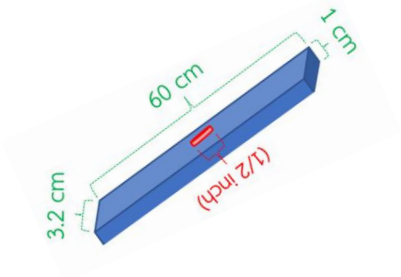

Figure 6 The aluminum sheet for the top and bottom of the proposed solar thermal panel.

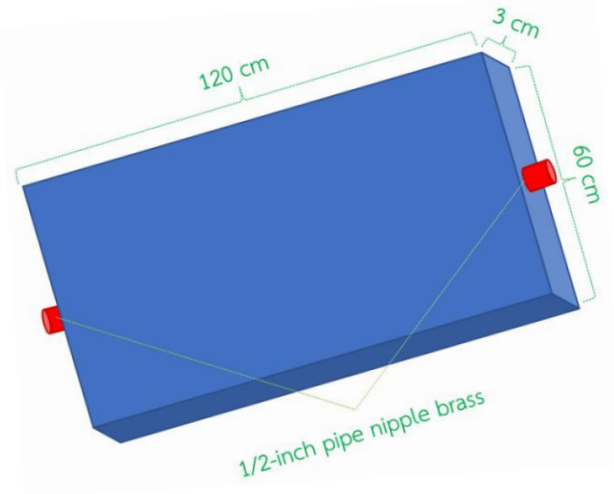

Figure 7 The proposed solar thermal panel.

โดยรูปเสมือนจริงของแผ่นอลูมิเนียมรูปตัวยู (U) ที่ถูกแสดงใน Figure 5 และ Figure 6 และกล่องต้มน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ถูกแสดงใน Figure 7 จะถูกแสดงใน Figure 8

Figure 8 The proposed solar thermal panel and its built aluminum sheets.

ขั้นตอนที่สองเจาะรูวงกลมขนาด 1/2 inch (4 หุน) จำนวน 4 รู ที่ถังเก็บน้ำ โดยเจาะ 2 รูที่ก้นของถังน้ำ 1 รูตรงกลางถัง และ 1 รูที่ด้านบนของถังน้ำพร้อมยึดนิปเปิ้ลทองเหลืองและข้อต่อท่อเข้ากับรูที่เจาะดังแสดงใน Figure 9

Figure 9 The holes of the hot water tank.

ขั้นตอนที่สามต่อท่อน้ำระหว่างกล่องต้มน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์กับถังเก็บน้ำที่สร้างขึ้นในขั้นตอนแรก โดยท่อที่หนึ่งให้ต่อระหว่างรูที่เจาะที่ก้นของถังน้ำกับรูที่อยู่ส่วนล่างของกล่องต้มน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ที่ถูกสร้างในขั้นตอนที่สอง โดยองศาของท่อน้ำที่ถูกติดตั้งจะต้องสอดคล้องกับทิศทางของแสงอาทิตย์และท่อที่สองให้ต่อระหว่างรูด้านบนของกล่องต้มน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์กับรูที่ถูกเจาะไว้ในส่วนบนของถังน้ำ ข้อควรระวังในขั้นตอนนี้ กล่องต้มน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์จะต้องถูกติดตั้งให้อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าถังเก็บน้ำเสมอ

