บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากงานวิจัยนี้มีความเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนัง จึงได้ทำการศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน ได้แก่ มวลสารของผนัง ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนัง ความเข้มและความอ่อนของสีผนัง และมวลสารภายใน ในตอนท้ายของบทนี้ได้นำเสนอตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผลกระทบของสีและพื้นผิวต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนัง

สี หมายถึง สารที่มีส่วนผสมของผงสี สิ่งนำสี และวัตถุอื่นในสภาพที่เป็นของเหลวหรือของแข็ง เมื่อนำมาทา หรือเคลือบพื้นผิวใดๆ เมื่อแห้งแล้วจะเกิดฟิล์มบนพื้นผิว โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ และค่าสัมประสิทธิ์การกระจายรังสีความร้อนตามความเข้มและความอ่อนของสี

สีมีส่วนประกอบหลัก (สี, 2539) ดังนี้

1. สารยึดเกาะ (Binder) เป็นส่วนประกอบหลักที่สำคัญที่สุดของสี มีลักษณะเป็นฟิล์มบางๆเกาะติดแน่นที่พื้นผิว โดยยึดส่วนประกอบอื่นๆไว้ในฟิล์มของมัน ส่วนใหญ่มักเป็นสารพวกเรซิ่น (Resin) การพิจารณาเลือกใช้สีต้องคำนึงถึงชนิดและคุณภาพของสารยึดเกาะ เพราะฟิล์มของสีจะติดแน่นให้ความสวยงามยาวนานขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางเคมีและทางฟิสิกส์ของสารยึดเกาะ ซึ่งสารยึดเกาะจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าสีชนิดนั้นควรใช้กับงานประเภทใด เช่น อะครีลิคเรซิ่น (Acrylic Resin) สำหรับทำสีที่ต้องทนต่อสภาวะดินฟ้าอากาศสูงมาก

2. ผงสี (Pigment) เป็นส่วนประกอบที่ทำให้เกิดเฉดสี (Shade) และความทึบแสง ช่วยในการปิดบังพื้นผิว ทั้งยังทำหน้าที่พิเศษอื่นๆ เช่น ต้านทานการผุกร่อน ทนไฟ เป็นต้น ดังนั้นสีที่ดีต้องมีการคัดเลือกผงสีที่เหมาะสมแก่สีประเภทนั้นๆเพื่อความคงทนและความสวยงาม

3. ตัวทำละลาย (Solvent) ทำหน้าที่ผสมผงสีและสารยึดเกาะให้ได้ความหนืดตามความต้องการ เพื่อความสะดวกในการผลิตและง่ายต่อการใช้งาน ตัวทำละลายจะระเหยหายไปหลังจากที่ส่วนประกอบอื่นๆทำปฏิกิริยาเกิดเป็นฟิล์มสี ตัวทำละลายที่ใช้ในสีมีมากมายหลายชนิด การเลือกใช้แบบไหนชนิดใด ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ความสามารถในการละลายสารยึดเกาะ
- กรรมวิธีในการเคลือบสี เช่น ทาด้วยแปรง, ลูกกลิ้ง, พ่นด้วย Air Spray หรือด้วย Airless Spray
- อัตราความเร็วในการแห้งของฟิล์มสี
- ความปลอดภัยที่ต้องการ เช่น ชนิดของสารที่ระเหยออกมาจะต้องไม่เป็นมลพิษต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม หรือการพ่นในพื้นที่ที่จำกัดขอบเขต จะต้องคำนึงถึงจุดวาบไฟ (Flash Point) ของสี
- ในกรณีที่ใช้เครื่องพ่นแบบ Electrostatic จะต้องใช้ตัวทำละลายที่พิเศษออกไป

4. สารปรุงแต่ง (Additive) เป็นสารผสมพิเศษสำหรับปรับปรุงคุณภาพของสีให้มีคุณสมบัติพิเศษบางประการตามที่ต้องการ เช่น

