

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19
19-21 ตุลาคม 2548 จังหวัดภูเก็ต

การศึกษาอุณหภูมิของอากาศภายในห้องที่ติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์ A STUDY OF AIR TEMPERATURE IN THE ROOM INSTALLED WITH A SOLAR CHIMNEY

มนทล ใจกุลส วีระชัย ลัมพรชัยเจริญ
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทร 0-2326-4197 โทรสาร 0-2326-4198 E-mail : kknualno@kmitl.ac.th

Monton Jaikuson Weerachai Limpornchaijarearn
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Chalongkrung Rd, Ladkrabang Bangkok 10520 Thailand
Tel. 0-2326-4197 Fax : 0-2326-4198 E-mail : kknualno@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิของอากาศภายในห้องที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนขนาดพื้นที่หน้าตัดของปล่องรังสีอาทิตย์ (Solar Chimney) ซึ่งพื้นที่หน้าตัดของปล่องรังสีอาทิตย์ที่นำมาทดลองมีขนาด 40 cm x 40 cm, 30 cm x 30 cm และ 20 cm x 20 cm โดยทดลองให้ลมมีอัตราการไหลเข้าประตูจาก 0 m³s⁻¹ ถึง 0.81 m³s⁻¹ จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า เมื่ออัตราการไหลของลมเข้าห้องน้อยไป (0 m³s⁻¹ ถึง 0.12 m³s⁻¹) หรือมากเกินไป (0.56 m³s⁻¹ ถึง 0.81 m³s⁻¹) พื้นที่หน้าตัดของปล่องรังสีอาทิตย์ ไม่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิอากาศภายในห้อง และเมื่ออัตราการไหลของลมเข้าห้องมีค่าปานกลาง (0.12 m³s⁻¹ ถึง 0.56 m³s⁻¹) พื้นที่หน้าตัดของปล่องรังสีอาทิตย์มีผลต่ออุณหภูมิของอากาศในห้อง กล่าวคือ พื้นที่หน้าของปล่องรังสีอาทิตย์มากสามารถลดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องได้ดีกว่าพื้นที่หน้าตัดของปล่องรังสีอาทิตย์น้อยประมาณ 1 องศาเซลเซียส

Abstract

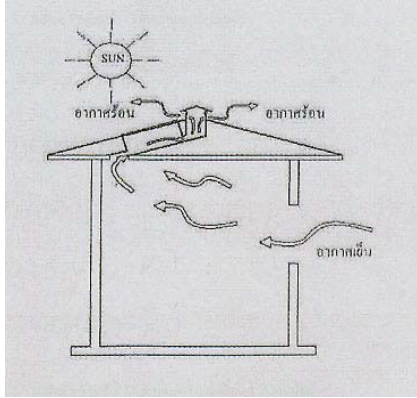
This research has been performed with the main purpose of studying on the air temperature in the room against the variation of cross sectional areas of solar chimney. The cross sectional areas which were brought up in the experiment were arranged of their three different sizes which were 40 cm x 40 cm, 30 cm x 30 cm and 20 cm x 20 cm respectively. Experimentally, the wind from outside was let into the room at the flow rate from 0 cubic metre per second to 0.8 cubic metre per second. It was found that the cross sectional areas didn't have any influence on the change of the air temperature, no matter that the flow rate of the wind into the room was either too much or too little. On the other hand, the cross sectional area would give an influence on the change of the air temperature in the room in case that the flow

rate was quite moderate, and when the cross sectional area of solar chimney was enlarged, the air temperature in the room could be also decreased about 1 degree of celsius.

