

ประสิทธิภาพของผนังไม้เลื้อยในการลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร
The Performance of Climbing-Plant Panel for Reducing Heat Transfer through Solid Wall

วิชัย เหล่าพานิชย์กุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ
Vichai Laopanitchakul and Assistant Professor Awiroot Srisutapan



ประสิทธิภาพของผนังไม้เลื้อยในการลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร

The Performance of Climbing-Plant Panel for Reducing Heat Transfer through Solid Wall

วิชัย เหล่าพานิชกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรณ

Vichai Laopanitchakul and Assistant Professor Awirut Srisutapan

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอแนวทางการใช้ผนังไม้เลื้อยเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารผ่านผนังอาคาร การวิจัยดำเนินการโดยการสร้างแผงไม้เลื้อยรวมกับการใช้กล่องทดลอง ทำการทดลองในสภาพแวดล้อมจริง และใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการบันทึกข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า ผนังไม้เลื้อยมีศักยภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนได้ดี โดยผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ใบปกคลุมมากทำให้ความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารน้อยลง และผนังไม้เลื้อยที่มีระยะห่างจากผนังอาคารน้อยทำให้การถ่ายเทความร้อนน้อยลงตามไปด้วย ลักษณะของผนังไม้เลื้อยที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานควรมีพื้นที่ใบปกคลุมมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนชั้นใบมากกว่า 2 ชั้น ความหนาของพุ่มใบไม่ควรน้อยกว่า 15 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อยกับผนังอาคารที่ 15 เซนติเมตร ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนและลดการสะสมความร้อนมากที่สุด ผลที่ได้จากการวิจัยนี้ นอกจากจะเป็นแนวทางในการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารแล้ว ยังเป็นการช่วยลดปัญหาเกาะความร้อน และภาวะเรือนกระจก ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญในปัจจุบันอีกด้วย

Abstract

This research paper presents guidelines for using climbing-plant panel for reducing heat transmission through solid wall. In real environment, climbing-plant panels and test cells are conducted in the experiments and the scientific tools are used to collect data. The results of the research found that the climbing-plant panel has an excellent performance for reducing heat transfer. The more the leaf covering area is, the less the heat transfers. The more the distance is, the more the heat transfers. It can be concluded that 85 percent or more of leaf covering area, two or more layers of leaf, and 15 cm. depth of bush are the appropriate physical characters of the climbing-plant that should be used. For optimum efficiency, in terms of temperature and humidity, the distance between climbing-plant panel and solid wall should be 15 cm. In conclusion, climbing-plant panel can reduce not only the heat transfer through building envelope, but also the urban heat island and the greenhouse effect which are the serious issues at the present.

คำสำคัญ (Keywords)

ผนังไม้เลื้อย (Climbing-Plant Panel)

การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer)

ผนังอาคาร (Building Envelope)

แผงกันแดด (Shading Device)

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารนอกจากจะส่งผลต่อสภาวะน่าสบายของผู้ใช้อาคารแล้ว ยังส่งผลต่อภาระการทำงานของระบบปรับอากาศและค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นด้วยการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารจึงนับเป็นเรื่องที่สำคัญ ทั้งสำหรับการปรับปรุงอาคารเก่า และการนำไปเป็นส่วนหนึ่งของ การออกแบบอาคารใหม่ด้วย

วิธีการป้องกันความร้อนให้กับอาคารสามารถปฏิบัติได้หลายวิธี เช่น การใช้ฉนวนป้องกันความร้อน การเลือกใช้วัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง การติดตั้งแผงกันแดด ฯลฯ รวมถึงการใช้พืชพรรณธรรมชาติในการป้องกันความร้อน ซึ่งเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่เป็นที่นิยมนำไปใช้งานนอกเหนือจากวิธีการที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

สำหรับบ้านพักอาศัยที่มีบริเวณมากเพียงพอสามารถปรับปรุงสภาพแวดล้อมและปลูกต้นไม้ใหญ่ เพื่อสร้างร่มเงาและให้ความร่มเย็นแก่อาคารได้ แต่สำหรับบ้านพักอาศัยหรือตึกแถวที่มีบริเวณจำกัด ไม่สามารถปลูกต้นไม้ใหญ่ได้ อาจใช้วิธีการปลูกไม้เลื้อยเพื่อจัดภูมิสถาปัตยกรรมแนวตั้ง (vertical landscape) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีการใช้ผนังไม้เลื้อยมาเป็นระยะเวลานานแล้ว แต่ยังไม่ปรากฏแนวทางและผลลัพธ์ที่ชัดเจนถึงประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนให้กับอาคาร

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้และประสิทธิภาพในการใช้ผนังไม้เลื้อยในการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร
2. เพื่อศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการนำผนังไม้เลื้อยมาใช้งาน
3. เพื่อเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการติดตั้งผนังไม้เลื้อยเพื่อใช้งานกับผนังอาคาร

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะพันธุ์ไม้เลื้อยในประเทศไทยเท่านั้น
2. ทดลองดำเนินการโดยใช้กล่องทดลองขนาด $0.90 \times 0.90 \times 0.90$ เมตร ที่ทำด้วยระบบฉนวนป้องกันความร้อนภายนอก (Exterior Insulation and Finish Systems: EIFS) ความหนา 6 นิ้ว เพื่อจำลองสภาพของผนังอาคาร ความหนาแน่น 1 ปอนด์ ต่อตารางฟุต

3. ศึกษาเฉพาะผนังที่บานนั้น โดยผนังที่บานใช้ในการทดลองเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน ความหนา 0.10 เมตร

