

ภาค 6:
(Section F)

เทคโนโลยีและนวัตกรรมทางสถาปัตยกรรม



ประสิทธิภาพแผงบังแดดหน้าต่างกิ่งโปรงแสง ที่ส่งผลกระทบต่อค่าการถ่ายเทความร้อน

วชิระ แสงรัมย์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ธนัช ศรีพนม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการค้นหาประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนและพฤติกรรมทางด้านอุณหภูมิที่เกิดขึ้นของอุปกรณ์บังแดดที่แตกต่างกัน 4 แบบคือ 1) อุปกรณ์บังแดดแนวนอนยื่น 0.55 เมตร วัสดุกิ่งโปรงแสง 2) อุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้งยื่น 0.55 เมตร วัสดุกิ่งโปรงแสง 3) อุปกรณ์บังแดดแนวนอนและแนวตั้งยื่น 0.90 เมตร วัสดุกิ่งโปรงแสง 4) อุปกรณ์บังแดดเปิด-ปิดได้ บานเกล็ดไม้ โดยทำการวิเคราะห์พื้นที่เกิดเงาของอุปกรณ์บังแดดและตรวจสอบอุณหภูมิภายในและภายนอกห้องทดสอบ กล่องทดสอบบุฉนวนโฟมห้าด้าน อีกด้านหนึ่งติดตั้งหน้าต่างขนาด 1.00x0.50 เมตร และอุปกรณ์บังแดดที่แตกต่างกัน ทดสอบภาคสนามบนชั้นคาเฟ่อาคารพาณิชย์จังหวัดอุทัยธานี โดยทำการเก็บข้อมูลอุณหภูมิตลอด 24 ชม. ในทิศตะวันออก ตะวันตก เหนือ และใต้ แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกัน

ผลการศึกษาพบว่า หน้าต่างที่มีอุปกรณ์บังแดดบานเกล็ดไม้ (แบบที่ 4) มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนได้ดีที่สุดและเหมาะสมกับทุกทิศ แม้จะบังรังสีดวงอาทิตย์ได้ตลอดเวลา แต่ก็มีค่าความแตกต่างอุณหภูมิภายในกล่องกับอุณหภูมิอากาศประมาณ 1-3 องศาเซลเซียส ส่วนหน้าต่างที่มีอุปกรณ์บังแดดกิ่งโปรงแสงทั้งหมด (แบบที่ 1 2 และ 3) มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนต่ำ ส่งผลให้มีค่าความแตกต่างอุณหภูมิอากาศกับอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบสูงประมาณ 6-10 องศาเซลเซียส (ทั้งสี่ทิศ) หน้าต่างที่ใช้อุปกรณ์บังแดดกิ่งโปรงแสงทั้งแนวนอนและแนวตั้งจะมีค่าความแตกต่างอุณหภูมิภายในกล่องและอุณหภูมิอากาศสูงมากกว่าหน้าต่างที่มีอุปกรณ์บังแดดแนวนอนอย่างเดียว (วัสดุกิ่งโปรงแสง)

คำสำคัญ: อุปกรณ์บังแดด | แผงบังแดดกิ่งโปรงแสง | การถ่ายเทความร้อน

Effect of Semi Transparent Window Shading Devices on Heat Transfer

Vachira Sangrutsamee

Faculty of Architecture,
Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Tanut Sripanom

Faculty of Technical Education,
Rajamangala University of Technology Thanyaburi

This study is aimed at finding the effectiveness of heat transfer and temperature behavior of four types of different shading devices: 1) a 0.55-meter horizontal overhang shading device made of semi-translucent polycarbonate material, 2) a 0.55-meter horizontal and vertical overhang shading device made of semi-translucent polycarbonate material; 3) a 0.90-meter horizontal and vertical overhang shading device made of semi-translucent polycarbonate material; and 4) a window with operable wood louvered shutters. The research analyzed the shading areas of the shading devices and checked internal and external temperatures of the test box. All five sides of the test box were lined with foam insulation panels and another side was installed with different type of window and shading device in a dimension of 1.00x0.50 meter. The field test was conducted on the rooftop of a commercial building in Uthai Thani province and temperatures occurring in all directions - east, west, north and south - during the 24-hours test were recorded and compared.

The findings were that the window fitted with operable wood louvered shutters (type 4) had the highest effectiveness of heat prevention and suited all directions. Although it prevented sunlight all the time, the difference of internal and external temperatures of the box was about 1-3°C. All windows fitted with semi-translucent polycarbonate materials (type 1, 2 and 3) had low effectiveness of heat prevention, so the difference of internal and external temperatures of the box was as high as 6-10°C (in all directions). The window fitted with both horizontal and vertical semi-translucent polycarbonate shading devices had higher internal and external temperatures of the box than that of the window fitted with only horizontal shading device (semi-translucent polycarbonate material).

Keywords: shading device | semi translucent shades | heat transfer

1. ความเป็นมา

ในอดีตหน้าต่างบ้านพักอาศัยนิยมวัสดุบานไม้ซึ่งมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนได้ดี แต่ในปัจจุบันหน้าต่างบ้านนิยมใช้กระจกใสซึ่งมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนต่ำทำให้ความร้อนที่เข้าทางหน้าต่างมีปริมาณมากและรวดเร็วกว่าวัสดุอื่นๆ นักออกแบบต่างให้ความสำคัญกับการออกแบบแผงบังแดดให้กับหน้าต่างเพื่อลดภาระการทำความเย็นภายในอาคารดังเช่นการศึกษาของ กัญจน์และคณะ (Yanachai, 2009) ได้พยายามลดภาระการทำความเย็นให้กับเครื่องปรับอากาศ โดยการออกแบบแผงบังแดดที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น จิรเดชและคณะ (Theppipit, 2013) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านกระจกและค้นหาประสิทธิภาพการบังแดดของแผงบังแดด และฉันทมน (Potipituk, 2007) ได้ศึกษารูปแบบของแผงบังแดดและช่องแสงทางด้านข้างเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงสว่างธรรมชาติ เป็นต้น แต่การศึกษาประสิทธิภาพของแผงบังแดดกึ่งโปร่งแสงให้กับช่องเปิดยังมีไม่มากนัก ทั้งที่ในปัจจุบันได้มีการใช้วัสดุกึ่งโปร่งแสงมาทำเป็นแผงบังแดดกันมากมาย

