

การศึกษาทดสอบสมรรถนะทางความร้อนของปล่องผนังคอนกรีตมวลเบาระบายอากาศ  
พลังงานแสงอาทิตย์ภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร  
Investigation on the Thermal Performance of Aerated Concrete Wall Solar Chimney  
Under Hot Humid Climate of Bangkok

ปรีดา จันทวงษ์

สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมกรรมการทำความเย็นและการปรับอากาศ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง

วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เลขที่1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย

โทร 0-2913- 2500 ต่อ 6427, โทรสาร 0-2587- 4356,

E-mail: [cpreeda@yahoo.com](mailto:cpreeda@yahoo.com), [preedac@kmitnb.ac.th](mailto:preedac@kmitnb.ac.th)

Preeda Chantawong

Refrigeration and Air- Conditioning Engineering Technology program, Department of Power Engineering Technology,

College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok,

1518 Pibulsongkram Rd., Bangsue, Bangkok 10800, Thailand, Tel 0-2913- 2500 Ext 6427, Fax 0-2587- 4356,

E-mail: [cpreeda@yahoo.com](mailto:cpreeda@yahoo.com), [preedac@kmitnb.ac.th](mailto:preedac@kmitnb.ac.th)

#### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ได้ศึกษาทดสอบสมรรถนะของปล่องผนังคอนกรีตมวลเบาระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร (ACW-SC) ปล่องผนัง ACW-SC มีลักษณะโครงสร้างประกอบด้วย ผนังสองชั้น จะมีขนาดความสูง 1.40 m กว้าง 0.70 m ผนังชั้นนอกเป็นกระจกใส มีความหนาประมาณ 0.006 m และผนังชั้นในเป็นผนังคอนกรีตมวลเบา มีความหนาประมาณ 0.03 m ทาสีดำด้านนอก จะช่วยให้มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติ ปล่องผนัง ACW-SC มีช่องว่างเท่ากับ 0.052 m และช่องเปิดขนาด 0.10 x 0.33 m<sup>2</sup> ช่องเปิดด้านล่างอยู่ภายในบ้าน ช่องเปิดด้านบนอยู่ภายนอก ปล่องผนังคอนกรีตมวลเบาการระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ติด

ตั้งอยู่ทางด้านทิศใต้ของบ้านจำลองมีขนาดปริมาตรเท่ากับ 4.05 m<sup>3</sup> ที่สร้างด้วยผนังมวลเบาแบบอบไอน้ำ ผลการทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะของห้องที่ติดตั้งปล่องผนัง ACW-SC กับผนังคอนกรีตมวลเบาชั้นเดียวติดตั้งกับบ้านจำลองที่มีขนาดเท่ากัน จากการศึกษาทดลองจะพบว่า บ้านที่ติดตั้งปล่องผนังคอนกรีตมวลเบาการระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ มีอุณหภูมิ ความชื้นและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องต่ำกว่าภายในของบ้านที่ติดตั้งผนังคอนกรีตมวลเบาชั้นเดียว และการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลเวียนของปล่องผนังคอนกรีตมวลเบาเพิ่มขึ้นจะขึ้นกับพลังงานแสงอาทิตย์ มีอัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังด้านทิศใต้ของบ้านต่ำกว่า และช่วยระบายอากาศภายในห้อง ทำให้มีการไหลเวียนของอากาศภายในบ้านดี

ขึ้น จึงเหมาะสมเป็นการพัฒนาเพิ่มขึ้น ประหยัดพลังงาน และช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อม

**คำสำคัญ :** ปล่องผนังคอนกรีตมวลเบาระบายอากาศ พลังงาน

แสงอาทิตย์ (ACW-SC), คุณภาพอากาศ, ค่าความ

ร้อนไหลผ่านผนัง, ประหยัดพลังงาน, ความชื้น

### Abstract

This paper reports the investigation on the Thermal Performance of Aerated Concrete Wall Solar Chimney Under hot humid Climate of Bangkok (ACW-SC). The ACW-SC consisted of double wall panes. Its dimensions were 1.40 m height and 0.70 m width. The external glass was 0.006 m thick clear glass and internal wall is aerated concrete was 0.03 m. thick, and painted black induced the highest natural ventilation rate. The ACW-SC consisted of 0.052 m air gap and the size of openings was  $0.10 \times 0.33 \text{ m}^2$ , openings were located at the bottom (room side wall) and at the top (ambient side glass pane), The ACW-SC was integrated in the south facade of a model house  $4.05 \text{ m}^3$  volume made from autoclaved aerated concrete. Comparison between ACW-SC and simple concrete wall using another small

house model of the same dimensions was also studied. The experimental results revealed that indoor temperature, moisture content and relative humidity of ACW-SC room was significantly lower than that of the concrete wall room. ACW-SC induced ventilation varied following the intensity of solar radiation. The heat transfer of the south wall was lower another wall. This ventilation reduced heat gain admitted through the south wall considerably. Due to its various advantages, the ACW-SC is expected to promote solar energy use, save cooling energy and protect environment.

**Keywords:** Aerated Concrete Wall Solar Chimney (ACW-SC), Air temperature, Heat flux, Energy Saving, Moisture content

### 1. บทนำ

การออกแบบสร้างบ้านหรืออาคารพักอาศัยในปัจจุบันนี้ได้รับวัฒนธรรมจากประเทศแถบทวีปยุโรป โดยเน้นความสวยงามและรูปทรงทันสมัย [1] เมื่อในอดีตการสร้างบ้านทรงไทย การออกแบบมีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้น มีสภาพอากาศร้อนสลับฝนตลอด ปี [2] โดยลักษณะภูมิอากาศดังกล่าว ก่อให้เกิดการสะสมความร้อนภายในบ้านสมัยใหม่ เป็นปัญหาสำคัญต่อความรู้สึกสบาย ทำให้ผู้อยู่อาศัยนิยมใช้ระบบปรับอากาศเชิงกล เพื่อช่วยทำให้เกิดภาวะความสบายทาง