4. ฉนวนป้องกันความร้อนที่ใช้ในการเปรียบเทียบเป็นฉนวนโฟมโพลีสไตรีน (polystyrene foam) ความหนา 2 นิ้ว ความหนาแน่น 1 ปอนด์ต่อตารางฟุต

5. กล่องทดลองหันหน้าไปทางทิศใต้

1.4 สมมติฐาน

พื้นที่ใบปกคลุม และระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อย และผนังอาคาร มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงความเป็นไปได้และประสิทธิภาพในการใช้ผนังไม้เลื้อยเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร
2. ทราบถึงอิทธิพลของตัวแปรต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อน
3. สามารถเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการติดตั้งและใช้งานผนังไม้เลื้อย

2. การศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาในอาคารนั้น เกิดจากการที่แสงอาทิตย์ตกกระทบลงบนผิวนอกของเปลือกอาคาร ทำให้อุณหภูมิผิวนอกของผนังอาคารสูงขึ้น และเกิดการส่งผ่านความร้อนผ่านเนื้อวัสดุของผนังอาคาร ทำให้ผนังมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนทำให้อุณหภูมิผิวนอกของผนังอาคารสูงขึ้น เป็นผลทำให้ผู้ใช้อาคารที่อยู่ใกล้กับผนังรู้สึก ร้อน ซึ่งเป็นผลมาจากการแผ่รังสีของผนังอาคาร (Mean Radian Temperature: MRT) และทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้นด้วย ดังนั้น หากสามารถลดปริมาณแสงอาทิตย์ ที่ตกกระทบลงบนผนังอาคารได้ ก็จะสามารถลดอิทธิพลของ sol-air temperature และลดการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารได้เช่นกัน [1]

คุณสมบัติที่พบได้โดยทั่วไปของใบไม้ นอกจากจะ ช่วยในการบังแสงอาทิตย์ และให้ร่มเงากับผนังอาคารแล้ว ยังมีคุณสมบัติในการสะท้อนรังสีและดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ ได้อีกด้วย โดยใบไม้มีค่าการสะท้อนรังสี 10-20 เปอร์เซ็นต์ [2] มีค่าการดูดซับรังสี 40-80 เปอร์เซ็นต์ [3] ซึ่งแสงอาทิตย์ที่ใบไม้ดูดซับนั้น บางส่วนจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการสร้างอาหาร และความร้อนที่เป็นส่วนเกินจะถูกระบาย

ออกมาพร้อมกับการคายน้ำ ซึ่งผลจากการที่ต้นไม้คายน้ำออกมานั้น ทำให้ความร้อนจากสภาพแวดล้อมโดยรอบถูกนำมาใช้ในการทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ [4] ดังนั้นหากนำคุณสมบัติของใบไม้มาประยุกต์ใช้กับการป้องกันความร้อนให้กับผนังอาคารแล้ว นอกจากจะลดปริมาณแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบผนังอาคารแล้ว ยังช่วยให้อากาศบริเวณผิวหน้าของผนังอาคารมีอุณหภูมิต่ำลง การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารจึงลดลงตามไปด้วย

3. วิธีการวิจัย

การวิจัยดำเนินการโดยอาศัยการทดลอง แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนการทดลอง คือ 1) การคัดเลือกไม้เลื้อย 2) การศึกษาผลของพื้นที่ใบปกคลุมที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร 3) การศึกษาระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อยและผนังอาคารที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร และ 4) การเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันความร้อนระหว่างผนังไม้เลื้อยและฉนวนป้องกันความร้อน โดยในการทดลองจะทำการวัดและบันทึกข้อมูลโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ดังรายละเอียดในรูปที่ 1, 2 และ 3

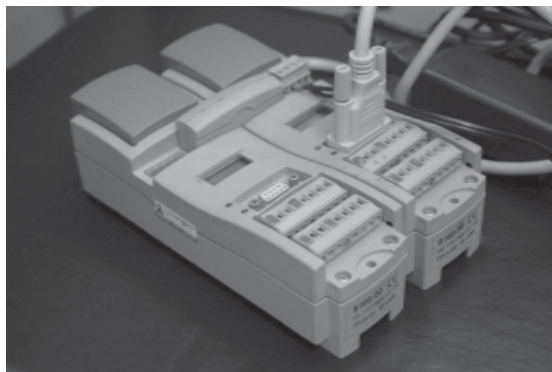
การวัดอุณหภูมิผิวภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายนอกจะมีการติดตั้งแผงบังแดดเพื่อป้องกันไม่ให้สายวัดอุณหภูมิชนิดเทอร์โมคอปเปิล แบบ เค และเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้รับผลกระทบจากแสงอาทิตย์โดยตรง และสำหรับการวัดอุณหภูมิผิวภายนอก และอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองนั้น จะวัดที่ตำแหน่งกึ่งกลางผิวผนัง และกึ่งกลางกล่องทดลอง ตามลำดับ

4. ผลการวิจัย

การทดลองทั้งหมดแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนการทดลอง โดยผลที่ได้จากการทดลองมีดังนี้

4.1 การคัดเลือกไม้เลื้อย

ในการวิจัยได้ทำการคัดเลือกไม้เลื้อย 9 สายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติเบื้องต้นในการเจริญเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ทำการทดลองปลูกบนแผงทดลองสังเกตการเจริญเติบโตและบันทึกข้อมูลเป็นระยะเวลา 2 เดือน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกพันธุ์ไม้ คือ



