

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 24  
20-22 ตุลาคม 2553 จังหวัดอุบลราชธานี

## การลดความร้อนผ่านหน้าต่างกระจกสองชั้นโดยการระบายอากาศแบบธรรมชาติ ร่วมกับการใช้ม่านบังแดด

### Heat Gain Reduction through Double Window by Natural Ventilation with Curtain

ธนา อนันต์อาษา<sup>1</sup> และ วิทยา พวงสมบัติ<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาออกแบบภายใน ภาควิชาเทคโนโลยีศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

<sup>2</sup> สาขาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนรัตนโกสินทร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

96 หมู่ 3 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170

\* ติดต่อ: โทรศัพท์: 02-889-4585-7 ต่อ 2630, โทรสาร: 02-889-4585-7

\*E-mail: withaya.pua@rmutr.ac.th

#### บทคัดย่อ

บทความนี้ได้ทำการศึกษาการลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารโดยการระบายอากาศแบบธรรมชาติผ่านหน้าต่างกระจกสองชั้น โดยได้ศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถนะของหน้าต่างกระจกสองชั้นแบบธรรมดาและหน้าต่างกระจกสองชั้นแบบมีม่านบังแสงแดด โดยหน้าต่างกระจกสองชั้นประกอบด้วย กระจกชั้นนอกเป็นบานเกล็ด ขนาด กว้าง 12 cm ยาว 70 cm จำนวน 10 แผ่น ส่วนกระจกชั้นในมีขนาด กว้าง 0.7 m ยาว 1.10 m ช่องว่างของอากาศระหว่างแผ่นกระจกสองชั้นสามารถปรับระยะได้ตั้งแต่ 5 - 10 cm และหน้าต่างกระจกสองชั้นแบบมีม่านจะมีม่านสำหรับบังแสงแดดอยู่ระหว่างกลางช่องว่างอากาศ

จากการทดสอบอุณหภูมิภายในห้องของหน้าต่างกระจกสองชั้นแบบมีม่าน มีค่าต่ำกว่า ห้องกระจกสองชั้นแบบไม่มีม่านเฉลี่ย 2.5 °C และหน้าต่างกระจกสองชั้นแบบมีม่านสามารถเหนี่ยวนำอากาศให้ไหลเข้าช่องเปิดได้ โดยมีค่าอัตราการไหลเชิงปริมาตรสูงสุดถึง 55 m<sup>3</sup>/hr และหน้าต่างกระจกสองชั้นที่มีม่านสามารถลดความร้อนรับได้ประมาณ 20 W/m<sup>2</sup>

**คำหลัก:** การระบายอากาศแบบธรรมชาติ/ กระจกสองชั้น/ ม่านบังแดด

#### Abstract

This paper studies to the heat gain reduction by natural ventilation through the double glass window (DGW) and double glass window with curtain (DGWC). The study investigated to the thermal performance of both configurations. The DGW and DGWC composed of the same outer and inner sides, the outer side is slat glass (width 12 cm and long 70 cm, 10 plates), and the inner side is glass pane

(width 0.7 m and long 1.10 m). The air gap space varied from 5-10 cm In the middle between air gap has the curtain (DGWC unit).

Experimental results were showed the DGWC could reduce the room temperature and induced natural ventilation by about  $2.5^{\circ}\text{C}$  and  $55 \text{ m}^3/\text{hr}$ ; respectively. Also that, the DGWC could reduce the heat gain about  $20 \text{ W/m}^2$ .

