

การศึกษาสมรรถนะทางความร้อนของปล่องกระโจมระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ ภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร

Investigation on the Thermal Performance of Glazed Solar Chimney Walls Under hot humid Climate of Bangkok

ปริดา จันทพงษ์¹ จงจิตร หิรัญลาภ² โจเซฟ เคารี³ และอำนาจ จันทน์กะพ้อ⁴

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาสมรรถนะทางความร้อนของปล่องกระโจมระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ ภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร ปล่องกระโจมระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์จะมีลักษณะ โครงสร้าง ประกอบด้วยกระจกสองชั้นมีขนาดความสูง 1.86 m. กว้าง 0.60 m. กระจกแผ่นนอกเป็นกระจกใสธรรมดาทั่วไปมีความหนา 0.006 m. ส่วนกระจกชั้นในมีความหนาประมาณ 0.006 m. และมีช่องว่างเท่ากับ 0.07 m. และช่องเปิดขนาด 0.13 m. x 0.60 m. ช่องเปิด ด้านล่างอยู่ภายในบ้าน ช่องเปิดด้านบนอยู่ภายนอกจะมีตาข่ายป้องกันแมลง การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างห้องที่ติดตั้ง ปล่องกระโจมระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ (GSCW) กับหน้าต่างกระจกใสชั้นเดียว ผลการทดลองพบว่าห้องที่ติดตั้งปล่อง กระโจมระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ (GSCW) จะมีอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าห้องที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดาชั้นเดียว และสามารถระบายอากาศภายในห้องทำให้มีอากาศไหลเวียน ลดค่าความร้อนที่ส่งกระจกได้ดีกว่าห้องที่ติดตั้งกระจกใสชั้นเดียว โดยมีปริมาณแสงธรรมชาติที่ใกล้เคียงกับห้องที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดาชั้นเดียว และช่วยประหยัดพลังงาน

คำสำคัญ : การลดค่าความร้อน, การระบายอากาศภายใน, แสงธรรมชาติ, รังสีอาทิตย์, การวัด

Abstract

This paper aim to Investigation the thermal performance of glazed solar chimney walls (GSCW) between of single glass window of under hot humid climate of Bangkok. The GSCW consisted of double glass panes. Its dimensions were 1.86 m height and 0.60 m width. The external glass was 0.006 m thick and internal glass was 0.006 m. thick. Made of clear glasses. The GSCW consisted of 0.07 m air gap and the size of openings was 0.13 m x 0.6 m, openings were located at the bottom (room side glass pane) and at the top (ambient side glass pane), covered with net for insect preventing. Comparison between GSCW and single glass window was also studied. The experimental results revealed that indoor temperature of GSCW room was less than that of single glass window rooms. GSCW could induce ventilation and reduce heat from sunlight whereas the daylight gain was nearly the same as single glass window rooms and saving energy.

¹อาจารย์, ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

²ศาสตราจารย์, สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน, คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อมและวัสดุ, ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์ทางด้านอาคาร, สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

³ศาสตราจารย์, สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเอเซียอาคเนย์

⁴อาจารย์, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเอเซียอาคเนย์

Keywords: Heat gain reduction, Indoor air ventilation, Illuminated, Solar radiation, Measurement