ความร้อน ส่งผลต่อการใช้พลังงาน ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น ภายในบ้านพักอาศัยหรืออาคาร กล่าวคือ เครื่องปรับอากาศ 60% แสงสว่าง 20% และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ 20% [3] และจากสภาพปัญหาเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และปัญหาเชื้อเพลิง ส่งผลให้ทางภาครัฐบาลพยายามรณรงค์ ลดปริมาณการใช้พลังงานทั้งในอาคารและโรงงาน เพื่อลดการนำเข้าน้ำมันในการออกแบบผนังของบ้านเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ซึ่งจะทำหน้าที่เสมือนตัวป้องกัน ความร้อนจากผลกระทบโดยตรง จากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศนอกอาคารกับสภาวะภายในอาคาร วัสดุที่เหมาะสมในการทำหน้าต่างดังกล่าว จึงควรเป็นวัสดุที่มีสมบัติป้องกันความร้อน และความชื้นได้ดี แข็งแรง มีอายุการใช้งานนานก่อสร้างได้รวดเร็ว ประหยัดราคา และการบำรุงรักษา สำหรับผนังที่นิยมใช้ในการก่อสร้างผนัง คือ ผนังก่ออิฐฉาบปูนเป็นวัสดุที่สามารถหาซื้อได้ง่าย และมีราคาถูก ข้อเสียของผนังก่ออิฐฉาบปูนมีสมบัติในการป้องกันความร้อน และความชื้นถ่ายเทเข้าสู่ภายในบ้าน ได้น้อยมาก ดังนั้นการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคาร หรือบ้านพักอาศัยทั้งทางตรง เช่น หน้าต่างกระจก ผนังและหลังคาของบ้านพักอาศัยหรืออาคาร อีกทั้งทางอ้อมที่เกิดขึ้น ได้แก่ วัสดุก่อสร้างแต่ละชนิด ที่มีสมบัติทางความร้อน และความชื้นที่แตกต่าง เกิดจากอิทธิพลของสีทาผนังหรือหลังคาของบ้าน ส่งผลให้เกิดการนำความร้อนผ่านผนัง หลังคา และส่วนประกอบโครงสร้างอื่น ๆ ของบ้านจากปัญหา การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารหรือบ้านพักอาศัย และประหยัดพลังงานจากการใช้เครื่องปรับอากาศ ได้

ทำการศึกษากันอย่างแพร่หลายภายในและต่างประเทศ การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะทางความร้อนของผนังบ้านจำลองสามหลัง เพื่อศึกษาการป้องกันความร้อน และความชื้นผ่านผนังเข้าสู่ภายในบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศปกติและอากาศชื้นโดย Ungkoon และคณะ [4] จากการทดสอบจะพบว่า บ้านที่ใช้คอนกรีตมวลเบาแบบไม่อบไอน้ำและผนังอิฐมอญ จะมีอุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่า บ้านที่ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำ และความชื้นอากาศภายในของบ้านทั้งสองไม่แตกต่างกันมาก นอกจากนี้ได้ทำการศึกษา และทดสอบผนังกระจกใสธรรมดากับกระจกใสเคลือบสารเปล่งรังสีต่ำกระจกสะท้อนรังสีอาทิตย์สีฟ้า โดย Chankrapoe และคณะ [5] จากการศึกษาพบว่า ห้องที่ติดตั้งกระจกที่มีสมบัติพิเศษอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่า และลดค่าความร้อนผ่านกระจกได้ดีกว่า ห้องที่ติดตั้งกระจกใสธรรมดาทั่วไป ดังนั้นกระจกที่มีสมบัติพิเศษ สามารถลดภาระการทำความเย็นได้มากที่สุด จากการทำการศึกษาลักษณะของสีต่าง ๆ [1] และ [6 - 7] กระเบื้องปูพื้นภายในบ้านพักอาศัย สีกระเบื้องหลังคา และสีทาภายนอกของผนังที่มีผล ต่อการดูดกลืนความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผิว เกิดการสะสมความร้อน และถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้าน ผลจากการศึกษาสมบัติทางความร้อน และทดลองพบว่า วัสดุชนิดเดียวกันที่มีสีเข้มดูดกลืนรังสีอาทิตย์ได้มาก จึงทำให้เกิดสะสมความร้อน และถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านมากกว่าสีอ่อน เนื่องจากการถ่ายความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารหรือบ้านพักอาศัย ส่วนใหญ่เป็นช่วงเวลากลางวันทำให้เกิดการสะสมความร้อนของ

ส่วนประกอบต่างๆ ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศภายในบ้านสูงขึ้น จึงได้มีการศึกษาผนัง Trombe Wall โดย Zalewski และคณะ [8] มี โครงสร้างเป็นกระจกใสชั้นนอก และผนังชั้นในเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสีดำด้านนอก มีช่องว่างอากาศ ต่อมาได้มีการศึกษาผนัง Trombe Wall แบบดัดแปลง โดยโครงสร้างเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสีดำด้านนอก และด้านใน จะมีผนังยิปซัมหลังคาสองชั้น (Roof solar collector) โครงสร้างเป็นกระเบื้องหลังคา CPAC สีแดงอยู่ด้านนอก มีช่องว่างอากาศ กระเบื้องหลังคากับยิปซัมอยู่ด้านในโดย Khedari และคณะ [9-10] และผนังกระจกสองชั้น (Glazed Solar Chimney Walls) เป็นกระจกใสธรรมดาสองชั้น [11] ระบายอากาศแบบธรรมชาติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ภายใต้สภาวะอากาศของประเทศไทย การติดตั้งหันหน้าไปทางทิศใต้ เพื่อลดค่าความร้อนที่เข้าสู่ภายในบ้านหรืออาคารที่พักอาศัย ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศภายในบ้านลดลง เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในบ้านดีขึ้น และมีผลต่อสภาวะความสบายทางความร้อนของผู้พักอาศัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ทำการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านหรืออาคาร ที่พักอาศัย ลดความชื้น และความชื้นสัมพัทธ์สะสมของอากาศภายในบ้านระหว่างบ้านจำลอง ที่ติดตั้งปล่องผนังคอนกรีตมวลเบาระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ (Aerated Concrete Wall Solar Chimneys: ACW - SC) เป็นผนังสองชั้น (Home 2) กับบ้านจำลองที่ติดตั้งผนังคอนกรีตมวลเบาทั่วไป (Simple concrete Wall: SW) เป็นผนังชั้นเดียว (Home