- Driers ทำหน้าที่ช่วยให้สีประเภทสีน้ำมันแห้งตัว
- Plasticizers ทำหน้าที่ปรับความแข็ง เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของฟิล์มสีเมื่อสีแห้งตัว เพื่อให้สามารถทนแรงกระแทก การคดงอ
- สารกันบูด (Bacteriacide) ส่วนใหญ่ใช้ในสีน้ำพลาสติกเพื่อป้องกันมิให้สีภายในภาชนะบรรจุเสื่อมคุณภาพ
- สารป้องกันเชื้อรา (Fungicide) ใช้ในสีน้ำพลาสติกและสีน้ำมันเป็นหลัก เพื่อป้องกันการขยายพันธุ์ และการเจริญเติบโตของสาหร่ายและเชื้อรา
- สารป้องกันฟอง (Defoamer) ใช้ในการป้องกันฟองอากาศทั้งในระหว่างขั้นตอนการผลิตและในการใช้งาน
- สารปรับความหนืด (Thickener) เพื่อปรับความข้นหนืดขณะอยู่ในภาชนะบรรจุและระหว่างการใช้งานให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมตามความต้องการ

ในการศึกษาเรื่องผลกระทบของสีผนังภายนอกอาคารนั้น จำเป็นต้องศึกษาในเรื่องค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายรังสีความร้อน และอัตราส่วนของค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ต่อค่าสัมประสิทธิ์การกระจายรังสีความร้อน (α / ϵ)

Surface	Solar Absorptance (α)	Longwave Emittance (ϵ)	Ratio (α / ϵ)
white enamel on iron	0.15-0.45	0.90	0.28-0.50
green paint	0.50	0.90	0.56
red oil base paint	0.74	0.90	0.82
black paint	0.94-0.98	0.88	1.07-1.11
black velvet	0.98	0.96	1.02
aluminum foil	0.15	0.05	3.00
bare copper plate	0.20-0.40	0.40-0.65	0.50-0.62
bare steel plate	0.65	0.13	5.00
white painted surface	0.1-0.3	0.8-0.9	0.13-0.33
bright bare metal	0.1-0.3	0.05-0.2	1.50-2.00

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติการดูดกลืนความร้อนและการคายความร้อนของพื้นผิววัสดุบางชนิด

ที่มา : Technology Research for Design หนังสือ ASHARE, Winter 1988

จากตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบวัสดุสีขาวและสีดำพบว่าวัสดุที่มีสีเข้มกว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์สูงกว่าวัสดุทีมีสีอ่อน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายรังสีความร้อนที่ใกล้เคียงกัน (ASHARE, 1988) กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ และ ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายรังสีความร้อนของสีขาวและสีดำ ดังนี้

1. สีขาว มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ = 0.1 - 0.3
   มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายรังสีความร้อน = 0.8 - 0.9
   มีค่า α / ϵ = 0.13 - 0.33
2. สีดำ มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ = 0.94 - 0.98
   มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายรังสีความร้อน = 0.88
   มีค่า α / ϵ = 1.07 - 1.11

ในกรณีที่สีมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์สูงทำให้ดูดกลืนความร้อนได้มากกว่า และหากสีนั้นมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายรังสีความร้อนที่สูงด้วยจะส่งผลให้ความร้อนถ่ายเทเข้ามาในอาคารได้น้อยกว่าสีที่มีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายรังสีความร้อนต่ำ ดังนั้นการศึกษาเรื่องผลกระทบของสีผนังต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารนั้นควรศึกษาอัตราส่วนของค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ต่อค่าสัมประสิทธิ์การกระจายรังสีความร้อนหรือค่า $\alpha / \in$ ด้วย โดย

ถ้าสีมีค่า $\alpha / \in$ ต่ำกว่า 1 หมายถึงสีนั้นมีการดูดกลืนความร้อนน้อยกว่าการคายความร้อน

ถ้าสีมีค่า $\alpha / \in$ มากกว่า 1 หมายถึงวัสดุนั้นมีการดูดกลืนความร้อนมากกว่าการคายความร้อน

ถ้าสีมีค่า $\alpha / \in$ เท่ากับ 1 หมายถึงวัสดุนั้นมีการดูดกลืนความร้อนเท่ากับการคายความร้อน

