

การระบายอากาศแบบธรรมชาติของบ้านจำลองด้วยหลังคาโซลาร์เซลล์กังหัน ระบายอากาศร่วมกับพัดลมกระแสตรงภายใต้สภาวะอากาศของกรุงเทพมหานคร Natural Ventilation of Houses Model by a Roof Solar Cells Turbine Ventilator Assisted with DC Fan under Climate of Bangkok

ปรีดา จันทวงษ์^{1,2*} และ วิชาญ วิมานจันทร¹

Preeda Chantawong^{1,2*} and Vichan Vimanjan¹

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบทดสอบระหว่างหลังคาคอนกรีตทั่วไป (SRC) กับหลังคาโซลาร์เซลล์กังหันระบายอากาศแบบธรรมชาติร่วมกับพัดลมกระแสตรง (RSCTV) ภายใต้ภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร หลังคาโซลาร์เซลล์กังหันระบายอากาศ (RSCTV) ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างเหมือนกับหลังคาคอนกรีตทั่วไป สำหรับโครงสร้างของหลังคา RSCTV ประกอบด้วยกระเบื้องซีเมนต์โมเนียซึ่งทำมุมเอียง 30 องศา จากแนวนอน มีความหนา 15 มม. บนหลังคามีแผงโซลาร์เซลล์มีขนาดกำลัง 50 วัตต์ มีความหนาประมาณ 30 มม. โดยติดตั้งกังหันระบายอากาศ ซึ่งมีน้ำหนัก 3.1 กิโลกรัม และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.46 ม. มีความสูงประมาณ 0.29 ม. ที่ตำแหน่งจุดกึ่งกลางของหลังคา ฝ้าเพดานจะมีช่องเปิดที่การติดตั้งพัดลมไฟฟ้ากระแสตรงขนาดกำลัง 5.76 วัตต์ ที่ตำแหน่งจุดกึ่งกลางบนฝ้าเพดานอยู่ภายในขนาด 0.10 ม. x 0.10 ม. เพื่อระบายอากาศจากภายในบ้านผ่านห้องใต้หลังคาออกสู่สิ่งแวดล้อมและป้องกันแมลง ฝ้าเพดาน

เป็นแผ่นยิบซัมมีความหนา 10 มม. โดยติดตั้งอยู่บนหลังคาบ้านจำลองทั้งสองหลังที่มีขนาดเท่ากัน โดยบ้านจำลองมีขนาดปริมาตรเท่ากับ 4.05 ลบ.ม. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างบ้านจำลองทั้งสองหลังที่มีผลต่อการลดการสะสมความร้อนและความชื้นภายในห้องใต้หลังคาของบ้านพักอาศัย ผลการศึกษาทดลองพบว่าบ้านที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์กังหันระบายอากาศมีอุณหภูมิ และความชื้นภายในห้องต่ำกว่าบ้านที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไป ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาเข้าสู่บ้านจะลดลง ช่วยระบายอากาศภายในห้องเกิดการไหลเวียนของอากาศภายในบ้านดีขึ้น ดังนั้นหลังคาโซลาร์เซลล์กังหันระบายอากาศ ยังช่วยประหยัดพลังงาน และรักษาสีสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: หลังคาโซลาร์เซลล์กังหันระบายอากาศแบบธรรมชาติ (RSCTV) การระบายอากาศแบบธรรมชาติ สภาวะอากาศของกรุงเทพมหานคร

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

² นักวิจัย ศูนย์วิจัยพลังงานยานยนต์เพื่อสิ่งแวดล้อม สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

* Corresponding Author, Tel. 0-2555-2000 Ext. 6434, E-mail: cpreeda@yahoo.com

Abstract

This paper reports a comparison of heat and humidity reduction capacity of a house model with a simple roof concrete (SRC) and that with roof solar cell turbine ventilator assisted with DC fan (RSCTV) under Bangkok climate condition. Both RSCTV and SRC roofs were similar to general concrete one. The RSCTV was made up of 15 mm thick CPAC moniers inclining in 30° to the horizontal plane. Fifty Watt and 30 mm thick solar cells were installed on the roof. A turbine ventilator with a 0.46 m diameter and 0.29 m height, weighing 3.1 kg was also installed at the roof center of the house model. At the center of the 10 mm thick gypsum board ceiling of both houses, there was an 0.10 m x 0.10 m opening for ventilating the room air. A mosquito net was placed on each opening. A 5.76 Watt DC fan was installed at the ceiling of each house model with 4.05 cubic meter in volume to blow out the air from the room through the attic. It was found that the temperature and humidity in the house model with RSCTV were lower than those of the house with SRC. Moreover, the heat transferred from outside through the roof into the house was reduced and the circulation of room air was better. In addition, the RSCTV could help to save energy and protect environment.

Keywords: Roof Solar Cells Turbine Ventilator Assisted with DC Fan (RSCTV), Natural Ventilation, Climate of Bangkok

1. บทนำ

เนื่องจากสภาวะอากาศของประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้นซึ่งมีสภาพภูมิอากาศที่ร้อนสลับฝนตลอดปี [1] อุณหภูมิสูงประมาณ 32-38°C ความชื้นของอากาศร้อยละ 59 -100 จากความเข้มแสงของรังสี

