

การศึกษาทดสอบสมรรถนะทางความร้อนของปล่องหลังคาเซลล์แสงอาทิตย์ ระบายอากาศร่วมกับสารวัสดุเปลี่ยนแปลง

INVESTIGATION OF THERMAL PERFORMANCE OF PHOTOVOLTAIC ROOF SOLAR COLLECTOR WITH PHASE CHANGE MATERIAL

ศรัณยา ศรีพิสุทธิธรรม¹ ติกะ บุนนาค² และปรีดา จันทวงษ์^{3*}

Received : 28 April 2021

Saranya Sripisuttitham¹ Tika Bunnag² and Preeda Chantawong^{3*}

Revised : 11 May 2021

Accepted : 15 June 2021

¹ นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมพลังงาน
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ นนทบุรี

³ รองศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมพลังงาน สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมการทำความเย็นและ
การปรับอากาศ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร

* Corresponding author E-mail : preedac@kmutnb.ac.th, cpreeda@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ทำการทดสอบเปรียบเทียบสมรรถนะทางความร้อนและการลดภาระความร้อนระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคาเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศร่วมกับสารวัสดุเปลี่ยนแปลงติดตั้งพัดลมไฟฟ้ากระแสตรง(PVRSC-PCM with DC fan) กับหลังคาคอนกรีตทั่วไป (SR) โดยติดตั้งอยู่บนหลังคาหันไปทางด้านทิศใต้ของบ้านจำลองขนาดเล็กทั้งสองหลังที่มีปริมาตรเท่ากับ 1.73 m³ เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา PVRSC-PCM with DC fan กับหลังคาคอนกรีตทั่วไป ผลการศึกษาทดลองพบว่าห้องของบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา PVRSC-PCM จะมีอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าห้องของบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไปและสามารถเพิ่มการระบายอากาศภายในห้อง ทำให้มีอากาศไหลเวียนและลดค่าความร้อนจากห้องใต้หลังคาได้ดีกว่าห้องของบ้านที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไป (SR) ดังนั้นปล่องหลังคาPVRSC-PCM จึงเป็นการเปลี่ยนแปลงส่งเสริมพัฒนาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการอนุรักษ์พลังงาน และรักษาสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ : ปล่องหลังคาเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศร่วมกับสารวัสดุเปลี่ยนแปลง, การระบายอากาศตามธรรมชาติ, สภาพอากาศของประเทศไทย, ความเข้มแสงรังสีอาทิตย์, การถ่ายเทความร้อน,

ABSTRACT

This paper aims to report experimental comparative investigation on the thermal performance and heat gain reduction between of a Photovoltaic Roof Solar Collector with Phase Change Material with DC fan (PVRSC-PCM) and simple roof concrete (SR), mounted on the roof facing the south side of the two miniature houses with a volume of 1.73m³ to compare the performance of a model house equipped with a PVRSC-PCM

<http://jeet.siamtechu.net>

with DC fan chimney to the simple roof concrete. The experimental results revealed that indoor temperature of PVRSC-PCM room was less than that of single roof concrete rooms. PVRSC-PCM could induce ventilation and reduce heat from under roof was more than that of single roof concrete room. The PVRSC-PCM is expected to promote development solar energy use, save cooling energy and protect environment.

Keywords: Photovoltaic Roof Solar Collector with Phase Change Material, Natural ventilation, Climate of Thailand, Solar radiation, Heat transfer

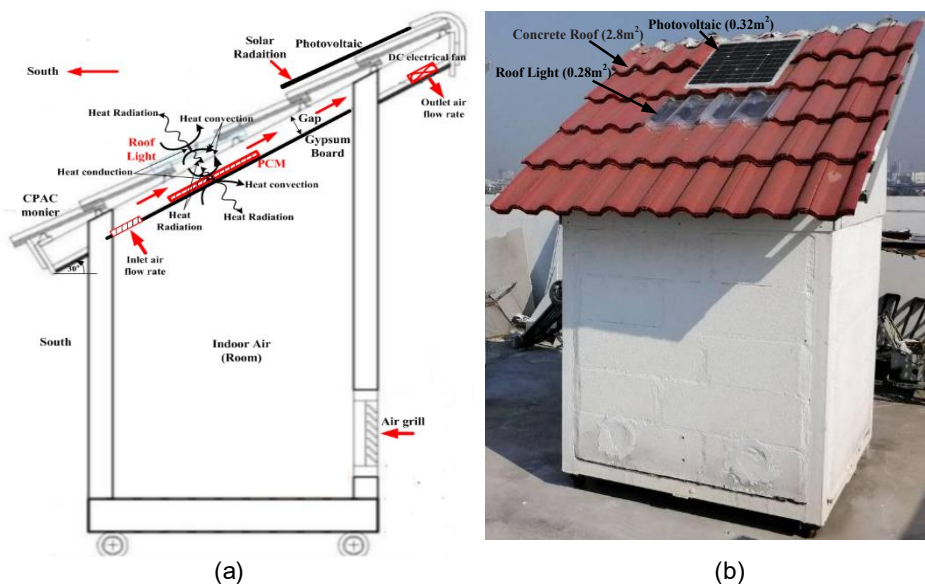
1. บทนำ

ปัจจุบันนี้การออกแบบหลังคาของบ้านที่พักอาศัยเน้นรูปแบบทันสมัยมีความสวยงาม และสมบัติที่ดีของหลังคา สามารถป้องกันฝนและช่วยป้องกันแสงแดดส่องเข้าสู่ภายในหรือความร้อนโดยตรงจากความเข้มแสงรังสีอาทิตย์ (รังสีคลื่นสั้น) ช่วงเวลากลางวันเข้าสู่ภายในบ้าน ข้อเสียของหลังคาไม่สามารถป้องกันรังสีคลื่นยาวที่เกิดจากความเข้มของรังสีอาทิตย์ที่มากตกกระทบบนผิวกระเบื้องหลังคาเกิดการสะสมความร้อนและถ่ายเทความร้อนผ่านโครงสร้างหลังคาเข้าสู่ภายในบ้าน โดยการนำความร้อนการพา การแผ่ความร้อนให้กับวัตถุและอากาศ เกิดการสะสมความร้อนภายในห้องใต้หลังคาของบ้านและถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้าน ทำให้อุณหภูมิภายในบ้านสูงกว่าสิ่งแวดล้อม [1] และสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้น ซึ่งมีสภาพอากาศร้อนสลับฝนตลอดปี [2] โดยมีความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ประมาณ $17\text{ MJ/m}^2\cdot\text{day}$ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยประมาณ $20^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณร้อยละ 59 – 100 ก่อให้เกิดปัญหาความร้อนและความชื้นที่เกิดการสะสมภายในห้องใต้หลังคาและถ่ายเทเข้าสู่ภายในบ้าน ก่อให้เกิดปัญหาความร้อนที่สะสมภายในบ้านหรืออาคาร ดังนั้นการแก้ปัญหาส่วนใหญ่จะใช้เครื่องปรับอากาศทางกล ช่วยลดอุณหภูมิภายในเกิดภาวะความสบายทางความร้อน ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นภายในที่พักอาศัย [3] คือ แสงสว่างร้อยละ 20 อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ร้อยละ 2 และการปรับอากาศร้อยละ 60 สำหรับปัญหาการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในที่พักอาศัยได้มีการศึกษาหาวิธีการลดค่าความร้อนที่ เข้าสู่ภายในอาคารและวิธีการใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในบ้านหรืออาคารที่พักอาศัยกันอย่างแพร่หลายทั้งในและต่างประเทศ [1]-[10]

