

การศึกษาผนังเก็บรังสีอาทิตย์สำหรับการทำน้ำร้อนอย่างง่าย และการระบายอากาศ  
แบบธรรมชาติของบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้น  
**Study of a Solar Collector Wall for Domestic Hot Water and Natural Ventilation of  
a Model House in a Tropical Climate**

ปรีดา จันทพงษ์<sup>1</sup> และพิสุทธิ์ แทนทอง<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

<sup>2</sup>ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์และสังคม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800

\*Email: cpreeeda@hotmail.com

### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการลดภาระความร้อนและเปรียบเทียบสมรรถนะทางความร้อนระหว่างผนังเก็บรังสีอาทิตย์สำหรับการทำน้ำร้อนอย่างง่ายและการระบายอากาศแบบธรรมชาติ (SCW) กับผนังคอนกรีตบล็อกแก้ว (GW) มีขนาดความหนา 0.10 ม. ที่ติดตั้งกับบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้น ผนังเก็บรังสีอาทิตย์มีโครงสร้างเป็นผนังสองชั้นประกอบด้วยขนาดความสูง 1.50 ม. และมีความกว้าง 0.60 ม. ผนังชั้นนอกเป็นตัวเก็บรังสีแบบแผ่นราบบล็อกแก้วร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์ทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ มีขนาดความจุของน้ำประมาณ 10 ลิตร มีความหนาประมาณ 0.08 ม. และชั้นในเป็นกระจกใสธรรมดาที่มีความหนา 0.006 ม. มีช่องว่างเท่ากับ 0.08 ม. และช่องเปิดขนาด 0.012 x 0.60 ตร.ม. และ 0.012 x 0.60 ตร.ม. ช่องเปิดด้านล่างอยู่ภายในบ้าน ช่องเปิดด้านบนอยู่ภายนอก ปล่อยผนังโซลาร์เซลล์ติดตั้งอยู่ทางด้านทิศใต้ของบ้านจำลองขนาดเล็กที่มีปริมาตร เท่ากับ 4.05 ลบ.ม. มีความหนา 0.10 ม. สร้างด้วยผนังมวลเบาแบบบอบไอน้ำ

ผลการทดลองพบว่า บ้านที่ติดตั้งผนัง SCW จะมีอุณหภูมิภายในห้องต่ำกว่าบ้านที่ติดตั้งผนัง GW ประมาณ 2 - 8°C และช่วยลดอัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทางด้านทิศใต้ของบ้านจำลองร้อยละ 61.76 ระบบของผนัง SCW สามารถผลิต น้ำร้อนได้อุณหภูมิสูงกว่า 38 - 62°C และผนัง SCW ช่วยระบายอากาศ และประหยัดพลังงานจากการใช้เครื่องปรับอากาศมากกว่าผนังบล็อกแก้ว

**คำสำคัญ:** การระบายอากาศแบบธรรมชาติ การทำน้ำร้อนอย่างง่าย ผนังเก็บรังสีอาทิตย์ สภาวะอากาศของประเทศไทย

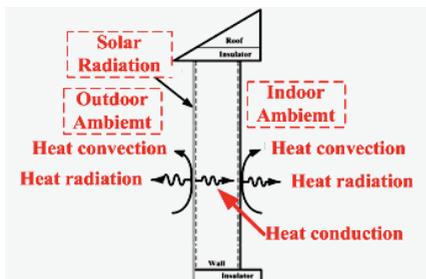
### Abstract

This study aimed to investigate the reduction of heat gain and assess the thermal performances of two wall types, a solar collector wall for domestic hot water and natural ventilation (SCW) and a glass block concrete wall (GW). Two types of walls 0.1m thick were installed in a model house fabricated for a hot and humid tropical climate. The SCW was made up of a 0.6 m by 1.5 m double wall panel. The SCW external wall had a glass block flat-plate solar collector for solar hot water holding approximately 10 liters. The solar collector was 0.08 m thick while the inner side glass wall was 0.006 m thick with a 0.08 m air gap. Openings measuring 0.012 x 0.6 m<sup>2</sup> were located at the bottom (room side) and at the top (ambient side). This SCW was integrated in the south façade of a 4.05 m<sup>3</sup> model house built of 0.1 m thick autoclaved aerated concrete blocks. The study found that the indoor temperature of the room with SCW was 2-8°C lower than those rooms utilizing GW. Heat gain through the south wall of the room with SCW decreased by 61.76%. In comparison with the other types, the SCW wall type was found to produce hot water measuring 38-62°C, induce better natural ventilation, and was more energy efficient in terms of air conditioning.