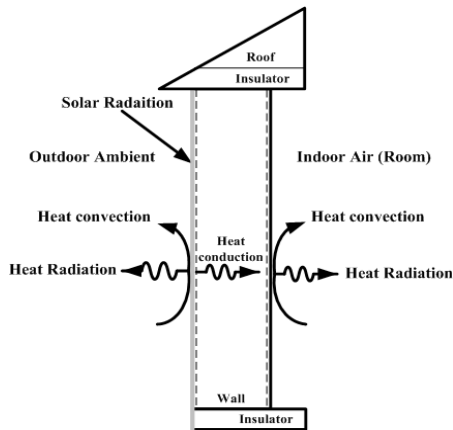
1) บ้านจำลองทั้งสองหลังมีขนาดเท่ากัน และมีปริมาตรเท่ากับ  $4.05 \text{ m}^3$  โดยทำการศึกษา และทดสอบภายใต้สภาวะอากาศปกติ ทำการติดตั้งปล่องผนัง ACW - SC บนผนังของบ้านจำลองทางด้านทิศใต้ (ดังแสดงในรูปที่ 1)



รูปที่ 1 บ้านทดสอบทั้งสองหลัง [12]

## 2.1 ทฤษฎีความร้อนผ่านผนังเข้าสู่ภายในบ้าน

ความร้อน และความชื้นสามารถเข้าสู่ภายในบ้านพักอาศัยโดยมีหลักการดังนี้ [12] สีทาผนังบ้านช่วยดูดกลืนรังสีอาทิตย์และผนังภายนอกเกิดการสะสมความร้อนที่ผนัง จึงเกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านความหนา โดยการนำความร้อนของผนังเข้าสู่ภายในบ้านโดยถ่ายเทให้อากาศ และวัตถุภายในบ้าน

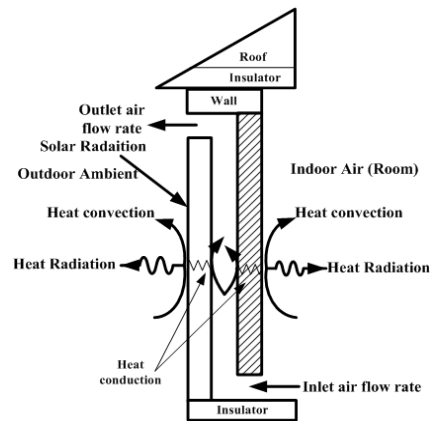


รูปที่ 2 ความร้อนผ่านผนังเข้าสู่ภายในบ้านพักอาศัย (ผนังชั้นเดียว) [12]

โดยการพาความร้อน และการแผ่ความร้อนต่อวัตถุภายในบ้าน ทำให้วัตถุจะดูดกลืนความร้อน และเก็บสะสมความร้อน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นก็จะเกิดการถ่ายเทความร้อน สำหรับการถ่ายเทความร้อนผ่านผิว ที่เกิดจากการถ่ายเทมวลความชื้น อยู่ในรูปของความร้อนสัมผัส และความร้อนแฝงของวัสดุ กระบวนการที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากความแตกต่างของความดันไอน้ำ ที่ถ่ายเทจากบริเวณที่ความดันไอน้ำสูงไปสู่บริเวณที่ความดันไอน้ำต่ำกว่า ทำให้เกิดการระเหยของความชื้น จากผนังด้านที่ร้อน และผนังด้านที่เย็นสะสมความชื้น ผนังมีความชื้นสูงจะเกิดจากการระเหยตัวของไอน้ำ ที่บริเวณผิวผนังภายใน เนื่องจากความร้อนที่ถ่ายเทจากผิวภายนอกสู่ภายใน ทำให้อุณหภูมิผิวภายในสูงขึ้น ความชื้น ที่สะสมบริเวณผิวภายในของผนัง เกิดการระเหยสู่อากาศภายในห้อง ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ และความชื้นภายในบ้าน (ดังแสดงในรูปที่ 2)

## 2.2 ทฤษฎีของปล่องผนัง ACW-SC

หลักการพื้นฐานของปล่อง ACW-SC [12] คือ ผนังชั้นนอกเป็นกระจกใส ผนังชั้นในเป็นผนังคอนกรีตมวลเบาทาสีดำด้านนอก ปล่องผนังคอนกรีตมวลเบา มีช่องว่าง และช่องเปิดด้านล่างอยู่ภายในบ้าน มีช่องเปิดด้านบนอยู่ภายนอก และมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบบนผนัง ทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่ผิว และถ่ายเทความร้อนผ่านผนังเข้าสู่ภายในช่องผนัง ทำให้อุณหภูมิภายในช่องว่างของผนังสองชั้น สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในบ้านพักอาศัย จึงเกิดการเหนี่ยวนำของอากาศภายในช่องว่างผนังสองชั้น ก่อให้เกิดการระบายอากาศแบบธรรมชาติภายในบ้าน (ดังแสดงในรูปที่ 3)



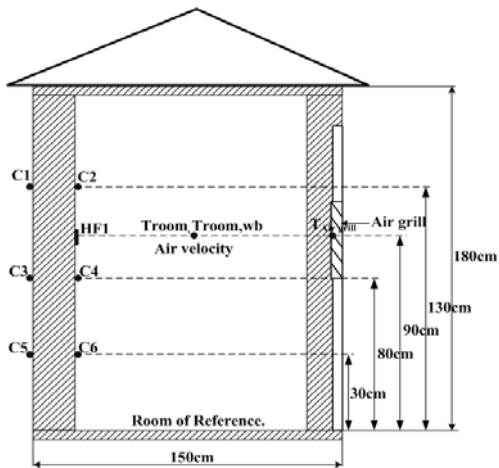
รูปที่ 3 หลักการทำงานของปล่องผนัง (ACW-SC) [12]

การคำนวณอัตราการไหลอากาศภายในช่องว่าง ของปล่องผนัง ACW-SC จากสมการ (1)

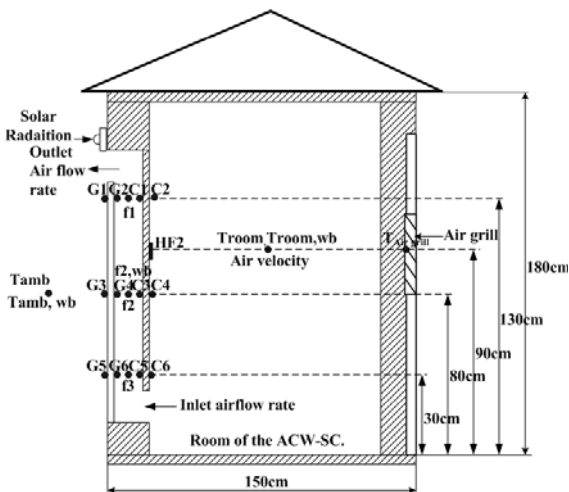
$$Q = C_d \cdot A_o \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h \cdot (T_b - T_i)}{(1 + \frac{T_o}{A_r^2})}} \quad (1)$$