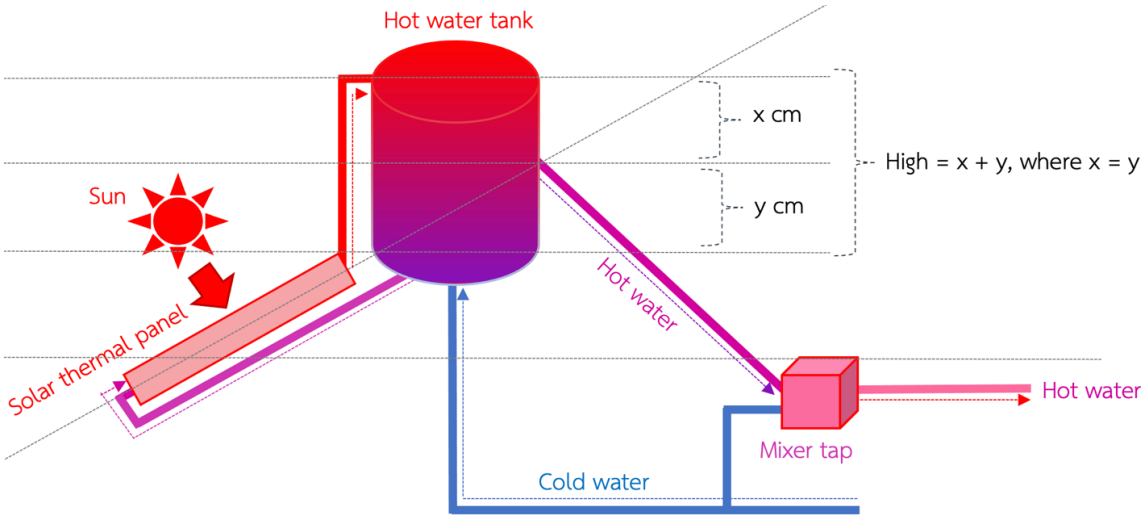

Figure 10 The workflow of the proposed hot water system.

ขั้นตอนสุดท้ายท่อน้ำเข้า (ต่อเข้ากับระบบท่อน้ำปกติที่ใช้ในครัวเรือน) เข้ากับรูที่เหลือที่ก้นถังน้ำเก็บน้ำ และต่อท่อน้ำออก (ท่อน้ำที่จะถูกนำไปใช้ประโยชน์ในครัวเรือน) กับรูที่เจาะไว้ตรงกลางของถังน้ำเข้ากับกล่องผสมน้ำ (ก๊อกผสมน้ำร้อนน้ำเย็น) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถปรับอุณหภูมิของน้ำให้ตรงกับความต้องการใช้งานได้

Figure 11 The proposed hot water system.

ลักษณะภาพรวมของระบบผลิตน้ำอุ่นไว้ใช้งานในครัวเรือนที่นำเสนอจะถูกแสดงดังใน Figure 10 และรูปจริงของระบบจะถูกแสดงใน Figure 11

3 ผลและวิจารณ์

ผลการทดลองที่ถูกนำเสนอในหัวข้อนี้เกิดจากการเก็บรวบรวมจากสภาพแวดล้อมที่ได้จากการทดลองจริง ดังนั้นหากสภาพแวดล้อมการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ตรงกับสถาพแวดล้อมที่ใช้ในการเก็บผลการทดลองอาจจะส่งผลให้ได้ผลการทดลองที่ได้มีความแตกต่างจากผลการทดลองที่ถูกรายงานโดยเอกสารวิจัยฉบับนี้ สถานที่ใช้ทดลองระบบผลิตน้ำอุ่นที่นำเสนอในงานวิจัยฉบับนี้ คือ ตำบลสันโป่ง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีการทดลองในช่วงวันที่ 11 – 25 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564 อุณหภูมิโดยทั่วไปของพื้นที่ทดลองในช่วงเวลาดังกล่าวจะอยู่ในช่วง 34 ถึง 38 องศาเซลเซียส มากไปกว่านั้นสภาพโดยรวมของพื้นที่ทดลองช่วงกลางวันจะมีแสงแดดจ้าตลอดเวลา และน้ำอุ่นที่ผลิตได้จากระบบที่นำเสนอจะถูกใช้ในการอาบน้ำตอนเช้าและตอนค่ำของผู้ใหญ่เพศชายสองคน มากไปกว่านั้นเมื่อน้ำในถังเก็บน้ำลดลงระบบจะมีการนำเข้าน้ำอุณหภูมิปกติ (น้ำจากระบบน้ำที่ถูกใช้ในครัวเรือน) อัตโนมัติเพื่อทดแทนที่น้ำร้อนที่ถูกใช้ประโยชน์ไป ในการทดลองผู้วิจัยจะมีการเก็บอุณหภูมิของน้ำในถังเก็บน้ำวันละสี่ครั้งตามเวลาดังต่อไปนี้ 07:00, 12:00, 17:00, และ 20:00 นาฬิกาและได้ผลของการเก็บรวบข้อมูลอุณหภูมิของน้ำในถังเก็บดังที่ถูกแสดงใน Figure 12

