

การเปรียบเทียบระบบก่อสร้างและวัสดุที่มีผลต่ออุณหภูมิและความรู้สึกเสมือนภายในอาคาร

กรณีศึกษา : บ้านต้นแบบสไตล์นอร์ดิก ตำบลบางพระ จังหวัดชลบุรี

Comparison of Construction Systems and Materials Affecting Temperature and Virtual Feeling Inside the Building: Case Study of Nordic Style Prototype House, Bang Phra Subdistrict, Chonburi Province

ศศิธร ศรีเฟื่องฟูง สุธีวัน โลหะสุวรรณ จักรกฤษณ์ โรจน์พานิชกิจ* ภิญญดา ธีระวนิชตระกูล

พูลชัย เรืองศิลปนันท์ และ ประภาส ดอนอ่อนสา

Sasitorn Srifuengfung Suteewan Lohasuwan Jakkrit Rojphanichkit*

Pinyada Teerawanichtrakul Pulchai Ruengsilpananand and Papas Dononsa

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม สถาบันนวัตกรรมการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ประเทศไทย

Department of Architecture, Innovative Education and Lifelong Learning Institute, Rajamangala University of Technology

Tawan-ok, Thailand

*E-mail: jakkrit.roj2000@gmail.com Tel. (+66)821549293

(Received 03/03/2025, Revised 25/12/2025, Accepted 29/12/2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาเปรียบเทียบระบบก่อสร้างและวัสดุที่มีผลต่ออุณหภูมิและความรู้สึกเสมือนภายในอาคาร กรณีศึกษา : บ้านต้นแบบสไตล์นอร์ดิก ในตำบลบางพระ จังหวัดชลบุรี ที่มีผลต่อบัจจัยด้านการประหยัดพลังงานและคุณภาพชีวิตเป็นอย่างดี งานวิจัยนี้เลือกใช้ระบบ พื้น - ผนัง - หลังคา สำเร็จรูป โดยศึกษาทั้งหมด 3 กรณีศึกษา ได้แก่ (1) โครงสร้างก่ออิฐมวลเบา (2) โครงสร้างเหล็กกรุผนังเบาแผ่นซีเมนต์ไฟเบอร์และ (3) โครงสร้างระบบแผ่นฉนวนสำเร็จรูป ระบบการก่อสร้างที่นิยมใช้ใน เมืองไทย คือ โครงสร้างก่ออิฐมวลเบา โครงสร้างเหล็กกรุผนังเบาแผ่นซีเมนต์ไฟเบอร์ มีอุณหภูมิภายในสูง มีค่าการใช้พลังงานสูง มาก และเกิดความรู้สึกร้อนไม่สบายตัวเมื่ออยู่ภายในอาคาร ไม่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของเมืองไทย การวิจัยนี้พบว่า กรณีศึกษาที่ 3 คือ ระบบแผ่นฉนวนสำเร็จรูป มีค่าการกั้นความร้อนดีที่สุด มีอุณหภูมิและความรู้สึกเสมือนอยู่ในสภาวะน่าสบายดี ที่สุด คือ โดยมีค่าความร้อน กรณีศึกษาที่ 1 อุณหภูมิวัดได้ 30.64 องศาเซลเซียส ความรู้สึกเสมือนอยู่ที่ 32.89 องศาเซลเซียส กรณีศึกษาที่ 2 อุณหภูมิ 31.06 องศาเซลเซียส ความรู้สึกเสมือนอยู่ที่ 33.47 องศาเซลเซียส และกรณีศึกษาที่ 3 อุณหภูมิวัดได้ 26 องศาเซลเซียส ความรู้สึกเสมือนอยู่ที่ 26.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การก่อสร้างอาคารต้นแบบในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาความรู้ใช้ ระบบแผ่นพื้น ผนัง หลังคา ฉนวนสำเร็จรูป ลดขั้นตอนงานก่อสร้าง ลดเวลา ลดแรงงาน จากการก่อสร้างแบบเดิม เป็นระบบที่ทำให้ อาคารประหยัดพลังงานได้สูงสุด สร้างเสร็จได้เร็วภายในเวลา 5 วัน สามารถกั้นความร้อนและความชื้นได้ดี เมื่อประเมิน ความสำเร็จจากการทดลองใช้จริง เก็บข้อมูลความร้อน อุณหภูมิ อุณหภูมิแผ่รังสีความร้อน อุณหภูมิ ความรู้สึกเสมือน บทสรุป คือ บ้านสไตล์นอร์ดิกหากนำมาออกแบบบูรณาการกับการประหยัดพลังงานและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะสามารถอยู่ในเมืองร้อนชื้น ของไทยได้ดี

คำสำคัญ: สไตล์นอร์ดิก บ้านก่ออิฐมวลเบา บ้านโครงสร้างเหล็กกรุผนังเบา ระบบแผ่นฉนวนสำเร็จรูป อุณหภูมิ

