การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะทางความร้อนของสีทาภายนอกระหว่างสีเทาอ่อนกับสีฟ้าอ่อน ที่มีผลกระทบต่อบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร

Comparative Study of Effects on the Thermal Performance of Exterior Surface Colour between of Light Glay and Sky White Colour of House Model Under hot humid Climate of Bangkok

ปรีดา จันทวงษ์[1*] วิชาญ วิมานจันทร์[1] วิทยา พวงสมบัติ[2] จงจิตร์ หิรัญลาภ[3] ชนากานต์ อาษาสุจริต[4] และ โจเซฟ เคดารี[5]

[1]สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมการทำความเย็นและการปรับอากาศ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
เลขที่ 1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
โทร 0-2913- 2500 ต่อ 6427, โทรสาร 0-2587- 4356, E-mail: cpreeda@yahoo.com, preedac@kmitnb.ac.th
[2]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
เลขที่ 1761 ถนนพัฒนาการ สวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250
[3]สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อมและวัสดุ ศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์ทางด้านอาคาร (BSRC)
สำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
เลขที่ 126 ถ. ประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140
[4]สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) เลขที่ 35 หมู่ 3 ต. คลองห้า อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี 12120
[5]ภาควิชาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลขที่ 50 ถ.พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Preeda Chantawong[1*] Vichan Vimanjan[1] Withaya Puangsombut[2] Jongjit Hirunlabh[3] Chanakan Asasutjarit[4] and Joseph Khedari[5]

[1]Refrigeration and Air– Conditioning Engineering Technology program, Department of Power Engineering Technology,
College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok,
1518 Pibulsongkram Rd., Bangsue, Bangkok 10800, Thailand,
Tel 0-2913- 2500 Ext 6427, Fax 0-2587- 4356, E-mail: preedac@kmitnb.ac.th, cpreeda@yahoo.com.
[2]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, 1761 Pattanakarn Rd., Suanluang Bangkok 10250, Thailand.
[3]Department of Energy Technology, School of Energy Environment and Materials, Building Scientific Research Center (BSRC),
Institute for Scientific and Technological Research and Services, King Mongkut's University of Technology Thonburi,
126 Pracha U-thit Rd., Bongmod, Thungkru, Bangkok 10140, Thailand.
[4]Thailand Institute of Scientific and Technology Research (TISTR), 35 M. 3 Klong 5, Klong Luang, Pathumthani 12120, Thailand.
[5]Department of Building Technology, Faculty of Architecture, Kasetsart University,
50 Paholyothin Road, Jatujak, Bangkok 10900, Thailand.

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะการป้องกันความร้อนของบ้านจำลองทั้งสองหลังที่ทาสีแตกต่างกัน โดยทำการศึกษาทดลองบ้านจำลองทั้งสองหลังที่ทาสีภายนอกด้วยสีเทาอ่อนและสีฟ้าอ่อน ซึ่งลักษณะโครงสร้างของบ้านจำลองทั้งสองหลังสร้างด้วยผนังคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำฉาบปูน ผนังภายนอกทั้ง 4 ด้าน มีขนาดพื้นที่ของผนังในแต่ละด้านเท่ากับ1.5 m x 1.8 m ความหนา 0.10 m สำหรับโครงสร้างหลังคาใช้กระเบื้อง CPAC สีแดงและภายใต้หลังคาบุด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยด์สะท้อนความร้อน ฝ้าเพดานแผ่นยิบซั่มมีความหนา 0.01m

ซึ่งเป็นฉนวนอย่างดี เพื่อป้องกันความร้อนจากห้องใต้หลังคาเข้าสู่ภายในบ้านจำลอง หลังคาทำมุมเอียง30 องศาจากแนวนอน มีประตูขนาด1.5 m x 0.75 m หนา 0.035 m หน้าต่างเป็นกระจกใสขนาด 0.5 m x 0.8 m หนา 0.006 m ในขณะทำการทดลองจะปิดประตู หน้าต่างทุกบานและทำการทดสอบที่สภาวะภูมิอากาศปกติ จากการศึกษาและทดลองพบว่าอุณหภูมิอากาศ ความชื้นและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในบ้านที่ทาด้วยสีฟ้าอ่อน จะมีค่าต่ำกว่าบ้านที่ทาสีเทาอ่อน และการถ่ายเทความร้อนของผนังด้านทิศใต้ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นสีฟ้าอ่อนจะสามารถลดภาระความร้อนภายในบ้าน และช่วยประหยัดพลังงานได้มากกว่าสีเทาอ่อน

คำสำคัญ : อุณหภูมิอากาศ ความชื้น ความชื้นสัมพัทธ์
ค่าความร้อนไหลผ่านผนัง ประหยัดพลังงาน

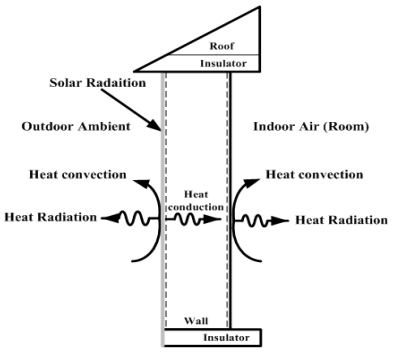
Abstract

This paper aims to study comparison on the thermal performance of two house model of painted difference. This is study to two houses model at coating of exterior surface colour of light glay and sky white colour. Construction of model houses built with autoclaved aerate concrete. The 4 side outer walls' area each has 1.5 m x 1.8 m. The walls' thickness was 0.10 m. For the construction of roofs use CPAC monia with aluminium foil to reflect heat. The inside ceiling was made with gypsum, which the thickness has 0.01m. The property was good insulator to prevent the heat from under the roof into the house model. The inclination of the roof angle was 30º to the horizontal plane. There was one door for each house with sized 1.5 m x 0.75 m x 0.035 m. The window was made of transparent glass sized 0.5 m x 0.8 m x 0.006 m. Experiments were conducted with closed windows and doors and normal weather. From the experiments, it was found that the air temperature, moisture content, relative humidity inside the house painted with sky white colour was lower than in houses painted with light glay and the heat transfer through the south wall of the two house coating not different. Therefore, it can be reduction heat gain of inside of model house and save energy more than the light gray color.