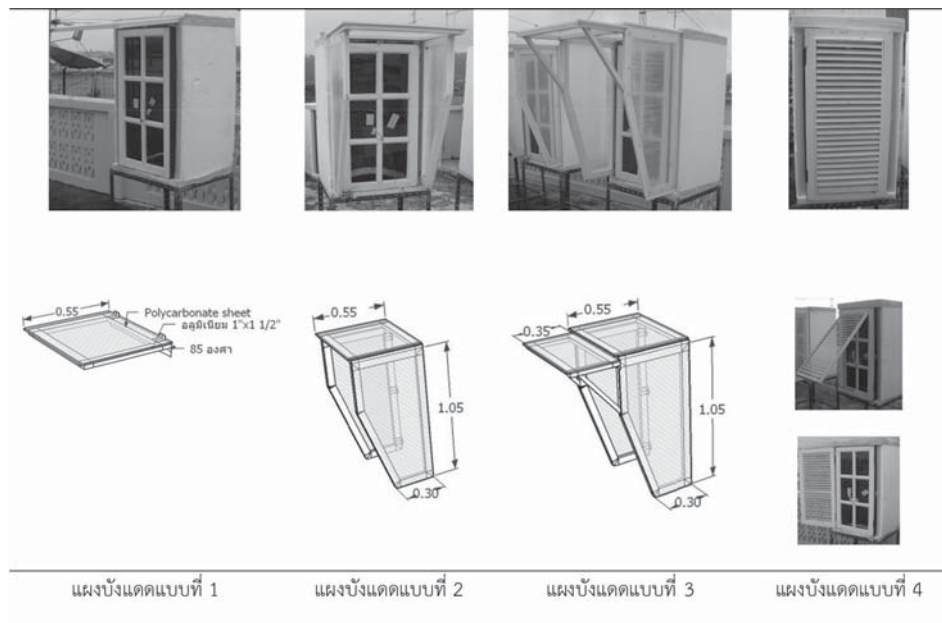
ด้วยเหตุนี้จึงได้ศึกษาประสิทธิภาพแผงบังแดดหน้าต่างกึ่งโปร่งแสงที่ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในห้องทดสอบเพื่อเปรียบเทียบศักยภาพของแผงบังแดดแนวนอน และแผงบังแดดแนวนอนและแนวตั้งจากวัสดุกึ่งโปร่งแสงโดยมีแผงบังแดดบานเกล็ดไม้เป็นฐานอ้างอิง (กรณีบังแดดได้ตลอดเวลา)

2. วิธีการทดสอบและวิเคราะห์ผล

2.1 หน้าต่างและแผงบังแดด

หน้าต่างที่ทำการทดสอบเป็นหน้าต่างชนิดเดียวกันทั้ง 4 แบบเป็นบานไม้ขนาด 1.00×0.50 เมตร ความหนาของบานที่ 0.025 เมตร ติดกระจกใสหนา 5 มม. โดยมีรูปแบบและวัสดุแผงบังแดดแตกต่างกัน 4 แบบดังแสดงในภาพที่ 1 คือ

1. แผงบังแดดแนวนอนยื่น 0.55 เมตร วัสดุแผ่นโพลีคาร์บอเนตกึ่งโปร่งแสงหนา 8 มม.
2. แผงบังแดดแนวนอนและแนวตั้งยื่น 0.55 เมตร วัสดุแผ่นโพลีคาร์บอเนตกึ่งโปร่งแสงหนา 8 มม.
3. แผงบังแดดแนวนอนและแนวตั้งยื่น 0.90 เมตร วัสดุแผ่นโพลีคาร์บอเนตกึ่งโปร่งแสงหนา 8 มม.
4. แผงบังแดดบานเกล็ดไม้ที่สามารถเปิดและปิดได้ บานเกล็ดไม้ช่วยรับแสงสว่างจากการกระจายของสภาพแวดล้อมและช่วยในการระบายอากาศ ในการทดสอบอยู่ในลักษณะปิดไม่รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์



ภาพที่ 1: รูปแบบกล่องและหน้าต่างทดสอบ

2.2 วิธีการวิเคราะห์พื้นที่เงาของแผงบังแดด

ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Autocad 2014 สร้างต้นแบบและจำลองการโคจรของดวงอาทิตย์ โดยระบุที่ตั้ง ละติจูด $14^{\circ} 03' 00''$ ลองจิจูด $100^{\circ} 29' 00''$ E ในภาคกลาง ทำการวิเคราะห์ ในทิศตะวันออก ตะวันตก เหนือ และใต้ ในช่วงเดือนสิงหาคมเพื่อตรวจสอบเงาว่าตรงตามวันเวลาที่ทดสอบหรือไม่

2.3 วิธีการทดสอบอุณหภูมิของหน้าต่างและแผงบังแดด

วันที่เก็บข้อมูลอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคม บนชั้นดาดฟ้าของอาคารพาณิชย์ อำเภอเมือง จังหวัด อุทัยธานี การเก็บข้อมูลอุณหภูมิในตำแหน่งต่างๆ เก็บทุก 10 นาที โดยทำการเก็บข้อมูลตลอด 24 ชั่วโมงของวัน ลักษณะพื้นที่การเก็บข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2: สถานที่ทดสอบและชุดเครื่องบันทึกข้อมูล

2.3.1 กล้องทดสอบ

กล้องทดสอบทั้งสี่แบบอยู่ในสภาพปิด ขนาด 0.70x0.54x1.20 เมตร วัสดุของกล้องทดสอบประกอบด้วย โครงสร้างกล้องเหล็กฉาก 1 ½"x1 ½"หนา 2 มม. ผนังกล้องบุไม้อัดหนา 5 มม. 5 ด้าน ยกเว้นด้านที่ติดหน้าต่าง ผนังภายนอกบุด้วยโฟมหนา 1 ½" 5 ด้าน ยกเว้นด้านที่ติดหน้าต่าง การเชื่อมระหว่างแผ่นโฟมด้วยกาวและผ้าเทปติดรอบขอบ รอยต่อต่างๆเชื่อมด้วยซิลิโคนใส

2.3.2 อุปกรณ์ทดสอบ

- สายเทอร์มोकัปเปิล(Thermal couple type-K) ตำแหน่งติดตั้งในการวัดอุณหภูมิ 4 จุด คือ 1) อุณหภูมิอากาศภายในกล้องทดสอบ 2) จุดพื้นผิวด้านในหน้าต่าง 3) จุดพื้นผิวด้านนอกหน้าต่าง 4) อุณหภูมิอากาศภายนอก
- เครื่องบันทึกข้อมูล(Data logger) Yokogawa รุ่น MX100
- เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณข้อมูลและพิมพ์

ตารางที่ 1: พื้นที่เงาของแผงบังแดดทิศตะวันออก

ช่วงเวลา	แผงบังแดดแบบที่ 1	แผงบังแดดแบบที่ 2	แผงบังแดดแบบที่ 3
8.00 น.			
11.00 น.			

ตารางที่ 2: พื้นที่เงาของแผงบังแดดทิศตะวันตก

ช่วงเวลา	แผงบังแดดแบบที่ 1	แผงบังแดดแบบที่ 2	แผงบังแดดแบบที่ 3
15.00 น.			
17.00 น.			

ตารางที่ 3: พื้นที่เงาของแผงบังแดดทิศเหนือ

ช่วงเวลา	แผงบังแดดแบบที่ 1	แผงบังแดดแบบที่ 2	แผงบังแดดแบบที่ 3
8.00 น.			
10.00 น.			

ตารางที่ 4: พื้นที่เงาของแผงบังแดดทิศใต้

ช่วงเวลา	แผงบังแดดแบบที่ 1	แผงบังแดดแบบที่ 2	แผงบังแดดแบบที่ 3
8.00 น.			
17.00 น.			