สีที่ดีควรจะมีค่า $\alpha / \in$ ต่ำ คือมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ต่ำและมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายรังสีความร้อนสูง เพื่อจะทำให้อุณหภูมิที่ผิวผนังเย็นกว่าปกติ ส่งผลให้มีการถ่ายเทความร้อนลดลงหรือช้าลงกว่าสีที่มีค่า $\alpha / \in$ สูง

ลักษณะพื้นผิวของวัสดุเกี่ยวข้องกับค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีความร้อน (Solar Reflectance หรือ R) เมื่อรังสีความร้อนตกกระทบพื้นผิววัสดุทึบ บางส่วนจะถูกดูดกลืนและบางส่วนจะถูกสะท้อน โดยที่

$$\alpha + R = 1$$

วัสดุที่มีพื้นผิววัสดุเรียบ หรือมีพื้นผิววัสดุเป็นมันจะมีค่าการสะท้อนความร้อนสูงหรือมีค่าการดูดกลืนความร้อนต่ำซึ่งก็จะส่งผลต่ออุณหภูมิของพื้นผิววัสดุและการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารต่างจากวัสดุที่มีพื้นผิวขรุขระ (Moore, 1993)

2.2 ผลกระทบของมวลสารภายในต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนัง

มวลสารภายในอาคารสามารถช่วยลดค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายในอาคารให้ต่ำลงได้ โดยการดูดกลืนความร้อนสะสมไว้ในมวลสาร ปริมาณความร้อนที่มวลสารภายในจะสะสมได้ขึ้นอยู่กับค่าความจุความร้อนของวัสดุที่เป็นมวลสารภายใน หากมวลสารนั้นใช้วัสดุที่มีค่าความจุความร้อนสูงปริมาณความร้อนที่มวลสารจะสะสมได้ก็จะมีมากกว่ามวลสารที่ใช้วัสดุมีค่าความจุความร้อนต่ำกว่า

ค่าความจุความร้อนของวัสดุสามารถหาได้จากสมการ (Givoni, 1969)

$C = pc$ โดยที่ $p = m/v$

C หมายถึง ค่าความจุความร้อนของวัสดุ มีหน่วยเป็น kcal/($m^3 \cdot {}^oC$)

p หมายถึง ความหนาแน่นของวัสดุ มีหน่วยเป็น (kg/ m^3)

c หมายถึง ค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุ (Specific Heat) มีหน่วยเป็น kcal/(kg·^oC)

m หมายถึง มวลของวัสดุ มีหน่วยเป็น kg

v หมายถึง ปริมาตรของวัสดุ มีหน่วยเป็น m^3

นอกจากนี้มวลสารภายในอาคารยังช่วยทำให้อุณหภูมิอากาศภายในอาคารมีความแตกต่างกันระหว่างกลางวันกับกลางคืนน้อยลง (Olgyay, 1963) ในช่วงเวลากลางวันที่อุณหภูมิอากาศภายในมีค่าสูงสุดมวลสารภายในจะช่วยดูดกลืนความร้อนทำให้ค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายในลดต่ำลง ส่วนในช่วงเวลากลางคืนที่อุณหภูมิอากาศภายในต่ำสุดมวลสารภายในที่สะสมความร้อนไว้ในเวลากลางวันจะแผ่รังสีความร้อนออกมาสู่อุณหภูมิอากาศภายในที่ต่ำกว่าทำให้ค่าอุณหภูมิอากาศต่ำสุดภายในมีค่าสูงขึ้น ทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายในตลอดทั้งวันแตกต่างกันไม่มาก

2.3 ผลกระทบของมวลสารและค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนัง

มวลสารของผนังแต่ละชนิดมีความสามารถในการถ่ายเทความร้อน การกักเก็บความร้อน (Thermal Storage) และระยะเวลาในการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ที่แตกต่างกัน โดยมีปัจจัยหลายๆอย่างมาเกี่ยวข้อง ดังนี้

ความจุความร้อนของวัสดุผนัง (Heat Capacity)

ค่าความจุความร้อน คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้วัสดุหนึ่งหน่วยปริมาตรหรือพื้นที่ผิวหนึ่งหน่วยพื้นที่ มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศา มีหน่วยเป็น kcal /(m^3·°C) วัสดุที่มีค่าความจุความร้อนสูงจะกักเก็บความร้อนได้มากกว่า ทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนช้าลง