Keywords : Air temperature, Moisture content,
Relative humidity, Heat flux, Save Energy

1. บทนำ

สีทาผนังภายนอกมีผลกระทบต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านหรืออาคารที่พักอาศัยโดยตรงและทางอ้อม จะส่งผลให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าของบ้านเรือน ที่เพิ่มขึ้น หรือลดลง การออกแบบและสร้างบ้านหรือที่พักอาศัยปัจจุบันนี้จะเน้นรูปแบบทันสมัยและความสวยงาม ทำให้มีความรู้สึกที่ดีของผู้พบเห็นและบรรยากาศที่น่าอยู่อาศัย องค์ประกอบสำคัญของบ้านที่กล่าวมา นั้นจะต้องใช้วัสดุก่อสร้างที่ดีมีคุณภาพและสีสันภายนอกสวยงาม ดังนั้นสีทาผนังภายนอกจึงมีอิทธิพลมาก ๆ และต้องมีคุณสมบัติที่ดีคือ สีสันสวยงาม ทนแรงกระแทก สามารถป้องกันความชื้นบางส่วนและเชื้อราบนผนัง แต่ข้อเสียสามารถดูดกลืนรังสีอาทิตย์บนผนังภายนอกทำให้เกิดการสะสมความร้อน ที่ผนังและถ่ายเทความร้อนผ่านความหนาโดยการนำความร้อนของผนังเข้าสู่ภายในบ้านเกิด [1, 2] การถ่ายเทให้อากาศ และวัตถุภายในบ้านโดยการพาความร้อนการแผ่ความร้อนต่อวัตถุภายในบ้านทำให้วัตถุดูดกลืนความร้อนและเก็บสะสมความร้อนเอาไว้



รูปที่ 1. ความร้อนผ่านผนังเข้าสู่ภายในบ้านพักอาศัย [2]

ทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะเกิดการถ่ายเทความร้อนให้อากาศ จึงทำให้อุณหภูมิอากาศและความชื้นภายในบ้านสูงขึ้น (ดังแสดงในรูปที่ 1) อีกทั้งสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้นซึ่งมีสภาพอากาศร้อนสลับฝนตลอดปี [3] ส่งผลให้เกิดปัญหาความร้อนที่สะสมในบ้านสมัยใหม่ ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญต่อความรู้สึกสบายของผู้พักอาศัย ดังนั้นการแก้ปัญหาโดยมากจะใช้ระบบปรับอากาศเพื่อช่วยทำให้เกิดภาวะความสบายทางความร้อน ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นภายในบ้านพักอาศัยหรืออาคาร สามารถแบ่งรายละเอียดต่าง ๆ ของการใช้ไฟฟ้าได้ดังนี้ [4] จากเครื่องปรับอากาศ 60 % แสงสว่าง 20 % และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ 20 % จากปัญหาการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารหรือบ้านพักอาศัยทั้งทางตรง เช่น หน้าต่างกระจก ผนังและหลังคา ของบ้านพักอาศัยหรืออาคาร อีกทั้งทางอ้อมที่เกิดขึ้นได้แก่ วัสดุก่อสร้างแต่ละชนิดที่มีคุณสมบัติทางความร้อนและความชื้นที่แตกต่าง เกิดจากอิทธิพลของสีทาผนังหรือหลังคาของบ้านส่งผลให้เกิดการนำความร้อนผ่านผนัง หลังคาและส่วนประกอบโครงสร้างอื่น ๆ ของบ้าน จึงได้มีการศึกษาปัญหาเรื่องการถ่ายเทความร้อนและความชื้นเข้าสู่ภายในบ้านหรืออาคารที่พักอาศัยภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย เพื่อศึกษาหาวิธีการลดค่าความร้อนและความชื้นที่เข้าสู่ภายในบ้านและการประหยัดพลังงานจากเครื่องปรับอากาศกันอย่างแพร่หลาย ในประเทศที่มีการศึกษาลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติทางความร้อนของผนังมวลเบาแบบอบไอน้ำและไม่อบไอน้ำโดย Ungkoon และคณะ [5] จากการศึกษาทดลองพบว่า คุณสมบัติการนำความร้อน ความร้อนจำเพาะและความหนาแน่นของผนังแบบอบไอน้ำจะต่ำกว่าแบบไม่อบไอน้ำ ผนังแบบอบไอน้ำยังมีการจัดเรียงตัวของโครงสร้างผลึกของวัสดุดีกว่าแบบไม่อบไอน้ำ ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าแบบอบไอน้ำมีคุณสมบัติการป้องกันความร้อนได้ดี และยังได้ทำการศึกษาสมรรถนะทางความร้อนของผนังคอนกรีตมวลเบาสภาวะอากาศปกติและอากาศชื้น นอกจากนั้นมีการทำการทดลองกับบ้านจำลอง [6] ทั้งสามหลังที่มีขนาดพื้นที่ผนังสี่ด้านเท่ากับ 5.52 ม^2 มีความหนาของผนังเท่ากับ 0.075 ม ที่ใช้วัสดุผนังแตกต่างกันประกอบด้วยผนังอิฐมอญ ผนังคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำและไม่อบไอน้ำ โดยทำการทดสอบบ้านจำลองที่จังหวัดสิงห์บุรี ผลการทดสอบจะพบว่า บ้านที่ใช้คอนกรีตมวลเบาแบบไม่อบไอน้ำและผนังอิฐมอญ จะมีอุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่า บ้านที่ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำ และความชื้นอากาศภายในของบ้านทั้งสามหลังไม่แตกต่างกันมาก จากการทดลองนี้ยืนยันได้ถึงประสิทธิภาพที่ดีในด้านสมรรถนะทางความร้อนและสามารถลดความชื้นอากาศของคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำภายใต้สภาพอากาศแบบร้อนชื้น แต่เนื่องจากคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำ และศึกษาเปรียบเทียบเชิงเศรษฐศาสตร์ระหว่างบ้านจำลองทั้งสองหลังที่ใช้ผนังอิฐมอญกับผนังมวลเบาโดย Suksongyat และคณะ [2] จากการศึกษาว่าบ้านที่ติดตั้งผนังมวลเบาจะช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศได้มากกว่าและสามารถคืนทุนได้เร็วกว่าบ้านที่ติดตั้งผนังอิฐมอญ ต่อมาได้ทำการศึกษาและทดสอบผนังกระจกใสธรรมดากับกระจกใสเคลือบสารเปล่งรังสีต่ำ กระจกสะท้อนรังสีอาทิตย์สีฟ้าโดย Chankrapoe และคณะ [7] จากการศึกษาพบว่าห้องที่ติดตั้งกระจกที่มีคุณสมบัติพิเศษอุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าและลดค่าความร้อนผ่านกระจกได้ดีกว่าห้องที่ติดตั้งกระจกใสธรรมดาทั่วไป ดังนั้นกระจกที่มีคุณสมบัติพิเศษสามารถลดภาระการทำความเย็นได้มากที่สุดอีกทั้งใน ต่างประเทศยังได้มีการทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อนจากห้องใต้หลังคาโดย Ogoli [8] เพื่อช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในบ้านพบว่าการติดฉนวนแบบแบนราบดีที่สุด และยังได้มีการทำการศึกษาผลกระทบของสีต่าง ๆ [9]-[15] กระเบื้องปูพื้นภายในบ้านพักอาศัย สีกระเบื้องหลังคาและสีทาภายนอกของผนังที่มีผลต่อการดูดกลืนความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผิวเกิดการสะสมความร้อนและถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้าน ผลจากการศึกษาคุณสมบัติทางความร้อนและทดลองพบว่า วัสดุชนิดเดียวกันที่มีสีเข้มจะดูดกลืนรังสีอาทิตย์ได้มาก จึงทำให้เกิดสะสมความร้อนและถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านมากกว่าสีจาง

