

## อิทธิพลของการใช้สีทาผนังภายนอกต่อการประหยัดพลังงานของบ้านพักอาศัยในกรุงเทพมหานคร Energy Conservation in Single House due to The Effect of Paint Color: Case Bangkok.

ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งโรจน์ วงศ์มหาศิริ และดร.สรารัฐ เวชกิจ  
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

### บทคัดย่อ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนได้จัดทำร่างกฎกระทรวงโดยการศึกษามาตรฐานทางพลังงานสำหรับวัสดุก่อสร้างชนิดต่างๆ อาทิเช่น ผนังสำเร็จรูป อิฐมวลเบา หลังคากระเบื้อง และแผ่นยิปซัม เป็นต้น เพื่อเป็นการสนับสนุนผู้ประกอบการให้เพิ่มกำลังการผลิตและคุณภาพด้านการประหยัดพลังงานพลังงานแก๊สวัสดุก่อสร้างต่างๆ สีทาผนังเป็นอีกวัสดุหนึ่งที่ได้รับทุนการศึกษาดังกล่าว

สีทาผนังเป็นวัสดุเคลือบผิวชั้นนอกสุดของอาคารที่รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องการใช้สีทาผนังที่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกันมีผลต่อการรับพลังงานความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกันสีที่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ต่ำจะมีการรับพลังงานความร้อนเข้าสู่ผนังต่ำและสีที่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์สูงจะมีการรับพลังงานความร้อนเข้าสู่ผนังสูง

ในการดำเนินการศึกษาทางผู้ศึกษาต้องการทราบถึงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารพักอาศัยที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการใช้สีทาผนังที่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน จึงได้สร้างแบบจำลองของอาคารตัวแทน (Base Case Building) ขึ้นโดยโปรแกรมจำลองสภาพ DOE 2.1E โดยมีการปรับค่าคงที่ต่างๆ ของวัสดุให้สอดคล้องกับความเป็นจริง (Calibration) และทำการเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ตั้งแต่ 10% ถึง 90% ร่วมกับการเปลี่ยนอัตราส่วนช่องเปิดที่มีกระจกของผนังภายนอกที่ค่า 10% และ 20 %

ผลการศึกษาพบว่าในอาคารพักอาศัยตัวแทนการปรับเปลี่ยนใช้สีทาผนังที่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ตั้งแต่ 10% ถึง 90% ในอัตราส่วนช่องเปิดที่มีกระจกของผนังภายนอกที่ค่า 10% มีช่วงการเปลี่ยนแปลงของพลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปี หรือสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 11% และในอัตราส่วนช่องเปิดที่มีกระจกของผนังภายนอกที่ค่า 20% มีช่วงการเปลี่ยนแปลงของพลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปีหรือสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 9 %

คำสำคัญ: การประหยัดพลังงาน สีทาผนัง

### Abstract

Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE) had been setting up regulations for energy conservation in many building's materials (Precast Wall, Lightweight Concrete, Concrete Roof Tile Gypsum, etc.). These regulation would support producer's sections for productivity and quality upgrade in market materials. Paint colors were the next target in these regulations.

Paint color is the front side of exterior wall that receive direct solar radiation. The using of paint color that has different solar reflectance will cause different heat transfer through the wall. High color's reflectance would receive a little heat transfer and lowcolor's reflectance would receive more heat transfer.

This study wanted to know about the changed electrical energy of a single house when using different solar reflectance from paint color on the wall. DOE2.1E program was used to simulation, calibration and forecasting the changed electrical energy. Many scenario were set up by changing wall solar reflectance from 10% to 90% with changing wall's opening ratio from 10% to 20% and collecting the whole year's electrical energy.

The results shown that 10% opening base single house has the different of 11% in electrical energy when changed wall's solar reflectance from 10% - 90% and 20% opening base single house has the different of 9% in electrical energy when changed wall's solar reflectance from 10% - 90%

Keyword: Energy conservation Paint Color

## 1. บทนำ

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 หมวด 3 กำหนดให้มีการอนุรักษ์พลังงานในเครื่องจักร อุปกรณ์และส่งเสริมการใช้วัสดุเพื่ออนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) จึงได้ดำเนินการศึกษาจัดทำมาตรฐานด้านพลังงานสำหรับผลิตภัณฑ์ประสิทธิภาพสูง และวัสดุเพื่อการอนุรักษ์พลังงานเป็นจำนวนไม่น้อยกว่า 50 ผลิตภัณฑ์ อาทิเช่น ผนังสำเร็จรูป อิฐมวลเบา หลังคากระเบื้อง และแผ่นยิปซัมเพื่ออนุรักษ์พลังงาน เป็นต้น

สีทาผนัง เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ทางกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานต้องการจัดทำมาตรฐานด้านพลังงานสำหรับผลิตภัณฑ์ประสิทธิภาพสูง และวัสดุเพื่อการอนุรักษ์พลังงานเพิ่มเติม ในปัจจุบันผู้ผลิตได้โฆษณาให้เกิดความเข้าใจว่าสามารถช่วยป้องกันอาคาร รวมถึงช่วยลดความร้อนเข้าภายในอาคารทำให้สามารถประหยัดพลังงานจากการใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อให้เกิดภาวะอยู่สบายได้ ทางกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจึงพิจารณาเห็นความจำเป็นในการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติและความสามารถในการช่วยประหยัดพลังงานของสีทาผนังอาคาร เพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดมาตรฐานต่างที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ทั้งด้านการทดสอบและเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์สำหรับการดำเนินการจัดทำมาตรฐานด้านพลังงานของสีทาผนังอาคารต่อไป

