การศึกษาและพัฒนาสมรรถนะเชิงความร้อนของปล่องกระจกเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศภายใต้สภาวะอากาศของประเทศไทย

Study and Developmentt of Thermal Performance of Glazed Solar Cells Chimneys Walls under the Climatic Conditions of Thailand

ปรีดา จันทวงษ์[1]* วิชาญ วิมานจันทร์[1] ศิริชัย อยู่ภักดี[2] โยธิน อึ่งกุล[3] และ บวร อิศรางกูร ณ อยุธยา[4]

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อการศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างปล่องกระจกเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศ (GSCCW) กับหน้ากระจกใสธรรมดาชั้นเดียว (SG) มีขนาดพื้นที่เท่ากับ 1.0 ม. x 0.60 ม. และความหนาประมาณ 0.006 ม. โดยติดตั้งอยู่บนผนังทางด้านทิศใต้ของบ้านจำลองขนาดเล็กที่มีปริมาตรเท่ากับ 4.05 ลบ.ม. ภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย สำหรับปล่องกระจกเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศ จะมีลักษณะโครงสร้างประกอบด้วยกระจกสองชั้น มีขนาดความ สูง 1.0 ม. กว้าง 0.60 ม. กระจกแผ่นนอกเป็นกระจกใสเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดกำลัง 8 W เซลล์แสงอาทิตย์มีขนาดพื้นที่เท่ากับ 0.18 ตร.ม. และมีความหนา 0.02 ม. ส่วนกระจกแผ่นในเป็นกระจกใสธรรมดามีความหนาประมาณ 0.006 ม. และมีช่องว่างเท่ากับ 0.074 ม. และ ช่องเปิดด้านบนอยู่ภายนอกบ้านขนาด 0.60 ม. x 0.12 ม. ช่องเปิดด้านล่างอยู่ภายในขนาด 0.10 ม.x 0.10 ม. จะมีการติดตั้งพัดลมไฟฟ้ากระแสตรงขนาดกำลัง 7.3 W เพื่อระบายอากาศจากภายในห้องสู่สิ่งแวดล้อม และสำหรับป้องกันแมลง ผลการทดลองพบว่าห้องที่ติดตั้งปล่องกระจกเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศ (GSCCW) จะมีอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่า ห้องที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดาชั้นเดียว (SG) และการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลเวียนของปล่องกระจกเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศขึ้นกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้น ลดค่าความร้อนที่ส่องกระจกได้ดีกว่า ห้องที่ติดตั้งกระจกใสชั้นเดียว โดยมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ใกล้เคียงกับห้องที่ติดตั้งหน้ากระจกใสธรรมดาชั้นเดียว และช่วยประหยัดพลังงาน

[1] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[2] อาจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[3] อาจารย์ สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

[4] อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0-2913-2500 ต่อ 6434 E-mail: cpreeda@yahoo.com

รับเมื่อ 2 ธันวาคม 2552 ตอบรับเมื่อ 24 สิงหาคม 2553

คำสำคัญ: การระบายอากาศแบบธรรมชาติ ปล่องกระจกเซลล์แสงอาทิตย์ สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย

Abstract

This paper aims to conduct comparative study about heat gain reduction between the thermal performance of a glazed solar cells chimney walls (GSCCW) and single glass window (SG). The area dimensions of SG were 1.0 m. x 0.60 m. x 0.006 m., and it was installed at the south façade of a small house of 4.05 $m.^3$ volume under hot humid climate of Thailand. The GSCCW consisted of double glass panes. Its dimensions were 1.0 m. height and 0.60 m. width. The external glass is 8WP solar cells with area of 0.18 $m.^2$ and 0.02 m. thickness, and internal clear glass was 0.006 m. thick made of clear glasses. The GSCCW consisted of 0.074 m. air gap and the size of openings was 0.60 m. x 0.012 m. The openings were located at the top (ambient side glass solar cells pane), and openings at the bottom (room side glass pane) has a DC electrical fan with a net for insect protection installed at 0.10 m. x 0.10 m. opening to exhaust hot air from room side to ambient. The experimental results revealed that indoor temperature of GSCCW room was less than that of single glass window rooms. GSCCW could induce ventilation and reduce heat from solar radiation whereas the daylight gain was nearly the same as single glass window rooms which cause energy saving.

Keywords: Natural Ventilation, Glazed Solar Cells, Chimney Walls (GSCCW), Hot Humid Climate of Thailand

