# เครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย สำหรับประเทศไทย

จงจิตร์ หิรัญลาภ<sup>1</sup> ปรีดา จันทวงษ์<sup>2</sup> และ โจเซฟ เคดารี<sup>1</sup> มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนาเครื่องทำน้ำร้อนที่เหมาะสมสำหรับใช้ในประเทศไทย โดยเน้นหลักการคือ ต้นทุนต่ำ (ประมาณ 1,000-2,000 บาท/ตารางเมตร) ออกแบบง่ายสามารถดัดแปลง ให้เหมาะสมตามสภาพการใช้งานและสร้างได้ด้วยตนเอง

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการประยุกต์ใช้ท่อพลาสติกพีวีซี (PVC) ขนาด 40 มิลลิเมตร (<sup>1</sup>/<sub>2</sub> ") เพื่อใช้ในระบบเครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และใช้เป็นถังสะสมความร้อน มีขนาดความจุของน้ำ 35 ลิตร ซึ่งเมื่อมีการใช้น้ำร้อน น้ำเย็นจะเข้าแทนที่ ทดสอบที่ดำแหน่งต่างกัน 2 ตำแหน่ง คือ ดิดตั้งบนผนังของบ้านหันหน้าไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ และติดตั้งบนหลังคาบ้าน หันไปทางทิศใต้ โดยทำการทดสอบในช่วงเดือนมีนาคม-มิถุนายน 2543 นอกจากนี้ยังใช้กระเบื้อง แผ่นเรียบหรือหลังคาบ้านเป็นแผงรับรังสีอาทิตย์และแผงสะสมความร้อน ติดตั้งที่ด้านหลังของ เครื่องด้วย จากทดลองพบว่าแบบท่อวางบนกระเบื้องหลังคาบ้าน (ลอนเล็ก) ที่มีฝาปิดพลาสติกใส ทำอุณหภูมิได้ 72 °C ในขณะที่แบบท่อแนวตั้งมีกระเบื้องแผ่นเรียบและมีฝาปิดพลาสติกใสทำอุณหภูมิ ได้ 65 °C และเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ท่อพลาสติกพีวีซีเสียหาย ในกรณีที่อุณหภูมิเครื่องทำน้ำร้อน สูงกว่า 60 °C ต้องมีการระบายอากาศระหว่างท่อและฝาปิดโดยใช้อากาศจากภายนอกเข้ามาหมุนเวียน

กล่าวโดยสรุป เครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีช่องระบายอากาศในตำแหน่ง ที่เหมาะสมทั้งทางด้านบนและด้านล่างมีความน่าสนใจ เนื่องจากราคาต้นทุนต่ำ ใช้วัสดุตามท้องตลาด หรือดัดแปลงได้จากท้องถิ่น การออกแบบใช้เทคนิคที่ง่าย และสามารถสร้างเองได้ จึงมีความเหมาะสม สำหรับที่จะพัฒนางานวิจัยนี้เพื่อนำไปสาธิตให้แพร่หลายต่อไป

คำสำคัญ : เครื่องทำน้ำร้อน / ต้นทุนต่ำ / ท่อพีวีซี / กระเบื้องแผ่นเรียบ

<sup>2</sup> นักศึกษาปริญญาโท สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ

<sup>ี่</sup> รองศาสตราจารย์ ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์ทางด้านอาคาร คณะพลังงานและวัสดุ

#### A Simple-Low Cost Solar Water Heater for Thailand

Jongjit Hirunlabh<sup>1</sup>, Preeda Chantawong<sup>2</sup> and Joseph Khedari<sup>1</sup>

King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangmod, Toongkru, Bangkok 10140

#### Abstract

The objective of this paper was to develop an appropriate domestic hot water system to satisfy Thai users, which require the following main requirements: low cost; not over 1,000-2,000 Baht/m<sup>2</sup>, warm water and a simple and flexible design so that it can be built by user himself.