ดังนั้นบทความนี้มีทำการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะทางความร้อนของสีทาภายนอกระหว่างสีเทาอ่อนกับสีฟ้าอ่อนที่มีผลกระทบโดยตรงของบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร และมีวัตถุประสงค์สองกรณี คือ กรณีแรกเพื่อ ศึกษาและทดสอบคุณสมบัติทางความร้อนของสีเทาอ่อนและสีฟ้าอ่อน เช่น ค่าการดูดกลืนความร้อน และ ค่าสะท้อนความร้อนจากรังสีอาทิตย์ กรณีที่สองเพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะป้องกันความร้อนและความชื้นของอากาศภายในของบ้านจำลองทั้งสองที่สร้างด้วยผนังคอนกรีตมวลเบาจะมีขนาดเท่ากันประมาณ 4.05 $ม^3$ โดยทาสีภายนอกด้วยสีเทาอ่อน (Home1: Light Gray) และสีฟ้าอ่อน (Home 2: Sky White) (ดังแสดงในรูปที่ 2 และ รูปที่ 3) และเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จากการลดค่าความร้อนไหลผ่านผนังเข้าสู่ภายในบ้านระหว่างจำลองทั้งสองหลัง

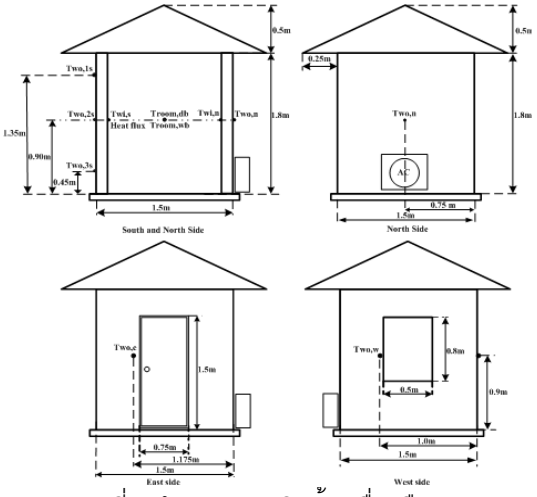
2. 1 การทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน

ทดสอบค่าคุณสมบัติทางความร้อนของเนื้อสีได้แก่สีเทาอ่อนกับสีฟ้าอ่อน เพื่อหาค่าการดูดกลืนความร้อนและสะท้อนความร้อน การเปล่งรังสีที่ผิวของวัสดุโดยทำการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบวัดค่ารังสีSpectrophotometer (Shimadzu UV-3100) และเครื่องทดสอบวัดค่าเปล่งรังสี Emissometer (AE, Devices & Services Co.) ตามมาตรฐาน ASTM E891

