

**การศึกษาปล่องหลังคาคอนกรีตระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
ของบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย**
**Study of Roof Concrete Solar Chimney of House Model
Under Hot Humid Climate of Thailand**

ปริดา จันทวงษ์¹ โยธิน อึ้งกุล² และ บวร อิศรางกูร ณ อยุธยา³

Preeda Chantawong¹ Yothin Ungkoon² and Bovorn Israngkoon Na Ayudya³

¹ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

²สาขาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

³ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบทดสอบระหว่างปล่องหลังคาคอนกรีตระบายอากาศแบบธรรมชาติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (RCSC) กับหลังคาทั่วไป (SRC) โดยติดตั้งอยู่บนหลังคาทางด้านทิศใต้ของบ้านจำลองทั้งสองหลังที่มีขนาดเท่ากัน โดยบ้านจำลองมีขนาดปริมาตรเท่ากับ 4.05 m³ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะของบ้านระหว่างบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC กับบ้านที่ติดตั้ง SRC ที่มีผลต่อการลดการสะสมความร้อนภายในห้องใต้หลังคาของบ้านจำลอง ผลการศึกษาทดลอง พบว่าบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC มีอุณหภูมิภายในห้องต่ำกว่า อุณหภูมิของบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไปประมาณ 4 - 7°C ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาเข้าสู่บ้านทางด้านทิศใต้จะลดลง และช่วยระบายอากาศภายในห้อง ทำให้มีการไหลเวียนของอากาศภายในบ้านดีขึ้น ปล่องหลังคา RCSC จึงเป็นการเปลี่ยนแปลง ส่งเสริม การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ใน การอนุรักษ์พลังงานและ ช่วยรักษาสีเขียว

คำสำคัญ: การถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา, ปล่องหลังคาคอนกรีตระบายอากาศแบบธรรมชาติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์, สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย, อุณหภูมิอากาศภายใน, การระบายอากาศแบบธรรมชาติ

Abstract

This paper reports experimental comparative study between a Roof Concrete Solar Chimney (RCSC) and Simple Roof Concrete (SRC). RCSC and SRC were installed at the south façade of two small houses with the same dimension of 4.05 m³ volume. A performance comparison was conducted

between RCSC and SRC on their ability to reduce heat gain in the attic. The experimental results revealed that the indoor temperature of RCSC room was 4 - 7°C 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 the environment.

Keywords : Heat flux of roof, Roof Concrete Solar Chimney, Hot Humid Climate of Thailand, Indoor Air, Natural Ventilation

1. บทนำ

หลังคาเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของบ้าน การออกแบบหลังคาของบ้านที่พักอาศัย ปัจจุบันนี้ จะเน้นรูปแบบทันสมัย สวยงาม ทำให้มีความรู้สึกที่ดีต่อผู้พบเห็นและบรรยากาศที่น่าอยู่อาศัยรูปทรงของหลังคาบ้านที่สร้างขึ้นโดยทั่วไป ตามหมู่บ้านจัดสรรมี สามแบบ คือ แบบแรกเป็นหลังคาทรงจั่วสามเหลี่ยม แบบที่สองเป็นหลังคาทรงปั้นหยา แบบที่สามเป็นหลังคาทรงสี่เหลี่ยม หรือ หลังคาโค้ง คุณสมบัติที่ดีของหลังคา คือ ทำหน้าที่ ป้องกันฝน และช่วยป้องกันแสงแดดส่องเข้าสู่ภายใน หรือ ความร้อนโดยตรงจากความเข้มแสงรังสีอาทิตย์ (รังสีคลื่นสั้น) ช่วงเวลากลางวันเข้าสู่ภายในบ้าน ข้อเสียของหลังคา คือ ไม่สามารถป้องกันรังสีคลื่นยาวที่เกิดจาก ความเข้มของรังสีอาทิตย์ที่มาตกกระทบบนผิวกระเบื้องหลังคา ทำให้เกิดการสะสมความร้อน และ ถ่ายเทความร้อนผ่านโครงสร้างหลังคาเข้าสู่ภายในบ้านโดยการนำความร้อน การพาและแผ่ความร้อนให้กับวัตถุและอากาศ เกิดการสะสมความร้อน จึงทำให้อุณหภูมิภายในบ้านสูงกว่าสิ่งแวดล้อม [1] และสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ตั้งอยู่ในเขต อากาศร้อนชื้น ซึ่งมีสภาพอากาศร้อนสลับฝนตลอดปี [2] ก่อให้เกิดปัญหาความร้อนที่สะสมในบ้านหรืออาคารสมัยใหม่ ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญต่อความรู้สึกสบายของผู้พักอาศัย ดังนั้นการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ จะใช้เครื่องปรับอากาศทางกล เพื่อ ลดอุณหภูมิภายในเกิดภาวะความสบายทางความร้อน ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นภายในบ้านพักอาศัยหรืออาคารกล่าว คือ การปรับอากาศ 60 % แสงสว่าง 20 % และ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ 20 % [3] จึงได้มีการศึกษาปัญหาเรื่องการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านหรืออาคารที่พักอาศัย เพื่อศึกษาหาวิธีการลดค่าความร้อนที่เข้าสู่ภายในบ้าน และการประหยัดพลังงาน จากการใช้เครื่องปรับอากาศกันอย่างแพร่หลายทั้งในและต่างประเทศ ได้มีการทำการศึกษาผลกระทบของสภาวะหลังคาที่มีผลต่อการดูดกลืนความร้อน โดย Levinson และคณะ [4] จากรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผิวเกิดการสะสมความร้อน และถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้าน ผลจากการศึกษาสมบัติทางความร้อน และทดลอง พบว่า วัสดุชนิดเดียวกันที่มีสีเข้มจะดูดกลืนรังสีอาทิตย์ได้มาก จึงทำให้เกิดการสะสมความร้อน และถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านมากกว่าสีอ่อน ต่อมาได้