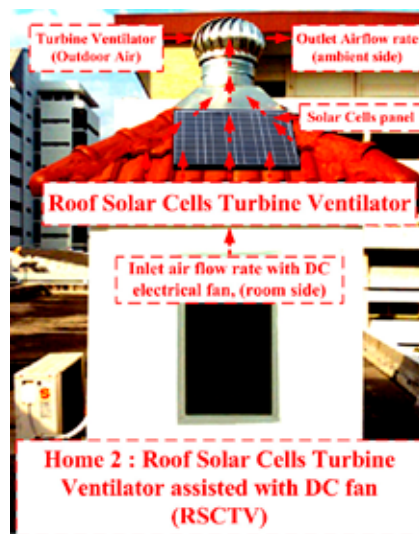
อาทิตย์ประมาณ 17 MJ/m².day ที่มาตกกระทบบนผิวกระเบื้องหลังคา ทำให้เกิดการสะสมความร้อนและถ่ายเทความร้อนผ่านโครงสร้างหลังคาเข้าสู่ภายในอาคารเกิดการสะสมความร้อน และความชื้นภายในห้องได้หลังคา ทำให้อุณหภูมิภายในสูงกว่า ก่อให้เกิดปัญหาความร้อนที่สะสมในบ้านหรืออาคารสมัยใหม่ ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญต่อความรู้สึกสบายของผู้พักอาศัย ดังนั้นการแก้ปัญหาโดยส่วนใหญ่ใช้เครื่องปรับอากาศทางกลเพื่อลดอุณหภูมิภายใน เกิดภาวะความสบายทางความร้อนส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นภายในบ้านพักอาศัยหรืออาคาร [2] จากการปรับอากาศร้อยละ 60 อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ และแสงสว่างร้อยละ 40 และในต่างประเทศได้ศึกษาปัญหาการถ่ายเทความร้อนและความชื้นเข้าสู่ภายในอาคารโดย Suehrcke และคณะ [3] Levinson และคณะ [4] ได้ทำการศึกษาผลกระทบของสีและวัสดุที่ใช้ทำกระเบื้องหลังคาของบ้านพักอาศัยที่มีผลต่อการดูดกลืนความร้อนโดยจากรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบน ผิวเกิดการสะสมความร้อนและถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้าน เช่น สีอ่อน สีเข้มและสีอื่นๆ ผลจากการศึกษาสมบัติทางความร้อนและทดลองพบว่าวัสดุชนิดเดียวกันที่มีสีเข้มจะดูดกลืนรังสีอาทิตย์ได้มาก จึงทำให้เกิดการสะสมความร้อนและถ่ายเทความร้อนรวมเข้าสู่ภายในบ้านมากกว่าสีอ่อน ต่อมาได้มีการศึกษาความร้อนถ่ายเทผ่านวัสดุฉนวนกันความร้อนใต้กระเบื้องหลังคาจากวัสดุหลายชนิดโดย Michels และคณะ [5] ผลทดลองพบว่าฉนวนเซรามิกส์ สามารถลดความร้อนได้มากกว่าฉนวนชนิดอื่นๆ และได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนจากห้องใต้หลังคาโดย Ogoli [6] พบว่าการติดตั้งฉนวนแบบแบนราบช่วยลดอุณหภูมิภายในบ้านแต่ภายในห้องหลังคายังมีอุณหภูมิสูงตามปกติ ต่อมา Hendron และคณะ [7] ได้มีการศึกษาหลังคาทั้งหันทันระบายอากาศห้องใต้หลังคา เพื่อลดอุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคาของบ้านโดยใช้ลูกหมุนระบายความร้อนออกจากห้องหลังคา ต่อมาได้มีการศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของทั้งหันทันระบายอากาศภายในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรมและ

ศึกษาด้านแบบระบบกั้นระบายอากาศร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์โดย Lai [8], [9] ผลการศึกษาทดลองพบว่าหลังคาทั้งระบายอากาศช่วยลดการใช้พลังงาน ถ้ามีความเร็วลมจากสิ่งแวดล้อมสูงจะช่วยให้ลูกหมุนระบายอากาศ ระบายอากาศแบบธรรมชาติภายในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรมได้เร็วขึ้นและพัดลมกระแสดังที่ใช่พลังงานจากโซลาร์เซลล์โดยตรงที่ติดตั้งภายในกั้นจะดูดอากาศเพื่อระบายอากาศได้เร็วขึ้นและต่อมาประเทศไทยได้มีการศึกษาทดลองเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างบ้านที่ติดตั้งหลังคารับรังสีอาทิตย์และกั้นระบายอากาศ แบบธรรมชาติโดย Sriruang [10] พบว่าบ้านระบายอากาศติดตั้งกั้นระบายอากาศ มีอุณหภูมิต่ำกว่า และอัตราการระบายอากาศสูงกว่าบ้านที่ติดตั้งหลังคารับรังสีอาทิตย์

สำหรับงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการป้องกันความร้อน และความชื้นเข้าสู่ภายในบ้านจำลองระหว่างบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (Simple Roof Concrete: SRC, Home 1) และบ้านที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์กั้นระบายอากาศแบบธรรมชาติร่วมกับพัดลมกระแสดังที่ได้แหล่งพลังงานไฟฟ้ามาจากแผงโซลาร์เซลล์ป้อนให้กับพัดลม (Roof Solar Cells Turbine Ventilator Assisted with DC Fan: RSCTV, Home 2) ที่มีผลต่อการลดการสะสมความร้อนและความชื้นภายในบ้านพักอาศัย และได้ทำการศึกษาวิจัยพัฒนาต่อเนื่องจากงานวิจัยของ Sriruang [10] และ Chantawong [11] จะทำการทดสอบที่บ้านจำลองทั้งสองหลัง มีขนาดเท่ากันและปริมาตรเท่ากับ 4.05 ลบ.ม. (รูปที่ 1 และรูปที่ 2) โดยทำการศึกษาทดสอบภายใต้สภาวะอากาศปกติสองกรณีคือ กรณีแรกทดสอบโดยปิดเครื่องปรับอากาศจากผลทดลองภายในวันที่ 21 ตุลาคม 2553 (Non AC) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต่างๆ ของบ้านจำลองทั้งสองหลังที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไป (Home 1: SRC) และหลังคาโซลาร์เซลล์กั้นระบายอากาศแบบธรรมชาติร่วมกับพัดลมไฟฟ้ากระแสดัง (Home 2: RSCTV) เฉพาะบนหลังคาทางด้านทิศใต้ เช่น อุณหภูมิบนหลังคาทั่วไป SRC อุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้



