

การศึกษาอุณหภูมิจากการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร
เพื่อนำเสนอแนวทางการออกแบบและปรับปรุงผนังประสิทธิภาพสูง สำหรับเรือนไทย
พื้นถิ่นล้านนาในเขตภูมิอากาศร้อนชื้น

The Study of Temperature from Heat Transfer through Building Envelopes
to Design Guidelines and Renovation High-performance Wall for Thai Lanna
Vernacular Houses in Hot-humid Climate

วุฒิกานต์ ประพรหม¹

Received: July 1, 2019

Revised: September 30, 2019

Accepted: October 15, 2019

บทคัดย่อ

เรือนไทยพื้นถิ่นเป็นสถาปัตยกรรมไทยที่หาได้ยากและทรงคุณค่าแก่การอนุรักษ์เป็นมรดกทางวัฒนธรรม ซึ่งปัจจุบันอาจไม่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยจริง เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นกว่าเกณฑ์สบายของมนุษย์ ตลอดทั้งปี การสำรวจกลุ่มตัวอย่างเรือนไทยพื้นถิ่นล้านนา พบว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในตัวเรือน เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนของผิววัสดุผนังโดนแดด เพดาน และพื้น มีระดับอุณหภูมิผิวเฉลี่ยสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 4.5°C และ 1.1°C ตามลำดับ ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศภายในตัวเรือนที่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก 3.4°C งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะลดการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุผนังไม้ เพื่อควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในให้ใกล้เคียงสภาวะน่าสบายของมนุษย์

กระบวนการวิจัย ได้มีการเก็บข้อมูลอุณหภูมิผิววัสดุผนังไม้ เพดานไม้ และพื้นไม้ ตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร และออกแบบ-ปรับปรุงผนังเพื่อลดการแผ่รังสีความร้อนจากผิววัสดุ ประเมินผลการใช้พลังงานจากระบบปรับอากาศ ผลวิจัยพบว่า วัสดุไม้ที่ใช้ทำฝาผนัง เพดาน และพื้น มีความหนา $3/4"$ และ $1.5"$ ตามลำดับ มีค่าความจุความร้อนของวัสดุต่ำ วัสดุไม่มีความสามารถในการหน่วงความร้อน ส่งผลให้อุณหภูมิผิววัสดุสูงกว่าอุณหภูมิอากาศและถ่ายเทสู่ตัวเรือนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าโดยการแผ่รังสีความร้อน การออกแบบ-ปรับปรุงผนังให้มีประสิทธิภาพการป้องกันความร้อน ควรเพิ่มวัสดุที่มีคุณสมบัติต้านทานความร้อน ระหว่างช่องว่างโครงสร้างไม้ เช่น ฉนวนกันความร้อน โฟม และปิดทับด้วยแผ่นยิปซัมบอร์ด จะช่วยให้อุณหภูมิผิวภายในลดลง ลดการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารเทียบเท่าแอร์ $7,522\text{ Btu/hr}$ อุณหภูมิอากาศภายในตัวเรือนใกล้เคียงเกณฑ์สบายของมนุษย์ การกระทำเช่นนี้ของระบบปรับอากาศลดลง 87% จะเห็นได้ว่า การปรับปรุงผนังประสิทธิภาพสูงสามารถลดอิทธิพลการแผ่รังสีความร้อนจากผิววัสดุ และมีความเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยจริงของมนุษย์ภายใต้สภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้นยุคปัจจุบันเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งสามารถต่อยอดสู่การออกแบบ-ปรับปรุงเรือนไทยพื้นถิ่นในภูมิภาคอื่นได้

คำสำคัญ: เรือนไทยพื้นถิ่นล้านนา ผนังประสิทธิภาพสูง การถ่ายเทความร้อน ออกแบบ-ปรับปรุง

¹ สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Abstract

Thai vernacular architecture is considered as a rare and valuable Thai cultural heritage. Nowadays, the Thai vernacular forms and materials are no longer suitable for today context and living conditions. The increase in average air temperature in a year-round condition is above an average human comfort zone. The survey of Thai-Lanna vernacular houses found that the impact of indoor air temperature change is caused by heat radiation through surface material of wall, ceiling and floor. This makes the average surface temperature higher than outside air temperature by 4.5 °C and 1.1 °C, respectively. As result, inside air temperature is 3.4 °C higher than outside air temperature. This study aims to reduce heat transfer from wood walls in order to control inside air temperature as to approach the human comfort zone.

The research method comprised 1) collecting data of surface temperatures of wall, ceiling and floor, over a 24-hour period and analyzing heat transfer through building envelope in each time period, 2) designing building envelope materials to reduce effects of heat transfer, and 3) evaluating energy used in the cooling load of the air conditioning systems. The study found that wood walls, 3/4", 1" and 1.5" thick, have low specific heat capacity. The wood material is unable to cause a heat lag, causing inside surface temperature to be higher than outside air temperature, and heat transfer into the house through radiation. The design of high-performance wall should add materials with higher heat resistance between wood structure. Using insulation and gypsum can help to reduce heat transfer equivalent to air conditioners by 7,522 Btu/hr. Indoor air temperature reached reach the human comfort zone and cooling load decreased by 87%. Thus, high-performance wall for Thai vernacular houses is suitable for the present living condition in hot-humid climate.

Keywords: Thai Lanna Vernacular Houses, High-performance Wall, Heat Transfer, Design-renovation

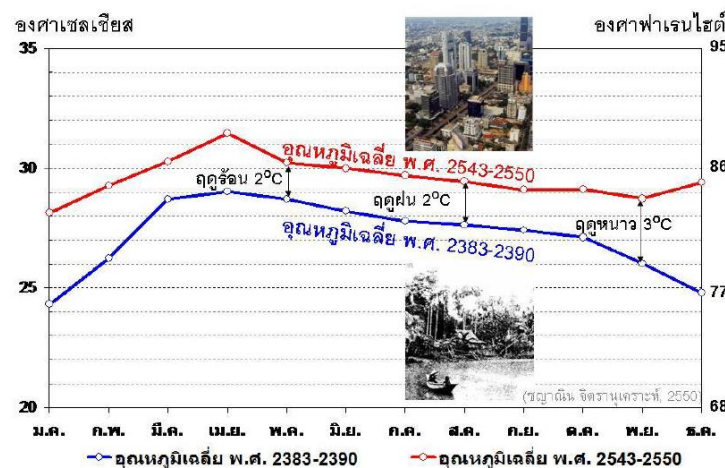
1. บทนำ

สถาปัตยกรรมไทย เป็นรูปแบบอาคารบ้านเรือนที่สร้างขึ้นมาจากภูมิปัญญาคนไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในอดีต ลักษณะสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันจะบ่งบอกถึงเอกลักษณ์ทางสถาปัตยกรรมไทยของแต่ละพื้นที่ เรียกว่าสถาปัตยกรรมไทยพื้นถิ่น (Thai Vernacular Architecture) ไม่ว่าจะเป็นรูปทรงทางสถาปัตยกรรม โครงสร้าง ตลอดจนการใช้วัสดุ เป็นต้น แต่ปัจจุบัน สภาพแวดล้อมเกิดการเปลี่ยนแปลงโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจากปรากฏการณ์สภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Effect) รูปที่ 1 แสดงให้เห็นถึงข้อมูลอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยของประเทศไทยในอดีตระหว่างปี พ.ศ. 2383-2390 (Bowring, 1969) เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในปัจจุบัน ระหว่างปี พ.ศ. 2543-2550 (ชญาณีน จิตรานูเคราะห์, 2550) พบว่า อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยในปัจจุบันสูงขึ้นกว่าอดีตตลอดทั้งปี โดยเฉพาะเดือนเมษายน (ฤดูร้อน) มีอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงขึ้น 2.4 องศาเซลเซียส และเดือนพฤษภาคม (ฤดูหนาว) สูงขึ้น 3 องศาเซลเซียส ส่วนเดือนสิงหาคม (ฤดูฝน) สูงขึ้น 2 องศาเซลเซียส ซึ่งมีระดับอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์สบายของมนุษย์ (Human Comfort Zone) ตลอดทั้งปี (วุฒิกานต์ ประพรหม, 2559)

