



การระบายอากาศตามธรรมชาติของบ้านด้วยปล่องหลังคาคอนกรีต  
มวลเบาอบไอน้ำระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ของบ้าน  
จำลองภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร  
Natural Ventilation of Houses by a Roof Autoclaved  
Aerated Concrete Solar Chimney Under Hot Humid  
Climate of Bangkok

ปรีดา จันทร์ทงษ์<sup>1</sup> บวร อิศรางกูร ณ อยุธยา<sup>2</sup> และ โยธิน อึ้งกุล<sup>3</sup>

#### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบทดสอบระหว่างปล่องหลังคาคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำระบายอากาศแบบธรรมชาติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (RCSC) กับหลังคาทั่วไป (SRC) การออกแบบปล่องหลังคา RCSC หลังคาชั้นนอกเป็นกระเบื้อง CPAC Monia สีแดงและกระเบื้องใสมีความหนาประมาณ 0.015 m มีช่องว่างประมาณ 0.01 m และหลังคาชั้นในเป็นแผ่นคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำ มีความหนาประมาณ 0.07 m ทาสีดำด้านบนจะช่วยให้มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติ ปล่องหลังคา RCSC มีขนาดพื้นที่ 0.70 m<sup>2</sup> และช่องเปิดด้านล่างอยู่ภายในบ้าน มีขนาด 0.10 x 0.4 m<sup>2</sup> และช่องเปิดด้านบนอยู่ภายนอกมีขนาด 0.15 x 0.60 m<sup>2</sup> สำหรับปล่องหลังคาคอนกรีตระบาย RCSC จะทำการติดตั้งอยู่บนหลังคาทางด้านทิศใต้ของบ้านจำลองทั้งสองหลังที่มีขนาดเท่ากัน โดยบ้านจำลองมีขนาดปริมาตรเท่ากับ 4.05 m<sup>3</sup> เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะของบ้านระหว่างบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC กับบ้านที่ติดตั้ง SRC ที่มีผลต่อการลดการสะสมความร้อนภายในห้องใต้หลังคาของบ้านจำลอง ผลการศึกษาทดลอง พบว่าบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC มีอุณหภูมิภายในห้องต่ำกว่า อุณหภูมิของบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาเข้าสู่บ้านทางด้านทิศใต้จะลดลง และช่วยระบายอากาศภายในห้อง ทำให้มีการไหลเวียนของอากาศภายในบ้านดีขึ้นปล่องหลังคา RCSC จึงเป็นการเปลี่ยนแปลง ส่งเสริมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการอนุรักษ์พลังงาน และรักษาสิ่งแวดล้อม

<sup>1</sup> ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800

<sup>2</sup> ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุงเทพมหานคร 10120

<sup>3</sup> ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร 10600

\* Corresponding Author, E- Mail: cpreda@yahoo.com, borvorn@excite.com, yothisu@yahoo.com

## ABSTRACT

This paper reports experimental comparative study between a Roof Autoclaved Aerated Concrete Solar Chimney (RCSC) and Simple Roof Concrete (SRC). The RCSC design used CPAC Monier concrete in dark red colour and transparent tiles on the outer side were 0.015 m thickness, 0.01 m air gap, and Autoclaved Aerated concrete panes was 0.07 m. and painted black colour to induce the highest natural ventilation rate. Its dimensions were 0.70 m<sup>2</sup> of area, and size of openings was 0.10 x 0.4 m<sup>2</sup> and 0.15 x 0.60 m<sup>2</sup>, openings were located at the bottom (room side) and at the top (ambient side). The RCSC was installed at the south façade of two small houses with the same dimension, small houses has a volume of 4.05 m<sup>3</sup>. Then, the performance comparison between RCSC and SRC for reducing thermal heat gain the ceiling, using another small house model, was studied. The experimental results revealed that indoor temperature of RCSC room was lower than that of the SRC room. This ventilation reduced heat gain admitted through the south roof considerably. The RCSC is expected to promote solar energy use, save cooling energy, and protect environment.

**คำสำคัญ:** ปล่องหลังคาคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำระบายอากาศแบบธรรมชาติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ การระบายอากาศแบบธรรมชาติ สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย

**Keywords:** Roof Autoclaved Aerated Concrete Solar Chimney, Natural Ventilation, Hot Humid Climate of Thailand

## บทนำ

เนื่องจากหลังคาเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของบ้านการออกแบบหลังคาของบ้านที่พักอาศัย ปัจจุบันนี้จะเน้นรูปแบบทันสมัย ความสวยงาม ทำให้มีความรู้สึกที่ดีต่อผู้พบเห็นและบรรยากาศที่น่าอยู่อาศัย รูปทรงของหลังคาบ้านที่สร้างขึ้นโดยทั่วไปตามหมู่บ้านจัดสรรมีสามแบบ คือ แบบแรกเป็นหลังคาทรงจั่วสามเหลี่ยม แบบที่สองเป็นหลังคาทรงปั้นหยา แบบที่สามเป็นหลังคาทรงสี่เหลี่ยม หรือ หลังคาโค้ง คุณสมบัติที่ดีของหลังคา คือ ทำหน้าที่ป้องกันฝน และช่วยป้องกันแสงแดดส่องเข้าสู่ภายใน หรือความร้อนโดยตรงจากความเข้มแสงรังสีอาทิตย์ (รังสีคลื่นสั้น) ช่วงเวลากลางวันเข้าสู่ภายในบ้านข้อเสียของหลังคา คือ ไม่สามารถป้องกันรังสีคลื่นยาวที่เกิดจาก ความเข้มของรังสีอาทิตย์ที่มากตกกระทบบนผิวกระเบื้องหลังคา ทำให้เกิดการสะสมความร้อนและ