This objective is accomplished by using commercial PVC pipes  $(\frac{1}{2}'')$ . The water capacity was limited to 35 liters. Water is withdrawn at different times of the day. Experiments were performed during March-June 2000. CPAC monier board was installed at the backside acting, therefore, as absorber and storage for sun energy. The collectors were tested in two orientations: west wall and tilt south faced surfaces. With covered mounted roof collector, temperature as high as 72 °C was obtained whereas with the wall configuration, the temperature was about 65 °C to avoide damage to PVC pipes caused by temperature above 60 °C, air was permitted to circulate between the cover and the pipes.

Finally, plastic covered CPAC-PVC pipe collector with appropriate openings at the top and bottom for air circulation seems to be very interesting. Due to the low-cost, simplicity of design and wide availability of materials used throughout the country, application of the design concept developed here seems to be very promising.

Keywords : Domestic Hot Water / Low Cost / PVC Pipes / CPAC Monier Board

<sup>1</sup> Associate Professor, Building Scientific Research Center, School of Energy and Materials.

<sup>2</sup> Graduate Student, Division of Energy Technology, School of Energy and Materials.

#### บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งในการดำรงชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะพลังงาน แสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานสะอาดสามารถนำมาใช้ก่อประโยชน์ได้หลายด้าน เช่น ให้แสงสว่าง ให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย ประยุกต์ใช้เพื่อระบายอากาศภายในบ้าน การตากแห้งหรืออบแห้ง และ เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน โดยเฉพาะในด้านการประหยัดพลังงาน และไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อ สิ่งแวดล้อมด้วย

การทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นรูปแบบหนึ่งที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายใน ต่างประเทศ แต่สำหรับประเทศไทยระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ยังมีการใช้งาน ไม่แพร่หลายเนื่องจากมีราคาแพง ดังนั้นการศึกษาศักยภาพ และการประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับ ประเทศไทยจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อการพัฒนา และส่งเสริมระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงาน แสงอาทิตย์ให้มีต้นทุนการผลิตต่ำและสามารถสร้างใช้เองได้ โดยใช้วัสดุที่ทำจากท่อพลาสติกพีวีซี เพื่อลดดันทุนในการผลิต และเป็นทางเลือกใหม่ทดแทนเครื่องทำน้ำร้อนที่ผลิตขึ้นมาในประเทศไทย ที่มีราคาสูงเนื่องจากต้นทุนการผลิตสูง โดยเกิดจากการนำเข้าอุปกรณ์การผลิตบางชนิดจากต่างประเทศ ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการออกแบบเครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่าย (Low Cost Solar Water Heater, LC-SWH) [1] ที่มีราคาประหยัดเพื่อใช้ในบ้านพักอาศัยทั่วไปที่ทุกคนสามารถ สร้างขึ้นเองได้ ให้อุณหภูมิน้ำร้อนพอเหมาะ เนื่องจากโดยทั่วไปเครื่องทำน้ำร้อนที่ผลิตขายส่วนใหญ่ จะได้อุณหภูมิสูงเกินความต้องการ นอกจากนี้การใช้เครื่องทำน้ำร้อนแบบที่พัฒนาขึ้นนี้ยังสามารถ ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานไฟฟ้า และยังช่วยส่งเสริมให้มีการผลิต ขึ้นใช้ได้เองให้เป็นที่แพร่หลายต่อไป สำหรับหลักการพื้นฐานของเครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงาน แสงอาทิตย์อย่างง่าย (LC-SWH) คือ นำท่อพลาสติกพีวีซี ทำหน้าที่เป็นท่อน้ำร้อนและตัวรับรังสี อาทิตย์โดยตรง โดยทาสีดำที่ท่อเพื่อให้มีค่าการดูดกลืนรังสีสูงขึ้น โดยจะทำการรวมแผงรับรังสี อาทิตย์และถังสะสมความร้อนเอาไว้เป็นชุดเดียว เมื่อผนังท่อได้รับความร้อนจากการแผ่รังสื อาทิตย์ก็จะถ่ายเทความร้อนไปยังของไหล (น้ำ) ที่อยู่ภายในท่อ เมื่อน้ำได้รับความร้อนจะทำให้เกิด ความแตกต่างของความหนาแน่น น้ำร้อนซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าจะลอยตัวขึ้นด้านบน และเมื่อมีการใช้น้ำร้อนที่ต่อจากท่อด้านบน น้ำเย็นจากภายนอกจะใหลเข้ามาแทนที่โดยผ่าน เข้าสู่ท่อด้านล่าง ดังแสดงในรูปที่ 1

สำหรับเครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มี 2 ระบบ คือ ระบบแรก เป็นระบบที่มีการไหล ของน้ำร้อนตามธรรมชาติ (Natural-circulation system) [2] ภายในระบบประกอบด้วย แผงรับรังสี อาทิตย์ แทงค์น้ำ และเทอร์โมไซฟอน (Thermosyphon) ทำหน้าที่เป็นวาล์ว ปิด-เปิด ทางเดิน ของน้ำ เพื่อนำไปเก็บสะสมภายในถังเก็บน้ำหรือแทงค์น้ำ ส่วนระบบที่สอง เป็นระบบที่มีการไหล ของน้ำร้อนแบบบังคับ (Forced-circulation system) [3] ซึ่งจะเหมือนกับระบบแรกแต่จะใช้ เครื่องสูบน้ำแทนเทอร์โมไซฟอน ทั้งสองระบบนี้สามารถใช้กับขดลวดความร้อน (heater) ได้ แต่จะมีราคาแพงมาก สำหรับเครื่องทำน้ำร้อนโดยทั่วไปที่มีแผงรับรังสีอาทิตย์เพื่อผลิตน้ำร้อน ยังแบ่ง ออกได้เป็นสองแบบ คือ แบบแรกหรือแบบทั่วไป (แบบวางในแนวเอียง) [4] สำหรับการใช้งานก็สามารถ ปรับมุมได้ตามต้องการ ขึ้นกับภูมิประเทศเพื่อความเหมาะสมของแต่ละประเทศ ส่วนแบบที่สองนี้ เป็นแบบแผงรังสีอาทิตย์อยู่ในแนวตั้ง โดยกิตติ สถาพรประสาธน์ [5] ได้ทำการศึกษาและออกแบบ ผนังทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ภายในระบบประกอบด้วยแผ่นพลาสติก ช่องว่างอากาศระหว่าง แผงรับรังสีอาทิตย์กับแผ่นพลาสติก ถังน้ำสะสมความร้อน และฉนวนซึ่งจะรวมเอาไว้เป็นชุดเดียวกัน โดยผนังหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

ปัญหาและอุปสรรคของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ภายในประเทศไทย โดย Kiatsiriroat et al. [6] ได้ทำการศึกษาโดยสำรวจข้อมูลการติดตั้งจากโรงพยาบาลและโรงแรม ทั่วไปที่ใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 50-60 °C ระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้เครื่องสูบน้ำ ภายในระบบ สรุปปัญหาต่าง ๆ ที่สำคัญคือ แผงรับรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ จะเกิดละอองน้ำภายใน ตัวแผงรับรังสีอาทิตย์ ส่วนถังเก็บน้ำร้อนจะเกิดสนิม และระบบท่อน้ำร้อน ภายในท่อจะเกิดการอุดตัน ของตะกรัน อีกทั้งยังสูญเสียความร้อนภายในถังเก็บน้ำและท่อน้ำร้อนสู่สิ่งแวดล้อมส่งผลให้ประสิทธิภาพ ของเครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบลดลง ทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา และซ่อมแซมอุปกรณ์ต่าง ๆ เพิ่มขึ้น อีกทั้งระบบดังกล่าวมีการใช้งานร่วมกับพลังงานไฟฟ้า