**Keywords:** Natural ventilation: Domestic hot water: Solar collector walls (SCW): Climate in Thailand

## 1. บทนำ

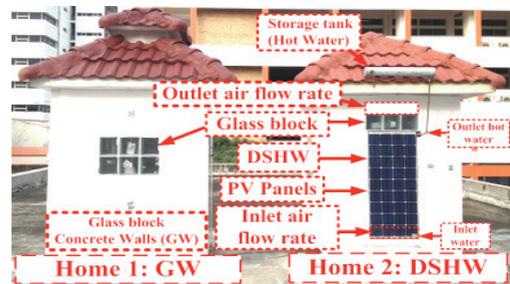
ผนังทั่วไปของบ้านหรืออาคารพักอาศัยมีสมบัติป้องกันความร้อน (รังสีคลื่นยาว) เข้าสู่ภายในบ้านหรืออาคารพักอาศัย เมื่อรังสีอาทิตย์มาตกกระทบบนผิวของผนังเกิดการสะสมความร้อนที่ผิว และถ่ายเทความร้อนโดยการนำผ่านความหนาของผนังอาคาร และเกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการพาและการแผ่ความร้อนให้กับวัตถุและอากาศภายใน ส่งผลให้อุณหภูมิภายในบ้านสูงขึ้น และเกิดการระเหยความร้อนผ่านผนังเข้าสู่ภายในบ้านหรืออาคารพักอาศัย [1] (ดังรูปที่ 1)



รูปที่ 1 การถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทั่วไปเข้าสู่ภายในของอาคารหรือบ้านพักอาศัย [1], [5 - 7]

การแก้ปัญหาโดยส่วนใหญ่จะใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อลดปัญหาความร้อนทำให้ผู้อยู่อาศัยความรู้สึกสบายของ ทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากเครื่องปรับอากาศ แสงสว่างภายในและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ประมาณร้อยละ 60 และ 40 [2] เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้นมีสภาพอากาศร้อนสลับฝนตลอดปี อุณหภูมิ สิ่งแวดล้อมเฉลี่ยประมาณ 20°C – 30°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณร้อยละ 59–100 และความเข้มของรังสีอาทิตย์เฉลี่ยประมาณ 17 MJ/m<sup>2</sup>.day [3] จากปัญหาการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารหรือบ้านพักอาศัย Lertsatitthanakorn [4] ได้ศึกษาพัฒนาผนังสองชั้นระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยติดตั้งผนังสองชั้นบนผนังด้านทิศใต้ของบ้านจำลอง และศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างบ้านที่ติดตั้งผนัง Trombe แบบดัดแปลงเพื่อการระบายอากาศแบบธรรมชาติเป็นผนังสองชั้น มีโครงสร้างประกอบด้วย ผนังชั้นนอกเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน ช่องว่างอากาศ และผนังชั้นในเป็นผนังยิปซัมกับบ้านทั่วไปที่ติดตั้งผนังทั่วไป พบว่า อุณหภูมิภายในบ้านที่ติดตั้งผนัง Trombe มีอุณหภูมิต่ำกว่า ผนังคอนกรีตทั่วไป

และได้ทำการศึกษาทดสอบสมรรถนะของบ้านที่ติดตั้งผนังอาคารและปล่องรังสีอาทิตย์ที่ใช้ร่วมกับวัสดุโปร่งแสง เพื่อการระบายอากาศแบบธรรมชาติโดย Pongsatirat [5] และ Khedari และคณะ [6] มีโครงสร้างประกอบด้วย ผนังก่ออิฐฉาบปูนที่มีวัสดุโปร่งใสอยู่ร่วมกับช่องว่างอากาศ ผนังยิปซัมชนิดลูมิเนียมพอยล์และแผ่นอะคริลิกกับบ้านที่ติดตั้งผนังบล็อกแก้วทั่วไป พบว่า ปล่องรังสีอาทิตย์ที่ใช้ร่วมกับวัสดุโปร่งแสงมีอุณหภูมิต่ำกว่าผนังบล็อกแก้วทั่วไป ต่อมาปริดา จันทวงษ์ [7 - 8] ได้ทำการศึกษาวិธีการลดภาระความร้อนและเปรียบเทียบสมรรถนะทางความร้อนระหว่างผนังคอนกรีตทั่วไปกับผนังบล็อกแก้วสองชั้นร่วมกับไฟโตโวลตาอิก เพื่อการระบายอากาศแบบธรรมชาติทั้งสองแบบ ได้ทำการที่ติดตั้งกับบ้านจำลองพบว่า ผนังบล็อกแก้วสองชั้นร่วมกับไฟโตโวลตาอิก จะมีอุณหภูมิภายในห้องต่ำกว่าผนังคอนกรีตทั่วไปประมาณ 2-6°C และช่วยลดอัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังทางด้านทิศใต้ ร้อยละ 14 - 20.5 และได้แสงธรรมชาติช่วงกลางวันมาใช้ประโยชน์ และได้มีการทำการศึกษาและพัฒนาการใช้ผนังทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์และระบายอากาศแบบธรรมชาติโดย Sathapornprasath [9] มีโครงสร้างประกอบด้วยแผ่นพลาสติก ช่องว่างอากาศระหว่างแผงรับ รังสีอาทิตย์กับแผ่นพลาสติก ถังน้ำสะสมความร้อนและฉนวนซึ่งรวมเป็นชุดเดียวกันโดยติดตั้งผนังจะหันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ พบว่า สามารถผลิตน้ำร้อนได้อุณหภูมิสูงกว่า 40-45°C ยังช่วยระบายอากาศและลดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนร่วมผ่านผนังลดลงได้ร้อยละ 60-70 ข้อเสียของระบบนี้คือไม่ได้แสงธรรมชาติมาใช้ประโยชน์จากช่วงกลางวัน