3. ผลการทดสอบและอภิปรายผล

3.1 ผลวิเคราะห์พื้นที่เงาของแผงบังแดด

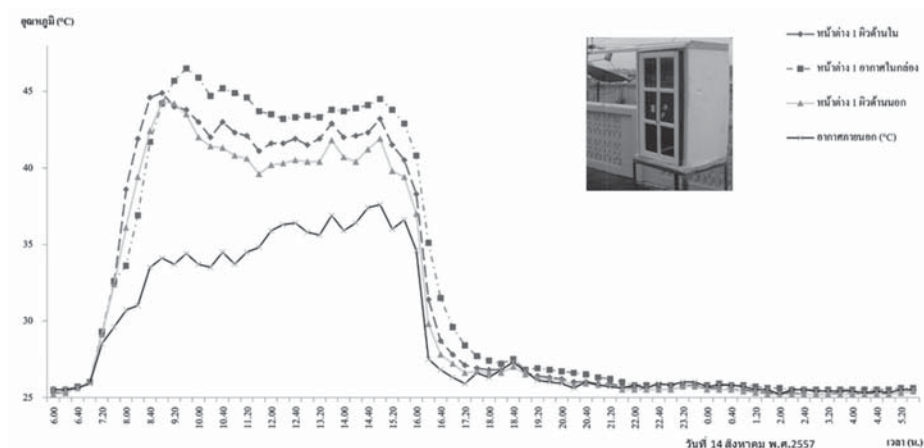
ผลการวิเคราะห์พื้นที่เงาของแผงบังแดดแบบที่ 1 ถึง 3 แสดงในตารางที่ 1-4 โดยเส้นตารางแต่ละช่วงเท่ากับ 1 เมตร ส่วนแผงบังแดดแบบที่ 4 ไม่ได้แสดงเนื่องจากสามารถบังรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ได้ตลอดเวลา

จากตารางที่ 1-4 จะเห็นได้ว่าแผงบังแดดทั้งโปร่งแสงสามารถบังรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ได้แตกต่างกัน คือแผงบังแดดแบบที่ 4 3 2 และ 1 มีพื้นที่เกิดเงามากมาหาน้อยตามลำดับ แผงบังแดดแบบที่ 1 ถึง 3 ด้านทิศตะวันออกจะทำให้ช่องเปิดโดนรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ในช่วงเช้าถึงเที่ยง ส่วนด้านทิศตะวันตกจะทำให้ช่องเปิดโดนรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ในช่วงเที่ยงถึงเย็น ด้านทิศใต้ในวันและเวลาดังกล่าวช่องเปิดด้านนี้จะโดนรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งในวันและเวลาที่ทดสอบนี้การโคจรของดวงอาทิตย์จะอ่อนแอเล็กน้อย ซึ่งด้านทิศเหนือช่องเปิดจะโดนรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ในช่วงเช้าถึงเย็น

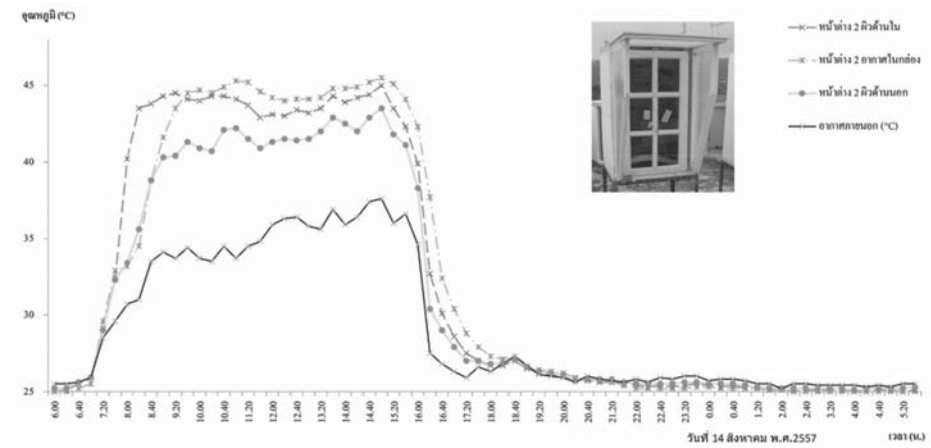
3.2 ผลการทดสอบอุณหภูมิของหน้าต่างและแผงบังแดดในแต่ละทิศ

3.2.1 อุณหภูมิของกล่องทดสอบด้านทิศตะวันออก

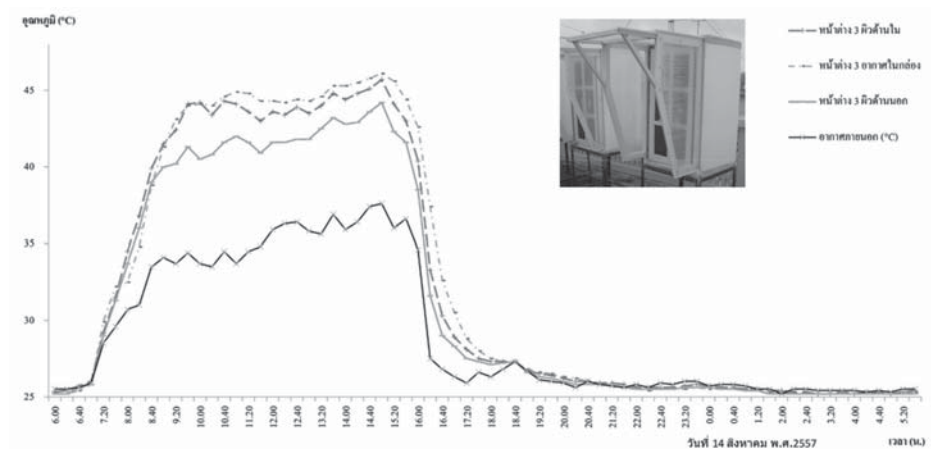
ผลการตรวจสอบอุณหภูมิทั้งภายนอกและภายในกล่องทดสอบแสดงในภาพที่ 3-7 พบว่าอุณหภูมิอากาศช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำสุดคือช่วงเวลา 06.00 น. และช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงสุดคือช่วงเวลา 15.00 น. ความแตกต่างของอุณหภูมิในกล่องทดสอบที่ 4 ต่ำสุด แต่ก็ยังสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกประมาณ 3 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 16.20-17.20 น. เกิดฝนตกปริมาณเล็กน้อยส่งผลให้อุณหภูมิลดลงอย่างรวดเร็วและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วง 18.40 น. จากการคลายความร้อนของสภาพแวดล้อม ส่งผลให้อุณหภูมิทั้งภายนอกและภายในกล่องทดสอบเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น วัสดุกระจกมีค่าการถ่ายเทความร้อนสูงส่งผลให้ค่าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงตามสภาพอากาศภายนอกอย่างรวดเร็ว



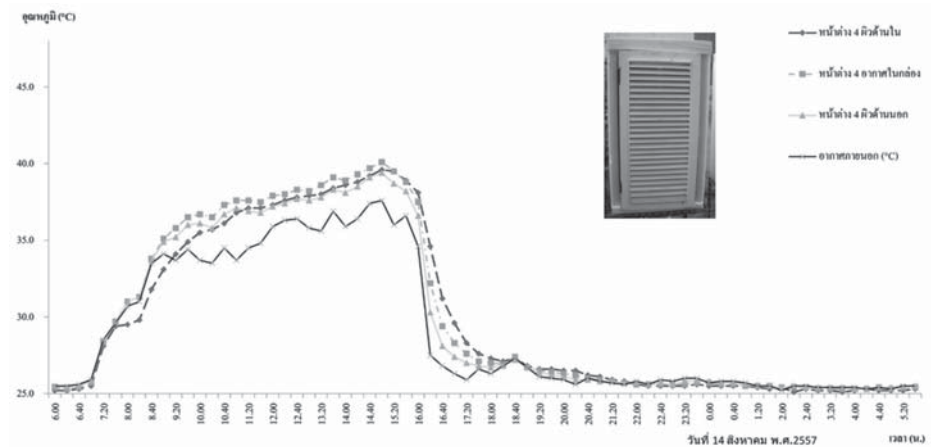
ภาพที่ 3: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 1 ด้านทิศตะวันออก



