

การวิเคราะห์ค่าการนำความร้อนที่ผ่านกรอบผนังอาคาร 4 ประเภท เพื่อการประหยัดพลังงานภายในอาคาร

พุทธิ อุลลซุข* และ ณัฐธิดา ศรีสวัสดิ์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

บทคัดย่อ

การศึกษาเพื่อวิเคราะห์ค่าการนำความร้อนที่ผ่านกรอบผนังอาคาร เพื่อการประหยัดพลังงานสำหรับผนังอาคาร 4 แบบ คือ กรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐฉาบปูนเรียบสองด้านกรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐฉาบปูนเรียบ กรอบผนังอาคารระบบ EIFS บุปุโพธิ์รีเทรนนานา 3 นิ้ว และกรอบผนังอาคารแบบซีเมนต์บอร์ดโครงเคร่าเหล็ก โดยทำการวัดค่าอุณหภูมิภายใน ภายนอก และอุณหภูมิอากาศ จากการสร้างแบบจำลองขนาด 60x60x10 เซนติเมตร เป็นเวลา 7 วัน และนำมาวิเคราะห์ค่าการนำความร้อน พบว่า กรอบผนังอาคารระบบ EIFS บุปุโพธิ์รีเทรนนานา 3 นิ้ว และกรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐฉาบปูนเรียบมีค่าการนำความร้อนต่ำสุด กรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐฉาบปูนเรียบสองด้านมีค่าการนำความร้อนสูงขึ้นไปลำดับที่สาม และกรอบผนังอาคารแบบซีเมนต์บอร์ดโครงเคร่าเหล็กมีค่าการนำความร้อนสูงที่สุด

*ผู้เขียนหลัก(putthadee@hotmail.com)

คำสำคัญ: กรอบผนังอาคาร, ค่าการนำความร้อน, อุณหภูมิ

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

The thermal conductivity analysis of that wall that through the 4 types of building wall for energy saving

Putthadee Ubolsook* and Natthida Srisawat

Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

Abstract

A study to analyze the thermal conductivity through the wall of the building for energy saving for 4 building walls is the half-brick walls with plaster panels smooth sides, lightweight Concretewith plaster panels smooth sides, exterior insulation and finish system (EIFS) with insulation thickness of 3 inches, and cement board. By measuring the temperature inside and outside air temperature in 7 days with build model size 60x60x10 centimeter. The thermal conductivity is analyzed. The results of thermal conductivity analysis showed that lightweight Concretewith plaster panels smooth sidesand EIFS with insulation thickness of 3 incheshad the lowest thermal conductivity. The half-brick walls with plaster panels smooth sides had high thermal conductivity in the next. And the highest of thermal conductivity was cement board.

*Corresponding Author (putthadee@hotmail.com)

