

การศึกษาสมรรถนะทางความร้อนที่มีผลกระทบของสีทาภายนอกระหว่างสีฟ้าอ่อน กับสีครีมต่อบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร

Study of the Thermal Performance of Effects on Exterior Surface Colour

between of Sky White and Lily White Colour of House Model

Under Hot Humid Climate of Bangkok

ปรีดา จันทวงษ์¹ และ วิชญ วิมานจันทร์²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสมรรถนะทางความร้อนที่มีผลกระทบของสีทาภายนอกระหว่างสีฟ้าอ่อนกับสีครีมต่อบ้านจำลองภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร โดยทำการศึกษาทดลองบ้านจำลองทั้งสองหลังที่ทาสีภายนอก ด้วยสีฟ้าอ่อนและสีครีม มีลักษณะโครงสร้างของบ้านจำลองทั้งสองหลังที่สร้างด้วย ผนังคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำฉาบปูน ผนังภายนอกทั้ง 4 ด้าน มีขนาดพื้นที่ของผนังในแต่ละด้านเท่ากับ 1.5 m x 1.8 m ความหนา 0.10 m สำหรับโครงสร้างหลังคาใช้กระเบื้อง CPAC สีแดง และบุด้วยอลูมิเนียมฟอยล์สะท้อนความร้อน ฝ้าเพดานแผ่นยิบซั่มมีความหนา 0.01m ซึ่งเป็นฉนวนอย่างดีเพื่อป้องกันความร้อนจากห้องใต้หลังคาเข้าสู่ภายในบ้านจำลอง หลังคาทำมุมเอียง 30 องศาจากแนวนอน มีประตูขนาด 1.5 m x 0.75 m หนา 0.035 m หน้าต่างเป็นกระจกใสขนาด 0.5 m x 0.8 m หนา 0.006 m ในขณะที่ทำการทดลองจะปิดประตู หน้าต่างทุกบาน ทดสอบที่สภาวะภูมิอากาศปกติ จากการศึกษาและทดลอง พบว่าอุณหภูมิอากาศ ความชื้นและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในบ้านที่ทาด้วยสีฟ้าอ่อน จะมีค่าต่ำกว่าบ้านที่ทาด้วยสีครีม และการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังด้านทิศใต้ต่ำกว่าบ้านที่ทาด้วยสีครีม ดังนั้น สีฟ้าอ่อนจะสามารถลดภาระความร้อนภายในบ้าน ช่วยประหยัดพลังงานได้มากกว่าสีครีม

คำสำคัญ : ผนังคอนกรีตมวลเบา, ความชื้นสัมพัทธ์, ค่าความร้อนไหลผ่านผนัง, ประหยัดพลังงาน, ค่าความเข้มแสงรังสีอาทิตย์

Abstract

This paper aims to study of the thermal performance of effects on exterior surface colour between of sky white and lily white colour of house model under hot humid climate of Bangkok. This is study to two houses model at coating of exterior surface colour of sky white and lily white colour. Model houses built with Autoclaved Aerate Concrete 4 sides walls. The area has 1.5 m x 1.8 m. The walls' thickness was 0.10 m. The roofs use CPAC Monia with aluminium foil to

¹อาจารย์, ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

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 30° 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 lily white and the heat transfer through the south wall of the house coating with sky white was lower than the house coating with lily white. Therefore, it can be reduction heat gain of inside of model house and save energy more than the lily white colour.

Keywords: Autoclaved Aerate Concrete wall, Relative humidity, Heat flux, Energy Saving, Solar Radiation,

1. บทนำ

การออกแบบและสร้างบ้านหรือที่พักอาศัยในปัจจุบันนี้จะเน้นรูปแบบทันสมัย ประหยัดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและความสวยงาม ทำให้ผู้พบเห็นมีความรู้สึกดีและบรรยากาศที่น่าอยู่อาศัย องค์ประกอบสำคัญของบ้านที่กล่าวมานั้นจะต้องเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่ดีมีคุณภาพและสีสันทนภายนอกสวยงาม ดังนั้น สีทาผนังภายนอก จึงมีอิทธิพลมากและต้องมีสมบัติที่ดี คือ สีสันทนสวยงาม ทนแรงกระแทก สามารถป้องกันความชื้นบางส่วนและเชื้อราบนผนัง ข้อเสียสามารถดูดกลืนรังสีอาทิตย์ เมื่อความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์มาตกกระทบบนผิวผนังภายนอก ทำให้เกิดการสะสมความร้อนที่ผนัง และถ่ายเทความร้อนผ่านความหนาโดยการนำความร้อนของผนังเข้าสู่ภายในบ้านเกิดการถ่ายเทความร้อนให้อากาศภายในบ้าน โดย การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อนต่อวัตถุภายใน ทำให้วัตถุดูดกลืนและเก็บสะสมความร้อนเอาไว้ ส่งผลให้วัตถุมีอุณหภูมิสูงขึ้นเกิดการถ่ายเทความร้อนให้อากาศ จึงทำให้อุณหภูมิอากาศภายในบ้านสูงขึ้น [1, 17] อีกทั้งสภาวะภูมิอากาศของประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตอากาศร้อนชื้น ซึ่งมีสภาพอากาศร้อนสลับฝนตกตลอดปี [2] ส่งผลให้เกิดปัญหาความร้อนที่สะสมในบ้านสมัยใหม่ ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญต่อสภาวะความสบายทางความร้อนของผู้พักอาศัย ดังนั้นการแก้ปัญหาโดยมากจะใช้ระบบปรับอากาศเพื่อลดความร้อนภายในบ้าน ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นภายในบ้านหรืออาคาร สามารถแบ่ง