สำหรับวัสดุที่ใช้ทำท่อภายในแผงรับรังสีอาทิตย์นั้น โดยทั่วไปจะใช้ ทองแดง สแตนเลส อลูมิเนียม เหล็ก แต่ที่นิยมได้แก่ ทองแดง ซึ่งมักจะมีปัญหาในเรื่องของราคา ถ้าเป็นพวกเหล็กจะมี ปัญหาเรื่อง ตะกรัน สนิม ส่วนการแก้ปัญหาโดยใช้ท่อพลาสติกในการรับรังสีอาทิตย์นั้น Nickered and Scheffler [7] ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องทำน้ำร้อนโดยใช้ท่อพลาสติก พีวีซีที่ขนาดต่างๆ กันในการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งยังศึกษาถึงระยะห่างของท่อที่ติดดั้ง ในแผงรับรังสีอาทิตย์ ที่มีฉนวนกันความร้อนเช่นเดียวกันกับแผงรับรังสีอาทิตย์ทั่วไป

การศึกษาเครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบคอนกรีตโดย Chaurasia [8] ได้นำท่ออลูมิเนียมมาวางเรียงกันในแนวขนานยาว 1.72 เมตร จำนวน 10 ท่อน แล้วมาหล่อด้วยซีเมนต์ลักษณะที่ทำเสร็จเหมือนกับแผงรับรังสีอาทิตย์ ทำทั้งหมด 2 แผง แต่ทาสีต่างกัน คือ สีดำจะร้อนเร็วกว่าและอุณหภูมิสูงกว่าสีขาว แผงดังกล่าวมีหลักการทำงานคล้ายกับแผงรับรังสี อาทิตย์ แต่ต่างกันที่รังสีจะตกกระทบโดยตรงไม่ต้องผ่านกระจกฝาตัวรับรังสีอาทิตย์ จากหลักการ ดังกล่าวสามารถผลิตน้ำร้อนได้เช่นกัน

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าเครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีการศึกษา วิจัยทั้งในและต่างประเทศเป็นเวลานานแต่การนำมาใช้งานยังไม่แพร่หลาย ทั้งที่มีความเป็นไปได้ ทางเทคนิค เนื่องจากยังมีราคาแพงและไม่สะดวกในการใช้ ดังนั้น เพื่อเป็นการแก้ปัญหาอุปสรรค ดังกล่าวและด้วยศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยที่มีค่า 17 เมกะจูลต่อตารางเมตร ต่อวัน [9] ประกอบกับความต้องการเพิ่มคุณภาพชีวิตให้มีน้ำร้อนใช้จากเครื่องทำน้ำร้อนที่สามารถ สร้างขึ้นเองได้ จึงเกิดแนวความคิดในการศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างเครื่องทำน้ำร้อนที่สามารถ สร้างขึ้นเองได้ และราคาถูก ขนาดเล็กเหมาะสมในการใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 เครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายและตำแหน่งการวัด อุณหภูมิ

ปริมาณความร้อนที่นำมาใช้ประโยชน์ (Q) ที่ได้จากเครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ อย่างง่ายหากการพิจารณาเฉพาะในระบบปิดคือ มวลของน้ำภายในระบบคงที่ แต่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง เมื่อเวลาผ่านไปถ้าได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถหาได้จากสมการ (1) [10]

$$Q_{u} = \frac{MC_{w}(T_{o} - T_{i})}{\Delta t}$$
(1)

ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (ทุ) ของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายมีค่าเท่ากับ อัตราส่วนของปริมาณความร้อน ที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ต่อรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงรับรังสีอาทิตย์ หาได้จากสมการ (2) [8] ซึ่งใช้สำหรับเฉพาะกรณีที่พิจารณาเป็นระบบปิด (มวลคงที่) และที่เวลาใด ๆ แต่ในกรณีที่ใช้งานจริง ๆ จะไม่เป็นระบบสภาวะคงที่ มีผลของการสะสมความร้อนในระบบ อาจทำให้ อุณหภูมิของน้ำอาจสูงขึ้น

$$\eta = \frac{Q_u}{I_T A_c}$$
(2)