1. บทนำ

การศึกษาเกี่ยวกับ Solar Cooling ได้มีการศึกษากันมาตลอดจนปัจจุบัน เนื่องจากพลังงานที่ใช้อยู่ปัจจุบันเริ่มลดน้อยลง สิ่งหนึ่งที่นักวิจัยมองหากันมาก คือ พลังงานที่หาได้ตามธรรมชาติ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์เท่านั้น ซึ่งเป็นพลังงานที่หาได้ง่าย ดังนั้น จึงมีการศึกษาวิจัยกันอย่างกว้างขวาง ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับ Solar Cooling ซึ่งเป็นการนำเอาความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์เข้ากับระบบการทำความเย็น ทั้งระบบการปรับอากาศและเครื่องทำความเย็น นอกจากนี้ ยังมีการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้กับระบบ Solar Cooling แบบอื่นๆ อีกมากมาย ส่วนการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเป็นการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาช่วยในการลดอุณหภูมิในที่อยู่อาศัย ซึ่งเรียกว่า Solar Cooling Chimney โดยส่วนใหญ่แล้ว ในประเทศแถบเมืองร้อนจะให้ความสนใจอย่างกว้างขวางเป็นพิเศษ โดยเฉพาะประเทศในแถบเมืองร้อนจะมีอุณหภูมิในตอนกลางวันค่อนข้างสูงมาก และประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่ตั้งอยู่บนเส้นศูนย์สูตร และก็เป็นประเทศในแถบร้อนจะเห็นว่าอุปกรณ์ Solar Cooling Chimney จึงเหมาะสมและเป็นได้มากที่จะนำอุปกรณ์ดังกล่าวมาใช้ในประเทศไทย Solar Cooling Chimney จะเป็นการอาศัยหลักการเคลื่อนที่ของอากาศภายนอกบ้านที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าภายใน เข้ามาหมุนเวียนภายในบ้าน ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิภายในบ้านลดลง โดยการเคลื่อนที่ของอากาศภายนอกบ้านเข้ามาภายในบ้านนั้นจะไม่ใช่อุปกรณ์ช่วยเหลือ เช่น เครื่องดูดอากาศ หรือ พัดลมดูดอากาศ เป็นต้น แต่จะเป็นเพียงการประยุกต์หลักการของ Passive Solar Cooling ซึ่งเป็นการดึงดูดอากาศให้มีการเคลื่อนที่ อากาศที่มีอุณหภูมิสูงซึ่งมีความหนาแน่นต่ำจะพยายามลอยตัวสูงขึ้น ใน

ขณะเดียวกันของไหลที่มีอุณหภูมิต่ำซึ่งมีความแน่นมากกว่าจะเคลื่อนตัวเข้ามาแทนที่ โดยอาศัยแรงลอยตัวของของไหล (Buoyancy force) ในกรณีของ Solar Cooling Chimney นี่จะเป็นการทำให้อากาศร้อนโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ ในสถานการณ์การเคลื่อนที่ของอากาศที่เกิดขึ้นจะไม่มีการบังคับให้อากาศเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นการอาศัยหลักการพาความร้อนแบบอิสระหรือการพาความร้อนแบบธรรมชาติ [1]



รูปที่ 1 Solar Cooling Chimney

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาอุณหภูมิของอากาศภายในห้องที่ติดตั้ง Solar Cooling Chimney มีการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาอุณหภูมิของอากาศภายในห้อง ซึ่งได้แก่สมการ Continuity สมการ Momentum และสมการ Energy โดยมีรายละเอียด ดังนี้ [3]

1.1 สมการ Continuity

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \left[\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} \right] = 0 \quad (1)$$

1.2 สมการ Momentum

สำหรับแกน x

$$\begin{aligned} \frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho u v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho u w)}{\partial z} = \\ -\frac{\partial p}{\partial x} + \rho f_x + \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \nabla \cdot \mathbf{V} + 2\mu \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \\ \frac{\partial}{\partial y} \left[\mu \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\mu \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) \right] \end{aligned} \quad (2)$$

