

การศึกษาการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร
กรณีศึกษา วัสดุไม้ประกอบพลาสติก
A Study of Heat Transfer Through Building Walls:
Case Study of Wood Plastic Composite

อมลวรรณ แสนนวล* ศุภรา ศรีเผด็จ** และชรินทร์ ทิพย์ภาส***
Amonwan Saennual, Sutta Sripadej and Chanin Thipyophas

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน ของวัสดุไม้ประกอบพลาสติกที่ใช้ภายนอกอาคาร โดยเป็นวัสดุที่ทำจากไม้และพลาสติกเพื่อลดการใช้ไม้จริง มีความสวยงามคงทนมากกว่า ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือ ชนิด A มีความหนา 25 มิลลิเมตร ชนิด B มีความหนา 18 มิลลิเมตร และ ชนิด C มีความหนา 12 มิลลิเมตร เพื่อให้ทราบถึงความสามารถในการลดการส่งผ่านความร้อนให้กับผนังอาคาร การทดสอบจึงนำมาประยุกต์ใช้กับผนังวัสดุก่ออาคารทั่วไป ได้แก่ ผนังอิฐบล็อก ผนังอิฐมวลเบา และผนังคอนกรีตมวลเบา โดยการสร้างกล่องทดสอบวัดค่าอุณหภูมิต่างๆ พบว่า เมื่อนำวัสดุไม้ประกอบพลาสติกมาประยุกต์ใช้กับผนังก่อแล้วมีผลทำให้อุณหภูมิภายในกล่องทดสอบมีค่าต่ำกว่ากรณีที่ไม่ใช้วัสดุปิดผิวใดๆ และมีอัตราการหน่วงเหนี่ยวความร้อนเพิ่มขึ้น ส่วนอัตราการหน่วงเหนี่ยวความร้อนพบว่า ผนังคอนกรีตมวลเบา มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนจากเดิม 2 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นเป็น 5 ชั่วโมง ส่วนอิฐบล็อกพบว่า มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนจากเดิม 2 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นเป็น 5 ชั่วโมงเช่นกัน ส่วนอิฐมวลเบาพบว่า มีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนจากเดิม 1 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นเป็น 3 ชั่วโมง ช่วงเวลาในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนที่นานขึ้นจะส่งผลดีต่อผู้ใช้อาคารในเวลากลางวัน แต่จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อเข้าสู่เวลากลางคืนเนื่องจากผนังคายความร้อนที่สะสมไว้ออกมา เมื่อคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของไม้ประกอบพลาสติกกับผนังวัสดุก่อต่างๆ พบว่า ผนังคอนกรีตมวลเบา มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ $0.837 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ผนังอิฐมวลเบาเท่ากับ $1.087 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ และผนังอิฐบล็อกมีค่าเท่ากับ $1.088 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ตามลำดับ ซึ่งสรุปได้ว่าการใช้วัสดุไม้ประกอบพลาสติกทำให้ความร้อนจากภายนอกอาคารเข้าสู่อาคารได้น้อยลง และอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบมีค่าต่ำกว่าการไม่ใช้วัสดุปิดผิวใดๆ เลย

* นักศึกษา หลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

E-mail: zociis@gmail.com

** อาจารย์ประจำ หลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

*** อาจารย์ประจำ หลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the heat transfer of the exterior wood plastic composite (WPC). WPC is made from wood and plastic, it designed to reduce the use of wood and this is more durable. These falls into three forms: type A with a thickness of 25 mm, type B with a thickness of 18 mm and type C with a thickness of 12 mm to determine the ability to reduce heat transfer to walls. WPC was installed as wall finishing on three wall materials which are concrete block, red brick and autoclaved aerated concrete. The experiment was executed by creating the test chamber measuring the temperature. The result showed that the time lag has increase when to use WPC with wall materials, temperature inside the test box is lower than not using the composite. The time lag of autoclaved aerated concrete increased from 2 hours to 5 hours, from 2 hours to 5 hours with concrete block and from 1 hour to 3 hours with red brick. The increase of time lag is benefit to users of the building during the day time, but during the night time the temperature inside the test box had increased due to heat transfer through building walls. When calculating the coefficient of heat transfer of materials, the autoclaved aerated concrete had the lowest U-value is 0.837 W/(m².K), the red brick had 1.087 W/(m².K) and the concrete block had 1.088 W/(m².K). In conclusion, the study results demonstrated that the wood plastic composite can reduce heat-gain and made the lower temperatures inside the test chamber compared to not using the composite material.

คำสำคัญ: การถ่ายเทความร้อน การต้านทานความร้อน การหน่วงเหนี่ยวความร้อน วัสดุไม้ประกอบพลาสติก