### การดำเนินงานวิจัย

เครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายนี้ สร้างขึ้นจากท่อพลาสติกพีวีซี มีความยาวเท่ากับ 1,500 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างท่อ 51 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 40 มิลลิเมตร จำนวน 13 ท่อ และทาสีดำซึ่งมีความจุรวม 35 ลิตร จากรูปที่ 1 แสดงตำแหน่งการวัด อุณหภูมิของน้ำภายในท่อซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบตลอด 24 ชั่วโมง โดยทำการบันทึกข้อมูล ทุก ๆ 15 นาที เมื่อมีการใช้น้ำร้อน น้ำเย็นจะเข้าแทนที่ ทดสอบที่ดำแหน่งต่างกัน 2 ตำแหน่ง คือติดดั้ง บนผนังของบ้าน (ทำมุม 90 องศา) หันหน้าไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ แล่ะติดตั้งบนหลังคาบ้าน (ทำมุม 25 องศา) หันหน้าไปทางทิศใต้ ทำการทดสอบในช่วงเดือน มีนาคม-มิถุนายน 2543 ใช้กระเบื้อง แผ่นเรียบและกระเบื้องหลังคาบ้าน (ลอนเล็ก) เป็นแผ่นรับรังสีอาทิตย์และสะสมความร้อนติดตั้ง ที่ด้านหลังมีขนาดเท่ากับของเครื่องทำน้ำร้อนมีความหนา 6 มิลลิเมตร (CPAC monier board) และปิดฝา (พลาสติกใส) จะได้ขนาดของเครื่องทำน้ำร้อน กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 1,450x1,600x120 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีค่าก่อสร้างประมาณ 4,500 บาท อายุการ การใช้งานประมาณ 3 ปี

ข้อควรระวังในการใช้งาน เมื่ออุณหภูมิเครื่องทำน้ำร้อนสูงกว่า 60°C เพื่อเป็นการป้องกัน ไม่ให้ท่อพลาสติกพีวีซีเสียหายจะต้องมีการระบายอากาศระหว่างท่อและฝาปิด โดยใช้อากาศจาก ภายนอกเข้ามาหมุนเวียน ด้วยการเปิดช่องระบายทั้งด้านล่าง-บน ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ ช่องระบายอากาศประมาณ 18 มิลลิเมตร



รูปที่ 2 การดิดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนบนผนังบ้าน



รูปที่ 3 การติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนบนหลังกา

#### ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดสอบเครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายเพื่อใช้ในบ้าน ทั้งแบบติดตั้ง บนผนังบ้าน และแบบติดตั้งบนหลังคา เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อน และรูปแบบ ที่เหมาะสมสำหรับบ้านพักอาศัยหรืออาคารทั่วไป

### 3.1 แบบติดตั้งบนผนัง



รูปที่ 4 ยุเนหมูเมิน้ำภายในของเครื่อง LC-SWH แบบดิตตั้งบนผนง (29 มีนาคม 2543)

รูปที่ 4 แสดงค่าอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่างๆ ของระบบและอุณหภูมิน้ำทางเข้าตลอด 24 ชั่วโมง มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดวันประมาณ 28 °C ในช่วงเวลา 0.00-13.00 น. อุณหภูมิน้ำภายในเครื่อง และ อุณหภูมิแวดล้อมแตกต่างกันน้อยมาก โดยในช่วงเวลา 06.00-13.00 น. เครื่องทำน้ำร้อนจะได้รับ อิทธิพลจากรังสีกระจาย สำหรับในช่วงเวลา 13.00-16.30 น. อุณหภูมิน้ำภายในเครื่องสูงกว่าอุณหภูมิ แวดล้อมประมาณ 17 °C เนื่องจากเครื่องได้รับรังสีอาทิตย์โดยตรง ในช่วงเวลา 16.30-24.00 น. อุณหภูมิ น้ำภายในเครื่องจะลดลงอย่างช้า ๆ อย่างสม่ำเสมอ ในช่วงเวลา 20.00-24.00 น. อุณหภูมิของน้ำ ประมาณ 35 °C ซึ่งยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้