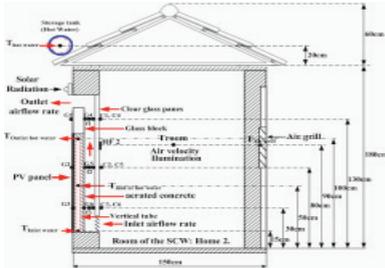


รูปที่ 2 บ้านทดสอบทั้งสองหลัง [7 - 8]

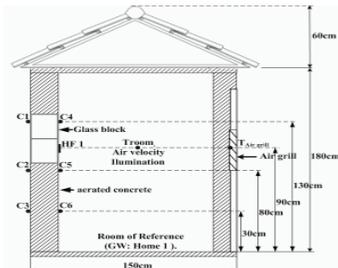
บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการลดภาระความร้อนสะสมภายในห้องและเปรียบเทียบสมรรถนะ การป้องกันความร้อนของบ้านจำลองทั้งสองหลังระหว่างบ้าน



ทั้งสองหลังขนาดเท่ากันและมีขนาดปริมาตรเท่ากับ 4.05 ลบ.ม. เฉพาะผนังของบ้านจำลองด้านทิศใต้ระหว่างบ้านจำลองที่ ติดตั้งผนัง SCW: Home 2 กับผนัง GW: Home 1 มีความหนาประมาณ 0.10 ม.



รูปที่ 4 การติดตั้งเครื่องมีวัตต์ของบ้านที่ติดตั้งผนัง SCW: Home 2



รูปที่ 5 การติดตั้งเครื่องมีวัตต์ของบ้านที่ติดตั้งผนัง GW: Home 1

สำหรับโครงสร้างของผนัง SCW เป็นผนังสองชั้นเพื่อระบายอากาศแบบธรรมชาติ มีพื้นที่รับความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ขนาดเท่ากับ 0.9 ตร.ม. โดยผนังชั้นนอกเป็นตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นราบที่มีโครงสร้างบล็อกแก้วร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์สีดำ ช่วยดูดกลืนความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ (กำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุด 80 วัตต์ มีขนาด  $0.60 \times 1.20 \times 0.03$  ม. จำนวน 1 แผง ดังแสดงจากรูปที่ 2 - 3) ภายในแผงโซลาร์เซลล์ด้านในติดตั้งแผงท่อทองแดงแนวตั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มม. ความสูง 110 ซม. จำนวน 5 ท่อ ระยะห่างท่อประมาณ 10 ซม. เพื่อผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานรังสีอาทิตย์มีถังเก็บน้ำร้อนติดตั้งอยู่บนหลังคาด้านทิศใต้ มีขนาดความจุประมาณ 10 ลิตร และผนังชั้นนอกมีความหนารวมทั้งหมดประมาณ 0.08 ม. และชั้นในเป็นกระจกใสธรรมดา มี ความหนา 0.006 ม. มีช่องว่างเท่ากับ 0.08 ม. มีช่องเปิดด้านล่างอยู่ภายในบ้าน และช่องเปิดด้านบนอยู่ภายนอก มีขนาดพื้นที่เท่ากันมีขนาด  $0.012 \times 0.60$

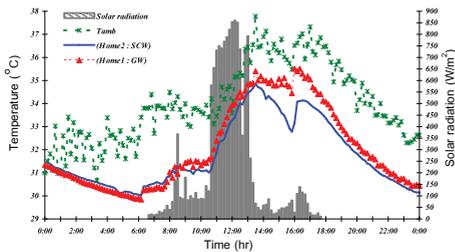
ตร.ม. ช่องเปิดของผนัง SCW ทั้งสอง จะช่วยระบายอากาศร้อนจากภายในบ้านออกสู่ภายนอกหรือสิ่งแวดล้อม ผนังเก็บรังสีอาทิตย์ SCW กับผนังคอนกรีตบล็อกแก้ว (GW) ติดตั้งอยู่บนผนังทางด้านทิศใต้ของบ้านจำลองสองหลัง ดังแสดงในรูปที่ 2