Keywords: Heat Transfer, Thermal Resistance, Time Lag, Wood Plastic Composite

บทนำ

สถานการณ์การใช้พลังงานของประเทศไทยในปัจจุบันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพลังงานหลักได้มาจากถ่านหิน น้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ ซึ่งนับวันมีแต่จะลดปริมาณลงเรื่อยๆ และมีแนวโน้มว่าจะหมดไป จึงมีกระแสการลดการใช้พลังงานขึ้น โดยประเทศไทยมีการใช้พลังงานในอาคารถึงร้อยละ 15.1 ของการใช้พลังงานทั้งหมด (ศูนย์สารสนเทศข้อมูลพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2556) ทำให้สภาพอากาศของประเทศไทยมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น ทรัพยากรธรรมชาติและป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ถูกนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ที่มนุษย์ต้องการ เป็นเหตุให้สภาพอากาศเปลี่ยนแปลง และปัญหาเรื่องความร้อนที่เพิ่มสูงขึ้น มีผลกระทบต่อสภาพความเป็นอยู่อาคารบ้านเรือนต่างๆ ยังได้รับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งจะเกิดการสะสมความร้อนขึ้น และถ่ายเทไปยังส่วนด้านในอาคาร ผู้อยู่อาศัยจึงเลือกที่จะใช้วิธีการปรับอากาศมากกว่าการแก้ปัญหาที่ต้นเหตุ มีการสิ้นเปลืองพลังงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าการเพิ่มเกราะป้องกันความร้อนน่าจะเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารได้ลดลง ปัจจุบันไม้ประกอบพลาสติก (Wood Plastic Composite : WPC) จึงถูกผลิตขึ้นเพื่อทดแทนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ เป็นการนำพลาสติก (โพลีเมอร์) มาผสมกับเส้นใยไม้ จากนั้นนำมาอัดและขึ้นรูปเลียนแบบขนาดไม้จริง ทั้งคุณสมบัติและรูปลักษณ์ก็ดูเหมือนพลาสติกมากกว่าไม้ โดยมีทั้งแบบที่ภายในกลวงและตันทั้งชิ้น สามารถนำมาตัดเลื่อยหรือดอกตะปูได้เหมือนไม้ และมีความยืดหยุ่นสูง ทนทานต่อความชื้นและน้ำ อายุการใช้งานยาวนาน และยังสามารถเอามาใช้งานได้

อย่างหลากหลายเช่น พื้น ประตู รั้ว หรือ แม้แต่โครงสร้าง ดังนั้นผู้วิจัยเห็นว่า วัสดุชนิดนี้ น่าจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ได้ แต่จำเป็นที่จะต้องมีการเลือกใช้ชนิดและลักษณะของวัสดุนี้ให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ปัจจุบันวัสดุไม้ประกอบพลาสติกดังกล่าวนิยมนำมาใช้กรุผนังภายนอก และมีวิธีการติดตั้ง 2 วิธี คือ (1) แบบที่ไม่ใช้โครงเคร่า (2) แบบที่ใช้โครงเคร่า (ดูเพิ่มเติมใน Green Resources Material High Performance Green Building System, 2011) โดยสามารถติดตั้งในการใช้งานจริงได้ทั้งสองรูปแบบ ซึ่งทั้งสองรูปแบบมีความเป็นไปได้ในการลดความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่จะเข้ามาয়อาคารได้ในระดับหนึ่ง ส่งผลให้เจ้าของอาคารและผู้ใช้อาคารสามารถนำไปเลือกใช้งานกับอาคารของตนเองได้ตามความต้องการ โดยไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการปรับอากาศมากเกินไปจนความจำเป็น ดังนั้นงานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความสามารถในการป้องกันความร้อนได้มากขึ้น เช่น ทำให้มีส่วนเว้าหรือนูนของผิวผนังเพื่อเกิดการบังเงาที่ผิวของวัสดุเอง เป็นต้น

วัตถุประสงค์งานวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบผลการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร กรณีศึกษาวัสดุไม้ประกอบพลาสติก นั้นมีวัตถุประสงค์การวิจัยคือ

1. เพื่อศึกษาการถ่ายเทความร้อนและค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของวัสดุไม้ประกอบพลาสติก
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการนำความร้อนของผนังวัสดุก่อ และประสิทธิภาพการนำความร้อนของการนำวัสดุไม้ประกอบพลาสติกมาใช้ปิดผิวผนังวัสดุก่อชนิดต่างๆ

วิธีการดำเนินการวิจัย

การทดลองการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร ใช้กล่องทดสอบด้านความร้อนมีคุณสมบัติเป็นฉนวนที่ดี เพื่อลดผลกระทบจากปริมาณความร้อนที่เข้าสู่กล่องทดสอบ จึงเลือกใช้กล่องทดลองที่ทำจากโฟมโพลีสไตรีนที่มีคุณสมบัติค่าการนำความร้อนต่ำและป้องกันความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายใน และยังทนต่อความชื้นและการซึมผ่านของน้ำได้เป็นอย่างดี (สินีรัตน์, 2537) โดยกล่องทดลองนั้นมีขนาด 0.90 เมตร x 0.90 เมตร x 0.90 เมตร กว้างหนา 0.15 เมตร โดยมีพื้นที่บริเวณช่องเปิดด้านหน้าสำหรับการติดตั้งวัสดุทดสอบเท่ากับ 0.60 เมตร x 0.60 เมตร (อุทัย, 2543) โดยทำการทดลอง ณ ชั้นดาดฟ้าอาคารกลางน้ำ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยวางกล่องทดลองทั้ง 3 กล่องให้หันไปในทางทิศใต้ แต่ละกล่องวางห่างกัน 2 เมตร เพื่อไม่ให้เงาของกล่องทดลองแต่ละกล่องนั้นพาดผ่านกัน ทำการวัดอุณหภูมิอากาศภายในกล่องและภายนอกกล่องทดลอง



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะกล่องทดสอบและวิธีการทดสอบด้านความร้อน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดสอบที่ 1 การทดสอบการต้านทานความร้อนของวัสดุไม้ประกอบพลาสติก