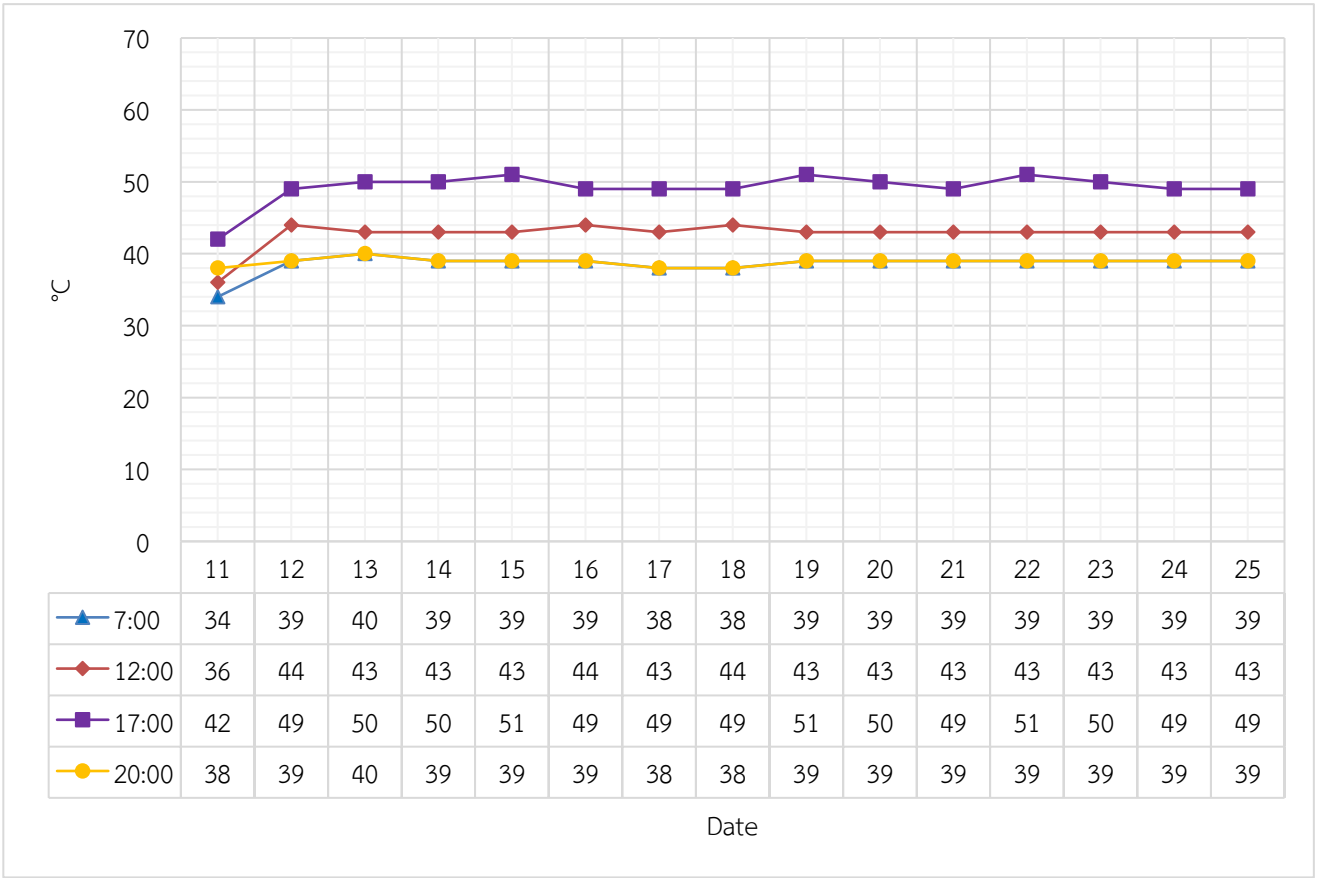

Figure 12 The experimental results.