Abstract

This research aims to compare the construction systems and materials affecting indoor temperature and feeling inside the building. The case study is a Nordic-style prototype house in Bang Phra Subdistrict, Chonburi Province, designed to enhance energy efficiency and quality of life. This research selected to use the

floor - wall - roof system by studying three scenarios: (1) Lightweight brick structure 2. Steel structure covered with lightweight cement fiber walls and (3) Prefabricated insulation panel system. The popular construction systems in Thailand, such as lightweight brick structures and steel structures covered with lightweight cement fiber walls, result in high internal temperatures and high energy consumption, causing uncomfortable feelings when stay inside of the building, which is unsuitable for Thailand's climate. This research found that the Case Study 3, which is the prefabricated insulation panel system, has the best heat insulation value. The temperature and the feeling of being in the best comfortable condition are with the heat value: Case Study 1 measured temperature of 30.64 °C, the feeling of being 32.89 °C; Case Study 2 measured temperature of 31.06 °C, the feeling of being 33.47 °C; and Case Study 3 measured temperature of 26.00 °C, the feeling of being 26.40 °C, respectively. The construction of the prototype building in this research has developed knowledge, using a system of floor panels, walls, roofs, and prefabricated insulation, reducing construction steps, reducing time, and labor from the original construction. It is a system that allows the building to save energy to the maximum, can be completed within 5 days. It demonstrates excellent heat and moisture resistance, as evidenced by real-world experimental results. Data was collected on heat levels, ambient temperature, radiant temperature, and perceived temperature (Physiological Equivalent Temperature). The conclusion is that when Nordic-style houses are integrated with energy-saving designs and appropriate technologies, they can effectively adapt to Thailand's hot and humid climate.

Keywords: Nordic style, technology, Autoclaved aerated concrete, Lightweight steel frame house with fiber cement panels, Prefabricated insulated panel system, Temperature

1. บทนำ

ความนิยมการสร้างบ้านตามรูปแบบตะวันตกหรือแบบเมืองหนาวมีความแพร่หลายในเมืองไทยมาก เพราะมีความรู้สึก ว่าทันสมัย จนกลายเป็นเครื่องมือทางการตลาดในธุรกิจการก่อสร้าง ได้แก่ บ้านทรงสเปน ทรงอังกฤษ ทรงโมเดิร์น และในปัจจุบัน มีรูปแบบหรือสไตล์ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน คือ “บ้านสไตล์นอร์ดิก” (Nordic House Style) ซึ่งในงานวิจัยนี้ บ้านสไตล์ นอร์ดิก หมายถึง ที่มีรูปทรงโดดเด่น เรียบง่าย หลังคาทรงสูง หลังคาหน้าจั่วหน้าจั่วหลังคา ไม่มีชายคา บ้านทรงไทย หลังคาสูง โครงสร้างหลังคาบางเบา รั้วน้ำฝน แห้งเร็ว มีชายคายื่นยาวบ้านสไตล์นอร์ดิก เป็นรูปแบบที่นำมาจากบ้านที่อยู่ในพื้นที่ กลุ่มประเทศนอร์ดิก ตั้งอยู่บริเวณ เส้นละติจูดที่ 64° N เส้นลองจิจูดที่ 10° E ภูมิอากาศหนาว มีปริมาณหิมะตกสูง มีแสงแดด ส่องน้อย เมื่อมาเปรียบเทียบกับพื้นที่บางพระ ที่เป็นพื้นที่ศึกษา บนเส้นละติจูดที่ 13° 22' N เส้นลองจิจูดที่ 100° 59' E ภูมิอากาศ ร้อนชื้น มีฝนตกมาก ซึ่งมีภูมิอากาศแตกต่างกันมาก อย่างไรก็ตาม เมื่อความนิยมนำรูปแบบนอร์ดิกมาสร้างในเมืองไทย เมื่อนำมา สร้างอยู่ในเมืองไทยจะข้อดีข้อเสียอย่างไรและเหมาะสมหรือไม่ แต่ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องน้อยมาก โดยในงานวิจัยที่มีแก่นัน เรื่องรูปแบบสไตล์ ความนิยมในแง่ของธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ และการก่อสร้างส่วนใหญ่นิยมสร้างด้วยวัสดุและเทคนิคการก่อสร้าง ที่ประเทศไทยคุ้นเคย คือ บ้านก่ออิฐฉาบปูนมีทั้งอิฐมอญและอิฐมวลเบา ต่อมามีความต้องการความเร็วในการก่อสร้าง จึงนิยมสร้าง เป็นบ้านแบบน็อคดาวน์ใช้โครงเหล็กและแผ่นซีเมนต์ไฟเบอร์ ปัจจุบันยังไม่พบงานวิจัยใดที่ศึกษาถึงระบบโครงสร้างและผลกระทบ ด้านความสบายเชิงอุณหภูมิ (Fanger, 1970) อุณหภูมิ และค่าอุณหภูมิเสมือน (Feel like) ที่เป็นผลจากอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิว โดยรอบ (Mean radiant temperature : MRT) ในบ้านประเภทนี้ โดยใช้แนวคิดภาวะสบายที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบที่เกิดจาก สภาพแวดล้อมนี้ ประกอบด้วย 4 ตัวแปร คือ อุณหภูมิอากาศ (ambient air temperature) อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ (Mean radiant temperature), ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity), ความเร็วลม (Air velocity) มาจากงานวิจัยของ นักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์ก ชื่อ Povl Ole Fanger (Fanger, 1967) งานวิจัยนี้จึงเห็นความสำคัญช่องว่างของการศึกษา