1. บทนำ

ปัจจุบันนี้ประเทศไทย มีความต้องการใช้พลังงานมากตลอดเวลา การขยายทางเศรษฐกิจของโลกส่งผลให้น้ำมันมีราคาสูงขึ้น การนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงจากต่างประเทศมากขึ้นอีกด้วย ซึ่งจะเป็นปัญหาหลักที่ทำให้ประเทศไทยเกิดสภาวะการที่ขาดดุลทางการค้ากับต่างประเทศ ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ ดังนั้นรัฐบาลจึงได้มีนโยบายต่างๆ ให้ภาคประชาชนช่วยกันอนุรักษ์และการส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างประหยัดแบบยั่งยืน มีการนำพลังงานทดแทนมาใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ การออกแบบบ้านหรืออาคารที่พักอาศัยสมัยใหม่ในปัจจุบันนี้จะต้องคำนึงถึงสภาวะอากาศของประเทศไทย ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศที่ร้อนและฝนตกตลอดทั้งปี [1] จะมีอุณหภูมิและความชื้นของอากาศสูงประมาณ 32-38°C และ 59-100% ดังนั้นการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ส่วนใหญ่นิยมใช้กระจก ข้อดีของกระจก คือมีน้ำหนักเบากว่าผนังคอนกรีต 50 – 70% ช่วยลดต้นทุนในงานโครงสร้าง และกระจกจะสามารถมองเห็นทัศนียภาพภายนอกได้ แสงธรรมชาติสามารถส่องผ่านกระจกเข้าสู่ภายในช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์ในช่วงเวลากลางวัน จากสมบัติทางความร้อนของกระจกที่ป้องกันความร้อน (รังสีคลื่นยาว) เข้าสู่ภายในอาคาร และยอมให้แสง (รังสีคลื่นสั้น) ส่องผ่านเข้าสู่ภายในบ้านพักอาศัย แสงธรรมชาติที่ส่องผ่านกระจกจะอยู่ในช่วง 300 – 750 nm แสงที่ส่องผ่านกระจกเข้าสู่ภายในบ้านที่ตกกระทบบนวัตถุที่อยู่ภายใน เกิดการสะสมความร้อนที่วัตถุทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าและถ่ายเทความร้อนให้อากาศภายในบ้าน (ดังแสดงในรูปที่ 2) ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในบ้านสูงขึ้น ส่งผลต่อสภาวะความสบายเชิงความร้อนของผู้พักอาศัย โดยส่วนใหญ่มักจะแก้ปัญหาโดยใช้ระบบระบายอากาศทางกล เช่น พัดลม หรือเครื่องปรับอากาศ ส่งผลให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัยหรืออาคาร และสามารถแบ่งรายละเอียดของการใช้ไฟฟ้าได้ดังนี้ จากเครื่องปรับอากาศ 60% แสงสว่าง

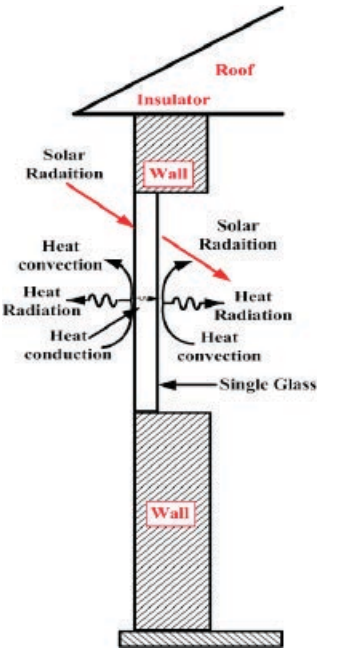
20% และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ 20% [2] จากปัญหาการถ่ายเทความร้อนผ่านกระจก ได้มีการทำการศึกษาหน้าต่างต้นแบบอย่างง่ายและการประเมินสมรรถนะของหน้าต่างโดย Karlsson และคณะ [3] ได้ทำการศึกษาลักษณะการแผ่รังสีอาทิตย์ และการสูญเสียความร้อน มาพิจารณาในการวิเคราะห์สมดุลพลังงานและความคุ้มค่าในการลงทุน จากการพิจารณาถึงตำแหน่ง การติดตั้งทิศทาง และการใช้งานอาคารแตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่าสำหรับบ้านพักอาศัยในสวีเดนตอนกลาง ซึ่งมีค่าอุณหภูมิประมาณ 13°C การเปลี่ยนจากกระจกสองชั้นชนิดไม่เคลือบผิว (Uncoated Double Glazing Unit; DGU) เป็นกระจกสามชั้น (Triple Glazing Unit; TGU) ที่ประกอบด้วยกระจกเคลือบ 2 แผ่น กระจกเคลือบสารเปล่งรังสีต่ำ (Low-e) และช่องว่างอากาศสามารถประหยัดพลังงานได้ 200 และ 150 kW-hr/m^2/Year เมื่อทิศทางอาคารหันไปทางเหนือ และทิศใต้ตามลำดับ และจากศึกษาและวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ พบว่ากระจกสองชั้นชนิดเคลือบผิวและมีแก๊สบรรจุตรงกลางจะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าที่สุดเมื่อเทียบกับกระจกสามชั้นแบบไม่เคลือบผิว และต่อมาในประเทศไทยได้ศึกษาเปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนและวิเคราะห์ต้นทุนของผนังกระจกที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดจากการทดลองโดย Chankrapoe และคณะ [4] วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อทำการศึกษาและทดสอบผนังกระจกใสธรรมดาเปรียบเทียบกับกระจกใสเคลือบสารเปล่งรังสีต่ำ กระจกสะท้อนรังสีอาทิตย์สีฟ้า จากการศึกษาและทดลองจะพบว่า ห้องที่ติดตั้งผนังกระจกที่มีสมบัติพิเศษจะมีอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าห้องที่ติดตั้งกระจกใส เพราะสามารถลดค่าความร้อนผ่านกระจกได้ดีกว่าห้องที่ติดตั้งผนังกระจกใส นอกจากนี้พบว่ากระจกใสเคลือบสารเปล่งรังสีต่ำจะมีระยะเวลาการคืนทุนเร็วกว่ากระจกชนิดอื่น ต่อมาประเทศไทยได้มีการศึกษาและทดสอบดัดแปลงปล่องผนังโซล่าร์เซลล์ระบายอากาศแบบธรรมชาติ เพื่อการระบายอากาศแบบธรรมชาติด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ภายใต้สภาวะอากาศของประเทศไทย [5] ปล่องผนังโซล่าร์เซลล์ระบายอากาศแบบธรรมชาติ โครงสร้างประกอบด้วยผนังชั้นนอกเป็นแผงโซล่าร์เซลล์ และผนังชั้นในเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนหรือมวลเบา จะมีช่องว่างอากาศระหว่างผนัง และมีช่องเปิดด้านล่างอยู่ภายในบ้าน ช่องเปิดด้านบนอยู่ภายนอก ผลการทดสอบพบว่าบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องผนังโซล่าร์เซลล์ มีอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่า และมีอัตราการไหลเวียนของอากาศภายในบ้านสูงกว่าบ้านปกติทั่วไป และต่อมาประเทศจีนได้มีการศึกษาผนัง PV Trombe Walls ทำความร้อนร่วมกับพัดลมไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อให้ความอบอุ่นภายในบ้านโดย Jie และคณะ [6] ผลการทดสอบ จะพบว่าเกิดการเหนี่ยวนำหมุนเวียนแบบบังคับของอากาศภายในช่องว่างระหว่างผนัง PV-Trombe Walls และภายในบ้าน ส่งผลให้อุณหภูมิภายในบ้านสูงขึ้น และช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องทำความร้อน ต่อมาปรีดา [7] – [9] ได้ทำการศึกษาปล่องผนังโซล่าร์เซลล์ระบายอากาศแบบธรรมชาติร่วมกับพัดลมไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้แหล่งพลังงานไฟฟ้ามาจากแผงโซล่าร์เซลล์ จากการศึกษาทดสอบ จะพบว่าบ้านที่ติดตั้งปล่องผนังโซล่าร์เซลล์มีอุณหภูมิภายในห้องต่ำกว่าอุณหภูมิของบ้านทั่วไป ข้อเสียของระบบนี้จะเป็นผนังทึบไม่สามารถมองทัศนียภาพภายนอกได้ ต่อมาได้มีการศึกษาผนังระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับวัสดุโปร่งแสงโดย Khedari และคณะ [10] และปล่องผนังกระจกระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ [11], [12] จากการศึกษา พบว่าอุณหภูมิภายในต่ำกว่าห้องที่ติดตั้งกระจกใส และมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ใกล้เคียงกับห้องที่ติดตั้งกระจกใส และในต่างประเทศได้มีการทำการศึกษากระจก PV Sells [13], [14] ระบบนี้ข้อดีที่สามารถผลิตไฟฟ้า แต่ข้อเสียของระบบนี้ คือเกิดปัญหาความร้อนสะสมภายในบ้าน ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในบ้านสูงขึ้น เช่นเดียวกับผนังหรือหน้าต่างกระจกทั่วไป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะและการป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านจำลอง