**รูปที่ 5** อุณหภูมิน้ำร้อนของเครื่อง LC-SWH แบบดิดดั้งบนผนัง (29 มีนาคม 2543)

รูปที่ 5 แสดงผลของอุณหภูมิน้ำร้อน อุณหภูมิกระเบื้องแผ่นเรียบและอุณหภูมิฝาปิดในช่วงเวลา 6.00-13.00 น.อุณหภูมิน้ำร้อน กระเบื้องแผ่นเรียบ ฝาปิด และอุณหภูมิแวดล้อมมีความใกล้เคียงกันมาก เนื่องจากช่วงเวลานี้เครื่องทำน้ำร้อนยังไม่ได้รับรังสีตรงได้รับเพียงรังสีกระจายเท่านั้น ในช่วงเวลา 13.00-16.30 น. อุณหภูมิกระเบื้องแผ่นเรียบสูงกว่าอุณหภูมิน้ำร้อน ฝาปิด และอุณหภูมิแวดล้อม เพราะว่าเครื่องทำน้ำร้อนได้รับรังสีอาทิตย์โดยตรง และกระเบื้องแผ่นเรียบทำหน้าที่สะสมความร้อน ได้มากที่สุด และในช่วงเวลา 16.30-19.30 น. อุณหภูมิน้ำร้อนสูงกว่าอุณหภูมิกระเบื้องแผ่นเรียบ และอุณหภูมิแวดล้อม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการเก็บสะสมความร้อนของเครื่อง ทำให้มีน้ำร้อน ไว้อาบน้ำได้

3.2 แบบติดตั้งบนหลังคา



Time (h)

รูปที่ 6 อุณหภูมิน้ำภายในของเครื่อง LC-SWH แบบติดตั้งบนหลังคา (23 เมษายน 2543)

รูปที่ 6 แสดงค่าอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของระบบและอุณหภูมิน้ำขาเข้า พบว่าในช่วงเวลา 0.00-06.00 น. อุณหภูมิน้ำภายในเครื่อง และอุณหภูมิแวดล้อมแตกต่างกันน้อยมาก ช่วงเวลา 06.00-10.00 น. อุณหภูมิน้ำภายในเครื่องเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง และสูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อมเพราะว่า เครื่องทำน้ำร้อนได้รับอิทธิพลจากรังสีกระจาย ช่วงเวลา 10.00-18.00 น. เครื่องทำน้ำร้อนได้รับรังสี อาทิตย์โดยตรง อุณหภูมิน้ำภายในเครื่องจะสูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อมมาก ในช่วงเวลา 14.00 น. อุณหภูมิ ประมาณ 18-36°C ถึงแม้ว่าในช่วงเวลา 15.30 น.จะมีการใช้น้ำร้อนและช่วงเวลา 18.00-24.00 น. อุณหภูมิน้ำภายในเครื่องก็ยังสูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อม ซึ่งจากรูปจะแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเครื่อง ทำน้ำร้อนนี้ว่ามีความสามารถในการทำน้ำร้อนได้จริง



รูปที่ 7 อุณหภูมิน้ำร้อนของเครื่อง LC-SWH แบบดิดตั้งบนหลังคา (23 เมษายน 2543)