Keywords: Wall frame, Thermal conductivity, Temperature

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีและการสร้างอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานภายในอาคารมีเทคโนโลยีที่หลากหลาย ส่วนประกอบของอาคารที่เป็นจุดสำคัญมีหลายส่วนด้วยกัน เช่น ผนัง หลังคา เพดาน พื้น ซึ่งจัดเป็นองค์ประกอบหลักของการสร้างอาคารซึ่งมีหน้าที่ที่นอกเหนือจากการป้องกันอันตรายและใช้พักอาศัยแล้วยังมีประโยชน์อีกคือ การกันความร้อนจากแสงแดดเข้าสู่อาคาร เมื่ออาคารได้รับความร้อนจากแสงแดดในเวลากลางวันแล้วจะมีการสะสมความร้อนเป็นจำนวนมาก การที่จะลดความร้อนในอาคารนั้นต้องมีการสร้างระบบระบายอากาศที่ดีหรือมีการใช้เครื่องปรับอากาศในการลดความร้อนในอาคาร แต่เนื่องจากรูปแบบของระบบการระบายอากาศจะต้องมีการออกแบบไว้แล้วก่อนดำเนินการก่อสร้าง หรือต้องมีการปรับแก้รูปแบบประตู หน้าต่าง หรือทางออกของอากาศ อาจจะทำให้อาคารผิดไปจากรูปแบบเดิม ดังนั้นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบอาคารเพื่อลดความร้อนจึงควรมีช่องเปิด สร้างช่องว่างอากาศ การก่อผนัง 2 ชั้น สร้างร่มเงาให้แก่อาคาร วางสัดส่วนช่องเปิดและผนังทึบของอาคาร ออกแบบเส้นรอบรูปอาคาร หรือการเลือกใช้วัสดุป้องกันความร้อนให้กับอาคารเพื่อลดการใช้เครื่องปรับอากาศที่จะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวนมากจึงจะลดความร้อนในอาคารลงได้ ดังนั้นการออกแบบอาคารจึงต้องมีความสามารถในการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดี ซึ่งปัจจุบันนี้วัสดุสำหรับกรอบอาคารที่ใช้ก็มีหลากหลายรูปแบบที่สามารถนำมาช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ ความร้อนที่เข้าสู่อาคารมาจากรังสีดวงอาทิตย์ซึ่งตกกระทบอาคาร โดยพื้นที่ที่รับแดดมากที่สุดอยู่บริเวณของผนัง ดังนั้นผนังจึงต้องมีการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดี ซึ่งวัสดุสำหรับผนังที่ใช้ทำกรอบอาคารมีหลากหลายรูปแบบนำมาช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคาร เช่น อิฐมวลเบา มีคุณสมบัติในการดูดซับความร้อนช้าแต่ก็คายความร้อนช้าเช่นกัน อิฐมวลเบา มีคุณสมบัติในการดูดและคายความร้อนได้ไม่เร็วแต่ก็ไม่อมความร้อนไว้นานเหมือนอิฐมวลเหนียว โพลียูรีเทน (โฟม) มีคุณสมบัติเป็นฉนวนที่ดีมาก สามารถกันน้ำ ความชื้นและความร้อนได้ดี แต่ต้องมีวัสดุห่อหุ้มเพื่อป้องกันรังสียูวีและผสมสารกันไฟลาม ไม้ มีคุณสมบัติเป็นฉนวนที่ดี แต่มีราคาสูงและเป็นเชื้อไฟได้ง่าย กระจกกันความร้อน [1] มีคุณสมบัติเป็นฉนวนที่ดี ลดความร้อนและให้แสงสว่างกับอาคาร บล็อกแก้ว มีคุณสมบัติเป็นฉนวนที่ดี มีความสวยงามและสามารถให้แสงสว่างผ่านได้ การเลือกใช้วัสดุสำหรับการทำกรอบผนังอาคารจึงมีความสำคัญอย่างมาก เพื่อเป็นแนวทางในการลดการใช้พลังงานได้ การใช้ระบบปรับอากาศแต่ละครั้งต้องสูญเสียพลังงานมหาศาล เพราะในเวลาเปิด-ปิดระบบปรับอากาศนั้นต้องมีการลดความร้อนและความชื้นจากภายนอกจะไหลเข้ามาสะสมอยู่ในพื้น ผนัง เพดาน เพอร์นิเจอร์ และเครื่องใช้ต่าง ๆ ภายในอาคาร ซึ่งพื้นที่ที่รับแดดหรือรับความร้อนมากที่สุดอยู่บริเวณของผนังหรือกรอบผนังอาคาร ถ้าสามารถลดภาระการทำความเย็นในระบบปรับอากาศลงได้มากเท่าไรก็จะช่วยลดการใช้ไฟฟ้าได้ในปริมาณมากด้วยเช่นกัน [2, 3] นอกจากนี้ยังมีนักวิจัยหลายท่าน [4, 5] ที่กล่าวถึงความสำคัญว่าการออกแบบอาคารต้องคำนึงถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงและการลดอุณหภูมิในอาคารเพื่อสภาวะสบายของผู้ที่อยู่อาศัยในอาคาร