1. บทนำ

ปัจจุบันนี้การออกแบบอาคารหรือบ้านในทางสถาปัตยกรรม จะต้องคำนึงถึงสภาวะอากาศของประเทศไทยอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้น [1] ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศที่ร้อนมีฝนตกตลอดทั้งปีและอุณหภูมิอากาศสูงประมาณ 32-35 °C การก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ส่วนใหญ่นิยมใช้กระจก เนื่องจากมีน้ำหนักเบากว่าผนังคอนกรีต 50-70 % จากสมบัติทางความร้อนของกระจกป้องกันความร้อน(รังสีคลื่นยาว)เข้าสู่ภายในอาคาร และยอมให้แสง(รังสีคลื่นสั้น)ส่องผ่านเข้าสู่ภายในบ้านพักอาศัย แสงที่ส่องผ่านจะอยู่ในช่วง 300-750 nm. [3-4] แสงที่ส่องผ่านกระจกเข้าสู่ภายในบ้านที่ตกกระทบบนวัตถุที่อยู่ในบ้านทำให้เกิดการสะสมความร้อนและอุณหภูมิสูงกว่าอากาศภายในห้อง จึงเกิดการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนและแผ่ความร้อนให้กับอากาศ ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในบ้านสูงขึ้น ดังนั้นการแก้ปัญหาโดยใช้ระบบปรับอากาศเพื่อช่วยทำให้เกิดภาวะความสบายทางความร้อน ส่งผลให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัยหรืออาคาร และสามารถแบ่งรายละเอียดต่างๆของการใช้ไฟฟ้าได้ดังนี้ จากเครื่องปรับอากาศ 60% แสงสว่าง 20% และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ 20 % [5] จากปัญหาการถ่ายเทความร้อนผ่านหน้าต่างหรือผนังกระจก จึงได้มีการศึกษาการควบคุมแสงสว่างของกระจกอนุรักษ์พลังงาน ทำให้สามารถลดความร้อนที่เกิดจากการนำแสงสว่างภายในบ้านได้อย่างเพียงพอและช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดย Chaiyapinunt และคณะ[6] ทำการศึกษาเปรียบเทียบสภาวะความสบายเชิงความร้อนและการส่งผ่านพลังงานความร้อนของหน้าต่างกระจกทั่วไปและกระจกติดฟิล์มโดยจะทำการศึกษากล่องกระจกแบบต่างๆ อันได้แก่ กระจกใส กระจกสี กระจกสะท้อนแสง กระจกสองชั้น กระจกใสเคลือบสารเปล่งรังสีต่ำ ผลการศึกษาพบว่ากระจกที่ติดฟิล์มสีต่ำจะมีอุณหภูมิผิวสูงขึ้นเนื่องจากเกิดการสะสมความร้อน ทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกไม่สบาย ต่อมา Chankrapoe และคณะ [7] ได้ศึกษาเปรียบเทียบสมบัติทางความร้อนและวิเคราะห์ต้นทุนของผนังกระจกที่มีจำหน่าย

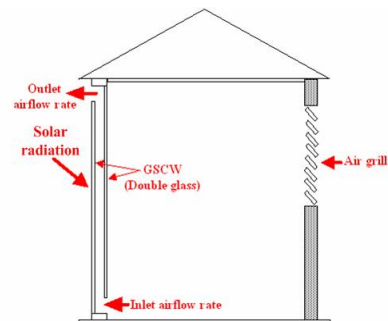
ตามท้องตลาดจากการทดลอง วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อทำการศึกษาและทดสอบผนังกระจกใสธรรมดาเปรียบเทียบกับกระจกใสเคลือบสารเปล่งรังสีต่ำ กระจกสะท้อนรังสีอาทิตย์สีฟ้า จากการศึกษาและทดลองจะพบว่าห้องที่ติดตั้งผนังกระจกที่มีสมบัติพิเศษ จะมีอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าห้องที่ติดตั้งกระจกใส และสามารถลดค่าความร้อนผ่านกระจกได้ดีกว่าห้องที่ติดตั้งผนังกระจกใส นอกจากนี้พบว่ากระจกใสเคลือบสารเปล่งรังสีต่ำจะมีระยะเวลาการคืนทุนเร็วกว่ากระจกชนิดอื่น ต่อมา Cordoba และคณะ [8] ได้ศึกษาการประหยัดพลังงานของกระจกที่มีผลต่อการระบายอากาศของระบบ HVAC ภายในอาคารสำนักงานเมืองเม็กซิโกประเทศสเปน โดยได้ทำการศึกษาค้นคว้าทดลองกระจกสองชั้นมีทั้งหมดสี่แบบ เช่น แบบแรกกระจกฉนวนสองชั้นที่ประกอบด้วยกระจกเคลือบสี ช่องอากาศและกระจกใส แบบที่สองกระจกฉนวนสองชั้นที่ประกอบด้วยกระจกควบคุมแสง ช่องว่างอากาศและกระจกใส แบบที่สามกระจกฉนวนสองชั้นที่ประกอบด้วยกระจกควบคุมแสง ช่องว่างอากาศและกระจกใสเคลือบสารเปล่งรังสีต่ำ และแบบที่สี่กระจกฉนวนสองชั้นที่ประกอบด้วยกระจกเคลือบสารเปล่งรังสีต่ำ ช่องว่างอากาศและกระจกใสเคลือบสารเปล่งรังสีต่ำ ผลการทดสอบจะพบว่าการใช้กระจกแบบที่สาม สามารถลดภาระการทำความเย็นสูงสุดและช่วยประหยัดพลังงานมาก เมื่อเปรียบเทียบกระจกทั้งสี่แบบในการทดสอบ ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การบังที่มีผลกระทบต่อค่าการถ่ายเทความร้อนบนอุณหภูมิผิวของกระจก โดยศึกษาเปรียบเทียบระหว่างสีและชนิดของวัสดุ นำผลที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Kapur และคณะ [9] ซึ่งได้ทำการทดสอบกับวัสดุสามชนิดจะมีความหนา 25 mm. ประกอบด้วยโพลีทีรีน อลูมิเนียม คอนกรีตและสีที่ทาสีได้แก่ สีขาว สีดำและสีธรรมชาติของวัสดุ จากการทดสอบจะพบว่าวัสดุทาสีดำจะส่งผลให้อุณหภูมิบนผิวกระจกสูงกว่าสีอื่น และยังได้มีการศึกษาตัวแปรต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกระจกเข้าสู่ภายในบ้าน