## 2. ความสำคัญของสีทาผนังต่อปริมาณการใช้พลังงานภายในบ้านพักอาศัย

สีทาภายนอกเป็นวัสดุเคลือบเพื่อใช้ป้องกันผิวผนังภายนอกของอาคารจากสภาวะแวดล้อมภายนอกไม่ให้วัสดุผนังภายนอกของอาคารได้รับการสะสมความชื้น และสารกัดกร่อนจนเสียหาย สีทาภายนอกในปัจจุบันมีให้เลือกใช้หลากหลายราคาตามคุณภาพต่างๆของสี สีทาผนังภายนอกมีความสำคัญในแง่ของการใช้พลังงานของตัวอาคารอันเนื่องมาจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของเนื้อสีภายนอก สีที่มีค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์สูงมีแนวโน้มที่จะรับปริมาณพลังงานความร้อนและถ่ายเทผ่านวัสดุผนังอาคารเข้าสู่ภายในได้มากกว่าสีที่มีค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ต่ำ และส่งผ่านปริมาณความร้อนผ่านวัสดุผนังเข้าสู่ภายในอาคาร โดยทั่วไปการกำหนดประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของสีทาผนังมักใช้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ของเนื้อสีแทนตามสมการ

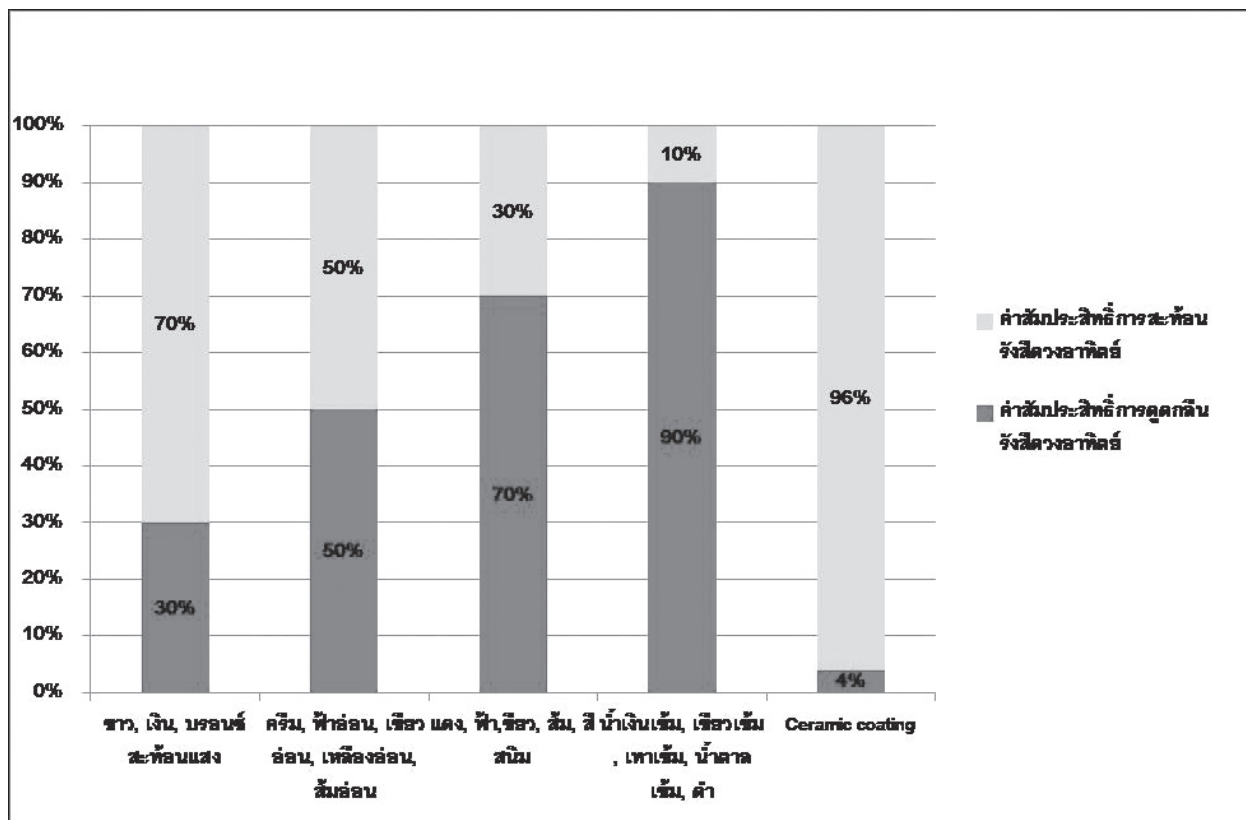
$$\alpha = 1 - \rho \quad (1)$$

เมื่อ

$\rho$  = ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์

$\alpha$  = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์

แผนภูมิที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสปส.การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของสีต่างๆ



ในระดับสากลการใช้ค่ามาตรฐานเพื่อระบุถึงมาตรฐานการใช้พลังงานของสีมักจะใช้ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์เป็นหลักโดยอาจมีการแปลงค่าเพื่อใช้งานเฉพาะอย่าง อาทิเช่น ค่ามาตรฐาน SRI (Solar Reflectance Index) ซึ่งใช้เป็นค่ามาตรฐานในการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ของสีต่างๆ ในแนวนอน เป็นต้น

ประเทศไทยในปัจจุบันมีมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานของสีเพียงหนึ่งมาตรฐานได้แก่ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.2514-2553 (สีอิมัลชันลดความร้อนจากแสงอาทิตย์) กล่าวคือการสะท้อนรังสีอาทิตย์ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 สำหรับการทดสอบนั้นกระทำโดยการเคลือบสีลดความร้อนตัวอย่างบนแผ่นกระจกขนาด 80\*80 มิลลิเมตร ให้ความหนาของฟิล์มเมื่อแห้งประมาณ 300 ไมโครเมตร ทิ้งให้แห้งเป็นเวลา 14 วัน แล้วทดสอบตามมาตรฐาน JIS R 3106 ซึ่งเป็นมาตรฐานของประเทศญี่ปุ่นที่ระบุถึงวิธีการทดสอบเพื่อหาค่าการส่องผ่านรังสีอาทิตย์ การสะท้อนรังสีแสงอาทิตย์ การดูดซับรังสีแสงอาทิตย์ และการแผ่รังสีความร้อนของกระจก โดยไม่ได้ระบุถึงปริมาณพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารที่ลดลง