2.2 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

บ้านจำลองสร้าง ณ บริเวณชั้นดาดฟ้า อาคาร 63 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร การศึกษาเปรียบเทียบสีทาภายนอกระหว่างสีเทาอ่อนและสีเทาอ่อน [18,19] (ดังแสดงในรูปที่ 2) โดยจะทำการทดสอบบ้านจำลองทั้งสองหลัง ลักษณะของบ้านจะมีโครงสร้างประกอบด้วยผนังคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำฉาบปูนผนังภายนอกทั้ง 4 ด้าน และบนผนังทาสีภายนอก มีขนาดพื้นที่ของผนังแต่ละด้านเท่ากับ1.5 m x 1.8 m ความหนา0.10 m สำหรับโครงสร้างหลังคาใช้กระเบื้อง CPAC สีแดงทำมุมเอียง 30 องศาและบุด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยด์สะท้อนความร้อน ซึ่งฝ้าเพดานแผ่นยิบซั่มมีความหนา 0.001 m ซึ่งเป็นฉนวนอย่างดีเพื่อป้องกันความร้อนจากห้องใต้หลังคาเข้าสู่ภายในห้องทดลอง บ้านจำลองมีประตูพลาสติก PVC ขนาด1.5 m x 0.75 m หนา 0.035 cm ติดตั้งอยู่ ทางด้านทิศตะวันออก และมีหน้าต่างเป็นกระจกใสขนาด 0.5 m x 0.8 m กระจกใสหนา 0.006 m ติดตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตก

รูปที่ 2. บ้านจำลองทั้งสองหลังที่ทาสีภายนอกด้วยสีเทาอ่อน (Home1) และสีฟ้าอ่อน (Home 2)



รูปที่ 3 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือวัด

การติดตั้งจุดวัดค่าอุณหภูมิโดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K (ค่าความคาดเคลื่อน ± 0.5) วัดอุณหภูมิตามจุดต่างๆ ดังนี้ บนผนังทั้งภายในและภายนอกของผนังทั้งสี่ด้านจำนวน 10 จุด (Two,1s, Two,2s, Two,3s, Twi,s, Two,n, Twi,n, Two,e, Twi,e, Two,w, Twi,w) อุณหภูมิอากาศภายในบ้านและสิ่งแวดล้อมจำนวน 4 จุด (Troom,db, Troom,wb, Tamb,db, Tamb,wb) วัดค่าความร้อนไหลผ่านผนังยี่ห้อ EKO Heat Flow Meter รุ่น MF-180 ช่วงการวัดประมาณ –30°C ถึง

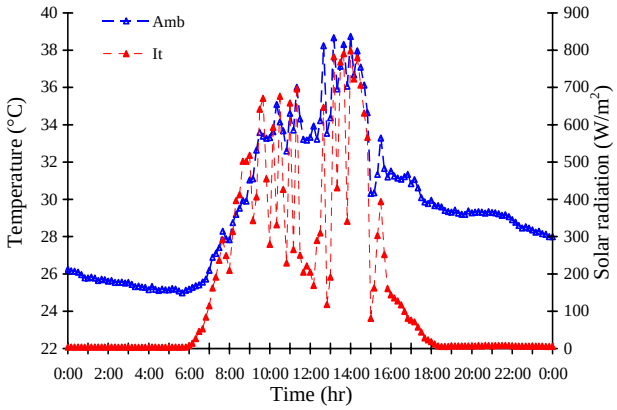
120°C (ค่าความคาดเคลื่อน ± 2 %) ผนังทางด้านทิศใต้ของบ้านจำนวน 1 จุด (Heat flux) และค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์วัดโดยไพราโนมิเตอร์ยี่ห้อ EKO pyranometer รุ่น MS-601 (ช่วงการวัด 1-1400 W/m^{2}ค่าความคาดเคลื่อน ± 5 %) ค่าอุณหภูมิ ค่าความร้อนไหลผ่านผนังและความเข้มจะถูกบันทึกในเครื่องบันทึกข้อมูล(Data recorder) ยี่ห้อ Hioki รุ่น 8422-51 (ค่าความคาดเคลื่อน ± 0.8%) สำหรับค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในบ้านและสิ่งแวดล้อม จะใช้วิธีการคำนวณ [20] โดยนำค่าอุณหภูมิอากาศกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกภายในบ้านและสิ่งแวดล้อมที่เก็บได้มาคำนวณ การวัดค่าทดสอบต่างๆ ของบ้านทั้งสองจะอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันทุกจุด (ดังแสดงในรูปที่ 2) วิธีการทดสอบบ้านจำลองทั้งสองหลังจะทดลองภายใต้สภาวะอากาศปกติ และปิดเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน การศึกษาเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิบนผนังทั้งสี่ด้านของบ้าน ความร้อนไหลผ่านผนังด้านทิศใต้ และปริมาณการใช้ไฟฟ้า เริ่มบันทึกข้อมูลตั้งแต่เวลา 00.00น จนถึงเวลา 00.00น ของอีกวัน โดยจะทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 10 นาที ทดลองภายในช่วงเดือนมิถุนายน 2549 ถึงเดือนเมษายน 2550