ถ่ายเทความร้อนผ่านโครงสร้างหลังคาเข้าสู่ภายในบ้าน โดยการนำความร้อนการพา การแผ่ความร้อนให้กับวัตถุและอากาศ เกิดการสะสมความร้อน จึงทำให้อุณหภูมิภายในบ้านสูงกว่าสิ่งแวดล้อม (Michels et al., 2008) และสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้น ซึ่งมีสภาพอากาศร้อนสลับฝนตลอดปี (Khedari et al, 2001) ก่อให้เกิดปัญหาความร้อนที่สะสมในบ้านหรืออาคารสมัยใหม่ ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญต่อความรู้สึกสบายของผู้พักอาศัย ดังนั้นการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ จะใช้เครื่องปรับอากาศทางกลเพื่อลดอุณหภูมิภายในเกิดภาวะความสบายทางความร้อน ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นภายในบ้านพักอาศัยหรืออาคาร กล่าวคือ การปรับอากาศ 60% แสงสว่าง 20% และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ 20 % (Chirarattananon et al., 2002) จึงได้มีการศึกษาปัญหาเรื่องการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่

ภายในบ้านหรืออาคารที่พักอาศัยเพื่อศึกษาหาวิธีการลดค่าความร้อนที่เข้าสู่ภายในบ้าน และการประหยัดพลังงานจากการใช้เครื่องปรับอากาศกันอย่างแพร่หลายทั้งในและต่างประเทศ ได้มีการทำการศึกษาผลกระทบของสื่อกะเบื้องหลังคาที่มีผลต่อการดูดกลืนความร้อน โดย Levinson et al., 2007 จากริงส์อิทธิพลที่ตกกระทบบนผิวเกิดการสะสมความร้อนและถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้าน ผลจากการศึกษาสมบัติทางความร้อนและการทดลอง พบว่า วัสดุชนิดเดียวกันที่มีสีเข้มจะดูดกลืนรังสีอาทิตย์ได้มากจึงทำให้เกิดสะสมความร้อน และถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านมากกว่าสีอ่อน ต่อมาได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนจากห้องใต้หลังคาโดย Ogoli, 2003 จากการศึกษาทดลองพบว่า การติดตั้งฉนวนแบบแบนราบ ช่วยลดอุณหภูมิภายในบ้าน แต่อุณหภูมิภายในห้องใต้หลังคายังสูงตามปกติ ต่อมา Hendron et al., 2004 ได้ศึกษาหลังคาระบายอากาศห้องใต้หลังคา เพื่อลดอุณหภูมิอากาศ

ภายในห้องใต้หลังคาของบ้านโดยใช้ลูกหมุนระบายความร้อนออกจากห้องใต้หลังคาต่อมาได้มีการศึกษาทดลองสร้างหลังคาระบายอากาศด้วยธรรมชาติ โดย Khedari et al., 1997, 2000 และ Waewsak et al., 2003 หลังคาที่มีลักษณะเป็นหลังคา 2 ชั้นประกอบด้วยหลังคาด้านบน ช่องว่างอากาศและแผ่นปิดด้านล่าง โดยหลังคาด้านบนจะใช้วัสดุ 3 ชนิด คือ กระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) แผ่นกระเบื้องลอนคู่แอสเบสทอส (Asbestos Undulationg Sheet) และสังกะสี (Small Undulationg Zinc Sheet) ส่วนแผ่นปิดด้านล่างใช้วัสดุ 2 ชนิด คือ แผ่นยิปซัม (Gypsum Board) และไม้ (Plywood) โดยบางแผ่นจะติดตั้งลูมิเนียมพอยล์ที่ด้านสัมผัสกับช่องว่างอากาศ จากการศึกษาทดลอง พบว่า วัสดุที่เหมาะสมสำหรับหลังคาที่ใช้เป็นตัวรับรังสีอาทิตย์ประกอบด้วยหลังคาด้านบนเป็นกระเบื้องซีแพคโมเนียสีเข้ม ส่วนแผ่นปิดด้านล่าง เป็นแผ่นยิปซัม



รูปที่ 1 บ้านจำลองที่ติดหลังคาทั่วไปที่ใช้ในการทดลอง (ปริดา จันทวงษ์, 2552)