ทำการศึกษเปรียบเทียบวิธีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนจากห้องใต้หลังคาโดย Ogoli [5] จากการศึกษาทดลอง พบว่า การติดตั้งฉนวนแบบแบนราบ ช่วยลดอุณหภูมิภายในบ้าน แต่อุณหภูมิภายในห้องหลังคายังสูงตามปกติต่อมา Hendron และคณะ [6] ได้มีการศึกษาหลังคาระบายอากาศห้องใต้หลังคา เพื่อลดอุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคาของบ้านโดยใช้ลูกหมุนระบายความร้อนออกจากห้องหลังคา ต่อมาได้มีการ การศึกษาทดลองสร้างหลังคาระบายอากาศด้วยธรรมชาติ โดย Khedari และคณะ [7] หลังคาดังกล่าวมีลักษณะเป็นหลังคา 2 ชั้นประกอบด้วย หลังคาด้านบน ช่องว่างอากาศ และแผ่นปิดด้านล่างโดยหลังคาด้านบนจะใช้วัสดุ 3 ชนิด คือ กระเบื้องซีแพคโมเนีย (CPAC Monier) แผ่นกระเบื้องลอนคู่แอสเบสตอส (Asbestos Undulationg Sheet) และสังกะสี (Small Undulationg Zinc Sheet) ส่วนแผ่นปิดด้านล่างใช้วัสดุ 2 ชนิด คือ แผ่นยิปซัม (Gypsum Board) และไม้ (Plywood) โดยบางแผ่นจะติดตั้งอลูมิเนียมฟอยล์ที่ด้านสัมผัสกับช่องว่างอากาศ จากการศึกษาทดลอง พบว่า วัสดุที่เหมาะสมสำหรับหลังคาที่ใช้เป็นตัวรับรังสีอาทิตย์ ประกอบด้วย หลังคาด้านบนเป็นกระเบื้องซีแพคโมเนียสีเข้ม ส่วนแผ่นปิดด้านล่างเป็นแผ่นยิปซัม