3. ผลการทดลอง

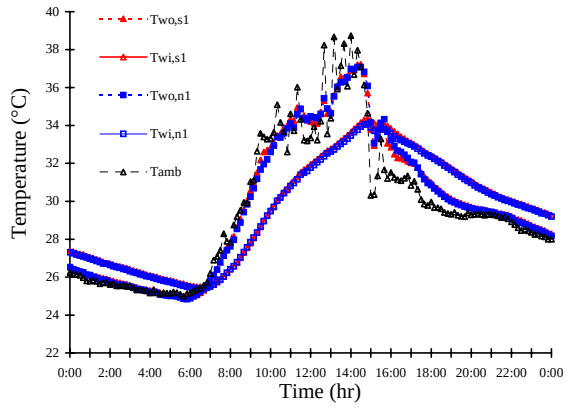
ตารางที่ 1 สมบัติทางความร้อนของสีทาภายนอก

ชนิดของสี	สีเทาอ่อน (Home 1)	สีฟ้าอ่อน (Home 2)
Solar Absorptance (%)	23.1	19.2
Solar Reflectance (%)	76.9	80.8
Thermal Emittance (%)	84.0	84.0

จากตารางที่ 1 ทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E891 จะพบว่าสีฟ้าอ่อนจะมีค่าการดูดกลืนความร้อนต่ำกว่าสีเทาอ่อนและค่าการสะท้อนความร้อนสีฟ้าสูงกว่าสีเทาอ่อน ส่วนค่าการปล่งรังสีความร้อนของทั้งสองสีมีค่าเท่ากัน จากการทดสอบจะทำให้ทราบว่าเฉดสีที่เข้มจะมีการดูดกลืนรังสีอาทิตย์สูงกว่าเฉดสีอ่อน และจากรูปที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์ พบว่าในช่วงเวลากลางวันจะมีสภาพอากาศชื้นสูงมากภายในบริเวณที่ทำการทดสอบบ้านจำลองทั้งสองหลัง เนื่องจากมีฝนตกตลอดทั้งวัน โดยจะมีค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ 25 ≈ 39°C และมีค่าความเข้มแสงรังสีอาทิตย์ประมาณ 800 W/m^2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะทางความร้อน ของสีทาภายนอกระหว่างสีเทาอ่อนกับสีฟ้าอ่อนที่มีผลกระทบต่อบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร



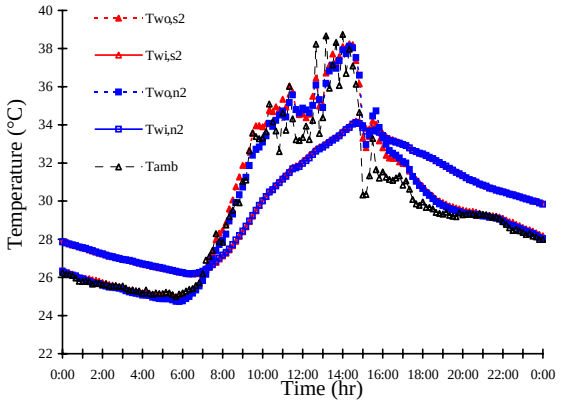
รูปที่ 4 ผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมและค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์ (13 เมษายน 2550)



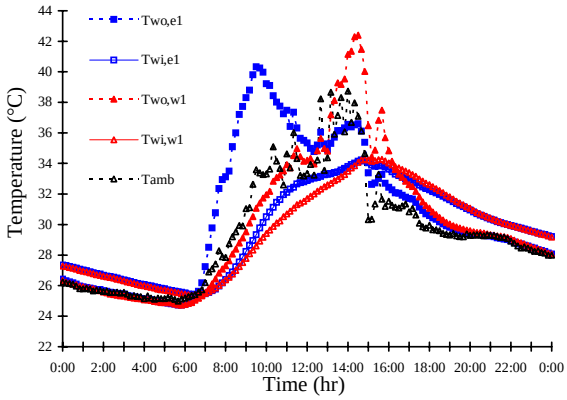
รูปที่ 5 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังด้านทิศใต้และทิศเหนือของบ้านจำลองที่ทาผนังด้วยสีฟ้าอ่อน (13 เมษายน 2550)

จากรูปที่ 5 – 6 ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังด้านทิศใต้และทิศเหนือของบ้านจำลองทั้งสองหลัง จะพบว่า

อุณหภูมิบนผนังภายนอกและภายในด้านทิศใต้และด้านทิศเหนือของบ้านทั้งสองมีค่าอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิบนผนังภายนอกระหว่างบ้านทั้งสองพบว่าอุณหภูมิบนผนังของบ้านที่ทาด้วยสีเทาอ่อนจะมีค่าสูงกว่าบ้านที่ทาด้วยสีฟ้าอ่อนประมาณ 0.2~1°C เนื่องจากผนังของบ้านที่ด้วยสีเทาอ่อนจะสามารถดูดกลืนความร้อนได้ดีกว่าสีฟ้าอ่อน ส่วนอุณหภูมิบนผนังภายในของบ้านจำลองมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน เพราะว่าอากาศมีความชื้นสูงมาก เนื่องบริเวณที่ทำการทดสอบมีฝนตกตลอดทั้งวัน

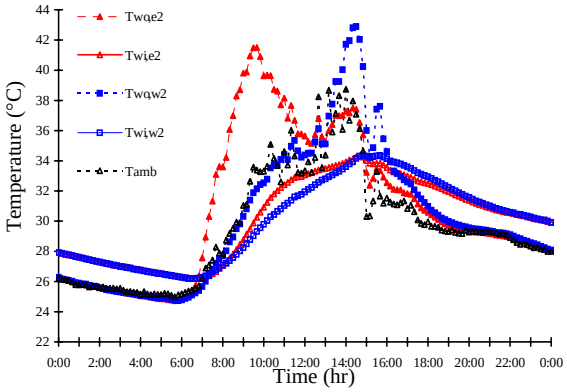


รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังด้านทิศใต้และทิศเหนือของบ้านจำลองที่ทาผนังด้วยสีเทา (13 เมษายน 2550)