สำหรับแกน y

$$\begin{aligned} \frac{\partial(\rho v)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u v)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho v w)}{\partial z} = \\ -\frac{\partial p}{\partial y} + \rho f_y + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \nabla \cdot \mathbf{V} + 2\mu \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \\ \frac{\partial}{\partial x} \left[\mu \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\mu \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right) \right] \end{aligned} \quad (3)$$

สำหรับแกน z

$$\begin{aligned} \frac{\partial(\rho w)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u w)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v w)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w w)}{\partial z} = \\ -\frac{\partial p}{\partial z} + \rho f_z + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \nabla \cdot \mathbf{V} + 2\mu \frac{\partial w}{\partial z} \right) + \\ \frac{\partial}{\partial x} \left[\mu \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\mu \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right) \right] \end{aligned} \quad (4)$$

1.3 สมการ Energy

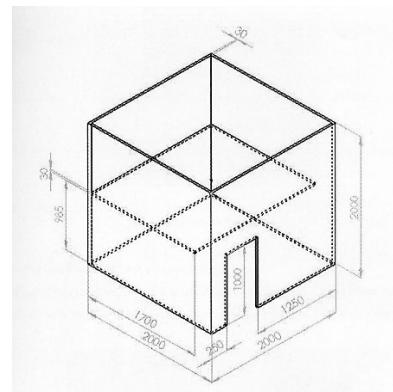
$$\begin{aligned} \rho \frac{De}{Dt} = \rho q + \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial T}{\partial y} \right) \\ + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial T}{\partial z} \right) - p \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \\ + \lambda \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 + 2\mu \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 \\ + 2\mu \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 + 2\mu \left(\frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 + \mu \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 \\ + \mu \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 + \mu \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 \end{aligned} \quad (5)$$

สมการ Continuity สมการ Momentum และสมการ Energy จะใช้การวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numerical Analysis) เข้ามาช่วยหาอุณหภูมิและความเร็วของอากาศภายในห้อง ซึ่งการวิเคราะห์เชิงตัวเลข ในที่นี้ก็คือ วิธีการปริมาตรสืบเนื่อง (Finite Volume Method), [2]

3. การทดลอง

3.1 รายละเอียดโครงสร้างแบบจำลองบ้าน

แบบจำลองบ้านที่ใช้ในการทดลองมีปริมาตรเท่ากับ 8 m³ (ความกว้าง ความยาวและความสูงของห้องเท่ากับ 2 m 2 m และ 2 m ตามลำดับ) บ้านจำลองนี้มีสองชั้น ชั้นล่างมีความสูง 1 m และ ชั้นบนมีความสูง 1 m โดยพื้นที่ของชั้นบนมีความกว้าง 2 m และความยาว 1.7 m ดังแสดงในรูป 2 ผนังห้องทั้งสี่ด้านจากด้านนอกไปด้านในทำจากวัสดุ (1) กระเบื้องแผ่นเรียบหนา 4 mm (2) ฉนวนกันความร้อนหนา 25 mm (3) และไม้ฉลัดหนา 4 mm ตามลำดับ