รายละเอียดต่าง ๆ ของการใช้ไฟฟ้าได้ดังนี้[3] จากเครื่องปรับอากาศ 60 % แสงสว่าง 20 % และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ 20 % จากปัญหา การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารหรือบ้านพักอาศัยทั้งทางตรง เช่น หน้าต่างกระจกผนังและหลังคาของบ้านพักอาศัยหรืออาคาร อีกทั้งทางอ้อมที่เกิดขึ้น ได้แก่ วัสดุก่อสร้างแต่ละชนิดที่มีคุณสมบัติทางความร้อนและความชื้นที่แตกต่าง เกิดจากอิทธิพลของสีทาผนังหรือหลังคาของบ้านส่งผลให้เกิดการนำความร้อนผ่านผนัง หลังคาและส่วนประกอบโครงสร้างอื่นๆของบ้านจึงได้มีการศึกษาปัญหาเรื่องการถ่ายเทความร้อนและความชื้นเข้าสู่ภายในบ้านหรืออาคารที่พักอาศัยภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย เพื่อศึกษาหาวิธีการลดค่าความร้อนและความชื้นที่เข้าสู่ภายในบ้านและการประหยัดพลังงานจากเครื่องปรับอากาศกันอย่างแพร่หลาย ในประเทศที่มีการศึกษาลักษณะโครงสร้างและสมบัติทางความร้อนของผนังคอนกรีตมวลเบาแบบบอบไอน้ำและไม่บอบไอน้ำ โดย Ungkoon และคณะ[4] จากการศึกษาทดลองพบว่า สมบัติการนำความร้อน ความร้อนจำเพาะและความหนาแน่นของผนังคอนกรีตมวลเบาแบบบอบไอน้ำจะต่ำกว่า ผนังคอนกรีตมวลเบาแบบไม่บอบไอน้ำ ผนังคอนกรีตมวลเบาแบบบอบไอน้ำ มีการจัดเรียงตัวของโครงสร้างผลึกของวัสดุดีกว่า ผนังคอนกรีตมวลเบาแบบไม่บอบไอน้ำ ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่า ผนังคอนกรีตมวลเบาแบบบอบไอน้ำ มีคุณสมบัติการป้องกันความร้อนได้ดี และยังได้ทำ การศึกษาสมรรถนะทางความร้อนของผนังคอนกรีตมวลเบาสภาวะอากาศปกติและ

อากาศขึ้นและยังได้มีการทำการทดลองกับบ้านจำลอง [5] ทั้งสามหลังที่มีขนาดพื้นที่ผนังสี่ด้านเท่ากับ 5.52 m^2 มีความหนาของผนังเท่ากับ 0.075 m ที่ใช้วัสดุผนังแตกต่างกันประกอบด้วย ผนังอิฐมวลเบา ผนังคอนกรีตมวลเบาแบบบอบไอน้ำและไม้ออบไอน้ำ โดยทำการทดสอบบ้านจำลองที่จังหวัดสิงห์บุรี ผลการทดสอบจะพบว่า บ้านที่ใช้คอนกรีตมวลเบาแบบไม้ออบไอน้ำ และผนังอิฐมวลเบา จะมีอุณหภูมิอากาศภายในสูงกว่า บ้านที่ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาแบบบอบไอน้ำและความชื้นอากาศภายในของบ้านทั้งสองไม่แตกต่างกันมาก จากการทดลองนี้ยืนยันได้ถึงประสิทธิภาพที่ดีในด้านสมรรถนะทางความร้อนและสามารถลดความชื้นอากาศของคอนกรีตมวลเบาแบบบอบไอน้ำภายใต้สภาพอากาศแบบร้อนชื้น ต่อมาได้ทำการศึกษาและทดสอบผนังกระจกใสธรรมดากับกระจกใสเคลือบสารเปล่งรังสีต่ำ กระจกสะท้อนรังสีอาทิตย์สีฟ้าโดย Chankrapoe และคณะ [6] จากการศึกษาพบว่าห้องที่ติดตั้งกระจกที่มีคุณสมบัติพิเศษ อุณหภูมิอากาศภายในต่ำกว่าและลดค่าความร้อนผ่านกระจกได้ดีกว่า ห้องที่ติดตั้งกระจกใสธรรมดาทั่วไป ดังนั้นกระจกที่มีคุณสมบัติพิเศษสามารถลดภาระการทำความเย็นได้มากที่สุด อีกทั้งในต่างประเทศยังได้มีการทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธี การติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อนจาก ห้องใต้หลังคาถ่ายเทเข้าสู่ภายในบ้านโดย Ogoli [7] เพื่อลดอุณหภูมิอากาศภายในบ้าน พบว่า การติดตั้งฉนวนแบบแบนราบดีที่สุด และยังได้มีการทำ การศึกษาผลกระทบของสีต่างๆ [8-13] ของกระเบื้องปูพื้นภายในบ้านพักอาศัย สีกระเบื้องหลังคาและสีทาภายนอกของผนังที่มีผลต่อการดูดกลืนความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผิวเกิดการสะสมความร้อนและถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้าน ผลจากการศึกษาคุณสมบัติทางความร้อนและทดลองพบว่าวัสดุชนิดเดียวกันที่มีสีเข้มจะดูดกลืนรังสีอาทิตย์ได้มาก จึงทำให้เกิดสะสมความร้อนและถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านมากกว่าสีจาง ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะทางความร้อนของสีทาภายนอก ระหว่างสีฟ้าอ่อนกับสีครีมที่มีผลกระทบต่อบ้าน จำลองภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร โดยมีการศึกษาและทดลองสองกรณีคือ กรณีแรกเพื่อศึกษาและทดสอบคุณสมบัติทางความร้อนของสีฟ้า