รูปที่ 1 บ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไป (Home 1: SRC)



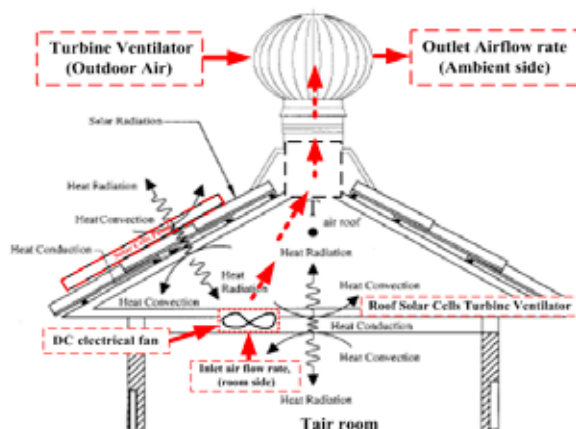
รูปที่ 2 บ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์กั้นระบายอากาศแบบธรรมชาติร่วมกับพัดลมกระแสดัง (Home 2: RSCTV)

หลังคาและภายในของบ้าน SRC และอุณหภูมิบนหลังคา RSCTV อุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคา และภายในของบ้าน RSCTV อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ความชื้นภายในห้องของบ้านจำลองทั้งสองและสิ่งแวดล้อม จากวิธีการคำนวณ [11], [12] ความร้อนไหลผ่านหลังคา ความเร็วลมภายในและภายนอกของบ้านทดสอบทั้งสองหลัง ความเร็วลม

กัณฑ์ และความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ กรณีที่สองทดสอบโดยเปิดเครื่องปรับอากาศ (เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 12,638 บีทียูต่อชั่วโมง) จากผลทดลองภายในวันที่ 28 ตุลาคม 2553 (Open AC) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศจากบ้านทดสอบทั้งสองหลัง

2. หลักการทำงานของหลังคาโซลาร์เซลล์กัณฑ์ระบายแบบธรรมชาติร่วมกับพัดลมกระแสตรง

การระบายอากาศแบบธรรมชาติด้วยหลังคาโซลาร์เซลล์กัณฑ์ระบายอากาศแบบธรรมชาติร่วมกับพัดลมไฟฟ้ากระแสตรง [8]-[11] จากรูปที่ 3 มีหลักการทำงานสามกรณีดังนี้ กรณีแรกเป็นการระบายแบบธรรมชาติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์[11] (ไม่มีแรงลมจากธรรมชาติมาปะทะบริเวณใบพัดของกัณฑ์) เมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบบนหลังคา ทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่ผิวและถ่ายเทความร้อนผ่านโครงสร้างของหลังคาเข้าภายในห้องใต้หลังคาทำให้อุณหภูมิภายในห้องใต้หลังคาส่งความร้อนภายในห้องของบ้านและสิ่งแวดล้อม ทำให้อากาศภายในห้องใต้หลังคาที่มีความหนาแน่นลดลง และเกิดแรงลอยตัวของอากาศภายในห้องใต้หลังคาออกสู่สิ่งแวดล้อมทางด้านบนของหลังคาบริเวณใบพัดกัณฑ์ และการเหนี่ยวนำของอากาศจากภายในห้องของบ้านด้านล่างบริเวณฝ้าเพดานและอากาศ สิ่งแวดล้อม เข้ามาแทนที่อากาศภายในห้องใต้หลังคาก่อให้เกิดการระบายอากาศแบบธรรมชาติ กรณีที่สอง เป็นการระบายแบบธรรมชาติด้วยกัณฑ์ระบายอากาศ RSCTV จะมีแรงลมจากธรรมชาติมาปะทะบริเวณใบพัดของกัณฑ์ระบายอากาศ [10] ส่งผลให้เกิดการหมุนของกัณฑ์ระบายอากาศสามารถรับการปะทะของลม จากสิ่งแวดล้อมได้ทุกทิศทางเมื่อเกิดการหมุนจะเกิดแรงเหวี่ยงของอากาศภายใน ส่งผลให้เกิดการดึงอากาศออกนอกตัวบ้านได้ เกิดการระบายอากาศภายในบ้านพักอาศัยช่วยระบายอากาศจากภายในบ้านและห้องใต้หลังคาออกสู่สิ่งแวดล้อมได้เร็วขึ้น ทำให้อุณหภูมิและความชื้นภายในห้องใต้หลังคา ส่งผลให้อุณหภูมิและความชื้นภายในห้องของบ้านลดลง เกิดการไหลเวียนของอากาศภายใน



รูปที่ 3 ลักษณะการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาเข้าสู่ภายในของบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคา RSCTV [9], [10]

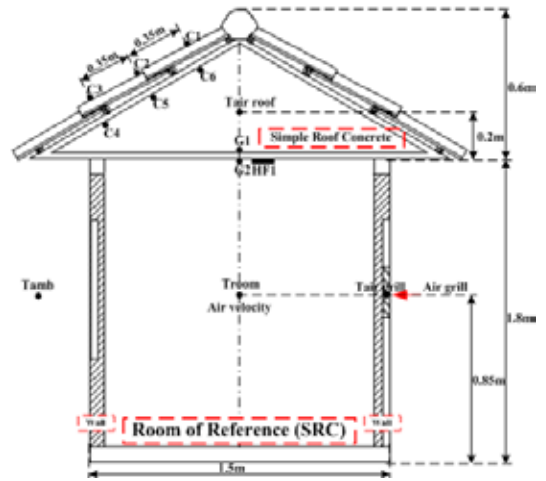
บ้านดีขึ้น กรณีที่สาม เปิดพัดลมไฟฟ้ากระแสตรงเป็นการระบายอากาศแบบบังคับ [9, 10] ซึ่งจะมีหลักการเหมือนกรณีแบบแรกและแบบที่สองโดยพัดลมจะเพิ่มความเร็วลมในการระบายจากภายในสู่ภายนอกได้เร็วขึ้นส่งผลต่อสภาวะความสบายของผู้พักอาศัย และการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลเวียนของภายในห้องออกสู่สิ่งแวดล้อมขึ้นกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้นและความเร็วลมภายนอกที่มาปะทะกับใบพัดของกัณฑ์