ในส่วนดังกล่าวนี้ โดยประเด็นศึกษา คือ ระบบก่อสร้างและวัสดุที่เหมาะสมและเหมาะสมและภาวะน่าสบายเชิงอุณหภูมิทั้งในส่วนของอุณหภูมิและความรู้สึกเสมือนที่เป็นผลจากอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบ จึงนำมาสู่งานวิจัยนี้ที่ศึกษาระบบก่อสร้างและวัสดุที่มีผลต่ออุณหภูมิและความรู้สึกเสมือนภายในอาคาร กรณีศึกษา : บ้านต้นแบบสไตล์นอร์ดิก ตำบลบางพระ จังหวัดชลบุรี งานวิจัยนี้ ศึกษาเปรียบเทียบระบบ พื้น - ผนัง - หลังคา สำเร็จรูป โดยศึกษาทั้งหมด 3 กรณีศึกษา ได้แก่ (1) โครงสร้างก่ออิฐมวลเบา (2) โครงสร้างเหล็กกรุผนังเบาแผ่นซีเมนต์ไฟเบอร์และ (3) โครงสร้างระบบแผ่นฉนวนสำเร็จรูป

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ เพื่อศึกษาหาตัวแปรที่มีผลต่ออุณหภูมิภายในอาคารทำให้อุณหภูมิได้อย่างไร โดยศึกษากรณีศึกษาทั้งหมด 3 แบบ ได้แก่ โครงสร้างก่ออิฐมวลเบา โครงสร้างเหล็กกรุผนังเบาแผ่นซีเมนต์ไฟเบอร์และโครงสร้างระบบแผ่นฉนวนสำเร็จรูป ในรูปทรงอาคารแบบเดียวกัน โดยเปรียบเทียบค่าหาความสามารถในการลดอุณหภูมิของพื้นที่ผิวผนังอาคารทั้งภายนอกและภายในของอาคารและเพื่อวิเคราะห์แนวทางการออกแบบและก่อสร้างบ้านสไตล์นอร์ดิก ให้ประหยัดพลังงานและความอยู่สบาย อย่างเป็นรูปธรรมจริง

2. วิธีการศึกษา

การวิจัยนี้ศึกษาหาข้อดีและความเหมาะสมของบ้านสไตล์นอร์ดิกที่นำมาสร้างในเมืองไทย โดยใช้กรณีศึกษาออกแบบและวิเคราะห์ บ้านขนาดเล็กรูปทรงสไตล์นอร์ดิก กำหนดที่ตั้งอยู่ที่บางพระ จังหวัดชลบุรี บริเวณด้านหน้าอาคารสาขาภูมิทัศน์ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ซึ่งมีต้นไม้สูงให้ร่มเงาอยู่บริเวณใกล้เคียง การออกแบบบ้านกำหนดเป็นบ้านขนาดเล็ก ขนาด 3.60×8.00 เมตร มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 30 ตารางเมตร และมีพื้นที่ปรับอากาศ 22 ตารางเมตร ประกอบด้วย เติลยหน้าบ้าน พื้นที่พักผ่อน พื้นที่ทำงาน พื้นที่ทานอาหาร พื้นที่นอน ตู้เก็บของ พื้นที่เตรียมอาหาร ส่วนห้องน้ำ และส่วนติดตั้งถังเก็บน้ำ ถังน้ำร้อน เครื่องปรับอากาศ ปั๊มน้ำ

2.1 เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย เครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด โดยเครื่องมือวัดค่าอุณหภูมิอินฟราเรด Model Infrared Thermometer HABOTEST HT650 C (Boonyatikarn, 2002) ซึ่งมีค่าความแม่นยำการวัดค่าอุณหภูมิแวดล้อม (Ambient temperature) อยู่ที่ บวกลบ 1.5 องศาเซลเซียส ค่าความแม่นยำการวัดค่าการแผ่รังสี (Emissivity) คือ ค่าที่บอกถึงความสามารถของพื้นผิววัตถุในการแผ่รังสีพลังงานความร้อนออกมา (Figure 1)



Figure 1 Infrared Thermometer HABOTEST HT650

2.2 การดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้วิธีวิจัยโดยหาตัวแปรที่ทำให้อุณหภูมิร้อนขึ้นหรือเย็นลง ด้วยการวัดอุณหภูมิบ้านผิวอาคารด้านนอกและด้านในของอาคาร จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ผลตามขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 วัดค่าอุณหภูมิที่แท้จริง (Actual temperature)

ใช้วิธีการตรวจวัดด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด บริเวณผิวอาคารภายนอก โดยแบ่งการวัดอุณหภูมิออกเป็น 3 ส่วน คือ หลังคา ผนัง และพื้น