การไม่ได้ระบุถึงค่าความเป็นไปได้ในการลดลงของปริมาณพลังงานไฟฟ้าทำให้การให้ค่ามาตรฐานแก่สีทำได้ลำบากทางผู้ศึกษาจึงได้นำเสนอกระบวนการทดสอบเพื่อประเมินสัดส่วนปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงสำหรับบ้านพักอาศัย เนื่องจากการใช้สีทาผนังภายนอก โดยการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการประเมินค่าค่าสัดส่วนดังกล่าว

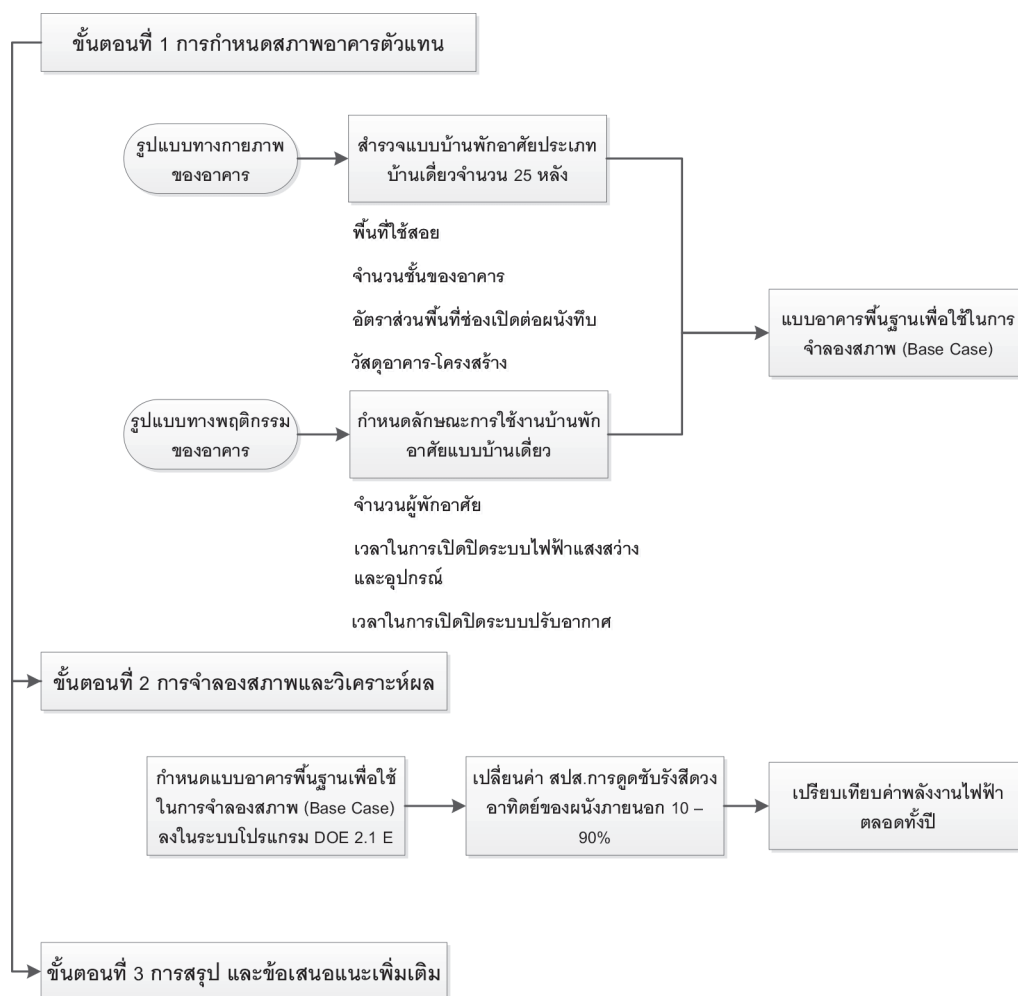
### 3. กรอบในการศึกษาอิทธิพลของการใช้สีทาผนังภายนอกต่อการประหยัดพลังงานของบ้านพักอาศัยในกรุงเทพมหานคร

ในการศึกษาได้ทำการวางระบบการดำเนินงานเพื่อใช้ในการพิสูจน์ทราบสัดส่วนที่ลดลงของปริมาณพลังงานไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัยเนื่องจากการใช้สีทาผนังภายนอก ดังนี้

**ขั้นตอนการกำหนดสภาพอาคารตัวแทนเพื่อใช้ในการประเมินพลังงาน** ทำการกำหนดรูปแบบอาคารบ้านพักอาศัย และรูปแบบพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายในเพื่อใช้ในการสร้างบ้านพักอาศัยตัวแทนเป็นฐานในการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากการใช้สีที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน

**ขั้นตอนการทำการจำลองสภาพ และวิเคราะห์ผล** ทำการจำลองสภาพด้วยระบบโปรแกรม DOE2.1E เพื่อใช้ในการศึกษาปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไป และทำการสรุปความเป็นไปได้ในการประหยัดพลังงานเมื่อมีการใช้สีที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน

**ขั้นตอนการสรุป และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม** ดำเนินการอภิปรายถึงผลลัพธ์จากการจำลองสภาพ และบ่งบอกข้อจำกัดของการศึกษาในครั้งนี้



รูปที่ 1 แสดงระบบการดำเนินงานเพื่อใช้ในการพิสูจน์ทราบสัดส่วนที่ลดลงของปริมาณพลังงานไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัยเนื่องจากสีทาผนังภายนอก

#### 4. การกำหนดสภาพอาคารตัวแทนเพื่อใช้ในการประเมินพลังงาน

การกำหนดสภาพบ้านพักอาศัยตัวแทนเป็นสิ่งสำคัญในการทดสอบครั้งนี้เนื่องจากสภาพตัวแทนยังสามารถครอบคลุมกลุ่มประชากรส่วนมากก็จะทำให้ค่าจากการจำลองสภาพสามารถใช้ประเมินบ้านพักอาศัยโดยทั่วไปได้ใกล้เคียงมากยิ่งขึ้น