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ทำการทดสอบเปรียบเทียบสมรรถนะทางความร้อนและการลดภาระความร้อนระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคาเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศร่วมกับสารวัสดุเปลี่ยนแปลงติดตั้งพัดลมไฟฟ้า กระแสตรง (Photovoltaic Roof Solar Collector with Phase Change Material with DC fan: PVRSC-PCM with DC fan) กับหลังคาคอนกรีตทั่วไป (Simple Roof concrete: SR) โดยติดตั้งอยู่บนหลังคาหันไปทางด้านทิศใต้ของบ้านจำลองขนาดเล็กทั้งสองหลังที่มีปริมาตรเท่ากับ 1.73 m^3 เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา PVRSC-PCM with DC fan กับหลังคาคอนกรีต SR สำหรับปล่องหลังคา PVRSC-PCM with DC fan มีหลักการการทำงานในลักษณะเดียวกับงานวิจัยของ Chantawong และคณะ [1] และ [10]-[13] (ดังแสดงในรูปที่ 1-2) เมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบบนหลังคาชั้นนอก แผงโซลาร์เซลล์และส่องผ่านหลังคาไปมาตกกระทบบนแผงวัสดุเปลี่ยนแปลง (เกิดการสะสมความร้อนช่วงกลางวันและคลายความร้อนให้อากาศในห้องใต้หลังคาช่วงกลางคืน) ทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่ผิวและถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาเข้าภายในห้องใต้หลังคา ทำให้อุณหภูมิภายในห้องใต้หลังคาสูงกว่าอุณหภูมิภายในบ้านพักอาศัยและโซลาร์เซลล์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงป้อนให้กับพัดลมระบายอากาศที่ทางออกของปล่องทำงาน จึงเกิดการเหนี่ยวนำของอากาศภายในห้องใต้หลังคาลอยตัวขึ้นด้านบนของหลังคาออกทางช่องเปิดด้านที่ติดตั้งพัดลมดูดจากห้องใต้หลังคาออกสู่สิ่งแวดล้อมได้เร็วขึ้น (ช่วงเวลากลางวัน) และเหนี่ยวนำอากาศจากภายในห้องผ่านช่องเปิดผ้าเพดานจากภายในห้อง ก่อให้เกิดการระบายอากาศแบบธรรมชาติภายในบ้านพักอาศัย ช่วยระบายอากาศจากภายในบ้าน และห้องใต้หลังคาออกสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้อุณหภูมิของอากาศภายในห้องใต้หลังคาและอุณหภูมิอากาศบ้านลดลง

<http://jeet.siamtechu.net>

เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในบ้านดีขึ้น ช่วยลดการสะสมความร้อนภายในบ้านและห้องใต้หลังคา การศึกษาวิจัยพัฒนาต่อเนื่องจากงานวิจัยของ Chantawong และคณะ [1] และ [10] - [13] จะทำการทดสอบที่บ้านจำลองทั้งสองหลังมีขนาดปริมาตรเท่ากันประมาณเท่ากับ 1.73 m^3 (ดังแสดงในรูปที่ 1) การติดตั้งหลังคาบ้านจำลองจะหันไปทางด้านทิศใต้ ศึกษาทดสอบภายใต้สภาวะอากาศปกติจากผลทดลองภายในวันที่ 8 และวันที่ 18 กรกฎาคม 2020 จึงได้ทำการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่าง ๆ บนหลังคา โดยทำการติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไป (Home 1: SR) และติดตั้งปล่องหลังคา PVRSC-PCM (Home 2) เช่น อุณหภูมิบนหลังคาคอนกรีต อุณหภูมิบนหลังคาใส อุณหภูมิบนแผง PV อุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคา อุณหภูมิบนฝ้าเพดานของหลังคา อุณหภูมิของสาร PCM อุณหภูมิทางเข้าและทางออกห้องใต้หลังคา อุณหภูมิภายในบ้าน อุณหภูมิตรงหน้าต่างบานเกล็ด อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ ความร้อนไหลผ่านหลังคา การไหลเวียนของความเร็วลมภายใน ความเร็วลมสิ่งแวดล้อม ความเร็วลมที่ทางออกของปล่องหลังคา PVRSC-PCM ศึกษากรณีแรกปิดพัดลม (วันที่ 8 กรกฎาคม 2020) และกรณีที่สองเปิดพัดลม (วันที่ 18 กรกฎาคม 2020)



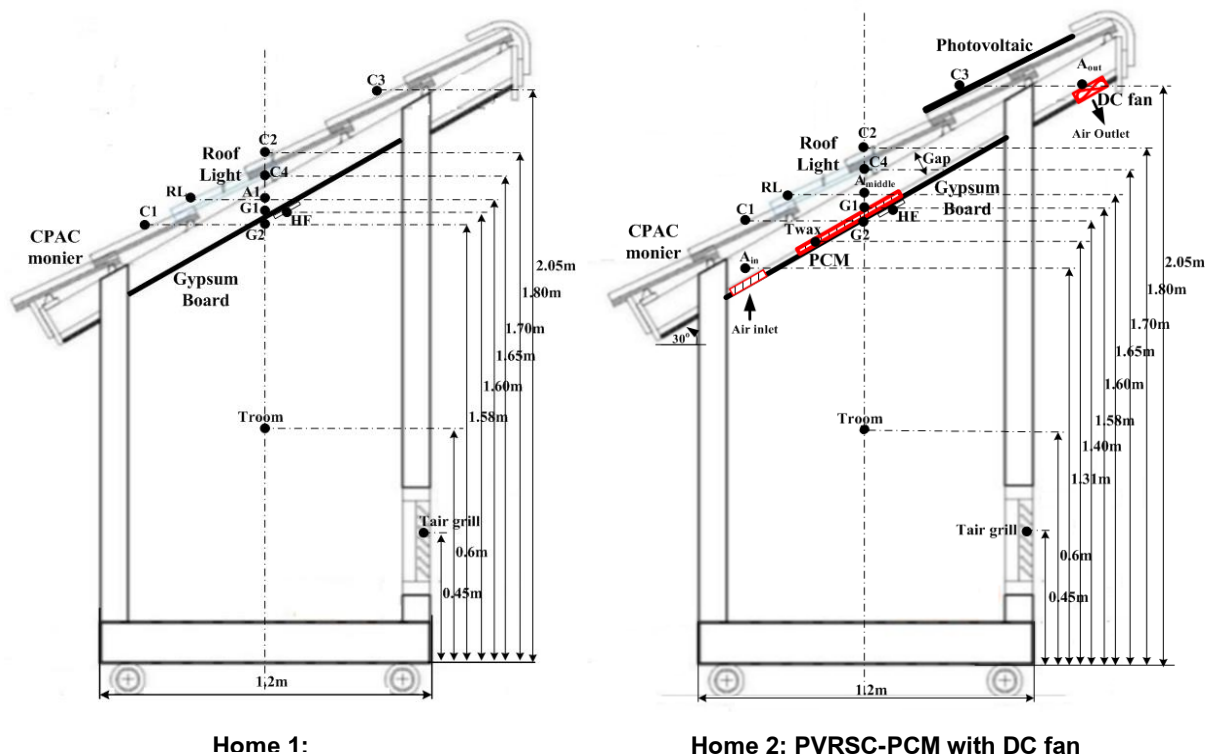
รูปที่ 1 ทฤษฎีและหลักการถ่ายเทความร้อนของปล่องหลังคาเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศร่วมกับสารวัสดุเปลี่ยนแปลง (a) และบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคา PVRSC-PCM (b)