2.2.2 วิเคราะห์การใช้พลังงานและความรู้สึกร้อน-หนาวในบ้าน

ศึกษากรณีศึกษา 3 กรณี ตามระบบก่อสร้างที่นิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน ประกอบด้วย กรณีที่ 1 บ้านก่ออิฐมวลเบา หลังคาเมทัลชีทมีฝ้าเพดานยิปซัม พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก กรณีที่ 2 บ้านโครงสร้างเหล็กหนึ่งแผ่นซีเมนต์ไฟเบอร์ หลังคาเมทัลชีทมีฝ้าเพดานยิปซัม พื้นโครงสร้างเหล็กปูไม้พื้นซีเมนต์ไฟเบอร์ และกรณีที่ 3 บ้านระบบแผ่นฉนวนสำเร็จรูป ประกอบด้วย พื้น-ผนัง-หลังคา ทั้งนี้ การวิเคราะห์ผลจะพิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิรอบตัวที่แผ่รังสีมาที่ตัวบุคคล (Mean Radiant Temperature : MRT) ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสีจากสภาพแวดล้อม โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ยจากการแผ่รังสีจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมหรือบริบทนั้น ๆ โดยค่า MRT จะแตกต่างกันกับอุณหภูมิอากาศทั่วไป โดยอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบเป็นอุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสี และ MRT จะมีผลต่อสภาวะน่าสบายมากกว่าอุณหภูมิอากาศถึง 40 เปอร์เซ็นต์ (Boonyatikarn, 1999)

อุณหภูมิผิวเป็นอุณหภูมิที่เกิดจากกระบวนการถ่ายเทความร้อนที่ถูกส่งผ่านไปสู่พื้นผิวโดยการนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) และการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิวัสดุพื้นผิวกับสภาพแวดล้อม จะขึ้นอยู่กับมุม (Angle Factor) ระหว่างผิวสัมผัสกับสภาพแวดล้อม (Boonyatikarn, 2002) โดยปกติการคำนวณค่า MRT จะทำในสภาพแวดล้อมปิดหรือภายในห้อง แต่งานวิจัยชิ้นนี้จะใช้หลักการคำนวณค่า MRT ของสภาพแวดล้อมภายนอกที่เกิดจากอิทธิพลการแผ่รังสีของวัสดุ ในการศึกษาใช้เครื่องวัดอุณหภูมิเลเซอร์อินฟราเรด HABOTEST HT650 วัดอุณหภูมิพื้นผิว (Figure 2) แล้วนำมาหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวในแต่ละระนาบ ในการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวนั้นกระทำได้โดยใช้ค่า MRT ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิของทุกพื้นผิวโดยรอบที่เกิดขึ้น โดยใช้มุมกระทำ (Solid Angle) ระหว่างตำแหน่งที่วัดและขอบเขตของแต่ละพื้นผิว (Mirrahi et al., 2016) ซึ่งปริมาณความร้อนที่เกิดจากอุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบจะส่งผลทำให้ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศเพิ่มสูงขึ้น บ้านทั้ง 3 กรณีที่ศึกษา ใช้รูปแบบแปลน (Figure 3) เดียวกัน วางทิศทางเดียวกัน โดยวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ความรู้สึกร้อน-หนาวในบ้าน ใช้การจำลองว่าตั้งอุณหภูมิอากาศภายในบ้านที่ 25 องศาเซลเซียส ไม่มีความเร็วลมและประเมินความรู้สึกร้อน-หนาว เนื่องจากการแผ่รังสีความร้อนของผิวผนังและฝ้าเพดานภายใน และเมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวโดยรอบลดลง 1 องศาเซลเซียส จะรู้สึกเย็นลงเท่ากับอุณหภูมิอากาศ 1.4 องศาเซลเซียส คือ โดยหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิรอบตัวที่แผ่รังสีมาที่ตัวเรา ร้อนกว่าอุณหภูมิอากาศ 1 องศาเซลเซียส เราจะรู้สึกเสมือนหนึ่งว่าอุณหภูมิอากาศขณะนั้นร้อนกว่าเดิม 1.4 องศาเซลเซียสและเปรียบเทียบอุณหภูมิผิวด้านนอกและด้านในของอาคารเพื่อหาตัวแปรที่ทำให้อุณหภูมิอากาศร้อนขึ้นหรือเย็นลง (Boonyatikarn, 1999)

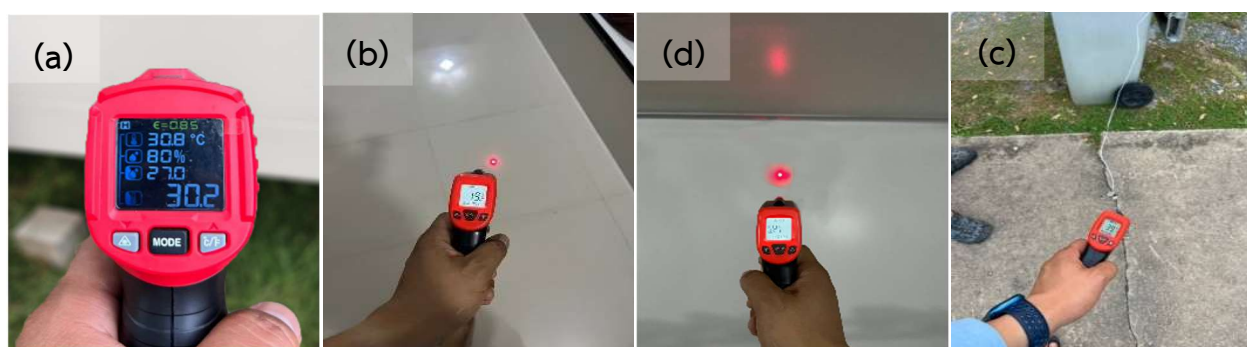


Figure 2 Measurement of external roof temperature (a), Measurement of external wall temperature (b), Measurement of internal floor temperature (c), Measurement of internal wall temperature (d)