ด้วย นอกจากนี้ยังต้องให้ความสำคัญกับปัจจัยภายนอก [6] ด้วย เช่น ความร้อนจากภายนอกอาคาร เป็นต้น

โดยทั้งนี้ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ได้เล็งเห็นความสำคัญของการออกแบบอาคารศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม การเลือกใช้วัสดุในการก่อสร้าง เพื่อให้เป็นอาคารสำหรับการวิจัยและการเรียนการสอนของ อาจารย์ นักศึกษาและนักวิจัย ซึ่งสร้างขึ้นในพื้นที่ ลำรางทุ่งกะโล่ มีการสร้างอาคารเพื่อการเรียนการสอน โดยมุ่งเน้นให้เป็นอาคารที่รักษาสิ่งแวดล้อมและประหยัดพลังงาน ในปัจจุบันมีอาคารเรียนที่ออกแบบเพื่อประหยัดพลังงาน โดยกรอบของอาคารแต่ละด้านมีวัสดุที่ประกอบกันแตกต่างกันไปโดยจะแบ่งกรอบอาคารออกเป็น 4 ประเภท คือ กรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐฉาบปูนเรียบสองด้าน กรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐฉาบปูนเรียบ กรอบผนังอาคารระบบ EIFS บุปผิวยุรีเทรนนานา 3 นิ้ว และกรอบผนังอาคารแบบซีเมนต์บอร์ดโครงเคร่าเหล็ก ซึ่งกรอบผนังอาคารทั้ง 4 แบบนี้ ยังไม่สามารถที่จะบอกถึงค่าความร้อนที่ผ่านกรอบผนังอาคารได้ จึงทำให้เกิดแนวคิดการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อเป็นการหาค่าความร้อนของกรอบผนังอาคาร เพื่อให้เกิดการใช้งานอาคารได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและเป็นการวางแผนการใช้พลังงานในอาคารได้อย่างชัดเจน และสามารถลดค่าใช้จ่ายให้กับทางมหาวิทยาลัยได้โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษา เพื่อหาค่าความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้าสู่กรอบผนัง และค่าการนำความร้อนของกรอบผนังอาคารทั้ง 4 แบบ

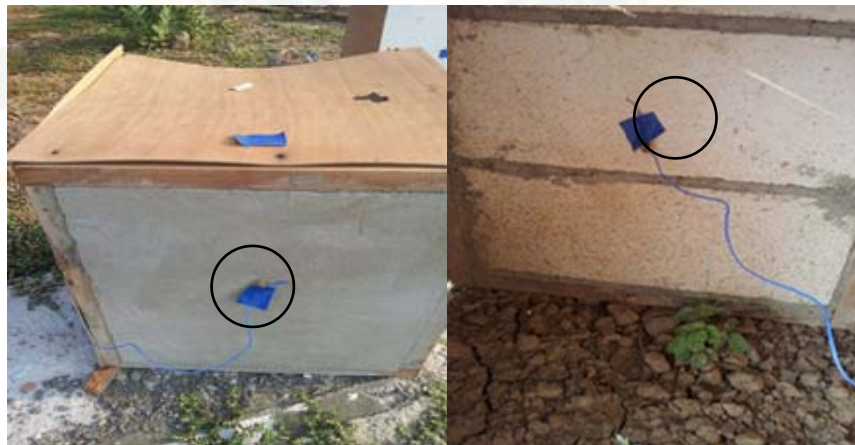
2. วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาค่าความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้าสู่กรอบผนัง และหาค่าการนำความร้อนของกรอบผนังอาคาร 4 ชนิด คือ กรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐฉาบปูนเรียบสองด้าน กรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐฉาบปูนเรียบ กรอบผนังอาคารระบบ EIFS บุปผิวยุรีเทรนนานา 3 นิ้ว และกรอบผนังอาคารแบบซีเมนต์บอร์ดโครงเคร่าเหล็ก บริเวณพื้นที่อาคารศูนย์วิจัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ ลำรางทุ่งกะโล่ ตำบลป่าเป้า อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ เป็นการสร้างผนังจำลองขนาด 60x60 เซนติเมตร โดยค่าความหนาโดยรวมของกรอบผนังอาคารทั้ง 4 แบบจะเท่ากับ 10 เซนติเมตร และวางแผนกรอบผนังเป็นไม้อัดเพื่อเป็นกล่องสี่เหลี่ยมสำหรับการสร้างเงาให้กับจุดวัดอุณหภูมิภายในหรือหลังแบบจำลองกรอบผนังอาคารทุกประเภท ดังรูปที่ 1 กำหนดให้แบบจำลองกรอบผนังอาคารทั้งหมดวางด้านหน้าไปทางทิศใต้เนื่องจากเป็นทิศทางที่มีระยะเวลาในการรับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ยาวนานทั้งวันที่สุด