### 3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

บ้านจำลองสร้าง ณ บริเวณชั้นดาดฟ้าอาคาร 63 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร



รูปที่ 4 การติดตั้งเครื่องมือวัดของบ้านที่ติดตั้งผนังทั่วไป [12]



รูปที่ 5 การติดตั้งเครื่องมือวัดของบ้านทดสอบที่ติดตั้งปล่องผนัง ACW- SC [12]

การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการป้องกันความร้อน และลดความชื้นเข้าสู่ภายในบ้านหรืออาคารที่พัก

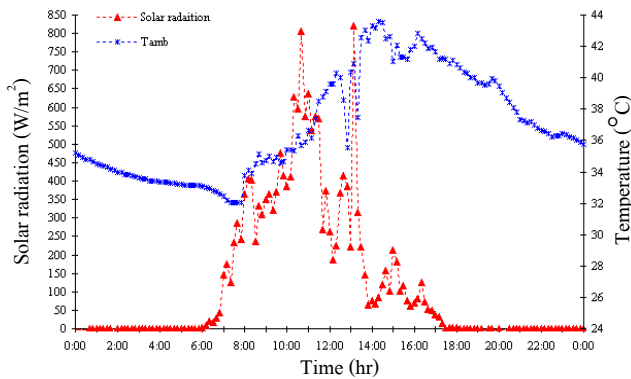
อาศัยเฉพาะ ผนังของบ้านจำลองด้านทิศใต้ระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องผนัง ACW-SC (Home 2) กับบ้านจำลองที่ติดตั้งผนังคอนกรีตมวลเบาทั่วไป (Home1) บ้านจำลองทั้งสองหลังมีขนาดเท่ากัน และมีปริมาตรเท่ากับ  $4.05 \text{ m}^3$  [12] ทดสอบภายใต้สภาวะอากาศปกติ ลักษณะโครงสร้างของปล่องผนัง ACW - SC ประกอบด้วย ผนังสองชั้นขนาดความสูง 1.40 m กว้าง 0.70 m ผนังชั้นนอกเป็นกระเบื้อง มีความหนาประมาณ 0.006 m ผนังชั้นในเป็นผนังคอนกรีตมวลเบาทาสีดำด้านนอก มีความหนาประมาณ 0.03 m ปล่องผนังคอนกรีตมวลเบา มีช่องว่างอากาศระหว่างผนังเท่ากับ 0.052 m ช่องเปิดขนาด  $0.10 \times 0.33 \text{ m}^2$  และช่องเปิดด้านล่างอยู่ภายในบ้าน ช่องเปิดด้านบนอยู่ภายนอก ปล่องผนังติดตั้งอยู่ทางด้านทิศใต้ของบ้านจำลอง และบ้านสำหรับทดสอบมีโครงสร้างประกอบด้วย ผนังมวลเบาฉาบปูนด้านนอกทั้ง 4 ด้าน และบนผนังทาสีภายนอก (สีขาว) มีขนาดพื้นที่ของผนังแต่ละด้านเท่ากับ  $1.5 \text{ m} \times 1.8 \text{ m}$  ความหนา 0.10 m และหลังคา มีโครงสร้างเป็นกระเบื้อง CPAC สีแดงทำมุมเอียง 30 องศา และบุด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์สะท้อนความร้อน ฝ้าเพดานเป็นยิปซัม มีความหนา 0.001 m เพื่อป้องกันความร้อน จากห้องใต้หลังคาเข้าสู่ภายในห้องทดลอง บ้านจำลองมีประตูพลาสติก PVC ขนาด  $1.5 \text{ m} \times 0.75 \text{ m}$  หนา 0.035 m ติดตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออก และมีหน้าต่างเป็นกระเบื้องใสขนาด  $0.5 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$  หนา 0.006 m ติดตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตก (ดังรูปที่ 1) การติดตั้งจุดวัดค่า อุณหภูมิโดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K (ค่าความคาดเคลื่อน  $\pm 0.5$ ) วัดอุณหภูมิตาม จุดต่าง

ๆ ของบ้านจำลองที่ติดตั้งผนังทั่วไป โดยทำการติดตั้งจุดวัดค่า อุณหภูมิบนผนังด้านทิศใต้บ้าน จำนวน 6 จุด (C1, C2, C3, C4, C5, C6) และอุณหภูมิอากาศภายในบ้านจำนวน 2 จุด (Troom,db, Troom,wb) อุณหภูมิอากาศตรงบานเกล็ดของประตูบ้าน จำนวน 1 จุด (Tair grill) ดังแสดงในรูปที่ 4 และบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องผนัง ACW- SC ทำการติดตั้งจุดวัดค่า อุณหภูมิบนผนังกระจกใสชั้นนอก อุณหภูมิอากาศภายในช่องว่างอากาศผนังคอนกรีตมวลเบาชั้นในทั้งภายในและภายนอก จำนวน 10 จุด (G1, G2, G3, G4, G5, G6, f1, f2, f3, f4, C1, C2, C3, C4, C5, C6) อุณหภูมิอากาศภายในบ้าน จำนวน 2 จุด (Troom,db, Troom,wb) อุณหภูมิอากาศที่บานเกล็ดของประตูบ้าน จำนวน 1 จุด (Tair grill) ดังแสดงในรูปที่ 5 และอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม จำนวน 2 จุด (Tamb,db, Tamb,wb) วัดค่าความร้อนไหลผ่านผนังด้านทิศใต้ของบ้านจำลองทั้งสองหลัง โดยใช้ Heat flux ยี่ห้อ EKO Heat Flow Meter รุ่น MF-180 ช่วงการวัดประมาณ  $-30^{\circ}\text{C}$  ถึง  $120^{\circ}\text{C}$  (ค่าความคาดเคลื่อน  $\pm 2\%$ ) จำนวน 1 จุด และค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ วัดโดยไพราโนมิเตอร์ยี่ห้อ EKO pyranometer รุ่น MS - 601 (ช่วงการวัด 1 ถึง 1400  $\text{W/m}^2$  ค่าความคาดเคลื่อน  $\pm 5\%$ ) ค่าอุณหภูมิ ค่าความร้อนไหลผ่านผนัง และความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ จะถูกบันทึกในเครื่องบันทึกข้อมูล (Data recorder) ยี่ห้อ Hioki รุ่น 8422-51 (ค่าความคาดเคลื่อน  $\pm 0.8\%$ ) ค่าความเร็วลมภายในและภายนอกบ้าน จำนวน 2 จุด โดยใช้เครื่องวัด Hot wire