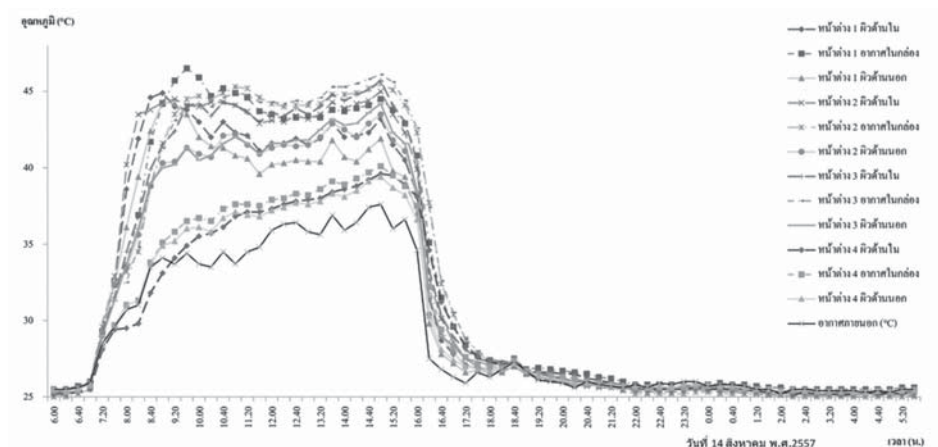
ภาพที่ 4: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 2 ด้านทิศตะวันออก



ภาพที่ 5: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 3 ด้านทิศตะวันออก



ภาพที่ 6: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 4 ด้านทิศตะวันออก



ภาพที่ 7: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 1-4 ด้านทิศตะวันออก

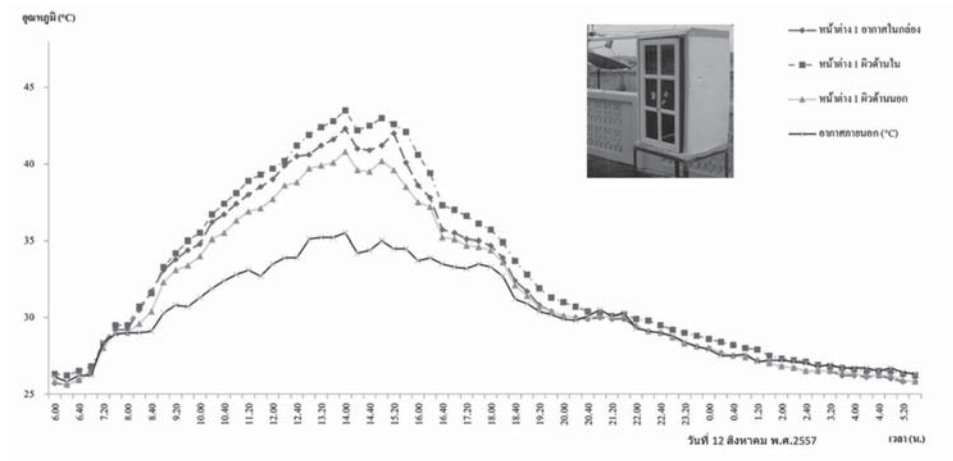
หน้าต่างที่มีแผงบังแดดกึ่งโปร่งแสงแบบที่ 3 มีอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบแตกต่างกับอุณหภูมิอากาศมากที่สุด รองลงมาคือหน้าต่างที่มีแผงบังแดดกึ่งโปร่งแสงแบบที่ 2 และ 1 ตามลำดับ เนื่องจากวัสดุกึ่งโปร่งแสงสามารถกรองแสงได้บางส่วนโดยแสงที่ผ่านเข้ามานี้ทำให้เกิดความร้อนเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้มีอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบแตกต่างกับอุณหภูมิภายนอกประมาณ 7-9 องศาเซลเซียส

หน้าต่างที่มีแผงบังแดดบานเกล็ด (แบบที่ 4) มีอุณหภูมิอากาศแตกต่างกับอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบต่ำสุดประมาณ 3 องศาเซลเซียส เนื่องจากบานเกล็ดที่บสามารถขวางกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ได้ดี

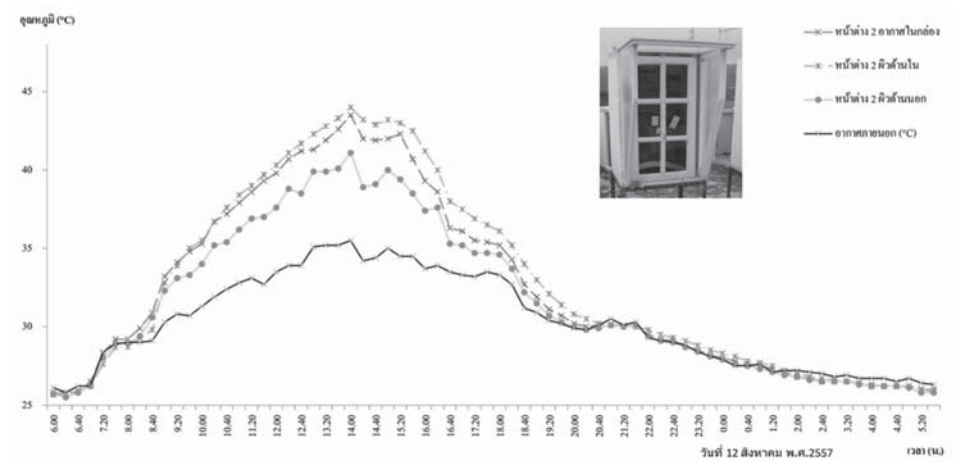
เป็นที่น่าสังเกตว่าช่วงตอนบ่ายหน้าต่างจะไม่ได้รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์แต่ก็มีอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบทั้งหมดสูงใกล้เคียงกับช่วงเช้าที่ได้รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ เนื่องจากวัสดุกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนได้ดี และมีการถ่ายเทความร้อนจากการแผ่รังสีกระจายจึงส่งผลให้ความร้อนสะสมภายในกล่องทดสอบจึงทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น

3.2.2 อุณหภูมิของกล่องทดสอบด้านทิศตะวันตก

ผลการตรวจสอบอุณหภูมิทั้งภายนอกและภายในกล่องทดสอบแสดงในภาพที่ 8-12 พบว่าช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำสุดคือช่วงเวลา 06.00 น. และช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงสุดคือช่วงเวลา 14.00 น. ในช่วงเวลา 19.00-20.20 น. เกิดสภาพอากาศเกิดฝนตกเล็กน้อย ซึ่งสังเกตได้ว่าอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิในกล่องทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว

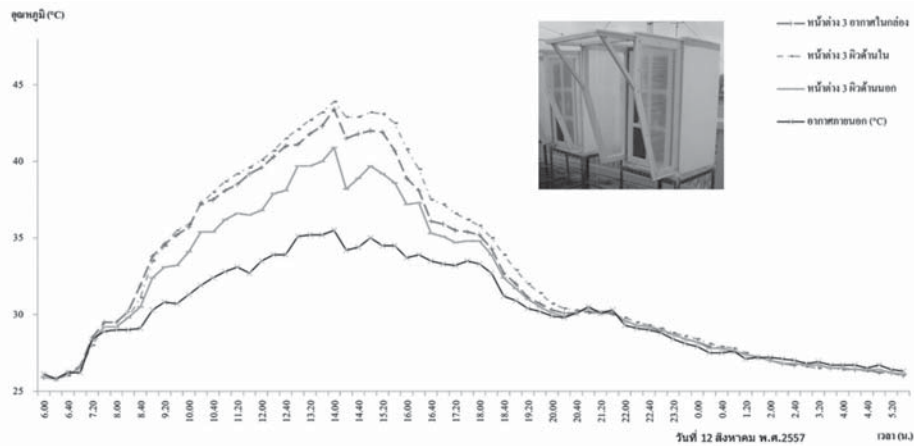


ภาพที่ 8: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 1 ด้านทิศตะวันตก

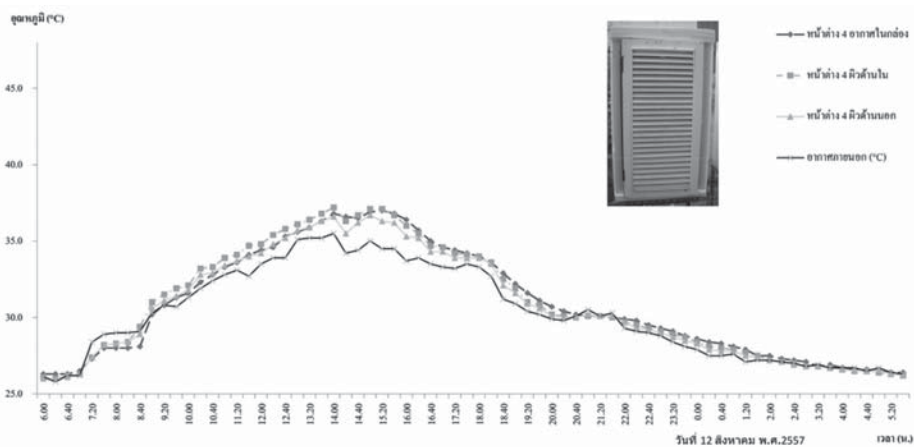


ภาพที่ 9: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 2 ด้านทิศตะวันตก

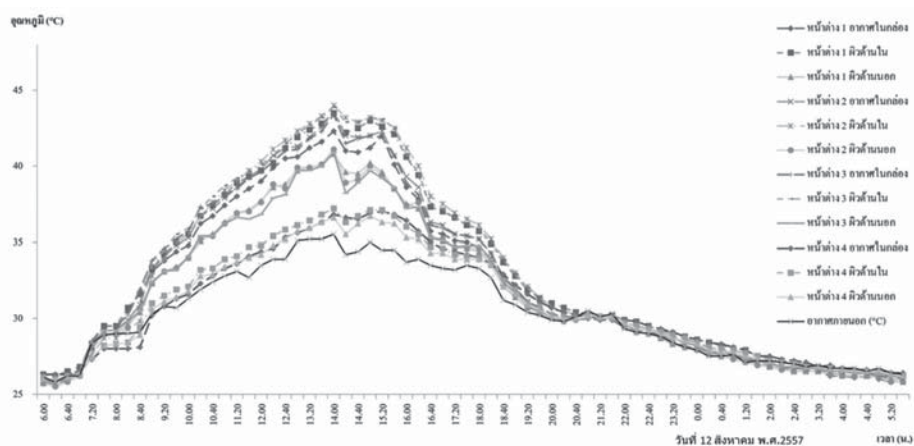
หน้าต่างที่มีแผงบังแดดกึ่งโปร่งแสงแนวนอนและแนวตั้ง (แบบที่ 3 และ 2) มีค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในกับอุณหภูมิภายนอกน้อยกว่าหน้าต่างที่มีแผงบังแดดแนวนอนวัสดุโปร่งแสง (แบบที่ 1) อุณหภูมิภายในกล่องทดสอบที่ 4 ต่ำสุด



ภาพที่ 10 อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 3 ด้านทิศตะวันตก



ภาพที่ 11: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 4 ด้านทิศตะวันตก



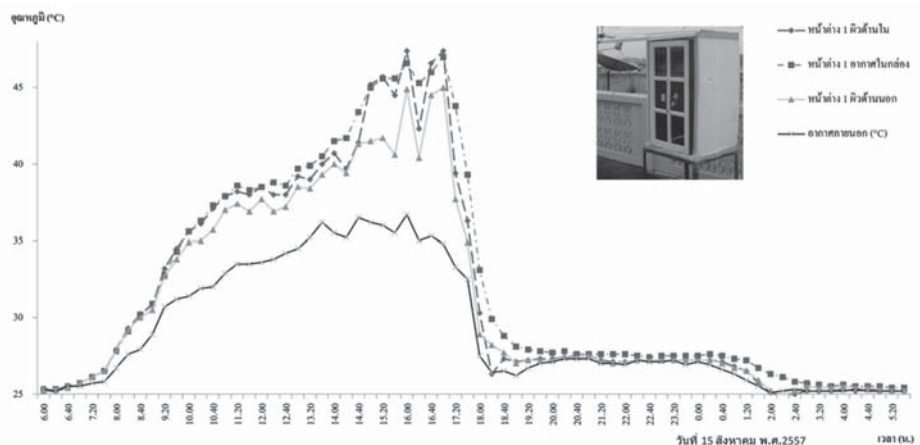
รูปที่ 12 อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 1-4 ด้านทิศตะวันตก

เนื่องมาจากในช่วงบ่ายแผงบังแดดกรองรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ได้บางส่วนที่ทำให้เกิดเงาบนบานหน้าต่างกระจก (เมื่อตรวจสอบเงาของแผงบังแดด) จึงส่งผลให้อุณหภูมิภายในกล่องทดสอบต่ำลงเล็กน้อย หน้าต่างที่มีแผงบังแดดบานเกล็ด (แบบที่ 4) มีอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบกับอุณหภูมิภายนอกแตกต่างกันน้อยสุด (ประมาณ 2 องศาเซลเซียส) เนื่องจากความจริงที่ว่าบานเกล็ดไม่สามารถบังรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ได้ดีและวัสดุไม้ที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนต่ำด้วย แม้ว่าในช่วงเวลาเช้าถึงเที่ยงหน้าต่างด้านทิศตะวันตกจะไม่ได้รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์แต่ก็มีอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิอากาศภายนอก

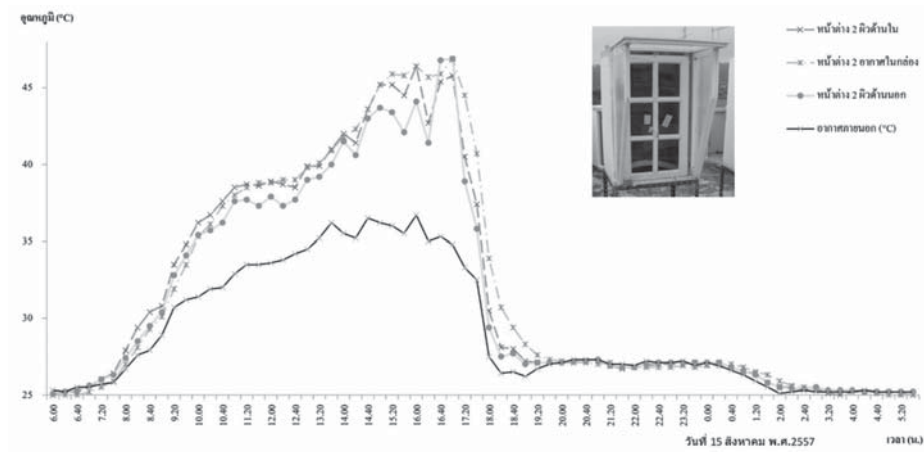
3.2.3 อุณหภูมิของกล่องทดสอบด้านทิศเหนือ

ผลการตรวจสอบอุณหภูมิทั้งภายนอกและภายในกล่องทดสอบแสดงในภาพที่ 13-17 พบว่าช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำสุดคือช่วงเวลา 06.00 น. และช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงสุดคือช่วงเวลา 16.00 น. ในช่วงเวลา 17.30-19.00 น. มีปริมาณฝนตกเล็กน้อยจะสังเกตได้ว่าหลังจากเวลาดังกล่าวอุณหภูมิทั้งภายนอกและภายในกล่องทดสอบสูงขึ้นอีกครั้งตามอุณหภูมิอากาศ

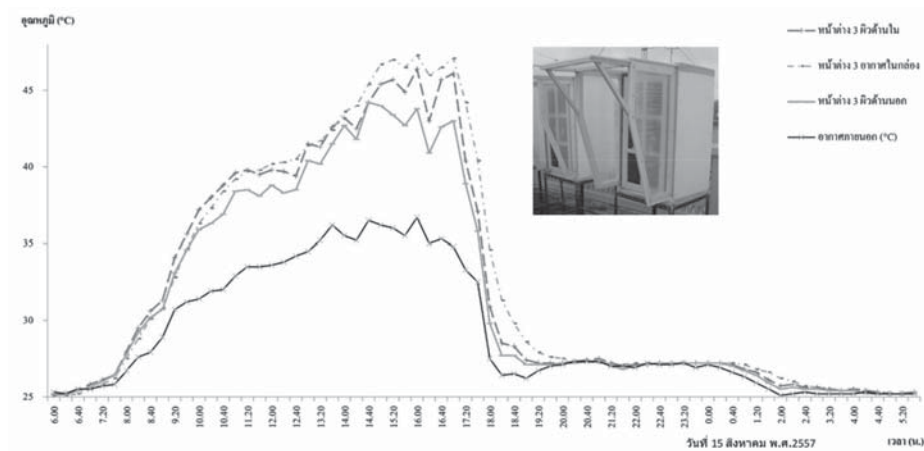
หน้าต่างที่มีแผงบังแดดแนวนอนกึ่งโปร่งแสงอย่างเดียว (แบบที่ 1) มีความแตกต่างอุณหภูมิอากาศกับอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบต่ำกว่าหน้าต่างที่มีแผงบังแดดทั้งแนวนอนและแนวตั้งวัสดุกึ่งโปร่งแสง (แบบที่ 2 และแบบที่ 3) อาจเนื่องมาจากแผงบังแดดทั้งแนวนอนและแนวตั้งเป็นอุปสรรคต่อการถ่ายเทความร้อน (จากการพาของกระแสลม) ของหน้าต่าง หน้าต่างที่มีแผงบังแดดบานเกล็ด (แบบที่ 4) ไม่โดนรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ แต่ก็มีมีความแตกต่างอุณหภูมิอากาศกับอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบประมาณ 3 องศาเซลเซียส



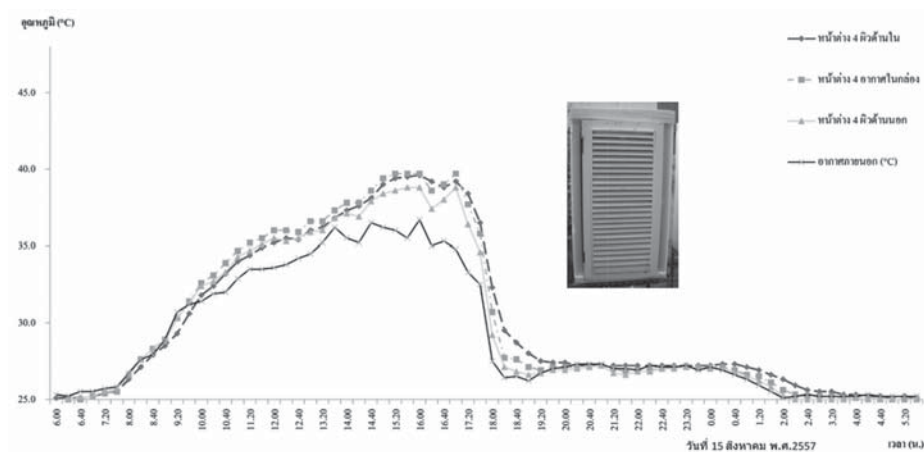
ภาพที่ 13: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 1 ด้านทิศเหนือ



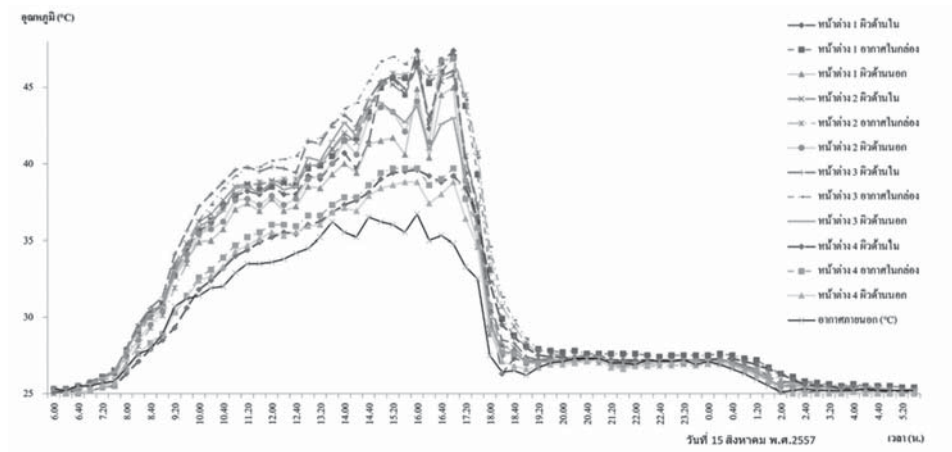
ภาพที่ 14: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 2 ด้านทิศเหนือ