Figure 3 The house plan used in the research

3. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

การทดลองในงานวิจัย วัดอุณหภูมิในช่วงเวลาต้นเดือนพฤษภาคม เวลา 15:00 น. ซึ่งเป็นวันที่มีแสงแดดรุนแรง โดยในพื้นที่ศึกษามีทั้ง 3 จุด คือ บริเวณหลังคา บริเวณผนังและบริเวณพื้น โดยวัดอุณหภูมิผิวอาคารภายนอก (Figure 4) และภายใน (Figure 5) ของบ้านทั้ง 3 แบบ โดยบ้านแบบที่ 2 จะมีอุณหภูมิผิวอาคารสูงที่สุด และรองลงมาเป็นแบบที่ 1 และ 3 ตามลำดับ



Figure 4 Exterior Perspective of the house used in the research



Figure 5 Interior perspective of the house used in the research

เมื่อพิจารณาข้อมูลจากการตรวจวัดพบว่า กรณีศึกษาที่ 1 อุณหภูมิหลังคาภายนอกด้านที่รับแดด 65 องศาเซลเซียส ด้านที่ไม่ได้รับแดดภายนอกอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิผนังภายนอกทุกด้าน 60 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิภายในหลังคาด้านที่รับแดด 35 องศาเซลเซียส ด้านที่ไม่ได้รับแดด 31 องศาเซลเซียส ผนังภายในทุกด้าน 31 องศาเซลเซียส อุณหภูมิพื้น 28 องศาเซลเซียส และวัดค่า MRT ได้ 30.64 องศาเซลเซียส ในขณะที่กรณีศึกษาที่ 2 พบอุณหภูมิหลังคาภายนอกด้านที่รับแดด 65 องศาเซลเซียส ด้านที่ไม่ได้รับแดดภายนอกอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส อุณหภูมิผนังภายนอกทุกด้าน 60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในหลังคาด้านที่รับแดด 35 องศาเซลเซียส ด้านที่ไม่ได้รับแดด 32 องศาเซลเซียส ผนังภายในทุกด้าน 32 องศาเซลเซียส อุณหภูมิพื้น 28 องศาเซลเซียส และวัดค่า MRT ได้ 31.06 องศาเซลเซียส สำหรับกรณีศึกษาที่ 3 (Figure 3) อุณหภูมิหลังคาภายนอก (Figure 4) ด้านที่รับแดด 65 องศาเซลเซียส และด้านที่ไม่ได้รับแดดภายนอกอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิผนังภายนอกทุกด้าน 60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในหลังคาด้านที่รับแดดและไม่ได้รับแดด 26 องศาเซลเซียส ผนังภายในทุกด้านและพื้นมีค่าเท่ากันที่ 26 องศาเซลเซียส และวัดค่า MRT ได้ 26 องศาเซลเซียส ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิผิววัสดุและสภาวะน่าสบาย โดยเฉพาะอิทธิพลของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิแผ่รังสี (Mean Radiant Temperature: MRT) ซึ่งหากค่า MRT สูงกว่าอุณหภูมิอากาศ 1 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้เราารู้สึกเสมือนหนึ่งว่าอุณหภูมิอากาศขณะนั้นร้อนกว่าเดิมถึง 1.4 องศาเซลเซียส ดังนั้น เมื่อนำผลการตรวจวัดไปประเมินร่วมกับ Bioclimatic Chart (Boonyatikarn, 2004) จึงสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

3.1 ผลการศึกษาจุดที่ 1 อุณหภูมิผิวอาคารกรณีศึกษาที่ 1

ผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในบ้านและความรู้สึกร้อน-หนาวของกรณีศึกษาที่ 1 (Figure 6) พบว่าอุณหภูมิปรับอากาศภายในอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส อุณหภูมิแผ่รังสีความร้อนอยู่ที่ 30.64 องศาเซลเซียส ความรู้สึกเสมือนอยู่ที่ 32.89 องศาเซลเซียส