อ่อนและสีครีม เช่น ค่าการดูดกลืนความร้อนและค่าสะท้อนความร้อนจากรังสีอาทิตย์ กรณีที่สองเพื่อศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะป้องกันความร้อนและความชื้นของอากาศภายในของบ้านจำลองทั้งสอง [17] ที่สร้างด้วยผนังคอนกรีตมวลเบาแบบบอบไอน้ำซึ่งมีขนาดเท่ากันประมาณ 4.05 m^2 และมีความหนา 0.10 m โดยทาสีภายนอกด้วยสีฟ้าอ่อน (Home1: Sky White) และสีครีม (Home 2: Lily White) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 บ้านจำลองทั้งสองหลังที่ทาสีภายนอกด้วยสีฟ้าอ่อน (Home 1) และสีครีม (Home 2)

2. ทฤษฎีและวิธีการทดลอง

2.1 ทฤษฎีและการคำนวณค่าความชื้นของอากาศ

สีทาผนังบ้านจะช่วยดูดกลืนรังสีอาทิตย์และผนังภายนอกเกิดการสะสมความร้อนที่ผนัง [1, 14] จึงเกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านความหนาโดยการนำความร้อนของผนังเข้าสู่ภายในบ้านโดยถ่ายเทให้อากาศและวัตถุภายในบ้านโดยการพาความร้อนและการแผ่ความร้อนต่อวัตถุภายในบ้านทำให้วัตถุและเก็บสะสมความร้อน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นก็จะเกิดการถ่ายเทความร้อน สำหรับการถ่ายเทความร้อนผ่านผิวที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อน จะอยู่ในรูปของความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงของวัสดุ กระบวนการที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากความแตกต่างของความดันไอน้ำที่ถ่ายเทจากบริเวณที่ความดันไอน้ำสูงไปสู่บริเวณที่ความดันไอน้ำต่ำกว่า ทำให้เกิดการระเหยของความชื้นจากผนังด้านที่ร้อนและผนังด้านที่เย็นสะสมความชื้น ผนังมีความชื้นสูงจะเกิดจากการระเหยตัวของไอน้ำที่บริเวณผิวผนังภายใน เนื่องจากความร้อนที่ถ่ายเทจากผิวภายนอกสู่ภายในทำให้อุณหภูมิผิวภายในสูงขึ้นความชื้นที่สะสมบริเวณผิวภายใน

ของผนังเกิดการระเหยสู่อากาศภายในห้อง ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศและความชื้นภายในบ้าน

การคำนวณจากสมการความชื้นของอากาศ (Moisture content: W) [15] โดยนำผลจากการทดลองทั้งอากาศภายในห้องและสิ่งแวดล้อมสามารถคำนวณหาได้จากสมการ (1) และค่าความดันบรรยากาศ ($P_{atm} = 101.325 \text{ kPa}$) ความดันของน้ำในอากาศ (Partial pressure of water in humid air: P_w) จากผลการทดลองทั้งอากาศภายในห้องและสิ่งแวดล้อมสามารถคำนวณได้จากสมการ (2) โดยค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity: RH) ซึ่งหาได้จากความสัมพันธ์อุณหภูมิอากาศแห้ง (Dry Bulb Temperature: T_{db}) ภายในห้องและสิ่งแวดล้อมที่ได้จากการทดลอง [15,17] และ a , b , d เป็นค่าคงที่

$$W = 0.62198 \frac{P_w}{P_{atm} - P_w} \quad (1)$$

$$P_w = Rh(1000 \exp(aT_{db}^2 + bT_{db} + dT_{db}^{-1})) \quad (2)$$

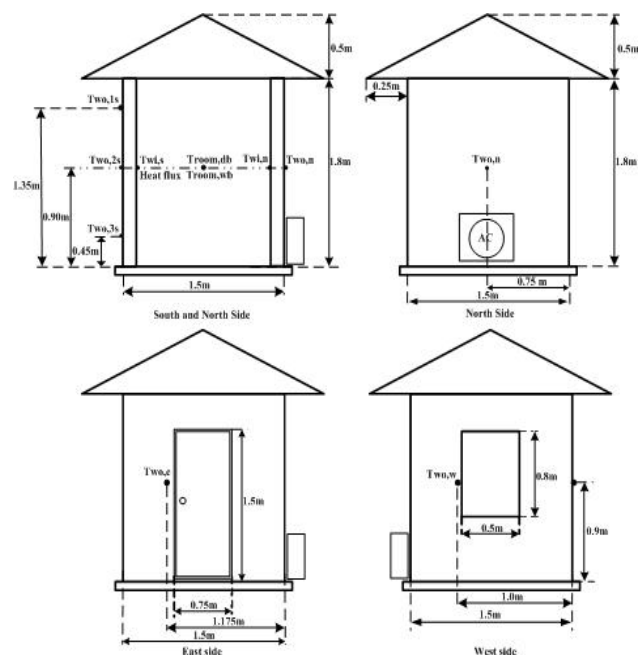
2.2 การทดสอบคุณสมบัติทางความร้อน

ทดสอบค่าคุณสมบัติทางความร้อนของเนื้อสีได้แก่ สีฟ้าอ่อนกับสีครีมเพื่อหาค่าการดูดกลืนความร้อนและสะท้อนความร้อน การเปล่งรังสีที่ผิวของวัสดุโดยทำการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบวัดค่ารังสี Spectrophotometer (Shimadzu UV-3100) และเครื่องทดสอบวัดค่าเปล่งรังสี Emissometer (AE, Devices & Services Co.) ตามมาตรฐาน ASTM E891 [17]