ลักษณะดังกล่าว ส่งผลต่อการดำรงอยู่ของสถาปัตยกรรมไทยพื้นถิ่นในยุคปัจจุบัน ที่ไม่สามารถป้องกันอิทธิพลสภาพแวดล้อมเหล่านั้นได้ โดยเฉพาะการป้องกันอิทธิพลความร้อนจากดวงอาทิตย์และบริบททางกายภาพจากสภาพแวดล้อมภายนอกผ่านกรอบอาคารซึ่งเป็นวัสดุไม้ที่มีค่าความจุความร้อน (Heat Capacity) ต่ำ สุนทร บุญญธิการ, วรสันต์ บุรณากาญจน์, รวิษ วรรณประเสริฐ, ณรงค์ฤทธิ์ จินต์จันทร์, สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ และนัฐพล จิรัฐติกาลกิจ (2554) พบว่าดวงอาทิตย์เป็นแหล่งอิทธิพลความร้อนหลักของสภาพแวดล้อม การตกกระทบของแสงจากดวงอาทิตย์กับพื้นผิววัสดุทึบแสงใด ๆ พลังงานแสงจะแปรเปลี่ยนเป็นคลื่นความร้อน ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิววัสดุ Puraprom (2018) พบว่าการตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์กับผิววัสดุในสภาพแวดล้อมเดียวกันในช่วงเวลาเดียวส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง

อุณหภูมิผิววัสดุแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติความจุความร้อนของวัสดุแต่ละชนิด วัสดุที่มีค่าความจุความร้อนต่ำ เช่น ไม้ จะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวสูง เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบผิวไม้โดยตรงจะเกิดการสะสมปริมาณความร้อนในเนื้อวัสดุจนเต็มความจุ ทำให้อุณหภูมิผิวไม้เพิ่มขึ้นสูงมากกว่าอุณหภูมิอากาศ ส่งผลให้เกิดการถ่ายเทความร้อนสู่สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าโดยการแผ่รังสีความร้อน การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศภายในตัวเรือนไม้จะสูงมากกว่าอาคารที่เป็นวัสดุก่ออิฐฉาบปูน เนื่องจากวัสดุไม้มีความหนาและความจุความร้อนต่ำกว่าวัสดุก่ออิฐฉาบปูนทำให้มีระยะเวลาการหน่วงความร้อน (Time Lag) ที่สั้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศภายในตัวเรือนเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์ สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจผู้คนที่อยู่อาศัยภายใต้เรือนไทยพื้นถิ่นล้านนา พบว่าช่วงเวลากลางวันจะไม่มีการใช้สอยบนเรือนเนื่องจากภายในตัวเรือนชั้นบนมีอากาศร้อน และสภาพแวดล้อมปัจจุบันมีอุณหภูมิอากาศเพิ่มสูงขึ้นกว่าในอดีตมาก จึงไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่บนเรือนในช่วงเวลากลางวันได้ สาเหตุดังกล่าวเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ส่งผลทำให้คนในชุมชนปฏิเสธรการดำรงชีวิตอยู่ภายใต้เรือนไทยพื้นถิ่น ทำให้เรือนไทยพื้นถิ่นในสภาพแวดล้อมปัจจุบันลดจำนวนลง การปรับเปลี่ยน-รื้อถอนเรือนไทยพื้นถิ่นวัสดุไม้เป็นเรือนสมัยใหม่วัสดุก่ออิฐฉาบปูนเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนทำให้เรือนไทยพื้นถิ่นดั้งเดิมหาได้ยาก

เปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยในอดีตกับปัจจุบัน (ระยะเวลา160 ปี)



รูปที่ 1 ระดับความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศเฉลี่ย ปี พ.ศ. 2383-2390 กับ พ.ศ. 2543-2550
ที่มา: ชญาณิน จิตราญเคราะห์ (2550)

ปัจจุบัน เรือนไทยพื้นถิ่นเป็นสถาปัตยกรรมไทยที่ทรงคุณค่าและสมควรอนุรักษ์เป็นมรดกทางวัฒนธรรม สามารถพบเห็นได้ในพิพิธภัณฑ์เรือนไทยพื้นถิ่นล้านนา พิพิธภัณฑ์เรือนโบราณในมหาวิทยาลัย และพิพิธภัณฑ์ประจำจังหวัด เป็นต้น การจำลองรูปแบบทางสถาปัตยกรรมที่สร้างมาจากสภาพเรือนไม้จริง เพื่อให้คนรุ่นหลังได้ศึกษาถึงภูมิปัญญาจากฐานข้อมูล รูปแบบการก่อสร้าง และประติมากรรม 3 มิติ แต่ไม่สามารถอาศัยอยู่ได้จริงในสภาพแวดล้อมปัจจุบัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมที่แตกต่างจากอดีตไม่ว่าจะเป็น (1) อุณหภูมิอากาศ (2) ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ (3) อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ ล้วนอยู่นอกเขตสบายของมนุษย์ รวมทั้งมลภาวะทางกลิ่น เสียง และความปลอดภัย (สุนทร บุญญาธิการ, 2542) รูปที่ 2 แสดงให้เห็นถึงสภาพเรือนไทยพื้นถิ่นล้านนา ในพิพิธภัณฑ์เรือนโบราณล้านนา สำนักส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ยังคงสภาพเรือนไทยพื้นถิ่นได้อย่างสมบูรณ์สำหรับการศึกษา แต่ไม่มีการอาศัยอยู่จริง เพื่อการอนุรักษ์อย่างยั่งยืน มีการคัดสรรและมอบรางวัลชุมชนอนุรักษ์ดีเด่นด้านสถาปัตยกรรมไทยพื้นถิ่นล้านนาให้กับชุมชนบ้านต้นแห่น้อย อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ จากสมาคมสถาปนิกสยาม (ล้านนา) ในพระบรมราชูปถัมภ์ ซึ่งเป็นชุมชนเก่าแก่ บ้านเรือนส่วนใหญ่ของชุมชนประกอบไปด้วยเรือนไทยพื้นถิ่นที่มีการอาศัยอยู่จริง มีสภาพทางสถาปัตยกรรมครบสมบูรณ์ ซึ่งจะใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเพื่อศึกษาและเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในอาคารจากอิทธิพลการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารสำหรับเรือนไทยพื้นถิ่นล้านนาในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นได้



รูปที่ 2 พิพิธภัณฑสถานเรือนโบราณล้านนา สำนักส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ที่มา: สำนักส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม มช. (2016)