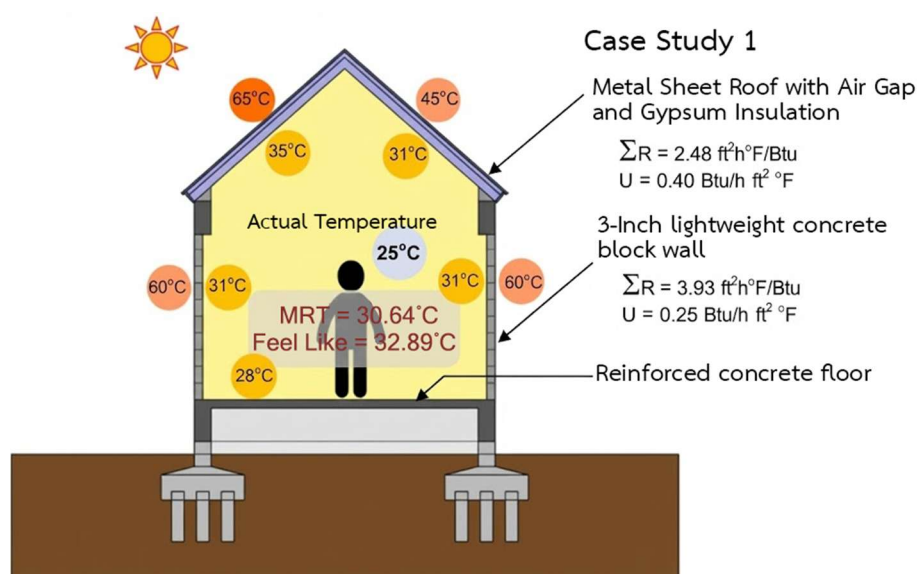


Figure 6 Total thermal resistance, total heat transfer coefficient, Mean Radiant Temperature (MRT), and apparent temperature of Case Study 1.

ผลการวิเคราะห์ความรู้สึกร้อน-หนาวในอาคารพบว่า เมื่อวิเคราะห์ความรู้สึกร้อน-หนาวในบ้านเนื่องอิทธิพล MRT พบว่า กรณีศึกษาที่ 1 รู้สึกเสมือน 32.89 องศาเซลเซียส เมื่อหักล้างกับอุณหภูมิ สภาวะน่าสบายที่ 25 องศาเซลเซียส ส่วนต่าง คือ 7.89 องศาเซลเซียส พบว่าจะรู้สึกร้อนหากต้องการความเย็นสบายต้องปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศให้ต่ำ ลงมา 1.4 เท่า คือ 11.046 องศาเซลเซียส เพื่อชดเชยความรู้สึกร้อนที่เกิดขึ้น

3.2 ผลการศึกษาจุดที่ 2 อุณหภูมิผิวอาคารกรณีศึกษาที่ 2

กรณีศึกษาที่ 2 (Figure 7) พบว่า อุณหภูมิปรับอากาศภายในอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส อุณหภูมิแผ่รังสีความร้อนอยู่ที่ 31.06 องศาเซลเซียส ความรู้สึกเหมือนอยู่ที่ 33.47 องศาเซลเซียส ผลการวิเคราะห์ความรู้สึกร้อน-หนาวในอาคารพบว่า เมื่อวิเคราะห์ความรู้สึกร้อน-หนาวในบ้านเนื่องจาก อิทธิพลของ MRT พบว่า กรณีศึกษาที่ 2 รู้สึกเหมือน 33.47 องศาเซลเซียส เมื่อหักล้างกับอุณหภูมิ สภาวะน่าสบายที่ 25 องศาเซลเซียส ส่วนต่าง คือ 8.47 องศาเซลเซียส พบว่า จะรู้สึกร้อนหากต้องการความเย็นสบายต้องปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศให้ต่ำ ลงมา 1.4 เท่า คือ 11.858 องศาเซลเซียส เพื่อชดเชยความรู้สึกร้อนที่เกิดขึ้นข้อสรุปพบว่าทั้ง 2 กรณีใช้พลังงานสูงกว่าที่กฎหมายกำหนด และความรู้สึกร้อน-หนาว พบว่ารู้สึกร้อน สูงกว่าเขตสบาย

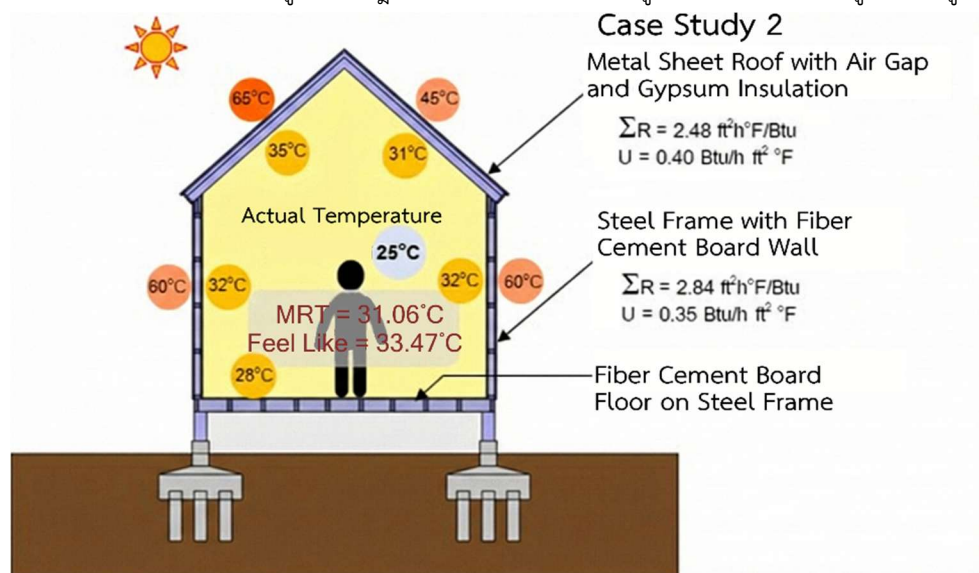


Figure 7 Total thermal resistance, total heat transfer coefficient, Mean Radiant Temperature (MRT), and apparent temperature of Case Study 2.