2.3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

บ้านจำลองสร้าง ณ บริเวณชั้นลาดฟ้า อาคาร 63 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร การศึกษาเปรียบเทียบสีทาภายนอกระหว่างสีฟ้าอ่อนและสีครีม [16] (ดังแสดงในรูปที่ 1) โดยทดสอบบ้านจำลอง ทั้งสองหลัง [17] ลักษณะของบ้านจะมีโครงสร้างประกอบด้วย ผนังคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำ ฉาบปูนผนังภายนอกทั้ง 4 ด้านและบนผนังทาสีภายนอก มีขนาดพื้นที่ของผนังแต่ละด้านเท่ากับ $1.5 \text{ m} \times 1.8 \text{ m}$ ความหนา 0.10 m สำหรับโครงสร้างหลังคาใช้กระเบื้อง CPAC สีแดงทำมุมเอียง 30° องศาและบุด้วยฉนวนใยหินพอยด์สะท้อนความร้อน

ซึ่งฝ้าเพดานแผ่นยิปซัมมีความหนา 0.001 m ซึ่งเป็นฉนวนอย่างดีเพื่อป้องกันความร้อนจากห้องใต้หลังคาเข้าสู่ภายในห้องทดลอง บ้านจำลองมีประตูพลาสติก PVC ขนาด $1.5 \text{ m} \times 0.75 \text{ m}$ หนา 0.035 m ติดตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออก และมีหน้าต่างเป็นกระจกใสขนาด $0.5 \text{ m} \times 0.8 \text{ m}$ หนา 0.006 m ติดตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตก การติดตั้งจุดวัดค่าอุณหภูมิโดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิล ชนิด K (ค่าความคลาดเคลื่อน ± 0.5) วัดอุณหภูมิตามจุดต่างๆ ดังนี้ บนผนังทั้งภายในและภายนอกของผนังทั้งสี่ด้านจำนวน 10 จุด (Two,1s, Two,2s, Two,3s, Two,i,s, Two,n, Two,i,n, Two,e, Two,i,e, Two,w, Two,i,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 (ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 2\%$) ผนังทางด้านทิศใต้ของบ้านจำนวน 1 จุด (Heat flux) และค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์วัดโดยไพราโนมิเตอร์ยี่ห้อ EKO pyranometer รุ่น MS-601 (ช่วงการวัด $1-1400 \text{ W/m}^2$ ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 5\%$) ค่าอุณหภูมิ ค่าความร้อนไหลผ่านผนังและความเข้มจะถูกบันทึกในเครื่องบันทึกข้อมูล (Data recorder) ยี่ห้อ Hioki รุ่น 8422-51 (ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 0.8\%$)



รูปที่ 2 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องมือวัด

สำหรับค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในบ้านและสิ่งแวดล้อม เป็นค่าที่ใช้การคำนวณ [15] โดยนำค่าอุณหภูมิอากาศกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกภายในบ้านและสิ่งแวดล้อมที่เก็บได้มาคำนวณ การวัดค่าทดสอบต่างๆ ของบ้านทั้งสองจะอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันทุกจุด (ดังแสดงในรูปที่ 2) วิธีการทดสอบบ้านจำลองทั้งสองหลังจะทดลองภายใต้สภาวะอากาศปกติ (โดยปิดเครื่องปรับอากาศภายในบ้าน) การศึกษาเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิบนผนังทั้งสี่ด้านของบ้าน ความร้อนไหลผ่านผนังด้านทิศใต้ เริ่มบันทึกข้อมูลตั้งแต่วันที่ 00.00 น จนถึงเวลา 00.00 น ของอีกวันโดยจะบันทึกข้อมูลทุก 10 นาที ทดลองภายในช่วงเดือนมิถุนายน 2549 ถึงเดือนเมษายน 2550

3. ผลการทดลอง

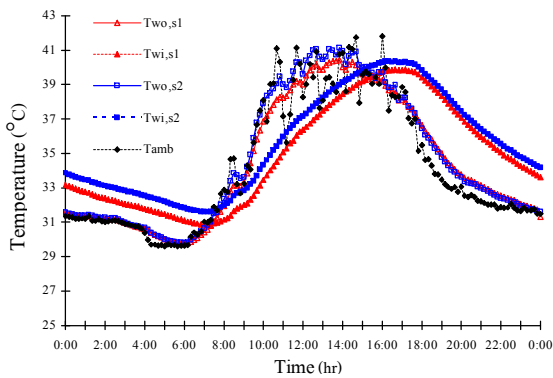
จากตารางที่ 1 ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E891 พบว่าสีฟ้าอ่อน มีค่าการดูดกลืนความร้อนต่ำกว่าและค่าการสะท้อนความร้อนสูงกว่าสีครีม ส่วนค่าการเปล่งรังสีความร้อนของทั้งสองสีมีค่าเท่ากัน จากการทดสอบ ทำให้ทราบว่าสีที่เข้มจะมีการดูดกลืนรังสีอาทิตย์สูงกว่าสีอ่อน

ตารางที่ 1 สมบัติทางความร้อนของสีทาภายนอก

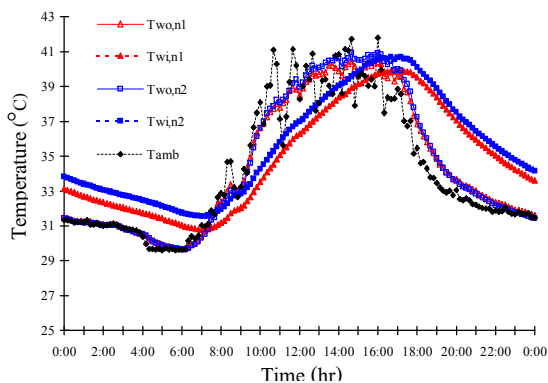
ชนิดของสี	สีฟ้าอ่อน (Home 1)	สีครีม (Home 2)
Solar Absorptance (%)	19.2	20.5
Solar Reflectance (%)	80.8	79.5
Thermal Emittance (%)	84.0	84.0