จากผลการทดลองที่แสดงใน Figure 12 เราจะเห็นว่าในช่วงเวลา 07:00 นาฬิกาของทุกๆ วันที่มีการเก็บผลการทดลองจะเป็นช่วงเวลาที่น้ำในถังเก็บน้ำมีอุณหภูมิต่ำกว่าน้ำที่วัดได้ในช่วงเวลาทดลองอื่นๆ โดยเฉพาะในช่วงเวลา 07:00 นาฬิกาของ

วันที่ 11 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564 สาเหตุที่ช่วง 07:00 นาฬิกา ของวันที่ 11 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2564 มีอุณหภูมิของน้ำในถังต่ำสุดเป็นเพราะว่าในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาเริ่มต้นการทำงานของระบบจึงส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำที่เก็บได้เท่ากับอุณหภูมิน้ำปกติของพื้นที่ที่ใช้ในการทดลองนั่นก็คือ 34 องศาเซลเซียส ส่วนช่วงเวลา 07:00 นาฬิกาของวันที่มีการเก็บผลการทดลองอื่นๆ ผู้วิจัยสังเกตุเห็นว่าอุณหภูมิของน้ำจะอยู่ในช่วง 38 – 39 องศาเซลเซียส ซึ่งจะสูงกว่าอุณหภูมิของน้ำปกติ สาเหตุเกิดจากมีน้ำร้อนเหลือจากการใช้งานมาจากวันทดลองก่อนหน้าจึงส่งผลให้น้ำในถังเก็บน้ำของระบบในช่วงเวลาดังกล่าวมีอุณหภูมิที่สูงกว่าน้ำภายนอก

มากไปกว่านั้นผู้วิจัยยังสังเกตุเห็นว่าหากเปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำในถังน้ำของช่วงเวลา 07:00 นาฬิกากับช่วงเวลา 12:00 นาฬิกาของทุกๆ วันที่มีการเก็บผลการทดลอง อุณหภูมิของน้ำในถังน้ำจะเพิ่มสูงขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นผู้วิจัยยังสังเกตุเห็นอีกว่าในช่วงเวลา 12:00 นาฬิกากับช่วงเวลา 17:00 นาฬิกาของทุกๆ วัน อุณหภูมิของน้ำในถังน้ำจะยิ่งสูงมากขึ้น สาเหตุมาจากในช่วงเวลาตั้งแต่ 07:00 นาฬิกาถึงเวลา 17:00 นาฬิกาของทุกๆ วันที่มีการเก็บผลการทดลองจะเป็นช่วงเวลาที่มีแสงแดด โดยเฉพาะในช่วงเวลาตั้งแต่ 12:00 นาฬิกากับช่วงเวลา 17:00 นาฬิกาจะมีแสงแดดที่แรงกว่าช่วงอื่นๆ ของวัน และในช่วงเวลาดังกล่าวจะไม่มีการนำน้ำจากภายนอกเข้าสู่ระบบ เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวไม่มีการใช้ประโยชน์น้ำร้อนที่ผลิตได้จากระบบ จึงส่งให้อุณหภูมิของน้ำในช่วงเวลานี้สูงขึ้นมากกว่าช่วงเวลาอื่นๆ ของวัน