**Keywords:** Natural ventilation/ Double glass window/ Curtain

## 1. บทนำ

ปัญหาความสบายของมนุษย์ภายในบ้านพักอาศัย เขตร้อนชื้นส่วนใหญ่ คือปริมาณความร้อนจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ในแต่ละวันที่เข้าสู่ภายในบ้านพักอาศัยเกือบตลอดทั้งปี ทั้งทางด้านหลังคา ผนัง หน้าต่าง และส่วนอื่นที่ได้รับรังสีอาทิตย์ ดังนั้นเพื่อสนองต่อความสบายของมนุษย์จึงได้นำการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ผ่านเครื่องจักรกลทางไฟฟ้า เช่น พัดลม เครื่องปรับอากาศ มาใช้ปรับสภาวะภายในบ้านพักอาศัยให้เหมาะสม ซึ่งจะทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานเชิงพาณิชย์เป็นจำนวนมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่ต้องนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์จะส่งผลให้เกิดการขาดดุลการค้า อีกทั้งยังก่อให้เกิดปัญหาทางด้านมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากผลของการใช้ หรือเปลี่ยนรูปแบบของพลังงาน Ong and Chow [1] ได้ทำการศึกษารูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ โดยศึกษาจากแบบจำลองของปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ ซึ่งปล่องระบายอากาศประกอบด้วย กระบอก 1 ด้าน และผนัง 3 ด้าน ซึ่งได้มีการทำช่องที่อากาศสามารถผ่านได้ทั้งด้านบนและด้านล่างของปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์ เพื่อให้อากาศไหลเข้าและออก โดยช่องว่างของปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์จะมีช่องว่างเพื่อให้อากาศที่ร้อนลอยตัวขึ้นที่สูง ด้วยการพาความร้อนตามธรรมชาติ ซึ่งแบบจำลองของปล่องระบายอากาศ มีขนาดความสูง 4 เมตรมีช่องที่อากาศไหลเข้าและออกขนาด  $0.0025$  ตารางเมตร และมีค่าฟลักความร้อนทางด้านกระบอกขนาด  $400$  วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งจากการทดลองทำให้ทราบได้ว่าถ้าความสูงของปล่องระบายอากาศแสงอาทิตย์สูงมากขึ้น

เมื่ออากาศไหลผ่านช่องที่ความสูงมากๆอุณหภูมิก็สูงขึ้นอีกทำให้อัตราการไหลของอากาศไหลดีขึ้น และได้มีการตั้งสมการการถ่ายเทความร้อน หาช่วงของอุณหภูมิที่ผิวกระจก ผนัง และมวลอากาศที่ไหลผ่านช่องว่าง และ Chantawong et al. [2] ได้มีการศึกษาในเรื่องประสิทธิภาพทางความร้อนของช่องกระจกระบายอากาศในภูมิอากาศของประเทศไทย โดยจากการศึกษาจาก แบบจำลองของช่องกระจกระบายอากาศ ซึ่งประกอบด้วย กระจกใส 2 ชั้น ซึ่งมีช่องอากาศระหว่างกระจกใส โดยด้านในห้องจะมีช่องเปิดให้อากาศไหลเข้าอยู่ด้านล่าง และภายนอกห้องจะมีช่องให้อากาศไหลออกได้อยู่ด้านบน ซึ่งแบบจำลองได้ทำขึ้นในผนังด้านทิศใต้ของห้องเล็กๆ มีปริมาตร  $2.8$  ลูกบาศก์เมตร กระจกมีขนาดความสูง  $0.74$  เมตร กว้าง  $0.5$  เมตร และมีช่องอากาศ  $0.1$  เมตร มีขนาดช่องเปิดของกระจกใสคือ  $0.05 \times 0.5$  ตารางเมตร ใช้กระจกหนา  $6$  มิลลิเมตร ซึ่งจากการทดลองจึงได้คำนวณอัตราการไหลของอากาศในช่องว่างระหว่างกระจกมีค่าประมาณ  $0.13 - 0.28$  ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และอุณหภูมิระหว่างในห้องกับด้านนอกห้องมีค่าต่างกันโดยด้านนอกห้องมีอุณหภูมิที่สูงกว่า จากการเปรียบเทียบจากการจำลองและการทดลองจริงได้ผลลัพธ์ที่มีเหตุมีผลน่าเชื่อถือ จึงสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการออกแบบของช่องกระจกระบายอากาศได้ ต่อมา Puangsombut, W. [3] ได้ทำการศึกษารูปแบบระบายอากาศผ่านปล่องหน้าต่างรังสีอาทิตย์ ที่ติดตั้งกับอาคารเรียน โดยหน้าต่างกระจกสองชั้นมีขนาด  $0.963 \text{ m}^2$  และมีช่องเปิดขนาด  $0.0205 \text{ m}^2$  ที่กระจกด้านใน (ด้านล่างของกระจก) และด้านนอก (ด้านบนของกระจก) โดยการทดลองใช้

กระจกสองด้านนอกจำนวนสองชนิด คือกระจกแบบโปร่งใสและกระจกแบบโปร่งแสง จากการทดสอบปล่องหน้าต่างรังสีอาทิตย์แบบใช้กระจกด้านนอกเป็นกระจกโปร่งแสงนั้นสามารถลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารได้ประมาณ  $3-20 \text{ W/m}^2$  และให้แสงสว่างภายในห้อง  $400-1000 \text{ lux}$

บทความวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาถึงการลดความร้อนรับผ่านหน้าต่างกระจกสองชั้นโดยใช้ม่านบังแดดร่วมกับการระบายอากาศแบบธรรมชาติ ซึ่งจะทำให้เกิดการระบายอากาศและลดปริมาณความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร

## 2. การติดตั้งอุปกรณ์ทดลอง

การทดลองติดตั้งหน้าต่างกระจกสองชั้นกับบ้านทดสอบจำนวนสองหลัง โดยบ้านหลังแรก ทำการติดตั้งหน้าต่างกระจกสองชั้นแบบธรรมดาและหลังที่สองติดตั้งหน้าต่างกระจกสองชั้นที่ใช้ร่วมกับม่านบังแดด ดังแสดงในรูปที่ 1

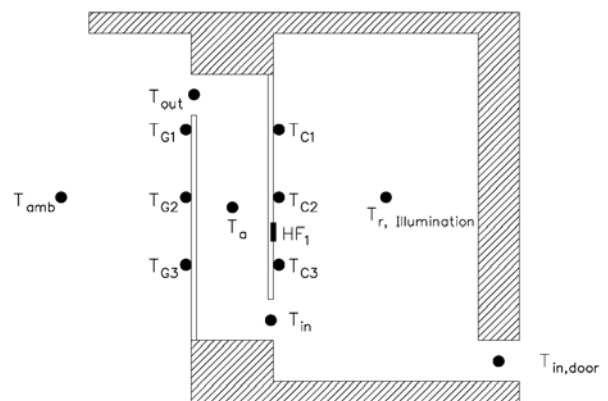


รูปที่ 1 บ้านทดสอบ

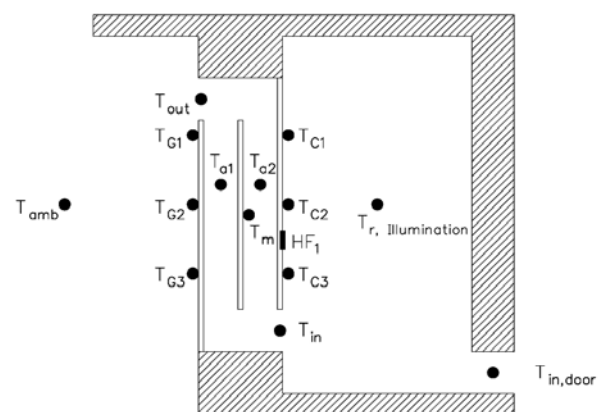
ห้องทดสอบแต่ละห้องมีขนาด  $3.375 \text{ m}^3$  ผังบ้านทั้งสองด้านทำจากอิฐมวลเบา และหลังคาบ้านทดสอบมีมุมของหลังคาเท่ากับ  $30^\circ$  ทำมุมกับแนวระดับ หลังคาเป็นกระเบื้องลอนคู่สีน้ำเงินเข้ม และติดตั้งกระจกหน้าต่างที่มีความกว้าง  $0.7 \text{ m}$  และ ยาว  $1.1 \text{ m}$  และช่องว่างอากาศระหว่างกระจกด้านนอกกับกระจกด้านในเท่ากับ  $10 \text{ cm}$  กับบ้านทั้งสองหลังและทำการติด

ม่านกับหน้าต่างกระจกสองชั้นกับบ้านทดสอบหนึ่งหลัง ม่านบังแดดเป็นผ้าม่านแบบโปร่ง แสงสามารถผ่านเข้ามาได้

รูปที่ 2 แสดงการติดตั้งสายวัดอุณหภูมิ ชนิด K (ช่วงอุณหภูมิ  $0 - 1250^\circ\text{C}$ , มีค่าความผิดพลาด  $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ) และสายวัดอุณหภูมิต่อกับเครื่องบันทึกข้อมูล (Hioki, Model: 8422-52, ค่าความผิดพลาด  $\pm 0.8\%$ )