งานวิจัยสำรวจอิทธิพลการแผ่รังสีความร้อนของกรอบอาคารเรือนไทยพื้นถิ่นกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผนังไม้ พื้นไม้ และเพดานไม้ ที่ส่งผลถึงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในตัวเรือน วิเคราะห์การถ่ายเทปริมาณความร้อนผ่านวัสดุผนังไม้ และออกแบบ-ปรับปรุงเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนที่ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศภายในเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งประเมินประสิทธิภาพผนังที่ได้รับการออกแบบ-ปรับปรุง ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผนังประสิทธิภาพสูงที่ได้จากผลการวิจัย จะเป็นแนวทางในการออกแบบ-ปรับปรุงเรือนไทยพื้นถิ่นที่สามารถลดการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุไม้ ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในลดลงใกล้เคียงสภาวะน่าสบายของมนุษย์ ส่งผลต่อการประหยัด พลังงานในระบบปรับอากาศ และการดำรงอยู่อย่างยั่งยืนของคนในชุมชนภายใต้เรือนไทยพื้นถิ่นล้านนาในยุคสภาวะอากาศเปลี่ยนแปลงได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 ศึกษาการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร ที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศภายในเรือนไทยพื้นถิ่นล้านนา

2.2 ออกแบบ-ปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร เพื่อลดอิทธิพลการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุ และประเมินประสิทธิภาพการลดใช้พลังงานจากระบบปรับอากาศ เปรียบเทียบกับเรือนไทยพื้นถิ่นล้านนาทั่วไป

3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ดำเนินงานภายใต้กรอบทฤษฎีของการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุ ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในตัวเรือนไทยพื้นถิ่น มุ่งเน้นศึกษาแหล่งปริมาณความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกตัวเรือนถ่ายเทผ่านวัสดุไม้ ที่ใช้เป็นกรอบอาคารของเรือนไทยพื้นถิ่นล้านนาโบราณ ซึ่งในสภาพแวดล้อมปัจจุบัน อิทธิพลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายนอกเพิ่มสูงขึ้นกว่าในอดีต (อรศิริ ปาณินท์, 2546) การป้องกันอิทธิพลการถ่ายเทความร้อนโดยวัสดุไม้จึงไม่สามารถทำได้ในสภาพแวดล้อมยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะวัสดุผนังไม้ มีค่าความจุความร้อนต่ำ (Heat Capacity) การตกกระทบของรังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรงจะส่งผลทำให้อุณหภูมิผิววัสดุเพิ่มสูงขึ้น การถ่ายเทความร้อนจากผิววัสดุโดยการแผ่รังสีความร้อน จะส่งผลทำให้อุณหภูมิอากาศภายในเพิ่มสูงขึ้น

การออกแบบ-ปรับปรุงกรอบอาคารที่มีประสิทธิภาพการกักความร้อนสูง จึงต้องใช้วัสดุอื่นทดแทน/เพิ่มเติมเพื่อชะลอการถ่ายเทความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอก การเพิ่มจำนวนชั้น (Layer) ของวัสดุที่มากขึ้น จะสามารถสกัดกั้นการถ่ายเทความร้อนได้ เนื่องจาก แต่ละวัสดุที่นำมาใช้ มีคุณสมบัติการต้านทานความร้อน (R) สูงกว่าวัสดุไม้ จะมีผลทำให้

ค่าการต้านทานความร้อนรวม (Total R) เพิ่มขึ้น เมื่อวัสดุมีประสิทธิภาพในการต้านทานความร้อนสูงขึ้น จะส่งผลทำให้ปริมาณความร้อนจากภายนอกเดินทางสู่ภายในห้อง วัสดุมีความสามารถในการหน่วงเวลา (Time Lag) เพิ่มขึ้น อุณหภูมิผิวภายในลดลงใกล้เคียงอุณหภูมิอากาศ ส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศภายในตัวเรือนและความรู้สึกเหมือนของมนุษย์ (Human Sensation) จากปัจจัยอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) ใกล้เคียงสภาวะน่าสบายของมนุษย์ (Human Comfort) เพิ่มขึ้น

การประเมินประสิทธิภาพผนังในการป้องกันความร้อน สามารถคำนวณได้จากภาระการทำความเย็น (Cooling load) ของระบบปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส เพื่อควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในตัวเรือนให้อยู่ในเขตสบายของมนุษย์ เปรียบเทียบกับเรือนไทยพื้นถิ่นทั่วไป จากตัวแปรที่มีอิทธิพล (ASHRAE, 2007) ได้แก่

- 1) การถ่ายเทความร้อนของวัสดุ (U)
- 2) พื้นที่ผิวเปลือกอาคาร (A)
- 3) ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศระหว่างภายใน-ภายนอก (Δt)

การศึกษากลุ่มตัวอย่างดังกล่าวจะนำไปสู่ผลลัพธ์ คือ ลดความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในตัวเรือนที่เกิดจากอิทธิพลการแผ่รังสีความร้อนจากวัสดุกรอบอาคาร ส่งผลต่อการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศที่ลดลง และความคงอยู่แบบยั่งยืนของสถาปัตยกรรมไทยพื้นถิ่นล้านนาในสภาพแวดล้อมปัจจุบัน อีกทั้งสามารถประยุกต์ผลการวิจัยสู่การออกแบบ-ปรับปรุงเรือนไทยพื้นถิ่นในภูมิภาคอื่น

4. วิธีการวิจัย เครื่องมือวิจัย และระเบียบวิธีวิจัย

4.1 สํารวจอุณหภูมิผิวภายในเรือนไทยพื้นถิ่น 12 กลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไปและสภาวะน่าสบายของมนุษย์

ผู้วิจัยได้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเรือนไทยพื้นถิ่นล้านนาในชุมชนต้นแหลมน้อย ซึ่งได้รับรางวัลชุมชนอนุรักษ์ดีเด่น ทางด้านสถาปัตยกรรมไทยพื้นถิ่นล้านนา จากสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ และสามารถใช้เป็นตัวแทนเรือนไทยพื้นถิ่นล้านนาที่ยังคงเหลือในปัจจุบันและทรงคุณค่าแก่การอนุรักษ์ การคัดเลือกตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่คัดเลือกเรือนไทยพื้นถิ่นดั้งเดิมที่ก่อสร้างก่อนปี พ.ศ. 2500 ที่มีการอยู่อาศัยจริงและคงสภาพเดิมมากที่สุด จำนวน 12 ตัวอย่าง ในรูปที่ 3 ซึ่งมีลักษณะเป็นเรือนไม้ยกสูง ใต้ถุนโล่ง หลังคาทรงปั้นหยาผสมจั่ว ข้อมูลที่ใช้ในการสำรวจเบื้องต้นประกอบด้วย

- 4.1.1 อุณหภูมิอากาศทั่วไป
- 4.1.2 อุณหภูมิผิววัสดุผนัง พื้น และเพดาน ภายในเรือนไทยพื้นถิ่น

ข้อมูลดังกล่าวจะเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป เพื่อวิเคราะห์ถึงปริมาณความร้อนที่ส่งผลทำให้อุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกจากอิทธิพลการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุกรอบอาคารและการแผ่รังสีความร้อนของพื้นผิวภายในอาคาร