[10-11] ของกระจกชนิดต่างๆ ต่อมาได้มีการศึกษาผนังระบายอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับวัสดุโปร่งแสง ผนังระบายอากาศมีขนาดพื้นที่รับสีอาทิตย์ประมาณ 0.36 m^2 โดย Khedari และคณะ [12-13] และได้มีการทำการศึกษาล่องผนังกระจกระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์จะมีโครงสร้างประกอบด้วยกระจกใสสองชั้นมีช่องว่างอากาศระหว่างกระจกความหนากระจก 6 mm. และขนาดพื้นที่รับรังสีอาทิตย์เท่ากับ 0.25 m^2 มีช่องเปิดด้านล่างอยู่ภายในและด้านบนอยู่ภายนอกบ้าน มีขนาดพื้นที่ช่องเปิดเท่ากับ 0.025 m^2 โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบกับหน้าต่างกระจกใสที่มีขนาดพื้นที่รับรังสีอาทิตย์เท่ากัน จากการศึกษาและทดสอบพบว่าปล่องกระจกระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ จะสามารถลดการสะสมความร้อนภายในบ้านหรืออาคารที่พักอาศัยได้มีการศึกษาผนังกระจกหลายชั้นโดย Saelens และคณะ [14] อีกทั้งยังได้มีการศึกษากันอย่างแพร่หลายทั่วไปในต่างประเทศและในประเทศยังมีการศึกษาวิจัยไม่มากนัก ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้มีการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาภาวะความร้อนภายในบ้านหรืออาคารที่เกิดจากค่าความร้อนไหลผ่านกระจกและแสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในบ้าน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาสมรรถนะทางความร้อนของปล่องกระจกระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร (Glazed Solar Chimney Wall : GSCW) โดยจะทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างหน้าต่างกระจกใสธรรมดา (Single Glass Window) ที่มีพื้นที่รับรังสีอาทิตย์เท่ากับ 0.90 m^2 กับปล่องกระจกระบายอากาศด้วยธรรมชาติที่มีพื้นที่รับรังสีอาทิตย์เท่ากับ 1.11 m^2 และมีโครงสร้างเป็นกระจกใสธรรมดาสองชั้นหนา 0.006 m . เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังกระจกแผ่นนอกและใน อุณหภูมิอากาศภายในห้อง อุณหภูมิอากาศภายในช่องว่างกระจกและสิ่งแวดล้อม ค่าความร้อนผ่านผนังกระจกแสงสว่างธรรมชาติ ที่เข้าสู่ภายในบ้านระหว่างหน้าต่างกระจกกับปล่องกระจกระบายอากาศด้วยธรรมชาติ และอัตราการไหลเชิงปริมาตรของ GSCW สำหรับปล่องกระจกระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์จะมีหลักการทำงานดังนี้ ดังแสดงรูปที่ 2 [13] เมื่อแสงส่องผ่านปล่องกระจกทำให้เกิดการสะสมความร้อนภายในช่องว่างกระจกทำให้อุณหภูมิภายในช่องว่างกระจก

สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในบ้านพักอาศัย จึงเกิดการเหนี่ยวนำของอากาศภายในช่องว่างกระจก ก่อให้เกิดการระบายอากาศแบบธรรมชาติภายในบ้านพักอาศัย