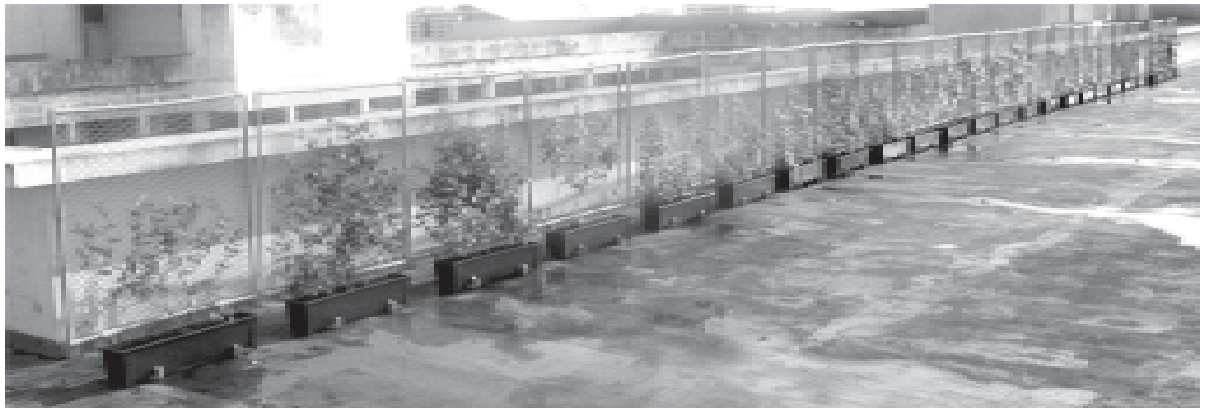
รูปที่ 1 เครื่องบันทึกข้อมูล (data logger) ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลจากสายวัดอุณหภูมิชนิดเทอร์โมคอปเปิล แบบ เค และเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 2 สายวัดอุณหภูมิชนิดเทอร์โมคอปเปิล แบบ เค (thermocouple type k)



รูปที่ 3 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 4 การปลูกไม้เลื้อยบนสถานที่ทดลอง

- อัตราการเจริญเติบโต พิจารณาจากอัตราการแตกยอดอ่อนของพืช และระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโต
- พื้นที่พุ่มใบ โดยทั่วไปแล้ว พื้นที่พุ่มใบของพืชจะมีการกำหนดเป็นค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index: LAI) แต่พืชบางชนิดที่มีขนาดเล็ก เช่น ไม้เลื้อย จะไม่มีการกำหนดค่าดัชนีพื้นที่ใบ ดังนั้น การวิจัยนี้จึงใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลจากภาพถ่ายเพื่อหาค่าดัชนีพื้นที่ใบ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

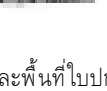
- ความคงทนของใบ พิจารณาจากอัตราการร่วงของใบที่เกิดขึ้น

จากผลการทดลองพบว่า ในระยะเวลาที่กำหนด ไม้เลื้อยสายพันธุ์ม่านบาทลีมีอัตราการเจริญเติบโตรวดเร็ว มีพื้นที่พุ่มใบมากที่สุด และมีอัตราการร่วงของใบน้อยที่สุด จึงคัดเลือกสายพันธุ์ม่านบาทลีมาใช้ในการทดลอง

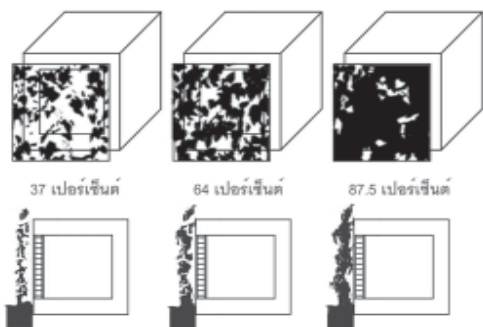
4.2 การศึกษาผลของพื้นที่ใบปกคลุมที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

การทดลองชุดนี้เป็นการเปรียบเทียบผลของพื้นที่ใบปกคลุมที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยนำแผงไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ใบปกคลุม 37 เปอร์เซ็นต์ 64 เปอร์เซ็นต์ และ 87.5 เปอร์เซ็นต์ มีความหนาของพุ่มใบอยู่ที่ 15-20 เซนติเมตร วางติดตั้งชิดกับผนังกล่องทดลอง โดยแต่ละกล่องทดลองได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมเท่าเทียมกันและไม่เกิดเงาพาดผ่านระหว่างกัน

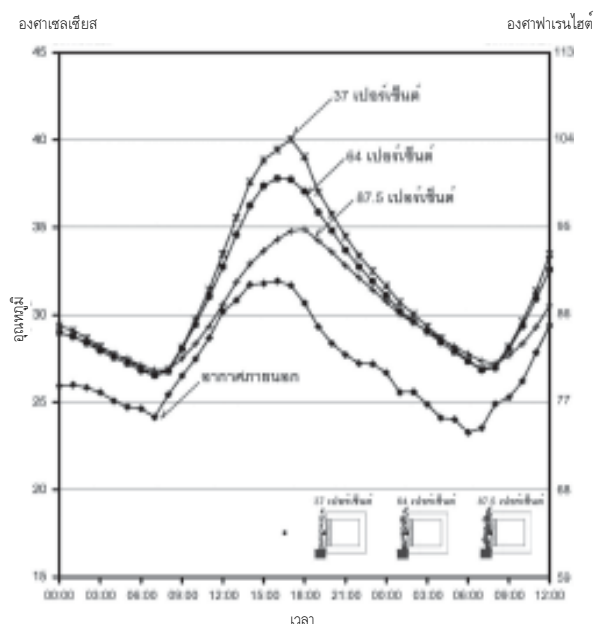
ผลการทดลองพบว่า ในช่วงกลางวัน ทั้ง 3 กล่อง มีอุณหภูมิผิวภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก โดยกล่องทดลองที่มีพุ่มไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ใบปกคลุม 87.5 เปอร์เซ็นต์ มีอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำที่สุด คือ 34.8 องศาเซลเซียส ซึ่งลดต่ำกว่า