รูปที่ 3 แสดงลักษณะรูปแบบเรือนไทยพื้นถิ่นล้านนากลุ่มตัวอย่าง บ้านต้นแห่น้อย
อ.สันป่าตอง จ.เชียงใหม่ จำนวน 12 ตัวอย่าง ที่ก่อสร้างก่อนปี พ.ศ.2500

4.2 เก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายใน อุณหภูมิผิววัสดุ เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป และวิเคราะห์อิทธิพลการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุรอบอาคาร

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายใน อุณหภูมิผิวภายใน ซึ่งเป็นวัสดุรอบอาคารที่ป้องกันรังสีความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอก ได้แก่ อุณหภูมิผิวผนัง ทั้ง 4 ด้าน อุณหภูมิผิวพื้น และอุณหภูมิผิวเพดาน เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป ตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุดังกล่าวในแต่ละช่วงเวลา

4.3 ออกแบบ-ปรับปรุงผนังเรือนไทยพื้นถิ่นเพื่อลดอิทธิพลการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุ และประเมินประสิทธิภาพการทำความเย็นจากระบบปรับอากาศ

ออกแบบ-ปรับปรุงผนังเรือนไทยเดิม โดยอาศัยวัสดุที่มีค่าการต้านทานความร้อนสูง และสามารถหาได้ตามท้องตลาด ได้แก่ ฉนวนใยแก้วกันความร้อน (Fiber Glass) ที่มีขนาดความหนาเท่ากับโครงผนังไม้ (3-4") ปิดทับด้วยแผ่นยิปซัมกันความร้อน และคำนวณค่าภาระการทำความเย็น (Cooling Load) ของระบบปรับอากาศผ่านผนังดังกล่าว เปรียบเทียบกับเรือนไทยพื้นถิ่นล้านนาทั่วไป

4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (รูปที่ 4)

- 4.4.1 เครื่องบันทึกอุณหภูมิอากาศและปริมาณความชื้นสัมพัทธ์
- 4.4.2 เครื่องวัดอุณหภูมิผิวระยะไกล
- 4.4.3 เครื่องวัดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์



รูปที่ 4 เครื่องบันทึกอุณหภูมิอากาศและปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ รุ่น EXTECH SD500 (ซ้าย) เครื่องวัดอุณหภูมิผิวระยะไกล รุ่น EXTECH 42512 Dual Laser (กลาง) และเครื่องวัดปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ รุ่น TES-1333 (ขวา) ที่ใช้ในการวิจัย

5. ผลการวิจัยหรือการศึกษา

การสำรวจข้อมูลการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารกลุ่มตัวอย่างเรือนไทยพื้นถิ่น พบว่าวัสดุไม้ที่ใช้เป็นกรอบอาคารมีระดับอุณหภูมิผิวสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไปทุกหลัง แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนของวัสดุไม้ในสภาพแวดล้อมปัจจุบันไม่มีความเหมาะสม อีกทั้ง เมื่อวัสดุกรอบอาคารมีอุณหภูมิผิวสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ จะส่งผลถึงวัสดุสามารถเป็นตัวกลางในการนำความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้ ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในตัวเรือนเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าอุณหภูมิของอากาศภายนอก เปรียบเสมือนเตาความร้อนที่มีการแผ่รังสีความร้อนโดยรอบจากวัสดุกรอบอาคาร

เมื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในตัวเรือน จะมีระดับการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดทั้งวัน โดยเฉพาะช่วงเวลากลางวันมีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศระหว่างภายใน-ภายนอกสูงและสะสมภายในตัวเรือนจนถึงช่วงเวลาค่ำ ส่วนอุณหภูมิผิวภายในมีการเปลี่ยนแปลงในระดับสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในและอุณหภูมิอากาศทั่วไปทุกชั่วโมง โดยเฉพาะช่วงเวลาที่กรอบอาคารได้รับการตกกระทบจากรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง จะเกิดการถ่ายเทความร้อนสู่ภายในอย่างรวดเร็ว อิทธิพลดังกล่าวเกิดจากตัวแปรความจุความร้อนและค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุกรอบอาคาร

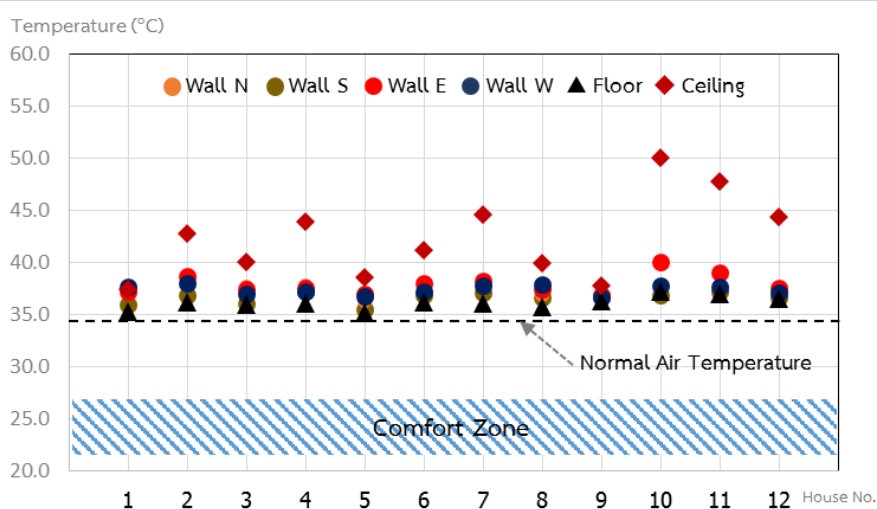
การออกแบบปรับปรุงวัสดุดังกล่าว จึงต้องเพิ่มความจุความร้อนรวมของวัสดุให้มีมวลสารหนาและมากขึ้นกว่าวัสดุเดิม โดยวัสดุดังกล่าวต้องมีคุณสมบัติการต้านทานความร้อนสูง เพื่อชะลอการถ่ายเทความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกหรือมีระยะเวลาการหน่วงความร้อนสู่ภายในที่นานขึ้น แนวทางการออกแบบ-ปรับปรุงดังกล่าวจะส่งผลทำให้ปริมาณความร้อนจากภายนอกเดินทางเข้าสู่ภายในได้น้อยลง ลดภาระการทำความเย็นจากระบบปรับอากาศลงสูงสุด 87% และเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อยอดสู่การปรับปรุงเรือนไทยในภูมิภาคอื่น ๆ ให้มีความเหมาะสมกับยุคสภาวะอากาศเปลี่ยนแปลง

5.1 ข้อมูลอุณหภูมิอากาศภายในเรือนไทยพื้นถิ่น 12 กลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไปและสภาวะนำสบายของมนุษย์