รูปที่ 1 บ้านเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน

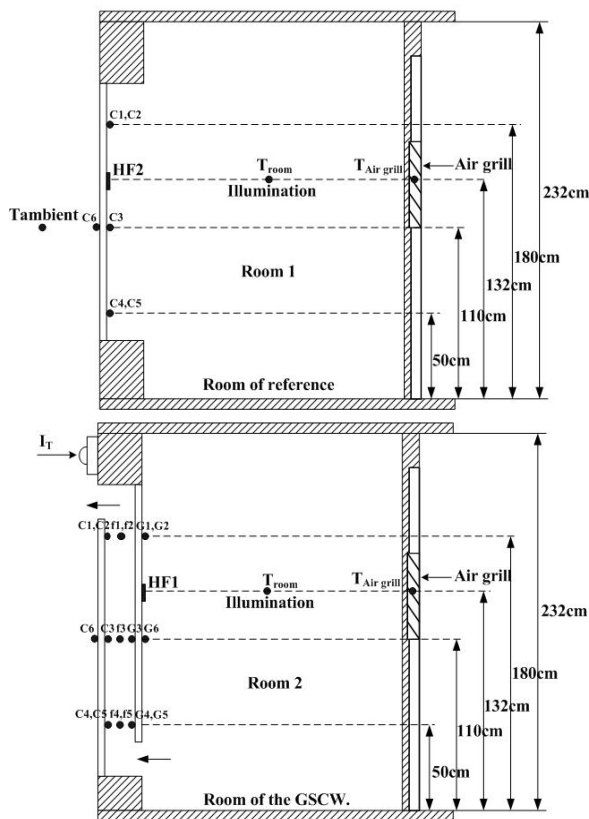


รูปที่ 2 หลักการทำงานของปล่องกระจกระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์



รูปที่ 3 ตำแหน่งการติดตั้ง GSCW (Room 2) บนผนังของบ้านด้านทิศใต้ และหน้าต่างกระจกใส CG (Room 1)

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง



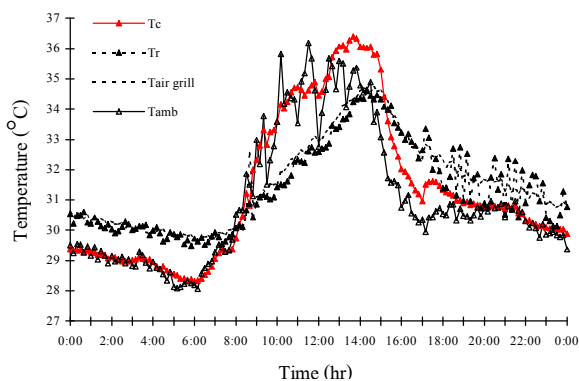
รูปที่ 4 การติดตั้งเครื่องมือวัด

สำหรับงานวิจัยนี้ เริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนกันยายน 2001 ถึงมิถุนายน 2005 โดยทำการติดตั้งและทดสอบ ณ บ้านเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน สำหรับบ้านเฉลิมพระเกียรติเป็นบ้านประหยัดพลังงาน ที่ได้รับการศึกษาวิจัยพัฒนาที่ใช้เวลาเวลามากกว่าสิบปีโดยศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์ทางด้านอาคาร (Building Scientific Research Center: BSRC) สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เป็นผู้ออกแบบ และสร้างลักษณะของบ้านที่ใช้ทดสอบดังแสดงในรูปที่ 1. และทำการติดตั้งปล่องกระจายระบายอากาศบนผนังด้านทางทิศใต้ของห้องทดลองรูปที่ 3 ห้องทดลองจะมีขนาดเท่ากับ 3.8 m^3 โดยผนังของห้องทั้งสี่ด้านและหลังคาจะติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในห้อง การทดสอบจะทดสอบระหว่างหน้าต่างกระจกใสธรรมดาที่มีพื้นที่รับรังสี