การศึกษาผลกระทบของสีทาภายนอกที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผิวทำให้เกิดการสะสมความร้อนและถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านจำลอง (ดังแสดงในรูปที่ 1) ซึ่งจะทดลองระหว่างสีฟ้าอ่อนและสีครีม ที่สภาวะอากาศปกติโดยไม่เปิดเครื่องปรับอากาศ และจากรูปที่ 3 - 4 ผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิบนผนังภายนอก (Two) อุณหภูมิบนผนังภายใน (Twi) ของผนังด้านทิศใต้และด้านทิศเหนือของบ้านจำลองทั้งสองหลัง และอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม (Tamb) จากทดลองพบว่าช่วงเวลากลางวันจะมีค่า

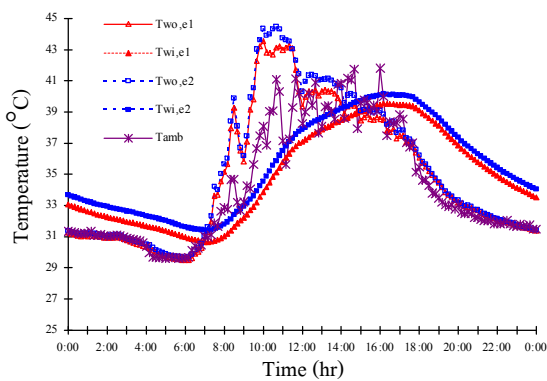
ความเข้มของรังสีอาทิตย์ประมาณ $100 \sim 1000 \text{ W/m}^2$ อุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมประมาณ $24 \sim 42^\circ\text{C}$ ขณะที่ทำการเก็บข้อมูลมีฝนตกแดดออก ณ บริเวณสถานที่ทำการทดลอง จึงส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสิ่งแวดล้อมสูงมาก ผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิบนผนังภายนอกของบ้านจำลองที่ทำด้วยสีฟ้าอ่อน (Two,s1) ในช่วงเวลา 09.00 - 15.00 น มีอุณหภูมิต่ำกว่าบ้านที่ทำด้วยสีครีม (Two,s2) และอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมประมาณ $0.25 \sim 1.5^\circ\text{C}$ อีกทั้งอุณหภูมิแตกต่างระหว่างบนผิวของผนังภายนอกและภายในบ้านด้านทิศใต้ของบ้านทั้งสองหลังประมาณ $0.15 \sim 4^\circ\text{C}$ เนื่องจากผนังของบ้านทดสอบด้านทิศใต้จะได้รังสีอาทิตย์โดยตรงและอุณหภูมิบนผนังภายใน (Twi) ของบ้านทั้งสองหลัง ตลอดช่วงเวลา 15.00 - 18.00 น. จะมีค่าอุณหภูมิต่ำกว่าผนังภายนอกและสิ่งแวดล้อมใกล้เคียงกัน (ดังแสดงรูปที่ 3) ตลอดช่วงเวลากลางคืนอุณหภูมิบนผิวผนังภายนอกและภายในของบ้านด้านทิศใต้จะสูงกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนผนังของบ้านจำลองด้านทิศเหนือ (จากรูปที่ 4) พบว่าในช่วงเวลา 09.00 - 15.00 น อุณหภูมิบนผิวผนังภายนอกและภายในของบ้านจำลองทั้งสองหลังจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมประมาณ $0.25^\circ\text{C} \sim 6^\circ\text{C}$ เนื่องจากมีฝนตกอีกทั้งยังมีค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์สูงประมาณ $150 \sim 1000 \text{ W/m}^2$ สำหรับบนผนังด้านทิศเหนือของบ้านจำลองทั้งสอง จะได้รับเพียงรังสีกระจาย จากการทดลองตลอดช่วงเวลา 24 ชั่วโมงพบว่าอุณหภูมิบนผิวผนังภายในของบ้านจำลองที่ทำด้วยสีฟ้าอ่อน (Twi,n1) ต่ำกว่าอุณหภูมิบนผิวผนังภายในบ้านที่ทำด้วยสีครีม (Twi,n2) ประมาณ $0.25^\circ\text{C} \sim 1^\circ\text{C}$ ซึ่งจะแสดงให้เห็นได้ว่าบ้านจำลองที่ทำด้วยสีฟ้าอ่อนสามารถป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในบ้านได้ดีกว่าเพราะว่าบ้านจำลองที่ทำด้วยสีครีมจะสามารถดูดกลืนค่าความร้อนได้มากกว่าบ้านที่ทำด้วยสีฟ้าอ่อน จึงเกิดการสะสมความร้อนของผนังในช่วงกลางวันและคายความร้อนเวลากลางคืนและอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อมต่ำกว่าอุณหภูมิของวัตถุ ผลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิบนผนังภายนอก อุณหภูมิบนผนังภายในของผนังด้านทิศตะวันออกของบ้านจำลองทั้งสองหลัง และอุณหภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผนังด้านทิศใต้ของบ้านจำลองทั้งสองหลัง (21 เมษายน 2550)



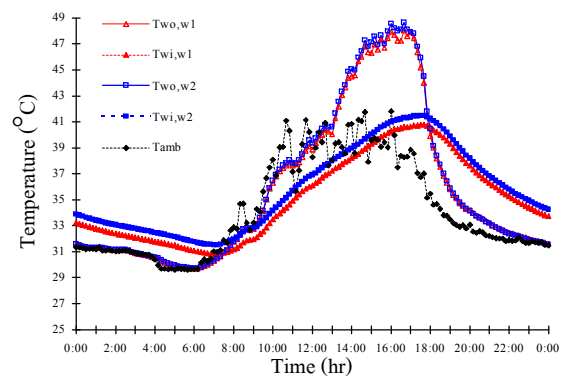
รูปที่ 4 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนผนังด้านทิศเหนือของบ้านจำลองทั้งสองหลัง (21 เมษายน 2550)