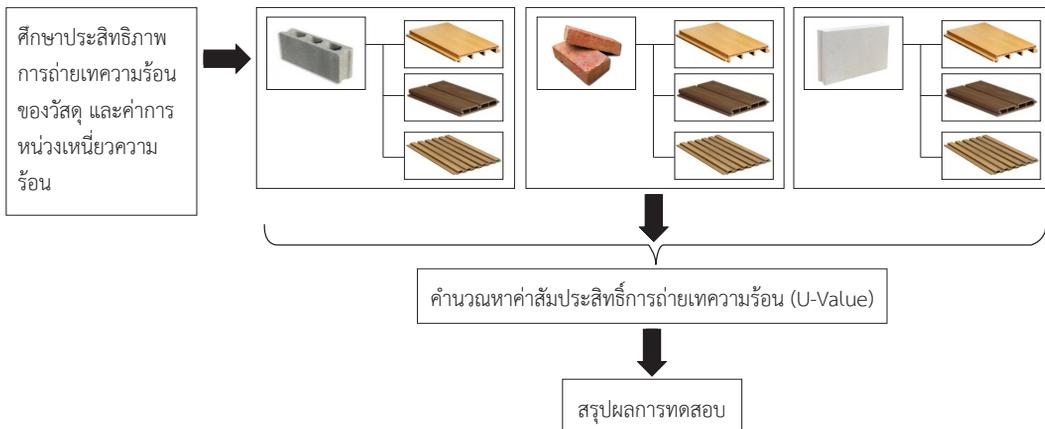
*นำวัสดุไม้ประกอบพลาสติกเข้าทดสอบการนำความร้อน (k) ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2558

การทดสอบที่ 2 การทดสอบการถ่ายเทความร้อนและการหน่วงเหนี่ยวความร้อน



**ข้อมูลจากประกาศกระทรวงพลังงานเรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆ ของอาคาร

การทดสอบที่ 3 การประยุกต์ใช้วัสดุไม้ประกอบพลาสติกกับวัสดุผนังก่อ โดยการทดสอบการประสิทธิภาพการนำความร้อนการหน่วงเหนี่ยวความร้อน



ในการทดสอบแต่ละการทดสอบจะบันทึกผลทุกๆ 30 นาที เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หันกล่องไปทางทิศใต้ และทำการวัดอุณหภูมิในตำแหน่งดังนี้ (1) อุณหภูมิผนังภายนอก (2) อุณหภูมิผิวผนังภายใน (3) อุณหภูมิอากาศภายใน (4) อุณหภูมิอากาศภายนอก (วันเอก, 2539)

ผลการทดสอบ

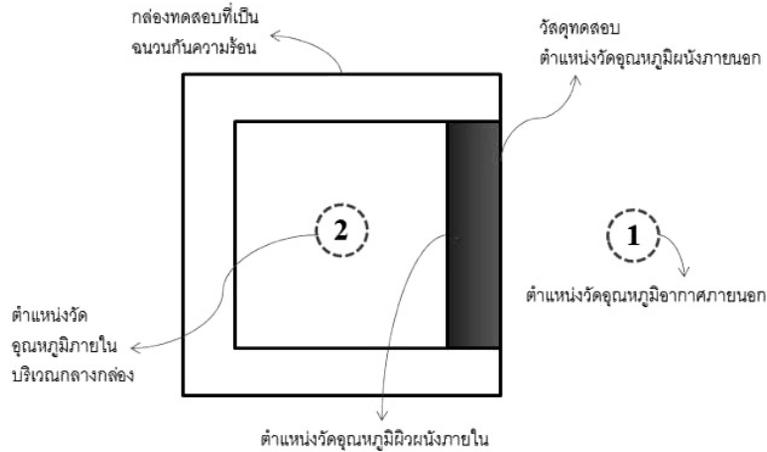
การทดสอบที่ 1 คำนวณค่าการต้านทานความร้อนของผนังวัสดุไม้ประกอบพลาสติกด้านนอกอาคาร

นำวัสดุเข้าทดสอบที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อหาค่า k ได้เท่ากับ 0.0430 W/m.K และนำมาคำนวณหาค่าการต้านทานความร้อน (Thermal Resistance) จากสูตร $R = \frac{\Delta x}{k}$ ซึ่งได้ดังนี้

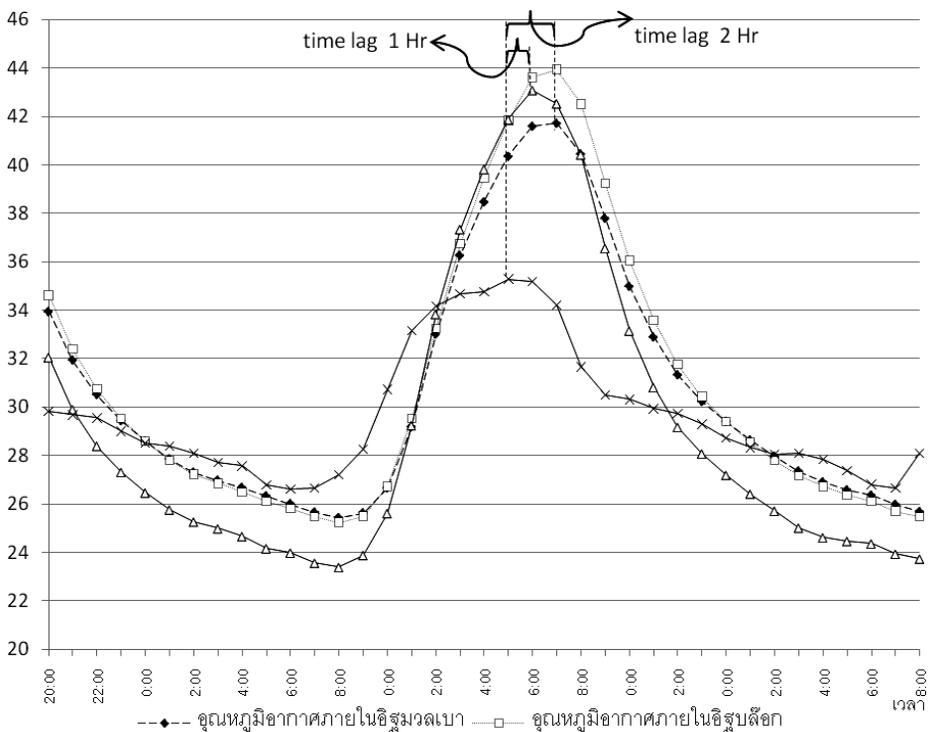
ตารางที่ 1 แสดงค่าการต้านทานการนำความร้อนของผนังวัสดุไม้ทั้ง 3 ชนิด