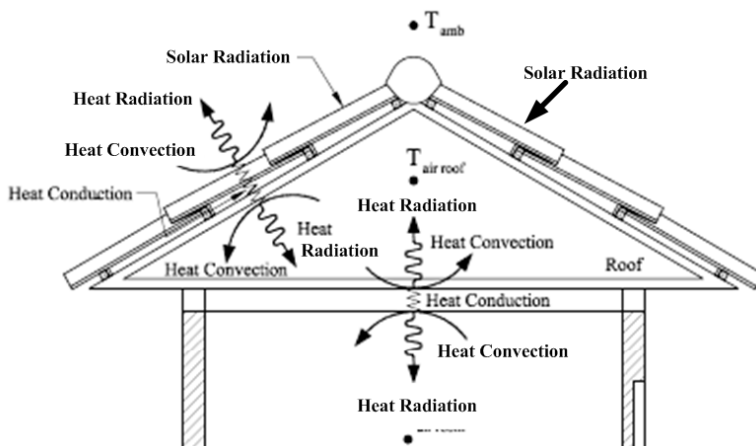
รูปที่ 2 บ้านจำลองที่ติดปล่องหลังคาคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำระบายอากาศ (RCSC) ที่ใช้ในการทดลอง (ปริดา จันทวงษ์, 2552)

สำหรับงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านจำลองระหว่างบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคาคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Roof Autoclaved Aerated Concrete Solar Chimneys: RCSC) และบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (Simple Roof Concrete: SRC) ที่มีผลต่อการลดการสะสมความร้อนภายในบ้านพักอาศัย และได้ทำการศึกษาวิจัยพัฒนาต่อเนื่องจากงานวิจัยของ Khedari et al., 1997, 2000 และ Waewsak et al., 2003 จะทำการทดสอบที่บ้านจำลองทั้งสองหลังมีขนาดเท่ากันและปริมาตรเท่ากับ  $4.05 \text{ m}^3$  (รูปที่ 1 และรูปที่ 2) โดยทำการศึกษาทดสอบภายใต้สภาวะอากาศปกติสองกรณี คือ กรณีแรกทดสอบโดย ปิดเครื่องปรับอากาศ จากผลทดลองภายในวันที่ 18 มีนาคม 2553 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่างๆ ของบ้านจำลองทั้งสองหลังที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC และหลังคาทั่วไป (SRC) เฉพาะด้านทิศใต้ เช่น อุณหภูมิบนปล่องหลังคา อุณหภูมิอากาศภายในปล่องหลังคา RCSC อุณหภูมิบนหลังคาทั่วไป อุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคา และภายในบ้าน อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ความร้อนไหลผ่านหลังคา ความเร็วลมภายใน ภายนอกของบ้านทดสอบทั้งสองหลัง ความเร็วลมของปล่องหลังคา RCSC และความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ กรณีที่สองทดสอบโดยเปิดเครื่องปรับอากาศ จากผลทดลองภายในวันที่ 16 มีนาคม 2553 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศจากบ้านทดสอบทั้งสองหลัง

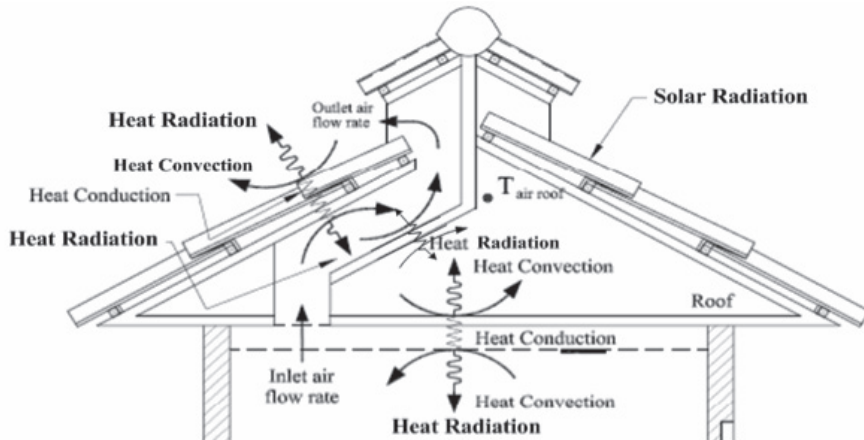
## ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ทฤษฎีการถ่ายความร้อนผ่านหลังคาเข้าสู่ภายในบ้านพักอาศัย

การถ่ายความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารหรือบ้านพักอาศัย (Michels et al., 2002), (Khedari et al., 1997, 2000, Waewsak et al., 2003, ปรีดา จันทวงษ์, 2552) การถ่ายเทความร้อนโดยมีแหล่งความร้อนที่สำคัญเกิดจาก การแผ่รังสีอาทิตย์ของดวงอาทิตย์ ซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้และรวมทั้งจากอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ หลักการถ่ายเทความร้อนภายในบ้านพักอาศัยในช่วงเวลากลางวัน ดวงอาทิตย์จะแผ่รังสีอาทิตย์มาตกกระทบบนผิวรั้งคานบ้านและสะท้อนรังสีอาทิตย์บางส่วนถูกดูดกลืนโดยหลังคาอีกทั้งยังแผ่เข้าสู่ตัวบ้าน ช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิที่ผิวหลังคาสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกและภายในบ้าน ดังนั้นจึงเกิดการพาความร้อนที่ผิวหลังคาไปสู่อากาศภายนอกและความร้อนที่สะสมที่ตัวหลังคาจะเกิดการนำความร้อนในเนื้อวัสดุที่ใช้ทำหลังคา ทำให้ความร้อนเคลื่อนที่จากผิวหลังคาด้านนอกสู่ผิวด้านใน และเกิดการพาความร้อนระหว่างอากาศใต้หลังคากับผิวหลังคาด้านใน ทำให้อากาศบริเวณนี้ร้อนขึ้น สิ่งที่เกิดต่อมาคือการพาความร้อนระหว่างอากาศใต้หลังคาและเพดานเกิดการนำความร้อนขึ้นภายในเนื้อวัสดุที่ใช้ทำฝ้าเพดานทำให้ความร้อนเคลื่อนตัวสู่เพดานด้านใน จากเพดานจะเกิดการพาความร้อนระหว่างอากาศภายในบ้านกับเพดานเป็นผลให้อุณหภูมิภายในบ้านสูงขึ้น (ดังรูปที่ 3)