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนผนังด้านทิศตะวันออกของบ้านจำลองทั้งสองหลัง (21 เมษายน 2550)

พบว่าตั้งแต่ช่วงเวลา 06.00 -18.00 น อุณหภูมิบนผิวของผนังภายนอกของบ้านจำลองทั้งสองมีค่าไม่แตกต่างกันและมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิบนผิวผนังภายในบ้านและอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม จากการทดสอบพบอุณหภูมิบนผิวผนังภายในของ

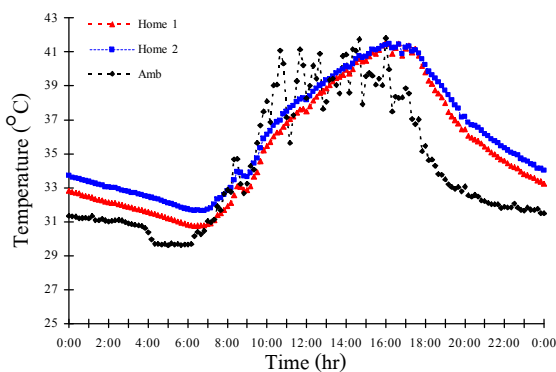
บ้านจำลองที่ทำด้วยสีฟ้าอ่อน (Twi,n1) ต่ำกว่าอุณหภูมิบนผิวผนังภายในบ้านที่ทำด้วยสีครีม (Twi,n2) (ตลอด 24 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 5) และอุณหภูมิบนผิวผนังภายนอกของบ้านจำลองด้านทิศตะวันตกที่ทำด้วยสีครีม มีอุณหภูมิสูงกว่าบ้านจำลองที่ทำด้วยสีฟ้าอ่อนและช่วงเวลา 13.00-16.00น อุณหภูมิมีความแตกต่างระหว่างผนังภายนอกและภายในของผนังด้านทิศตะวันตกมีอุณหภูมิสูงประมาณ 6°C (รูปที่ 6) จากการทดสอบพบว่าอุณหภูมิบนผิวผนังภายนอกของบ้านจำลองทั้งสองทิศตะวันออกและทิศตะวันตกสูงกว่าผนังด้านทิศใต้และเหนือประมาณ $5\sim 8^{\circ}\text{C}$ ผลของช่วงเดือนเมษายน เกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ จึงทำให้ผนังด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกได้รับค่าความเข้มแสงของรังสีอาทิตย์มากกว่าผนังด้านทิศใต้และเหนือ (จากรูปที่ 5 - 6) และอิทธิพลของสีที่มีต่อการดูดกลืนหรือทำให้เกิดความร้อนสะสมที่ผิวของวัตถุ และความร้อนจะดูดกลืนมากหรือน้อยขึ้นกับชนิดของสีถ้าเป็นสีเข้มก็จะมี การดูดกลืนได้มาก ถ้าเป็นสีอ่อนก็จะสะท้อนความร้อนออกไป ส่งผลให้ดูดกลืนความร้อนได้น้อยกว่า



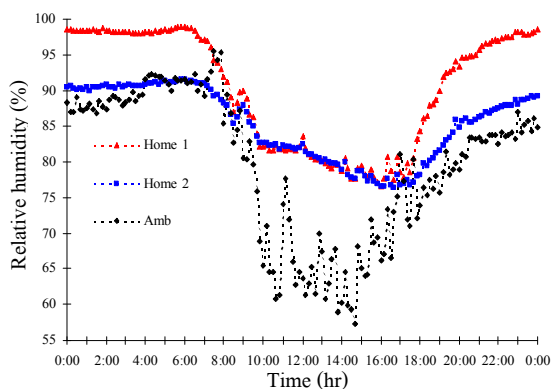
รูปที่ 6 การเปรียบเทียบอุณหภูมิบนผนังด้านทิศตะวันออกของบ้านจำลองทั้งสองหลัง (21 เมษายน 2550)

การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในบ้านจำลองทั้งสองหลังระหว่างบ้านที่ทำด้วยสีฟ้าอ่อนกับสีครีม อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสิ่งแวดล้อม (ดังแสดงในรูปที่ 7-8) จากการทดสอบตลอดช่วงเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าภายในบ้านที่ทำด้วยสีฟ้าอ่อนจะอุณหภูมิอากาศ

ต่ำกว่าบ้านที่ทาสีด้วยสีครีม (ดังแสดงในรูปที่ 7) และช่วงเวลา 08.00-18.00 น. อากาศภายในบ้านจำลองทั้งสองหลังมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ไม่แตกต่างกันและมีค่าสูงกว่าอากาศของสิ่งแวดล้อม เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีฝนตก ส่วนช่วงเวลากลางคืนพบว่าบ้านจำลองที่ทาสีภายนอกด้วยสีฟ้าอ่อนจะมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าสีครีมเพราะว่าผนังที่ทาสีด้วยสีครีมจะมีการสะสมความร้อน ส่งผลให้น้ำความชื้น ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าบ้านที่ทาสีด้วยสีฟ้าอ่อนมีศักยภาพการลดหรือช่วยป้องกันความร้อนผ่านผนังเข้าสู่ภายในบ้านดีกว่าบ้านที่ทาสีด้วยสีครีม (ดังแสดงในรูปที่ 8)