อาทิตย์เท่ากับ 0.90 m^2 กระจกใสธรรมดาที่มีความหนา 0.006 m . (Room 1) และปล่องกระจายระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีพื้นที่รับรังสีอาทิตย์เท่ากับ 1.11 m^2 มีลักษณะโครงสร้างประกอบด้วยกระจกใสธรรมดาสองชั้น โดยกระจกมีโครงสร้างเป็นกระจกใสธรรมดาทั้งแผ่นนอกและแผ่นใน ซึ่งมีความหนา 0.006 m และมีขนาดความสูง 1.86 m กว้าง 0.60 m และมีช่องว่างเท่ากับ 0.07 m และช่องเปิดขนาด $0.13 \text{ m} \times 0.60 \text{ m}$ ช่องเปิดด้านล่างอยู่ภายในบ้านช่องเปิดด้านบนอยู่ภายนอก (Room 2) ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดโดยบ้านทั้งสองในตำแหน่งเดียวกัน จะบันทึกในเครื่องบันทึกข้อมูลทุกๆ 10 นาที ด้วยเครื่องบันทึกในเครื่องบันทึกข้อมูล (Data recorder) ยี่ห้อ Hioki รุ่น 8422-51 (ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 0.8\%$) และติดตั้งจุดวัดค่าอุณหภูมิโดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K (ค่าความคลาดเคลื่อน ± 0.5) ห้องที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดา (Room 1) และห้องที่ติดตั้งปล่องกระจายระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ (Room 2) จำนวน 25 จุด และอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมจะทำการติดตั้งอยู่ภายนอกบ้านบริเวณด้านทดสอบหน้าต่างกระจกจำนวน 1 จุด ค่าความร้อนไหลผ่านหน้าต่างกระจกโดยใช้เครื่องวัด Heat flux (ยี่ห้อ EKO HEAT FLOW METER รุ่น MF-180, ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 2\%$) จำนวน 2 จุด ค่าความสว่างภายในบ้านโดยใช้เครื่องวัด Lux meter (ยี่ห้อ Testo รุ่น Model Testo 545 ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 8\%$) จำนวน 2 จุด และค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์วัดโดยไพราโนมิเตอร์ (ยี่ห้อ Kipp & Zonen Pyranometer ช่วงการวัด $1-1400 \text{ W/m}^2$ ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$) จำนวน 1 จุด ค่าความเร็วลมภายในและภายนอกบ้านจำนวน 2 จุด โดยใช้เครื่องวัด Hot wire anemometer (รุ่น Testo 454 ช่วงการวัด $0-50 \text{ m/s}$ ความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$) ข้อมูลที่เก็บได้แก่ อุณหภูมิกระจกทั้งสองแผ่น อุณหภูมิอากาศภายในช่องว่างกระจก อุณหภูมิภายในห้องและอุณหภูมิบรรยากาศแวดล้อม ความเร็วลมภายในและภายนอกบ้าน ความร้อนผ่านกระจก แสงสว่างภายในบ้าน อัตราการไหลเชิงมวลของปล่องหาได้จากค่าการคำนวณ [15] และตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือวัด ดังรูปที่ 3 และรูปที่ 4 ทำการเก็บบันทึกข้อมูลตั้งแต่วันที่ 00:00-00:00 น (24 ชั่วโมง)

3. ผลการทดลอง

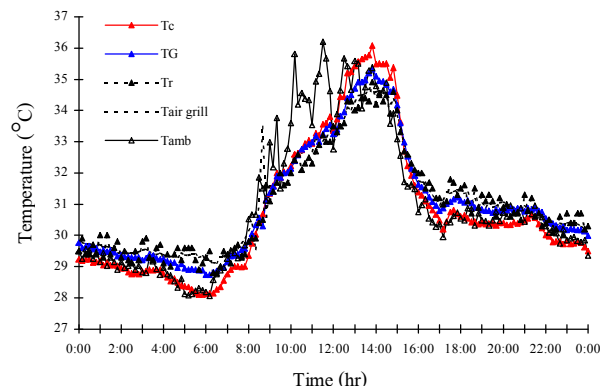
รูปที่ 5-7 แสดงการเปลี่ยนแปลงรายชั่วโมงของอุณหภูมิเฉลี่ยของภายในห้องทดสอบที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดาชั้นเดียว (Room 1) อุณหภูมิผิวกระจกใสธรรมดาชั้นเดียว (T_c) อุณหภูมิอากาศภายในห้อง (Troom) อุณหภูมิอากาศที่ทางเข้าห้อง (Tair grill) และอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม (Tamb) และอุณหภูมิเฉลี่ยของภายในห้องทดสอบที่ติดตั้งปล่อง GSCW (Room 2) อุณหภูมิผิวกระจกชั้นนอก (T_c) และอุณหภูมิผิวกระจกชั้นใน (TG) อุณหภูมิอากาศภายในห้อง (Troom) อุณหภูมิอากาศที่ทางเข้าห้อง (Tair grill) และอุณหภูมิช่องว่างปล่องกระจก (Air Gap) ผลการทดลอง ตั้งแต่ช่วงเวลา 00:00 – 00:00 น. พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยกระจกชั้นนอกประมาณ 35.8°C สูงกว่ากระจกชั้นใน ประมาณ $0.8-1^{\circ}\text{C}$ และช่วงเวลา 13.30 น. และในช่วงเวลา 8.00-14.00 น. ห้อง GSCW และห้อง Reference จะมีอุณหภูมิอากาศภายในห้องและอุณหภูมิอากาศที่ทางเข้าห้องใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมช่วงเวลา 14.00-17.00 น. ห้อง Reference จะมีค่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องและอุณหภูมิอากาศที่ทางเข้าห้องสูงกว่าอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมและอุณหภูมิอากาศที่เกิดขึ้นภายในห้อง GSCW เนื่องจากห้อง Room 1 มีการสะสมความร้อนไว้ภายในห้องซึ่งไม่สามารถระบายออกสู่ภายนอกได้