จากการสำรวจข้อมูลการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารกลุ่มตัวอย่างเรือนไทยพื้นถิ่น จำนวน 12 หลัง ในช่วงเวลา 12:00-13:00 น. พบว่าทุกหลังมีระดับอุณหภูมิผิวภายในกรอบอาคารสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไปและสูงกว่าสภาวะนำสบายของมนุษย์ ระดับอุณหภูมิผิววัสดุที่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศจะบ่งบอกถึงการถ่ายเทความร้อนจากผิววัสดุกรอบอาคารสู่ภายในตัวเรือน จากรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าอิทธิพลความร้อนจากวัสดุผนังหลังคา (กรณีไม่มีฝ้าเพดาน) ในช่วงเวลากลางวันจะมีอุณหภูมิผิวใต้หลังคาสูงถึง 50 องศาเซลเซียส ส่วนเรือนที่มีฝ้าเพดานเป็นวัสดุไม้ จะมีอุณหภูมิผิวไม้เฉลี่ย 37.4 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิผนังภายในที่เป็นกรอบอาคารจะมีอุณหภูมิผิวสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทุกด้าน ผนังที่ได้รับร่มเงาจากชายคา จะมีอุณหภูมิผิวภายในเฉลี่ย 34.3 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก 3.7 องศาเซลเซียส ส่วนผนังที่ได้รับการตกกระทบของแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์ จะมีอุณหภูมิผิวภายในสูงถึง 49 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศภายนอก 18.4 องศาเซลเซียส (ระดับอุณหภูมิผิวภายนอก 52.6 องศาเซลเซียส) ลักษณะ

ความแตกต่างของอุณหภูมิผิวและอุณหภูมิอากาศ จะส่งผลถึงอิทธิพลการถ่ายเทปริมาณความร้อนสู่ภายในตัวเรือนที่มากและรวดเร็ว ส่วนอุณหภูมิผิวพื้นมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศ โดยจำนวนกลุ่มตัวอย่างจะมีอุณหภูมิผิวพื้นเฉลี่ย 32.2 องศาเซลเซียส สูงกว่าอุณหภูมิของอากาศ 1.6 องศาเซลเซียส

จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลความร้อนจากกรอบอาคารเรือนไทยพื้นถิ่นที่เป็นวัสดุไม้ซึ่งมีอุณหภูมิผิวสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศทุกด้าน ลักษณะนี้ จะทำให้เกิดการแผ่รังสีความร้อนมาสู่ตัวเรือนในทุกทิศทางและตลอดเวลา เปรียบเสมือนผนังร้อนที่ล้อมรอบผู้อยู่อาศัยในทุกขณะ ส่งผลต่อสภาวะน่าสบายของมนุษย์ภายใต้เรือนไทยพื้นถิ่นในสภาพแวดล้อมปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์ผู้อยู่อาศัยที่ส่วนมากเป็นวัยชรา พบว่า ในช่วงเวลากลางวันจะไม่มีกิจกรรมใด ๆ บนเรือน เนื่องจากภายในตัวเรือนชั้นบนมีอากาศร้อน แต่จะทำกิจกรรมในช่วงเวลากลางวันบริเวณใต้ถุนเรือน ส่วนบนเรือนจะใช้ในการหลบร้อนช่วงเวลากลางคืนเท่านั้น



รูปที่ 5 ระดับอุณหภูมิผิวกรอบอาคารภายในเรือนไทยพื้นถิ่นกลุ่มตัวอย่าง 12 ตัวอย่าง
เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป

5.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายใน อุณหภูมิผิววัสดุ เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป และวิเคราะห์อิทธิพลการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุกรอบอาคาร

ระดับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไปตลอด 24 ชั่วโมง เมื่อสำรวจแหล่งปริมาณความร้อนในช่วงเวลากลางวัน พบว่าอุณหภูมิผิวผนัง เพดาน และพื้น มีระดับสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในแสดงถึง อิทธิพลการถ่ายเทความร้อนจากผิววัสดุสู่อากาศภายในตัวเรือนเกิดขึ้นตลอดเวลา เนื่องจากเรือนไทยพื้นถิ่นมีวัสดุกรอบอาคารเป็นวัสดุไม้ มีค่าความจุความร้อนต่ำ การที่วัสดุได้รับปริมาณรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ จะทำให้วัสดุมีอุณหภูมิผิวภายนอกสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไปและถ่ายเทสู่ภายในซึ่งมีอุณหภูมิอากาศต่ำกว่าอย่างรวดเร็วและตลอดเวลา ส่งผลทำให้ระดับอุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป

5.2.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในเรือนไทยพื้นถิ่น เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในเรือนไทยพื้นถิ่น อยู่ในระดับสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป และมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาล้อยตามอุณหภูมิอากาศภายนอก กล่าวคือ อุณหภูมิผิววัสดุไม้จะเปลี่ยนแปลงตามอิทธิพลสภาพแวดล้อม จากรูปที่ 6 ช่วงเวลาเช้า (7:00-8:00 น.) ผนังด้านทิศตะวันออกได้รับการตกกระทบจากรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง ส่งผลให้ค่าอุณหภูมิผิวเฉลี่ยภายในเพิ่มขึ้นสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศมาก การถ่ายเทความร้อนจากผิววัสดุสู่อากาศภายในตัวเรือนจะสะสมตั้งแต่ช่วงเช้า และสูงสุดในช่วงเวลา 14.00 น. (สูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป 3.4 องศาเซลเซียส) หลังจากนั้นอุณหภูมิผิววัสดุจะค่อย ๆ ลดระดับลงตามอิทธิพลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศทั่วไป ส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศภายในตัวเรือนลดลงอย่างช้า ๆ ในช่วงเวลาเย็น (16:00-17:00 น.) ระดับอุณหภูมิผิวเฉลี่ย

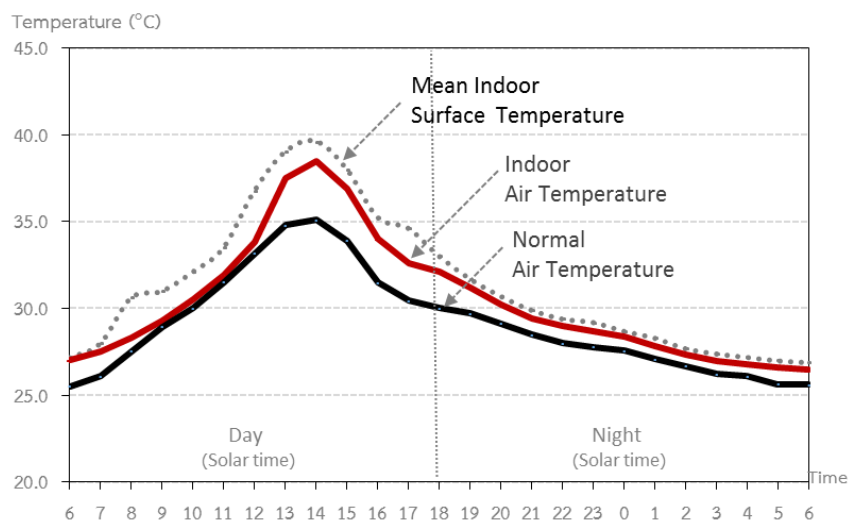
ภายในจะสูงขึ้นเล็กน้อยจากอิทธิพลการตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์โดยตรงกับผนังด้านทิศตะวันตก และลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อรังสีดวงอาทิตย์หมดอิทธิพลลง ส่วนช่วงเวลากลางคืน อุณหภูมิผิว อุณหภูมิอากาศภายในและอุณหภูมิอากาศทั่วไป จะลดลงต่อเนื่องในทิศทางเดียวกัน

ทั้งนี้จะสังเกตได้ว่า ระดับอุณหภูมิอากาศภายในเรือนไทยพื้นถิ่นจะเปลี่ยนแปลงในระดับสูงกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไปทั้งช่วงเวลากลางวันและกลางคืน จากอิทธิพลการถ่ายเทความร้อนจากกรอบอาคาร