รูปที่ 1 บ้านทดสอบทั้งสองหลัง [15], [16]

ของผนังด้านทิศใต้ระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องกระจกเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศ (Glazed Solar Cells Chimney Walls: GSCCW) ที่ได้แหล่งพลังงานไฟฟ้ามาจากกระจกเซลล์แสงอาทิตย์ป้อนให้กับพัดลมไฟฟ้ากระแสตรง และบ้านจำลองที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดาทั่วไป (Single Glass: SG)

ศึกษาความเป็นไปได้ในการระบายแบบธรรมชาติด้วยปล่องกระจกเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศ สำหรับงานวิจัยนี้ได้ ทำการศึกษาพัฒนาต่อเนื่องมาจากงานวิจัยของปรีดา [5] และ [7]-[9] และ [11], [12] จะทำการทดสอบที่บ้านจำลองทั้งสองหลัง มีขนาดเท่ากันและมีปริมาตรเท่ากับ 4.05 ลบ.ม. ทดสอบภายใต้สภาวะอากาศปกติของกรุงเทพมหานคร ดังแสดงในรูปที่ 1 ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนกระจก อุณหภูมิอากาศภายในปล่องกระจก GSCC อุณหภูมิอากาศภายในห้อง และสิ่งแวดล้อม ค่าแสงธรรมชาติส่องผ่านกระจกภายในบ้าน ค่าความร้อนถ่ายเทผ่านกระจก ความเร็วลมในการระบายอากาศและประสิทธิภาพการทำงานของปล่องกระจก GSSCW (กรณีไม่เปิดเครื่องปรับอากาศ) จากผลทดลองวันที่ 24 สิงหาคม 2551 และเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศจากบ้านจำลองทั้งสองหลัง (กรณีเปิดเครื่องปรับอากาศ) จากผลทดลองวันที่ 31 สิงหาคม 2551 [15], [16]



รูปที่ 2 การถ่ายเทความร้อนผ่านกระจกโดยทั่วไป

2. หลักการและแนวคิด

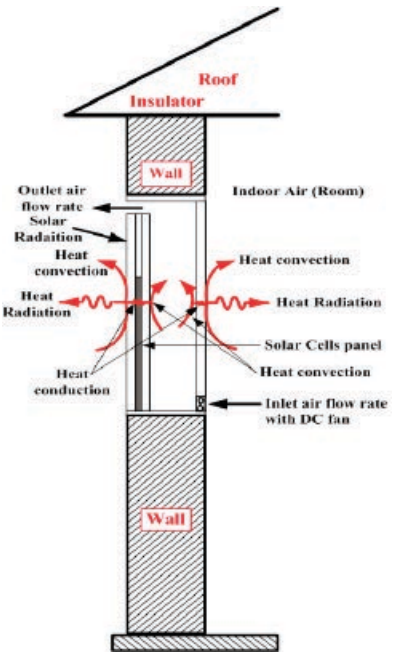
2.1 ทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนผ่านกระจก

เมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบบนผิวของผนังกระจก ทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่ผิวภายนอก และเกิดการสูญเสียความร้อนของผนังกระจกโดยการพาความร้อนและการแผ่ความร้อนบางส่วนให้กับสิ่งแวดล้อม

ความร้อนที่สะสมที่ผิวภายนอกโดยการนำความร้อนสู่ผิวภายในจะถ่ายเทความร้อนผ่านความหนาของกระจก ทำให้เกิดการพาความร้อน และการแผ่ความร้อนจากผนังด้านใน ไปตกกระทบกับวัสดุภายในบ้าน เกิดการสะสมความร้อน ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น และถ่ายเทความร้อนโดยการพาให้กับอากาศภายในบ้าน จึงส่งผลให้อากาศภายในบ้านมีอุณหภูมิสูงขึ้น (ดังแสดงในรูปที่ 2)