	ภาพถ่าย	ภาพจากการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์
สายพันธุ์		
ช่วงต้น		
เมษายน		
พฤษภาคม		
สิงหาคม		
กันยายน		
ตุลาคม		
พฤศจิกายน		
ธันวาคม		
ใบไม้		

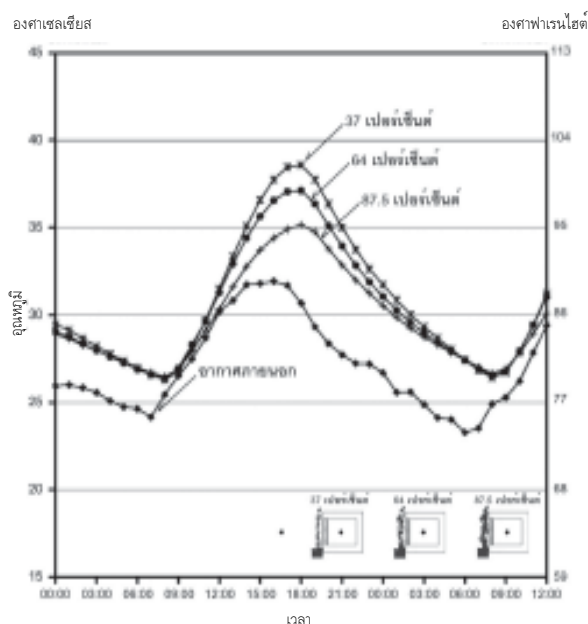
รูปที่ 5 การเปรียบเทียบลักษณะพุ่มใบ และพื้นที่ใบปกคลุมของไม้เลื้อยแต่ละสายพันธุ์



รูปที่ 6 การออกแบบการทดลอง



รูปที่ 7 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายนอกห้องทดลองที่ปกคลุมด้วยผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ไปปกคลุม 37, 64 และ 87.5 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 8 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวภายในห้องทดลองที่ปกคลุมด้วยผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ไปปกคลุม 37, 64 และ 87.5 เปอร์เซ็นต์

กล่องทดลองที่มีผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ไปปกคลุม 64 และ 37 เปอร์เซ็นต์ ถึง 2.9 และ 5.2 องศาเซลเซียส ตามลำดับ รวมถึงมีอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองต่ำที่สุดด้วย คือ 35.1 องศาเซลเซียส ซึ่งลดต่ำกว่ากล่องทดลองที่มีผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ไปปกคลุม 64 และ 37 เปอร์เซ็นต์ ถึง 2.0 และ 3.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ กล่องทดลองที่มีผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ไปปกคลุม 87.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถหน่วงเวลาการเกิดอุณหภูมิสูงสุดได้ 2 ชั่วโมง ในขณะที่กล่องทดลองที่มีผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ไปปกคลุม 37 และ 64 เปอร์เซ็นต์ สามารถหน่วงเวลาการเกิดอุณหภูมิสูงสุดได้ประมาณ 1 ชั่วโมง ในช่วงกลางคืนถึงรุ่งเช้า ทั้ง 3 กล่อง มี

อุณหภูมิผิวภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองใกล้เคียงกัน และสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก โดยเฉลี่ย 3-4 องศาเซลเซียส โดยกล่องทดลองที่มีผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ไปปกคลุม 87.5 เปอร์เซ็นต์ มีอุณหภูมิผิวภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองสูงกว่ากล่องอื่น ๆ เล็กน้อย จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่า กล่องทดลองที่มีผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ไปปกคลุม 87.5 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกล่องทดลองที่มีผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ไปปกคลุม 64 และ 37 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนพื้นที่ไปปกคลุมที่เพิ่มขึ้นจะมีพื้นที่รับแสงอาทิตย์มากขึ้น ส่งผลให้แสงอาทิตย์ที่ตก

กระทบลงบนผนังอาคารมีปริมาณน้อยลง จึงทำให้การถ่ายเทความร้อนผ่านเข้ามาในอาคารน้อยลงตามไปด้วย แต่ในขณะเดียวกันในตอนกลางคืนพื้นที่ใบปกคลุมที่เพิ่มขึ้นทำให้การถ่ายเทความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้า (night sky radiation) เป็นไปได้มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกของผนังและอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่มีพื้นที่ใบปกคลุมมาก สูงกว่าอุณหภูมิผิวภายนอกของผนังและอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่มีพื้นที่ใบปกคลุมน้อย

4.3 การศึกษาระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อยและผนังอาคารที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

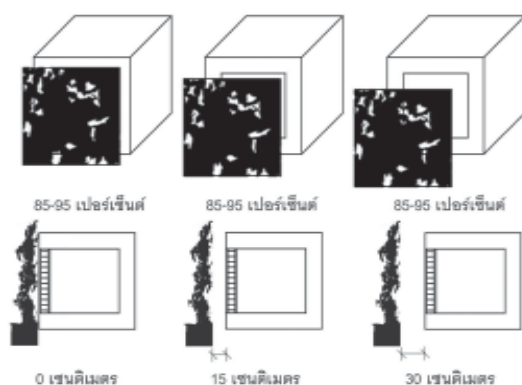
จากผลของการทดลองก่อนหน้านี้ จึงเลือกผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ใบปกคลุม 87.5 เปอร์เซ็นต์ มาใช้ในการทดลองนี้ โดยผนังไม้เลื้อยทั้ง 3 ชุดที่ใช้ในการทดลองนี้ มีพื้นที่ใบปกคลุมอยู่ที่ประมาณ 85-95 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนชั้นใบ 2-3 ชั้น และมีความหนาพุ่มใบประมาณ 15-20 เซนติเมตร โดยระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อยและกล่องทดลอง คือ 0 (ชิดกับผนังอาคาร) 15 และ 30 เซนติเมตร