2. วิธีการทดลอง

บ้านจำลองสร้าง ณ บริเวณชั้นดาดฟ้าอาคาร 63 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร ทำการศึกษาทดสอบและเปรียบเทียบสมรรถนะการป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านจำลองทั้งสอง หลังคาคอนกรีตทั่วไป (Home 1: SR) และติดตั้งปล่องหลังคา PVRSC-PCM (Home 2) ที่มีขนาดพื้นที่รับรังสีอาทิตย์ประมาณ 2.8 m^2 มีความหนาประมาณ 1.3 cm ลาดเอียงทำมุม 30 องศา สำหรับปล่องหลังคา PVRSC-PCM with DC fan มีลักษณะโครงสร้างประกอบด้วยหลังคาชั้นนอกเป็นหลังคาคอนกรีตทั่วไปสีแดงเข้มและกระเบื้องพลาสติกใสที่มีขนาดพื้นที่ประมาณ 0.28 m^2 ความหนาประมาณ 0.4 cm และแสงส่องผ่านหลังคาตกกระทบบนแผงตัวบรรจุสารวัสดุเปลี่ยนแปลง [14] เป็นเหล็กทาสีดำมีขนาดพื้นที่ประมาณ 0.2 m^2 มีความสูงประมาณ 2.4 cm (เกิดการสะสมความร้อนช่วงกลางวันและคลายความร้อนให้อากาศภายในห้องใต้หลังคาช่วงกลางคืน) แสงส่องผ่านเข้าภายในห้องใต้หลังคาได้ทำให้สามารถลดความชื้นสะสมภายในห้องใต้หลังคาได้ ด้านบนของปล่องหลังคา PVRSC-PCM หลังคาติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ขนาดไฟฟ้า 50W ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ ขนาดแผง $50 \times 70 \times 5 \text{ cm}$. และมีช่อง

<http://jeet.siamtechu.net>

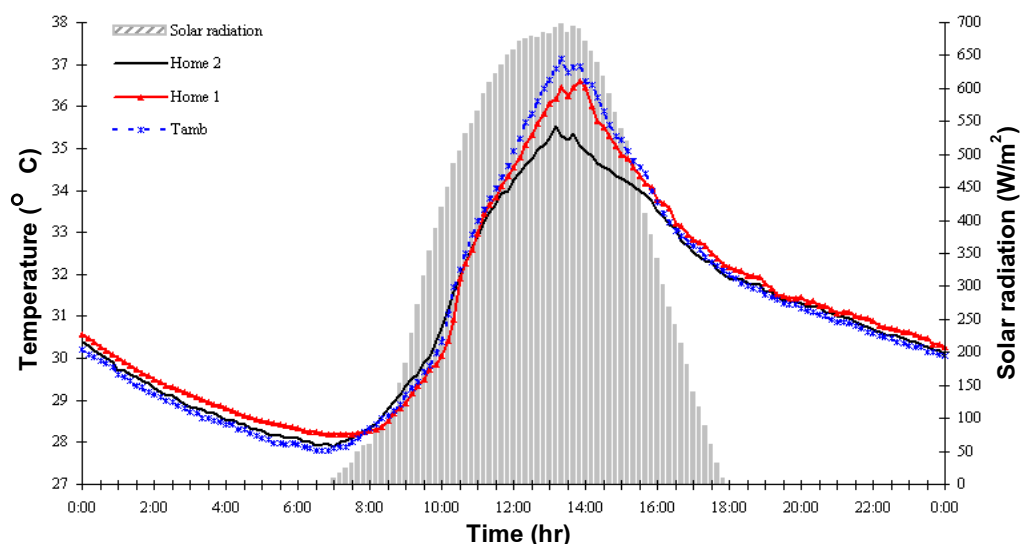
เปิดขนาด $0.12 \times 0.12 \text{ m}^2$ และติดตั้งพัดลมไฟฟ้ากระแสตรงขนาด $12 \text{ V} \times 0.12 \text{ A}$ จำนวน 1 ตัว เพื่อระบายอากาศร้อนจากภายในห้องใต้หลังคาของบ้านจำลองออกสู่สิ่งแวดล้อม ผ้าเพดานเป็นแผ่นผ้าใยปซัมหนา 0.8 cm มีคุณสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อน มีช่องเปิดขนาด $0.12 \times 0.12 \text{ m}^2$ เป็นบานเกล็ดเพื่อระบายอากาศจากภายในห้องเข้าสู่ห้องใต้หลังคาของบ้านจำลอง ช่วยลดการสะสมความร้อนภายในบ้าน ทำให้อุณหภูมิภายในลดลง ปล่องหลังคา PVRSC-PCM with DC fan เป็นหลังคาแบบเปิด สำหรับพัดลมไฟฟ้ากระแสตรงได้แหล่งพลังงานไฟฟ้ามาจากแผงโซลาร์เซลล์ป้อนให้โดยตรง ถ้าความเข้มแสงรังสีอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าป้อนไฟฟ้าให้พัดลมมากยิ่งขึ้น ทำให้พัดลมหมุนเร็วขึ้น ทำให้ระบายอากาศได้มากขึ้น และหลังคาคอนกรีตทั่วไป (Home 1: SR) มีโครงสร้างหลังคาชั้นนอกหลังคาคอนกรีตทั่วไป มีความหนาประมาณ 1.3 cm ผ้าเพดานเป็นแผ่นผ้าใยปซัมหนา 0.006 m . โดยหลังคาทดสอบทั้งแบบติดตั้งกับบ้านขนาดเท่ากัน และมีปริมาตรเท่ากับ 1.73 m^3 (ขนาดประมาณ $1.2 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}$) ผนังเป็นคอนกรีตมวลเบา มีความหนา 0.075 m ฉาบปูนหนา 0.01 m . ทั้งสี่ด้านมีประตูขนาด $0.45 \text{ m} \times 1.05 \text{ m}$. มีความหนา 0.075 m เป็นวัสดุทำจากพลาสติกแข็งและติดตั้งบนผนังด้านทิศตะวันออกของบ้าน มีหน้าต่างบานเกล็ดกระจกใสมีขนาด $0.60 \text{ m} \times 0.80 \text{ m}$ กระจกใสมีความหนา 0.006 m . ติดตั้งบนผนังด้านทิศใต้ของบ้าน ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่างๆ บนหลังคาของบ้านจำลองทั้งสอง โดยบ้านหลังแรกเป็นปกติติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไป (Home 1: SR) และบ้านหลังที่สองเป็นบ้านทดสอบติดตั้งปล่องหลังคา (PVRSC-PCM with DC fan: Home 2) เช่น อุณหภูมิบนหลังคาคอนกรีต อุณหภูมิบนหลังคาพลาสติกใส อุณหภูมิบนแผง PV อุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคา อุณหภูมิบนผ้าเพดานของหลังคา อุณหภูมิของสาร PCM อุณหภูมิทางเข้าและทางออกห้องใต้หลังคา อุณหภูมิภายในบ้าน อุณหภูมิตรงหน้าต่างบานเกล็ดกระจกใส อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ ศึกษาค่าความร้อนไหลผ่านหลังคา การไหลเวียนของความเร็วลมภายใน ความเร็วลมสิ่งแวดล้อม ความเร็วลมที่ทางออกของปล่องหลังคา PVRSC-PCM ศึกษาสองกรณี คือ กรณีแรกปิดพัดลม (วันที่ 8 กรกฎาคม 2020) และกรณีที่สองเปิดพัดลม (วันที่ 18 กรกฎาคม 2020) ทดลองในลักษณะเช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Chantawong และคณะ [1] และ [10] - [13] (ดังแสดงในรูปที่ 1 และรูปที่ 2)