รูปที่ 3. ลักษณะการถ่ายความร้อนผ่านหลังคาเข้าสู่ภายในบ้านพักอาศัยทั่วไป (Michels et al., 2008)(Khedari et al., 1997, 2000, Waewsak et al., 2003, ปรีดา จันทวงษ์, 2552)



รูปที่ 4. ลักษณะการถ่ายความร้อนผ่านหลังคาของบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC (Michels et al., 2008), (Khedari et al., 1997, 2000, Weawsak et al., 2003, ปรีดา จันทรวงษ์, 2552)

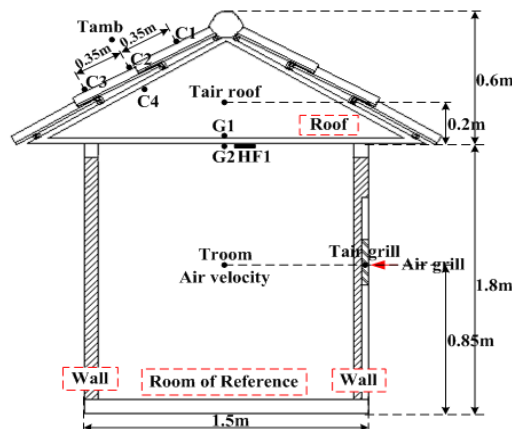
**2.2 ทฤษฎีของปล่องหลังคาคอนกรีตมวลเบา  
อบไอน้ำระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์**

การระบายอากาศแบบธรรมชาติของปล่องหลังคาคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Khedari et al., 1997, 2000, Waewsak et al., 2003, ปรีดา จันทรวงษ์) มีหลักการดังนี้เมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบหลังคาทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่ผิวและถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาเข้าภายในช่องว่างระหว่างหลังคา ทำให้อุณหภูมิภายในช่องว่างของหลังคาสองชั้นสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในบ้านพักอาศัย จึงเกิดการเหนี่ยวนำของอากาศภายในช่องว่างหลังคาสองชั้น ก่อให้เกิดการระบายอากาศแบบธรรมชาติภายในบ้านพักอาศัย ช่วยระบายอากาศจากภายในบ้านและห้องใต้หลังคาออกสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้อุณหภูมิ

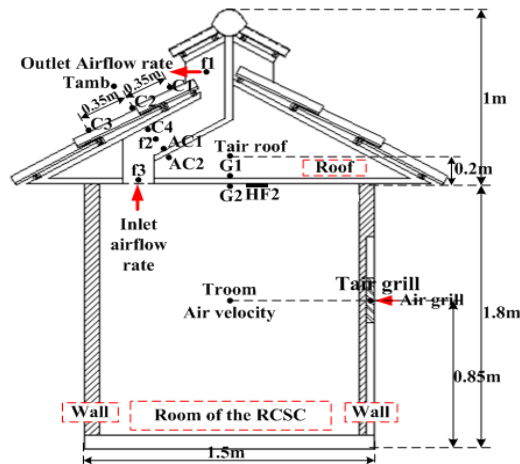
ของอากาศภายในห้องใต้หลังคาและอุณหภูมิอากาศบ้านลดลง เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในบ้านดีขึ้น (ดังแสดงในรูปที่ 4)

**อุปกรณ์และวิธีการทดลอง**

บ้านจำลองสร้าง ณ บริเวณชั้นดาดฟ้าอาคาร 63 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านจำลองเฉพาะบนหลังคาของบ้านจำลองด้านทิศใต้ระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคาคอนกรีตระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (RCSC) และบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (SRC) บ้านจำลองทั้งสองหลังมีขนาดเท่ากันและมีปริมาตรเท่ากับ 4.05 m<sup>3</sup> (ปรีดา จันทรวงษ์, 2552)



รูปที่ 5 การติดตั้งเครื่องมือวัดของบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (ปรีดา จันทรวงษ์, 2552)



รูปที่ 6 การติดตั้งเครื่องมือวัดของบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC (ปริศา จันทวงษ์, 2552)