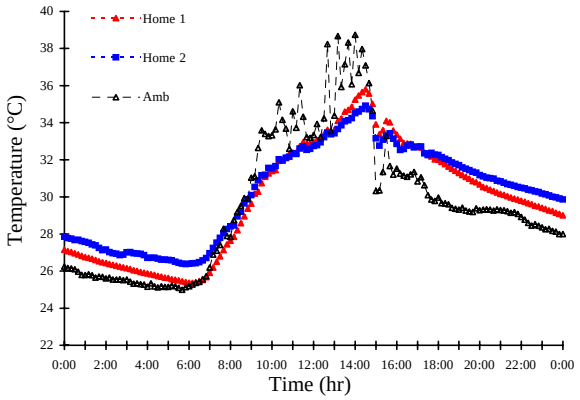
รูปที่ 7 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตกของบ้านจำลองที่ทาด้วยสีฟ้าอ่อน (13 เมษายน 2550)

ผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตกของบ้านจำลองทั้งสองหลังที่ทาด้วยสีฟ้าอ่อนและที่ทาด้วยสีเทาอ่อน (จากรูปที่ 7-8) จากการทดสอบในช่วงเวลากลางวันจะพบว่าอุณหภูมิบนผนังภายนอกด้านทิศตะวันออกและตะวันตกของบ้านจำลองที่ทาด้วยสีเทาอ่อนจะมีค่าอุณหภูมิบนสูงกว่าประมาณ 1~2°C ส่วนอุณหภูมิบนผนังภายในของบ้านจำลองมีอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน เพราะว่าอากาศมีความชื้นสูงมาก และอุณหภูมิบนผนังของบ้านจำลองทั้งสองจะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม เนื่องจากบนผนังทั้งสีด้านจะเปียกน้ำฝน จึงส่งผลให้ผนังมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศสิ่งแวดล้อม จากการทดสอบจะพบว่าอุณหภูมิผิวบนผนังภายนอกของบ้านจำลองทั้งสองทิศตะวันออกและทิศตะวันตกสูงกว่าผนังด้านทิศใต้และเหนือประมาณ 2~5°C ผลของช่วงเดือนเมษายน จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์เปลี่ยนทิศทาง

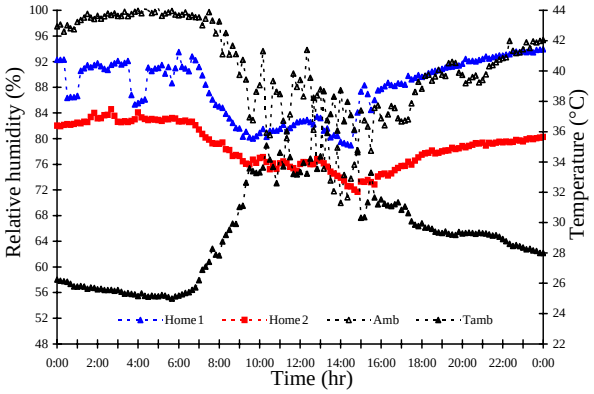


รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตกของบ้านจำลองที่ทาด้วยสีเทาอ่อน (13 เมษายน 2550)

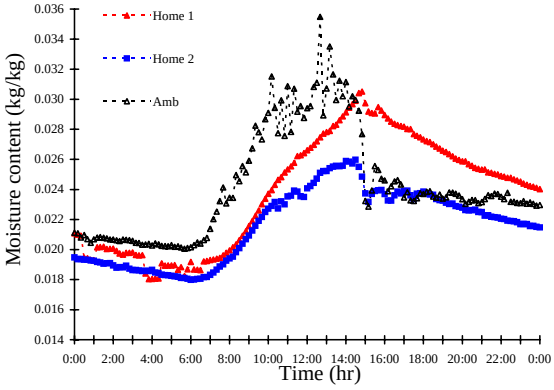
จึงทำให้ผนังด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกได้รับค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์มากกว่าผนังด้านทิศใต้และเหนือ ส่วนในช่วงเวลากลางคืน จะพบว่าอุณหภูมิบนผนังภายในบ้านทั้งสี่ด้านของบ้านทั้งสองจะสูงกว่าอุณหภูมิแวดล้อม เนื่องจากอากาศภายนอกมีไหลเวียนส่งผลให้อุณหภูมิต่ำกว่าภายในบ้าน



รูปที่ 9 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศภายในบ้านจำลองทั้งสองหลัง (13 เมษายน 2550)

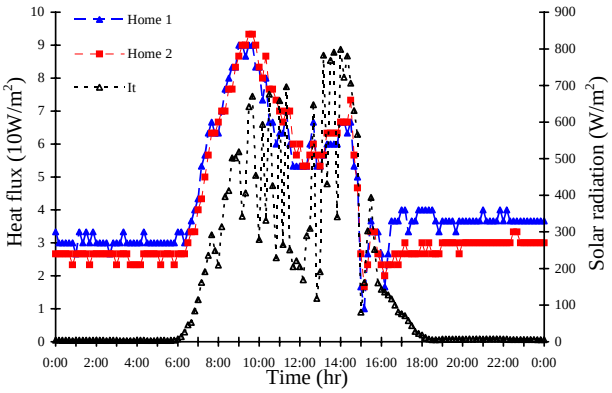


รูปที่ 10 ผลการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในบ้านจำลองทั้งสองหลัง (13 เมษายน 2550)



รูปที่ 11 ผลการเปรียบเทียบความชื้นของอากาศภายในบ้านจำลองทั้งสองหลัง (13 เมษายน 2550)

การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในบ้านจำลองทั้งสองหลังระหว่างบ้านที่ทาด้วยสีฟ้าอ่อนกับสีเทาอ่อน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสิ่งแวดล้อม (ดังแสดงในรูปที่ 9-11) จากการทดสอบตลอดช่วงเวลา 24 ชั้วโมง จะพบว่าอุณหภูมิอากาศภายในบ้านที่ทาด้วยสีเทาอ่อนจะอุณหภูมิสูงกว่าบ้านที่ทาด้วยสีฟ้าอ่อน (ดังแสดงในรูปที่ 9) และช่วงเวลา 08.00-18.00น จะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอากาศภายในบ้านจำลองที่ทาด้วยสีฟ้าอ่อนจะต่ำกว่าบ้านจำลองทีทาด้วยสีเทาอ่อน และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอากาศภายในบ้านทั้งสองมีค่าต่ำกว่าอากาศของสิ่งแวดล้อมมาก เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีฝนตก ส่วนช่วงเวลากลางคืนพบว่า บ้านจำลองที่ทาสีภายนอกด้วยสีฟ้าอ่อน จะมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าสีเทาอ่อน เพราะว่าผนังที่ด้วยสีเทาอ่อนจะมีการสะสมความร้อน ส่งผลให้นำความร้อนและความชื้นได้ดีกว่า ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าบ้านที่ทาด้วยสีฟ้าอ่อนมีศักยภาพการลดหรือช่วยป้องกันความร้อนผ่านผนังเข้าสู่ภายในบ้านดีกว่าบ้านที่ทาด้วยสีเทาอ่อน



รูปที่ 12 ผลการเปรียบเทียบค่าความร้อนไหลผ่านผนังของบ้านจำลองทั้งสองหลัง (13 เมษายน 2550)

ผลการเปรียบเทียบค่าความร้อนผ่านผนังของบ้านด้านทิศใต้ระหว่างบ้านจำลองสองหลังที่สร้างด้วยผนังคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำ และทาสีผนังภายนอกด้วยสีเทาอ่อนและสีฟ้าอ่อน (จากรูปที่ 12) พบว่าในช่วงเวลากลางคืน บ้านที่ทาสีภายนอกด้วยสีเทาอ่อน จะมีค่าความร้อนไหลผ่านผนังต่ำกว่าบ้านที่ทาด้วยสีฟ้าอ่อน และช่วงเวลากลางวัน บ้านจำลองทั้งสองหลัง จะมีค่าความร้อนไหลผ่านไม่แตกต่างกันมากนัก บ้านที่ทาด้วยสีฟ้าอ่อนสามารถลดค่าความร้อนผ่านผนังได้

ดีกว่า บ้านที่ทาสีภายนอกด้วยสีเทาอ่อน (จากการทดสอบตลอดช่วงเวลา24 ชั้วโมง) ส่งผลทำให้ประหยัดพลังงานจากการใช้เครื่องปรับอากาศได้ทางหนึ่ง สีฟ้าอ่อนยังมีคุณสมบัติเป็นฉนวนที่ดีและมีค่าการถ่ายเทความร้อนต่ำกว่า เนื่องจากสีฟ้าอ่อนมีค่า Solar Absorptance ต่ำกว่าสีเทาอ่อน จึงทำให้เกิดการสะสมความร้อน และคายตัวน้อยกว่าสีเทาอ่อน (จากตารางที่ 1) ดั้งนั้นการพิจารณาการใช้สีทาภายนอกจะขึ้นกับความต้องการของผู้ออกแบบและความเหมาะสมของสถานที่นั้น ๆ

4. สรุป

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาสมรรถนะทางความร้อนของสีทาภายนอกของบ้านทั้งสองหลังที่ทาด้วยสีเทาอ่อนและสีฟ้าอ่อน โดยทำการทดสอบที่สภาวะอากาศปกติและไม่เปิดเครื่องปรับอากาศ สีที่ใช้ทดสอบนี้หาซื้อได้ตามตลาดวัสดุก่อสร้างทั่วไป จากการทดสอบพบว่าสีฟ้าอ่อน มีสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดีกว่าสีเทาอ่อน และอุณหภูมิอากาศ ความชื้นและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในบ้านที่ทาด้วยสีเทาอ่อนจะมีค่าสูงกว่าบ้านที่ทาสีฟ้าอ่อน และการถ่ายเทความร้อนผนังด้านทิศใต้ต่ำกว่าบ้านที่ทาด้วยสีเทาอ่อน ดังนั้นสีฟ้าอ่อนจึงสามารถลดภาระความร้อนภายในบ้าน ช่วยประหยัดพลังงานได้มากกว่าสีเทาอ่อน ซึ่งสีฟ้าอ่อนจะทำให้อุณหภูมิอากาศภายในบ้านต่ำกว่า ทำให้มีผลต่อสภาวะความรู้สึกของผู้พักอาศัย จึงส่งผลทำให้ลดการใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อระบายอากาศภายในบ้าน เป็นการลดค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ศิวิไล ถนอมสวย ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่อนุญาติ ให้ใช้สถานที่สำหรับทำการทดสอบ และขอขอบพระคุณ บริษัท ซุปเปอร์บล็อก จำกัด (มหาชน) ที่ให้การสนับสนุนคอนกรีตมวลเบา ช่วยก่อผนังบ้านทดสอบและให้ยืมเครื่องบันทึกข้อมูลสายเทอร์โมคัปเปิลชนิดK และบริษัท ทีโอเอ เพ้นท์ (ประเทศไทย) จำกัดที่ให้การสนับสนุนสีทาภายนอกที่ใช้ในการทดสอบ และ ขอบคุณคณะนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมการทำความเย็นและการปรับอากาศ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ช่วยเก็บข้อมูลงานวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