ภาพที่ 1 แสดงตัวอย่างแบบจำลองกรอบผนังอาคาร

ทำการวัดค่าอุณหภูมิด้านหน้าแบบจำลองกรอบผนังอาคาร และด้านหลังแบบจำลองผนังกรอบอาคาร โดยใช้สาย Thermocouple Type K ร่วมกับการบันทึกค่าด้วย Data logger (GephTech10 Ch) จำนวน 8 จุด วัดอุณหภูมิแดด 1 จุด และวัดอุณหภูมิในร่มอีก 1 จุด ดังรูปที่ 2 ทำการวัดค่าอุณหภูมิตั้งแต่เวลา 7.30 ถึง 17.00 น. เป็นเวลา 7 วันที่มีแดด



ภาพที่ 2 แสดงจุดติดตั้ง สาย Thermocouple Type K ภายนอกและภายในกล่องผนังจำลอง

โดยทำการบันทึกค่าอุณหภูมิทุกชั่วโมง และนำค่าอุณหภูมิที่ได้มาวิเคราะห์ค่าการนำความร้อน คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ต่อหนึ่งพื้นที่ มีหน่วยเป็น W/m^2 ดังสมการที่ 1 [6]

$$Q_x = -KA \frac{dT}{dX} = KA \frac{T_2 - T_1}{\Delta X} \quad (1)$$

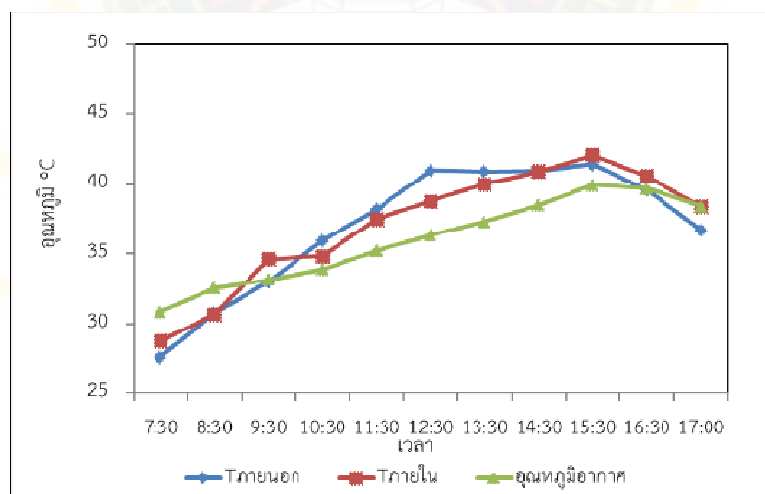
เมื่อ K = ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (W/mK), Q = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (W/m^2), A = พื้นที่หน้าตัดของวัสดุ (m^2), $\frac{dT}{dX}$ = อัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในแนวแกน x มีหน่วยเป็น K/m