สำหรับบ้านจำลองมีลักษณะโครงสร้างประกอบด้วยผนังมวลเบาทั่วไปจากปูนด้านนอกและด้านในทั้ง 4 ด้าน และบนผนังทาสี ภายนอก (สีขาว) มีขนาดพื้นที่ของผนังแต่ละด้านเท่ากับ  $1.5 \times 1.8$  ตร.ม. ความหนา 0.10 ม. มีโครงสร้างหลังคาใช้กระเบื้องคอนกรีต CPAC ทำมุมเอียง 30 องศา และบุด้วยฉนวนใยแก้วความหนา 0.01 ม. ซึ่งเป็นฉนวนเพื่อป้องกันความร้อนจากห้องใต้หลังคาเข้าสู่ภายในห้องทดลอง มีประตูพลาสติก PVC ขนาด  $1.5 \text{ ม.} \times 0.75 \text{ ม.}$  ความหนา 0.035 ม. ติดตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออก และ มีหน้าต่างเป็นกระจกใสธรรมดาขนาด  $0.5 \text{ ม.} \times 0.8 \text{ ม.}$  มีความหนา 0.006 ม. ติดตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตก ทำการติดตั้งเครื่องมีวัตต์ของบ้านทดสอบทั้งสองหลัง (ดังแสดงในรูปที่ 3-5) ณ จุดวัดค่าอุณหภูมิโดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K (ค่าความคลาดเคลื่อน  $\pm 0.5$ ) วัดอุณหภูมิตามจุดต่างๆ ของบ้านทดสอบที่ติดตั้งติดตั้งผนังคอนกรีตบล็อกแก้ว (Home 1: GW) จำนวน 6 จุด (C1, C2, C3, C4, C5, C6) อุณหภูมิอากาศภายในบ้านและตรงบานเกล็ดของประตูบ้านด้านทิศตะวันออก ( $T_{\text{room}}$ ,  $T_{\text{air grill}}$ ) และบ้านทดสอบที่ติดตั้งติดตั้งผนังเก็บรังสีอาทิตย์ (Home 2: SCW) อุณหภูมิบนผนังชั้นนอก อุณหภูมิบนผนังชั้นในของผนัง SCW อุณหภูมิภายในช่องว่างอากาศของผนัง SCW จำนวน 15 จุด (G1, G2, G3, G4, G5, G6, f1, f2, f3, C1, C2, C3, C4, C5, C6) อุณหภูมิของเครื่องทำน้ำร้อนของผนัง SCW ได้แก่ อุณหภูมิน้ำที่ทางเข้า น้ำร้อน ตรงกลาง น้ำร้อนทางออกของแผงและถังเก็บน้ำร้อนที่ผลิต จำนวน 4 จุด ( $T_{\text{inlet water}}$ ,  $T_{\text{mid of hot water}}$ ,  $T_{\text{outlet hot water}}$ ,  $T_{\text{hot water}}$ ) อุณหภูมิอากาศภายในบ้าน ตรงบานเกล็ดของประตูบ้านด้านทิศตะวันออกและอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม จำนวน 3 จุด ( $T_{\text{room}}$ ,  $T_{\text{air grill}}$ ,  $T_{\text{amb}}$ ) ค่าความร้อนไหลผ่านผนัง ยี่ห้อ EKO Heat Flow Meter รุ่น MF-180 ช่วงการวัดประมาณ  $-30^{\circ}\text{C}$  ถึง  $120^{\circ}\text{C}$  (ค่าความคลาดเคลื่อน  $\pm 2\%$ ) ผนังทางด้าน ทิศใต้ของบ้านจำนวน 1 จุด (Heat flux) และ วัดค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์วัดโดยใช้ไพราโนมิเตอร์ยี่ห้อ EKO pyranometer รุ่น MS - 601 (ช่วงการวัด 1 ถึง  $1400 \text{ W/m}^2$  ค่าความคลาดเคลื่อน  $\pm 5\%$ ) ค่าอุณหภูมิต่างๆ ค่าความร้อนไหลผ่านผนังและความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ ทำการบันทึกด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล (Data recorder) ยี่ห้อ Hioki รุ่น 8422-51 (ค่าความคลาดเคลื่อน  $\pm 0.8\%$ ) ค่าความสว่างภายในบ้าน

จำนวน 1 จุด ยี่ห้อ Testo รุ่น Model Testo545 (ค่าความคลาดเคลื่อน  $\pm 8\%$ ) ค่าความเร็วลมภายในและภายนอกบ้านทั้งสองหลังและความเร็วลมของผนังเก็บรังสีอาทิตย์ SCW จำนวน 3 จุด โดยใช้เครื่องวัด Hot wire anemometer (รุ่น Testo 454 ช่วงการวัด 0 ถึง 50 m/s ความคลาดเคลื่อน  $\pm 5\%$ ) เก็บบันทึกข้อมูลทุก 10 นาที ตลอด 24 ชั่วโมง โดยจะทำการทดลองในลักษณะเช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Pongsatirat [5] Khedari และคณะ [6] ปรีดา จันทร์ทงษ์ [7 - 8, 10] Sathapornprasath [9] และ Chantawong [11,14]

#### 4. ผลการทดลองและวิจารณ์

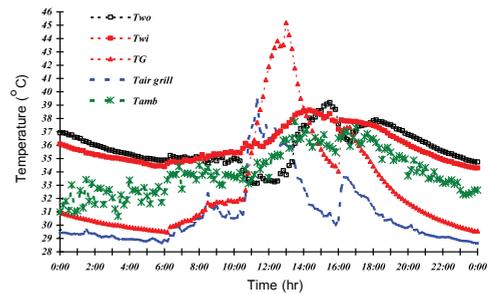
ผลการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ (Solar radiation) อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ( $T_{amb}$ ) และอุณหภูมิภายในบ้านจำลองทั้งสองหลัง ( $T_{room}$ ) ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง



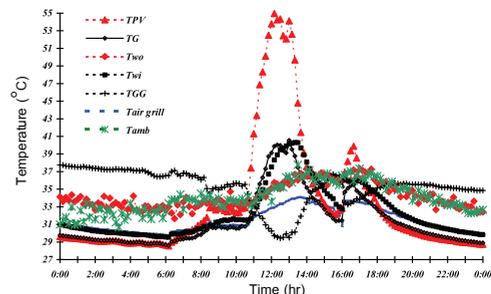
รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในบ้านจำลองทั้งสองหลัง อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ (วันที่ 29 ตุลาคม 2555)

จากรูปที่ 6 พบว่า อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีค่าสูงสุดประมาณ  $35 - 37^{\circ}\text{C}$  และความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 11:30 -13:30 น. มีค่าสูงสุดประมาณ  $100 - 875 \text{ W/m}^2$  มีความเร็วลมภายนอกประมาณ  $0.5 - 5.3 \text{ m/s}$  ช่วงเวลา 11:00 - 12:30 น. (รูปที่ 13) ของภายในวันที่ 29 ตุลาคม 2555 และจากรูปที่ 14 พบว่า มีอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงสุดประมาณ  $25 - 33^{\circ}\text{C}$  และค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์สูงสุดประมาณ  $45 - 789.5 \text{ W/m}^2$  ของภายในวันที่ 3 พฤศจิกายน 2555 และมีความเร็วลมภายนอกประมาณ  $0.1 - 0.98 \text{ m/s}$  จากสภาพอากาศภายในบริเวณที่ทำการทดสอบบ้านจำลองทั้งสองหลัง จะมีปริมาณเมฆมากส่งผลให้ค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์ลดลงและเพิ่มขึ้น ส่งผลให้อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น เนื่องจากการคายความร้อนจากวัตถุในบริเวณดังกล่าว การเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในของบ้านจำลองทั้งสองหลังจากรูปที่ 6

จะพบว่า ช่วงเวลากลางวัน บ้านที่ติดตั้งผนัง SCW: Home 2 จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าบ้านที่ติดตั้งผนัง GW: Home 1 และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ  $2 - 8^{\circ}\text{C}$  สำหรับผนัง SCW เป็นผนังสองชั้นระบบเปิด อากาศสามารถถ่ายเทไหลผ่านได้ ทำให้ลดการสะสมความร้อนหรือภาวะความร้อนภายในบ้านมากกว่า บ้านที่ติดตั้ง ผนังคอนกรีตบล็อกแก้วชั้นเดียว (GW)



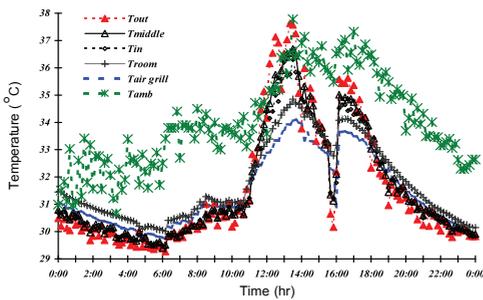
รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนผนังของบ้านที่ติดตั้งผนังคอนกรีตบล็อกแก้ว (Home 1: GW: วันที่ 29 ตุลาคม 2555)



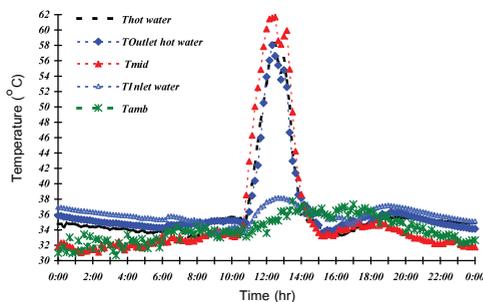
รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนผนังของบ้านที่ติดตั้งผนัง SCW: Home 2 (วันที่ 29 ตุลาคม 2555)

ผลการเปลี่ยนแปลงรายชั่วโมงของอุณหภูมิเฉลี่ยของบ้านจำลองที่ติดตั้งผนังผนังคอนกรีต บล็อกแก้ว Home 1: GW อุณหภูมิบนผนังชั้นนอก ( $T_{wo} = (C1+C3)/2$ ) อุณหภูมิบนผนังด้านใน ( $T_{wi} = (C4+C6)/2$ ) อุณหภูมิบนผนังบล็อกแก้ว ( $TG = (C2+C5)/2$ ) อุณหภูมิภายในบ้านจำลอง ( $T_{room}$ ) อุณหภูมิอากาศตรงบานเกล็ดของประตูบ้าน ( $T_{air grill}$ ) และอุณหภูมิเฉลี่ยของบ้านจำลองที่ติดตั้งผนัง SCW: Home 2 อุณหภูมิบนเซลล์แสงอาทิตย์ ( $T_{pv}=G2$ ) อุณหภูมิบนบล็อกแก้ว ( $TG = (G1+G4)/2$ ) อุณหภูมิบนผนังชั้นนอกด้านนอก ( $Two = G3$ ) อุณหภูมิบนผนังชั้นนอกด้านใน