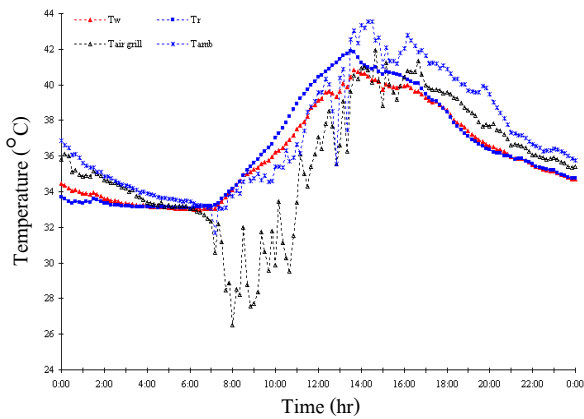
anemometer (รุ่น Testo 454 ช่วงการวัด 0 ถึง 50 m/s ความคาดเคลื่อน  $\pm 5\%$ ) สำหรับค่าความชื้นสัมพัทธ์และความชื้นของอากาศภายในบ้านจำลองและสิ่งแวดล้อม จะใช้วิธีการคำนวณ [13 -14] จากอุณหภูมิอากาศกระเปาะแห้ง กระเปาะเปียกของอากาศภายในบ้าน และสิ่งแวดล้อมที่เก็บได้ ทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิบนผนัง อุณหภูมิของอากาศภายในช่องว่างระหว่างผนัง อุณหภูมิอากาศภายในห้อง ตรงบานเกล็ดของประตู และอุณหภูมิอากาศแวดล้อม ความเร็วลมภายใน และภายนอกบ้าน ความร้อนผ่านผนังด้านทิศใต้ของบ้านจำลองทั้งสองหลัง อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศภายในปล่องผนัง ACW - SC ได้จากการคำนวณในสมการที่ 1 ทำการติดตั้งเครื่องมือวัด ดังในรูปที่ 4 และรูปที่ 5 เก็บบันทึกข้อมูลทุก 10 นาที โดยจะเริ่มตั้งแต่ เวลา 00:00 – 00:00 น (ตลอด 24 ชั่วโมง) ทดลอง ช่วงเดือนพฤษภาคม 2550 ถึงเดือนพฤษภาคม 2551 จากการทดลองพบว่า ภายในวัน 28 พฤษภาคม 2551 จะ ได้ผลการทดลองที่ชัดเจนมากที่สุด

#### 4. ผลการทดลอง

ผลการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ดังรูปที่ 6 จากช่วงเวลา 6:00-11:30 น. พบว่า ค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และจากช่วงเวลา 12:00-17:30น. ภายในบริเวณ ที่ทำการทดสอบบ้านจำลองทั้งสองหลัง



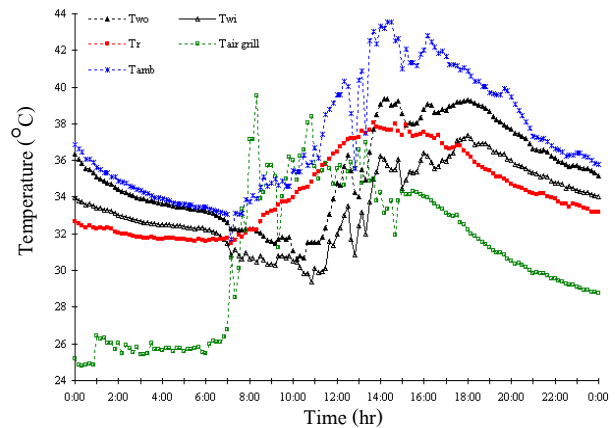
รูปที่ 6 ผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และ ค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์



รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในบ้านที่ติดตั้งผนังทั่วไป

จะพบว่าค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์ลดลง เนื่องจากในบริเวณทดสอบมีฝนตก และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น เกิดจากการคายตัวหรือความร้อนที่สะสมของวัตถุ ส่งผลให้อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความชื้นสูงจนถึงเวลา 15:30 น อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมจะลดลงอย่างช้า ๆ โดยจะมีค่า การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ 32 - 44°C และมีค่าความเข้มแสง

รังสีอาทิตย์ประมาณ 850 W/m<sup>2</sup> และจากรูปที่ 7 - 8 ผลการเปลี่ยนแปลงรายชั่วโมงของอุณหภูมิเฉลี่ยของภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งผนังชั้นเดียว (Home1) อุณหภูมิผิวผนังชั้นเดียว (Tw) อุณหภูมิอากาศภายในบ้านจำลอง (Tr) อุณหภูมิอากาศที่ทางเข้าห้อง (Tair grill) และอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม (Tamb) และอุณหภูมิเฉลี่ยของภายในห้องทดสอบที่ติดตั้งผนังปล่อง ACW - SC (Tr) (Home2) อุณหภูมิผิวผนังชั้นนอก (Two) และอุณหภูมิผิวผนังชั้นใน (Twi)