รูปที่ 7 แสดงผลของอุณหภูมิน้ำร้อน อุณหภูมิกระเบื้องหลังคาบ้านและฝาปิดของเครื่องทำ น้ำร้อนในช่วงเวลา 0.00-06.00 น. อุณหภูมิน้ำร้อน อุณหภูมิกระเบื้องหลังคาบ้านและฝาปิด มีค่า ใกล้เคียงกับอุณหภูมิแวดล้อมช่วงเวลา 06.00-10.00 น. อุณหภูมิกระเบื้องหลังคาบ้านและฝาปิด จะสูงกว่าอุณหภูมิน้ำร้อน และอุณหภูมิแวดล้อม สำหรับที่เวลา 9.00 น. อุณหภูมิกระเบื้องหลังคาบ้าน ลดลงเร็วกว่าอุณหภูมิน้ำร้อนเนื่องจากมีการใช้น้ำ และช่วงเวลา 10.00-14.00 น. เครื่องทำน้ำร้อนได้รับ รังสีอาทิตย์โดยตรง อุณหภูมิกระเบื้องหลังคาบ้าน น้ำร้อนและฝาปิด จะสูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อมมาก ประมาณ 20-33 °C ช่วงเวลา 14.00-24.00 น. อุณหภูมิกระเบื้องหลังคาบ้านลดลงด่ำกว่าอุณหภูมิ น้ำร้อน แต่สูงกว่าอุณหภูมิฝาปิด และอุณหภูมิแวดล้อม เนื่องจากมีการใช้น้ำร้อนทำให้อุณหภูมิกระเบื้อง หลังคาบ้านถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำร้อนภายในเครื่อง และลดอุณหภูมิเข้าสู่ภายในบ้าน สำหรับ เครื่องทำน้ำร้อนนี้ให้อุณหภูมิน้ำสูงมาก ช่วยลดค่าใช้จ่ายในครอบครัวและประหยัดพลังงาน



#### 3.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่อง LC-SWH

รูปที่ 8 แสดงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งสองแบบ จากรูปจะแสดงให้เห็นความแตกต่างของศักยภาพในการทำงานของเครื่องคือ แบบ ติดตั้งบนหลังคาบ้านจะได้รับค่ารังสีอาทิตย์โดยตรงตลอดทั้งวันสูงมาก และให้ประสิทธิภาพสูงมาก แต่ในขณะเดียวกัน แบบติดตั้งบนผนังของบ้าน ตลอดทั้งวันได้รับเพียงรังสีกระจายเป็นส่วนใหญ่ จากรูปแสดงให้เห็นค่ารังสีอาทิตย์ด่ำ แต่สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ ซึ่งดังที่กล่าวมาจะแสดง ให้เห็นถึงศักยภาพของเครื่องทำน้ำร้อนทั้งสองแบบว่ามีประสิทธิภาพสูง และประหยัดพลังงาน ในการพิจารณาใช้งานต้องคำนึงถึงพื้นที่การติดตั้ง ความสะดวกและความสวยงาม

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 1. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการพัฒนาเครื่องทำน้ำร้อน โดยเน้นหลักการ 2 ประการคือ ราคาต้นทุนต่ำ (ไม่เกิน 2,000 บาท/ตารางเมตร) และออกแบบง่ายสามารถสร้างได้ด้วยตนเอง โดยคำนึงถึง ความเหมาะสมของพื้นที่ สำหรับการติดตั้งเครื่องทำน้ำร้อนนี้ เพื่อให้มีรูปแบบสวยงามและน้ำหนัก เบา จะใช้ท่อพลาสติกพีวีซี ขนาด 40 มิลลิเมตร แผงรับรังสีอาทิตย์และถังสะสมความร้อนมีขนาด ความจุรวมของน้ำ 35 ลิตร ซึ่งระบบสามารถทำน้ำร้อนได้อุณหภูมิ 72 °C สำหรับแบบติดตั้งบนหลังคา และ 65 °C สำหรับแบบติดตั้งบนผนัง

เครื่องทำน้ำร้อน LC-SWH สามารถช่วยลดการใช้พลังงานในการทำน้ำร้อน และช่วยลดมลพิษ ทางอากาศจากการผลิตกระแสไฟฟ้าและจากการเผาไหม้

#### 2. ข้อเสนอแนะ

การใช้เครื่องทำน้ำร้อน LC-SWH ทำน้ำร้อนให้ได้ตามความต้องการ ควรศึกษาวิธีใช้งานดังนี้ 1. ดิดตั้งแผงรับรังสีอาทิตย์ในทิศทางที่เหมาะสม