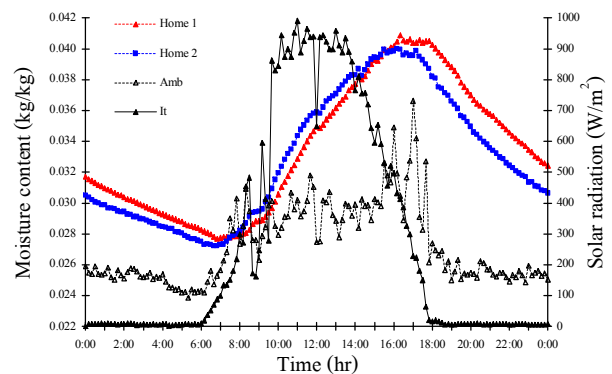
รูปที่ 7 ผลการเปรียบเทียบแปลงอุณหภูมิอากาศภายในบ้านจำลองทั้งสองหลัง (21 เมษายน 2550)



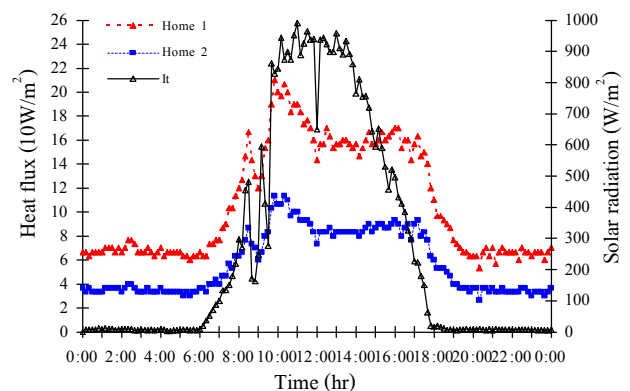
รูปที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในบ้านจำลองทั้งสองหลัง (21 เมษายน 2550)

จากรูปที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นของอากาศที่เกิดขึ้นภายในบ้านจำลองทั้งสองหลังที่ทาสีภายนอกด้วยสีฟ้าอ่อนและสีครีม ซึ่งเป็นความชื้นของละอองน้ำที่สะสมภายในอากาศ และความชื้นที่สะสมของวัสดุต่างๆ ภายในบ้านที่เกิด

การระเหยตัว เมื่อได้รับความร้อนจากภายนอก จากการทดสอบพบว่า ความชื้นของอากาศภายในบ้านจำลองที่ทาสีภายนอกด้วยสีครีมสูงกว่าบ้านจำลองที่ทาสีด้วยสีฟ้าอ่อนและความชื้นอากาศสิ่งแวดล้อม เนื่องจากอุณหภูมิของผนังบ้านที่ทาสีด้วยสีครีมสูงกว่าสีฟ้าอ่อนอีกทั้งอากาศยังมีความชื้นสูง ส่งผลให้สีครีมมีความชื้นสะสมของผิวผนังและเกิดการระเหยของความชื้นบนผิวผนังภายในบ้านจำลอง จึงทำให้ความชื้นภายในบ้านสูงกว่า



รูปที่ 9 ผลการเปรียบเทียบความชื้นของอากาศภายใน



บ้านจำลองทั้งสองหลัง (21 เมษายน 2550)

รูปที่ 10 ผลการเปรียบเทียบค่าความร้อนไหลผ่านผนังด้านทิศใต้ของบ้านจำลองทั้งสองหลัง (21 เมษายน 2550)

ผลการเปรียบเทียบค่าความร้อนผ่านผนังของบ้านด้านทิศใต้ระหว่างบ้านจำลองสองหลังที่สร้างด้วยผนังคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำ และทาสีผนังภายนอกด้วยสีฟ้าอ่อนและสีครีม (จากรูปที่ 10) พบว่าบ้านที่ทาสีภายนอกด้วยสีฟ้าอ่อนสามารถลดค่าความร้อนผ่านผนังได้ดีกว่าบ้านที่ทาสีภายนอกด้วยสีครีม (จากการทดสอบตลอดช่วงเวลา 24 ชั่วโมง) ส่งผล

ทำให้ประหยัดพลังงานจากการใช้เครื่องปรับอากาศได้ทางหนึ่ง สีฟ้าอ่อนยังมีคุณสมบัติเป็นฉนวนที่ดีและมีค่าการถ่ายเทความร้อนต่ำกว่า เนื่องจากสีฟ้าอ่อนมีค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ต่ำกว่าสีครีม จึงทำให้เกิดการสะสมความร้อนและคายตัวน้อยกว่าสีครีม (จากตารางที่ 1) ดังนั้นการพิจารณาการใช้สีทาภายนอกจะขึ้นกับความต้องการของผู้ออกแบบและความเหมาะสมของสถานที่นั้นๆ

4. สรุป

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาสมรรถนะทางความร้อนของสีทาภายนอกของบ้านทั้งสองหลังที่ทาด้วยสีฟ้าอ่อนและสีครีม โดยทดสอบที่สภาวะอากาศปกติและไม่เปิดเครื่องปรับอากาศ สีที่ใช้ทดสอบหาข้อได้ตามตลาดวัสดุก่อสร้างทั่วไป จากการทดสอบพบว่า สีฟ้าอ่อนมีสมบัติเป็นฉนวนป้องกันความร้อนได้ดีกว่าสีครีมและอุณหภูมิอากาศ ความชื้นและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในบ้านที่ทาด้วยสีฟ้าอ่อนจะมีค่าต่ำกว่าบ้านที่ทาสีครีมและการถ่ายเทความร้อนผนังด้านทิศใต้ต่ำกว่าบ้านที่ทาด้วยสีครีมร้อยละ 45.5 ดังนั้นสีฟ้าอ่อนจึงสามารถลดภาระความร้อนภายในบ้าน ช่วยประหยัดพลังงานได้มากกว่าสีครีม ซึ่งสีครีมจะทำให้อุณหภูมิอากาศภายในบ้านสูงกว่า ทำให้มีผลต่อสภาวะความสบายตัวของผู้พักอาศัย และมีการใช้เครื่องระบายอากาศเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานไฟฟ้า