ความหนา	A (หนา 25 ม.ม.)	B (หนา 18 ม.ม.)	C (หนา 12 ม.ม.)
ค่าการต้านทานการนำความร้อน ($m^2.K/W$)	0.580	0.418	0.280

การทดสอบที่ 2 การทดสอบการถ่ายเทความร้อนและการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของวัสดุก๊อทั้ง 3 ชนิด



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะรูปตัดของกล่องทดสอบและตำแหน่งการวัดอุณหภูมิ



ภาพที่ 3 แสดงอุณหภูมิส่วนต่างๆ ภายในกล่องทดสอบวัสดุผนังทั้ง 3 ชนิด

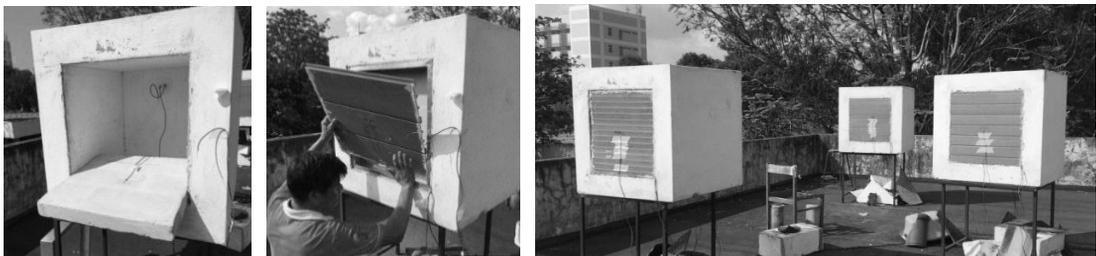
จากการทดสอบการถ่ายเทความร้อนและการห้วงเหี่ยวความร้อนของวัสดุทั้ง 3 ชนิด พบว่า ตอนเช้าผนังได้รับความร้อนจะมีการเปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิผิวภายนอกอย่างรวดเร็ว ทำให้ความร้อนเริ่มสะสมภายในเนื้อวัสดุอย่างต่อเนื่อง เมื่อเข้าสู่ช่วงบ่ายปริมาณความร้อนจะเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้วัสดุก่อมวลเบามีอุณหภูมิผิวภายนอกสูงสุด เนื่องจากวัสดุก่อมวลเบามีความหนาแน่นน้อยกว่าผนังคอนกรีตบล็อก และผนังอิฐมวลฉนวน จึงสามารถรับปริมาณความร้อนได้มากกว่า และพบว่าช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิอากาศสูงสุด เป็นช่วงเดียวกับที่อุณหภูมิผิวภายนอกของวัสดุแต่ละชนิดขึ้นสูงสุดเช่นกัน เช่นเดียวกับอุณหภูมิผิวภายใน พบว่ามีแนวโน้มเดียวกับลักษณะของอุณหภูมิผิวภายนอก นั่นคือผนังคอนกรีตมวลเบามีค่าความแตกต่างของอุณหภูมิน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณารายการอุณหภูมิอากาศในเวลากลางวัน อุณหภูมิภายในกล่องทดสอบของผนังคอนกรีตมวลเบาจะมีค่าต่ำสุด คือ 41.73 °C อิฐมวลฉนวน มีค่า 43.09 °C และอิฐบล็อก มีค่า 43.94 °C ตามลำดับ ในทางกลับกันในเวลา กลางคืน ผนังคอนกรีตมวลเบากลับมีอุณหภูมิสูงกว่าผนังชนิดอื่นๆ เนื่องจากผนังคอนกรีตมวลเบาคายความร้อนที่สะสมในเนื้อวัสดุออกมา จึงส่งผลให้มีอุณหภูมิภายในสูงกว่าภายนอก

การห้วงเหี่ยวความร้อนของวัสดุพบว่า คอนกรีตมวลเบาและคอนกรีตบล็อกมีการห้วงเหี่ยวความร้อนเท่ากัน ซึ่งทำให้ในเวลากลางวัน อุณหภูมิภายในกล่องทดสอบของผนังคอนกรีตมวลเบาน้อยกว่ากล่องอื่นๆ โดยคอนกรีตมวลเบามีค่าการห้วงเหี่ยวความร้อนอยู่ที่ 2 ชั่วโมง อิฐบล็อก 2 ชั่วโมง และ อิฐมวลฉนวน 1 ชั่วโมงตามลำดับ