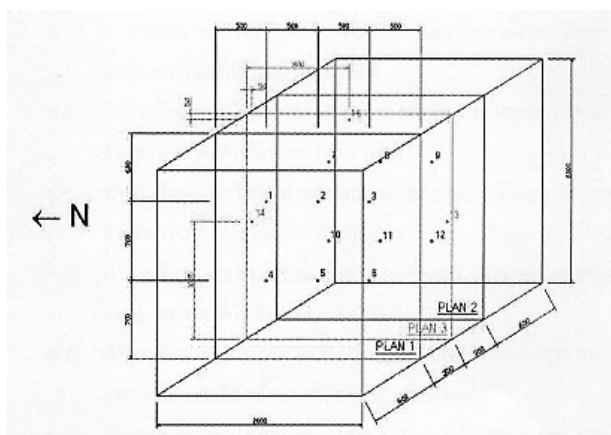


รูปที่ 2 รายละเอียดของบ้านจำลอง

ขณะที่หลังคาบ้านเป็นรูปทรงปั้นหยาทำจากกระเบื้องลอนคู่ทำมุม 30 องศา กับแนวราบและเพดานทำจากแผ่นยิปซัม มีการเจาะช่องตรงกลาง เพดานขนาด 40 cm x 40 cm ซึ่งสร้างบ้านจำลองจำนวน 2 หลัง ด้านบนสุดของหลังคาติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์ (Solar Chimney) สูง 40 cm โดยทำการเปลี่ยนพื้นที่หน้าตัดขนาด ดังนี้ (1) ติดตั้ง Solar Chimney พื้นที่หน้าตัดขนาด 40 cm x 40 cm ในบ้านจำลองหลังแรก กับติดตั้ง Solar Chimney พื้นที่หน้าตัด 30 cm x 30 cm ในบ้านจำลองหลังที่สอง และ (2) ติดตั้ง Solar Chimney พื้นที่หน้าตัด 30 cm x 30 cm ในบ้านจำลองหลังแรกกับติดตั้ง Solar Chimney พื้นที่หน้าตัด 20 cm x 20 cm ในบ้านจำลองหลังที่สอง

3.2 การวัดข้อมูล

3.2.1 การวัดอุณหภูมิของอากาศ ใช้ Thermocouple ชนิด K ในการวัดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องซึ่งมีตำแหน่งของการติดตั้งภายในห้องทั้งหมด 15 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 3 และใช้ Data Logger บันทึกข้อมูล โดยทำการวัดอุณหภูมิภายในห้องทุกตำแหน่งทุก 30 นาที



รูปที่ 3 ตำแหน่งติดตั้ง Thermocouple

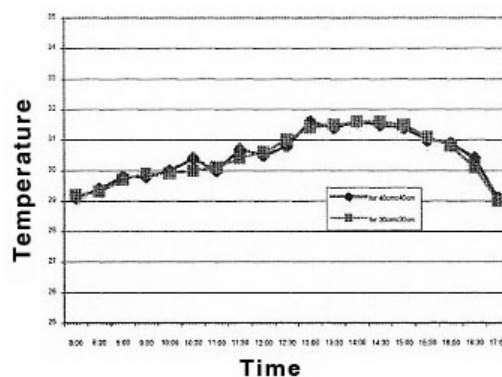
3.2.2 การวัดความเร็วลม ใช้ Hot Wire Anemometer วัดความเร็วลมตรงทางเข้าประตูและทางออกของปล่องรังสีอาทิตย์ ซึ่งทำการเปลี่ยนความเร็วลมตรงทางเข้าประตูจาก $0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ถึง $0.81 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ โดยใช้พัดลมเป็นต้นกำเนิดของความเร็วลม

3.2.3 การวัดความเข้มของแสงแดด ใช้เครื่องวัดความเข้มของแสง Solar Integrator โดยทำการวัดความเข้มของแสงแดดทุก 30 นาที จากเวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น.