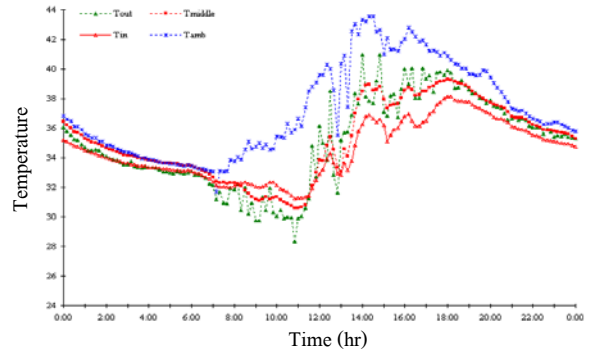


รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในบ้านที่ติดตั้ง ACW - SC

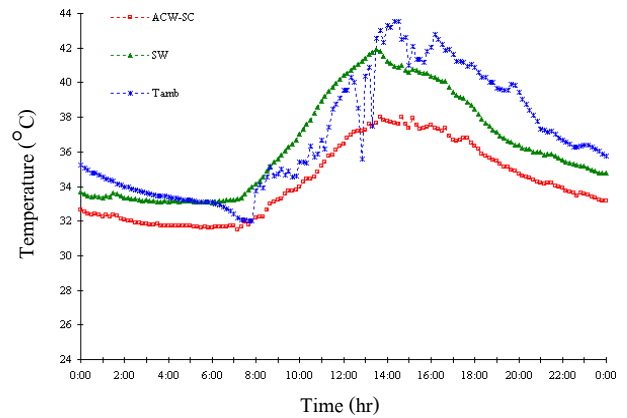
อุณหภูมิอากาศภายในห้อง (Tr) อุณหภูมิอากาศที่ทางเข้าบ้าน (Tair grill) และอุณหภูมิช่องว่างปล่องผนัง ACW - SC (Tout, Tmiddle, Tin) ผลการทดลองตั้งแต่ช่วงเวลา 00:00-00:00 น. พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยบนผนังชั้นนอกประมาณ 39.8°C สูงกว่าผนังชั้นในประมาณ 1-3°C และช่วงเวลา 13:30-14:30 น. และในช่วงเวลา 8.00-16.00น. บ้านจำลองที่ติดตั้ง



ปล่อง ACW-SC จะมีอุณหภูมิอากาศภายในบ้านต่ำกว่าบ้านจำลองที่ติดตั้งผนังชั้นเดียวประมาณ 1-5°C จากรูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในผนังปล่อง จากช่วงเวลา 00:00-00:00 น. จะพบว่าอุณหภูมิอากาศภายในปล่องผนัง ACW - SC ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม และส่งผลทำให้อุณหภูมิอากาศภายในบ้านที่ติดตั้งปล่องผนัง ACW - SC ต่ำกว่าบ้านจำลองที่ติดตั้งผนังชั้นเดียว เนื่องจากบ้านที่ติดตั้งผนังชั้นเดียว จะมีการสะสมความร้อนภายในห้องซึ่งไม่สามารถระบายอากาศออกสู่ภายนอกได้ อีกทั้งอุณหภูมิอากาศภายในช่องว่างปล่องผนัง ACW - SC มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายในห้อง และอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม ตลอดทั้งวัน ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึง สมรรถนะของการระบายอากาศแบบชาติธรรมด้วยระบบ ACW-SC ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในห้องได้ดีกว่า บ้านที่ติดตั้งผนังชั้นเดียว (ดังแสดงรูปที่ 10)

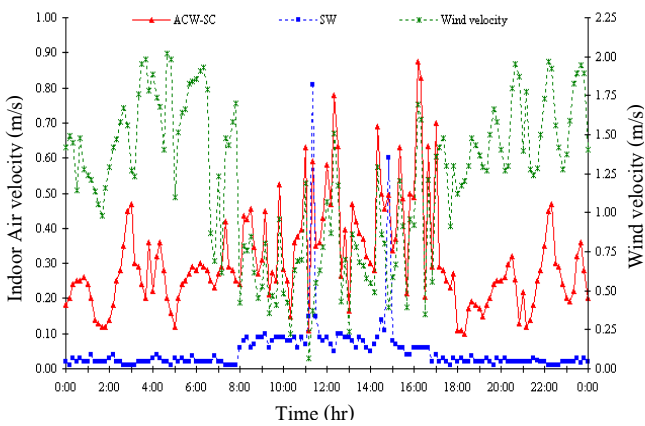


รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในผนังปล่อง ACW-SC

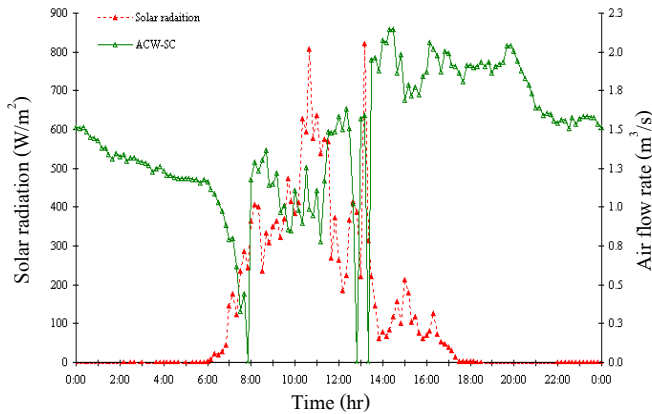


รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศภายในของบ้านจำลองที่ติดตั้ง SW กับบ้านจำลองที่ติดตั้ง ACW- SC

จากรูปที่ 11 ผลการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมภายในของบ้านจำลองทั้งสองหลัง จากการศึกษาทดสอบ ตลอดช่วงเวลา 00:00-00:00 น. พบว่าห้องที่ติดตั้งปล่อง ACW-SC มีการระบายอากาศภายในห้องประมาณ 0.1-0.75 m/s จะสูงกว่า



รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมภายในของบ้าน  
จำลองที่ติดตั้ง SW กับบ้านจำลองที่ติดตั้ง ACW- SC

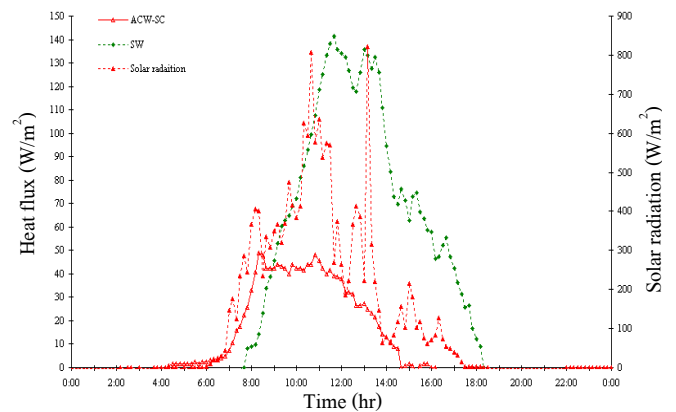


รูปที่ 12 อัตราการไหลของอากาศภายในปล่อง ACW-SC

ห้องที่ติดตั้งผนังชั้นเดียว ซึ่งจะมีการระบายอากาศภายในห้องประมาณ 0.01-0.6 m/s ความเร็วลมภายนอกประมาณ 0.01-1.7 m/s ซึ่งจะแสดงให้เห็นได้ว่าระบบ ACW-SC สามารถระบายอากาศได้ ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในห้อง ทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกถึงสภาวะความสบายทางความร้อน

การวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของระบบ ACW - SC จะพบว่าปล่องผนัง ACW-SC มีอัตราการเหนี่ยวนำ