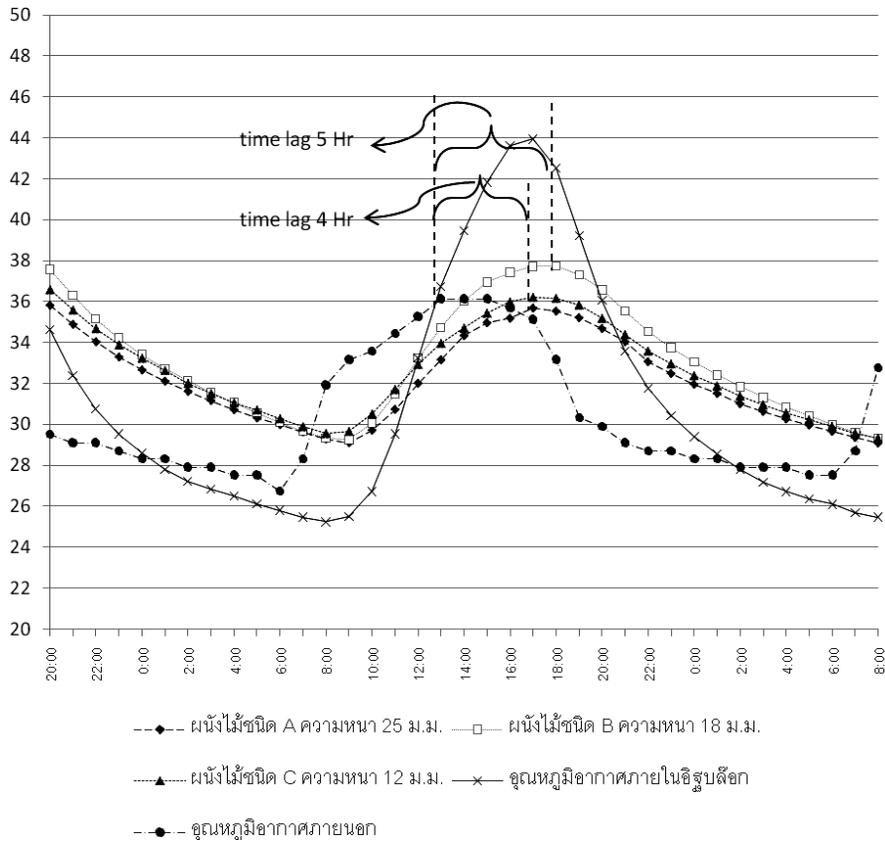
การทดสอบที่ 3 การทดสอบการส่งผ่านความร้อนและการห้วงเหี่ยวความร้อนโดยประยุกต์ใช้วัสดุไม้ประกอบพลาสติก

ในการทดสอบนี้จะนำวัสดุไม้ประกอบพลาสติกมาประยุกต์ใช้กับวัสดุผนังก่อทั้ง 3 ชนิดในข้างต้น โดยแบ่งผนังไม้ประกอบพลาสติกเป็น 3 รูปแบบ ดังแผนภาพการเก็บข้อมูล



ภาพที่ 4 แสดงการติดตั้งวัสดุผนังก่อและการติดตั้งวัสดุไม้ประกอบพลาสติก

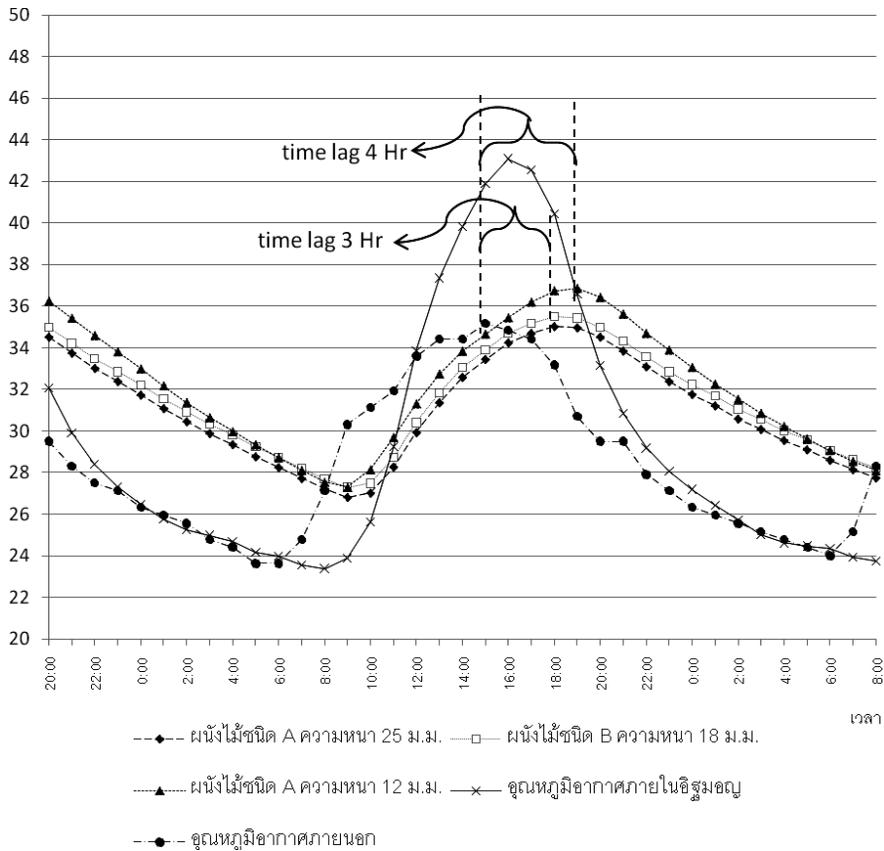
การทดสอบที่ 2.1 กรณีผนังอิฐบล็อก



ภาพที่ 5 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบเมื่อนำวัสดุไม้ประกอบพลาสติกมาใช้กับวัสดุคอนกรีตบล็อก

จากการทดสอบ พบว่าในเวลากลางวัน อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก เนื่องจากการสะสมความร้อนในเนื้อวัสดุ และในเวลาเย็นที่อุณหภูมิอากาศลดลง วัสดุจะเกิดการคายความร้อนขึ้น เป็นผลทำให้มีอุณหภูมิภายในสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ โดยเรียงลำดับของผนังที่ทำให้อุณหภูมิภายในกล่องมีค่าน้อยสุดไปยังมากที่สุด ได้แก่ ผนังชนิด A = 36.78 °C ผนังชนิด B = 38.78 °C ผนังชนิด C = 37.83 °C