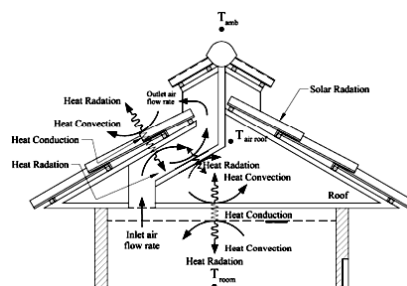
รูปที่ 1 บ้านจำลองที่ใช้ในการทดลอง

สำหรับงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านจำลองระหว่างบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคาคอนกรีตระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Roof Concrete Solar Chimneys: RCSC) และบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (Simple Roof Concrete: SRC) ที่มีผลต่อการลดการสะสมความร้อนภายในบ้านพักอาศัย และได้ทำการศึกษาวิจัยพัฒนาต่อเนื่องจากงานวิจัยของ Khedari และคณะ [7] จะทำการทดสอบที่บ้านจำลองทั้งสองหลัง มีขนาดเท่ากัน และมีปริมาตรเท่ากับ 4.05 m^3 (รูปที่ 1) โดยทำการศึกษาดูสภาพอากาศปกติสองกรณี คือ กรณีแรกทดสอบโดยปิดเครื่องปรับอากาศ จากผลทดลองภายในวันที่ 22 มีนาคม 2553 เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่าง ๆ ของบ้านจำลองทั้งสองหลังที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC และหลังคาทั่วไป (SRC) เฉพาะด้านทิศใต้ เช่น อุณหภูมิบนปล่องหลังคา อุณหภูมิอากาศภายในปล่องหลังคา RCSC อุณหภูมิบนหลังคาทั่วไป อุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคาและภายในบ้าน อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม

ความร้อนไหลผ่านหลังคา ความเร็วลมภายใน และภายนอกของบ้านทดสอบทั้งสองหลัง ความเร็วลมของปล่องหลังคา RCSC และความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ กรณีที่สองทดสอบโดยเปิดเครื่องปรับอากาศ (เครื่องปรับอากาศแบบส่วนขนาด 12,638 บีทียูต่อชั่วโมง) จากผลทดลองภายในวันที่ 25 มีนาคม 2553 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ จากบ้านทดสอบทั้งสองหลัง

2. ทฤษฎีของปล่องหลังคาคอนกรีตระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การระบายอากาศแบบธรรมชาติของปล่องหลังคาคอนกรีตระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีหลักการดังนี้ เมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบบนหลังคาทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่ผิวและถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาเข้าภายในช่องว่างระหว่างหลังคา ทำให้อุณหภูมิภายในช่องว่างของหลังคาสองชั้นสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในบ้านพักอาศัย จึงเกิดการเหนี่ยวนำของอากาศภายในช่องว่างหลังคาสองชั้นก่อให้เกิด การระบายอากาศแบบธรรมชาติภายในบ้านพักอาศัย [7] ช่วยระบายอากาศจากภายในบ้าน และห้องใต้หลังคาออกสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้อุณหภูมิของอากาศภายในห้องใต้หลังคา และอุณหภูมิอากาศบ้านลดลง เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในบ้านดีขึ้น (ดังแสดงในรูปที่ 2)

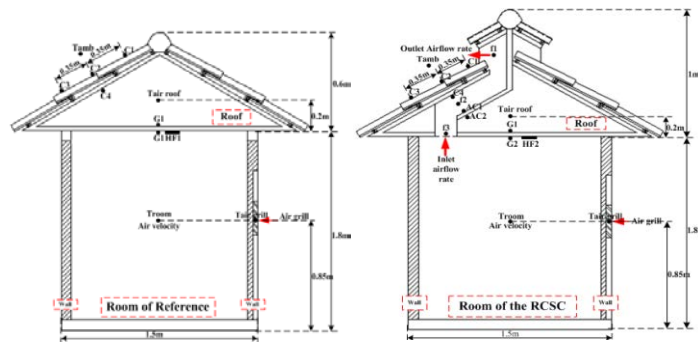


รูปที่ 2 ลักษณะการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาของบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

บ้านจำลองสร้าง ณ บริเวณชั้นดาดฟ้าอาคาร 63 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านจำลองเฉพาะบนหลังคาของบ้านจำลองด้านทิศใต้ระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคาคอนกรีตระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (RCSC) และ บ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (SRC) บ้านจำลองทั้งสองหลัง มีขนาดเท่ากัน และมีปริมาตรเท่ากับ 4.05 m^3 ทดสอบภายใต้สภาวะอากาศปกติ ปล่องหลังคา RCSC มีขนาดความยาว 1.0 m ความกว้าง 0.70 m โดยลักษณะโครงสร้างประกอบด้วย หลังคาชั้นนอกเป็นกระเบื้อง CPAC Monia สีแดงมีความหนาประมาณ 0.015 m หลังคาชั้นใน เป็นแผ่นคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำ มีความหนาประมาณ 0.07m ปล่องหลังคา