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

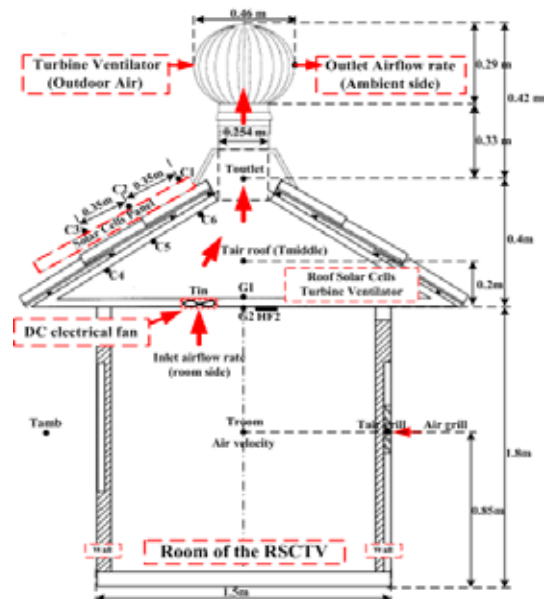
บ้านจำลองสร้าง ณ บริเวณชั้นดาดฟ้าอาคาร 63 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร

การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการป้องกันความร้อนและความชื้นเข้าสู่ภายในบ้านจำลองเฉพาะบนหลังคาของบ้านจำลองด้านทิศใต้ระหว่างบ้านที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไป (SRC: Home 1) กับบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์กัณฑ์ระบายอากาศแบบธรรมชาติร่วมกับพัดลมกระแสตรง (RSCTV: Home 2) บ้านจำลองทั้งสองหลังมีขนาดเท่ากันและมีปริมาตรเท่ากับ 4.05 ลบ.ม. [11] ทดสอบภายใต้สภาวะอากาศปกติ หลังคาคอนกรีตหรือหลังคาทั่วไป (SRC) ดังแสดงในรูปที่ 1 และ 4 มี

ลักษณะโครงสร้างเป็นกระเบื้องซีแพคโมเนียสีแดงทำมุมเอียง 30 องศา จากแนวนอนมีความหนาประมาณ 15 มม. บุด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยด์สะท้อนความร้อน ฝ้าเพดานเป็นยิปซัมมีความหนา 10 มม. สำหรับโครงสร้างของหลังคาโซลาร์เซลล์กึ่งหันระบายนอากาศ RSCTV จะมีลักษณะโครงสร้างเหมือนกับหลังคาคอนกรีตหรือหลังคาทั่วไป ประกอบด้วยกระเบื้องซีแพคโมเนียสีแดง ด้านบนของหลังคา มีแผงโซลาร์เซลล์มีขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุด 50 วัตต์ มีขนาด $0.670 \times 0.656 \times 0.03$ ม. (จำนวน 1 แผง) และเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคริสตัลไลน์ซิลิกอน (Crystalline Silicon) และมีลักษณะพิเศษอื่นๆ แรงดันมาตรฐาน 17 โวลต์ กระแสไฟฟ้าปกติ 2.95 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าปกติ 12.0 โวลต์ กระแสไฟฟ้าลัดวงจร 3.25 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด 21.5 โวลต์ และติดตั้งกึ่งหันระบายนอากาศ ซึ่งมีน้ำหนัก 3.1 กก. และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.46 ม. มีความสูงประมาณ 0.29 ม. มีขนาดของใบพัดประมาณ $0.07 \times 0.40 \times 0.001$ ม. จำนวน 22 ใบ จะติดตั้งกึ่งหันระบายนอากาศที่ตำแหน่งจุดกึ่งกลางของหลังคาโดยฝ้าเพดานจะมีช่องเปิดมีพื้นที่ขนาดประมาณ 0.10×0.10 ม. และติดตั้งพัดลมไฟฟ้ากระแสตรงขนาดกำลัง 5.76 วัตต์ ณ บริเวณช่องเปิดเพื่อระบายอากาศจากภายในห้องผ่านห้องใต้หลังคาสู่สิ่งแวดล้อมและสำหรับป้องกันแมลง (รูปที่ 2, 3 และ 5) และบ้านจำลองทั้งสองหลังมีโครงสร้างประกอบด้วยผนังมวลเบาฉาบปูนด้านนอกทั้ง 4 ด้าน และบนผนังทาสีภายนอก (สีขาว) มีขนาดพื้นที่ของผนังแต่ละด้านเท่ากับ $1.5 \times 1.8 \times 0.10$ ม. มีประตูพลาสติก PVC ขนาด $1.5 \times 0.75 \times 0.035$ ม. ติดตั้งอยู่ทางด้านทิศเหนือ และมีหน้าต่างเป็นกระจกใสขนาด $0.5 \times 0.8 \times 0.006$ ม. ติดตั้งอยู่ทางด้านทิศใต้ (ดังแสดงในรูปที่ 1 และ 2) สำหรับการติดตั้งจุดวัดค่าอุณหภูมิโดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K (ค่าความคาดเคลื่อน ± 0.5) วัดอุณหภูมิตามจุดต่างๆ ของบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตหรือหลังคาทั่วไป SRC การติดตั้งจุดวัดค่าอุณหภูมิบน หลังคาด้านทิศใต้ของบ้านจำนวน 6 จุด (C1, C2, C3, C4, C5, C6) และฝ้าเพดานจำนวน 2 จุด (G1, G2) อุณหภูมิอากาศภายใน