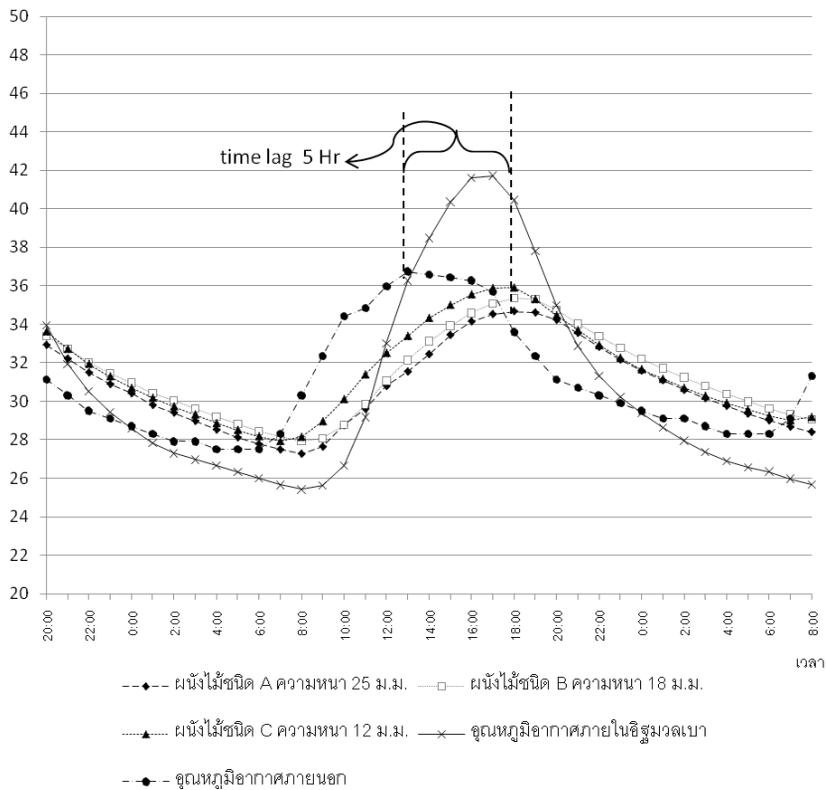
การทดสอบที่ 2.2 กรณีผนังอิฐมวลแดง



ภาพที่ 6 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบเมื่อนำวัสดุไม่ประกอบพลาสติกมาใช้กับวัสดุผนังอิฐมวลแดง

จากการทดสอบ พบว่า ในเวลากลางวันจะมีอุณหภูมิเฉลี่ยภายในต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ เฉพาะผนังชนิด A และ B เท่านั้น เนื่องจาก ผนังชนิด C มีความหนาน้อย จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการป้องกันการความร้อนต่ำกว่าผนังชนิดอื่นๆ โดยเรียงลำดับของผนังที่ทำให้อุณหภูมิภายในกล่องมีค่าน้อยสุดไปยังมากที่สุด ได้แก่ ผนังชนิด A = 36.29 °C ผนังชนิด B = 36.76 °C ผนังชนิด C = 38.05 °C

การทดสอบที่ 2.3. กรณีผนังอิฐมวลเบา



ภาพที่ 7 แสดงอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบเมื่อนำวัสดุไม้ประกอบพลาสติกมาใช้กับผนังอิฐมวลเบา

จากการทดสอบ พบว่า โดยเฉลี่ยแล้ววัสดุไม้ประกอบพลาสติกทุกชนิดทำให้อุณหภูมิภายในกล่องทดสอบมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก จนกระทั่งถึงตอนเย็น แต่จะมีค่ามากกว่าอุณหภูมิอากาศเมื่อเข้าสู่เวลากลางคืน เนื่องจากวัสดุเริ่มมีการคายความร้อน โดยเรียงลำดับของผนังที่ทำให้อุณหภูมิภายในกล่องมีค่าน้อยสุดไปยังมากที่สุด ได้แก่ ผนังชนิด A = 35.12 °C ผนังชนิด B = 36.68 °C ผนังชนิด C = 37.15 °C

สรุปผลการทดสอบ

จากการศึกษาวิจัยประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของผนังวัสดุผนังก่อ พบว่า เมื่อผนังทุกชนิดได้รับความร้อนในตอนเช้าเป็นผลทำให้ผิวผนังภายนอกได้รับความร้อนเพิ่มขึ้น และมีการสะสมความร้อนในเนื้อวัสดุ เป็นผลทำให้มีอุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ แต่ในตอนเย็นเมื่ออุณหภูมิลดลงวัสดุคายความร้อนที่ถูกสะสมอยู่ในเนื้อวัสดุออกมา เป็นผลทำให้อุณหภูมิอากาศภายในกล่องทดสอบลดลงไปเช่นกัน (อุทัย, 2543) ถ้าเปรียบเทียบอุณหภูมิในเวลากลางวันจะพบว่า วัสดุผนังที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด คือ วัสดุผนังคอนกรีตมวลเบา 41.73 °C วัสดุผนังอิฐมวล 43.09 °C และวัสดุผนังคอนกรีตบล็อก 43.94 °C ตามลำดับ

จากการทดสอบที่ 3 การส่งผ่านความร้อนและการหน่วงเหนี่ยวความร้อนโดยประยุกต์ใช้วัสดุไม้ประกอบพลาสติกกับวัสดุผนังก่อทั้ง 3 ชนิดแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงค่าอุณหภูมิสูงสุดภายในกล่องทดสอบของผนังแต่ละชนิด

ชนิดของผนัง	อุณหภูมิสูงสุดในกล่องทดสอบของผนังแต่ละชนิด (°C)		
	อิฐบล็อก	อิฐมอญ	อิฐมวลเบา
A (หนา 25 มม.)	36.87	36.29	36.52
B (หนา 18 มม.)	38.78	36.76	36.68
C (หนา 12 มม.)	38.78	38.05	37.15