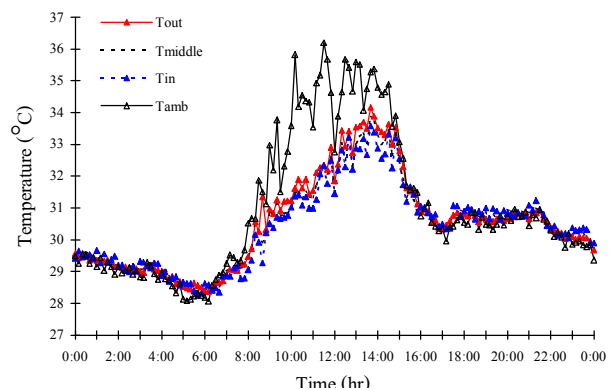
รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในห้องที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดา (Room 1) (10/09/04)

อีกทั้งอุณหภูมิอากาศภายในช่องว่างกระจกของระบบ GSCW มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายในห้องและอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม ตลอดทั้งวัน ซึ่งจะแสดงให้เห็นสมรรถนะ

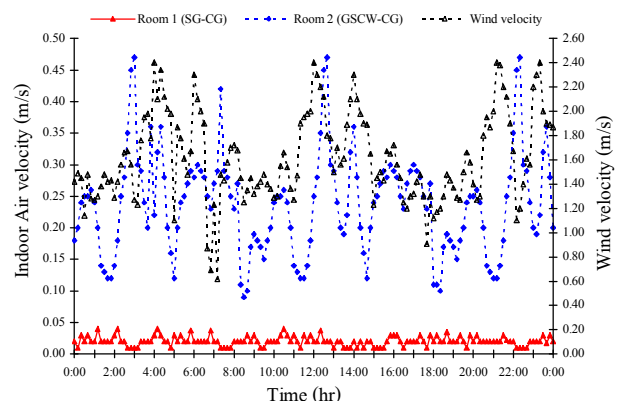
ของการระบายอากาศตามธรรมชาติของระบบ GSCW ทำให้เกิดการไหลเวียนของภายในห้องได้ดีกว่าห้องที่ติดตั้งกระจกชั้นเดียว



รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในห้องที่ติดตั้ง GSCW (Room 2) (10/09/04)

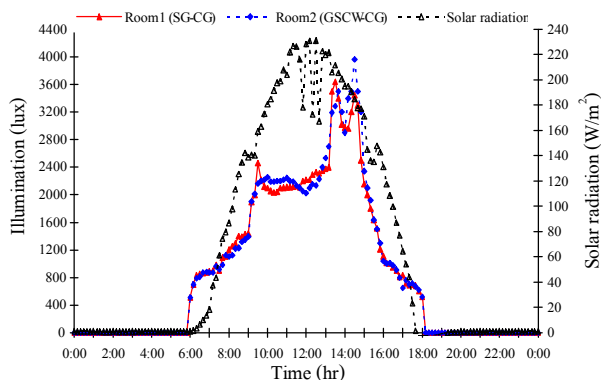


รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในปล่อง GSCW (Room 2) (10/09/04)

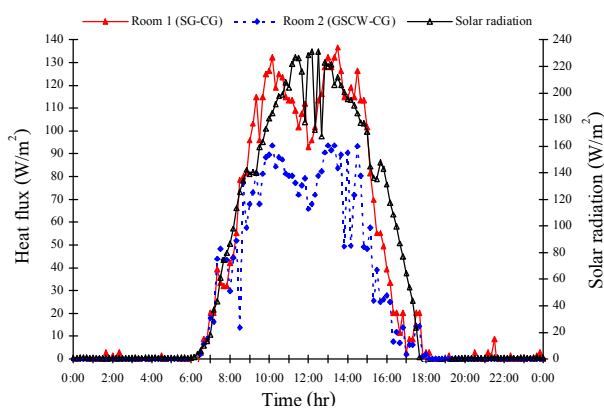


รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงของความเร็วลมภายในห้อง (10/09/04)

รูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบผลของการระบายอากาศแบบธรรมชาติภายในบ้านพักอาศัยระหว่างห้องติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดา (Room 1) และห้องติดตั้งผนังปล่อง GSCW (Room 2) (10/09/04) จากการศึกษพบว่าห้องที่ติดตั้งปล่องกระจกใสสองชั้น (GSCW) มีการระบายอากาศภายในห้องประมาณ 0.1-0.5 m/s จะสูงกว่าห้องกระจกใสธรรมดาซึ่งจะมีการระบายอากาศภายในห้องประมาณ 0.01-0.03 m/s ความเร็วลมภายนอกประมาณ 0.6 - 2.5 m/s แสดงให้เห็นว่าระบบ GSCW สามารถระบายอากาศได้ ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในห้อง ทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกถึงความสบาย



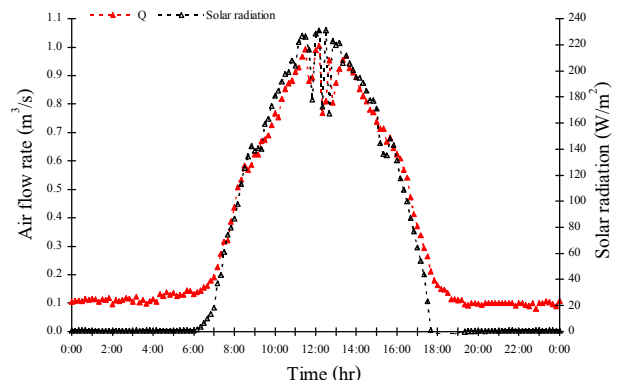
รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงของแสงธรรมชาติภายในห้อง (10/09/04)



รูปที่ 10 ผลเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกระจก (10/09/04)

จากรูปที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสว่างจากการนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในบ้านพักอาศัย ระหว่างห้องติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดา (Room 1) และห้องติดตั้งผนังปล่อง

GSCW (Room 2) จากการศึกษาพบว่าห้องที่ติดตั้งปล่องกระจกใสสองชั้น (GSCW) และภายในบ้านพักอาศัยที่ติดตั้งปล่องกระจกระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ (GSCW) จะมีค่าความสว่างภายในบ้านพักอาศัยอยู่ในระดับที่ไม่แตกต่างกันมาก



รูปที่ 11 อัตราการไหลของอากาศของปล่องกระจก GSCW (10/09/04)

รูปที่ 10 ห้องติดตั้งปล่องกระจกระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์และติดตั้งหน้าต่างกระจกใสชั้นเดียว (10/09/04) จากการศึกษาพบว่าบ้านพักอาศัยที่ติดตั้งปล่องกระจกระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ (GSCW) มีค่าการนำความร้อนผ่านกระจกต่ำกว่าบ้านพักอาศัยที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสชั้นเดียว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปล่องกระจกระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์สามารถลดความร้อนเข้าสู่ตัวบ้านได้ดีกว่า และการเปลี่ยนแปลงรายชั่วโมงของอัตราการเหนี่ยวนำของอากาศที่ไหลเข้าปล่อง GSCW และค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์ จากรูปที่ 11 การวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของ GSCW ตั้งแต่ช่วงเวลา 00:00-00:00 น. ปล่องผนัง GSCW มีโครงสร้างเป็นกระจกใสธรรมดาสองชั้น จากการศึกษาทดลองพบว่า GSCW มีอัตราการเหนี่ยวนำของอากาศที่ไหลประมาณ 0.08-1.08 m³/s มีค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์สูงประมาณ 230 W/m² และอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมสูงประมาณ 36.8 °C

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้ปล่องกระจกระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าห้องทดสอบที่ติดตั้งหน้าต่างกระจกใสธรรมดา มีปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ภายในบ้านมากกว่า

และมีอัตราการระบายอากาศต่ำกว่ามาก เมื่อเปรียบเทียบกับบ้านที่ติดตั้งปล่องกระเบื้องระบายอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งมีแสงธรรมชาติ ช่วยลดภาระความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่บ้านพักอาศัยโดยผ่านกระจกได้ถึงร้อยละ 29.8 โดยเปรียบเทียบกับหน้าต่างกระจกใสธรรมดา และสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากพัดลมระบายอากาศได้ ส่งผลให้เกิดภาวะความสบายต่อผู้พักอาศัยและช่วยประหยัดค่าไฟฟ้า