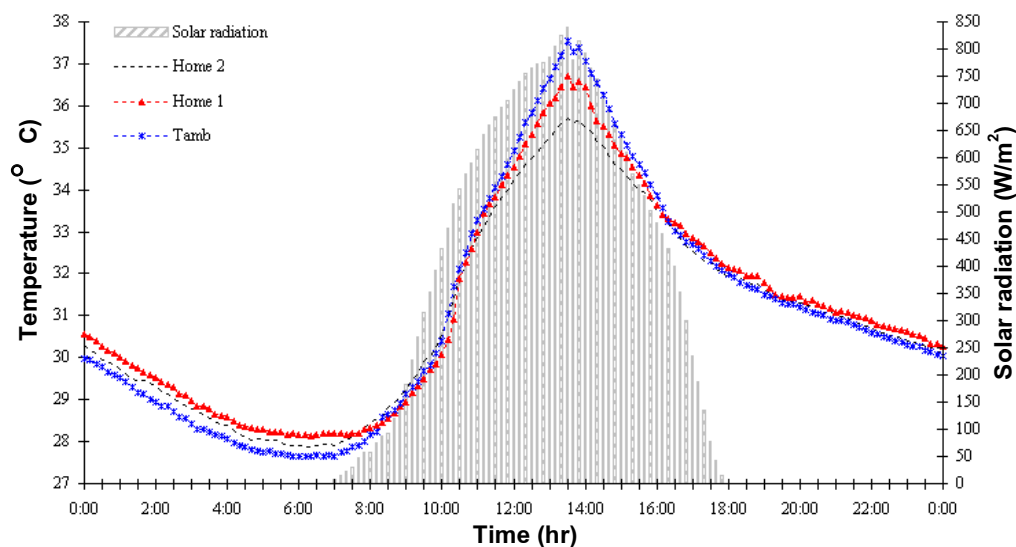
รูปที่ 2 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือวัดของบ้านจำลองทั้งสองหลัง

3. ผลการทดลอง

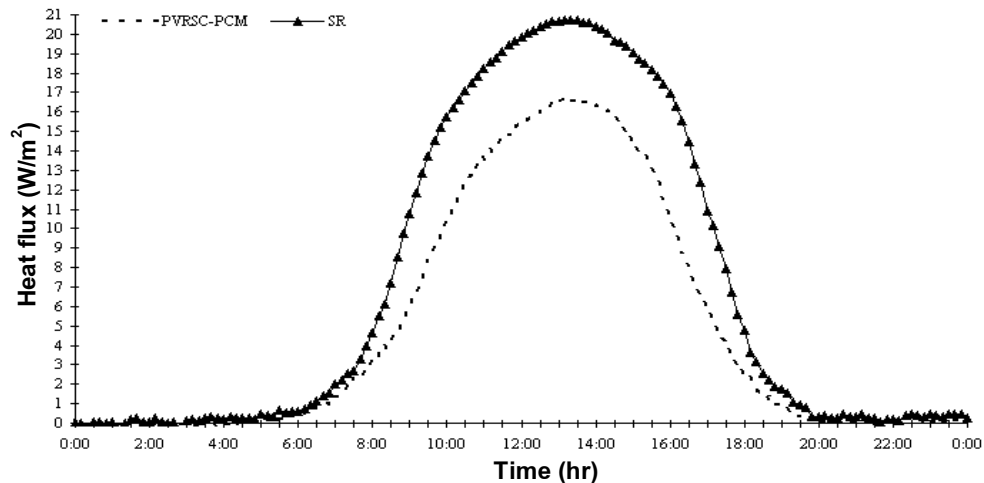
จากรูปที่ 3 - 4 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในของบ้านจำลองทั้งสอง (Home) อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (Tamb) และความเข้มของรังสีอาทิตย์ (Solar radiation) บ้านทดสอบที่ติดตั้งปล่องหลังคา PVRSC-PCM (Home 2) ศึกษากรณีเปิดพัดลมระบายอากาศ (วันที่ 8 กรกฎาคม 2020) และศึกษากรณีเปิดพัดลมระบายอากาศ (วันที่ 18 กรกฎาคม 2020) ณ บริเวณที่ทำการทดสอบ พบว่า มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ $27.4 - 37.5^{\circ}\text{C}$ และความเข้มแสงรังสีอาทิตย์ประมาณ $0.11 - 850 \text{ W/m}^2$ ค่าความเข้มแสงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องสูงสุด ณ เวลา 14:00น ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของบ้านจำลอง พบว่าบ้านทดสอบที่ติดตั้งปล่องหลังคา PVRSC-PCM (Home 2) ตลอดช่วงเวลากลางวัน จะมีอุณหภูมิภายในบ้านต่ำกว่าบ้านทดสอบที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไป (Home 1:SR) และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ $0.2 - 1.8^{\circ}\text{C}$ เนื่องจากบ้านทดสอบที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไปเป็นระบบปิดเกิดการสะสมความร้อนภายในห้องใต้หลังคาและถ่ายความร้อนเข้าสู่ภายในบ้าน ทำให้อากาศในบ้านมีอุณหภูมิสูงกว่า