โดย ค่าการนำความร้อน K_1 คือค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบ มีค่าเท่ากับ 0.13 W/mK , K_2 คือค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของผนังซีเมนต์บอร์ดโครงเคร่าเหล็กมีค่า

เท่ากับ 0.14 W/mK , K_3 คือค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของผนังเบาระบบ EIFS บุโพลียูรีเทนหนา 3 นิ้ว มีค่าเท่ากับ 0.023 W/mK , และ K_4 คือค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของผนังก่ออิฐมวลฉนวนฉนวนเรียบ มีค่าเท่ากับ 0.035 W/mK

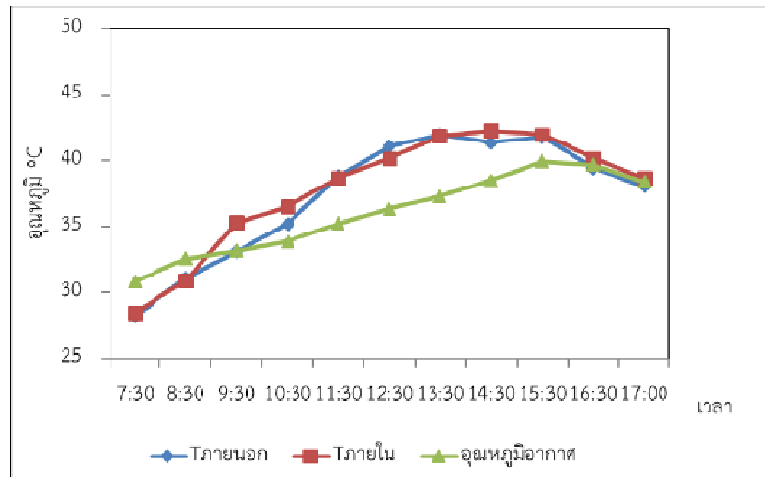
3. ผลการวิจัย

ผลการวัดค่าอุณหภูมิภายนอก ภายใน และอุณหภูมิอากาศ ของแบบจำลองกรอบผนังอาคาร 4 ประเภท แสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 7 วัน โดยการวางแผนจำลองทางด้านทิศใต้ ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของกรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐมวลฉนวนฉนวนเรียบ เฉลี่ย 7 วัน ของผนังภายนอก ผนังภายในและอากาศ โดยการวางแผนจำลองทางด้านทิศใต้ แสดงดังรูปที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิรายชั่วโมง จะเห็นว่าช่วงเวลาช่วงเวลา 10:30 น. ถึง 13:30 น. ผนังภายนอกอุณหภูมิสูงกว่าภายใน ช่วงเวลา 15:30 น. ถึง 16:30 น. อุณหภูมิภายในสูงกว่าภายนอก เปรียบเทียบกับอุณหภูมิความร้อนภายในกล่องจำลองมีผลความต่างกันที่จุดสูงสุดอันดับแรกประมาณ 2.22°C เวลา 12:30 น., รองลงมา คือ 1.69°C เวลา 17:30 น., 1.62°C เวลา 9:30 น., 1.08°C เวลา 10:30 น. และ 1°C เวลา 16:30 น. ตามลำดับ



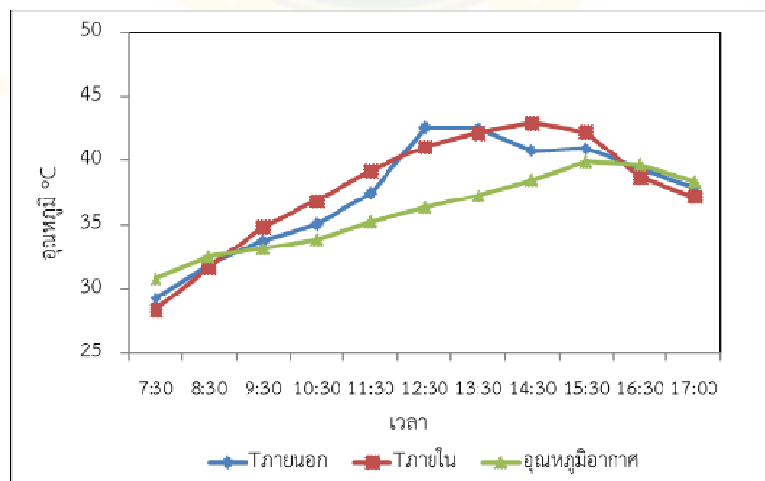
ภาพที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของกรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐมวลฉนวนฉนวนเรียบ

กรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐมวลฉนวนฉนวนเรียบแสดงในรูปที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความต่างอุณหภูมิของผนังก่ออิฐมวลเบาฉนวนฉนวนเรียบ มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิรายชั่วโมงจะเห็นว่าช่วงเวลา 7:30 ถึง 10:30 น. ผนังภายในอุณหภูมิสูงกว่าภายนอก ช่วงเวลา 12:30 น. อุณหภูมิภายนอกสูงกว่าภายใน เกิดจากผนังภายในมีการคายความร้อนจึงทำให้ผนังภายนอกมีอุณหภูมิสูงกว่า อุณหภูมิความร้อนภายในกล่องจำลองมีผลความต่างกันที่จุดสูงสุดอันดับแรกประมาณ 2.21°C เวลา 9:30 น., รองลงมา คือ 1.31°C เวลา 10:30 น., 0.92°C เวลา 12:30 น. และ 14:30 น., 0.75°C เวลา 16:30 น. และ 0.6°C เวลา 17:30 น. ตามลำดับ



ภาพที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของกรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐมวลฉาบปูนเรียบ

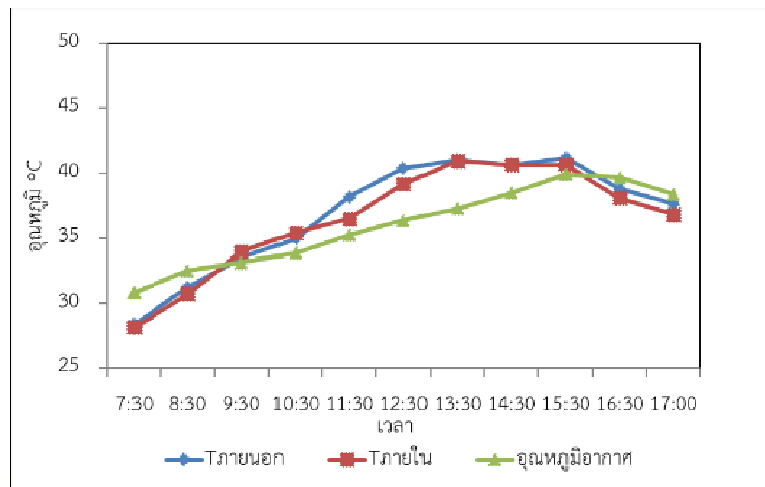
ผลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของกรอบผนังอาคารแบบระบบ EIFS บุปุโหลยี่รีเทรนนหา 3 นิ้ว เฉลี่ย 7 วัน ของผนังภายนอก ผนังภายในและอากาศ โดยการวางผนังจำลองทางด้านทิศใต้แสดงดังรูปที่ 5 จะเห็นว่าช่วงเวลา 7:30 น. ถึง 8:30 น. อุณหภูมิภายนอกสูงกว่าภายใน ช่วงเวลา 9:30 น. ถึง 11:30 น. อุณหภูมิภายในสูงกว่าภายนอกและสลับกันไป เปรียบเทียบกับอุณหภูมิความร้อนภายในกล่องจำลองมีผลความต่างกันที่จุดสูงสุดอันดับแรกประมาณ 2.16°C เวลา 14:30 น., รองลงมา 1.85°C เวลา 10:30 น., 1.74°C เวลา 11:30 น., 1.47°C เวลา 12:30 น. และ 1.26°C เวลา 15:30 น. ตามลำดับ