a) กระจกสองชั้นแบบธรรมดา



b) กระจกสองชั้นที่มีการติดตั้งม่านบังแดด

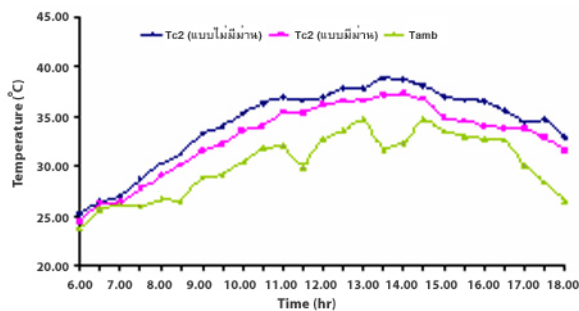
รูปที่ 2 ตำแหน่งวัดค่าที่ได้จากการทดลอง อุปกรณ์วัดค่าฟลักซ์ความร้อน (Omega HFS-3, ช่วงการวัด  $1-1400 \text{ W/m}^2$ , ค่าความผิดพลาด  $\pm 0.5\%$ ) ความเร็วลม ณ ตำแหน่งต่างๆ วัดด้วยอุปกรณ์วัดความเร็วลม (TSI Model 8380 ช่วงการวัด  $0-50 \text{ m/s}$ , ค่าความผิดพลาด  $\pm 0.5\%$ ) ค่าความส่องสว่างวัดด้วยอุปกรณ์วัดค่าความส่องสว่าง (Digicon LX-70:  $0-$

100,000 lux, ค่าความผิดพลาด  $\pm 0.5\%$ ) ทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 06:00 – 18:00 น. และเก็บค่าทุกๆ 30 นาที

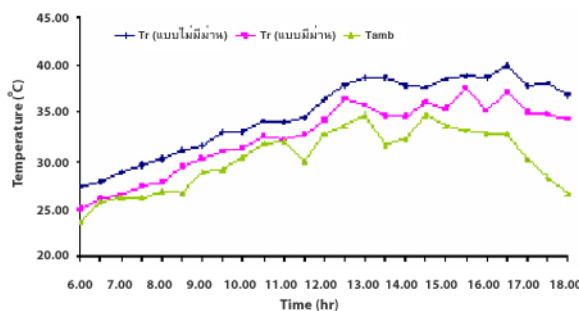
### 3. ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 3.1 อุณหภูมิ

จากการทดลองวัดค่าอุณหภูมิที่ผิวกระจกด้านในของหน้าต่างกระจกสองชั้น ดังแสดงในรูปที่ 3 จะเห็นว่าอุณหภูมิที่ผิวของกระจกหน้าต่างที่มีการติดตั้งม่านบังแดด จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่าหน้าต่างกระจกสองชั้นแบบที่ไม่มีการติดตั้งม่านบังแดด ประมาณ  $2^{\circ}\text{C}$



รูปที่ 3 อุณหภูมิผิวหน้าต่างกระจกสองชั้น



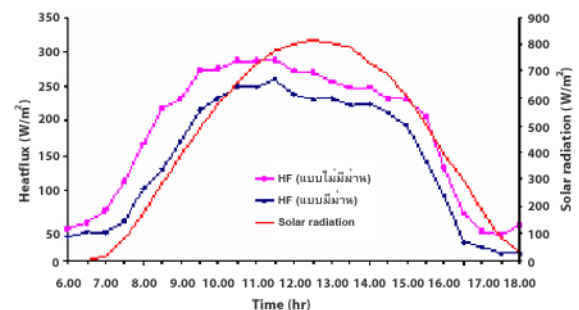
รูปที่ 4 อุณหภูมิห้อง

จากรูปที่ 4 แสดงอุณหภูมิห้องของบ้านทดลองทั้งสองหลังเปรียบเทียบกับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม จะเห็นว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในห้องที่ติดตั้งม่านบังแดดมีอุณหภูมิต่ำกว่าห้องที่ไม่มีม่านบังแดด ประมาณ  $2-3^{\circ}\text{C}$  เนื่องจากการระบายอากาศแบบธรรมชาติแล้ว

ม่านบังแดดยังสามารถช่วยลดความร้อนรับเข้าสู่ตัวบ้านได้

#### 3.2 ฟลักซ์ความร้อน (ความร้อนรับ)

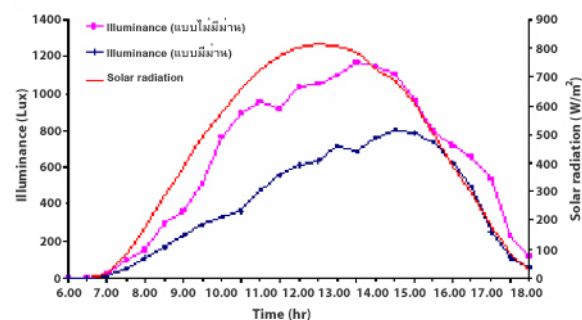
ในส่วนนี้ได้นำเสนอฟลักซ์ความร้อนหรือความร้อนรับเข้าสู่ตัวบ้านของหน้าต่างกระจกสองชั้นที่ติดตั้งม่านบังแดดและไม่ติดม่านบังแดด จะเห็นได้ว่าฟลักซ์ความร้อนเฉลี่ยของหน้าต่างกระจกสองชั้นแบบมีม่านมีค่าน้อยกว่ากระจกหน้าต่างแบบไม่มีม่าน ประมาณ  $50 \text{ W/m}^2$  เนื่องจากม่านบังแดดช่วยลดแสงที่ตกกระทบที่ผิวกระจกด้านใน