1. Chantawong, P., et al. 2007. Field Comparative Study between Light Gray and Lily White Exterior Surface Color on Indoor Conditions of a House Model Under Hot Humid Climate of Bangkok. The Journal of KMITNB. Vol. 17 (3), September – December, pp.11-20.
2. Suksongyat, K., et al, 2007. Economical Comparative Analysis between House Built Using Red Clay Bricks Wall and Aerated Concrete Wall for Heat Transfers and Thermal Properties. The Journal of KMITNB. Vol. 17 (2), May – Aug., 34-42.
3. Khedari, J., et al, 2001, Thailand climatic zones, Journal of Renewable Energy, 25, pp.267-280.
4. Chirarattananon, S., et al, 2002. Daylight availability and models for global and diffuse horizontal illuminance and irradiance for Bangkok. Journal of Renewable Energy. 26, pp.69-89.
5. Ungkoon, Y., et al, 2005. A preliminary study of hygrothermal performance of autoclaved aerated concrete blocks under hot humid climate of Thailand. International Conference Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment (PLANCE 2005), 19-21 May 2005 Santorini, Greece, pp.493-499.

6. Ungkoon, Y., et al, 2007, Analysis of Microstructure and Properties of Autoclaved Aerated Concrete Wall Construction Materials, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 13, No. 7, December, pp. 1103-1108.
7. Chankrapoe, A., et al, 2007, A Comparison between Thermal Properties and Analysis of Cost Glazed Walls. The Journal of Industrial Technology, 3, pp.14-20.
8. Ogoli, D, M, 2003. Predicting indoor temperatures in closed building with high thermal mass. Journal of Energy and Buildings, 35, pp. 99-108.
9. Doulos, L., et al, 2004. Passive cooling of outdoor urban spaces. The role of materials. Journal of Solar Energy, 77, pp. 231-249.
10. Levinson, R., et al, 2007. Cool tile-roofed buildings with near-infrared-reflective non - white coatings. Journal of Building and Environment, 42, pp. 2591-2605.
11. Synnefa, A., et al, 2007. On the development, optical properties and thermal performance of cool colored coating for the urban environment. Journal of Solar Energy, 81, pp. 488-497.
12. Prado, A, T, R., et al, 2005. Measurement of albedo and analysis of its influence the surface temperature of building roof materials. Journal of Building and Environment, 37, pp. 295-300.
13. Akbari, H., **et al, 2008. Procedure for measuring the solar reflectance of flat or curved roofing assemblies, Journal of Solar Energy, (In press).**
14. Akbari, H., **et al, 2003. Measured energy savings from the application of reflective roof in two small non-residential buildings, Journal of Energy, 28, pp.953-967.**
15. **Nwachukwu, N, P., et al, 2007. Effect of an absorptive coating on solar energy storage in a Thrombe wall system, Journal of Energy and Buildings, 40, pp.371-374.**
16. Cheng, V., et al,. 2005. Effect of envelope colour and thermal mass on indoor temperature in hot humid climate. Journal of Solar Energy, 78, pp. 528-534.
17. Bansal, N. K., et al., 1992. Effect of exterior surface colour on the thermal performance of building. Journal of Building and Environment, 27, pp. 31-37.
18. Chantawong, P., et al. 2007. Comparative Study of Effects on the Thermal Performance of Exterior Surface Colour between of Light Glay and Sky White Colour of House Model, Proceeding of the 4th National Convection on Energy Technology Network of Thailand, 14 -16 May 2008, The Rose Garden Riverside, Km 32 Pet Kasem Road, Sampran, Nakorn Pathom, Thailand, (accept).
19. http://www.toagroup.com.
20. Devres, Y, O., 1994. Prychrometric Property of Humid Air: Calculation Procedures. Journal of Applied Energy, 48, pp.1-18

7. สัญลักษณ์และคำย่อ

Amb	สิ่งแวดล้อม
T	อุณหภูมิอากาศ (Dry Bulb Temperature)

Tamb	อุณหภูมิอากาศของสิ่งแวดล้อม
Tamb,db	อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศสิ่งแวดล้อม
Tamb,wb	อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศสิ่งแวดล้อม
Two,1s, Two,2s, Two,3s, Twi,1s	อุณหภูมิบนผนังภายนอกและภายในของบ้านด้านทิศใต้ ที่ตำแหน่งต่าง ๆ
Two,n, Twi,n	อุณหภูมิบนผนังภายนอกและภายในของบ้านด้านทิศเหนือ
Two,e, Twi,e	อุณหภูมิบนผนังภายนอกและภายในของบ้านด้านทิศตะวันออก
Two,w, Twi,w	อุณหภูมิบนผนังภายนอกและภายในของบ้านด้านทิศตะวันตก
Troom,	อุณหภูมิของอากาศภายในบ้าน
Troom,db	อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศภายในบ้าน
Troom,wb	อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศภายในบ้าน
Home 1	บ้านจำลองที่ทาด้วยสีเทาอ่อน
Home 2	บ้านจำลองที่ทาด้วยสีครีม
It	ค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์
W	ความชื้นของอากาศ
P_{atm}	ความดันบรรยากาศ
P_w	ความดันของน้ำในอากาศ
Rh	ความชื้นสัมพัทธ์จากการทดลอง
a, b, d	ค่าคงที่
e	ทิศตะวันออก
n	ทิศเหนือ
s	ทิศใต้
w	ทิศตะวันตก