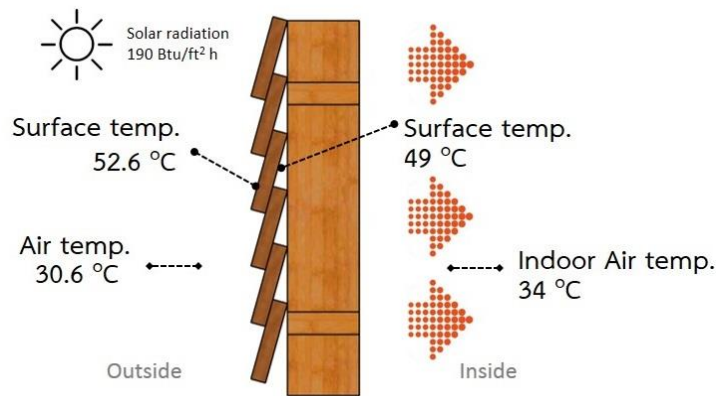
5.2.2 อิทธิพลการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุกรอบอาคาร

วัสดุกรอบอาคารเรือนไทยพื้นถิ่นเป็นวัสดุแผ่นไม้ ขนาดกว้าง 6-8 นิ้ว หนา 3/4 นิ้ว มีความสามารถในการเก็บกักความร้อนน้อย เมื่อปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบโดยตรง จะเกิดการสะสมความร้อนในตัววัสดุจนเต็มความจุความร้อน ส่งผลให้วัสดุมีอุณหภูมิผิวสูงกว่าอุณหภูมิอากาศ และความร้อนส่วนเกินจะถูกถ่ายเทสู่สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า (Puraprom, 2016) ทั้งนี้นอกตัวเรือนและในตัวเรือน ในงานวิจัย จะมุ่งเน้นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในตัวเรือน จากข้อมูลพบว่า ผนังไม้ที่ได้รับการตกกระทบของรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง จะมีอุณหภูมิผิวนอกสูง 52.6 องศาเซลเซียส ปริมาณความร้อนจะถูกถ่ายเทสู่ภายในอย่างรวดเร็วและปริมาณมาก ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิผิวภายใน 49 องศาเซลเซียส อิทธิพลความร้อนจากอุณหภูมิผิวภายในถูกถ่ายเทสู่ตัวเรือนที่มีอุณหภูมิอากาศต่ำกว่าโดยการแผ่รังสีความร้อน ส่งผลทำให้ภายในเรือนมีอุณหภูมิอากาศเพิ่มสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิอากาศทั่วไป จากรูปที่ 6 แสดงระดับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศรายชั่วโมงภายในเรือนไทยพื้นถิ่นซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกตลอด 24 ชั่วโมง โดยเฉพาะช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิอากาศภายในจะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศนอกมากถึง 3.4 องศาเซลเซียส จากอิทธิพลการถ่ายเทความร้อนของผิวผนังไม้ภายในอาคาร ที่เปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกันกับอุณหภูมิอากาศภายใน ยกเว้นช่วงเวลาเช้า (7:00-8:00น.) และช่วงเวลาเย็น (16:00-17:00น.) ที่อุณหภูมิผิวผนังภายในจะสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในมาก เนื่องจากมุมกระทำของดวงอาทิตย์ส่งผลให้ผนังไม้ได้รับการตกกระทบของแสงโดยตรง

ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า การถ่ายเทความร้อนจากภายนอกสู่ภายในผ่านวัสดุกรอบอาคาร เป็นไปโดยง่าย การสกัดกั้นอิทธิพลการถ่ายเทความร้อนดังกล่าวจะสามารถลดการแผ่รังสีความร้อนจากผิววัสดุ ที่เป็นผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศภายในเรือนไทยพื้นถิ่นได้



รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายในเรือนไทยพื้นถิ่นตัวอย่าง เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป



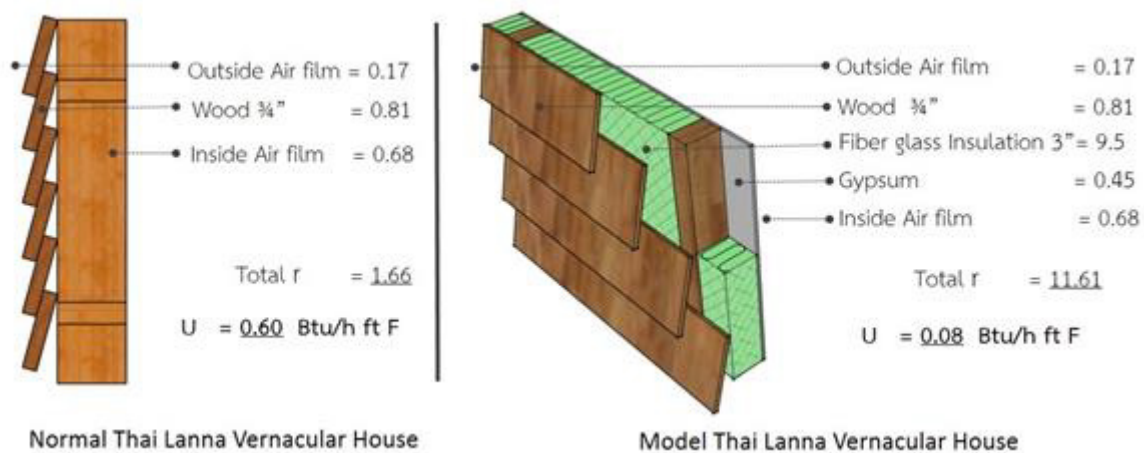
รูปที่ 7 แสดงอุณหภูมิผิวผนังโดนแดดเรือนไทยพื้นถิ่น ที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศภายในอาคารที่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ในช่วงเวลากลางวัน

5.3 แนวทางการออกแบบ-ปรับปรุงผนังเรือนไทยพื้นถิ่นเพื่อลดอิทธิพลการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุ

5.3.1 แนวทางการออกแบบ-ปรับปรุงผนังประสิทธิภาพสูง

จากการวิเคราะห์อิทธิพลการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุรอบอาคาร จะเห็นได้ถึงความแตกต่างของอุณหภูมิผิววัสดุภายในกับอุณหภูมิอากาศ ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญต่อภาระการทำความเย็นความแตกต่างของอุณหภูมิผิววัสดุกับอุณหภูมิอากาศเป็นตัวแปรสำคัญต่อภาระการทำความเย็น (Cooling Load) ของระบบปรับอากาศภายในอาคาร นอกจากนี้ ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อน-ความเย็นของวัสดุเปลือกอาคาร ได้แก่ วัสดุผนัง พื้น หลังคา ที่เชื่อมต่อและกันระหว่างพื้นที่ปรับอากาศภายในห้องกับพื้นที่ภายนอก ควรมีคุณสมบัติการต้านทานความร้อนของวัสดุ (r) สูง หรือในทางกลับกันคุณสมบัติของวัสดุเปลือกอาคารต้องยอมให้มีการถ่ายเทความร้อน (U) ต่ำ อาคารจึงจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนและเก็บความเย็นได้สูงสุด ส่งผลต่อการลดใช้พลังงานในระบบปรับอากาศภายในอาคาร