$(T_{wi} = (G4+G5+G6)/3)$  อุณหภูมิบนกระจกหรือผนังชั้นใน ( $TGG = (C1+C2+C3+ C4+C5+C6)/6$ ) อุณหภูมิอากาศภายในห้อง ( $T_{room}$ ) อุณหภูมิอากาศตรงบานเกล็ดของประตูบ้าน ( $T_{air grill}$ ) และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ( $T_{amb}$ ) อุณหภูมิภายในช่องว่างของผนัง SCW ประกอบด้วย อุณหภูมิตรงทางเข้า ( $T_{in} = f3$ ) ตรงกลางระหว่างช่องว่าง ( $T_{middle} = f2$ ) และตรงทางออกของผนัง ( $T_{out} = f1$ ) อุณหภูมิอากาศตรงบานเกล็ดของประตูบ้าน ( $T_{air grill}$ ) อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ( $T_{amb}$ ) และอุณหภูมิน้ำร้อน ภายในของผนัง SCW ชั้นนอก ได้แก่ อุณหภูมิน้ำที่ทางเข้า ( $T_{inlet water}$ ) น้ำร้อนตรงกลาง ( $T_{mid of hot water}$ ) น้ำร้อนทางออก ( $T_{outlet hot water}$ ) ของแผงและถังเก็บน้ำร้อนที่ผลิตได้ ( $T_{hot water}$ ) การเปลี่ยนแปลงรายชั่วโมงของความร้อนถ่ายเทผ่านผนังแสงธรรมชาติส่องผ่านบล็อกแก้วเข้าสู่ภายใน และความเร็วลมภายในและภายนอกของบ้านจำลองทั้งสองหลัง

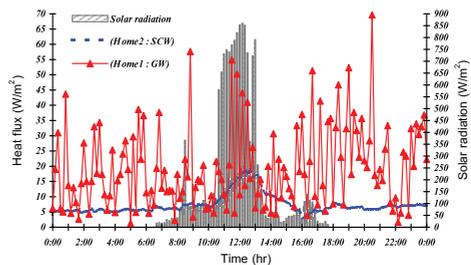


รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในของผนัง SCW: Home 2 (วันที่ 29 ตุลาคม 2555)

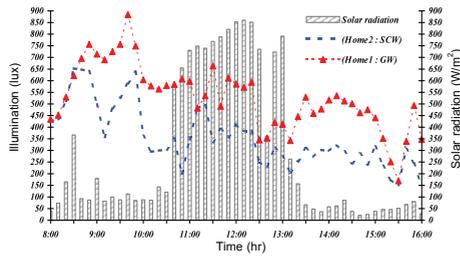


รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำร้อนภายในระบบผนัง SCW: Home 2 (วันที่ 29 ตุลาคม 2555)

จากรูปที่ 7- 10 ผลการศึกษาทดสอบพบว่า อุณหภูมิบนเซลล์แสงอาทิตย์ ( $T_{pv}$ ) เป็นผนังชั้นนอกของผนัง SCW: Home 2 มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยบนผนังคอนกรีตบล็อกแก้วทั่วไป GW: Home 1 และผนังชั้นในของผนัง SCW: Home 2 ประมาณ 2 - 9°C และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ 5 - 18°C ภายในวันที่ 29 ตุลาคม 2555 เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ของผนัง SCW เป็นสีดำสามารถดูดกลืนความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ได้ดีสะสมความร้อนที่ผิวของผนังภายนอกได้ดีกว่าสีขาว และความร้อนบนผิว PV ถ่ายเทผ่านความหนาของผนังให้กับน้ำที่อยู่ภายในท่อทองแดง ของระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทำให้สามารถผลิตน้ำร้อนได้อุณหภูมิสูงกว่า 38 - 62°C [11] (รูปที่ 10) ภายในช่วงเวลากลางวันที่มีแสงแดด ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการผลิตน้ำร้อนด้วยเครื่องทำน้ำร้อนไฟฟ้าได้อีกทางหนึ่ง และความร้อนบางส่วนที่ถ่ายเทผ่านความหนาของผนังชั้นนอกให้อากาศภายในช่องว่างอากาศของผนัง SCW ทำให้อุณหภูมิภายในช่องว่างของผนังสองชั้นจะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในบ้านประมาณ 0.5 - 5°C (รูปที่ 9) ทำให้เกิดแรงลอยตัวของอากาศภายในช่องว่างผนังออกทางช่องเปิดด้านบนสู่สิ่งแวดล้อม จึงทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของอากาศภายในห้องเข้ามาแทนที่อากาศภายในช่องว่าง

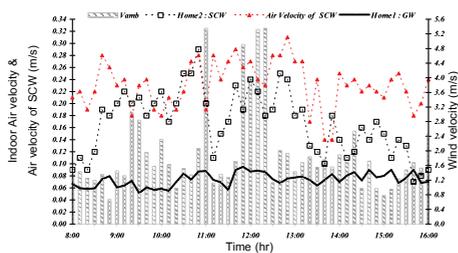


รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงความร้อนถ่ายเทผ่านผนังของบ้านจำลองที่ติดตั้งผนัง GW: Home 1 กับผนัง SCW: Home 2 (วันที่ 29 ตุลาคม 2555)