รูปที่ 4 การติดตั้งเครื่องมือวัดของบ้านที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไป (SRC: Home 1)



รูปที่ 5 การติดตั้งเครื่องมือวัดของบ้านที่ติดตั้งหลังคา กึ่งหันระบายนอากาศแบบธรรมชาติ (RSCTV: Home 2)

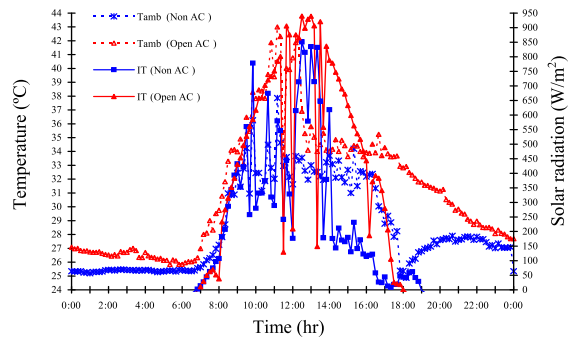
ห้องและห้องใต้หลังคาของบ้านจำนวน 4 จุด (Troom, Troom, wb, Tair roof, Tair roof, wb) อุณหภูมิอากาศตรงบานเกล็ดของประตูบ้านจำนวน 1 จุด (Tair grill)

และบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์กึ่งหันระบายนอากาศแบบธรรมชาติร่วมกับพัดลมกระแสตรง RSCTV ทำการติดตั้งจุดวัดค่าอุณหภูมิบนหลังคาด้านทิศใต้ของบ้านจำนวน 6 จุด (C1, C2, C3, C4, C5, C6) และฝ้าเพดานจำนวน 2 จุด (G1, G2) อุณหภูมิอากาศภายในห้องและห้องใต้หลังคาของบ้านจำนวน 6 จุด (Troom, Troom, wb, Tair roof (middle), Tair roof, wb, Toutlet, Tin) อุณหภูมิอากาศที่บานเกล็ดของประตูบ้านจำนวน 1 จุด (Tair grill) อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมจำนวน 2 จุด (Tamb, Tamb, wb) วัดค่าความร้อนไหลผ่านหลังคาของบ้านจำลองทั้งสองหลังโดยใช้ Heat Flux (ช่วงการวัดประมาณ -30°C ถึง 120°C ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 2\%$) จำนวน 1 จุด และค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์วัดโดยไพราโนมิเตอร์ (ช่วงการวัด 1 ถึง 1400 W/m^2 ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$) ค่าอุณหภูมิ ค่าความร้อนไหลผ่านหลังคา และความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ จะถูกบันทึกในเครื่องบันทึกข้อมูล (Data Recorder) (ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 0.8\%$) วัดความเร็วลมของกังหันของหลังคาโซลาร์เซลล์ระบายนอากาศ RSCTV ความเร็วลมภายในและภายนอกบ้าน จำนวน 3 จุด โดยใช้เครื่องวัด Hot wire anemometer (ช่วงการวัด 0 ถึง 50 m/s ความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$) ทำการติดตั้งเครื่องมือวัด จะทำการเก็บบันทึกข้อมูลทุก 10 นาที ตลอด 24 ชั่วโมง (ดังแสดงในรูปที่ 4 และ 5)

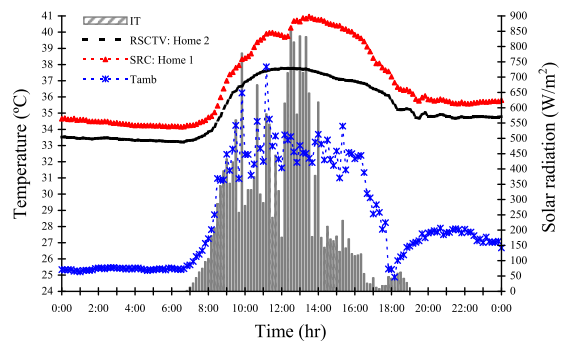
4. ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ภายในบริเวณที่ทำการทดสอบบ้านจำลองทั้งสองหลัง

จากรูปที่ 6 มีอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม ความเข้มของรังสีอาทิตย์เพิ่มขึ้นและลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา 24 ชั่วโมง จากภายในวันที่ 21 ตุลาคม 2553 (Non AC) เนื่องจากมีฝนตกในบริเวณทดสอบ พบว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม $25 - 38^{\circ}\text{C}$ จะมีค่าความเข้มแสงรังสีอาทิตย์ประมาณ $13 - 865\text{ W/m}^2$ จากภายในวันที่ 28 ตุลาคม 2553 (Open AC) มีการ



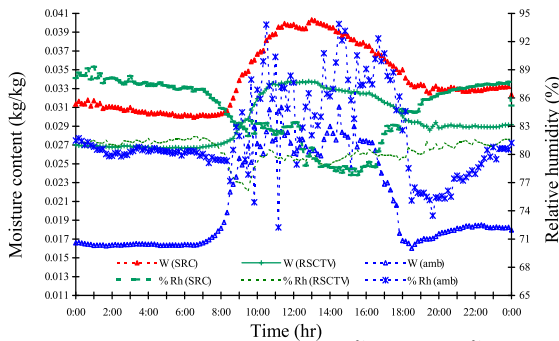
รูปที่ 6 ผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์



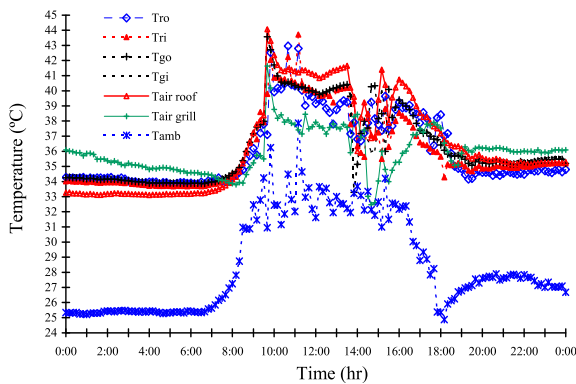
รูปที่ 7 ผลการเปรียบเทียบของอุณหภูมิภายในบ้านทั้งสองหลังและสิ่งแวดล้อม

เปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม $25 - 43^{\circ}\text{C}$ และค่าความเข้มแสงรังสีอาทิตย์ประมาณ $11 - 940\text{ W/m}^2$ และจากรูปที่ 7 อุณหภูมิอากาศภายในของบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (SRC: Home 1) จะมีอุณหภูมิสูงกว่าบ้านที่ติดตั้งหลังคาหันระบายนอากาศ (RSCTV: Home 2) (ประมาณ $2 - 5^{\circ}\text{C}$) และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ $3 - 10^{\circ}\text{C}$ เนื่องจากบ้านที่ติดตั้งหลังคา RSCTV จะสามารถระบายความร้อนออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ดีกว่า

จากรูปที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความชื้นและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เกิดขึ้นภายในบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (SRC: Home 1) กับบ้านที่ติดตั้งหลังคาหลังคาโซลาร์เซลล์กึ่งหันระบายนอากาศแบบธรรมชาติร่วมกับพัดลมกระแสตรงที่ได้แหล่งพลังงานไฟฟ้ามาจากแผงโซลาร์เซลล์ป้อนให้กับพัดลมตลอดเวลาที่มีแสงแดด



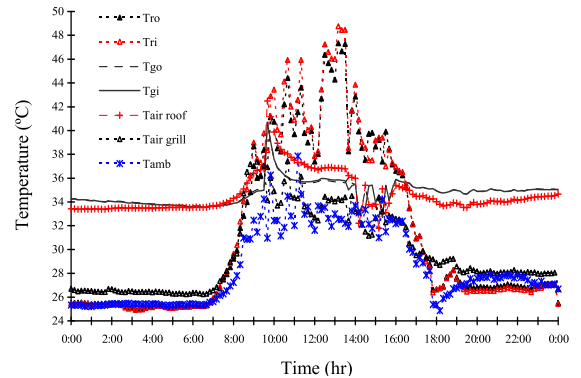
รูปที่ 8 ผลการเปรียบเทียบมวลความชื้นและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในระหว่างบ้านทั้งสองหลังและสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 9 ผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในบ้านที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไป (SRC: Home 1)

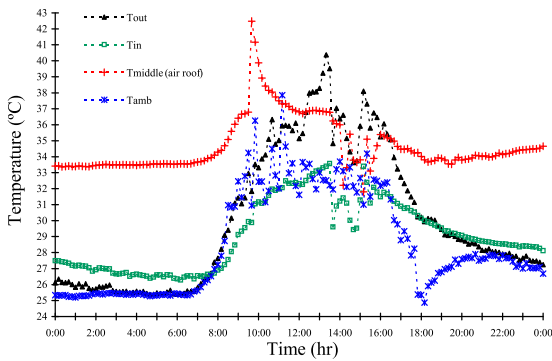
(RSCTV: Home 2) และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นความชื้นของละอองน้ำที่สะสมภายในอากาศ และความชื้นที่สะสมของวัสดุต่างๆ ภายในบ้านที่เกิดการระเหยตัวเมื่อได้รับความร้อนจากภายนอก ผลจากการทดสอบพบว่าภายในบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป SRC มีความชื้นและความชื้นสัมพัทธ์อากาศสูงกว่าบ้านที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์กึ่งกันระคายอากาศ RSCTV และต่ำกว่าอากาศสิ่งแวดล้อม เนื่องจากบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป SRC จะมีการสะสมความร้อนและความชื้นของภายในห้องใต้หลังคาได้ดีกว่า RSCTV

จากรูปที่ 8-11 ผลการเปลี่ยนแปลงรายชั่วโมงของอุณหภูมิภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป (Home1: SRC) อุณหภูมิเฉลี่ยบนหลังคาด้านบนและด้านล่าง (Tro,



รูปที่ 10 ผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในบ้านที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์กึ่งกันระคายอากาศ (RSCTV: Home 2)

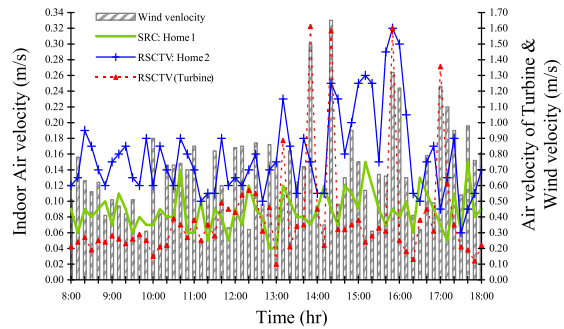
Tri) อุณหภูมิบนฝ้าเพดานด้านบนและด้านล่าง (Tgo, Tgi) อุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคา (Tair roof) อุณหภูมิอากาศภายในห้องของบ้านจำลอง (Troom) อุณหภูมิอากาศตรงบานเกล็ดของประตูบ้าน (Tair grill) และอุณหภูมิภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั้งกันระคายอากาศแบบธรรมชาติ (Home 2: RSCTV) อุณหภูมิบนหลังคาด้านบนและด้านล่าง (Tro, Tri) อุณหภูมิบนฝ้าเพดานด้านบนและด้านล่าง (Tgo:G1, Tgi: G2) อุณหภูมิอากาศภายในภายในห้องใต้หลังคา (Tout, Tmiddle (Air roof): Tair roof, Tin) อุณหภูมิอากาศภายในห้องของบ้านจำลอง (Troom) อุณหภูมิอากาศที่บานเกล็ดของประตูบ้าน (Tair grill) และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (Tamb) และผลการทดลองตลอดเวลา 24 ชั่วโมง บ้านที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไป (SRC: Home 1) และหลังคาโซลาร์เซลล์กึ่งกันระคายอากาศแบบธรรมชาติร่วมกับพัดลมกระแสตรง RSCTV: Home 2 (รูปที่ 9 -10) พบว่า RSCTV: Home 2 มีอุณหภูมิเฉลี่ยบนหลังคาด้านนอกและด้านในประมาณ 47 - 50°C สูงกว่าหลังคาคอนกรีตทั่วไป (SRC: Home 1) ประมาณ 1-5°C และในช่วงเวลากลางวัน เนื่องจากหลังคาโซลาร์เซลล์กึ่งกันระคายอากาศเป็นกระเบื้องซีแพคโมเนียด้านบนของหลังคามีเซลล์แสงอาทิตย์สัปดาห์จะสามารถดูดกลืนรังสีอาทิตย์และสะสมความร้อนได้กว่ากระเบื้องซีแพคโมเนียสีแดงของ