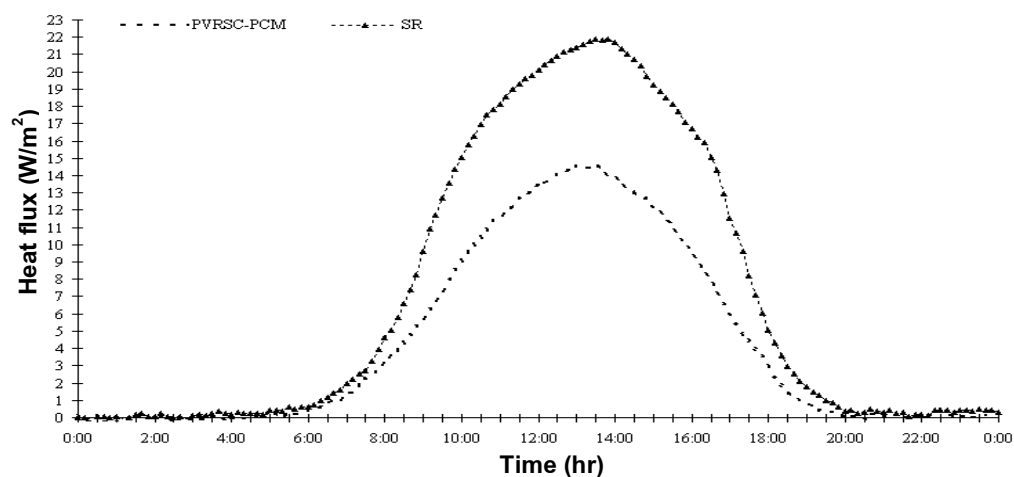
รูปที่ 3 ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในของบ้านจำลองทั้งสอง อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความเข้มของรังสีอาทิตย์ กรณีเปิดพัดลมระบายอากาศ: Home 2 (วันที่ 8 กรกฎาคม 2020)



รูปที่ 4 ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในของบ้านจำลองทั้งสอง อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความเข้มของรังสีอาทิตย์ กรณีเปิดพัดลมระบายอากาศ: Home 2 (วันที่ 18 กรกฎาคม 2020)



รูปที่ 5 ผลเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาของบ้านจำลองทั้งสอง กรณีปิดพัดลม
ระบายนอากาศ Home 2 (วันที่ 8 กรกฎาคม 2020)

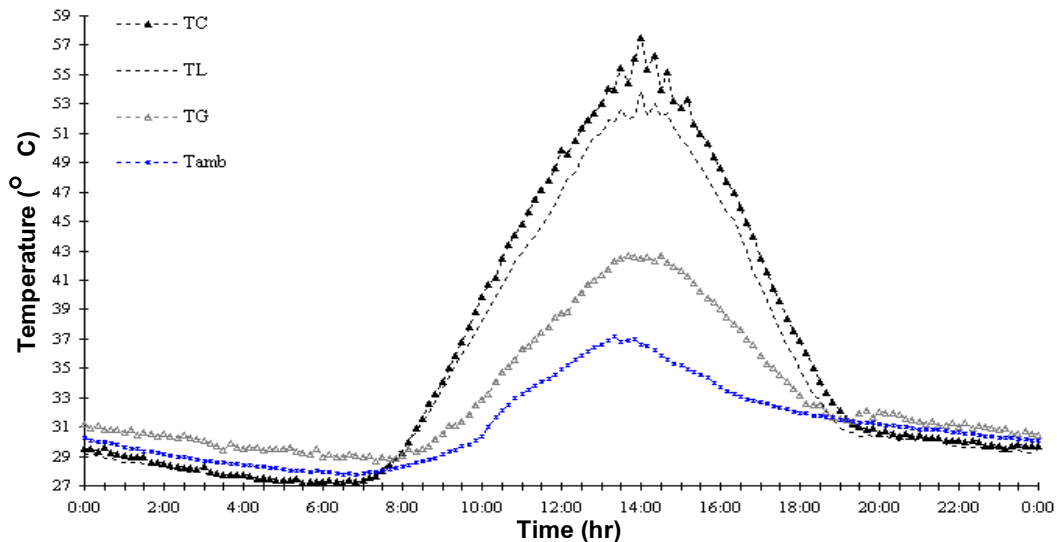


รูปที่ 6 ผลเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาของบ้านจำลองทั้งสอง
กรณีเปิดพัดลมระบายนอากาศ: Home 2 (วันที่ 18 กรกฎาคม 2020)

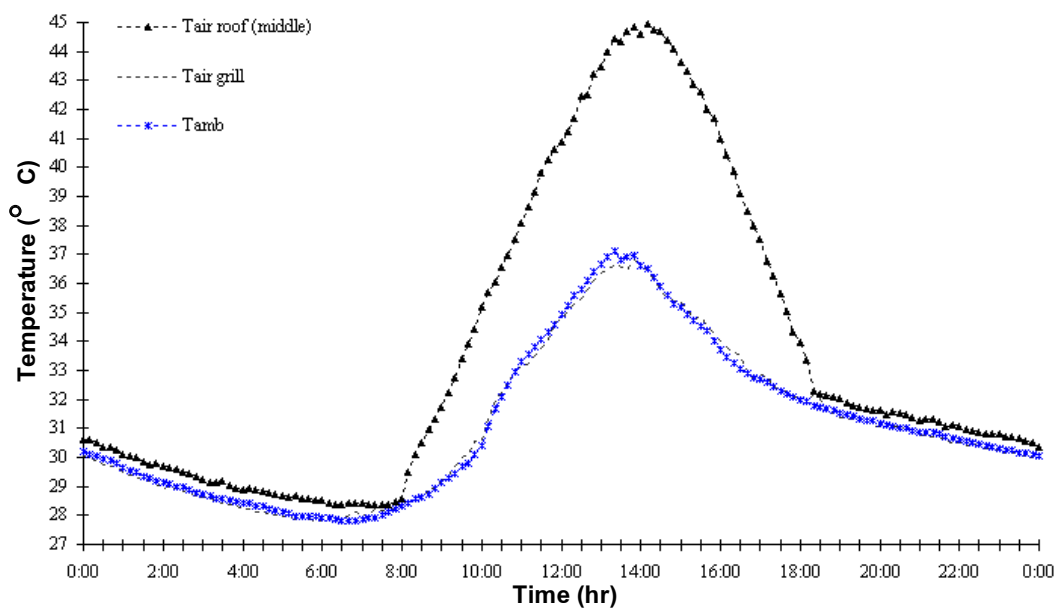
ผลการเปรียบเทียบค่าความร้อนไหลผ่านหลังคาของบ้านจำลองทั้งสองจากรูปที่ 5-6 พบว่า บ้านจำลองติดตั้งปล่องหลังคา PVRSC-PCM (Home 2) มีค่าการนำความร้อนผ่านหลังคาลดกว่าหลังคาคอนกรีตทั่วไป (Home 1: SR) กรณีปิดพัดลมระบายนอากาศเมื่อวันที่ 8 กรกฎาคม 2020 ประมาณร้อยละ 21.43 เป็นการระบายอากาศแบบธรรมชาติโดยอาศัยแรงลอยตัวของอากาศภายในห้องใต้หลังคาที่ได้รับแหล่งความร้อนจากสาร PCM และกรณีเปิดพัดลมระบายนอากาศเมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม 2020 พบว่า มีค่าการนำความร้อนผ่านหลังคาลดกว่าหลังคาคอนกรีตทั่วไปประมาณร้อยละ 34.78 เป็นการระบายอากาศแบบบังคับด้วยพัดลมไฟฟ้ากระแสตรงช่วยระบายอากาศร้อนจากภายในห้องใต้หลังคาของบ้านออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกบ้านได้เพิ่มขึ้น ทำให้สามารถลดค่าการนำความร้อนผ่านหลังคาเข้าสู่ภายในบ้านได้มากกว่าและหลังคาคอนกรีตทั่วไปมีโครงสร้างเหมือนหลังคาทั่วไปเป็นระบบปิดความร้อนภายในบ้านไม่สามารถระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้และถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้าน ทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกอึดอัดเพราะอากาศ

<http://jeet.siamtechu.net>

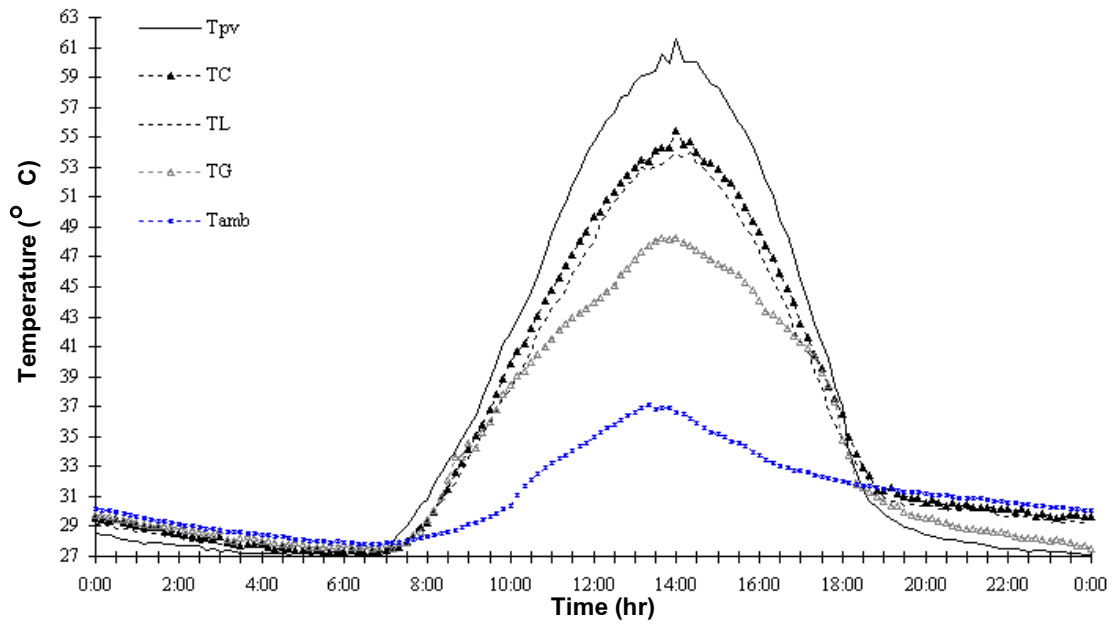
ภายในบ้านไม่มีการถ่ายเทของอากาศเสียออกสู่ภายนอกหรือไม่มีการการไหลเวียนแบบธรรมชาติ ส่งผลทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อระบายอากาศ สำหรับบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา PVRSC-PCM เป็นระบบเปิดทำให้อากาศหรือความร้อนภายในห้องสามารถระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ เกิดการไหลเวียนดีขึ้นภายในบ้าน ทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกถึงสภาวะความสบาย ช่วยประหยัดและลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าได้อีกทางหนึ่ง



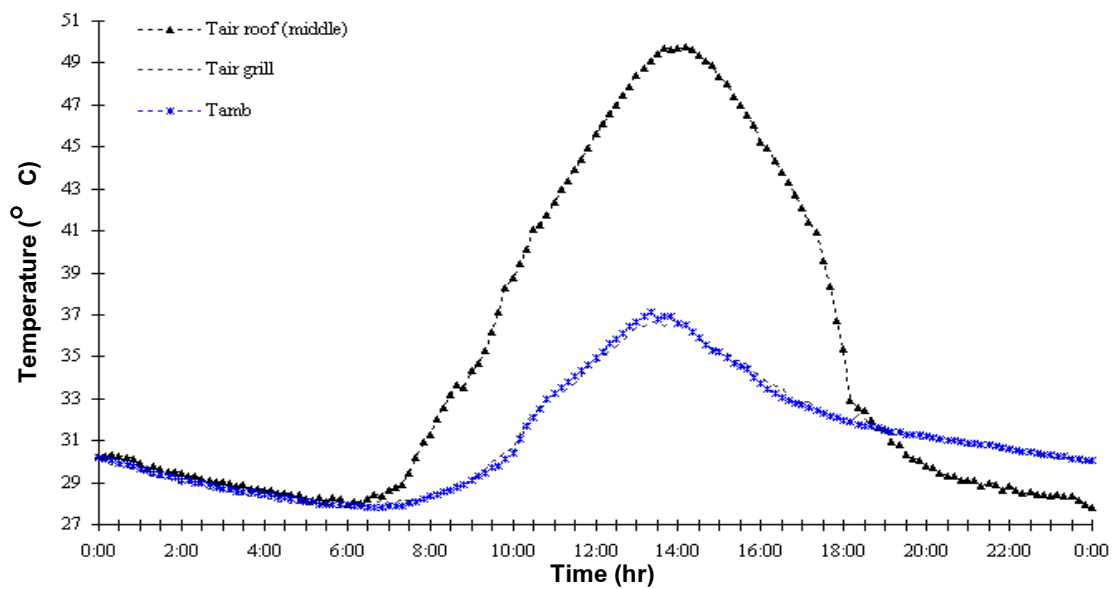
รูปที่ 7 ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหลังคาของบ้านที่ติดตั้งหลังคา SR
(วันที่ 8 กรกฎาคม 2020)