**รูปที่ 12** การเปลี่ยนแปลงของแสงธรรมชาติส่องผ่าน บล็อกแก้วเข้าสู่ภายในของบ้านจำลองที่ติดตั้ง ผนัง GW: Home 1 กับผนัง SCW: Home 2 (วันที่ 29 ตุลาคม 2555)

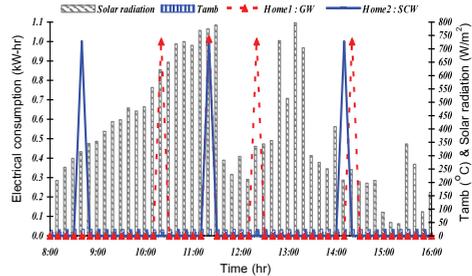
ผลการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังด้านทิศใต้ของบ้าน จำลองที่ติดตั้งผนัง GW กับผนัง SCW พบว่าผนัง SCW เป็นผนังสองชั้นมีค่าการนำความร้อนผ่านผนังต่ำกว่าบ้าน จำลองที่ติดตั้งผนัง GW อีกทั้งผนัง SCW ยังสามารถช่วยลดความร้อนผ่านผนังด้านทิศใต้เข้าสู่ภายในได้ร้อยละ 61.76 เมื่อเทียบกับผนัง GW (จากรูปที่ 10) และแสง ธรรมชาติส่องผ่านบล็อกแก้วเข้าสู่ภายในของบ้านจำลอง พบว่า ค่าความสว่างของแสงธรรมชาติที่ส่องผ่านผนังเข้า สู่อภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งผนัง SCW และผนัง GW มีความสว่างภายในบ้านพักอาศัยอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกันมาก [12] (จากรูปที่ 11)



**รูปที่ 13** การเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมภายในและภายนอกของบ้านจำลองที่ติดตั้งผนัง GW: Home 1 กับผนัง SCW: Home 2 (วันที่ 29 ตุลาคม 2555)

การเปรียบเทียบอัตราการไหลเวียนของอากาศ ภายในบ้านจำลองทั้งสองหลังระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้ง ผนัง GW: Home 1 และผนัง SCW: Home 1 จากรูปที่ 12 พบว่า ห้องของบ้านจำลองที่ติดตั้งผนัง SCW: Home 1 มีความเร็วลมในห้องประมาณ 0.09 - 0.29 m/s สูงกว่าห้อง

ของบ้านจำลองที่ติดตั้งผนัง GW: Home 2 ซึ่งมีความเร็ว ลมในห้องประมาณ 0.06 - 0.10 m/s ความเร็วลมภายนอก ประมาณ 0.67 - 5.35 m/s และระบบการระบายอากาศแบบ ธรรมชาติของผนัง SCW มีความเร็วลมประมาณ 0.14 - 0.32 m/s สำหรับความเร็วในการระบายอากาศของผนัง SCW ขึ้นกับความเข้มของพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง



**รูปที่ 14** การเปลี่ยนแปลงของปริมาณการใช้ไฟฟ้าของ เครื่องปรับอากาศระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งผนัง GW: Home 1 กับผนัง SCW: Home 2 (วันที่ 3 พฤศจิกายน 2555)

จากรูปที่ 14 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้า ของเครื่องปรับอากาศระหว่างบ้านจำลองหลังที่ติดตั้งผนัง GW: Home 1 กับผนัง SCW: Home 2 ที่ทำการทดสอบ ในสภาวะอากาศปกติ กรณีเปิดเครื่องปรับอากาศโดยตั้ง อุณหภูมิภายในที่ 26°C จากผลทดลองวันที่ 3 พฤศจิกายน 2555 พบว่า มีอุณหภูมิมีสิ่งแวดล้อมสูงสุดประมาณ 25 - 33°C และ ค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์สูงสุดประมาณ 45 - 789.5 W/m<sup>2</sup> และมีความเร็วลมภายนอกประมาณ 0.1- 0.98 m/s ซึ่งมีผลต่อการใช้เครื่องปรับอากาศผลการ ศึกษาทดสอบ จะพบว่า บ้านที่ติดตั้งผนัง SCW: Home 2 สามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าร้อยละ 25.24 จากบ้านจำลองที่ติดตั้งผนัง GW เนื่องจากผนัง SCW เป็นผนัง สองชั้นมีค่าการนำความร้อนผ่านผนังต่ำกว่าบ้านจำลองที่ ติดตั้งผนัง GW (ดังแสดงใน รูปที่ 10) ส่งผลให้อุณหภูมิ ภายในบ้านลดลงจะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ เครื่องปรับอากาศ ดังนั้นผลจากทดลองนี้แสดงให้เห็นได้ว่า ผนังเก็บรังสีอาทิตย์ SCW สามารถผลิตทำนาร้อนได้จริง และสามารถช่วยระบายอากาศแบบธรรมชาติและเป็นทาง เลือกหนึ่งสามารถนำระบบนี้ไปประยุกต์การใช้งานจริง ต่อไป