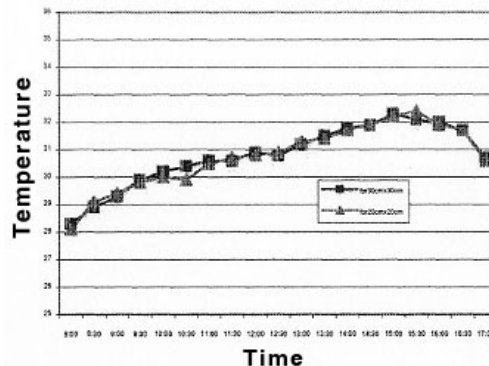
4. ผลการทดลอง

จากกราฟรูปที่ 4 และ รูปที่ 5 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศกับเวลาเมื่ออัตราการไหลของลมตรงทางเข้าเท่ากับ $0.05 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ของ Solar Chimney ขนาดพื้นที่หน้าตัด 40 cm x 40 cm กับ 30 cm x 30 cm และของ Solar Chimney ขนาดพื้นที่หน้าตัด 30 cm x 30 cm กับ 20 cm x 20 cm ตามลำดับ พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในห้องมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงค่าสูงสุดค่าหนึ่ง หลังจากนั้นอุณหภูมิของอากาศภายในห้องมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้ เนื่องจากความเข้มของแสงแดดที่ส่องกระทบหลังคามีก่าสูงขึ้นในช่วงตอนเที่ยงและความเข้มของแสงแดดจะลดลงในช่วงตอนเย็น นอกจากนั้นยังพบว่า

อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในห้องที่ติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์ขนาดแตกต่างกันมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เพราะส่วนใหญ่มาจากอัตราการไหลของอากาศที่เกิดจากแรงลอยตัวของอากาศร้อนและมีอัตราการไหลออกจากปล่องรังสีอาทิตย์ของอากาศน้อย ดังนั้นพื้นที่หน้าตัดของปล่องรังสีอาทิตย์จึงไม่มีผลต่ออุณหภูมิภายในห้อง ซึ่งจากผลการทดลองยังพบว่า ในกรณีที่อัตราการไหลของลมตรงทางเข้าประตูน้อยกว่า $0.12 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศกับเวลาเมื่อใช้พื้นที่หน้าตัด 40 cm x 40 cm กับ 30 cm x 30 cm และ 20 cm x 20 cm มีค่าใกล้เคียงกัน



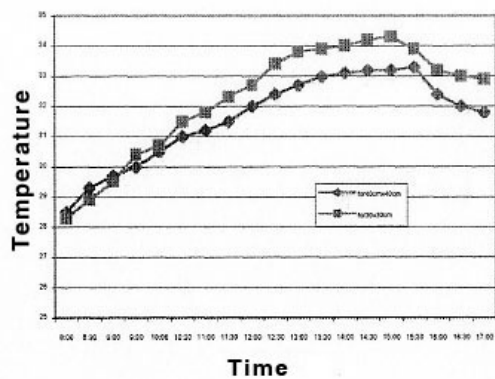
รูปที่ 4 แสดงอุณหภูมิของอากาศเมื่ออัตราการไหลของลมเท่ากับ $0.05 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ สำหรับพื้นที่หน้าตัด 40 cm x 40 cm กับ 30 cm x 30 cm



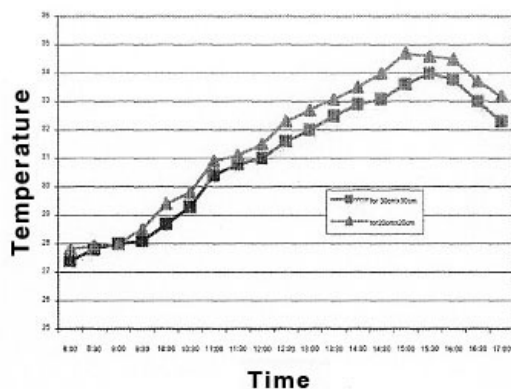
รูปที่ 5 แสดงอุณหภูมิของอากาศเมื่ออัตราการไหลของลมเท่ากับ $0.05 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ สำหรับพื้นที่หน้าตัด 30 cm x 30 cm กับ 20 cm x 20 cm

ขณะที่อัตราการไหลของลมตรงทางเข้าประตูมากขึ้น ($0.12-0.38 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) พบว่า เมื่อความเข้มแสงแดดซึ่งส่องบนหลังคาน้อย (ตอนเช้า) อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในห้องที่ติดตั้งปล่องรังสีที่มีขนาดหน้าตัดต่างกันจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันและเมื่อความเข้มแสงแดดสูงขึ้น (ประมาณตอนเที่ยง) อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในห้องที่ติดตั้งปล่องรังสีขนาดใหญ่จะมีอุณหภูมिन้อยกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศที่ติดตั้งปล่องรังสีขนาดเล็กประมาณ 0.4 ถึง 1.0 องศาเซลเซียส สุดท้ายเมื่อเวลาผ่านไป (ช่วงบ่าย) อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในห้องที่ติดตั้งปล่องรังสีขนาดใหญ่มีอุณหภูมिन้อยกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศที่ติดตั้งปล่องรังสี