3.3 ผลการศึกษาจุดที่ 3 อุณหภูมิผิวอาคารกรณีศึกษาที่ 3

กรณีศึกษาที่ 3 (Figure 8) พบว่าอุณหภูมิปรับอากาศภายในอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส อุณหภูมิแผ่รังสีความร้อนอยู่ที่ 26 องศาเซลเซียส และความรู้สึกเหมือนอยู่ที่ 26.4 องศาเซลเซียส เมื่อวิเคราะห์ความรู้สึกร้อน-หนาวในบ้านเนื่องจากอิทธิพลค่าเฉลี่ยของ MRT พบว่า กรณีศึกษาที่ 3 รู้สึกเหมือน 26.4 องศาเซลเซียส (Figure 9) ซึ่งอยู่ในช่วงความสบายเชิงอุณหภูมิที่กำหนดโดย ASHRAE (2013) ซึ่งอุณหภูมิ 22-27 องศาเซลเซียส คือกรณีไม่ปรับอากาศอุณหภูมิที่คนไทยรู้สึกสบายอยู่ที่ 30.95 องศาเซลเซียส (Srifuengfung, 2017) เมื่อหักล้างกับอุณหภูมิ สภาวะน่าสบายที่ 25 องศาเซลเซียส ส่วนต่างคือ 1.4 องศาเซลเซียส พบว่าความรู้สึกร้อนหากต้องการความเย็นสบายต้องปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศให้ต่ำ ลงมา 1.4 เท่า คือ 1.96 องศาเซลเซียส (Table 1) เพื่อชดเชยความรู้สึกร้อนที่เกิดขึ้นพบว่าความรู้สึกเย็นอยู่ในเขตสบายที่รับได้ของคนไทย (Jitkhajornwanich & Pitts, 2002) โดยกระบวนการประเมินและการวิเคราะห์ผลเป็นไปตามแนวทางการทดสอบและประเมินสมรรถนะของแบบจำลองอาคารตาม ASHRAE (2014)



Figure 8 Components of Case Study 3: Prefabricated insulation panel system including floor, walls, and roof.

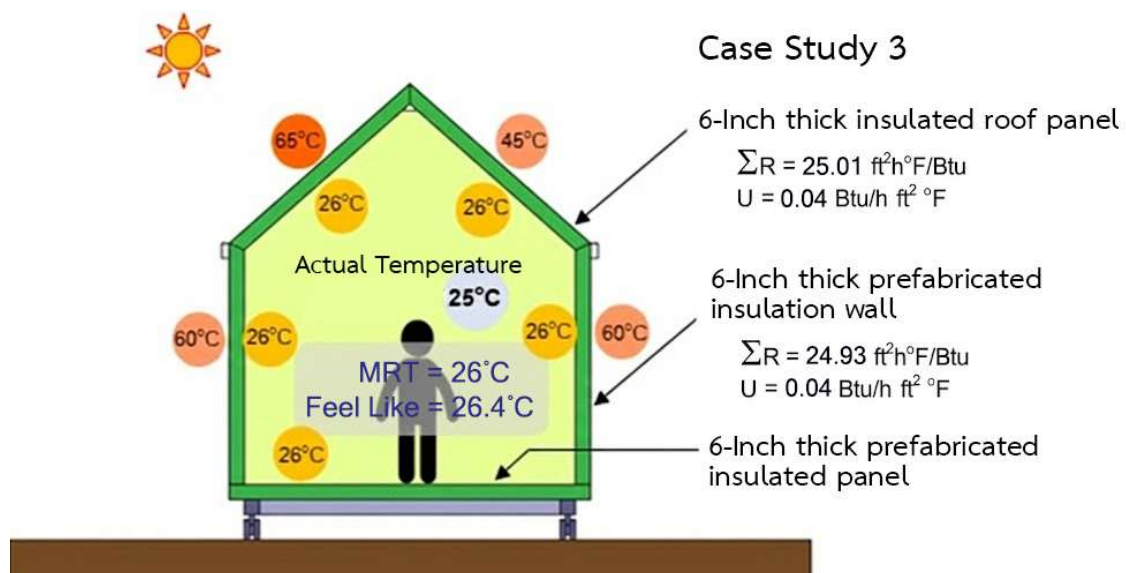


Figure 9 Total thermal resistance, total heat transfer coefficient, Mean Radiant Temperature (MRT), and apparent temperature of Case Study 3.