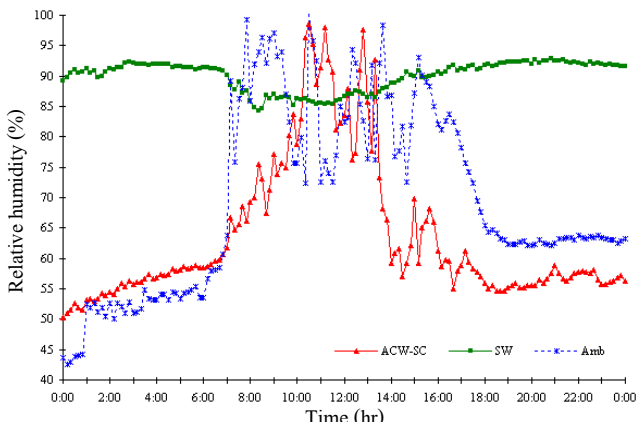
ของอากาศที่ไหลประมาณ 1.32 -1.83 m<sup>3</sup>/s (รูปที่ 12) มีค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์สูงประมาณ 850 W/m<sup>2</sup> และอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมสูงประมาณ 44°C และการเปลี่ยนแปลงรายชั่วโมงของอัตราการเหนี่ยวนำของอากาศที่ไหลเข้าปล่องผนัง ACW-SC และค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์ และผลเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังของบ้านจำลองที่ติดตั้ง ACW-SC และบ้านจำลองติดตั้งหน้าต่างมวลงมวลงชั้นเดียว พบว่าบ้านพักอาศัยที่ติดตั้งผนังปล่อง ACW-SC มีค่าการนำความร้อนผ่านผนังต่ำกว่า บ้านจำลองที่ติดตั้งผนังชั้นเดียว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปล่อง ACW-SC สามารถลดความร้อนเข้าสู่ตัวบ้านได้ดีกว่า (จากรูปที่ 13)



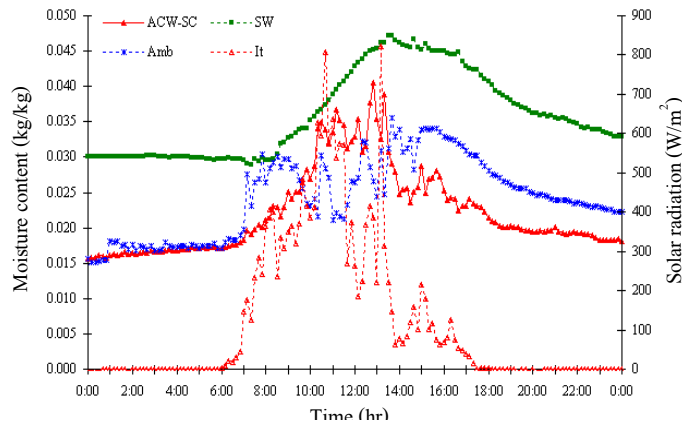
รูปที่ 13 ผลเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังของ  
บ้านจำลองที่ติดตั้ง SW กับบ้านจำลองที่ติดตั้ง  
ACW - SC

การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิของอากาศ ภายในระหว่างบ้านที่ติดตั้งด้วย ACW-SC กับ SW (รูปที่ 14) พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในบ้านที่ใช้ผนังทั่วไป (SW) ต่ำกว่าบ้านที่ติดตั้ง

ปล่องผนัง ACW-SC และสิ่งแวดล้อม ในช่วงเวลา กลางคืน เพราะว่าเกิดการสะสมความร้อน และ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในบ้านที่ติดตั้งผนัง ทั่วไป และช่วงเวลากลางวัน บ้านจำลองที่ติดตั้งผนัง ทั่วไป จะมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในบ้านสูง กว่า บ้านที่ติดตั้งปล่องผนัง ACW-SC และสิ่งแวดล้อม เนื่องจากช่วงกลางวันภายในวันที่ทำการทดลองมีฝน ตก ส่งผลให้มีความชื้นสูงภายในบ้านที่ติดตั้งปล่องผนัง ACW-SC และมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายใน บ้านใกล้เคียงกับสิ่งแวดล้อม บ้านที่ติดตั้งปล่องผนัง ACW-SC มีการไหลเวียนของอากาศช่วยระบายความ ร้อน และความชื้นจากภายในบ้านออกสู่ภายนอกบ้าน ได้ดีกว่าบ้าน ที่ติดตั้งผนังทั่วไป



รูปที่ 14 ผลการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายใน บ้านจำลองทั้งสองหลัง



รูปที่ 15 ผลการเปรียบเทียบความชื้นของอากาศภายใน บ้านจำลองทั้งสองหลัง

เมื่อเปรียบเทียบความชื้นของอากาศภายในบ้าน จำลองทั้งสองหลัง (รูปที่15) ซึ่งเป็นความชื้นของละออง น้ำที่สะสมภายในอากาศ และความชื้นที่สะสมวัสดุต่าง ๆ ภายในบ้านที่เกิดการระเหยตัวเมื่อได้รับความร้อน จากภายนอก จากการทดสอบพบว่า ความชื้นของ อากาศภายในบ้านที่ใช้ผนังทั่วไปสูงกว่า บ้านที่ติดตั้ง ปล่องผนัง ACW-SC เนื่องจากผนังทั่วไปมีการสะสม ความร้อนได้ดี และความชื้นที่สะสมบนผนังเกิดการ ระเหยให้กับอากาศภายในห้องได้ดี เมื่อได้รับความร้อน จากภายนอก

## 5. สรุป

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาทดสอบเพื่อเปรียบเทียบ สมรรถนะการป้องกันความร้อนระหว่างปล่องผนัง ACW-SC (ผนังมวลเบาสองชั้น) กับผนังทั่วไป (ผนังมวล เบาชั้นเดียว) ที่ติดตั้งบนผนังของบ้านจำลองสองหลัง ที่หันไปทางทิศใต้ ผนังของบ้านมีขนาดพื้นที่ประมาณ 1

m<sup>2</sup> จากศึกษาทดสอบจะพบว่า อุณหภูมิอากาศภายในบ้าน และค่าความร้อนไหลผ่านผนังของบ้านจำลองที่สร้างด้วยผนังชั้นเดียว จะมีอุณหภูมิ ความชื้นและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องสูงกว่า บ้านที่ติดตั้งด้วยปล่องผนัง ACW-SC ดังนั้นปล่องผนัง ACW-SC ช่วยลดภาระความร้อน ที่ถ่ายเทผ่านผนังเข้าสู่ภายในบ้านอาศัยได้ถึงร้อยละ 69 โดยเปรียบเทียบกับผนังมวลเบาทั่วไป และสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพัดลมระบายอากาศได้ ปล่องผนัง ACW-SC จะทำให้มีการไหลเวียนของอากาศภายในบ้าน และช่วยระบายอากาศจากภายในบ้านสู่สิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น ส่งผลให้เกิดสภาวะความสบายต่อผู้พักอาศัย ปล่องผนัง ACW-SC จะช่วยประหยัดพลังงานและลดปัญหาสิ่งแวดล้อม