ขนาดเล็กประมาณ 0.62 ถึง 1.3 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพราะปล่องรังสีอาทิตย์ที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ช่วยทำให้อากาศที่เกิดจากแรงลอยตัวของอากาศร้อน และลมที่ไหลเข้าตรงประตูมีการไหลผ่าน Solar Chimney ได้สะดวกกว่าปล่องรังสีอาทิตย์ที่มีพื้นที่ขนาดเล็ก ดังนั้นจึงทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในห้องที่ติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์ขนาดใหญ่กว่ามีอุณหภูมิลดลงมากกว่านั่นเอง ซึ่งในรูปที่ 6 และ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศกับเวลาเมื่ออัตราการไหลของลมตรงทางเข้า $0.23 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ของ Solar Chimney ขนาดพื้นที่หน้าตัด $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ กับ $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ และของ Solar Chimney ขนาดพื้นที่หน้าตัด $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ กับ $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$

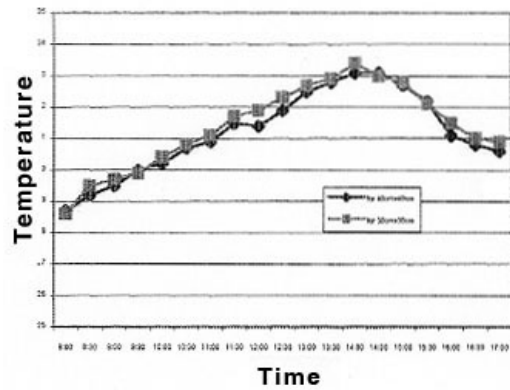


รูปที่ 6 แสดงอุณหภูมิของอากาศเมื่ออัตราการไหลของลมเท่ากับ $0.23 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ สำหรับพื้นที่หน้าตัด $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ กับ $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$

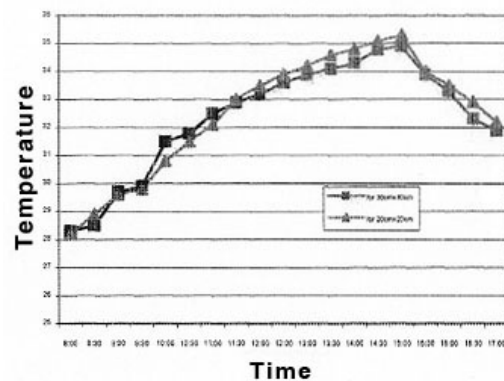


รูปที่ 7 แสดงอุณหภูมิของอากาศเมื่ออัตราการไหลของลมเท่ากับ $0.23 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ สำหรับพื้นที่หน้าตัด $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ กับ $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$

เมื่ออัตราการไหลของอากาศตรงทางเข้ามากขึ้น (0.38 ถึง $0.56 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายในห้องที่ติดตั้งปล่องรังสีขนาดใหญ่มีแนวโน้มที่มีอุณหภูมิน้อยกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศที่ติดตั้งปล่องรังสีขนาดเล็ก เล็กน้อย ซึ่งในรูป 8 และ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในห้องกับเวลาเมื่อการไหลของลมตรงทางเข้าอยู่ในช่วงดังกล่าว