2.2 ทฤษฎีหลักการทำงานของปล่องกระจก

ลักษณะของปล่องกระจก GSCCW มีโครงสร้างเป็นกระจกสองชั้น กระจกชั้นนอกเป็นกระจกใสเซลล์



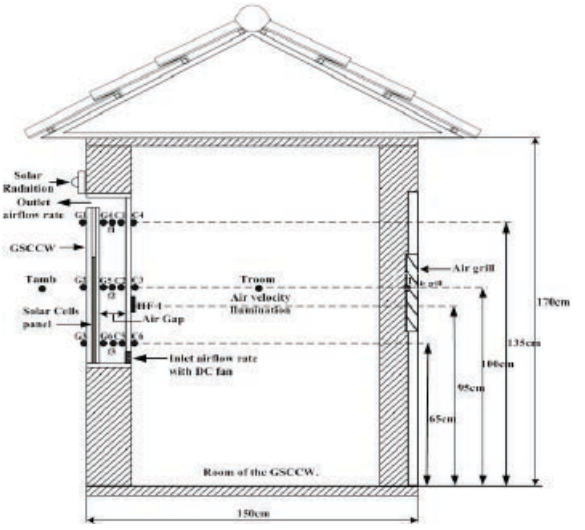
รูปที่ 3 การถ่ายเทความร้อนผ่านปล่องกระจก GSCCW

แสงอาทิตย์ ส่วนกระจกแผ่นในเป็นกระจกใสธรรมดา มีช่องว่างระหว่างกระจกทั้งสอง และช่องเปิดด้านบนอยู่ภายนอกบ้าน ช่องเปิดด้านล่างอยู่ภายในจะมีการติดตั้งพัดลมไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อระบายอากาศจากภายในห้องสู่สิ่งแวดล้อม และสำหรับป้องกันแมลง (ดังแสดงในรูปที่ 1)

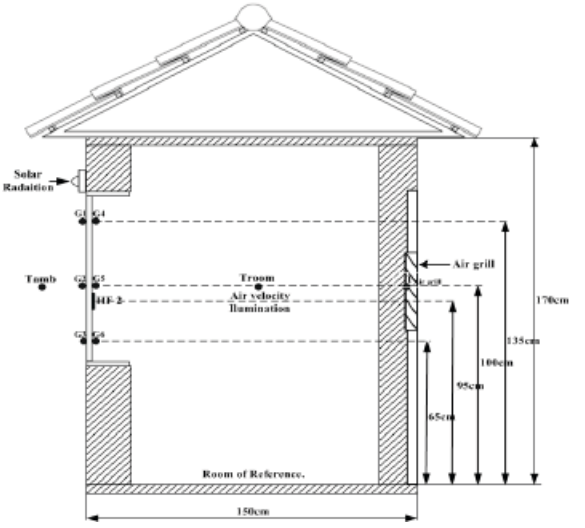
หลักการทำงานของปล่องกระจก GSCCW [5] และ [7]-[9] และ [11], [12] (ดังแสดงในรูปที่ 3) เมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบบนผิวของผนังกระจกชั้นนอก ทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่ผิวภายนอก เกิดการสูญเสียความร้อนของผนังกระจกชั้นนอกโดย การพาความร้อน การแผ่ความร้อนบางส่วนให้กับสิ่งแวดล้อม ความร้อนที่สะสมที่ผิวภายนอกจะถ่ายเทความร้อนผ่านความหนาของกระจกโดยการนำความร้อนสู่ผิวภายในทำให้เกิดการพาความร้อน การแผ่ความร้อนจากผนังด้านในไปและตกกระทบบนผิวกระจกชั้นในเกิดการสะสมความร้อนและถ่ายเทความร้อน โดยการพาให้กับอากาศภายในช่องว่างกระจก ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในช่องว่างของผนังกระจกสองชั้นจะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในบ้านพักอาศัย จึงเกิดการเหนี่ยวนำของอากาศภายในช่องว่างผนังกระจกสองชั้น ก่อให้เกิดการระบายอากาศแบบธรรมชาติภายในบ้านพักอาศัย และในขณะที่รังสีอาทิตย์ตกกระทบบนผิวของผนังกระจกชั้นนอกเป็นกระจกใสเซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตไฟฟ้ากระแสตรงป้อนพัดลมทำให้พัดลมทำงาน เกิดการระบายอากาศแบบบังคับ โดยพัดลมจะเพิ่มความเร็วลมในการระบายจากภายในสู่ภายนอกได้เร็วขึ้น ส่งผลต่อสภาวะความสบายของผู้พักอาศัย และการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลเวียนของปล่องกระจก GSCCW ขึ้นกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้น

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

บ้านจำลองสร้าง ณ บริเวณชั้นดาดฟ้าของอาคาร 63 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร ทำการทดสอบบ้านจำลองทั้งสองหลังภายใต้สภาวะอากาศปกติของประเทศไทย (ดังแสดงในรูปที่ 1) ปล่องกระจก GSCCW เป็นกระจกสองชั้นมีขนาดพื้นที่รับรังสีอาทิตย์ประมาณ 0.6 ตร.ม. ติดตั้งบนผนังของบ้านจำลองด้านทิศใต้ทำมุม 90 องศา และลักษณะโครงสร้างของปล่องกระจก GSCCW ประกอบด้วยกระจกสองชั้นมีขนาดความสูง 1.0 ม. ตั้งบนกว้าง 0.60 ม. โดยกระจกแผ่นนอกเป็นกระจกใสร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์มีความหนา 0.02 ม. และขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์มีพื้นที่เท่ากับ 0.18 ตร.ม. มีความหนา 0.75 ม. มีลักษณะพิเศษกำลังไฟฟ้าสูงสุด 8 W แรงดันมาตรฐาน 12 V กระแสไฟฟ้าปกติ 0.48 A แรงดันไฟฟ้าปกติ 16 V กระแสไฟฟ้าลัดวงจร 0.6 A แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด 22 V และส่วนกระจกแผ่นในเป็นกระจกใสธรรมดามีความหนาประมาณ 0.006 ม. และมีช่องว่างเท่ากับ 0.074 ม. และช่องเปิดด้านบนอยู่ภายนอกบ้านขนาด 0.60 ม. x 0.12 ม. ช่องเปิดด้านล่างอยู่ภายในบ้านจะมีการติดตั้งพัดลมไฟฟ้ากระแสตรงขนาดกำลัง 7.3 W และมีขนาดพื้นที่เท่ากับ 0.10 ม. x 0.10 ม. เพื่อ