ผลการทดลองพบว่า ในช่วงกลางวัน ทั้ง 3 กล่องมีอุณหภูมิผิวภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก โดยอุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุดของกล่องทดลองที่มีระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อยและกล่องทดลอง 0 และ 15 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 30.6 และ 30.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนกล่องทดลองที่มีระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อยและกล่องทดลอง 30 เซนติเมตร มีอุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุด

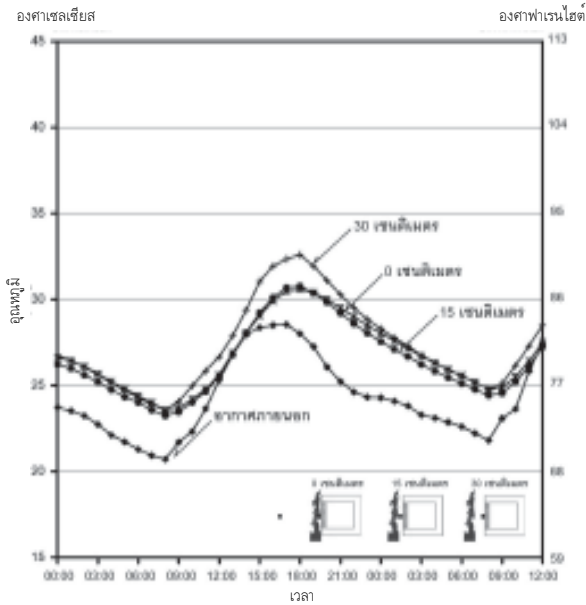
32.6 องศาเซลเซียส และในทำนองเดียวกัน อุณหภูมิภายในกล่องสูงสุดของกล่องทดลองที่มีระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อยและกล่องทดลอง 0 และ 15 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 31.3 และ 31.2 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนกล่องทดลองที่มีระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อยและกล่องทดลอง 30 เซนติเมตร มีอุณหภูมิภายในกล่องสูงสุด 32.5 องศาเซลเซียส ทั้ง 3 กล่องสามารถหน่วงเวลาการเกิดอุณหภูมิสูงสุดได้ประมาณ 2 ชั่วโมง

ส่วนในช่วงกลางคืนถึงรุ่งเช้า ทั้ง 3 กล่องมีอุณหภูมิผิวภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองใกล้เคียงกัน และสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก โดยเฉลี่ย 3 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำสุดอยู่ระหว่าง 23.2-23.6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดลองต่ำสุดอยู่ระหว่าง 23.1-23.3 องศาเซลเซียส

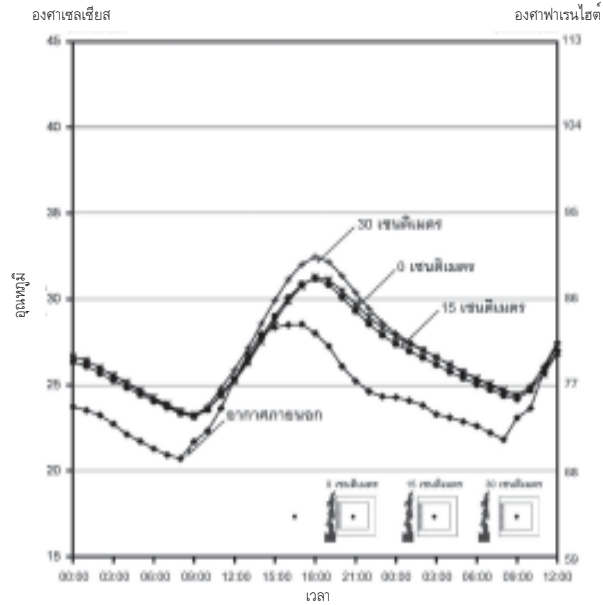
สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์พบว่า ทั้งในช่วงกลางวันและกลางคืน ความชื้นสัมพัทธ์ในช่องอากาศระหว่างผนังไม้เลื้อยและผนังกล่องทดลองที่มีระยะห่าง 0 เซนติเมตร มีค่าสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์ในช่องอากาศระหว่างผนังไม้เลื้อยและผนังกล่องทดลองที่มีระยะห่าง 15 และ 30 เซนติเมตร โดยที่ระยะห่าง 0 เซนติเมตร มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 39.3 เปอร์เซ็นต์ สูงสุด 56.2 เปอร์เซ็นต์ และเฉลี่ยทั้งวัน 48.4 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะห่าง 15 เซนติเมตร มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 38.2 เปอร์เซ็นต์ สูงสุด 56.5 เปอร์เซ็นต์ และเฉลี่ยทั้งวัน 48.2 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะห่าง 30 เซนติเมตร มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด 36.6 เปอร์เซ็นต์ สูงสุด 55.5 เปอร์เซ็นต์ และเฉลี่ยทั้งวัน 46.8 เปอร์เซ็นต์