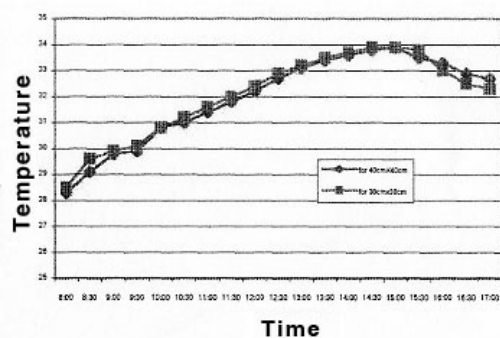


รูปที่ 8 แสดงอุณหภูมิของอากาศเมื่ออัตราการไหลของลมเท่ากับ $0.53 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ สำหรับพื้นที่หน้าตัด $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ กับ $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$

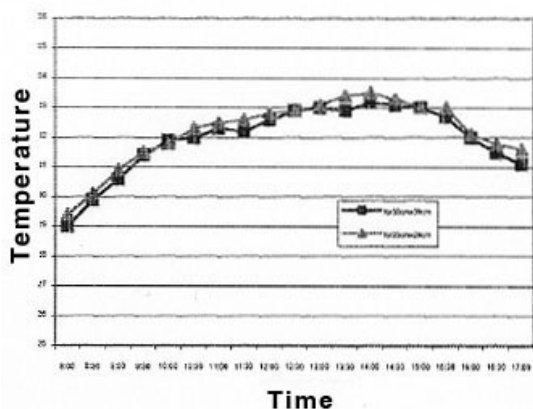


รูปที่ 9 แสดงอุณหภูมิของอากาศเมื่ออัตราการไหลของลมเท่ากับ $0.53 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ สำหรับพื้นที่หน้าตัด $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ กับ $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$

สุดท้ายเมื่ออัตราการไหลของลมตรงทางเข้ามากกว่า $0.56 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศที่ติดตั้งปล่องรังสีทั้ง 3 กรณีมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เพราะอัตราการไหลของลมที่ไหลผ่านห้องมีปริมาณมากพอที่สามารถเอาความร้อนที่ได้รับจากแสงแดดออกไปได้ และขนาดพื้นที่หน้าตัดของ Solar Chimney ไม่มีผลต่อการระบายอากาศภายในห้อง จากรูปที่ 10 และ 11 เป็นผลการทดลองของความสัมพันธ์ของอุณหภูมิอากาศภายในห้องกับเวลาที่อยู่ในช่วงดังกล่าว คือ อัตราการไหลของลมตรงทางเข้าประตูเท่ากับ $0.72 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

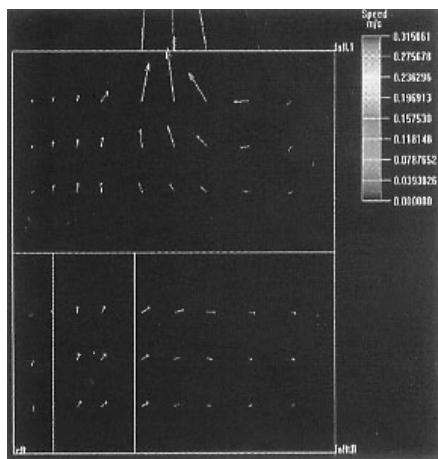


รูปที่ 10 แสดงอุณหภูมิของอากาศเมื่ออัตราการไหลของลมเท่ากับ $0.72 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ สำหรับพื้นที่หน้าตัด $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ กับ $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$

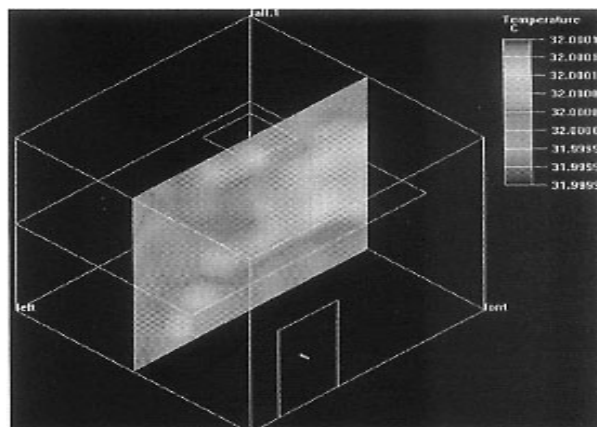


รูปที่ 11 แสดงอุณหภูมิของอากาศเมื่ออัตราการไหลของลมเท่ากับ $0.72 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ สำหรับพื้นที่หน้าตัด $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ กับ $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$