## 6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนเพื่อการส่งเสริมงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2550 ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้วิจัย ขอขอบคุณ รศ. วิไล ถนอมสวย ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยี อุตสาหกรรม ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่สำหรับการทดสอบ และ ผศ. วิชาญ วิมานจันทร์ รองผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการทดสอบ และขอขอบพระคุณ ศ. ดร. จงจิตร หิรัญลาภ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์ทางด้านอาคาร สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี และ ศ.

ดร. โจเซฟ เคดารี ภาควิชาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และขอขอบคุณ ดร. ชนากานต์ อาษาสุจริต สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่กรุณาให้คำปรึกษาในงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณคณะนักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ช่วยเก็บข้อมูลงานวิจัยนี้

## เอกสารอ้างอิง

1. Chantawong, P., et al, 2007. Field Comparative Study between Light Gray and Lily White Exterior Surface Color on Indoor Conditions of a House Model Under Hot Humid Climate of Bangkok. The Journal of KMITNB. Vol. 17 (3), September – December., pp.11-20.
2. Khedari, J., et al, 2001, Thailand climatic zones, Journal of Renewable Energy, 25, pp.267-280.
3. Chirarattananon, S., et al, 2002. Daylight availability and models for global and diffuse horizontal illuminance and irradiance for Bangkok. Journal of Renewable Energy. 26, pp.69-89.

4. Ungkoon, Y., et al, 2005. A preliminary study of hygrothermal performance of autoclaved aerated concrete blocks under hot humid climate of Thailand. International Conference Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment (PLANCE 2005), 19-21 May 2005 Santorini, Greece, pp.493-499.
5. Chankrapoe, A., et al, 2007, A Comparison between Thermal Properties and Analysis of Cost Glazed Walls. The Journal of Industrial Technology, 3, pp.14-20.
6. Levinson, R., et al, 2007. Cool tile-roofed buildings with near-infrared-reflective non-white coatings. Journal Building and Environment, 42, pp. 2591-2605.
7. Prado, A, T, R., et al, 2005. Measurement of albedo and analysis of its influence the surface temperature of building roof materials. Journal of Building and Environment, 37, pp. 295-300.
8. Zalewski, L., et al, 2002. Study of a solar wall-validating model. Journal of Building and Environment, 37, pp. 109-121.
9. Khedari, J., et al, 1998. The Modified Trombe wall: A simple ventilation means and an efficient insulating material. The International Journal of Ambient Energy, Vol. 19, No. 2, pp.104 -110
10. Khedari, J., et al, 1998. Field Measurements of Performance of Roof Solar Collector. Energy and Buildings, Vol. 31, pp. 171-178.
11. Chantawong, P., et al, 2006. Investigation on thermal performance of glazed solar chimney walls. J. Solar Energy, Vol. 80, pp. 288-297.
12. Chantawong, P., et al., 2007. Study of Thermal Performance of Aerated Concrete Wall Solar Chimney Under the Climate of Thailand, Paper reports of group researcher grant 2007, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, pp. 49.
13. Relative Humidity Equations, <http://www.uswcl.ars.ag.gov/exper/relhumeq.htm>.
14. Devres, Y, O., 1994. Psychrometric Property of Humid Air: Calculation Procedures. Journal of Applied Energy, 48, pp.1-18

**รายการสัญลักษณ์**

|                |   |            |   |
|----------------|---|------------|---|
| Ar             | อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ทางออกของช่องเปิด กับพื้นที่ทางเข้าของช่องเปิด                       | Two        | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิบนกระจกใต<br>ชั้นนอก                  |
| Ao             | พื้นที่ทางออกของช่องเปิด, m <sup>2</sup>  |            | ของ ACW - SC, °C  |
| ACW - SC       | ปล่องผนังคอนกรีตมวลเบาการระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ (Aerated Concrete Wall Solar Chimneys) | Two        | =   |
| C              | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิบนผนังชั้นใน  |            | (G1+G2+G3+G4+G5+G6)/6                                   |
| C <sub>D</sub> | สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของช่องเปิด   | Two        |   |
| f              | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิของอากาศภายในปล่องผนัง ACW-SC   | Twi        | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิบนผนังชั้นในของ ACW - SC, °C          |
| G              | ตำแหน่งวัดอุณหภูมิบนกระจกใต<br>ชั้นนอก  |            | Twi = (C1+C2+C3+C4+C5+C6)/6                             |
| g              | ค่าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (9.81 m/s <sup>2</sup> )                                | Tair grill | อุณหภูมิอากาศที่ทางเข้าบ้าน, °C                         |
| Q              | อัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศภายในช่องว่าง, m <sup>3</sup> /s                              | Tamb       | อุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม, °C                            |
| Home 1         | บ้านจำลองที่ติดตั้งผนังทั่วไป   | Tr = Troom | อุณหภูมิอากาศภายในบ้านจำลอง, °C                         |
| Home 2         | บ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องผนัง ACW-SC   | Tmiddle    | อุณหภูมิอากาศตรงกลางระหว่างช่องว่างปล่องผนัง ACW-SC, °C |
| h              | ความสูงของปล่องผนัง ACW-SC, m   | Tin = Ti   | อุณหภูมิอากาศทางเข้าของปล่องผนัง ACW-SC, °C             |
| Tb             | อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในปล่องผนัง ACW-SC, °C  | Tout = To  | อุณหภูมิอากาศทางออกของปล่องผนัง ACW-SC, °C              |
| Tw             | อุณหภูมิผิวของผนังทั่วไป, °C  | SW         | ผนังทั่วไป (Simple concrete Wall)                       |
|                | Tw = (C1+C2+C3+C4+C5+C6)/6  | Tamb,db    | อุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมกระเปาะแห้ง, °C                 |
|                |   | Tamb,wb    | อุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมกระเปาะเปียก, °C                |