## 5. สรุป

การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการลดภาระความร้อนภายในและเปรียบเทียบสมรรถนะทางความร้อนระหว่างบ้านจำลองทั้งสองที่ติดตั้งผนัง SCW กับผนัง GW พบว่า บ้านที่ติดตั้งผนัง SCW: Home 2 จะมีอุณหภูมิต่ำกว่าบ้านที่ติดตั้งผนัง GW: Home 1 และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ 2 - 8°C (ช่วงเวลากลางวัน) สำหรับผนัง SCW เป็นผนังสองชั้นระบบเปิดอากาศสามารถถ่ายเทไหลผ่านได้ ช่วยลดความร้อนผ่านผนังด้านทิศใต้เข้าสู่ภายในได้ร้อยละ 61.76 เมื่อเทียบบ้านที่ติดตั้งผนังชั้นเดียว (GW) และระบบการระบายอากาศแบบธรรมชาติของผนัง SCW มีความเร็วลมประมาณ 0.14 – 0.32 m/s สำหรับความเร็วในการระบายอากาศของผนัง SCW ขึ้นกับความเข้มของพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง และผนัง SCW สามารถผลิตน้ำร้อนได้อุณหภูมิสูงกว่า 38 - 62°C ภายในช่วงเวลากลางวันที่มีแสงแดด ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการผลิตน้ำร้อน การระบายอากาศและรักษาสีสิ่งแวดล้อม การใช้ผนัง SCW ช่วยส่งเสริมการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์มากขึ้นต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนส่งเสริมการวิจัยเพื่อตีพิมพ์บนฐานข้อมูล Scopus ปี 2555 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือและขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรีชา อ่องอารี ผู้อำนวยการ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่สำหรับ ทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์บุษยาณี เกตุมณี ที่ให้ความอนุเคราะห์ภาษาอังกฤษ

## เอกสารอ้างอิง

[1] Suksongyat, K., Chaisayun, I., Chankrapoe, A., Chantawong, P., Vimanjan, V., and Namprakai, P. 2007. Economical comparative analysis between house built using red clay bricks wall and aerated concrete wall for heat transfers and thermal properties". **The Journal of KMITNB**. 17(2):34-42. (In Thai).

- [2] Chirattananon, S., Chaiwivatworakul, P., and Pattanasethanon, S. 2002. "Daylight availability and models for global and diffuse horizontal illuminance and irradiance for Bangkok". **Journal of Renewable Energy**. 26:69-89.
- [3] Khedari, J., Sangprajak, A., and Hirunlabh, J. Thailand climatic zones. **Journal of Renewable Energy**, 2001. 25:267-280.
- [4] Lertsatitthanakorn, C. 1997. **Feasibility study of a modified trombe wall toward the natural ventilation of houses**, Master of Engineering Thesis, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand.
- [5] Pongsatirat, C. 2000. **Experiment performance of a partially glazed solar chimney wall**, Master of Engineering Thesis, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand.
- [6] Khedari, J., Pongsatirat, C., Puangsombut, W., and Hirunlabh, J. 2005. "Experimental performance of a partially - glazed Modified Trombe Wall". **International Journal of Ambient Energy**. 26:27-36.
- [7] Chantawong, P., Hirunlabh, J., and Khedari, J. 2012. "Experimental study of a glass block double – facade with integrated photovoltaic panels with house model". **SEGA** 03 March 14-16, Chaopraya Park Hotel, Bangkok, Thailand, BT 11.
- [8] ปรีดา จันทวงษ์. 2554 การศึกษาทดสอบผนังบล็อกแก้วสองชั้นร่วมกับโฟโตโวลตาอิกติดตั้งกับบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศของประเทศไทย ทุนส่งเสริมงานวิจัยในลักษณะนักวิจัยทั่วไปประจำปีงบประมาณ 2554. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [9] ปรีดา จันทวงษ์. 2555. "การศึกษาสมรรถนะทางความร้อนของผนังบล็อกแก้วสองชั้นร่วมกับโฟโตโวลตาอิกติดตั้งกับบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศของกรุงเทพมหานคร" **วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง**. 21. 1:40 – 54.

- [10] Sathapornprasath, K. 1999. **Development of a multi-purpose solar water wall for Thailand**, Master of Engineering Thesis. Energy Management Technology Program, King Mongkut's University of Technology Thonburi.
- [11] ปรีดา จันทวงษ์ และคณะ. 2544. "เครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างง่ายสำหรับประเทศไทย" การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาวิศวกรรมศาสตร์. หน้า 306 - 312
- [12] 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.
- [13] Yener, A. K. 1999. "A method of obtaining visual comfort using fixed shading device in room". **Building and Environment**. 34:285-291.
- [14] Chantawong, P., Hirunlabh, J., Namprakai, P., Khedari, J., Sotprawati, B., Chumchan, C., Krasaelom, N., Thantong, P., Phuetsaka, P., Nuchnang, W., Chaisaeng, C., Junlapuk, H., Sillapajari, P., Thanapornsopon, P., and Keawjungwad, C., 2013. "Analysis of thermal performance of glass block double – façade integrated photovoltaic panels assisted with dc fan under tropical climate". **The Journal of KMUITNB**, 23(3), Accept (In Thai).