จากรูปที่ 12 แสดงความเร็วของอากาศตามแนวตั้งภายในห้องตรงระนาบกลางห้องเมื่ออัตราการไหลของลมตรงทางเข้าประตูเท่ากับ $0.47 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ พบว่า บริเวณชั้นล่างของห้องจะเกิดลักษณะการไหลหมุนวน ซึ่งที่บริเวณใกล้กับผนังของห้อง ความเร็วของอากาศมีความเร็วเล็กน้อยเมื่อเทียบกับความเร็วบริเวณตรงทางเข้าประตู และบริเวณชั้นบนของห้อง จะเกิดการไหลหมุนวนเช่นเดียวกับชั้นล่าง โดยบริเวณช่องทางออกตรงกลางเพดาน อากาศมีความเร็วค่อนข้างมาก ขณะที่รูปที่ 13 แสดงอุณหภูมิของอากาศภายในห้องตรงระนาบกลางห้องเช่นกัน เมื่อมีอัตราการไหลของลมตรงทางเข้าประตู $0.47 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ พบว่าอุณหภูมิของอากาศภายในห้องทั้งสองชั้นมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ เพราะอัตราการไหลของลมตรงประตูมีปริมาณมาก จึงทำให้อุณหภูมิของอากาศทั้งสองชั้นใกล้เคียงกัน



รูปที่ 12 แสดงความเร็วของอากาศตามแนวตั้งตรงระนาบกลางห้องที่มาจากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์



รูปที่ 13 แสดงอุณหภูมิของอากาศตรงระนาบกลางห้องที่มาจากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

5. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปว่า บ้านที่ติดตั้งปล่องรังสีอาทิตย์ขนาดใหญ่สามารถช่วยลดอุณหภูมิของอากาศภายในห้องได้ดีกว่าบ้านที่ติดตั้งปล่องรังสีขนาดเล็ก ถ้าความเร็วลมตรงทางเข้าบ้านมีอัตราการไหลที่ไม่น้อยและไม่มากเกินไป ซึ่งอาจจะเหมาะสมสำหรับบ้านเรือนแถบชนบท หรือแถบชายฝั่งทะเลที่มีลมพัดตลอดเวลา และบ้านที่ติดตั้งปล่องรังสีที่มีอัตราการไหลเข้าน้อยหรือมากเกินไป ขนาดพื้นที่หน้าตัดของปล่องรังสีอาทิตย์ไม่มีผลต่อการลดอุณหภูมิของห้องแต่ประการใด

6. สัญลักษณ์

e	Internal Energy
f	Buoyancy Force
p	Pressure
q	Heat Source
t	Time
u	Velocity in x – direction
v	Velocity in y – direction
w	Velocity in z – direction
μ	Dynamic Viscosity
ρ	Density

เอกสารอ้างอิง

- [1] อัครเดช สินธุภัก, รังสรรค์ พันธุ์เพชร, "Solar Cooling Chimney", สัมมนาวิชาการวิศวกรรม-เครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13, 2-3 ธันวาคม 2542
- [2] H.K.versteeg and W.Malalasekera, "An Introduction to Computation Fluid Dynamics The Finite Volume Method", Longman Scientific & Technical, Inc., 1995
- [3] Frank P. Incropera and david P DeWitt, "Fundamental of Heat Transfer and Mass Transfer", Fourth Edition, John Wiley & Sons, Inc., 1996