ในการกำหนดสภาพบ้านพักอาศัยตัวแทนจำเป็นต้องกำหนดรูปแบบ 2 อย่างได้แก่

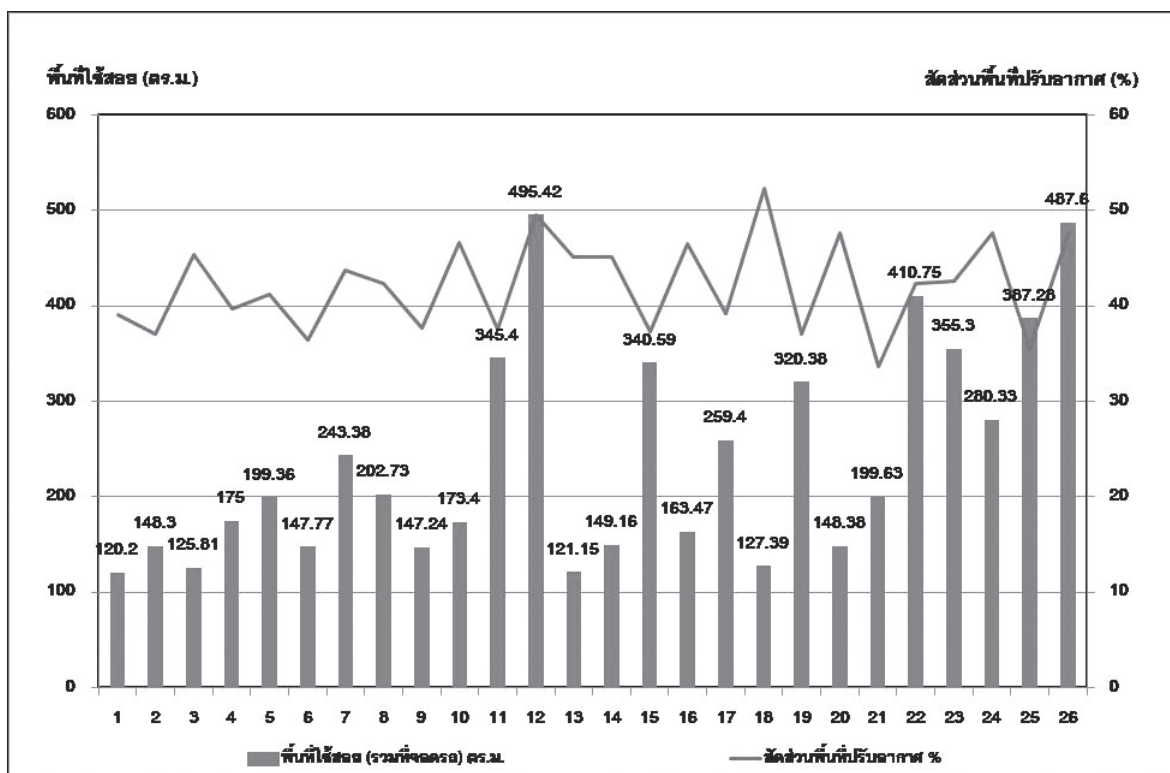
- รูปแบบทางกายภาพของอาคาร - กายภาพของอาคารหมายถึงลักษณะรูปร่างต่างๆของบ้านพักอาศัยที่จะนำมาใช้ในการจำลองสภาพ
- รูปแบบทางพฤติกรรมของอาคาร - พฤติกรรมของอาคาร หมายถึงลักษณะการใช้พลังงานภายในอาคารอันเนื่องมาจากผู้ใช้ (Occupants)

##### 4.1 การกำหนดรูปแบบทางกายภาพ

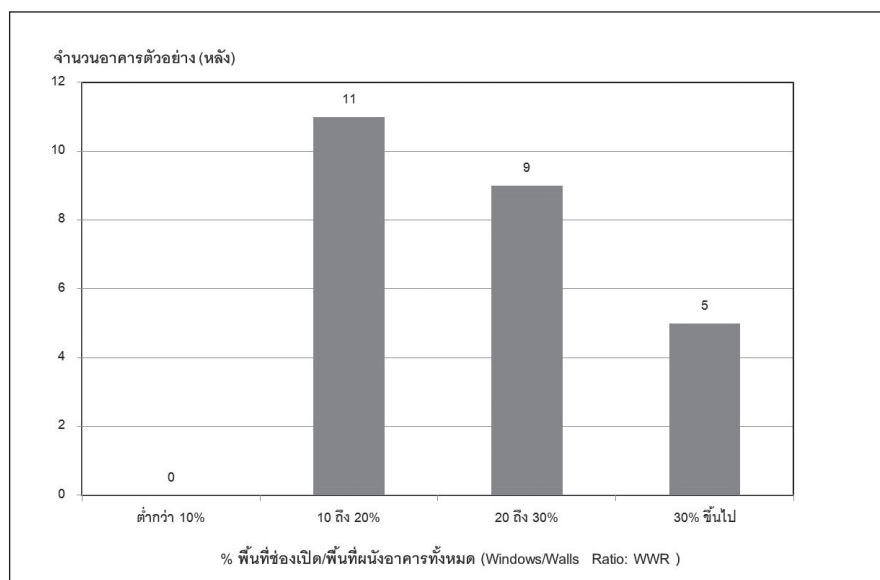
การกำหนดรูปแบบทางกายภาพกระทำโดยการใช้ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนที่สำคัญเพื่อควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานให้คงที่ในการศึกษาครั้งนี้ โดยการศึกษาแบบอาคารตัวอย่างจำนวน 25 แบบ และทำการศึกษาค่าเฉลี่ยของปริมาณพื้นที่ใช้สอย ค่าเฉลี่ยของจำนวนชั้น ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนการปรับอากาศในพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด และค่าเฉลี่ยของสัดส่วนช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังทั้งหมดของบ้านพักอาศัยแบบบ้านเดี่ยว

จากการศึกษาตัวอย่างบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวจำนวน 25 หลัง พบว่ามีลักษณะทางกายภาพดังแผนภูมิที่ 2 และซึ่งเป็นการสรุปถึงปริมาณพื้นที่ใช้สอยต่อหลัง และค่าเฉลี่ยของสัดส่วนช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังทั้งหมด ส่วนค่าเฉลี่ยของจำนวนชั้น อาคารทั้ง 25 หลัง เป็นบ้านเดี่ยวที่มีความสูง 2 ชั้นทั้งหมดจึงสามารถระบุความสูงได้โดยไม่ต้องหาค่าเฉลี่ย