ส่วนผลการทดลองที่เก็บในช่วงเวลา 20:00 นาฬิกา ผู้วิจัยสังเกตุเห็นว่าอุณหภูมิของน้ำในถังน้ำจะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำในถังที่จัดเก็บในช่วงเวลา 12:00 นาฬิกาและ 17:00 นาฬิกา มากไปกว่านั้นผู้วิจัยยังสังเกตุเห็นว่าค่าอุณหภูมิของน้ำในถังน้ำในช่วงเวลา 20:00 นาฬิกาจะมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำในถังน้ำที่ในช่วงเวลา 07:00 นาฬิกา สาเหตุเกิดผู้ทดสอบใช้งานระบบจะอาบน้ำเย็นในเฉพาะในช่วงเวลา 18:00 นาฬิกาถึง 19:00 นาฬิกาเท่านั้น ดังนั้นจึงส่งผลให้น้ำร้อนที่เหลือในถังเก็บน้ำถูกลดอุณหภูมิลงโดยน้ำอุณหภูมิปกติที่ถูกสูบเข้าสู่ระบบเพื่อไปแทนที่น้ำร้อนที่ถูกใช้งานไป และหลังจากเวลา 19:00 นาฬิกา น้ำร้อนที่ถูกเก็บไว้ในถังน้ำจะไม่ถูกใช้งานจนกว่าผู้ทดสอบระบบจะอาบน้ำเช้า นั่นก็คือช่วง 07:30 นาฬิกา ถึง 08:30 นาฬิกา จึงส่งผลให้อุณหภูมิของน้ำที่วัดในช่วงเวลา 20:00 นาฬิกาต่ำกว่าในช่างเวลา 12:00 นาฬิกาและในช่วงเวลา 17:00 และน้ำในถังน้ำในช่วงเวลาดังกล่าวจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิของน้ำในถังน้ำที่วัดได้ใน 07:00 นาฬิกา

4 สรุป

งานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยนำเสนอระบบผลิตน้ำอุ่นแบบควบคุมทิศทางการไหลของน้ำตามธรรมชาติโดยใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในครัวเรือน มากไปกว่านั้นผู้วิจัยแสดงให้เห็นถึงผลการทดลองที่ชี้ให้เห็นว่าระบบผลิตน้ำอุ่นที่นำเสนอเป็นหนึ่งระบบที่มีประสิทธิภาพ

5 เอกสารอ้างอิง

คอรีเยาะ ดูมีแด, ซูไรดา สือยุ, และซุลกิพลี กาซอ. 2560. เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมไฟฟ้า. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย. 2(1), 65–75.

บริษัทเนชั่นบรอดแคสติ้งคอร์ปอเรชั่นจำกัด (มหาชน). 2564. เตือนนักเที่ยวยอดดอย 'เครื่องทำน้ำอุ่นระบบแก๊ส' ทำให้เสียชีวิตได้: https://www.nationtv.tv/main/content/378803748. เข้าถึงเมื่อ 19 มิถุนายน 2564.

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2564. หนาวนี้จงระวัง ภัยในห้องน้ำ ผิวแห้งก่อโรคแทรกซ้อน เมาหลับเสี่ยงตาย: http://sasuksure.anamai.moph.go.th/site/newsDetail/73be9261-5151-4c57-bde3-9caab2c5ebba. เข้าถึงเมื่อ 19 มิถุนายน 2564.

Sunnergy. 2562. เราสามารถนำแผงโซล่าเซลล์มาใช้ทดแทนอะไรได้บ้าง คำตอบคือทุกอย่างที่ใช้ไฟฟ้า: http://www.sunnergyled.com/article/53/เราสามารถนำแผงโซล่าเซลล์มาใช้ทดแทนอะไรได้บ้าง คำตอบคือทุกอย่างที่ใช้ไฟฟ้า. เข้าถึงเมื่อ 15 มิถุนายน 2564.

Tiwari, D., Paul, A. 2558. Experimental study on heat transfer enhancement by using water – Alumina nanofluid in a heat exchanger. International Journal of Advance Research in Science and Engineering, 4(5).

รุ่งทวี ผดากาล และ สุรชัย รดาดาร. 2564. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อน. วารสารวิศวกรรมสาร มก. 22(70), 96–109.

บริษัททริปเปิ้ลอีเอ็นเนอร์ยี่พลัสจำกัด. 2564. เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ Solar Collector: http://www.eakaphatenergy.com/index.php?ProductID=Product-110504153784064. เข้าถึงเมื่อ 19 มิถุนายน 2564.

พิสิษฐ์ เตชะรุ่งไพศาล. 2548. การปรับปรุงสมรรถนะเครื่องทำน้ำร้อน โดยอาศัยความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

Heat Exchangers. 2564. สมการแลกเปลี่ยนความร้อน: https://sites.google.com/site/heatexchangercpet/smkar-laek-peliyn-khwam-rxn. เข้าถึงเมื่อ 2 กรกฎาคม 2564.