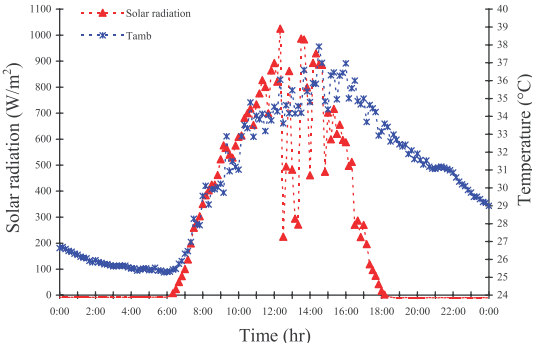


รูปที่ 4 การติดตั้งเครื่องมือวัดของบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องกระจก GSCCW [15], [16]

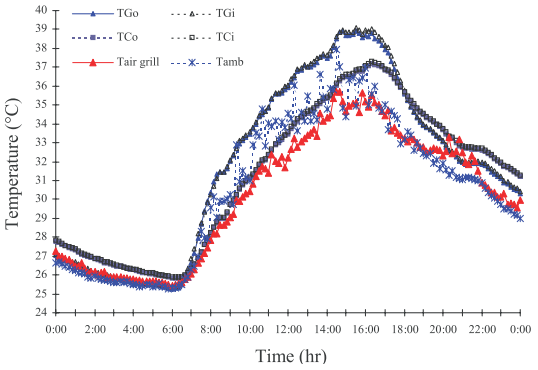


รูปที่ 5 การติดตั้งเครื่องมือวัดของบ้านจำลองที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดาทั่วไป (SG) [15], [16]

ระบายอากาศจากภายในห้องสู่สิ่งแวดล้อม และสำหรับป้องกันแมลง ปล่องกระจกเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศ (GSCCW) กับหน้ากระจกใสธรรมดาชั้นเดียว (SG) มีขนาดพื้นที่เท่ากับ 1.0 ม. x 0.60 ม. และความหนาประมาณ 0.006 ม. ติดตั้งอยู่บนผนังด้านทิศใต้



รูปที่ 6 ผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์

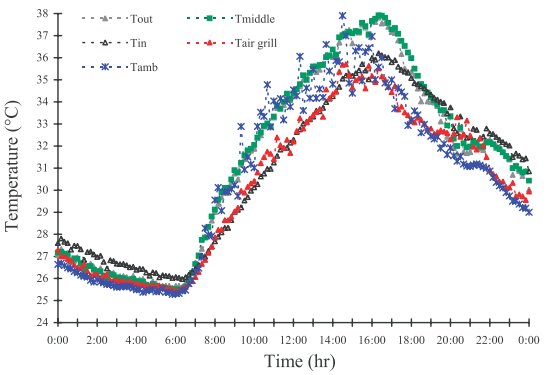


รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกระจกของบ้านที่ติดตั้งปล่องผนัง GSCCW (Home 1)

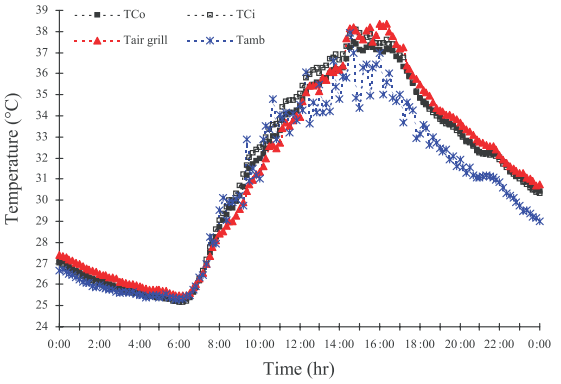
ของบ้านจำลองทั้งสองหลังโดย จะทำการทดลองในลักษณะเช่นเดียวกันกับวิจัยของปรีดา [5] และ [7]-[9] และ [11], [12] (ดังแสดงในรูปที่ 4 และรูปที่ 5)

4. ผลการทดลอง

ผลการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง ตั้งแต่ช่วงเวลา 6:00 - 18:30 น. ดังแสดงจากรูปที่ 6 จะพบว่าค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์สูงสุดมีค่าประมาณ 1025 W/m^2 อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมสูงสุดมีค่าประมาณ 38°C และมีค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ลดลง ในช่วงเวลา 12:30 - 15:10 น.