**แผนภูมิที่ 2** แสดงพื้นที่ใช้สอย และสัดส่วนการปรับอากาศในพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด ของบ้านพักอาศัยที่ได้ทำการสำรวจจำนวน 25 หลัง



**แผนภูมิที่ 3** แสดงจำนวนบ้านพักอาศัยต่อเปอร์เซ็นต์พื้นที่ช่องเปิด (กระจกประตู-หน้าต่าง) ของบ้านพักอาศัยที่ได้ทำการสำรวจจำนวน 25 หลัง



จากการสำรวจแบบบ้านพักอาศัยโดยทั่วไปจำนวน 25 หลังพบว่ามีค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใช้สอยอยู่ที่ประมาณ 200 ตร.ม. และมีสัดส่วนพื้นที่ปรับอากาศอยู่ที่ประมาณ 45% สัดส่วนช่องเปิดมีการใช้งานส่วนมากอยู่ที่ประมาณ 10-20% จึงได้ทำการกำหนดรูปแบบบ้านพักอาศัยให้มีรายละเอียด ดังนี้

1. พื้นที่ใช้สอยค่าเฉลี่ยประมาณ 200 ตร.ม.
2. สัดส่วนพื้นที่ปรับอากาศค่าเฉลี่ยประมาณ 45%
3. สัดส่วนช่องเปิดในช่วง 10 และ 20% เป็นสัดส่วนที่มีจำนวนมากที่สุด จึงแยกศึกษา 2 ช่วงที่สัดส่วนช่องเปิดของผนังอาคารต่อผนังทั้งหมดที่ 10% และ 20%
4. ส่วนตัวแปรอื่นที่เหลือและเกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนของอาคาร เช่น โครงสร้างหลังคา วัสดุหลังคา วัสดุผนังกำหนดรายละเอียดเทียบเคียงกับวัสดุและแบบโครงสร้างของอาคารที่ทำการศึกษาก่อนหน้านี้ 25 หลังโดยส่วนใหญ่ ดังนี้
  - โครงสร้างหลังคาใช้แพคเกจโมเนียสเข็มปานกลาง ติฝ้าเหนือชั้นบนในแนวระนาบ บูลูมิเนียมพอยล์ ใต้วัสดุหลังคาความยาวชายคาชั้นสองประมาณ 1 เมตรรอบอาคาร
  - โครงสร้างอาคารเป็นแบบเสา-คานาคอนกรีตเสริมเหล็ก ผนังก่อคอนกรีตมวลเบาชั้นเดียวฉาบเรียบ 2 ด้าน ทาสีขาวปกติ ช่องเปิดเป็นกระจกเขียวความหนา 5 มม.
  - ใช้การปรับอากาศเป็นหลักในพื้นที่ชั้นสองซึ่งเป็นห้องส่วนตัวของทุกคนภายในบ้าน และให้ชั้น 1 เป็นห้องรวมของบ้านพักอาศัยทั่วไปได้แก่ห้องอเนกประสงค์ (รับแขก+นั่งเล่น) ห้องทานอาหาร ห้องนั่งรวม และครัวในอาคาร

#### 4.2 การกำหนดรูปแบบทางพฤติกรรม

การกำหนดพฤติกรรมได้ทำการกำหนดตามสภาพการทำงานในชีวิตของคนทำงานในกรุงเทพมหานคร โดยทั่วไป บ้านเดี่ยวในที่นี้จะประกอบด้วยผู้พักอาศัยจำนวน 3 คน และมีการใช้งานดังนี้

1. ในวันธรรมดาทั่วไปจะมีการเปิดเครื่องปรับอากาศ และเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นหลักในช่วงเย็น (19.00 น.) ถึงเช้าอีกวัน (6.00 น.)
2. ในวันหยุดจะมีการใช้เครื่องปรับอากาศในช่วงกลางวันประมาณ 30% (10.00-15.00 น.) และมีการใช้งานตลอดในช่วงเย็น (19.00 น.) ถึงเช้าอีกวัน (6.00 น.)

## 5. การจำลองสภาพ และวิเคราะห์ผล

เมื่อสามารถกำหนดรูปแบบทางกายภาพ และพฤติกรรมของอาคารได้แล้วจึงได้กำหนดสภาพการจำลองเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อศึกษาปริมาณพลังงานไฟฟ้าในแต่ละกรณี ดังนี้

1) สร้างแบบจำลองอาคารบ้านพักอาศัยในรูปทรงอย่างง่าย เพื่อใช้ในการศึกษาสัดส่วนของภาระการปรับอากาศสูงสุด และปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของผิวผนังภายนอก

2) ทำการจำลองสภาพในภาวะเงื่อนไขต่างๆ ดังนี้

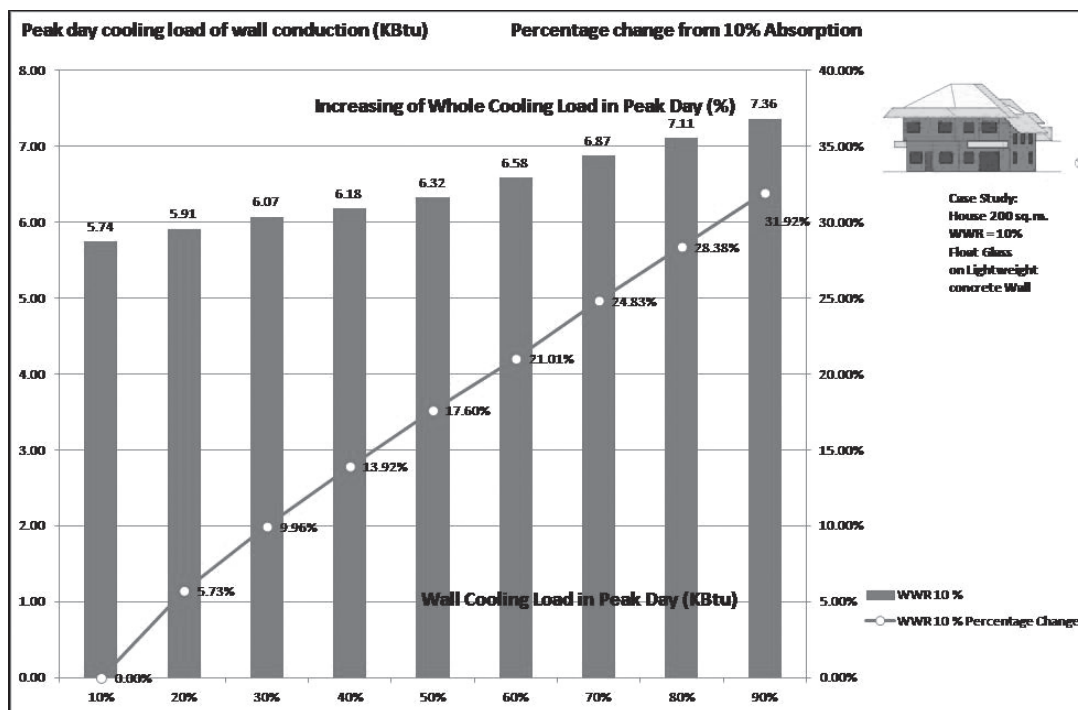
2.1) สัดส่วนกระจกต่อพื้นผิวเปลือกอาคารภายนอกทั้งหมด เป็น 10% ที่ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ 10-90%

2.2) สัดส่วนกระจกต่อพื้นผิวเปลือกอาคารภายนอกทั้งหมด เป็น 20% ที่ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ 10-90%

3) ทำการเปรียบเทียบภาระการปรับอากาศสูงสุด และปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการปรับเปลี่ยนค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของผิวผนังภายนอกในกรณีศึกษาต่างๆ

ผลการจำลองสภาพที่เกิดขึ้นสามารถแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการเลือกใช้สีทาผนังที่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ในระดับต่างๆ กันด้วยการศึกษาถึงค่าปริมาณการถ่ายเทความร้อนในส่วนของผนังทึบของอาคารที่เกิดขึ้นในวันสูงสุด ผสมผสานกับปริมาณการใช้กระจกเพื่อสร้างช่องเปิดของอาคารในระดับ 10-20% จะพบว่าปริมาณการถ่ายเทความร้อนดังแผนภูมิต่อไปนี้

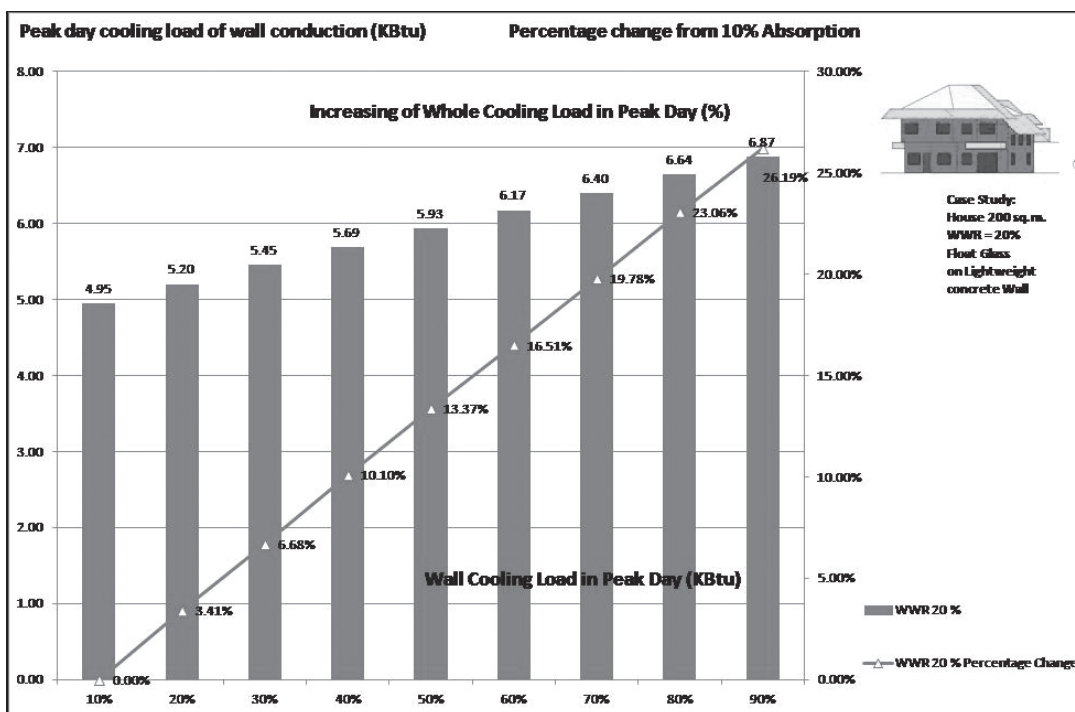
**แผนภูมิที่ 4** แสดงปริมาณการถ่ายเทความร้อนจากภาระการปรับอากาศในส่วนของผนังทึบที่เกิดขึ้นในวันที่มีค่าสูงสุด ค่าร้อยละของการถ่ายเทความร้อนที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการเปลี่ยนค่าดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของพื้นผิวเมื่อมีปัจจัยทางด้านสีทาผนังเข้ามาเกี่ยวข้องและปริมาณช่องเปิดเท่ากับ 10%



ที่มา: โครงการศึกษามาตรฐานสีทาผนังอาคารและมาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

เมื่อปรับค่าดูดซับรังสีดวงอาทิตย์จาก 10% ไปถึง 90% ภาระการปรับอากาศในส่วนผนังทึบของวันที่มีค่าการปรับอากาศสูงสุดจะมีค่าแปรผันตามกัน โดยมีค่าความแตกต่างของภาระการปรับอากาศอยู่ประมาณ 32%