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในของวัสดุผนังก่อดังกล่าว พบว่า เมื่อนำวัสดุโพลีเอทิลีนประกอบพลาสติกมาใช้กับวัสดุผนังก่อดังกล่าว วัสดุแต่ละชนิดจะมีผลทำให้อุณหภูมิภายในลดลงจากกรณีที่ไม่มีการปิดผิวใดๆ เลย โดยพบว่าผนังที่มีอิทธิพลต่อการป้องกันความร้อนมากที่สุดคือ ผนังชนิด A ชนิด B และชนิด C ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงค่าปริมาณพื้นที่ใต้กราฟช่วงเวลาวัสดุผนังป้องกันความร้อน

ชนิดของผนัง	ปริมาณพื้นที่ใต้กราฟ (หน่วย)		
	อิฐบล็อก	อิฐมอญ	อิฐมวลเบา
A (หนา 25 มม.)	23.97	37.17	41.73
B (หนา 18 มม.)	16.48	32.55	36.94
C (หนา 12 มม.)	18.29	26.21	25.61

จากการทดสอบประสิทธิภาพลดการนำความร้อนพบว่าในเวลา 08:00 น ถึง 16:00 น คือช่วงเวลาที่ทำให้ผนังแต่ละชนิดได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ โดยสามารถคิดค่าประหยัดพลังงานจากปริมาณพื้นที่ใต้แผนภูมิช่วงเวลาวัสดุผนังป้องกันความร้อนนั้นได้ดังตาราง โดยพื้นที่ที่มีค่ามากแสดงถึงความสามารถในการป้องกันความร้อนได้ดี

ตารางที่ 4 แสดงค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของการนำวัสดุโพลีเอทิลีนประกอบพลาสติกทั้ง 3 ชนิดมาประยุกต์ใช้กับผนังก่อดังกล่าว

ชนิดของผนัง	ค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (ชั่วโมง)					
	อิฐบล็อก		อิฐมอญแดง		อิฐมวลเบา	
	กรณีไม่มีวัสดุปิดผิว	กรณีมีวัสดุปิดผิว	กรณีไม่มีวัสดุปิดผิว	กรณีมีวัสดุปิดผิว	กรณีไม่มีวัสดุปิดผิว	กรณีมีวัสดุปิดผิว
A (หนา 25 มม.)	2.00	4.00	1.00	3.00	2.00	5.00
B (หนา 18 มม.)	2.00	5.00	1.00	3.00	2.00	5.00
C (หนา 12 มม.)	2.00	4.00	1.00	4.00	2.00	5.00

จากการทดสอบการหน่วงเหนี่ยวความร้อน พบว่าผนังชนิด A สามารถเพิ่มการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของผนังให้เพิ่มมากขึ้น เพราะการบุผิวผนังด้านนอกจะช่วยให้ผนังมีความหนาเพิ่มขึ้น และเกิดการถ่ายเทของอากาศมากขึ้น ดังนั้นผนังอิฐมวลเบา และผนังอิฐบล็อกจะมีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนเฉลี่ยอยู่ที่ 5 ชั่วโมง ผนังอิฐมอญแดง 3-4 ชั่วโมง เท่านั้น

ตารางที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-Value) ของการนำวัสดุไม้ประกอบพลาสติกทั้ง 3 ชนิดมา
ใช้กับผนังก่อชนิดต่างๆ

ชนิดของผนัง	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-Value) หน่วย W/(m ² .K)		
	อิฐบล็อก	อิฐมวลเบา	อิฐมวลเบา
A หนา 25 มม.	1.088	1.087	0.837
B หนา 18 มม.	1.318	1.316	0.966
C หนา 12 มม.	1.616	1.613	1.117

จากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-value) จากสมการ (พัฒนา, 2558)

$$U = \frac{1}{R_T}$$

โดย R_T คือ ค่าความต้านทานรวม ซึ่งหาได้จากสมการ

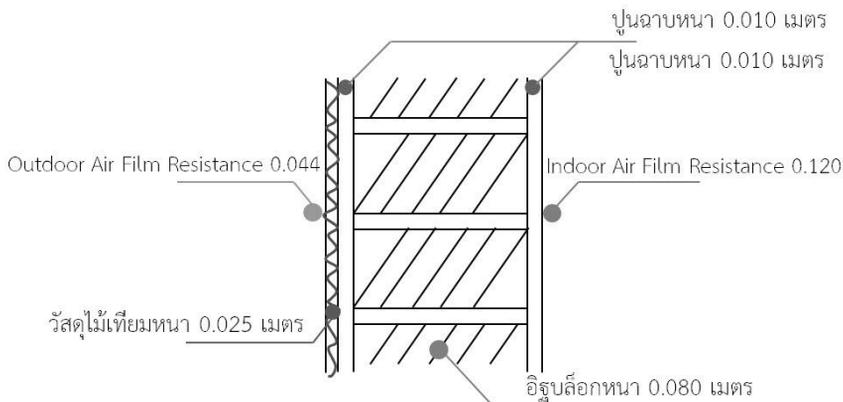
$$R = \frac{\Delta X}{k}$$

โดย R คือ ค่าความต้านทานการนำความร้อน (m².K/W)

ΔX คือ ความหนาของวัสดุ (m)

k คือ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ (W/m.K)

ตัวอย่างการคำนวณ



ภาพที่ 8 แสดงชั้นของวัสดุในการทดสอบเพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-value)

จากสูตร
$$U = \frac{1}{R_T} \text{ ---- ①}$$

$$R = \frac{\Delta X}{k} \text{ ---- ②}$$

หา ปูนฉาบ จากสมการ ②

จะได้
$$R_{\text{ปูนฉาบ}} = \frac{0.010 \text{ m}}{0.720 \text{ W/m}^2\text{C}}$$

$$= 0.014 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

หา อิฐบล็อก จากสมการ ②

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } R_{\text{อิฐบล็อก}} &= \frac{0.080 \text{ m}}{0.546 \text{ W/m}^2\cdot\text{C}} \\ &= 0.147 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \end{aligned}$$