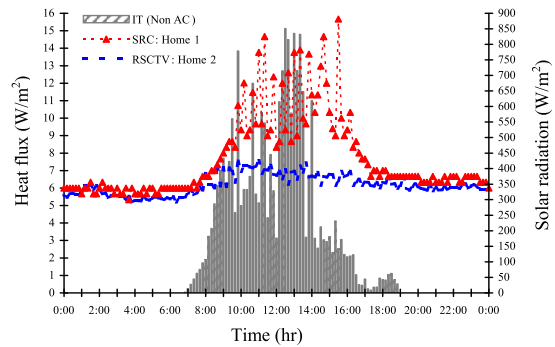
รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคาของบ้านที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์กึ่งกันระบายนอากาศ RSCTV

หลังคาคอนกรีตทั่วไป ส่งผลให้อุณหภูมิของหลังคาโซลาร์เซลล์กึ่งกันระบายนอากาศ RSCTV สูงกว่าหลังคาทั่วไป SRC และสิ่งแวดล้อมประมาณ 2 - 12°C และอุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคาของบ้านที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์กึ่งกันระบายนอากาศ RSCTV (ดังแสดงรูปที่ 11) มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม บางช่วงเวลาซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะของการระบายนอากาศแบบธรรมชาติด้วยหลังคาทั้งกันระบายนอากาศ RSCTV ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในห้องใต้คิกว่าบ้านที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไป เนื่องจากหลังคาทั่วไป (SRC) จะมีเกิดการสะสมความร้อนและความชื้นภายในห้องใต้หลังคาและภายในห้องของบ้าน ซึ่งไม่สามารถระบายนอากาศออกสู่ภายนอกได้

จากรูปที่ 12 ผลการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมภายในของบ้านจำลองทั้งสองหลัง จากการศึกษาทดสอบตลอดช่วงเวลา 8:00-18:00 น. จะพบว่าความเร็วลมภายในของบ้านที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์กึ่งกันระบายนอากาศ RSCTV มีการระบายนอากาศภายในห้องประมาณ 0.06-0.36 m/s สูงกว่าห้องของบ้านที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไป ซึ่งจะมีการระบายนอากาศภายในห้องประมาณ 0.04-0.15 m/s ความเร็วลมภายนอกประมาณ 0.31-1.65 m/s บริเวณกึ่งกันจะมีความเร็วที่ใกล้เคียงกับความเร็วลมภายนอก (ประมาณ 0.1-1.62 m/s) ซึ่ง



รูปที่ 12 ผลการเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมภายในบ้านจำลองทั้งสองหลัง

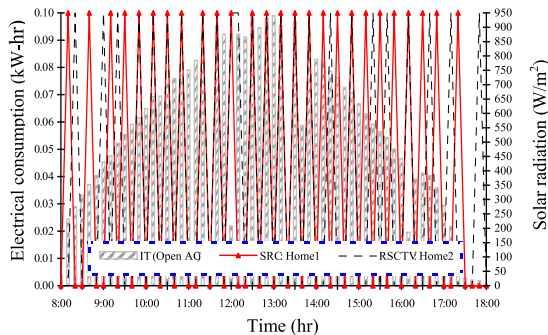


รูปที่ 13 ผลเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาเข้าสู่ภายในของบ้านจำลองทั้งสองหลัง

จะแสดงให้เห็นได้ว่าระบบหลังคาโซลาร์เซลล์กึ่งกันระบายนอากาศ RSCTV สามารถระบายนอากาศได้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในห้องของบ้านทดสอบ

ผลเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาของบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์กึ่งกันระบายนอากาศแบบธรรมชาติร่วมกับพัดลมกระแสตรง RSCTV และบ้านจำลองติดตั้งหลังคาทั่วไป (จากรูปที่ 13) พบว่าบ้านพักอาศัยที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์ RSCTV มีค่าการนำความร้อนผ่านหลังคาต่ำกว่าหลังคาทั่วไป ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหลังคาโซลาร์เซลล์กึ่งกันระบายนอากาศ RSCTV สามารถลดความร้อนผ่านหลังคาเข้าสู่ตัวบ้านได้ดีกว่าหลังคาคอนกรีตทั่วไปประมาณร้อยละ 52.45

และจากรูปที่ 14 กรณีเปิดเครื่องปรับอากาศโดยตั้งอุณหภูมิภายในที่ 26°C ที่ทำการทดสอบในสภาวะอากาศ



รูปที่ 14 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของ
เครื่องปรับอากาศระหว่างบ้านจำลองทั้งสอง
หลัง (วันที่ 28 ตุลาคม 2553)

ปกติมีอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ 25 - 43°C ความเข้มแสงรังสีอาทิตย์ประมาณ 18 - 950 W/m² และจากผลการเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศระหว่างบ้านจำลองทั้งสองหลัง พบว่าบ้านจำลองที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป SRC: Home 1 จะมีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากกว่าหลังคาโซลาร์เซลล์กึ่งกันระบายนอากาศ RSCTV: Home 2 ประมาณร้อยละ 7.67 จากการใช้ไฟฟ้ารวม (ตลอดเวลา 8:00–18:00 น.) บ้านที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไป SRC จะมีการสะสมความร้อนและความชื้นภายใน ส่งผลทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักมาก เนื่องจากไม่มีการระบายความร้อนและความชื้นออกสู่ภายนอก และหลังคาโซลาร์เซลล์ระบายอากาศ RSCTV เป็นระบบที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติด้วยกังหันระบายอากาศร่วมกับพัดลมกระแสตรงที่ได้แหล่งพลังงานโดยตรงจากเซลล์แสงอาทิตย์ตลอดเวลาที่แสงแดด ส่งผลให้อุณหภูมิภายในห้องใต้หลังคาและภายในของบ้านลดลง ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศ

5. สรุป

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านจำลองระหว่างบ้านที่ติดตั้งหลังคาคอนกรีตทั่วไป SRC และหลังคา กึ่งกันระบายนอากาศ RSCTV ที่มีผลต่อการลดการสะสมความร้อนและความชื้นภายในบ้าน จากศึกษาทดลอง พบว่าอุณหภูมิ

อากาศภายในบ้านและห้องใต้หลังคา ความชื้นและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้อง และค่าความร้อนไหลผ่านหลังคาของบ้านที่ติดตั้งหลังคาทั่วไป จะมีค่าสูงกว่าบ้านที่ติดตั้งหลังคาโซลาร์เซลล์ระบายอากาศ RSCTV และหลังคาโซลาร์เซลล์ระบายอากาศ RSCTV ช่วยระบายอากาศจากภายในบ้านและห้องใต้หลังคาสู่สิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น ส่งผลให้เกิดสภาวะความสบายต่อผู้พักอาศัย ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศและลดปัญหาสิ่งแวดล้อม

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนเพื่อการส่งเสริมงานวิจัยในลักษณะนักวิจัยทั่วไปประจำปีงบประมาณ 2553 สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรีชา อ่องอารี ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่อนุญาตให้ใช้สถานที่สำหรับทำการทดสอบเพื่อเก็บข้อมูล และขอบคุณคณะนักศึกษสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องต้นกำลัง (เครื่องต้นกำลังอุตสาหกรรม) ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่ช่วยเก็บข้อมูลงานวิจัยนี้

สัญลักษณ์ และคำย่อ

Tamb	อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม, °C
Tair roof,	Tmiddleอุณหภูมิอากาศภายในห้องใต้หลังคา, °C
Tair grill	อุณหภูมิอากาศตรงบานเกล็ดของประตูบ้าน, °C
Tro	อุณหภูมิเฉลี่ยบนหลังคาด้านบน, °C
Tri	อุณหภูมิเฉลี่ยบนหลังคาด้านล่าง, °C
Tgo	อุณหภูมิเฉลี่ยบนเพดานด้านบน
Tgi	อุณหภูมิเฉลี่ยบนเพดานด้านล่าง, °C
IT	ความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์, W/m ²
SRC,	หลังคาคอนกรีตทั่วไป (Simple Roof Concrete: Home 1)

RSCTV หลังคาโซลาร์เซลล์กังหันระบายอากาศแบบ
ธรรมชาติร่วมกับพัดลมกระแสตรง (Roof
Solar Cells Turbine Ventilator assisted with
DC fan: Home 2)

เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Khedari, et al, "Thailand climatic zones," *Journal of Renewable Energy*, vol. 25, pp.267-280, 2001.
- [2] S. Chirattananon, et al, "Daylight availability and models for global and diffuse horizontal illuminance and irradiance for Bangkok," *Journal of Renewable Energy*, vol. 26, pp.69-89, 2002.
- [3] H. Suehrcke, et al, "Effect of roof solar reflectance on the building heat gain in a hot climate," *Journal of Energy and Buildings*, *accepted*, 2008.
- [4] R. Levinson, et al, "Cool tile-roofed buildings with near-infrared-reflective non-white coatings," *Journal of Building and Environment*, vol. 42, pp. 2591-2605, 2007.
- [5] C. Michels, et al, "Evaluation of heat flux reduction provided by the use of radiant barriers in clay tile roofs," *Journal of Energy and Buildings*, *accepted*, 2007.
- [6] D. M, Ogoli, "Predicting indoor temperatures in closed building with high thermal mass," *Journal of Energy and Buildings*, vol. 35, pp. 99-108, 2003.
- [7] R. Hendron, et al, "Thermal performance of unvented attic in hot-dry climates: Results from building America," *Transactions of the ASME*, vol. 126, pp.732-737, May 2004.
- [8] C-ming. Lai, "Experiments on the 2004. ventilation efficiency of turbine ventilators used for building and factory ventilation," *Journal of Energy and Buildings*, vol. 35, pp. 927-932, 2003.
- [9] C-ming. Lai, "Prototype development of the rooftop turbine ventilator powered by hybrid wind and photovoltaic energy," *Journal of Energy and Buildings*, vol. 38, pp. 174-180, 2006.
- [10] O. Sriruang, "Experimental comparative analysis of thermal of performance between roof solar collector and roof wind turbine," Master of Engineering Program, Thermal Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi. Bangkok, Thailand. 2002 (in Thai).
- [11] P. Chantawong, "Field measurements of thermal performance of roof concrete solar chimney of house model under hot humid climate of Thailand," Paper reports, New researcher grant 2009, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 2009 (in Thai).
- [12] P. Chantawong, et al, "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, no. 3, pp. 11-20, Sep - Dec. 2007 (in Thai).