**แผนภูมิที่ 5** แสดงปริมาณการถ่ายเทความร้อนจากภาระการปรับอากาศในส่วนของผนังทึบที่เกิดขึ้นในวันที่มีค่าสูงสุด ค่าร้อยละของการถ่ายเทความร้อนที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการเปลี่ยนค่าดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของพื้นผิวเมื่อมีปัจจัยทางด้านสีทาผนังเข้ามาเกี่ยวข้องและปริมาณช่องเปิดเท่ากับ 20%



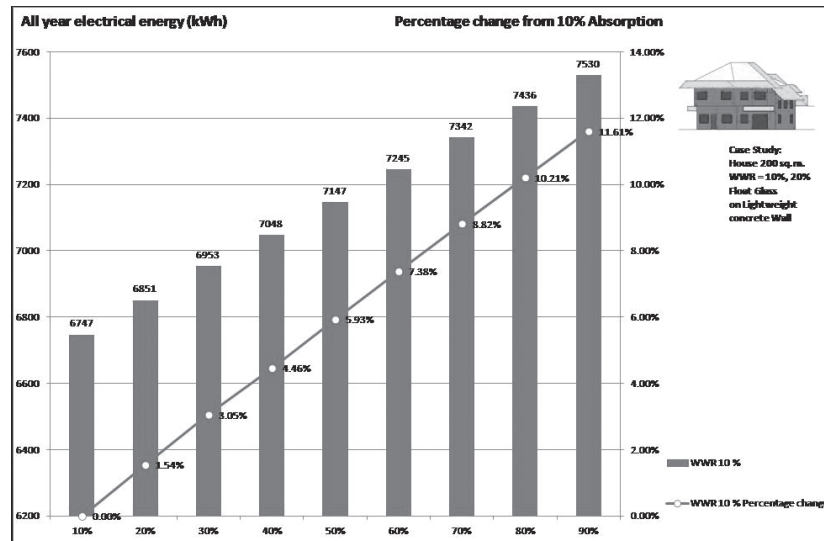
ที่มา: โครงการศึกษามาตรฐานสีทาผนังอาคารและมาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

เมื่อปรับค่าดูดซับรังสีดวงอาทิตย์จาก 10% ไปถึง 90% ภาระการปรับอากาศในส่วนผนังทึบของวันที่มีค่าการปรับอากาศสูงสุดจะมีค่าแปรผันตามกัน โดยมีค่าความแตกต่างของภาระการปรับอากาศอยู่ประมาณ 26%

เมื่อมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น ปริมาณการถ่ายเทความร้อนของผนังทึบในวันที่มีค่าสูงสุดจะเพิ่มขึ้นด้วยโดยปริมาณการถ่ายเทความร้อนของผนังทึบในวันที่มีค่าสูงสุด เมื่อมีช่วงการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ที่ 10% จะแตกต่างจากค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ที่ 90% อยู่ประมาณ 31% เมื่อมีอัตราส่วนช่องเปิดเป็น 10% และมีค่าความแตกต่าง 26% เมื่อมีอัตราส่วนช่องเปิด 31%

เมื่อพิจารณาร่วมกับอัตราส่วนช่องเปิดที่ 10-20% จะพบว่าปริมาณการถ่ายเทความร้อนของผนังทึบในวันที่มีค่าสูงสุดจะเริ่มมีค่าที่ต่ำลงเมื่อมีปริมาณผนังทึบน้อยลงผลการจำลองสภาพการถ่ายเทความร้อนในวันที่สูงสุดชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณการถ่ายเทความร้อนของบ้านพักอาศัยที่ทำการทดสอบเมื่อมีการใช้สีทาผนังที่มีค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเพื่อให้ผลที่ได้มีตัวชี้วัดทางพลังงานที่เห็นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ทางผู้ศึกษาจึงทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปีของบ้านพักอาศัยตัวแทน จากการใช้สีที่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์แตกต่างกันในช่วง 10%-90% โดยมีผลการจำลองสภาพ และการวิเคราะห์ดังนี้

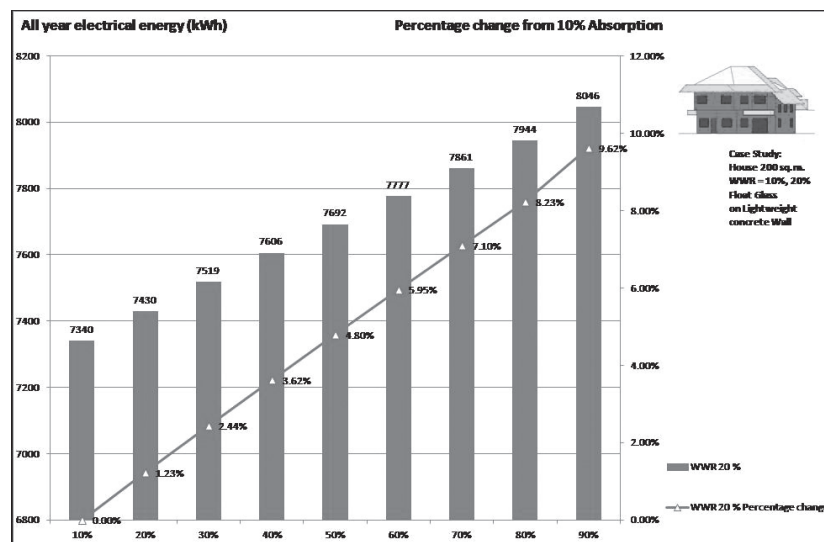
**แผนภูมิที่ 6** แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปีของอาคาร และค่าร้อยละของพลังงานไฟฟ้าตลอดปีที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการเปลี่ยนค่าดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของพื้นผิวเมื่อมีปัจจัยทางด้านสีทาสีผนังเข้ามาเกี่ยวข้องและปริมาณช่องเปิดเท่ากับ 10%



ที่มา: โครงการศึกษามาตรฐานสีทาสีผนังอาคารและมาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

เมื่อปรับค่าดูดซับรังสีดวงอาทิตย์จาก 10% ไปถึง 90% การใช้พลังงานไฟฟ้าของทั้งอาคารจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามกัน โดยมีค่าความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าอยู่ประมาณ 11% สำหรับอาคารตัวแทนที่มีค่าสัดส่วนช่องเปิดเป็น 10%