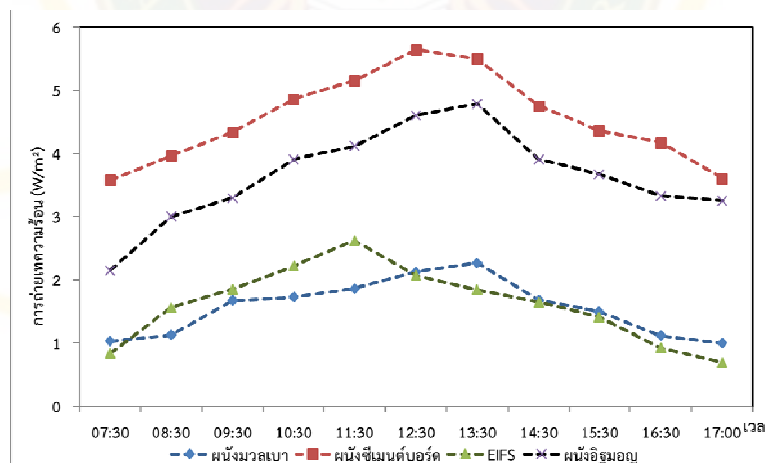
ภาพที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของกรอบผนังอาคารแบบระบบ EIFS บุปุโหลยี่รีเทรนนหา 3 นิ้ว

ผลการทดลองค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 7 วัน ของผนังภายนอก ผนังภายใน และอากาศ โดยการวางผนังจำลองทางด้านทิศใต้และทำการวัดค่าอุณหภูมิ ดังแสดงในรูปที่ 6 ของกรอบผนังอาคารแบบซีเมนต์บอร์ดโครงเคร่าเหล็ก ผลการเปรียบเทียบความต่างอุณหภูมิ มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิรายชั่วโมง จะเห็นว่าช่วงเวลา 7:30 น. ถึง 8:30 น. อุณหภูมิภายนอกสูงกว่าภายใน ช่วง 13:30 ถึง 17:00 น. อุณหภูมิภายในมีค่าสูงกว่าภายนอกเปรียบเทียบกับอุณหภูมิความร้อนภายในกล่องจำลองมีผลความต่างกันที่จุดสูงสุดอันดับแรก

ประมาณ 1.7 °C เวลา 11:30 น., รองลงมา คือ 1.24 °C เวลา 12:30 น., 0.83 °C เวลา 17:30 น., 0.74 °C เวลา 16:30 น. และ 0.51 °C เวลา 15:30 น. ตามลำดับ



ภาพที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของกรอบผนังอาคารแบบซีเมนต์บอร์ดโครงเคร่าเหล็ก



ภาพที่ 7 กราฟแสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกรอบผนัง 4 ประเภท

จากภาพที่ 7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของกรอบผนังอาคารทั้ง 4 ประเภทในหน่วย W/m^2 ในแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่ 7.30 ถึง 17.00 น. ซึ่งได้จากการคำนวณตามสมการที่ 1 คิดเป็นค่าเฉลี่ยจากระยะเวลา 7 วัน ของการเก็บค่าอุณหภูมิ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังแต่ละชนิดจะมีค่าขึ้นลงในแต่ละช่วงเวลาที่ไม่เท่ากัน โดยกรอบผนังอาคารแบบซีเมนต์บอร์ดโครงเคร่าเหล็ก จะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูงสุด โดยมีค่าการถ่ายเทความร้อนช่วง 3.5 – 5.7 W/m^2 กรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐมวลเบาคึ่งแผ่นฉนวนปูนเรียบ จะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูงเป็นลำดับถัดมาคือ ช่วง 2.1 – 4.9 W/m^2 กรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐมวลฉนวนปูนเรียบจะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนช่วง 0.9 – 2.3 W/m^2 และ กรอบผนังอาคารแบบระบบ EIFS บุปโพลียูรีเทนหนา 3 นิ้ว มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ 0.6 – 2.7 W/m^2

4. สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้าสู่กรอบผนัง โดยศึกษาแบบจำลองกรอบของอาคารที่มีวัสดุประกอบที่แตกต่างกัน สำหรับกรอบอาคาร 4 ประเภท คือ กรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐฉาบปูนเรียบสองด้านมีค่าความแตกต่างกันของอุณหภูมิภายในห้องทดสอบและภายนอกห้องทดสอบ เฉลี่ยตั้งแต่ $0.4-1.1^{\circ}\text{C}$ กรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐฉาบปูนเรียบ มีค่าความแตกต่างกันของอุณหภูมิภายในห้องทดสอบและภายนอกห้องทดสอบ เฉลี่ยตั้งแต่ $1.1-4.0^{\circ}\text{C}$ เมื่อนำผลไปเปรียบเทียบกับผลงานวิจัยของ ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล และคณะ[7] สำหรับผนังก่ออิฐฉาบปูนมีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดประมาณ $1-2^{\circ}\text{C}$ กรอบผนังอาคารระบบ EIFS บุโพลียูรีเทนหนา 3 นิ้ว มีค่าความแตกต่างกันของอุณหภูมิภายในห้องทดสอบและภายนอกห้องทดสอบ เฉลี่ยตั้งแต่ $0.3-1.1^{\circ}\text{C}$ และกรอบผนังอาคารแบบซีเมนต์บอร์ดโครงเคร่าเหล็ก มีค่าความแตกต่างกันของอุณหภูมิภายในห้องทดสอบและภายนอกห้องทดสอบ เฉลี่ยตั้งแต่ $2.0-4.0^{\circ}\text{C}$ โดยกรอบผนังอาคารแบบซีเมนต์บอร์ดโครงเคร่าเหล็ก จะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูงสุด กรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐฉาบปูนเรียบ จะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูงเป็นลำดับถัดมา กรอบผนังอาคารแบบก่ออิฐฉาบปูนเรียบและกรอบผนังอาคารแบบระบบ EIFS บุโพลียูรีเทนหนา 3 นิ้ว จะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ใกล้เคียงกันและต่ำที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปแบบของผนังที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่มาก จะมีความต่างระหว่างอุณหภูมิระหว่างวันสูงมาก ทำให้ไม่สามารถกักความร้อนเข้าสู่อาคารได้ จึงเป็นการแสดงให้เห็นว่าผนังที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนมากก็จะนำความร้อนเข้าสู่อาคารได้มาก

เอกสารอ้างอิง

- [1] อำนาจ จันทน์กะพ้อ วิชาญ วิมานจันทร์ และ ปรีดา จันทวงษ์. **การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางความร้อนและวิเคราะห์ต้นทุนของผนังกระจก**, วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2550.
- [2] V. Olgyay. **Design with climate**, Princeton, Princeton University Press, New Jersey, 1969.
- [3] J. Khedari, A. Sangprajak and J. Hirunlabh. **Thailand climatic zones**, Renewable Energy. 2002, vol.25, p. 267–280.
- [4] Y. Zerrin and A.B.Kundakci. **An approach for energy conscious renovation of residential buildings in Istanbul by Trombe wall system**, Building and Environment. 2008, 43, p. 508–517.
- [5] W.K. Chow and Y. Gao. **Thermal stresses on window glasses upon heating**. Construction and Building Materials. 2008, 22, p. 2157–2164.

- [6] S. Wasananon. **Simulation of Temperature Distribution and Heat Transfer in a Building with Ventilation System using Computational Fluid Dynamics**, Master's thesis in Engineering, School of Energy, Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi. 2005.
- [7] ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล. **สีและการลดความร้อนในอาคาร**, วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีที่ 12 ประจำปี 2556, หน้า 112-118.