2. ปิด-เปิด ช่องระบายความร้อนภายในเครื่องให้ถูกต้อง เพื่อยึดอายุการใช้งานให้นานยิ่งขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (สพช.) ที่ให้เงิน สนับสนุนในบางส่วนสำหรับงานวิจัยนี้

## รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

คือ	พื้นที่แผงรับรังสีอาทิตย์, m <sup>2</sup>
คือ	ความร้อนจำเพาะของน้ำ, kJ/kg.°C
คือ	รังสีอาทิดย์รวมบนพื้นเอียง, kW/m²
คือ	มวลของน้ำที่ถูกทำให้ร้อน, kg.
คือ	Poly Vinyl Chloride
คือ	ปริมาณความร้อนที่ได้จากเครื่องทำน้ำร้อน, W
คือ	อุณหภูมิแวดล้อม, °C
คือ	ตำแหน่งวัดอุณหภูมิน้ำด้านล่าง, °C
คือ	ตำแหน่งวัดอุณหภูมิของกระเบื้องแผ่นเรียบหรือกระเบื้องหลังคาบ้าน, °C
คือ	อุณหภูมิน้ำร้อน (จากค่าเฉลี่ยอุณหภูมิดำแหน่งต่าง ๆ), °C
คือ	อุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำร้อน, °C
คือ	ตำแหน่งวัดอุณหภูมิภายในถังเก็บน้ำเย็นหรืออุณหภูมิน้ำทางเข้า, °C
คือ	ตำแหน่งวัดอุณหภูมิน้ำตรงกลาง, °C
คือ	อุณหภูมิสุดท้ายของน้ำร้อน, °C
คือ	ตำแหน่งวัดอุณหภูมิน้ำด้านบน, °C
คือ	ช่วงเวลา, s
คือ	ประสิทธิภาพเซิงความร้อน, %
	<sup>8</sup> 10 - <sup>8</sup>

#### เอกสารอ้างอิง

- Chantawong, P., 1999, "Designing of a Simple-Low Cost Solar Water Heater," Master of Engineering Thesis, Energy Technology Program, King Mongkut's University of Technology Thonburi, pp. 74.
- 2. Norton, B., Edmonds, and Lovolos, E., 1992, "Dynamic Simulation of Indirect Thermosyphon Solar Energy Water Heaters," Renewable Energy, Vol. 2, pp. 283-297.
- Wibulswas, P., 1985, "Performance Testing and Correlation of Solar Domestic Hot Water Heaters," *Asian 4<sup>th</sup> Asian School* on *Solar Energy* Harnessing, December, pp. 153-162.
- Chungpaibulpatana, S. and Reddy, T.A., 1985, "Procedures for Solar Collector Performance Testing," Asian 4" Asian School on Solar Energy Harnessing, December, pp. 118-130.
- Sathapornprasath, K., 1999, "Development of a Multi-purpose Solar Water Wall for Thailand," Master of Engineering Thesis. Energy Mahagement Technology Program, King Mongkut's University of Technology Thonburi, pp. 1-30.
- Kiatsiriroat, T., Manoprasert, T., and Kubaha, K., 1996, "The Problems of Using Solar Hot Water System in Thailand," *Solar Technology*, Vol. 1, pp. 318-324.
- Van Nickered, W.M.K. and Scheffler, T.B., 199:3, "Measured Performance of a Solar Water Heater with a Parallel Tube Polymer Ahsorber," *Solar Energy*, Vol. 51, No.5, pp. 339-347.
- Chaurasia, P.B.L., 1990, "Solar Water Heating from Natural Surfaces," Journal of Energy, *Heat and Mass* Transfer, Vol. 12, pp. 31–38.
- Hirunlabh, J., Sarachitti, R., and Namprakai, P., 1998, "Estimating Solar Radiation at the Earth's Surface from Satellite Data," *Thammasat Int. J. Sc. Tech.*, Vol. 3 No. 2, pp. 69-73.
- 10. Van Wylen, G.J. and Sonintag, T.E., 1994, Fundamentals of Classical Thermodynamics, New York, John Wiley & Sons, pp. 45-60.