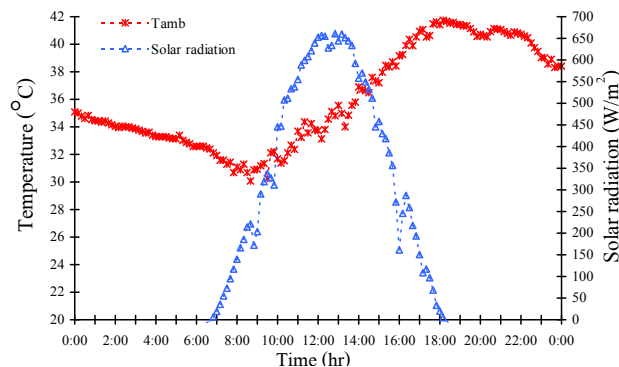
ทดสอบภายใต้สภาวะอากาศปกติ ปล่องหลังคา RCSC มีขนาดความยาว 1.0 m ความกว้าง 0.70 m โดยลักษณะโครงสร้างประกอบด้วย หลังคาชั้นนอกเป็นกระเบื้อง CPAC Monia สีแดงและกระเบื้องใสมีความหนาประมาณ 0.015 m หลังคาชั้นในเป็นแผ่นคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำ มีความหนาประมาณ 0.07 m ปล่องหลังคา มีช่องว่างประมาณ 0.01 m และช่องเปิดด้านล่างอยู่ภายในบ้านมีขนาด  $0.15 \times 0.60 \text{ m}^2$  และ ช่องเปิดด้านบนอยู่ภายนอกมีขนาด  $0.10 \times 0.4 \text{ m}^2$  และหลังคาทั่วไป (SRC) มีโครงสร้างเป็นกระเบื้อง CPAC สีแดงปูด้วยแผ่นอลูมิเนียมพอยด์สะท้อนความร้อน ฝ้าเพดานเป็นยิปซัม มีความหนา 0.001 m โดยทำการปล่องหลังคา RCSC และหลังคาทั่วไป (SRC) ติดตั้งอยู่บนหลังคาทางด้านทิศใต้ของบ้านจำลอง ทำมุมเอียง 30 องศา และ บ้านสำหรับทดสอบมีโครงสร้างประกอบด้วย ผนังมวลเบาฉาบปูนด้านนอก ทั้ง 4 ด้าน และบนผนังทาสีภายนอก (สีขาว) มีขนาดพื้นที่ของผนังแต่ละด้านเท่ากับ  $1.5 \text{ m} \times 1.8 \text{ m}$  ความหนา 0.10 m บ้านจำลองมีประตูพลาสติก PVC ขนาด  $1.5 \text{ m} \times 0.75 \text{ m}$  หนา 0.035 m ติดตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออก และมีหน้าต่างเป็นกระจกใส ขนาด  $0.5 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$  หนา 0.006 m ติดตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตก และ ทำการติดตั้งจุดวัดค่าอุณหภูมิโดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K (ค่าความคาดเคลื่อน

$\pm 0.5$ ) วัดอุณหภูมิตามจุดต่างๆ ของบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป การติดตั้งจุดวัดค่าอุณหภูมิบนหลังคา ด้านทิศใต้บ้านจำนวน 4 จุด (C1, C2, C3, C4) และ ฝ้าเพดานเป็นยิปซัมจำนวน 2 จุด (G1, G2) อุณหภูมิอากาศภายในบ้านและภายในห้องใต้หลังคาจำนวน 2 จุด ( $T_{\text{room}}$ ,  $T_{\text{air roof}}$ ) อุณหภูมิอากาศตรงบานเกล็ดของประตูบ้านจำนวน 1 จุด ( $T_{\text{air grill}}$ ) และบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC ทำการติดตั้งจุดวัดค่าอุณหภูมิบนหลังคาชั้นนอกทั้งภายในและภายนอกอุณหภูมิอากาศภายในช่องว่างอากาศ หลังคาชั้นในทั้งภายใน และ ภายนอก จำนวน 9 จุด (C1, C2, C3, C4, f1, f2, f3, AC1, AC2) และฝ้าเพดานเป็นยิปซัมจำนวน 2 จุด (G1, G2) อุณหภูมิอากาศภายในบ้าน และภายในห้องใต้หลังคาจำนวน 2 จุด ( $T_{\text{room}}$ ,  $T_{\text{air roof}}$ ) อุณหภูมิอากาศที่บานเกล็ดของประตูบ้านจำนวน 1 จุด ( $T_{\text{air grill}}$ ) อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม จำนวน 1 จุด ( $T_{\text{amb}}$ ) วัดค่าความร้อนไหลผ่านหลังคาด้านทิศใต้ของบ้านจำลองทั้งสองหลัง 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 และความเข้มแสงของ

รังสีอาทิตย์ จะถูกบันทึกในเครื่องบันทึกข้อมูล (Data recorder) ยี่ห้อ Hioki รุ่น 8422-51 (ค่าความคาดเคลื่อน  $\pm 0.8\%$ ) วัดความเร็วลมของปล่องหลังคา RCSC ความเร็วลมภายในและภายนอกบ้านจำนวน 3 จุด โดยใช้เครื่องวัด Hot wire anemometer (รุ่น Testo 454 ช่วงการวัด 0 ถึง 50 m/s ความคาดเคลื่อน  $\pm 5\%$ ) ทำการเก็บข้อมูล อุณหภูมิของหลังคา อุณหภูมิอากาศภายในปล่องหลังคา RCSC อุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคาและภายในบ้าน อุณหภูมิอากาศตรงบานเกล็ดของประตูบ้าน และอุณหภูมิแวดล้อม ความเร็วลมของปล่องหลังคา RCSC ความเร็วลมภายในและภายนอกบ้าน ความร้อนผ่านหลังคา ด้านทิศใต้ของบ้านจำลองทั้งสองหลัง และความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดดังแสดงในรูปที่ 5-6 ทำการเก็บบันทึกข้อมูลทุก 10 นาที ตลอด 24 ชั่วโมง