การถ่ายเทความร้อนของผนังกับสภาพแวดล้อมโดยการแผ่รังสี (Long Wave Radiation Heat Exchange)

การถ่ายเทความร้อนของผนังด้วยวิธีนี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิผิวของผนังกับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม โดยจะเกิดการถ่ายเทความร้อนจากอุณหภูมิที่สูงกว่าไปยังอุณหภูมิที่ต่ำกว่า

การถ่ายเทความร้อนของผนังกับสภาพแวดล้อมโดยการพาความร้อน (Surface Convection)

การถ่ายเทความร้อนของผนังด้วยวิธีนี้จะเกิดขึ้นโดยขึ้นกับความเร็วลมที่ผัดผ่านผิวและลักษณะของพื้นผิว อิทธิพลของ Surface Conduction จะมีผลต่อปริมาณการถ่ายเทความร้อนของผนังในกรณีที่ผนังมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูง

ระยะเวลาในการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time lag)

โดยปกติแล้วผนังที่มีมวลสารมากจะมีค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อนได้นานกว่าผนังที่มีมวลสารน้อย แต่ในสภาพการใช้งานจริงยังขึ้นกับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ตำแหน่งการใส่ฉนวน ทิศทางการรับรังสีดวงอาทิตย์

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน มีค่าเท่ากับ $1/\Sigma R$ มีหน่วยเป็น $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ โดยค่า (ΣR) หมายถึงค่าความต้านทานความร้อนรวมของวัสดุผนังมีหน่วยเป็น $(m^2 \cdot ^\circ C)/W$

ดังนั้นหากวัสดุผนังมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมากก็หมายถึงมีค่าความต้านทานความร้อนรวมของวัสดุผนังน้อย ความร้อนจึงสามารถถ่ายเทเข้ามาสู่ภายในอาคารได้มากกว่าวัสดุผนังที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนน้อยกว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจะใช้ในการคำนวณปริมาณความร้อนที่เข้าหรือออกจากอาคารอันเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกกับภายใน ค่าความแตกต่างอุณหภูมิอากาศระหว่างภายในและภายนอก จะสามารถแยกออกได้เป็น 2 กรณี ดังนี้

1. ในกรณีที่ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในคงที่ หรือมีอิทธิพลจากองค์ประกอบภายนอกไม่รุนแรงมากนัก จะใช้สมการในการคำนวณปริมาณการถ่ายเทความร้อนดังนี้ (ASHARE, 1989)

$$q = UA(t_o - t_i)$$

q หมายถึง ปริมาณการถ่ายเทความร้อน มีหน่วยเป็น W

U หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน มีหน่วยเป็น $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$

A หมายถึง พื้นที่ผิวที่ได้รับความร้อน มีหน่วยเป็น m^2

t_o หมายถึง อุณหภูมิอากาศภายนอก มีหน่วยเป็น $^\circ C$

t_i หมายถึง อุณหภูมิอากาศภายใน มีหน่วยเป็น $^\circ C$

2. ในทางปฏิบัติจริง ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศระหว่างภายนอกและภายในไม่เคยคงที่ จะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา ด้วยเหตุนี้การคำนวณปริมาณการถ่ายเทความร้อน จึงใช้ค่า CLTD (Cooling Load Temperature Difference) แทนค่า $(t_o - t_i)$ จากการศึกษา (ASHARE, 1989) พบว่า ค่า CLTD ดัดแปลงมาจาก $(t_o - t_i)$ โดยคำนึงถึงอิทธิพลภายนอกหลายองค์ประกอบ เช่น เวลา วัน เดือน ละติจูด มวลสารของผนัง ความเข้มและความอ่อนของสีผนัง และสภาพแวดล้อม เป็นต้น

สำหรับประเทศไทยการคำนวณปริมาณการถ่ายเทความร้อนที่คำนึงถึงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน มวลสาร และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ใช้ค่า TD_{eq} (Equivalent Temperature Difference) ในการคำนวณแทนค่า CLTD ดังแสดงในตารางที่ 2.2 โดยจะใช้สมการในการคำนวณปริมาณการถ่ายเทความร้อน ดังนี้ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536)

$$q = (U_w)(TD_{eq})$$

q หมายถึง ปริมาณการถ่ายเทความร้อนในหนึ่งหน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็น W/m^2