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ศิริไล ฉนวนสวย ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่สำหรับการทดสอบ และขอขอบพระคุณ บริษัท ชูเปอร์บล็อก จำกัด (มหาชน) ที่ให้การสนับสนุนคอนกรีตมวลเบา ช่วยก่อผนังบ้านทดสอบ และให้ยืมเครื่องบันทึกข้อมูลสายเทอร์โมคัปเปิล ชนิด K และบริษัท ทีโอเอฟเอ็นท์ (ประเทศไทย) จำกัดที่ให้การสนับสนุนสีทาภายนอกที่ใช้ในการทดสอบ และขอบคุณคณะนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกลกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่ช่วยเก็บข้อมูลงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- 1 Nwachukwu, N, P., et al, Effect of an absorptive coating on solar energy storage in a Trombe wall system, Journal Energy and Buildings, 40, 2008. pp.371-374.
- 2 Khedari, J., et al., Thailand climatic zones, Journal of Renewable Energy, 25, 2001. pp. 267-280.
- 3 Chirarattananon, S., et al. Daylight availability and models for global and diffuse horizontal illuminance and irradiance for Bangkok. J. Renewable Energy. 26, 2002. pp. 69-89.
- 4 Ungkoon, Y., et al. 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, 2005. pp.493-499.
- 5 โยธิน อึ้งกุล และคณะ. การศึกษาลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติทางความร้อนของคอนกรีตมวลเบาแบบอบไอน้ำและไม่อบไอน้ำ, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ, ครั้งที่ 11 วันที่ 20 - 22 เมษายน 2549, โรงแรมเมอริสัน บีช รีสอร์ท ป่าตองภูเก็ต.
- 6 อำนาจ จันทน์กะพ้อ และคณะ. การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางความร้อนและวิเคราะห์ต้นทุนของผนังกระจก, วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2550, หน้า 15-21.
- 7 Ogoli, D, M, Predicting indoor temperatures in closed building with high thermal mass. Journal of Energy and Buildings, 35, 2003. pp. 99-108.
- 8 Doulos, L., et al. Passive cooling of outdoor urban spaces. The role of materials. Journal Solar Energy, 77, 2004. pp. 231-249.
- 9 Levinson, R., et al, Cool tile-roofed buildings with near-infrared-reflective non-white coatings. Journal Building and Environment, 2007. pp. 2591-2605.

- | | | | |
|----|---|--|--|
| 10 | Synnefa, A., et al. On the development, optical properties and thermal performance of cool colored coating for the urban environment. <i>Journal Solar Energy</i> , 81, 2007. pp. 488-497. | Tamb,db | อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศสิ่งแวดล้อม |
| 11 | Prado, A, T, R., et al, Measurement of albedo and analysis of its influence the surface temperature of building roof materials. <i>Journal Building and Environment</i> , 37, 2005. pp. 295-300. | Tamb,wb
Two,1s, Two,2s,
Two,3s, Twi,1s
Two,n, Twi,n | อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศสิ่งแวดล้อม
อุณหภูมิบนผนังภายนอกและภายในของบ้านด้านทิศใต้ ที่ตำแหน่งต่าง ๆ
อุณหภูมิบนผนังภายนอกและภายในของบ้านด้านทิศเหนือ |
| 12 | Cheng, V., et al. Effect of envelope colour and thermal mass on indoor temperature in hot humid climate. <i>Journal Solar Energy</i> , 78, 2005.pp. 528-534. | Two,e, Twi,e
Two,w, Twi,w | อุณหภูมิบนผนังภายนอกและภายในของบ้านด้านทิศตะวันออก
อุณหภูมิบนผนังภายนอกและภายในของบ้านด้านทิศตะวันตก |
| 13 | Bansal, N. K., et al. Effect of exterior surface colour on the thermal performance of building. <i>Journal Building and Environment</i> , 27, 1992. pp. 31-37. | Troom,
Troom,db | อุณหภูมิของอากาศภายในบ้าน
อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศภายในบ้าน |
| 14 | โยชิน อึ้งกุล และคณะ. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์การถ่ายเทความร้อนและความชื้นในบ้านที่ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาภายใต้สภาวะอากาศของประเทศไทย, วิศวกรรมสาร, มข. ปีที่ 33 ฉบับที่ 4 กรกฎาคม - สิงหาคม 2549, หน้า 363 – 378. | Troom,wb
Home 1
Home 2 | อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศภายในบ้าน
บ้านจำลองที่ทำด้วยสีฟ้าอ่อน
บ้านจำลองที่ทำด้วยสีครีม |
| 15 | Devres, Y, O., Psychrometric Property of Humid Air: Calculation Procedures. <i>Journal of Applied Energy</i> , 48, 1994.pp.1-18 | It
w
P _{atm}
P _w
Rh | ค่าความชื้นแฉงของรังสีอาทิตย์
ความชื้นของอากาศ
ความดันบรรยากาศ
ความดันของน้ำในอากาศ
ความชื้นสัมพัทธ์จากการทดลอง |
| 16 | http://www.toagroup.com | a, b, d
e
n
s
w
1, 2 | ค่าคงที่
ทิศตะวันออก
ทิศเหนือ
ทิศใต้
ทิศตะวันตก
บ้านหลังที่ 1, บ้านหลังที่ 2 |
| 17 | ปริดา จันทวงษ์ และคณะ. การศึกษาทดสอบเปรียบเทียบของสภาวะอากาศภายในบ้านจำลองระหว่างสีเทาอ่อนกับสีครีมที่ใช้ทาผนังภายนอกภายใต้ ภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของกรุงเทพมหานคร, วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 17 ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม 2550, หน้า 11-20. | | |

สัญลักษณ์และคำย่อ

Amb	สิ่งแวดล้อม
T	อุณหภูมิอากาศ (Dry Bulb Temperature)
Tamb	อุณหภูมิอากาศของสิ่งแวดล้อม