มีช่องว่างประมาณ 0.01 m และช่องเปิดด้านล่างอยู่ภายในบ้านมีขนาด $0.15 \times 0.60 \text{ m}^2$ และ ช่องเปิด ด้านบนอยู่ภายนอกมีขนาด $0.10 \times 0.4 \text{ m}^2$ และหลังคาทั่วไป (SRC) มีโครงสร้างเป็นกระเบื้อง CPAC สี แดง วัสดุแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์สะท้อนความร้อน ฝ้าเพดานเป็นยิปซัม มีความหนา 0.001 m โดย ทำการศึกษาปล่องหลัง RCSC และหลังคาทั่วไป (SRC) ติดตั้งอยู่บนหลังคาทางด้านทิศใต้ของบ้าน จำลอง ทำมุมเอียง 30 องศา หลังคาทั้งสองหลังมีปริมาตรขนาดเท่ากับ 0.313 m^3 และ บ้านสำหรับทดสอบ มีโครงสร้างประกอบด้วย ผนังมวลเบาฉาบปูนด้านนอกทั้ง 4 ด้าน และบนผนังทาสีภายนอก (สีขาว) มี ขนาดพื้นที่ของผนังแต่ละด้านเท่ากับ $1.5 \text{ m} \times 1.8 \text{ m}$ ความหนา 0.10 m บ้านจำลองมีประตูปลาสติค PVC ขนาด $1.5 \text{ m} \times 0.75 \text{ m}$ หนา 0.035 m ติดตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออก และมีหน้าต่างเป็นกระจกใสขนาด $0.5 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$ หนา 0.006 m ติดตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตก



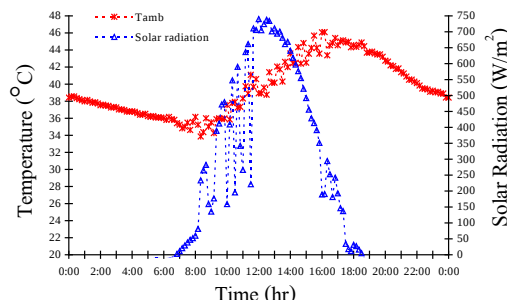
รูปที่ 3 การติดตั้งเครื่องมือวัดของบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป และปล่องหลัง RCSC

การติดตั้งจุดวัดค่าอุณหภูมิโดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K (ค่าความคลาดเคลื่อน ± 0.5) วัด อุณหภูมิตามจุดต่าง ๆ ของบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป การติดตั้งจุดวัดค่า อุณหภูมิบนหลังคาด้านทิศ ใต้บ้านจำนวน 4 จุด (C1, C2, C3, C4) และฝ้าเพดานเป็นยิปซัมจำนวน 2 จุด (G1, G2) อุณหภูมิอากาศ ภายในบ้านและภายในห้องใต้หลังคาจำนวน 2 จุด (Troom, Tair roof) อุณหภูมิอากาศตรงบานเกล็ดของ ประตูบ้านจำนวน 1 จุด (Tair grill) และบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลัง RCSC ทำการติดตั้งจุดวัดค่า อุณหภูมิบนหลังคาชั้นนอกทั้งภายในและภายนอก อุณหภูมิอากาศภายในช่องว่างอากาศ หลังคาชั้นในทั้ง ภายในและภายนอก จำนวน 9 จุด (C1, C2, C3, C4, f1, f2, f3, AC1, AC2) และฝ้าเพดานเป็นยิปซัม จำนวน 2 จุด (G1, G2) อุณหภูมิอากาศภายในบ้าน และภายในห้องใต้หลังคาจำนวน 2 จุด (Troom, Tair roof) อุณหภูมิอากาศที่บานเกล็ดของประตูบ้านจำนวน 1 จุด (Tair grill) อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม จำนวน 1 จุด (Tamb) วัดค่าความร้อนไหลผ่านหลังคาด้านทิศใต้ของบ้านจำลองทั้งสองหลัง โดยใช้ Heat flux ยี่ห้อ EKO Heat Flow Meter รุ่น MF-180 ช่วงการวัดประมาณ -30°C ถึง 120°C (ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 2\%$) จำนวน 1 จุด และค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ วัดโดยไพราโนมิเตอร์ยี่ห้อ EKO pyranometer