**แผนภูมิที่ 7** แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปีของอาคาร และค่าร้อยละของพลังงานไฟฟ้าตลอดปีที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการเปลี่ยนค่าดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของพื้นผิวเมื่อมีปัจจัยทางด้านสีทาสีผนังเข้ามาเกี่ยวข้องและปริมาณช่องเปิดเท่ากับ 20%



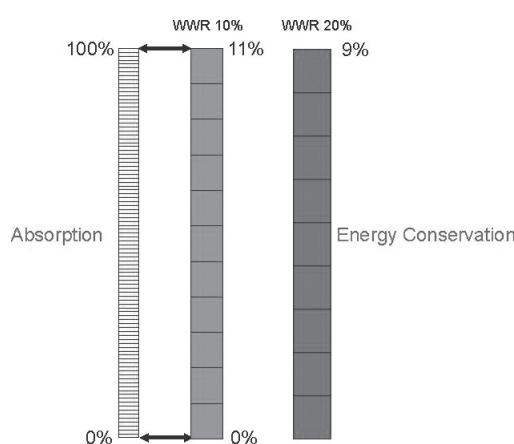
ที่มา: โครงการศึกษามาตรฐานสีทาสีผนังอาคารและมาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

เมื่อปรับค่าดูดซับรังสีดวงอาทิตย์จาก 10% ไปถึง 90% การใช้พลังงานไฟฟ้าของทั้งอาคารจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามกัน โดยมีค่าความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าอยู่ประมาณ 9% สำหรับอาคารตัวแทนที่มีค่าสัดส่วนช่องเปิดเป็น 20%

ผลการจำลองสภาพชี้ให้เห็นว่าผลกระทบของการปรับเปลี่ยนค่าดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ที่พื้นผิวนอกของบ้านพักอาศัยตัวแทนในช่วง 10-90% ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงระหว่างค่าทั้งสองมีความสัมพันธ์กันดังนี้

- เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ประมาณ 10% ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารตลอดทั้งปีจะเปลี่ยนแปลง 1%
- เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารตลอดทั้งปี 1% จะเปลี่ยนแปลงค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ไปประมาณ 10 %

**แผนภูมิที่ 8** แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ และพลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปีของอาคารพักอาศัย เมื่อมีช่องเปิดที่ 10% และ 20%



ที่มา: โครงการศึกษามาตรฐานสีทาผนังอาคารและมาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

## 6. บทสรุป และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**บทสรุป** จากการจำลองสภาพค่าการดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ของพื้นผิว สีที่ใช้ทาผนังอาคารภายนอกมีผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อมีการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนของอาคารให้คงที่ การเปลี่ยนใช้สีทาผนังภายนอกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ที่ 10% จนถึง 90% จะมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดปีของบ้านพักอาศัยแตกต่างกันประมาณ 10%

**ข้อเสนอแนะ** จากการจำลองสภาพพบว่าเมื่อมีการเพิ่มสัดส่วนพื้นที่ช่องเปิดบนผนังบ้านพักอาศัยตัวแทน จะทำให้ผลกระทบของสีทาผนังต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารลดลงจาก 11% เป็น 9% ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากพื้นที่ผนังภายนอกที่มีการทาสีลดลง จากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่กระจก แนวโน้มดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสำหรับอาคารบางประเภทที่มีปริมาณสัดส่วนช่องเปิดที่ใช้กระจกแตกต่างไปจากบ้านพักอาศัยทั่วไป จะไม่สามารถอ้างอิงผลการจำลองสภาพในครั้งนี้ได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากสัดส่วนช่องเปิดที่เพิ่มมากขึ้นกว่า 20% จะเป็นผลทำให้อาคารมีปริมาณการถ่ายเทความร้อนเนื่องจากการแผ่รังสีเป็นสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นตามด้วย การจำลองสภาพในครั้งนี้จึงเหมาะแก่การใช้งานเพื่ออ้างอิงถึงการสีทาผนังภายนอกสำหรับบ้านพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยวทั่วไปที่มีพื้นที่ประมาณ 200 ตารางเมตร และมีสัดส่วนช่องเปิดบนผนังไม่เกิน 20%



## เอกสารอ้างอิง

- พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2550. กรุงเทพฯ : กระทรวงพลังงาน, 2550.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. คู่มือแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม: อาคารพักอาศัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ม.ป.ป.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กรม. โครงการศึกษามาตรฐานสีทาผนังอาคารและมาตรฐานการทดสอบประสิทธิภาพพลังงาน. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2555.
- กระทรวงอุตสาหกรรม, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2514-2553 (สีอิมัลชันลดความร้อนจากแสงอาทิตย์). กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม, 2541.
- อาคารเขียวไทย, สถาบัน. เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย. กรุงเทพฯ : สถาบันอาคารเขียวไทย, 2553.
- American Society for Testing and Materials, **ASTM E1980 Standard Practice for Calculating Solar Reflectance Index of Horizontal and Low-Sloped Opaque Surfaces**. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials, (n.d.)
- American Society for Testing and Materials, **ASTM E1918-06 Standard Test Method for Measuring Solar Reflectance of Horizontal and Low-Sloped Surfaces in the Field**. Pennsylvania: American Society for Testing and Materials, (n.d.)
- Kuehn, H., Ramsey, J., and Threlkeld, J. **Thermal Environmental Engineering**. New Jersey : Prentice Hall, 1998.
- McQuiston, F., Parker, J., and Spitler, J. **Heating, Ventilating, and Air Conditioning Analysis and Design**. New York : John Wiley & Sons, Inc., 2000.
- United States of America. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. **ASHRAE Standard 90.2-2007: Energy-Efficient Design of Low-Rise Residential Buildings**. Atlanta : American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2007.
- United States of America. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. **ASHRAE Standard 90.1-2007: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings**. Atlanta : American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2007.
- United States of America. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. **ASHRAE Fundamental 2009**. Atlanta : American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2009