รูปที่ 5 ฟลักซ์ความร้อน (ความร้อนรับ)

#### 3.3 ค่าการส่องสว่าง

จากการทดสอบการวัดค่าการส่องสว่าง ดังแสดง



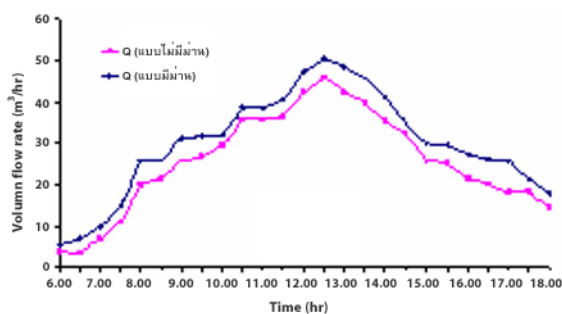
รูปที่ 6 ค่าการส่องสว่าง

ในรูปที่ 6 จะทำการเปรียบเทียบกับค่าการส่องสว่างมาตรฐาน (สำนักงาน = 300 lux) จะเห็นได้ว่าค่าการส่องสว่างของหน้าต่างกระจกสองชั้นทั้งสองชนิดมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน ในช่วง 9:00 – 16:00 ค่าความ

ส่องสว่างของหน้าต่างกระจกสองชั้นแบบมีม่านบังแดดและแบบไม่มีม่านบังแดดมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 200 – 800 lux และ 350 – 1200 lux ตามลำดับ

### 3.4 อัตราการไหลเชิงปริมาตร

เนื่องจากการระบายอากาศแบบธรรมชาติ จะเห็นได้ว่าอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศที่ไหลผ่านหน้าต่างกระจกสองชั้นจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามค่ารังสีอาทิตย์ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 อัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศ

อัตราการไหลเชิงปริมาตรของหน้าต่างกระจกสองชั้นที่มีม่านบังแดดจะมีค่าน้อยกว่าหน้าต่างกระจกสองชั้นแบบไม่มีม่านเฉลี่ยประมาณ 3-5 m³/hr เนื่องจากการส่งผ่านของแสงอาทิตย์

### 4. สรุปผลการทดลอง

การศึกษาถึงสมรรถนะเชิงความร้อนของหน้าต่างกระจกสองชั้น สองแบบ คือแบบแรกเป็นหน้าต่างกระจกสองชั้นแบบมีม่านบังแดด และแบบที่สองเป็นหน้าต่างกระจกสองชั้นแบบไม่มีม่านบังแดด

จากการทดสอบเปรียบเทียบจะเห็นว่า หน้าต่างกระจกสองชั้นแบบมีม่านบังแดด สามารถลดฟลักซ์ความร้อนได้ประมาณ 50 W/m² และลดอุณหภูมิภายในห้องได้ประมาณ 2-3°C ในส่วนค่าความส่องสว่างของหน้าต่างกระจกสองชั้นแบบมีม่านบังแดดมีค่าการส่องสว่างภายในห้องมากกว่าค่ามาตรฐาน (สำนักงาน = 300 lux)

### 5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์เอกศักดิ์ ชื้อสกุลไพศาล อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้บ้านจำลองในการทดสอบ

### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Ong, K. S. and Chow, C. C. (2003). Performance of a solar chimney, Solar Energy, Vol. 74 (1), pp. 1-17.
- [2] Chantawong, P., Hirunlabh, J., Zeghamati, B., Khedari, J., Teekasap, S. and Win, M. M. (2006). Investigation on thermal performance of glazed solar chimney walls, Solar Energy, Vol. 80 (3), pp. 288-297.
- [3] Puangsombut, W. (2009). Experimental performance of solar chimney window on school building, RESEARCH AND DEVELOPMENT JOURNAL, Vol. 20 (4), pp. 70-75.