### ผลการทดลอง

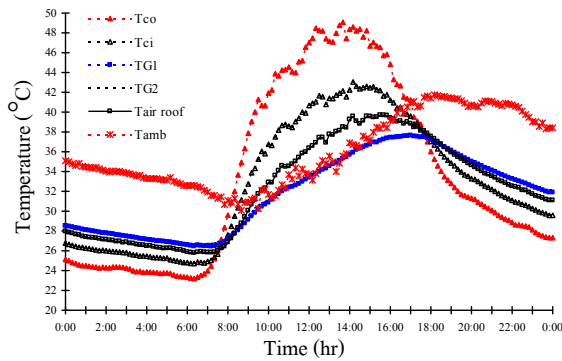
การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ แสดงดังรูปที่ 7 จากช่วงเวลา 7:00-12:00 น. พบว่า อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความเข้มของรังสีอาทิตย์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และจากช่วงเวลา 12:30 -18:00 น. ภายในบริเวณที่ทำการทดสอบบ้านจำลองทั้งสองหลัง จะพบว่า ค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ลดลง และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น เนื่องจากเกิดการคายตัว หรือความร้อนที่สะสมของวัตถุ ที่เกิดจากความชื้นของฝนที่ตกภายในบริเวณทดสอบ ส่งผลให้อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น และลดลงตามลำดับตลอดเวลา 24 ชั่วโมง จะมีค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ 30 - 42°C และมีค่าความเข้มแสงรังสีอาทิตย์ประมาณ 700 W/m<sup>2</sup>



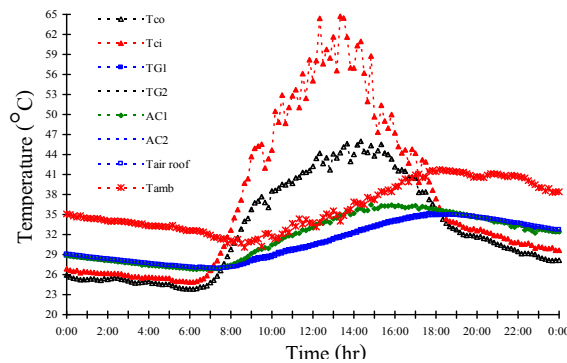
รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์

จากรูปที่ 8-11 ผลการเปลี่ยนแปลงรายชั่วโมงของอุณหภูมิภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป SRC (Home1) อุณหภูมิเฉลี่ยบนหลังคาด้านบนและด้านล่าง ( $T_{co}$ ,  $T_{cl}$ ) อุณหภูมิบนฝ้าเพดานด้านบน และด้านล่าง (TG1, TG2) อุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคา ( $T_{air\ roof}$ ) อุณหภูมิอากาศภายในห้องของบ้านจำลอง ( $T_{room}$ ) อุณหภูมิอากาศตรงบานเกล็ดของประตูบ้าน ( $T_{air\ grill}$ ) และอุณหภูมิภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา

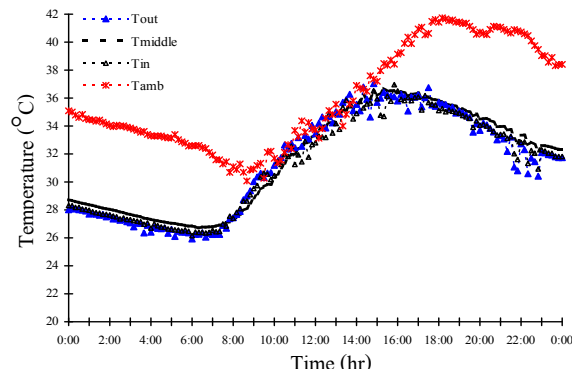
RCSC (Home2) อุณหภูมิบนหลังคาชั้นนอกทั้งภายในและภายนอก ( $T_{co}$ ,  $T_{cl}$ ) อุณหภูมิบนหลังคาชั้นในทั้งภายในและภายนอก (AC1, AC2) อุณหภูมิอากาศภายในช่องว่างอากาศ ( $T_{in}$ ,  $T_{middle}$ ,  $T_{out}$ ) อุณหภูมิบนฝ้าเพดานด้านบนและด้านล่าง (TG1, TG2) อุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคา ( $T_{air\ roof}$ ) อุณหภูมิอากาศภายในห้องของบ้านจำลอง ( $T_{room}$ ) อุณหภูมิอากาศที่บานเกล็ดของประตูบ้าน ( $T_{air\ grill}$ ) และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ( $T_{amb}$ )



รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป



รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC



รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในปล่องหลังคา RCSC

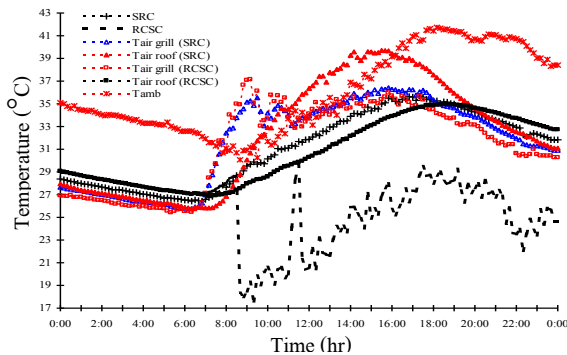
ผลการทดลองตั้งแต่ช่วงเวลา 00:00–00:00 น. ของปล่องหลังคา RCSC (รูปที่ 9-10) พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยบนหลังคาด้านในประมาณ 65°C สูงกว่าหลังคาด้านนอกประมาณ 1-18°C และในช่วงเวลา 8.00-18:30น. บ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC จะมีอุณหภูมิ

อากาศภายในบ้านต่ำกว่าบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไปประมาณ 1-6°C จากรูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในปล่องหลังคา RCSC จากช่วงเวลา 00:00–00:00 น. จะพบว่าอุณหภูมิอากาศภายในปล่องหลังคา RCSC ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม และส่งผลทำให้

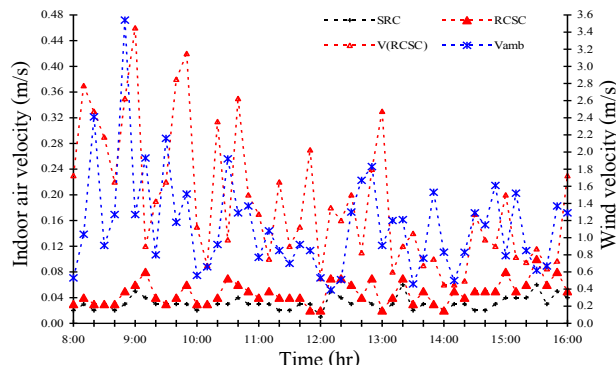


อุณหภูมิอากาศภายในบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC ต่ำกว่า บ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป เนื่องจากบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป เกิดการสะสมความร้อนภายในห้องใต้หลังคาและภายในห้องของบ้านสูงมาก ซึ่งไม่สามารถระบายอากาศออกสู่ภายนอกได้ อีกทั้งอุณหภูมิอากาศภายในช่องว่างปล่องหลังคา RCSC มีค่าใกล้เคียงกับ

อุณหภูมิอากาศภายในห้อง และต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมตลอดทั้งวัน ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึง สมรรถนะของการระบายอากาศแบบพาธรรมชาติด้วยระบบ RCSC ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในห้องได้ดีกว่า บ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (ดังแสดงรูปที่ 11)



รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศภายในของบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไปกับบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC



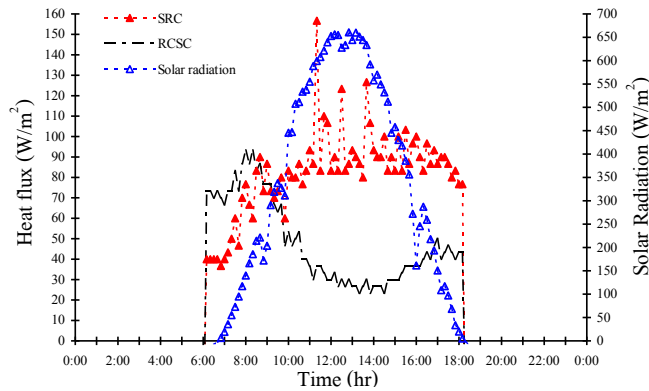
รูปที่ 12 การเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมภายในของบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไปกับบ้านจำลองที่ติดตั้ง RCSC

รูปที่ 12 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมภายในของบ้านจำลองทั้งสองหลัง จากการศึกษาทดสอบตลอดช่วงเวลา 8:00 – 16:00 น. พบว่าห้องที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC มีการระบายอากาศภายในห้องประมาณ 0.02-0.46 m/s จะสูงกว่าห้องที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป ซึ่งจะมีการระบายอากาศภายในห้องประมาณ 0.01-0.04 m/s ความเร็วลมภายนอกประมาณ

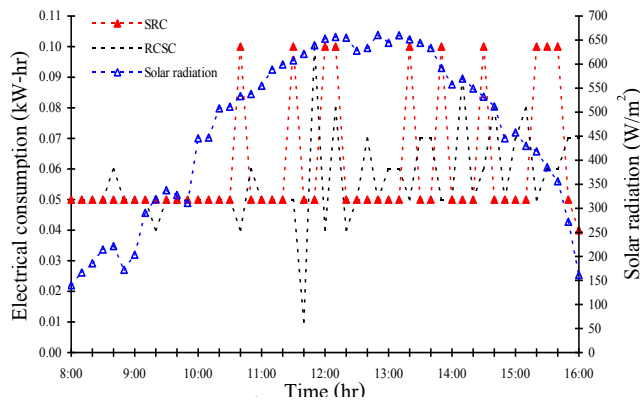
0.4-3.5 m/s ซึ่งจะแสดงให้เห็นได้ว่าปล่องหลังคา RCSC สามารถระบายอากาศได้ ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในห้องของบ้านทดสอบ และ ผลเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาของบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC และบ้านจำลองติดตั้งหลังคาทั่วไปจากรูปที่ 13 พบว่า บ้านพักอาศัยที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC มีค่าการนำความร้อนผ่าน