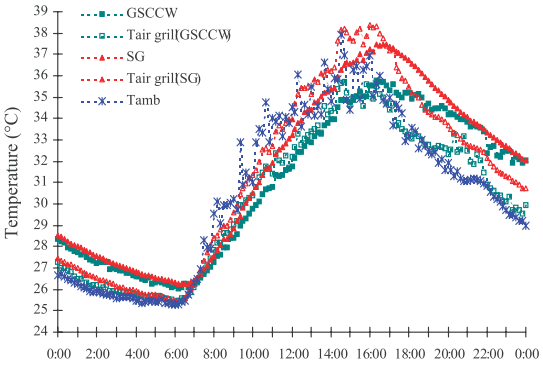
รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในปล่องกระจก GSCCW (Home 1)



รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกระจกของบ้านที่ติดตั้งหน้ากระจกใสชั้นเดียว (SG) (Home 2)

เนื่องจากลักษณะของภูมิอากาศ ภายในบริเวณที่ทำการทดสอบ จะมีเมฆลอยผ่านมาก ทำให้เกิดเงาส่งผลให้ค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์ไม่ต่อเนื่อง

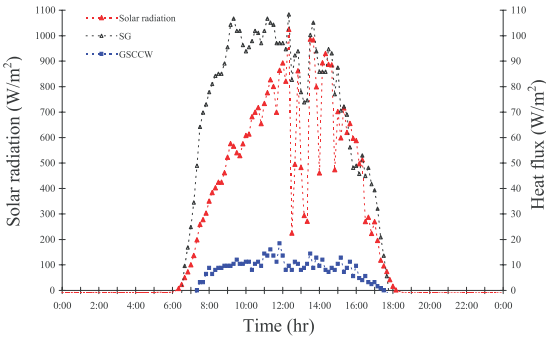
การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องกระจก GSCCW (Home 1) อุณหภูมิของกระจกแผ่นนอกทั้งด้านนอก (TGo) และด้านใน (TGi) อุณหภูมิของกระจกแผ่นในทั้งด้านนอก (TCo) และด้านใน (TCi) อุณหภูมิอากาศที่ทางเข้าบ้าน (Tair gill) อุณหภูมิช่องว่างปล่องกระจก GSCCW (Tin, Tmiddle, Tout) และบ้านจำลองที่ติดตั้งหน้ากระจกใสชั้นเดียว (SG) (Home 2) อุณหภูมิของกระจกใสทั้งด้านนอก (TCo) และด้านใน (TCi) อุณหภูมิอากาศที่ทางเข้าบ้าน



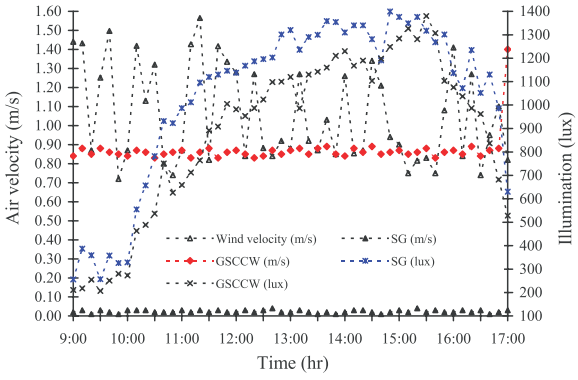
รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในบ้านจำลองที่ติดตั้ง SG กับ GSCCW

(Tair grill) และอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม (Tamb)

ผลการศึกษาทดสอบเปรียบเทียบระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสชั้นเดียว (SG) กับปล่องกระจก GSCCW (จากรูปที่ 7 และรูปที่ 9) พบว่าอุณหภูมิของกระจกแผ่นด้านนอกของปล่องกระจก GSCCW มีค่าสูงกว่าหน้ากระจกใสธรรมดาชั้นเดียว (SG) และอุณหภูมิของกระจกแผ่นในของปล่องกระจก GSCCW และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ 0-3°C เนื่องจากกระจกแผ่นนอกของปล่องกระจก GSCCW เป็นกระจกใสเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถดูดกลืนแสงและสะสมความร้อนได้มากกว่ากระจกใสธรรมดาชั้นเดียว (SG) กระจกแผ่นในของปล่องกระจก GSCCW จากช่วงกลางวัน และอุณหภูมิกระจกของบ้านจำลองที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสชั้นเดียว (SG) กับปล่องกระจก GSCCW และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม จะมีค่าใกล้เคียงกันในช่วงเวลากลางคืน ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในปล่องกระจก GSCCW พบว่าอุณหภูมิอากาศตรงกลางปล่อง (Tmiddle) และทางออก (Tout) ของปล่องกระจก GSCCW สูงกว่าอุณหภูมิอากาศตรงทางเข้า (Tin) ของปล่องกระจก GSSCW อุณหภูมิอากาศที่ทางเข้าบ้าน (Tair grill) และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ 0.1 - 3°C (จากรูปที่ 8) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพเชิงความร้อนของปล่องกระจก GSCCW ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำอากาศแวดล้อม

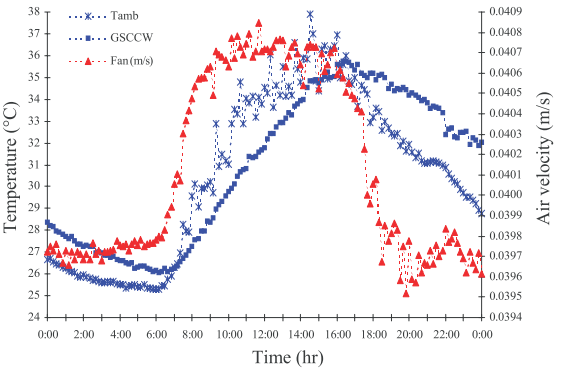


รูปที่ 11 การเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกระจกของบ้านจำลองที่ติดตั้ง SG กับ GSCCW



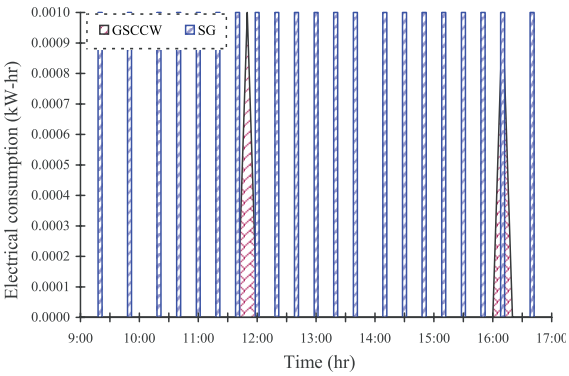
รูปที่ 12 การเปรียบเทียบค่าความเร็วลมและความสว่างของแสงธรรมชาติระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้ง SG กับ GSCCW