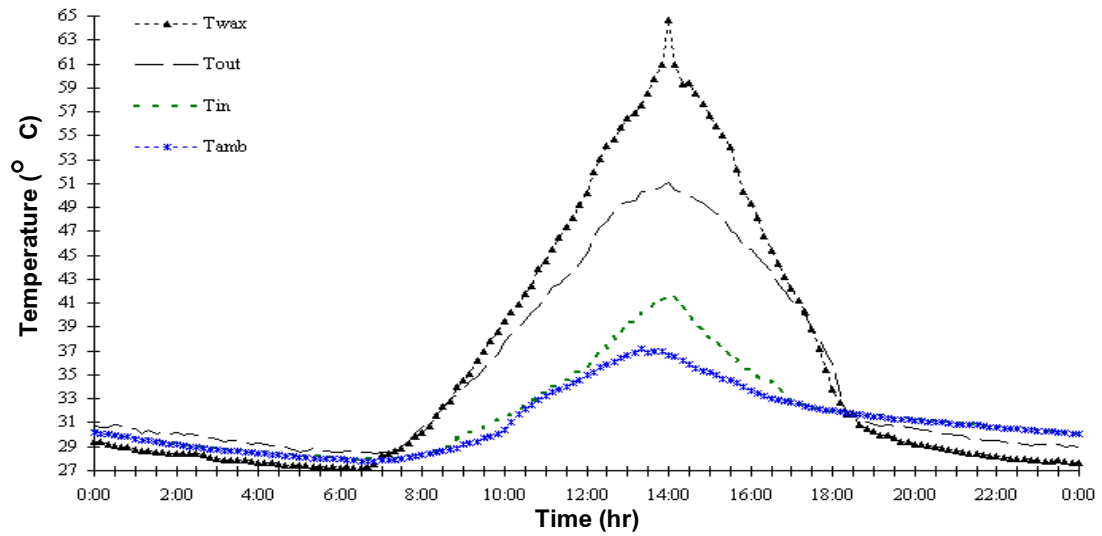
รูปที่ 8 ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศห้องใต้หลังคาของบ้านที่ติดตั้งหลังคา SR
(วันที่ 8 กรกฎาคม 2020)



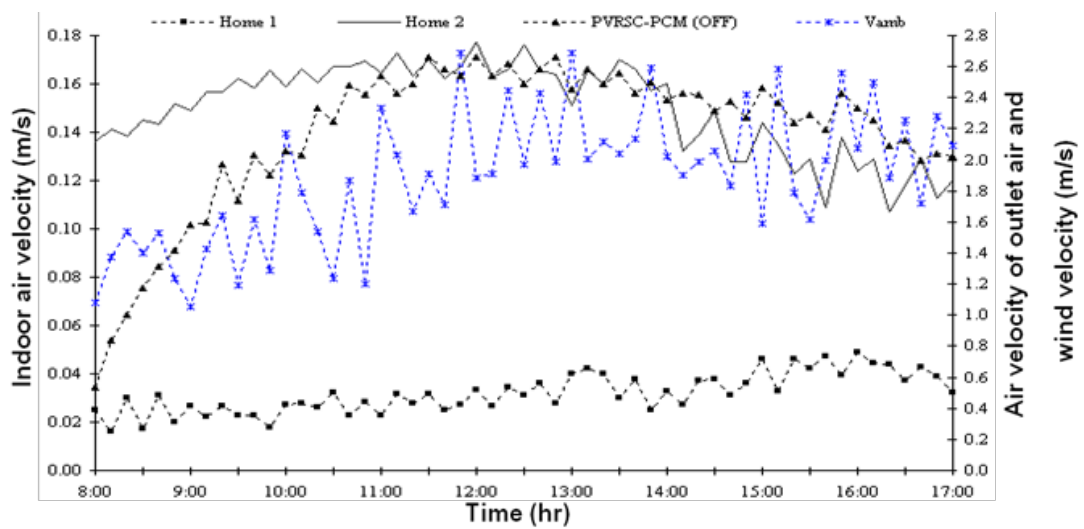
รูปที่ 9 ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหลังคาของบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา PVRSC-PCM
(วันที่ 8 กรกฎาคม 2020)



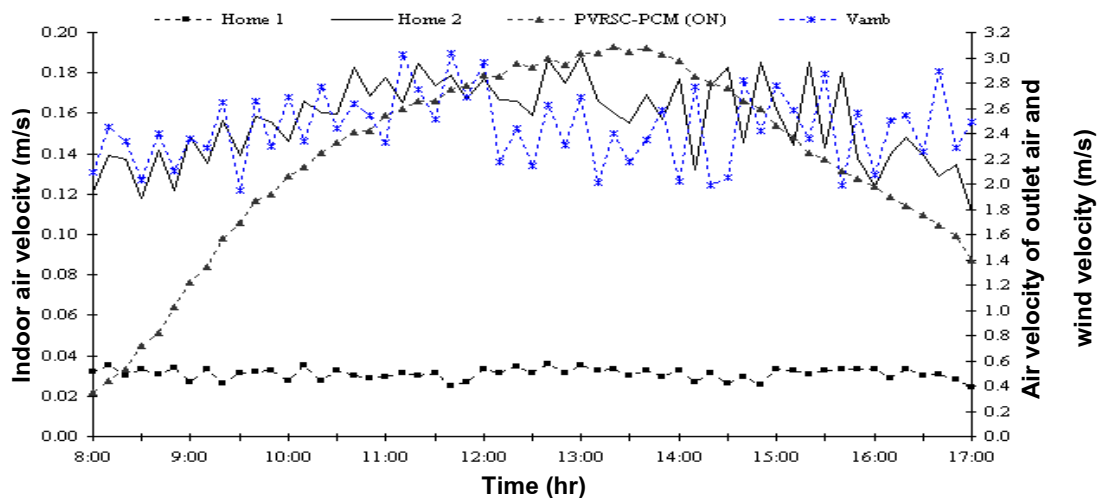
รูปที่ 10 ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศห้องใต้หลังคาของบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา PVRSC-PCM
(วันที่ 8 กรกฎาคม 2020)



รูปที่ 11 ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร PCM อุณหภูมิอากาศทางเข้าและทางออกของปล่องหลังคา PVRSC-PCM (วันที่ 8 กรกฎาคม 2020)



รูปที่ 12 การเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมภายในบ้านจำลองทั้งสอง ความเร็วลมออกปล่องหลังคา PVRSC-PCM และความเร็วลมสิ่งแวดล้อม กรณีปิดพัดลมระบายอากาศ (วันที่ 8 กรกฎาคม 2020)



รูปที่ 13 การเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมภายในบ้านจำลองทั้งสอง ความเร็วลมออกปล่องหลังคา PVRSC-PCM และความเร็วลมสิ่งแวดล้อม กรณีเปิดพัดลมระบายอากาศ (วันที่ 18 กรกฎาคม 2020)

ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในระหว่างบ้านจำลองทั้งสองหลัง เช่น อุณหภูมิบนหลังคาคอนกรีต อุณหภูมิบนหลังคาใส อุณหภูมิบนแผง PV อุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคา อุณหภูมิบนฝ้าเพดานของหลังคา อุณหภูมิของสาร PCM อุณหภูมิทางเข้าและทางออกห้องใต้หลังคา อุณหภูมิภายในบ้าน อุณหภูมิตรงหน้าต่างบานเกล็ดกระจกใส จากรูปที่ 7-11 พบว่า อุณหภูมิบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา PVRSC-PCM และหลังคา SR มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ $0.5 - 28^{\circ}\text{C}$ (ช่วงเวลากลางวัน) เนื่องจากหลังคาชั้นนอกของบ้านทั้งสองเป็นหลังคาคอนกรีตสีแดง และหลังคาใสเป็นพลาสติกใส ส่งผลทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่ผิวหลังคาเกิดการถ่ายความร้อนผ่านโครงสร้างหลังคาเข้าสู่ภายในบ้านทั้งสอง ข้อเสียของหลังคาคอนกรีตทั่วไปเป็นระบบปิดเกิดการสะสมความร้อนภายในทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น และข้อดีของปล่องหลังคา PVRSC-PCM มีโครงสร้างเป็นหลังคาสองชั้นเป็นระบบเปิดเกิดการไหลเวียนภายในห้องเข้าสู่ห้องใต้หลังคาได้เร็วขึ้น ทำให้อากาศหรือความร้อนภายในห้องสามารถระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ ส่งผลทำให้อุณหภูมิภายในบ้านลดลง และจากรูปที่ 12 -13 เปรียบเทียบผลของการไหลเวียนของอากาศภายในบ้านจำลองระหว่างบ้านทั้งสองหลัง พบว่าบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา PVRSC-PCM with DC fan จะมีการไหลเวียนของอากาศภายในที่ความเร็วประมาณ $0.01-0.20 \text{ m/s}$ จะสูงกว่าบ้านที่ติดตั้งหลังคา SR ซึ่งจะมีการระบายอากาศภายในที่ความเร็วประมาณ $0.01-0.045 \text{ m/s}$ ขณะที่บริเวณที่ทำการทดสอบมีความเร็วลมภายนอกประมาณ $1.1-3.0 \text{ m/s}$ และปล่องหลังคา PVRSC-PCM มีการระบายอากาศที่ทางออกของพัดลมกระแสตรงที่ความเร็วประมาณ $0.45-3.12 \text{ m/s}$ ซึ่งจะแสดงให้เห็นได้ว่า ระบบปล่องหลังคา PVRSC-PCM สามารถระบายอากาศได้ ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในห้องใต้หลังคาและภายในห้องของบ้านพักอาศัย ลดการสะสมความร้อนภายในและระบายอากาศภายในบ้านได้มากขึ้นช่วยประหยัดพลังงานได้อีกทางหนึ่ง

4. สรุปผลการศึกษา

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ทำการทดสอบเปรียบเทียบสมรรถนะทางความร้อนและการลดภาระความร้อนระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องหลังคาเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศร่วมกับสารวัสดุเปลี่ยนแปลงติดตั้งพัดลมไฟฟ้ากระแสตรง (PVRSC-PCM with DC fan) กับหลังคาคอนกรีตทั่วไป (SR) โดยติดตั้งอยู่บนหลังคาหันไปทางทิศใต้ของบ้านจำลอง ที่มีผลต่อการลดการสะสมความร้อนภายในและห้องใต้หลังคาของบ้าน พบว่า อุณหภูมิภายในและห้อง

<http://jeet.siamtechu.net>

ใต้หลังคาของบ้านจำลองและมีค่าความร้อนไหลผ่านหลังคาของบ้านที่ติดตั้งหลังคา SR จะมีค่าสูงกว่าบ้านที่ติดตั้งปล่องหลังคา PVRSC-PCM และทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในห้องช่วยระบายอากาศ จากภายในบ้านสู่สิ่งแวดล้อม เกิดสภาวะความสบายต่อผู้พักอาศัย ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า จากการใช้เครื่องปรับอากาศ และช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการผลิตไฟฟ้าได้อีกทางหนึ่ง การไหลเวียนของอากาศภายในห้อง ลดการสะสมความร้อนภายในบ้านพักอาศัยและการระบายอากาศภายในบ้านได้มากขึ้นโดยตรง สุดท้ายนี้ PVRSC-PCM with DC fan ช่วยอนุรักษ์พลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม เป็นการส่งเสริมและพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์มากขึ้นต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Chantawong P. Israngkura N A B. Ungkoon Y. Natural ventilation of houses by a Roof Autoclaved Aerated Concrete Solar Chimney Under Hot Humid Climate of Bangkok. *KKU Sci J* 2012; 40:1:83-94. (In Thai).
- [2] Michels C. Lamberts R. Güths S. 2007. Evaluation of heat flux reduction provided by the use of radiant barriers in clay tile roofs. *J Energy and Buildings* 2008;40:4:445–451.
- [3] Khedari J. Sangprajak A. Hirunlabh J. Thailand climatic zones. *J Renewable Energy* 2002;25:2:267–280.
- [4] Chirarattananon S. Chaiwiwatworakul P. Pattanasethanon S. Daylight availability and models for global and diffuse horizontal illuminance and irradiance for Bangkok. *J Renewable Energy* 2002;26:1:69-89.
- [5] Levinson R. Akbari H. Reilly J C. Cool tile-roofed buildings with near-infrared-reflective non-white coatings. *J Building and Environment* 2007;42:7:2591-2605.
- [6] Ogoli D M. Predicting indoor temperatures in closed building with high thermal mass. *J Energy and Buildings* 2003;35:7:851–862.
- [7] Hendron R. Farrar-Nagy S. Reeves P. Hancock E. Thermal performance of unvented attic in hot-dry climates: Results from building America. *J Transactions of the ASME* 2004;126:732-737.
- [8] Khedari J. Hirunlabh J. Bunnag T. Experimental study of a roof solar collector towards the natural ventilation of new houses. *J Energy and Buildings* 1997; 26: 159-164.
- [9] Khedari J. Mansirisub W. Chaima S. Pratinthong N. Hirunlabh J. Field measurements of performance of roof solar collector, *J Energy and Buildings* 2000;31:171-178.
- [10] Chantawong P. Khedari J. Hirunlabh J. Study of cooling load reduction by solar cells attic ventilation of house model under climate of Bangkok. *Ladkrabang Engineering Journal* 2012;29:2:66-71, (In Thai).
- [11] Chantawong P. Vimanjan V. Natural ventilation of houses model by a roof solar cells turbine ventilator assisted with DC fan under climate of Bangkok. *J KMUTNB* 2012;22:2:305-314, (In Thai).
- [12] Chantawong P. Experimental Comparative Study between a Simple Roof Concrete and Roof Solar Cells Chimney Assisted with DC Fan and Life Cycle Cost Analysis. *J KMUTNB* 2013;23:1: 104-114, (In Thai).
- [13] Chantawong P. Investigation of Thermal Performance of Roof Solar Cells Chimney assisted with DC fan Under the Climate of Bangkok. *Ladkrabang Engineering Journal* 2011;28:1:19-24, (In Thai).
- [14] Ok Lee K. A, Medina M, Raith E, Sun X: (2015) "Assessing the integration of a thin phase change material (PCM) layer in a residential building wall for heat transfer reduction and management", *Applied Energy*. 137, pp699-706.