การออกแบบปรับปรุงผนังประสิทธิภาพสูง มีแนวคิดและหลักการปรับปรุง โดยคงสภาพวัสดุเดิมเพื่อรักษาเอกลักษณ์ทางสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นและเพิ่มเติมวัสดุที่สามารถหาได้ตามท้องตลาด ซึ่งวัสดุเหล่านั้นต้องมีค่าการต้านทานความร้อน (r) สูง จากรูปที่ 8 แสดงให้เห็นถึงการใส่นวนใยแก้วกันความร้อน ขนาด 3 นิ้ว บริเวณโครงไม้และปิดทับด้วยแผ่นยิปซัมบอร์ดกันความร้อน ขนาด 12 มิลลิเมตร ช่วยทำให้ค่าการต้านทานความร้อนรวม (Total r) ของผนังประสิทธิภาพสูงเพิ่มขึ้นจากผนังเดิม 1.66 เป็น 11.61 Btu/h ft F



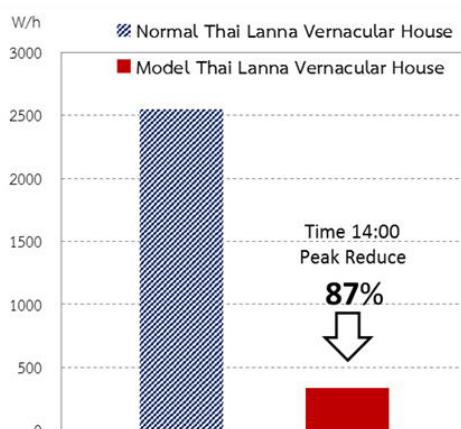
รูปที่ 8 แสดงค่าการต้านทานความร้อน (r) และค่าการถ่ายเทความร้อน (U) ของวัสดุผนังเรือนไทยพื้นถิ่นทั่วไป (ซ้าย) และผนังเรือนไทยพื้นถิ่นที่ได้รับการปรับปรุง (ขวา)

5.3.2 ประสิทธิภาพภาระการทำความเย็นจากระบบปรับอากาศ

การประเมินประสิทธิภาพผนังในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุ สามารถประเมินได้จากภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ โดยมีตัวแปรที่มีอิทธิพล ได้แก่ ค่าการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ (U) พื้นที่ผิวกรอบอาคาร (A) และความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศระหว่างภายใน-ภายนอก (Δt) เมื่อแปลงค่าการต้านทานความร้อนรวม (Total r) ของวัสดุผนังเรือนไทยพื้นดินดั้งเดิม (ก่อนการปรับปรุง) และวัสดุผนังประสิทธิภาพสูง (ผนังปรับปรุง) เป็นค่าถ่ายเทความร้อนของวัสดุ (U) เท่ากับ 0.60 Btu/h ft F และ 0.08 Btu/h ft F ตามลำดับ มาแทนค่าคำนวณหาภาระการทำความเย็นได้จากสูตร (Stein and Reynolds, 2000)

$$q = \Sigma(U \cdot A) \Delta t$$

โดยกำหนดตัวแปรพื้นที่ผิวกรอบอาคาร (A) จากเรือนสมมุติ และค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศระหว่างภายใน-ภายนอก (Δt) เป็นตัวแปรคงที่ เพื่อเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นจากประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุผนังทั้ง 2 ชนิด พบว่า ผนังประสิทธิภาพสูงที่ได้รับการปรับปรุงสามารถลดการใช้พลังงานจากระบบปรับอากาศลงมากกว่าผนังเรือนไทยพื้นดินทั่วไป เมื่อนำมาคิดสัดส่วนการใช้พลังงานต่อหน่วยพื้นที่ จะเหลือการใช้พลังงานจากระบบปรับอากาศเพียง 13% หรือลดลง 7.6 เท่า จากรูปที่ 9 แสดงให้เห็นถึงตัวเลขการลดลงของค่าการใช้พลังงานดังกล่าวจากประสิทธิภาพการปรับปรุงผนังเรือนไทยพื้นดินที่สามารถลดอิทธิพลการถ่ายเทความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกสู่ภายในได้มากถึง 87%



รูปที่ 9 แสดงสัดส่วนการลดใช้พลังงานไฟฟ้า จากภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ ในเรือนไทยพื้นดินล้านนาที่ได้รับการปรับปรุงเปรียบเทียบกับเรือนไทยพื้นดินล้านนาทั่วไป

6. การอภิปรายผล สรุป และข้อเสนอแนะ

6.1 การอภิปรายผล

การออกแบบปรับปรุงผนังเรือนไทยพื้นดินประสิทธิภาพสูง สามารถตอบสนองและมีความเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของเรือนไทยพื้นดินในสภาพแวดล้อมยุคปัจจุบันมากขึ้น เนื่องจากผนังดังกล่าวมีความสามารถในการต้านทานความร้อนจากสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นกว่าในอดีต ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณหาคุณสมบัติการต้านทานความร้อนของวัสดุ จะมีค่าการต้านทานความร้อนรวมของวัสดุผนังเพิ่มขึ้น 9.95 Btu/h ft F (คิดเป็น 6 เท่าจากผนังเดิม) และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติการต้านทานความร้อนของวัสดุกับระดับอุณหภูมิอากาศจากสภาพแวดล้อมภายนอกซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการอยู่อาศัยในเรือนไทยพื้นดินในช่วงฤดูร้อนที่เพิ่มสูงขึ้นจากอดีตเฉลี่ย 2.4 องศาเซลเซียส (ชญานิษฐ์ จิตราโนเคราะห์, 2550) จะพบว่า มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่ออุณหภูมิอากาศจากสภาพแวดล้อมภายนอกเพิ่มสูงขึ้น ประสิทธิภาพการต้านทานความร้อนของผนังเรือนไทยพื้นดินต้องเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย จึงจะสามารถสร้างสภาพอากาศภายในเรือนไทยพื้นดินให้ใกล้เคียงสภาวะน่าสบายของมนุษย์ได้ ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศ

ระหว่างภายใน-ภายนอก ส่งผลให้เปลือกอาคารยุคปัจจุบันต้องมีศักยภาพในการป้องกันความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกได้มากขึ้น เมื่ออาคารสามารถป้องกันความร้อนจากสภาพแวดล้อมได้มากจะส่งผลต่อการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่น้อย สอดคล้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ (ASHRAE, 2007) ได้แก่ ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศระหว่างภายใน-ภายนอก (Δt) พื้นที่ผิวรอบอาคาร (A) และการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ (U) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย เมื่อวัสดุอาคารมีประสิทธิภาพในการต้านทานความร้อนสูง จะส่งผลให้ค่าการถ่ายเทความร้อนของวัสดุต่ำ เมื่อนำมาคำนวณหาภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศในห้องสมุด พบว่ามีระดับการใช้พลังงานจากระบบปรับอากาศที่ลดต่ำลงตามไปด้วย เมื่อสภาวะอากาศภายในเรือนไทยพื้นถิ่นใกล้เคียงสภาวะน่าสบายของมนุษย์จะส่งผลทำให้อาคารเกิดการใช้งานได้ทั้งช่วงกลางวันและกลางคืน