U_w หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ มีหน่วยเป็น $W/(m^2 \cdot {}^oC)$

TD_{eq} หมายถึง ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ มีหน่วยเป็น °C

มวลของผนัง กก ม.$^{-2}$	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α)				
	0.1 <0-0.2>	0.3 <0.2-0.4>	0.5 <0.4-0.6>	0.7 <6-0.8>	0.9 <0.8-1.0>
0 - 125	14	15	16	17	18
126 - 195	11	12	13	14	15
เกินกว่า 195	9	10	11	12	13

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า

ที่มา : คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร, 2536

ประเภทผิววัสดุที่ใช้ทำผนังด้านนอก	วัสดุผนัง	สีที่ใช้ทาภายนอก
1. วัสดุที่มีผิวสะท้อนแสง [$\alpha < 0.2$]	- ผิววัสดุที่ฉาบด้วยดีบุก - แผ่นอลูมิเนียม - แผ่นฟิล์มไมลาร์เคลือบอลูมิเนียม - แผ่นสะท้อนแสงทำด้วยอลูมิเนียมขัดมัน	- สีสะท้อนแสง
2. วัสดุที่มีผิวอ่อน [$0.2 < \alpha < 0.4$]	- อิฐเคลือบเป็นมันสีขาว - เหล็กชุบสังกะสีทาสีขาว	- แลคเกอร์สีขาว - สีเงิน - สีขาวเป็นเงา
3. วัสดุที่มีผิวสีปานกลาง [$0.4 < \alpha < 0.6$]	- วัสดุที่ทาสีอลูมิเนียม - หลังคาประกอบขึ้นรูปสีขาว - อิฐสีเหลืองอ่อน - หินอ่อนสีขาว - กรวดล้างสีขาว	- สีเขียวอ่อน - สีน้ำเงินปานกลาง - สีเหลืองปานกลาง - สีส้มปานกลาง - สีเขียวปานกลาง
4. วัสดุที่มีผิวสีค่อนข้างเข้ม [$0.6 < \alpha < 0.8$]	- คอนกรีตไม่ทาสี - ไม้ผิวเรียบ - แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส - หินล้างสีเทา	- สีแดง - สีน้ำเงิน - สีเท่าอ่อน - สีสนิมแก่ปานกลาง
5. วัสดุที่มีผิวสีเข้ม [$0.8 < \alpha < 1.0$]	- วัสดุที่ลาดผิวด้วยยางมะตอย - คอนกรีตสีน้ำตาล - วัสดุมุงหลังคาสีเขียว - หินชนวนสีเทาแกมสีน้ำเงิน - อิฐสีแดง - อิฐแลดฟฟอร์ดสีน้ำเงิน - คอนกรีตสีดำ	- สีน้ำเงินแก่หรือสีเขียวแก่ - สีเทาแกมน้ำเงินเข้ม - สีน้ำตาลแก่ - สีโอลีฟเข้ม - สีดำ - แลคเกอร์สีน้ำเงินแก่ - สีเทาแก่ - แลคเกอร์สีดำ - สีดำธรรมดา - สีดำเรียบมาก
α หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์		

ตารางที่ 2.3 แสดงรายการวัสดุและสีผนังแยกตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์

ที่มา : คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร, 2536

2.4 ผลกระทบของแสงแดดและการจำลองสภาพในการทดสอบ

แสงแดดเป็นปัจจัยทางธรรมชาติที่มีอิทธิพลมากต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร เมื่อแสงแดดกระทบกับผนังภายนอกอาคารจะทำให้ผิวผนังร้อนกว่าอุณหภูมิของอากาศ การใช้ค่าอุณหภูมิของอากาศมาคิดค่าความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในนั้นจะทำให้ค่าที่คำนวณออกมาได้ผิดพลาดมาก จึงได้มีการคิดสมการเพื่อใช้หาอุณหภูมิอากาศที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น เรียกว่า Sol-Air Temperature