ภาพที่ 15: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 3 ด้านทิศเหนือ



ภาพที่ 16: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 4 ด้านทิศเหนือ

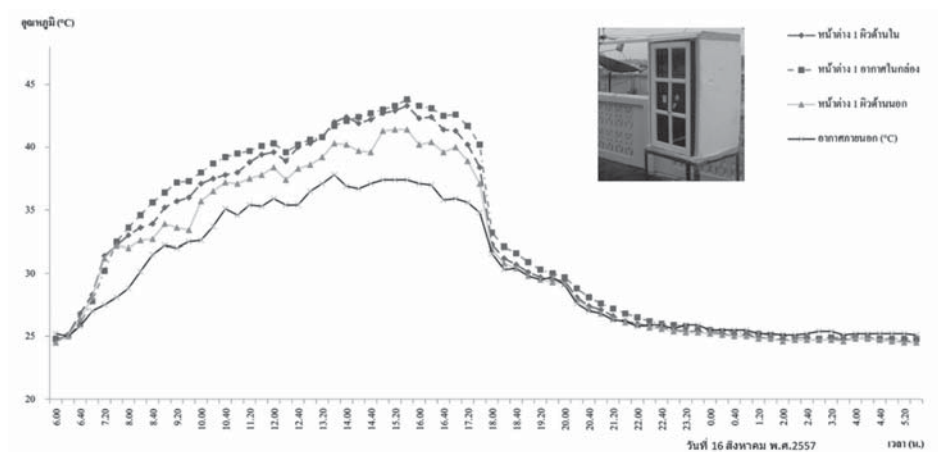


ภาพที่ 17: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีฉนวนบังแดดแบบที่ 1-4 ด้านทิศเหนือ

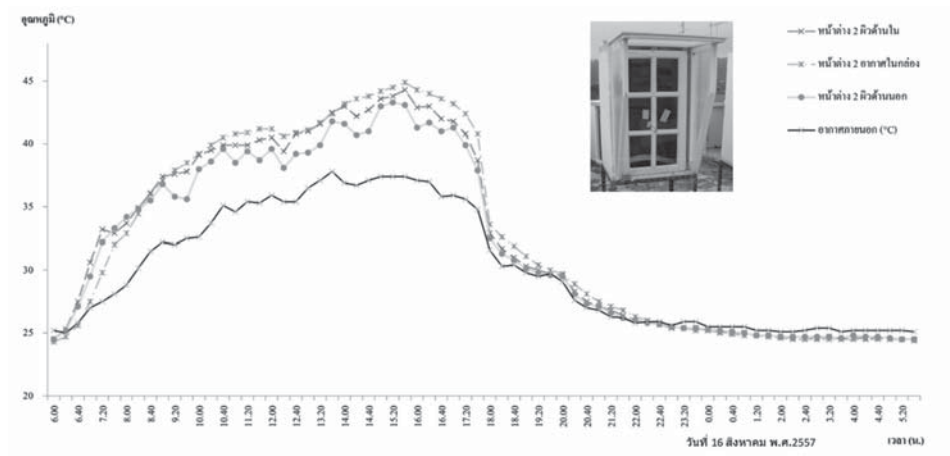
3.2.4 อุณหภูมิของกล่องทดสอบด้านทิศใต้

ผลการตรวจสอบอุณหภูมิทั้งภายนอกและภายในกล่องทดสอบแสดงในภาพที่ 18-22 พบว่าช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำสุดคือช่วงเวลา 06.00 น. และช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงสุดคือช่วงเวลา 15.40 น.

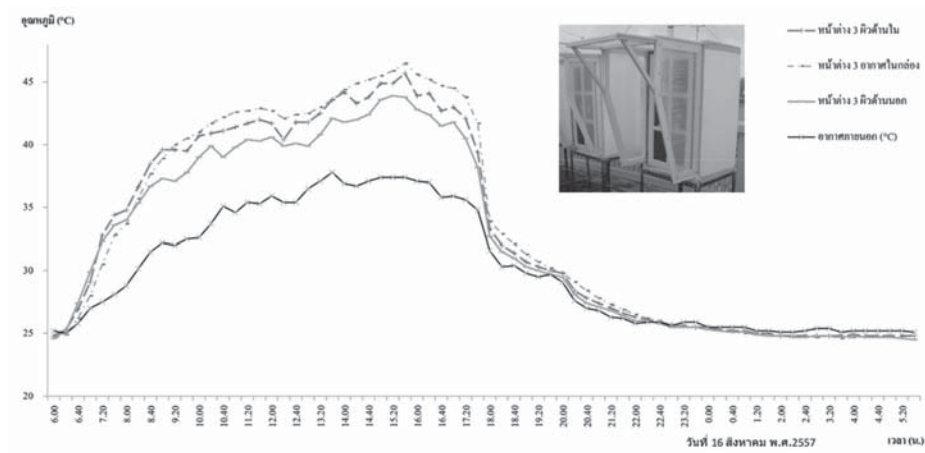
ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิในกล่องทดสอบกับอุณหภูมิอากาศมากที่สุด คือ หน้าต่างที่มีฉนวนบังแดดกึ่งโปร่งแสงแบบที่ 3 แบบที่ 2 และแบบที่ 1 ตามลำดับ ผลการทดสอบนี้สอดคล้องกับผลการทดสอบหน้าต่างที่มีฉนวนบังแดดกึ่งโปร่งแสงในทิศตะวันออกและทิศเหนือ เนื่องจากวัสดุกึ่งโปร่งแสงสามารถกรองแสงได้บางส่วน แต่ความร้อนจากการแผ่รังสียังผ่านได้ ส่งผลให้อุณหภูมิภายในกล่องแตกต่างกับอุณหภูมิภายนอกประมาณ 6-9 องศาเซลเซียส



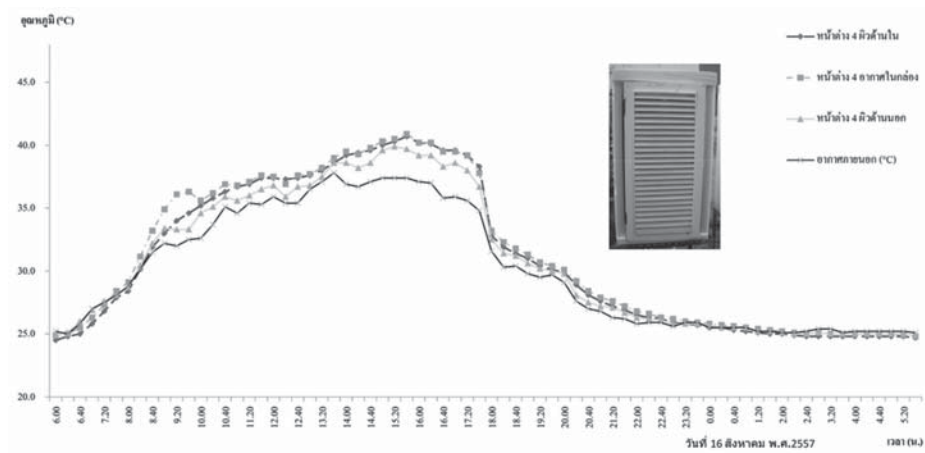
ภาพที่ 18: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีฉนวนบังแดดแบบที่ 1 ด้านทิศใต้