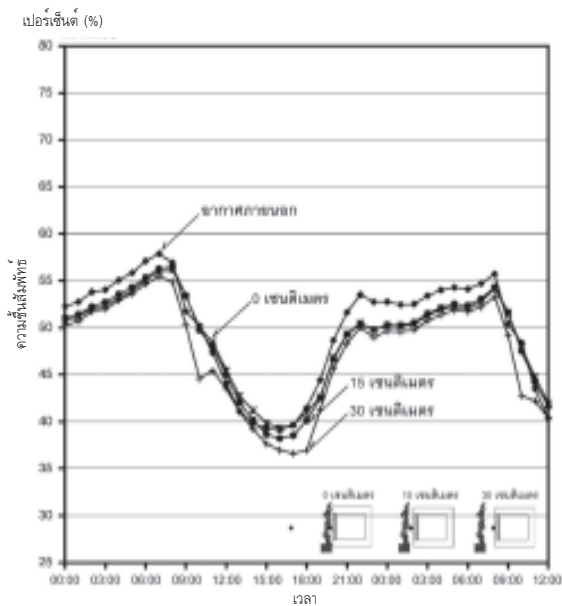
รูปที่ 9 การออกแบบการทดลอง



รูปที่ 10 แผนภูมิแสดงอุณหภูมิผิวภายนอกช่องทดลองที่ปกคลุมด้วยผนังไม้เลื้อยที่มีระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อยและช่องทดลองต่างกัน



รูปที่ 11 แผนภูมิแสดงอุณหภูมิอากาศภายในช่องทดลองที่ปกคลุมด้วยผนังไม้เลื้อยที่มีระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อยและช่องทดลองต่างกัน

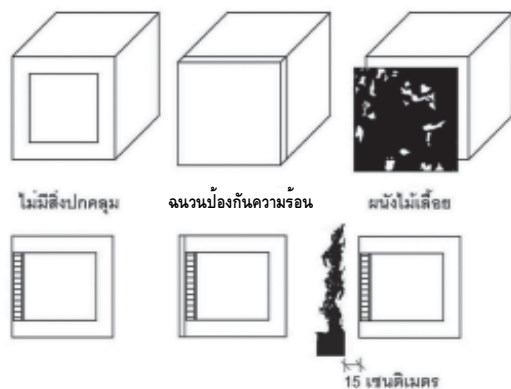


รูปที่ 12 แผนภูมิแสดงความชื้นสัมพัทธ์ในช่องอากาศระหว่างผนังไม้เลื้อยและผนังช่องทดลองที่มีระยะห่างต่างกัน

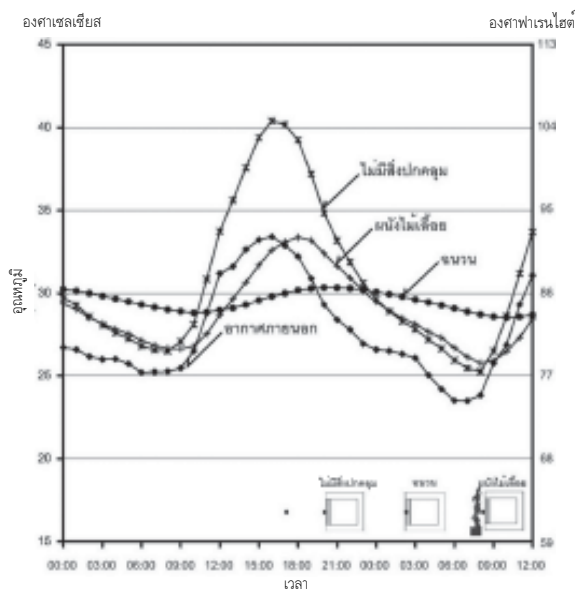
4.4 การเปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันความร้อนระหว่างผนังไม้เลื้อยและฉนวนป้องกันความร้อน

การทดลองนี้เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ผนังไม้เลื้อยกับฉนวนป้องกันความร้อนชนิดอื่น ๆ ที่มีการใช้งานในปัจจุบัน โดยนำผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ไปปกคลุม 87.5 เปอร์เซ็นต์ มีระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อยและช่องทดลอง 15 เซนติเมตร ซึ่งเป็นพื้นที่ไปปกคลุมและระยะห่างที่ดีที่สุดจากการทดลองก่อนหน้านี้ มาเปรียบเทียบกับช่องทดลองที่ไม่มีสิ่งปกคลุม และช่องทดลองที่ปกคลุมด้วยฉนวนป้องกันความร้อนที่เป็นฉนวนโฟมโพลิสไต้ลีนหนา 2 นิ้ว ความหนาแน่น 1 ปอนด์ ต่อตารางฟุต

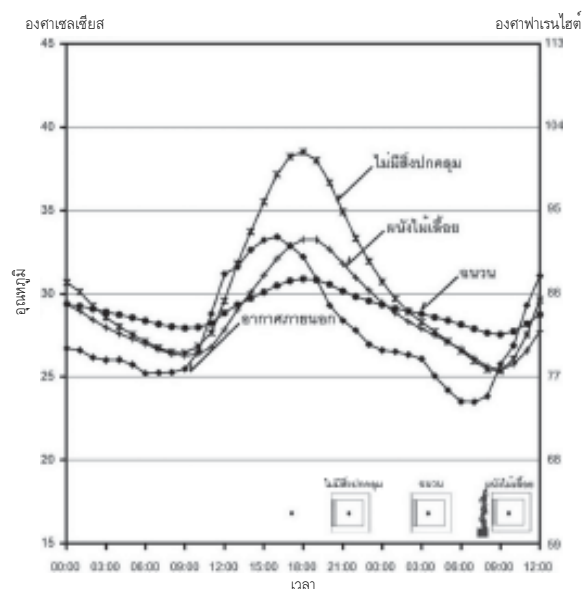
ผลการทดลองพบว่า ในช่วงกลางวัน ผนังที่ปกคลุมด้วยฉนวนป้องกันความร้อนมีอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำกว่าผนังที่ปกคลุมด้วยไม้เลื้อย และผนังที่ไม่มีสิ่งปกคลุมตามลำดับ และมีระยะเวลาที่มีอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกนานกว่าแบบอื่น ๆ โดยมีอุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุด 30.3 องศาเซลเซียส มีการหน่วงเวลาการเกิดอุณหภูมิสูงสุดได้ประมาณ 4 ชั่วโมง ผนังที่ปกคลุมด้วยผนังไม้เลื้อยมีอุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุด 33.4 องศาเซลเซียส มีการหน่วงเวลาการเกิดอุณหภูมิสูงสุดได้ประมาณ 2 ชั่วโมง และผนังที่ไม่มีสิ่งปกคลุม มีอุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุด 40.4 องศาเซลเซียส ไม่สามารถหน่วงเวลาการเกิดอุณหภูมิ