รุ่น MS - 601 (ช่วงการวัด 1 ถึง 1400 W/m² ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$) ค่าอุณหภูมิ ค่าความร้อนไหลผ่านผนัง และความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ จะถูกบันทึกในเครื่องบันทึกข้อมูล (Data recorder) ยี่ห้อ Hioki รุ่น 8422-51 (ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 0.8\%$) วัดความเร็วลมของปล่องหลังคา RCSC ความเร็วลมภายในและภายนอกบ้านจำนวน 3 จุด โดยใช้เครื่องวัด Hot wire anemometer (รุ่น Testo 454 ช่วงการวัด 0 ถึง 50 m/s ความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$) ทำการเก็บข้อมูล อุณหภูมิของหลังคา อุณหภูมิอากาศภายในปล่องหลังคา RCSC อุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคาและภายในบ้าน อุณหภูมิอากาศตรงบานเกล็ดของประตูบ้าน และอุณหภูมิแวดล้อม ความเร็วลมของปล่องหลังคา RCSC ความเร็วลมภายในและภายนอกบ้าน ความร้อนผ่านหลังคาด้านทิศใต้ของบ้านจำลองทั้งสองหลัง และความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดดังแสดงในรูปที่ 1 และรูปที่ 3 ทำการเก็บบันทึกข้อมูลทุก 10 นาที ตลอด 24 ชั่วโมง

4. ผลการทดลอง

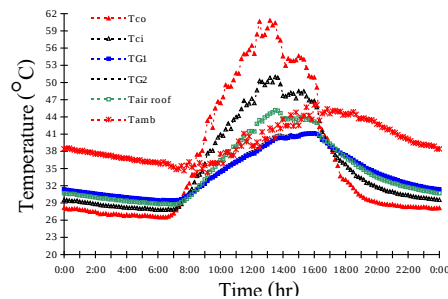
ผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความเข้มของรังสีอาทิตย์ ดังรูปที่ 4 จากช่วงเวลา 7:00-12:30 น. พบว่า อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความเข้มของรังสีอาทิตย์ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และจากช่วงเวลา 13:00-18:30 น. ภายในบริเวณ ที่ทำการทดสอบบ้านจำลองทั้งสองหลัง จะพบว่า ค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์ลดลง และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น เนื่องจากเกิดจากการคายตัวหรือความร้อนที่สะสมของวัตถุ ส่งผลให้อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นและลดลงตามลำดับตลอดเวลา 24 ชั่วโมง จะมีค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ 34 - 48°C และมีค่าความเข้มแสงรังสีอาทิตย์ประมาณ 740 W/m²



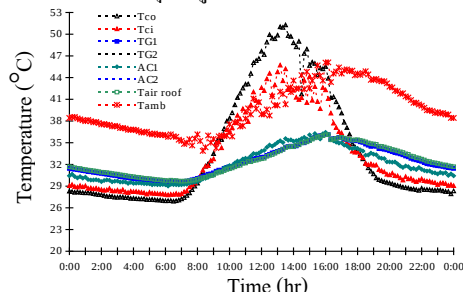
รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์

การเปลี่ยนแปลงรายชั่วโมงของอุณหภูมิภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป SRC (Home1) อุณหภูมิเฉลี่ยบนหลังคาด้านบนและด้านล่าง (T_{co}, T_{ci}) อุณหภูมิบนฝ้าเพดานด้านบน และด้านล่าง (TG1, TG2) อุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคา (T_{air roof}) อุณหภูมิอากาศภายในห้องของบ้านจำลอง (T_{room}) อุณหภูมิอากาศตรงบานเกล็ดของประตูบ้าน (T_{air grill}) และอุณหภูมิภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC (Home2) อุณหภูมิบนหลังคาชั้นนอกทั้งภายในและภายนอก (T_{co}, T_{ci}) อุณหภูมิบน

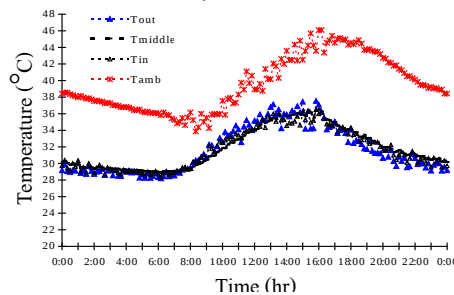
หลังคาชั้นในทั้งภายในและภายนอก (AC1, AC2) อุณหภูมิอากาศภายในช่องว่างอากาศ (Tin, Tmiddle, Tout) อุณหภูมิบนฝ้าเพดานด้านบนและด้านล่าง (TG1, TG2) อุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคา (Tair roof) อุณหภูมิอากาศภายในห้องของบ้านจำลอง (Troom) อุณหภูมิอากาศที่บานเกล็ดของประตูบ้าน (Tair grill) และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (Tamb)



รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (Home1)



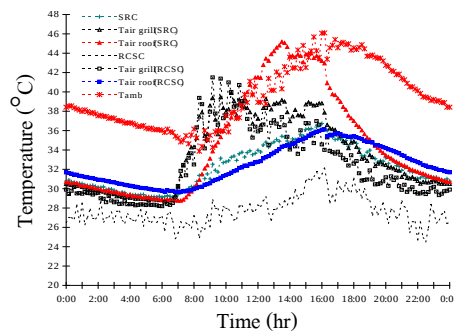
รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC (Home2)



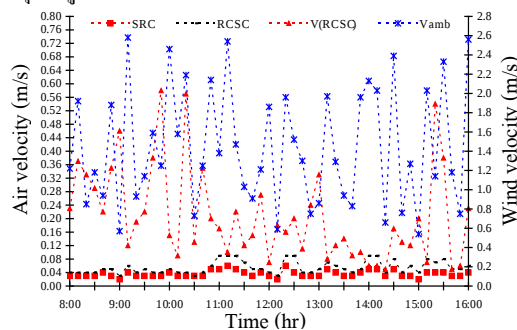
รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศภายในปล่องหลังคา RCSC (Home2)

จากรูปที่ 5 – 8 ผลการทดลองตลอดเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยบนหลังคาด้านนอกของบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (SRC) ประมาณ 61.8°C สูงกว่าด้านในประมาณ $1-10^{\circ}\text{C}$ ในช่วงเวลา 12:30-13:30 น. และอุณหภูมิเฉลี่ยบนหลังคา SRC ตลอดช่วงเวลา 8.00-16.00น. จะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยบนปล่องหลังคา RCSC ประมาณ $3-9^{\circ}\text{C}$ และสูงกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม บ้านจำลอง ที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC จะมีอุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคาบ้านต่ำกว่า บ้านจำลองที่ติดตั้ง

หลังคาทั่วไป (SRC) ประมาณ $0 - 10^{\circ}\text{C}$ ในเวลากลางวัน (ดังรูปที่ 5 – 6) ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในปล่องหลังคา RCSC จะพบว่า อุณหภูมิอากาศภายในปล่องหลังคา RCSC ต่ำกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (จากรูปที่ 9) ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC ต่ำกว่า บ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (SRC) ประมาณ $4 - 7^{\circ}\text{C}$ เนื่องจากบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป จะมีการสะสมความร้อนภายในห้องใต้หลังคาและภายในห้องของบ้าน ซึ่งไม่สามารถระบายอากาศออกสู่ภายนอกได้ อีกทั้งอุณหภูมิอากาศภายในช่องว่างปล่องหลังคา RCSC มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้อง (Home2) และต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม (ดังแสดงรูปที่ 7-8) ตลอดทั้งวันซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะในการระบายอากาศแบบพาความร้อนด้วยปล่องหลังคา RCSC ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายใน ห้องของบ้านพักอาศัยได้ดีกว่า บ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป



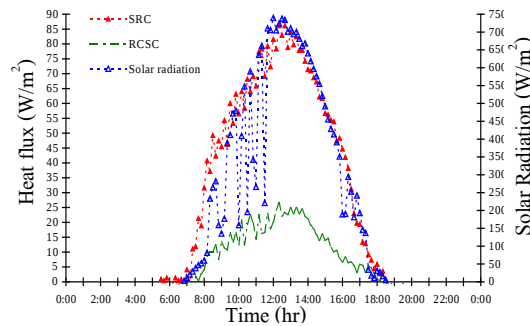
รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศภายในของบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไปกับบ้านจำลองที่ติดตั้ง RCSC



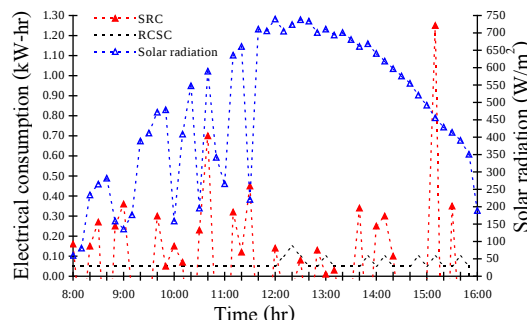
รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมภายในของบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไปกับบ้านจำลองที่ติดตั้ง RCSC

การเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนของความเร็วลมภายในของบ้านจำลองทั้งสองหลัง และความเร็วลมของสิ่งแวดล้อม (รูปที่ 9) พบว่า บ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไปมีการไหลเวียนอากาศภายในห้องประมาณ $0.02-0.06 \text{ m/s}$ และ มีค่าต่ำกว่า บ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC ซึ่งจะมีการไหลเวียนอากาศภายในห้องประมาณ $0.03-0.09 \text{ m/s}$ ที่ความเร็วลมของสิ่งแวดล้อมประมาณ $0.57 - 2.58 \text{ m/s}$ และ ปล่องหลังคา RCSC มีอัตราการเหนี่ยวนำของอากาศจากภายในบ้านสู่สิ่งแวดล้อม

ประมาณ 0.05 -0.58 m /s ซึ่งจะแสดงให้เห็นได้ว่า ปล่องหลังคา RCSC สามารถระบายอากาศได้ ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในห้อง ทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกถึงสภาวะความสบายทางความร้อน และผลเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาด้านทิศใต้ของบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC และบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (SRC) จากรูปที่ 10 พบว่าบ้านพักอาศัยที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC มีค่าการนำความร้อนผ่านหลังคาต่ำกว่า บ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ปล่องหลังคา RCSC สามารถลดความร้อนผ่านหลังคาเข้าสู่ตัวบ้านได้ร้อยละ 69.04



รูปที่ 10 ผลเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังของบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป กับบ้านจำลองที่ติดตั้ง RCSC



รูปที่ 11 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไปกับ RCSC (วันที่ 25 มีนาคม 2553)

ผลการเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC และบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (SRC) ที่ทำการทดสอบในสภาวะอากาศปกติ กรณีเปิดเครื่องปรับอากาศโดยตั้งอุณหภูมิภายในที่ 26°C พบว่า ปล่องหลังคา RCSC จะสามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าร้อยละ 88 (รูปที่ 11) จากบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (SRC) เนื่องจากบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป จะมีการสะสมความร้อนภายในบ้านและห้องใต้หลังคา ส่งผลทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักมาก และไม่มีการระบายความร้อนจากภายในออกสู่ภายนอก แต่สำหรับบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา RCSC เป็นระบบที่มี การระบายอากาศแบบธรรมชาติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ส่งผลให้อุณหภูมิภายในบ้านห้องใต้หลังคาลดลง ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศ ดังนั้นผลจากทดลองนี้ แสดงให้เห็นได้ว่า ปลูกหลังคา RCSC สามารถใช้งานได้จริง และเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการใช้งาน

5. สรุป

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านจำลองระหว่างบ้านที่ติดตั้งปลูกหลังคา RCSC และบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (SRC) ที่มีผลต่อการลดการสะสมความร้อนภายในบ้านพักอาศัย จากศึกษาทดลอง พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยบนหลังคา อุณหภูมิอากาศภายในบ้านและห้องใต้หลังคา ค่าความร้อนไหลหลังคาของบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป จะมีค่าสูงกว่าบ้านที่ติดตั้งปลูกหลังคา RCSC และปลูกหลังคา RCSC ช่วยระบายอากาศจากภายในบ้านสู่สิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น ส่งผลให้เกิดสภาวะความสบายต่อผู้พักอาศัย จะช่วยประหยัดพลังงานและลดปัญหาสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนเพื่อการส่งเสริมงานวิจัยในลักษณะนักวิจัยใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2552 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เอกสารอ้างอิง

- [1] 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*, 40, 445-451.
- [2] Khedari, J., *et al.*, 2001. Thailand Climatic Zones. *Journal of Renewable Energy*, 25, 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, 69-89.
- [4] Levinson, R., *et al.*, 2007. Cool Tile-roofed Buildings with Near-Infrared-Reflective Non-White Coatings. *Journal of Building and Environment*, 42, 2591-2605.
- [5] Ogoli, D.M, 2003. Predicting Indoor Temperatures in Closed Building with High Thermal Mass. *Journal of Energy and Buildings*, 35, 99-108.
- [6] Hendron, R., *et al.*, 2004. Thermal Performance of Unvented Attic in Hot-dry Climates: Results from Building America. *Transactions of the ASME*, 126, 732-737.
- [7] Khedari, J., *et al.*, 1997. Experimental Study of a Roof Solar Collector Towards the Natural Ventilation of New Houses. *Journal of Energy and Buildings*, 26, 159-164.