Sol-Air Temperature คือ อุณหภูมิอากาศสมมติที่ติดกับผิววัสดุเมื่อไม่มีอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์และการแลกเปลี่ยนรังสี ซึ่งจะทำให้เกิดอัตราการถ่ายเทความร้อนเทียบเท่ากับสภาวะที่มีอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์จริง การแลกเปลี่ยนรังสีกับท้องฟ้าและสภาพแวดล้อมรอบตัว รวมทั้งการถ่ายเทความร้อนสู่อากาศภายนอก โดยมีสมการในการหาค่า Sol-Air Temperature (ASHRAE, 1989) ดังนี้

$$t_e = t_o + \alpha I_t / h_o - \epsilon \delta R / h_o$$

t_e หมายถึง Sol-Air Temperature มีหน่วยเป็น °C

t_o หมายถึง อุณหภูมิอากาศภายนอก มีหน่วยเป็น °C

I_t หมายถึง รังสีความร้อนที่ตกกระทบทั้งหมด มีหน่วยเป็น W/m^2

α หมายถึง สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของผิววัสดุ ไม่มีหน่วย

h_o หมายถึง สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผิวภายนอกทั้งหมด รวมทั้ง Long Wave Radiation และ Convection มีหน่วยเป็น $W/(m^2 \cdot {}^oC)$

δR หมายถึง อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนของผิววัสดุกับสภาพแวดล้อมและท้องฟ้า มีหน่วยเป็น W/m^2

ϵ หมายถึง สัมประสิทธิ์การกระจายความร้อนจากผิววัสดุ ไม่มีหน่วย

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากผลการวิจัยเพื่อศึกษาผลกระทบของสีผนังที่มีต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนัง (Givoni, 1994) ทำการทดสอบที่ Haifa, Israel ได้ใช้ผนังทดสอบคือ ผนังคอนกรีต (Solid Concrete) และ ผนังคอนกรีตมวลเบา (Lightweight Concrete หรือ Ytong) หนา 12 ซม. และ 22 ซม. ในขั้นแรกได้ทาสีเทากับผนังทดสอบทั้ง 4 ผนัง พบว่าผนังทดสอบสีเทามีค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายใน Test Cell สูงกว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายนอกประมาณ 4.5 °C โดยมีค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายใน Test Cell ดังนี้

- ผนังคอนกรีตทาสีเทาหนา 12 ซม. มีค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายใน Test Cell สูงกว่าค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกประมาณ 8 °C ส่วนผนังคอนกรีตทาสีเทาหนา 22 ซม. มีค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายใน Test Cell สูงกว่าค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกประมาณ 3 °C
- ผนังคอนกรีตมวลเบาทาสีเทาหนา 12 ซม. มีค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายใน Test Cell สูงกว่าค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกประมาณ 4 °C ส่วนผนังคอนกรีตมวลเบาทาสีเทาหนา 22 ซม. มีค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายใน Test Cell สูงกว่าค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกประมาณ 2 °C

หลังจากนั้นได้ทาสีขาวกับผนังทดสอบทั้ง 4 ผนัง พบว่าผนังทดสอบสีขาวมีค่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายใน Test Cell สูงกว่าอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายนอกประมาณ 1.1 °C โดยมีค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายใน Test Cell ดังนี้

- ผนังคอนกรีตทาสีขาวหนา 12 ซม. มีค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายใน Test Cell สูงกว่าค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกประมาณ 0.5 °C ส่วนผนังคอนกรีตทาสีขาวหนา 22 ซม. มีค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายใน Test Cell ต่ำกว่าค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกประมาณ 1 °C
- ผนังคอนกรีตมวลเบาทาสีขาวหนา 12 ซม. มีค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายใน Test Cell สูงกว่าค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกประมาณ 0.5 °C ส่วนผนังคอนกรีตมวลเบาทาสีขาวหนา 22 ซม. มีค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายใน Test Cell ต่ำกว่าค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดภายนอกประมาณ 2 °C

จากผลการทดสอบพอจะสรุปเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยได้ว่า ความเข้มและความอ่อนของสีผนังมีผลต่อพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนแตกต่างกัน