จากภายนอกให้เข้ามาภายในบ้าน ทำให้เกิดการระบายอากาศแบบธรรมชาติ มีพัดลมเพิ่มความเร็วลมในการระบายจากภายในสู่ภายนอกได้เร็วขึ้นส่งผลทำให้อุณหภูมิอากาศภายในมีค่าต่ำกว่าบ้านจำลองที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดาชั้นเดียว (SG) ประมาณ 0 – 4°C ในช่วงเวลากลางคืน (จากรูปที่ 10) เนื่องจากบ้านที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดาชั้นเดียว (SG) (Home 2) มีการสะสมความร้อนไว้ภายในห้องซึ่งไม่สามารถระบายออกสู่ภายนอกได้ อุณหภูมิอากาศภายในบ้านที่ติดตั้งปล่องกระจก GSCCW มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมตลอดทั้งวัน เนื่องจากปล่องกระจก GSCCW ทำให้เกิดการไหลเวียนของภายในห้องได้ดีกว่าบ้านที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดาชั้นเดียว (SG)



รูปที่ 13 ความเร็วของอากาศภายในปล่องกระจก GSCCW (Home 1)

รูปที่ 11 - 12 เป็นผลการเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกระจก ค่าความเร็วลมและค่าความสว่างของแสงธรรมชาติภายในระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้ง SG กับ GSCCW จากการศึกษาทดลอง พบว่าบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องกระจก GSCCW มีค่าการนำความร้อนผ่านกระจกต่ำกว่าบ้านจำลองที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดาชั้นเดียว (SG) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปล่องกระจก GSCCW สามารถลดความร้อนเข้าสู่ตัวบ้านได้ดีกว่ากระจกใสธรรมดาชั้นเดียว (SG) ประมาณร้อยละ 80 และค่าความเร็วลมภายในบ้านที่ติดตั้งปล่องกระจก GSCCW จะมีการระบายอากาศภายในบ้านจำลองประมาณ 0.85-1.41 m/s จะสูงกว่าบ้านจำลองที่ติดตั้ง SG ซึ่งจะมีการระบายอากาศภายในห้องประมาณ 0.01-0.03 m/s จะแสดงให้เห็นได้ว่าปล่องกระจก GSSCW สามารถระบายอากาศได้ จะเกิดการไหลเวียนของอากาศภายในห้อง ทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกถึงสภาวะความสบาย และค่าความสว่างภายในบ้านที่ติดตั้งปล่องกระจก GSCCW มีค่าอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกันกับภายในบ้านจำลองที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดาชั้นเดียว (SG) ปล่องกระจก



รูปที่ 14 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องอากาศระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้ง SG กับปล่องกระจก GSCCW

GSCCW จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้หลอดไฟฟ้าช่วงเวลาตอนกลางวัน

จากรูปที่ 13 ความเร็วของอากาศภายในปล่องกระจก GSCCW ที่ระบายออกจากบ้านผ่านปล่องได้สูงสุดประมาณ 0.041m/s จะแสดงถึงสมรรถนะการทำงานของปล่องกระจก GSCCW ร่วมกับพัดลมไฟฟ้ากระแสตรง พัดลมจะเพิ่มความเร็วลมในการระบายจากภายในสู่ภายนอกได้เร็วขึ้น และการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลเวียนของปล่องกระจก GSCCW ขึ้นกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้น

ผลการเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดา (SG) กับปล่องกระจก GSCCW ที่ทำการทดสอบในสภาวะอากาศปกติ กรณีเปิดเครื่องปรับอากาศ โดยตั้งอุณหภูมิภายในที่ 26°C (เครื่องปรับอากาศแบบส่วนขนาด 12,638 บีทียูต่อชั่วโมง ติดตั้งคอนเดนเซอร์ภายนอกบ้านจำลองทางด้านทิศเหนือ) พบว่าปล่องกระจก GSCCW จะสามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าร้อยละ 80 (รูปที่ 14) จากบ้านจำลองที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดา (SG) ดังนั้นจากการศึกษาและทดลองนี้ จะพบว่าปล่องกระจก GSCCW มีคุณสมบัติป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าหน้าต่างกระจกใสธรรมดาทั่วไป (SG) ปล่องกระจก GSCCW ช่วยประหยัดพลังงานจากการใช้เครื่องปรับอากาศ

5. สรุป

ผลการศึกษาวิจัยเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะและการป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านจำลองของผนังด้านทิศใต้ระหว่างบ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องกระจก GSCCW กับบ้านจำลองที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดาทั่วไป (SG) ที่มีขนาดพื้นที่ประมาณ 0.6 ตร.ม. พบว่าบ้านที่ติดตั้งปล่องกระจก GSCCW จะมีอุณหภูมิอากาศภายในบ้าน และค่าความร้อนไหลผ่านกระจกต่ำกว่าบ้านจำลองที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดาทั่วไป ปล่องกระจก GSCCW มีการไหลเวียนภายในสูงกว่าหน้าต่างกระจกใสธรรมดาทั่วไป และมีค่าความสว่างภายในบ้านที่ใกล้เคียงกัน ปล่องกระจก GSCCW สามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้เครื่องปรับอากาศได้มากกว่าหน้าต่างกระจกใสธรรมดา ดังนั้นปล่องกระจก GSCCW แบบบังคับช่วยลดภาระความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ภายในบ้านพักอาศัย และประหยัดพลังงาน จึงเป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ในการอนุรักษ์พลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนเพื่อการส่งเสริมงานวิจัยในลักษณะกลุ่มวิจัยทั่วไปประจำปีงบประมาณ 2551 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และคณะวิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ศิวิไล ถนอมสวย ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่อนุญาตให้ใช้สถานที่สำหรับทำการทดสอบ และขอขอบคุณคณะนักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ช่วยเก็บข้อมูลงานวิจัยนี้