การออกแบบผนังเรือนไทยพื้นถิ่นประสิทธิภาพสูงประกอบไปด้วยวัสดุอย่างน้อย 3 ชั้น ได้แก่ (1) วัสดุไม้ (2) วัสดุฉนวนกันความร้อน และ (3) วัสดุยิปซัมบอร์ด จะทำให้ผนังมีคุณสมบัติความจุความร้อนของวัสดุเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Puraprom (2018) พบว่า วัสดุที่มีความจุความร้อนมากจะมีความสามารถกักเก็บความร้อนในตัววัสดุสูง ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิผิวในระดับที่ต่ำกว่าวัสดุที่มีความจุความร้อนน้อย ผนังมีความสามารถในการหน่วงความร้อน (Time Lag) และถ่ายเทความร้อนสู่ภายในตัวเรือนโดยการแผ่รังสีความร้อนได้อย่างช้า ๆ ลดความแปรปรวนของสภาพอากาศภายในตัวเรือน ซึ่งเป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัยตามลำดับ ลักษณะดังกล่าว จะทำให้เรือนไทยพื้นถิ่นมีความยั่งยืนในการดำรงอยู่ในสภาพแวดล้อมปัจจุบันเทียบเท่าผนังก่ออิฐฉาบปูนทั่วไป แต่ยังคงไว้ซึ่งอัตลักษณ์ความเป็นสถาปัตยกรรมไทยที่ทรงคุณค่าแก่การอนุรักษ์เป็นมรดกทางวัฒนธรรม

6.2 สรุปผลการวิจัย

การสำรวจประสิทธิภาพกรอบอาคารเรือนไทยพื้นถิ่นกลุ่มตัวอย่างเป็นวัสดุไม้ ซึ่งไม่สามารถป้องกันอิทธิพลความร้อนจากสภาพแวดล้อมปัจจุบัน ส่งผลให้ปริมาณความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกถ่ายเทสู่ภายในตัวเรือนอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศภายในเรือนไทยพื้นถิ่นเพิ่มสูงขึ้นกว่าอุณหภูมิของอากาศภายนอกตลอดทั้งวัน การออกแบบกรอบอาคารประสิทธิภาพสูงจึงต้องใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติความเป็นฉนวนเพื่อหน่วงความร้อนไม่ให้ถ่ายเทสู่ภายในตัวเรือนได้ง่าย เช่น ฉนวนกันความร้อน โฟม สอดแทรกช่องว่างระหว่างโครงสร้างไม้ และปิดทับด้วยวัสดุปิดผิวที่มีการแผ่รังสีต่ำ เช่น ยิปซัมบอร์ดสะท้อนความร้อน จะช่วยลดการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารเทียบเท่าการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ 7,522 Btu/hr ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศลดลง 87 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะเช่นนี้จะส่งผลให้อุณหภูมิอากาศภายในเรือนไทยพื้นถิ่นลดลงใกล้เคียงสภาวะน่าสบายของมนุษย์มากขึ้น

6.3 ข้อเสนอแนะ

ผลของการวิจัยชิ้นนี้ สามารถประยุกต์และต่อยอดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเนื่องในโอกาสเรื่องการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศที่ส่งผลต่อความรู้สึกเหมือนของมนุษย์ (Human Sensation) จากปัจจัยอิทธิพลอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นที่โดยรอบห้อง (MRT) ที่ส่งผลทำให้มนุษย์รู้สึกเย็นลงหรือร้อนขึ้นกว่าอุณหภูมิอากาศจริง ส่งผลต่อการกำหนดขอบเขตสภาวะน่าสบายของมนุษย์ภายในเรือนไทยพื้นถิ่นที่กว้างขึ้น

เทคนิคการใช้แสงธรรมชาติภายในเรือนไทยพื้นถิ่น จะส่งผลทำให้ปริมาณการส่องสว่างของแสงภายในห้องเพิ่มมากขึ้นจากการเปลี่ยนพื้นผิวภายในจากผนังไม้ให้ค่าการสะท้อนแสงต่ำ เป็นผนังยิปซัมบอร์ดให้ค่าการสะท้อนแสงสูง ส่งผลต่อระดับการใช้พลังงานแสงสว่างจากหลอดไฟที่ลดลง และสภาวะทางสายตาแก่ผู้สูงวัยที่อาศัยอยู่ภายในเรือนไทยพื้นถิ่น

การตกแต่งพื้นผิวภายในด้วยวัสดุอื่นเพื่อคงเอกลักษณ์ความเป็นสถาปัตยกรรมไทยพื้นถิ่นและสร้างบรรยากาศภายในตัวเรือนใกล้เคียงสภาพเดิม สามารถลดอิทธิพลความแตกต่างและสร้างความคุ้นชินหรือภาพจำที่ส่งผลต่อผู้อยู่อาศัยเพื่อความยั่งยืนและทรงคุณค่าแก่การอนุรักษ์เป็นมรดกทางวัฒนธรรมสืบไป

การปรับปรุงสภาพแวดล้อมโดยรอบเรือนไทยพื้นถิ่น ยังสามารถช่วยลดอุณหภูมิอากาศจากสภาพแวดล้อมภายนอกจากอิทธิพลต้นไม้ใหญ่ สิ่งปกคลุมผิวดิน และสภาพแหล่งน้ำ มีผลต่อตัวแปรความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศระหว่างภายใน-ภายนอก ที่เป็นอิทธิพลหลักในการคำนวณภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศภายในอาคาร

เอกสารอ้างอิง

- ชญาณิน จิตราณุเคราะห์. (2550). การวิเคราะห์สาระสำคัญของเทคโนโลยีเรือนไทยภาคกลาง. (วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- วุฒิกานต์ ประพรม. (2559). อิทธิพลขององค์ประกอบรอบที่ตั้งต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอากาศภายนอกในสภาพแวดล้อมเขตร้อนชื้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).
- สุนทร บุญญธิการ. (2542). เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนทร บุญญธิการ, วรสิทธิ์ บุรณากาญจน์, รวิช ควรประเสริฐ, ณรงค์ฤทธิ์ จินต์จันทรวงศ์, สุธีวัน โล่ห์สุวรรณ และรัฐพล จิรัฐติกาลกิจ. (2554). โครงการออกแบบเพื่อกายภาพบำบัดและสร้างดัชนีระบบนิเวศ. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- สำนักส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม มช. (2016). พิพิธภัณฑ์เรือนโบราณล้านนา. เข้าถึงได้จาก:
http://art-culture.cmu.ac.th/gallery.php?gal_type=2.
- อรศิริ ปาณินท์. (2546). ความแปรเปลี่ยนของเรือนและสภาพแวดล้อมพื้นถิ่น ในภูมิปัญญาสถาปัตยกรรม. (หน้า 32-65). กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ASHRAE (2007). **Energy Standard for Buildings Except Low-rise Residential Buildings (I-P Edition)**. Atlanta: ASHRAE.
- Bowring, J. (1969). **The Kingdom and People of Siam**. London: Oxford University Press.
- Puraprom, W. (2018). Design Guidelines for Model Educational Building for Energy Conservation According to Green University. **Journal of Architectural/Planning Research and Studies**. 15(2), 107-120.
- Puraprom, W. (2016). The Impact of Site Elements to Micro-Climate Air Temperature. **Journal of Architectural/Planning Research and Studies**. 13(1), 23-34.
- Stein, B. and Reynolds, J. S. (2000). **Mechanical and Electrical Equipment for Buildings**. 9th ed. New York: John Wiley & Sons.