รูปที่ 13 การออกแบบการทดลอง



รูปที่ 14 แผนภูมิแสดงอุณหภูมิผิวภายนอกกล่องทดลองที่ไม่มีสิ่งปกคลุม ปกคลุมด้วยผนังไม้เลื้อย และปกคลุมด้วยฉนวนป้องกันความร้อน



รูปที่ 15 แผนภูมิแสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดลองที่ไม่มีสิ่งปกคลุม ปกคลุมด้วยผนังไม้เลื้อย และปกคลุมด้วยฉนวนป้องกันความร้อน

สูงสุดได้ ผนังที่ปกคลุมด้วยฉนวนป้องกันความร้อนมีอุณหภูมิภายในกล่องทดลองต่ำสุดต่ำกว่าผนังที่ปกคลุมด้วยไม้เลื้อยและผนังที่ไม่มีสิ่งปกคลุม โดยมีอุณหภูมิ 30.9, 33.3 และ 38.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ในช่วงกลางคืนถึงรุ่งเช้า ผนังที่ไม่มีสิ่งปกคลุมจะมีอุณหภูมิลดลงจนมีอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำสุดต่ำกว่าผนังที่ปกคลุมด้วยผนังไม้เลื้อย และผนังที่ปกคลุมด้วยฉนวน

ป้องกันความร้อน โดยมีอุณหภูมิผิวภายนอกต่ำสุดอยู่ที่ 25.3, 25.8 และ 28.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ กล่องทดลองที่มีอุณหภูมิภายในกล่องต่ำที่สุด คือ กล่องที่ปกคลุมด้วยผนังไม้เลื้อย กล่องที่ไม่มีสิ่งปกคลุม และกล่องที่ปกคลุมด้วยฉนวนป้องกันความร้อน โดยมีอุณหภูมิผิวภายนอก 25.4, 25.4 และ 27.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

5. สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลอง สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ผนังไม้เลื้อยมีศักยภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารผ่านผนังอาคาร

2. พื้นที่ใบปกคลุมมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยที่ผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ใบปกคลุมมากขึ้น จะทำให้ความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารน้อยลง จากการทดลอง จะเห็นว่า กล้องทดลองที่มีผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ใบปกคลุม 87.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดอุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุดได้ดีกว่าผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ใบปกคลุม 37 เปอร์เซ็นต์ ถึง 5.2 องศาเซลเซียส

3. ระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อยและผนังอาคาร มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยผนังไม้เลื้อยที่มีระยะห่างจากผนังอาคารน้อยจะให้การถ่ายเทความร้อนน้อยลงตามไปด้วย จากผลการทดลองจะเห็นว่า กล้องทดลองที่มีผนังไม้เลื้อยติดตั้งชิดกับกล่อง สามารถลดอุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุดได้ดีกว่ากล้องทดลองที่มีระยะห่างระหว่างผนังไม้เลื้อยและกล่องทดลอง 30 เซนติเมตร ถึง 2 องศาเซลเซียส

6. อภิปรายผล

ลักษณะเฉพาะของผนังไม้เลื้อยที่เกิดขึ้น คือ ผนังไม้เลื้อยสามารถทำหน้าที่ได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ การทำหน้าที่เป็นแผงกันแดดป้องกันไม่ให้แสงอาทิตย์ส่องกระทบรอบอาคาร และการทำหน้าที่กั้นฉนวนป้องกันความร้อน ทำให้ความร้อนถ่ายเทเข้ามาได้ช้าลง ทั้งโดยการดูดซับความร้อนของพุ่มใบ การคายน้ำ และการดึงเอาความร้อนไปใช้ในการทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอ จึงทำให้อุณหภูมิในบริเวณพุ่มใบต่ำลง

อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองจะเห็นว่า แม้ว่าผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ใบปกคลุมที่มากขึ้นจะสามารถช่วยลดการถ่ายเทความร้อนได้มากในตอนกลางวัน แต่ก็ทำให้การถ่ายเทความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้าในตอนกลางคืนยากขึ้นตามไปด้วย เช่นเดียวกับระยะห่างในการติดตั้งผนังไม้เลื้อยและผนังอาคาร แม้ว่าการติดตั้งผนังไม้เลื้อยชิดกับผนังอาคารจะสามารถช่วยลดการถ่ายเทความร้อนได้ดี แต่ก็มีโอกาสสูงขึ้นที่จะเกิดเชื้อราบนผนัง (ที่อุณหภูมิ 20 - 40 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์)