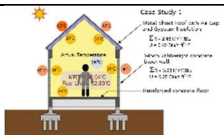
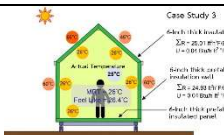
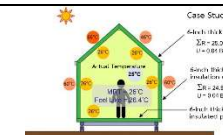
Table 1 Comparison table of Nordic-style houses for Case Studies 1, 2, and 3

System and Materials	Actual Temperature (° C)	Virtual Feeling Temperature (° C)	Required temperature reduction to achieve a comfortable state (° C)
1. Lightweight Concrete	30.64	32.89	11.05
2. Lightweight Wall	31.06	33.4	11.86
3. 6-inch Insulation Wall	26	26.4	1.96

4.สรุป

ผลปรากฏว่าหากใช้ระบบการก่อสร้างเดิมที่มีอยู่คือบ้านก่ออิฐมวลเบาหลังคาเมทัลชีท กับบ้านโครงสร้างเหล็กผนังซีเมนต์ไฟเบอร์หลังคาเมทัลชีท ทั้ง 2 กรณีพบว่าใช้พลังงานสูง และเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส กลับรู้สึกร้อนอยู่ไม่สบาย ด้านการประหยัดพลังงานและคุณภาพชีวิตในบ้านงานวิจัยนี้เลือกใช้ระบบแผ่นฉนวน พื้น - ผนัง - หลังคา สำเร็จรูป มีการประกอบแบบระบบแห้ง การก่อสร้างรวดเร็ว ราคาก่อสร้างไม่แพงกว่าบ้านชั้นดีทั่วไป และกันความร้อนความชื้นได้ดี พบว่าบ้านในงานวิจัยนี้เป็นบ้านที่ประหยัดพลังงานที่ต่ำกว่าค่าที่กฎหมายกำหนดมากกว่า 4.6 เท่า ทำให้เป็นบ้านที่สามารถอยู่ได้ด้วยตัวเองโดยพึ่งพาพลังงานที่ผลิตได้จากแสงอาทิตย์ได้ บทสรุปคือการใช้ระบบวัสดุที่เป็นฉนวนสำเร็จรูปหนา 6 นิ้วสามารถลดอุณหภูมิภายในอาคารได้ดีกว่าระบบวัสดุก่อสร้างแบบเดิมอย่างผนังอิฐมวลเบาและโครงเหล็กกรุผนังซีเมนต์ไฟเบอร์ (Table 2)

Table 2 Comparison table of Nordic-style houses for Case Studies 1, 2, and 3

Case Study House	Case Study 1	Case Study 2	Case Study 3
House model			
Roofing materials	Metal sheet	Metal sheet	6-inch Insulation wall
External surface temperature	65 ° C , 45 ° C	65 ° C , 45 ° C	65 ° C , 45 ° C
Internal surface temperature	35 ° C , 31 ° C	35 ° C , 31 ° C	26 ° C , 26 ° C
ΣR of roofing materials	2.48	2.48	25.01
U of roofing materials	0.40	0.40	0.04
Wall materials	Lightweight Concrete Wall Panel	Steel frame clad with fiber cement board	6-inch thick prefabricated insulation
External surface temperature	60 ° C	60 ° C	60 ° C
Internal surface temperature	31 ° C	32 ° C	26 ° C
ΣR of Wall	3.93	2.84	24.93
U of Wall	0.25	0.35	0.04
Floor material	Reinforced Concrete	Steel frame clad with fiber cement board	6-inch thick prefabricated insulation
Internal surface temperature	28 ° C	28 ° C	26 ° C
Cooling load (Q)	97.46 w/m ²	109.91 w/m ²	13.57 w/m ²
Energy consumption	215.15 kWh/m ² -yr	240.29 kWh/m ² -yr	45.70 kWh/m ² -yr
Virtual feeling Inside the building	32.89° C	33.47° C	26.4° C

5. เอกสารอ้างอิง

ASHRAE. (2013). ANSI/ASHRAE Standard 55-2013: Thermal environmental conditions for human occupancy.

ASHRAE.

ASHRAE. (2014). *ANSI/ASHRAE Standard 140-2014: Standard method of test for the evaluation of building energy analysis computer programs*. ASHRAE.

Boonyatikarn, S. (1999). *Energy efficient home design technique for better quality of life*. Property Market.

Boonyatikarn, S. (2002). *Integrated design approach: Shinawatra University*. G M Max Media. [in Thai]

Boonyatikarn, S. (2004). *Bio-Solar home: It is power by the Sun*. Chulalongkorn University Press.

Fanger, P. O. (1967). Calculation of thermal comfort: Introduction of a basic comfort equation. *ASHRAE Transactions*, 73(1), 1-20.

Fanger, P. O. (1970). *Thermal comfort: Analysis and applications in environmental engineering*. Danish Technical Press.

Jitkhajornwanich, K., & Pitts, A. (2002). Interpretation of thermal responses of four subject groups in transitional spaces of buildings in Bangkok. *Building and Environment*, 37(11), 1193-1204.

[https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(01\)00088-9](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(01)00088-9)

Mirrahimi, S., Mohamed, M. F., & Haw, L. C. (2016). The effect of building envelope on the thermal comfort and energy saving for high-rise buildings in hot-humid climate. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 1508-1519. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.055>

Srifuengfung, S. (2017). A study of the thermal comfort of Thai people in church architecture. *Eastern Asia University Academic Journal Science and Technology Edition*, 11(3), 85-98. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/article/view/101667/84425> [in Thai]