หา ไม้เทียม จากสมการ ②

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } R_{\text{ไม้เทียม}} &= \frac{0.025 \text{ m}}{0.043 \text{ W/m}^2\cdot\text{C}} \\ &= 0.580 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore R_T &= 0.044 + 0.580 + 0.014 + 0.147 + 0.014 + 0.12 \\ &= 0.919 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \end{aligned}$$

ดังนั้น จากสมการ ① จะได้ $U = \frac{1}{R_T}$

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{0.919 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}} \\ &= 1.088 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} \end{aligned}$$

∴ U ของอิฐบล็อกที่ใช้กับผนังชนิด A ความหนา 25 มิลลิเมตร เท่ากับ 1.088 W/m²·K

พบว่า ผนังก่อจะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-value) ต่ำที่สุด เมื่อมีการประยุกต์ใช้กับผนังชนิด A ความหนา 25 มิลลิเมตร ซึ่งหมายความว่า ความร้อนจะสามารถผ่านผนังอาคารได้น้อยลง โดยพบว่า เมื่อผนังมีความหนาเพิ่มขึ้น ทำให้ความร้อนเข้าสู่อาคารได้น้อยลง เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมีค่าต่ำกว่าผนังที่มีความหนาน้อย ซึ่งผนังคอนกรีตมวลเบาที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำที่สุดเท่ากับ 0.837 W/m²·K ผนังอิฐมวลฉนวนมีค่าเท่ากับ 1.087 W/m²·K และผนังอิฐบล็อกมีค่าเท่ากับ 1.088 W/m²·K

ดังนั้นจากผลการทดลองสรุปได้ว่า เมื่อใช้วัสดุไม่ประกอบพลาสติกที่ความหนา 25 มิลลิเมตร จะมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนได้ดีที่สุด ซึ่งวัสดุไม่ประกอบพลาสติกที่ความหนา มาก จะมีความสามารถในการต้านทานความร้อนได้ดีกว่าที่ความหนาอื่นๆ และมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้นาน เนื่องจากผนังที่มีความหนามากกว่าจะมีค่าความจุความร้อนมาก (ณัฐกานต์, 2543) เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับวัสดุก่อชนิดต่างๆ ทำให้มีความสามารถในการต้านทานความร้อนเพิ่มขึ้น และรักษาอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบได้คงที่กว่าผนังที่มีความหนาน้อย ซึ่งเหมาะกับอาคารที่ใช้งานในช่วงเวลากลางวัน ส่วนในเวลากลางคืนผนังไม่ประกอบพลาสติกจะมีผลทำให้อุณหภูมิภายในกล่องทดสอบมีค่าสูง เนื่องจากอุณหภูมิอากาศภายนอกลดลง ผนังที่สะสมความร้อนอยู่จะถ่ายเทความร้อนออกมา ซึ่งไม่เหมาะสมกับการใช้งานอาคารในช่วงเวลากลางคืน ฉะนั้นแล้วการใช้วัสดุไม่ประกอบพลาสติกนั้น เปรียบเสมือนเป็นการสร้างเกราะป้องกันความร้อนที่จะเข้าสู่ผิวอาคารอีกชั้นหนึ่ง ทำให้ภายในอาคารมีอุณหภูมิต่ำกว่าอาคารที่ไม่มีการปกป้องผิวผนังด้านนอกใดๆ เลย อีกทั้งยังมีความแข็งแรง สวยงามคงทน ลดปัญหาการใช้ไม้จริงไปได้ ดังนั้นการประยุกต์ใช้สามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น ปรับเปลี่ยนทิศทางการติดตั้งวัสดุเพื่อให้อันแสงได้ด้วย การติดตั้งร่วมกับโครงคร่าวเพื่อให้มีการระบายอากาศได้ดีขึ้น หรือมีการออกแบบเพื่อช่วยลดความร้อนของอาคารด้วย เช่น การจัดพื้นที่ทางภูมิสถาปัตยกรรม การจัดพื้นที่ห้องต่างๆ ให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศเขตร้อน เป็นต้น (สมสิทธิ์, 2541)

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ ได้รับการสนับสนุนผลิตภัณฑ์และงบประมาณในการศึกษาทดลองจาก บริษัท จีอาร์เอ็ม (ประเทศไทย) จำกัด

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐกานต์ เกษประทุม. 2543. “พฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารที่มีมวลสารมาก”. **วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**
- วันเอก กิจสมใจ. 2539. “ปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวภายนอกของผนังอาคาร”. **วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.**
- สมสิทธิ์ นิตยยะ. 2541. **หลักการออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศแบบร้อนชื้น**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สินีรัตน์ ภัทรธรรมกุล. 2537. “ผลของมวลสารและสีของผนังต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร”. **วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.**
- อุทัย สุจิตกุลวงศ์. 2543. “การศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังวัสดุก่อของอาคารพักอาศัยในเขตร้อนชื้น”. **วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**
- Stoever, H.J. 1941. **Applied Heat Transmission**. New York : McGraw Hill.

ฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

- พัฒนา รัตนาวาทอง. 2558. วิธีการคำนวณ OTTV ภาคทฤษฎี ตอนที่ 2: U-Value และ TDeq. [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 26 เมษายน 2559]. เข้าถึงได้จาก: <http://maipatana.me/วิธีการคำนวณ-ottv-ภาคทฤษฎี2-u-value-tdeq/>
- Green Resources Material High Performance Green Building System. 2011. [Online][Cited 27 October 2015]. Available from: http://biowoodthailand.com/English/download/catalog_biowood.pdf.