หลังคาต่ำกว่า บ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปล่องหลังคา RCSC สามารถลดความร้อนผ่านหลังคาเข้าสู่ตัวบ้านได้ดีกว่าหลังคาทั่วไปประมาณร้อยละ 44 และผลการเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไปกับปล่องหลังคา RCSC (จากรูปที่ 14) จะพบว่าบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (SRC) จะมีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากกว่าปล่องหลังคา RCSC เนื่องจากบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป จะมีการสะสมความร้อนภายในส่งผลทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักมากและไม่มี

การระบายความร้อนออกสู่ภายนอก แต่สำหรับบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศได้ร้อยละ 6.8 เมื่อเทียบกับหลังคาทั่วไป และปล่องหลังคา RCSC เป็นระบบที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ส่งผลให้อุณหภูมิภายในบ้านลดลง ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศ ดังนั้นผลจากทดลองนี้จะแสดงให้เห็นได้ว่าปล่องหลังคา RCSC สามารถใช้งานได้จริง และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการใช้งาน



รูปที่ 13 ผลเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาของบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไปกับบ้านจำลองที่ติดตั้ง RCSC



รูปที่ 14 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไปกับปล่องหลังคา RCSC (วันที่ 16 มีนาคม 2553)

### สัญลักษณ์และคำย่อ

AC1, AC2, $T_{air\ grill}$	อุณหภูมิบนหลังคาชั้นในทั้งภายใน, บนหลังคาชั้นในทั้งภายนอก, อากาศตรงบนเกล็ดของประตูบ้าน
$T_{amb}$ , $T_{air\ roof}$	อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม, อากาศภายในห้องใต้หลังคา
Tco, Tci, TG1, TG2	อุณหภูมิเฉลี่ย บนหลังคาด้านบนและด้านล่าง, ฝ้าเพดานด้านบนและด้านล่าง
$T_{in}$ , $T_{middle}$ , $T_{out}$	อุณหภูมิอากาศภายในช่องว่างอากาศตรงทางเข้า ตรงกลางปล่องและตรงทางออก
SRC, RCSC	หลังคาทั่วไป และปล่องหลังคาคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

### สรุป

งานวิจัยนี้ทำการศึกษเปรียบเทียบสมรรถนะการป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านจำลองระหว่างบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC และบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (SRC) ที่มีผลต่อการลดการสะสมความร้อนภายในบ้านพักอาศัย จากศึกษาทดลอง พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยบนหลังคา อุณหภูมิอากาศภายในบ้าน และห้องใต้หลังคา ค่าความร้อนใต้หลังคาของบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป จะมีค่าสูงกว่าบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC และปล่องหลังคา RCSC ช่วยระบายอากาศจากภายในบ้านสู่สิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น ส่งผลให้เกิดสภาวะความสบายต่อผู้พักอาศัยจะช่วยประหยัดพลังงาน และลดปัญหาสิ่งแวดล้อม

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนเพื่อการส่งเสริมงานวิจัยในลักษณะนักวิจัยใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2552 วิทยาลัยเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

### เอกสารอ้างอิง

Chirattananon, S., et al, (2002). Daylight availability and models for global and diffuse horizontal illuminance and irradiance for Bangkok. Journal of Renewable Energy Vol. 26, pp.69-89.

Hendron, R., et al, (2004). Thermal performance of unvented attic in hot-dry climates: Results from building America. Transactions of the ASME, 126, May 2004, pp.732-737.

Khedari, J., et al, (1997). Experimental study of a roof solar collector towards the natural ventilation of new houses, Journal of Energy and Buildings, Vol. 26, pp. 159-164.

Khedari, J., et al, (2001), Thailand climatic zones, Journal of Renewable Energy, Vol. 25, pp.267-280.

Levinson, R., et al, (2007). Cool tile-roofed buildings with near-infrared-reflective non-white coatings. Journal of Building and Environment, Vol. 42, pp. 2591-2605.

Michels, C., et al, (2008). Evaluation of heat flux reduction provided by the use of radiant barriers in clay tile roofs, Journal of Energy and Buildings, Vol. 40, pp. 445-451.

Ogoli, D, M, (2003). Predicting indoor temperatures in closed building with high thermal mass. Journal of Energy and Buildings, Vol. 35, pp. 99-108.

Khedari, J., et al, (2000). Field measurements of performance of roof solar collector, *Journal of Energy and Buildings*, Vol. 31, pp. 171-178.

Waewsak, J., et al, (2003). Performance evaluation of the BSRC multi-purpose bioclimatic roof. *Journal of Building and Environment*, Vol. 31, pp. 171-178.

ปรีดา จันทวงษ์ (2552) การศึกษาทดสอบสมรรถนะทางความร้อนของปล่องหลังคาคอนกรีตระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ของบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของ

ประเทศไทย ทูลส่งเสริมงานวิจัยในลักษณะนักวิจัยรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2552 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปรีดา จันทวงษ์ (2552) การศึกษาทดสอบสมรรถนะทางความร้อนของปล่องผนังคอนกรีตมวลเบาระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 เล่มที่ 18 มกราคม- มิถุนายน 2552. หน้าที่ 1-14.