[5] เมื่อเทียบกับการติดตั้งผนังไม้เลื้อยที่มีระยะห่างเพิ่มขึ้น ดังนั้น ในการวิจัยนี้ จุดที่มีความเหมาะสมในการเลือกใช้งานมากที่สุด คือ การใช้ผนังไม้เลื้อยที่มีพื้นที่ใบปกคลุม 87.5 เปอร์เซ็นต์ ระยะห่างในการติดตั้งผนังไม้เลื้อยและผนังอาคาร 15 เซนติเมตร เป็นระยะที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ทั้งในด้านการป้องกันการถ่ายเทความร้อนและลดโอกาสในการเกิดเชื้อราบนผนังอาคาร

เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพของฉนวนป้องกันความร้อน และผนังไม้เลื้อยจะเห็นว่า ในช่วงกลางวัน ฉนวนป้องกันความร้อนสามารถช่วยควบคุมสภาพแวดล้อมภายในได้ดี อุณหภูมิผิวภายนอกและอุณหภูมิอากาศภายในไม่มีความแปรปรวนมาก ลดความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดได้ดี เมื่อเทียบกับผนังไม้เลื้อยแล้วจะพบว่า ผนังไม้เลื้อยจะมีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิผิวภายนอกและอุณหภูมิภายในกล่องทดลองได้ดีในระดับหนึ่งแต่ก็ยังไม่เทียบเท่ากับฉนวนป้องกันความร้อน แต่หากพิจารณาคูณสมบัติการถ่ายเทความร้อนในช่วงกลางคืนประกอบกันไปด้วยจะเห็นว่า ฉนวนป้องกันความร้อนจะเป็นตัวปิดกั้นการถ่ายเทความร้อนกลับคืนสู่ท้องฟ้า จึงทำให้มีอุณหภูมิผิวภายนอกและอุณหภูมิภายในกล่องทดลองสูงกว่าการใช้ผนังไม้เลื้อย ดังนั้น เมื่อนำมาพิจารณาการใช้งานแล้ว หากเป็นอาคารที่มีการใช้งานช่วงกลางวันเป็นส่วนใหญ่ หรืออาคารที่มีการปรับอากาศ การเลือกใช้ฉนวนป้องกันความร้อนจะสามารถช่วยลดผลกระทบจากสภาพแวดล้อมภายนอกได้ดี แต่หากเป็นอาคารที่มีการใช้งานส่วนใหญ่ในช่วงกลางคืน หรืออาคารที่ไม่เน้นการใช้เครื่องปรับอากาศ การใช้ผนังไม้เลื้อยนับเป็นทางเลือกที่เหมาะสมทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้งานร่วมกับการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติได้ นอกจากนี้ การใช้ผนังไม้เลื้อยซึ่งเป็นพืชพรรณธรรมชาติ แทนการใช้วัสดุสังเคราะห์ ยังเป็นการช่วยลดพื้นที่ดูดซับความร้อนของเมือง ลดอุณหภูมิของเมืองลง ช่วยดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มก๊าซออกซิเจน และช่วยปรับระบบของธรรมชาติให้เข้าสู่ความสมดุล เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการลดปัญหาเกาะความร้อน (urban heat island) และภาวะเรือนกระจกที่รุนแรงมากขึ้นทุกวัน

7. แนวทางการนำไปประยุกต์ใช้งาน

จากผลการวิจัย สามารถเสนอแนวทางการนำไปประยุกต์ในงานได้ดังนี้

1. ลักษณะของผนังไม้เลื้อยที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ควรเป็นพันธุ์ไม้เลื้อยที่ทนต่อแสงอาทิตย์ มีอัตราการหลุดร่วงของใบต่ำ มีจำนวนชั้นใบมากกว่า 2 ชั้น ความหนาโดยรวมของพุ่มใบไม่ควรน้อยกว่า 15 เซนติเมตร

2. เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อนสำหรับผนังทึบ พื้นที่ใบปกคลุมของผนังไม้เลื้อยควรมีมากกว่า 87.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับพื้นที่ผนังอาคารที่ต้องการปกคลุม สำหรับผนังอาคารที่เป็นผนังกระจกนั้นสามารถใช้ผนังไม้เลื้อยเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนได้เช่นกัน แต่อาจต้องนำเรื่องการใช้แสงธรรมชาติ และการเปิดมุมมองออกสู่ภายนอกมาประกอบการพิจารณาด้วย

3. การติดตั้งผนังไม้เลื้อยควรให้มีระยะห่างจากผนังอาคารอย่างน้อย 15 เซนติเมตร โดยผนังไม้เลื้อยจะทำหน้าที่เป็นแผงบังแดดไม่ให้แสงอาทิตย์ตกกระทบผนัง

อาคารในช่วงกลางวัน ในขณะเดียวกัน การเว้นระยะห่างนี้จะช่วยให้ไม่เกิดการสะสมความร้อน และความชื้นที่สะสมอยู่ที่ผนังสามารถถ่ายเทออกสู่ภายนอกได้ในช่วงกลางคืน

4. เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการลดการถ่ายเทความร้อน ควรจัดให้มีการดูแลรักษาผนังไม้เลื้อยอย่างสม่ำเสมอ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

รายการอ้างอิง (References)

- [1] Stein, B., & Reynolds, J. (2001). Mechanical and electrical equipment for buildings. New York: John Wiley & Sons.
- [2] สุตสวาท ศรีสถาปัตย์. (2545). การออกแบบวัสดุพืชพันธุ์และการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] Givoni, B. (1998). Climate consideration in building and urban design. New York: John Wiley & Sons.
- [4] Dunnett, N. (2004). Planting green roofs and living walls. Portland, OR: Timber Press.
- [5] The American Society of Heating Refrigerating and Air-condition Engineers. (2001). ASHRAE Handbook Fundamentals (SI): Air Contaminants. Atlanta, GA: ASHRAE.