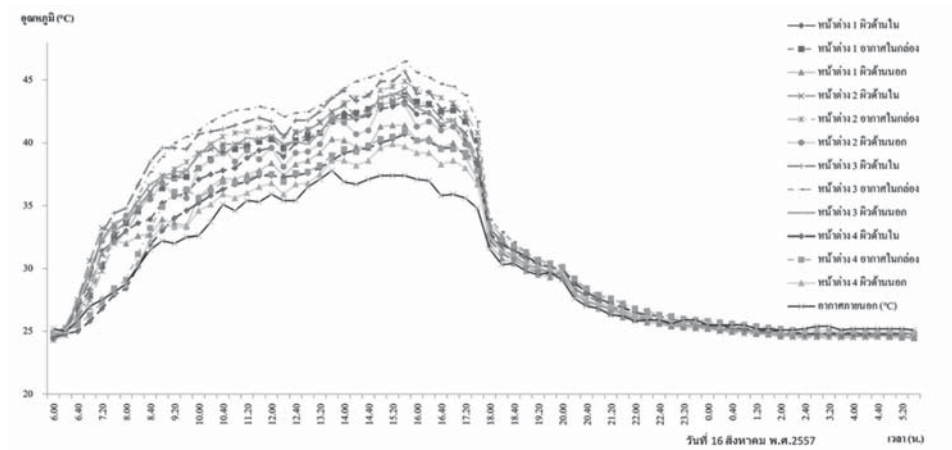
ภาพที่ 19: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 2 ด้านทิศใต้



ภาพที่ 20: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 3 ด้านทิศใต้



ภาพที่ 21: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 4 ด้านทิศใต้



ภาพที่ 22: อุณหภูมิของกล่องทดสอบที่มีแผงบังแดดแบบที่ 1-4 ด้านทิศใต้

หน้าต่างที่มีแผงบังแดดบานเกล็ด(แบบที่ 4) มีค่าความแตกต่างอุณหภูมิอากาศกับอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบต่ำสุด จึงสามารถกล่าวได้ว่า แผงบังแดดบานเกล็ดไม่ช่วยกรองแสงและระบายอากาศมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนให้กับหน้าต่างในทุกทิศทางได้ดีที่สุด

4. สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบหน้าต่างที่ติดตั้งแผงบังแดดกึ่งโปร่งแสง (แบบที่ 1-3) และบานเกล็ด(แบบที่ 4) สามารถสรุปได้ดังนี้

- การใช้วัสดุกึ่งโปร่งแสง (แผ่นโพลีคาร์บอเนต) สามารถกรองแสงได้แต่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนจากรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ต่ำ จึงส่งผลให้อุณหภูมิการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในได้สูงและใช้เวลาที่รวดเร็วตามค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละทิศ

- หน้าต่างที่มีแผงบังแดดกึ่งโปร่งแสงแบบที่ 1 แบบที่ 2 และแบบที่ 3 มีอุณหภูมิภายในกล่องแตกต่างจากอุณหภูมิอากาศภายนอก 6-10 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าหน้าต่างที่มีแผงบังแดดบานเกล็ด(แบบที่ 4) ซึ่งอุณหภูมิภายในกล่องแตกต่างจากอุณหภูมิอากาศภายนอก 1-3 องศาเซลเซียส

- หน้าต่างที่มีแผงบังแดดกึ่งโปร่งแสงแนวนอน (แบบที่ 1) ใช้ป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าหน้าต่างที่มีแผงบังแดดทั้งแนวนอนและแนวตั้งแบบที่ 2 และ 3 ในทิศต่างๆ ยกเว้นทิศตะวันตก เนื่องจากหน้าต่างที่มีแผงบังแดดแนวนอน (แบบที่ 1) ไม่มีแผงบังแดดแนวตั้งด้านซ้ายและขวามาเป็นอุปสรรคในการถ่ายเทความร้อนจากการพาความร้อน(มวลอากาศ)บริเวณหน้าต่าง

- การออกแบบแผงบังแดดกึ่งโปร่งแสงทั้งแนวนอนและแนวตั้งให้กับหน้าต่างเพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในควรพิจารณาการถ่ายเทความร้อนจากการพาของมวลอากาศและการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์จากภายนอกร่วมด้วย การใช้แผงบังแดดแนวตั้งด้านข้างซ้าย-ขวา ควรมีช่องระบายอากาศด้านข้างซ้าย-ขวาวงวนด้านหน้าหน้าต่างเพื่อช่วยให้อากาศถ่ายเทความร้อนได้สะดวก

- หน้าต่างที่มีแผงบังแดดบานเกล็ด(แบบที่ 4) สามารถป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้ดีที่สุด และเหมาะกับทุกทิศ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์เป็นหน้าต่างสองชั้นโดยชั้นในเป็นหน้าต่างบานเลื่อน ส่วนชั้นนอกเป็นหน้าต่างบานเกล็ดเปิด-ปิดได้ จะสามารถป้องกันแดด ฝน และได้รับแสงกระจายซึ่งจะช่วยประหยัดภาระในการทำความเย็นให้กับอาคารได้ดีที่สุด แต่ถึงจะบังรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ได้ตลอดเวลาในช่วงเวลากลางวัน ก็จะมีอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ แสดงให้เห็นว่าการถ่ายเทความร้อนจากการนำและการแผ่รังสีกระจายจากดวงอาทิตย์จะส่งผลให้มีอุณหภูมิภายในอาคารเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นตามสภาพอากาศ (ในกรณีปิดหน้าต่าง)

6. กิตติกรรมประกาศ

- ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่สนับสนุนด้านงบประมาณ
- ขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านเครื่องมือทดสอบ

7. บรรณานุกรม

- Cezary Misiowiecki, Arild Gustavsen and Bjorn Petter Jelle. (2013). *“Investigating influence of different shading devices on window thermal performance”*. in 13th Conference of International Building Performance Simulation Association, 26-28 August 2013.
- Jesper Kragh. (2008). *“Energy gaining windows for residential buildings”*. in 8th Nordic Symposium, Session W4A-Windows and Facades. pp. 1173-1180.
- Petchdee Pannatat and Chungloo Sudaporn. (2013). *“Improvement of louvers and openings of factory building to remove heat through natural wind”*. in Journal of Architectural Research and Studies, 10(2). pp. 31-44.
- Potipituk Chantamon. (2007). *“The Study of Shading and Side Lighting to Enhance the Use of Daylight in a Classroom”*. in Journal of Rangsit University: Teaching & Learning, 1(1). pp. 113-126.
- Srisutapan Awiroot. (2009). *“The Assessment of Building Energy Performance: Thammasat University, Rangsit Campus”*. in Journal of Architectural/ Planning Research and Studies, 6(1). pp. 14-29.
- Sudprasert Sudaporn and Klinsmith Sivayu. (2014). *“Assessment of overall thermal transfer value (OTTV) in buildings”*. in Journal of Architectural Research and Studies, 11(1). pp. 109-118.

- Theppipit Jiradet and Jindavanig Thanit. (2013). *“The Comparision of Effective Shading Coefficient Between Glazing Glass and Shading Device”*. in **Journal of Energy Research**, 10(2). pp.32-44.
- Tongtuam Yuttana. (2012). *“Increased Performance of Side Windows from an Integrated Photovoltaic Shading Device System”*. in **Built Environment Research Associates Conference**, BERAC 3. pp. 21-34.
- Yanachai Kanjanee, Khuhaprama Terawut and Wayupurk Puangmookda. (2009). *“A Study of Reduction by Outside Shading Device on The Fenestration Area for Electrical Saving in Air Conditioning: Case Study Library on 2nd floor, Sunthanakarn Building, National Cancer Institute”*. in **Journal of Srinakharinwirot University (Science and Technology)**, 1(2). pp.40-41.