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณ บริษัทTHAI-GERMAN SPECIALTY GLASS ที่สนับสนุนกระจกสำหรับในการทดสอบ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนเงินทุนในการงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- 1 Khedari, J., et al, 2001, Thailand climatic zones, Journal of Renewable Energy, 25, pp.267-280.
- 2 Hirunlabh, J., et al, 1995. Preparation of heat mirror by spray pyrolysis. Research and Development Journal. 6 (1), 66-75.
- 3 Chirarattananon, S et al, 1996, Daylight for energy conservation in the tropics: the lumen method and the OTTV. J. Energy. 21, 505-510.
- 4 Hirunlabh, J., et al, 1998. Development of a spray pyrolysis coating process for Tin Oxide film heat mirrors. Thammasat Int. Sc. Tech. 3 (2), July 1998, 10-20.
- 5 Chirarattananon, S., et al, 2002. Daylight availability and models for global and diffuse horizontal illuminance and irradiance for Bangkok. J. Renewable Energy. 26, 69-89.
- 6 Chaiyapinunt, S., et al, Performance rating of glass windows and glass windows with films in aspect of thermal comfort and heat transmission, J. Energy and Building, Vol. 37, pp. 725-738.
- 7 Chankrapoe, A., et al., 2007, A Comparison between thermal properties and analysis of cost glazed walls. The Journal of Industrial Technology, Vol. 3, pp. 14-20.
- 8 Cordoba, J., et al, 1998. Study of the potential savings on energy demand and HVAC energy consumption by using coated glazing for office building in madrid. J. Energy and Building, Vol. 27, pp. 13-19.
- 9 Kapur, N, K., 2004. A comparative analysis of the radiant effect of external sunshades on glass surface temperature. J. Solar Energy, Vol. 77, pp. 407-419
- 10 Fraber, E. A., et al, 1963. Theoretical analysis of solar heat gain through insulating glass with inside shading. ASHARE Journal. August, 79-90.
- 11 Singh., et al, 2002. Thermal and optical parameters for different window systems in India. International Journal of Ambient Energy. 23, pp. 201-211.
- 12 Khedari, J., et al, 2005. Experimental performance of a partially-glazed Modified Trombe Wall. International Journal of Ambient Energy. 26, 27-36.
- 13 Chantawong, P., et al, 2006. Investigation on thermal performance of glazed solar chimney walls. J. Solar Energy, Vol. 80, pp. 288-297.
- 14 Saelens, D., et al. 2003. Energy performance assessment of multiple-skin facades. International Journal of Heating, Ventilation, Air-Conditioning and Refrigerating Research. April, 9 (2), 167-185.
- 15 Chantawong, P., 2005. Investigation of performance of glazed solar chimneys, Doctor of Philosophy Program, King Mongkut's University of Technology Thonburi. Bangkok, Thailand.

รายการสัญลักษณ์

C	ตำแหน่งวัดอุณหภูมิบนกระจกชั้นนอก	Tair grill	อุณหภูมิอากาศที่ทางเข้าห้อง, °C
f	ตำแหน่งวัดอุณหภูมิของอากาศภายในปล่อง	Tamb	อุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม, °C
	กระจก	Tr =	อุณหภูมิอากาศภายในห้องทดสอบ, °C
G	ตำแหน่งวัดอุณหภูมิบนกระจกชั้นใน	Troom	
CG	กระจกใสธรรมดา	Tmiddle	อุณหภูมิอากาศตรงกลางระหว่างช่องว่าง
GSCW	ผนังปล่องกระจกพลังงานแสงอาทิตย์		กระจก GSCW, °C
	(glazed solar chimney walls: GSCW)	Tin	อุณหภูมิอากาศทางเข้าของปล่องผนัง
Room 1	ห้องติดตั้งหน้าต่างกระจกใสชั้นเดียว		GSCW, °C
Room 2	ห้องติดตั้งผนัง GSCW	Tout	อุณหภูมิอากาศทางออกของปล่องผนัง
SG	หน้าต่างกระจกใสธรรมดาชั้นเดียว		GSCW, °C
	(Single Glass: SG)		
Tc	อุณหภูมิผิวของกระจกแผ่นนอก, °C		
TG	อุณหภูมิผิวของกระจกแผ่นใน, °C		