รายการสัญลักษณ์

G	ตำแหน่งวัดอุณหภูมิบนกระจกแผ่นนอกของปล่องกระจก GSCCW
f	ตำแหน่งวัดอุณหภูมิของอากาศภายในปล่องกระจก GSCCW
C	ตำแหน่งวัดอุณหภูมิบนกระจกแผ่นในของปล่องกระจก GSCCW และวัดอุณหภูมิบนกระจกใสธรรมดาทั่วไป
GSCCW	ปล่องกระจกเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศ (Glazed Solar Cells Chimney Walls: GSCCW)
Home 1	บ้านจำลองที่ติดตั้งปล่องกระจก GSSCW
Home 2	บ้านจำลองที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดาทั่วไป
T	อุณหภูมิ, °C
Tair grill	อุณหภูมิอากาศที่ทางเข้าบ้าน, °C
Tamb	อุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม, °C
Tmiddle	อุณหภูมิอากาศตรงกลางระหว่างช่องว่างปล่องกระจก GSCCW, °C
Tin	อุณหภูมิอากาศทางเข้าของปล่องกระจก GSCCW, °C
Tout	อุณหภูมิอากาศทางออกของปล่อกระจก GSCCW, °C
SG	หน้าต่างกระจกใสธรรมดาทั่วไป (Single Glass: SG)

เอกสารอ้างอิง

[1] J. Khedari, et al., "Thailand climatic zones," *Journal of Renewable Energy,* vol. 25, pp.267-280, 2001.

[2] S. Chirarattananon, et al., "Daylight availability and models for global and diffuse horizontal illuminance and irradiance for Bangkok," *Journal of Renewable Energy, v*ol. 26, pp. 69-89, 2002.

[3] Karlsson, et al., "A simple model for assessing the energy performance of windows," *Journal of Energy and Building,* vol. 33, pp. 641-651, 2001.

[4] A. Chankrapoe, et al., "A Comparison between Thermal Properties and Analysis of Cost Glazed Walls," The *Journal of Industrial Technology, vol*. 3, no. 1, pp. 15-21, January – June, 2007.

[5] ปรีดา จันทวงษ์, "การศึกษาสมรรถนะทางความร้อนของปล่องผนังโซล่าร์เซลล์ระบายอากาศแบบธรรมชาติภายใต้ภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 19 ฉบับที่ 2 หน้าที่ 200-208, พฤษภาคม - สิงหาคม 2552.

[6] J. Jie, et al., "Study of PV- Trombe wall assisted with DC fan," *Journal of Building and Environment,* vol. 42, pp. 3529-3539, 2007.

[7] ปรีดา จันทวงษ์, "การศึกษาสมรรถนะทางความร้อนของปล่องผนังโซล่าร์เซลล์ระบายอากาศแบบธรรมชาติร่วมกับพัดลมกระแสตรงภายใต้สภาวะอากาศของประเทศไทย" ใน*การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23* วันที่ 4 – 7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่ เลขที่ ETM - 030247 หน้าที่ 1-8.

[8] ปรีดา จันทวงษ์, "การศึกษาปล่องผนังโซล่าร์เซลล์ระบายอากาศแบบธรรมชาติร่วมกับพัดลมกระแสตรงภายใต้สภาวะอากาศของกรุงเทพมหานคร," *วิศวสารลาดกระบัง* ฉบับที่ 26 เล่มที่ 3 หน้าที่ 37-42, กันยายน 2552.

[9] P. Chantawong, "Investigation of thermal performance of Solar Cells Chimney wall assisted with DC fan under the climate of Thailand," *Paper reports of general researcher grant 2007,* King Mongkut's University of Technology North Bangkok, pp. 85, 2007.

[10] J. Khedari, et al., "Experimental performance

of a partially - glazed Modified Trombe Wall," *International Journal of Ambient Energy,* vol. 26, pp. 27-36, 2005.

[11] P. Chantawong, "Investigation of performance of glazed solar chimneys," Doctor of Philosophy Program, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand, 2005.

[12] P., Chantawong, et al., "Investigation on thermal performance of glazed solar chimney walls," *Journal of Solar Energy,* vol. 80, pp. 288-297. 2006.

[13] T. Y. Y. Fung, et al., "Study on thermal performance of semi-transparent building – integrated photovoltaic glazing," *Journal of Energy and Building,* vol. 40, pp. 341-350, 2008.

[14] K. E. Park, et al., "Analysis of thermal and electrical performance of semi-transparent photovoltaic (PV) module," *Journal of Energy (In press),* 2009.

[15] ปรีดา จันทวงษ์ และคณะ, "การศึกษาและพัฒนาสมรรถนะเชิงความร้อนของปล่องกระจกเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศภายใต้สภาวะอากาศของประเทศไทย," ทุนส่งเสริมงานวิจัยในลักษณะกลุ่มวิจัยประจำปีงบประมาณ 2551 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หน้าที่ 1-92, 2552.

[16] ปรีดา จันทวงษ์ และคณะ, "การศึกษาปล่องกระจกเซลล์แสงอาทิตย์ระบายอากาศภายใต้สภาวะอากาศของกรุงเทพมหานคร," ใน*การประชุมวิชาการระดับชาติ การจัดการของเสียและพลังงานทางเลือกในสภาวะโลกร้อน: โอกาสและความท้าทาย*, 11-12 กุมภาพันธ์ 2553 หน้าที่ 71-76, 2553.