บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเรื่อง "แนวทางการสร้างแบบประเมินลักษณะรูปทรงภายนอกและการจัดวางทิศทางที่เหมาะสมเพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ" นั้น จะต้องทำการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

2.1 การถ่ายเทความร้อนของเปลือกอาคาร

2.2 คุณสมบัติของวัสดุ

2.3 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม

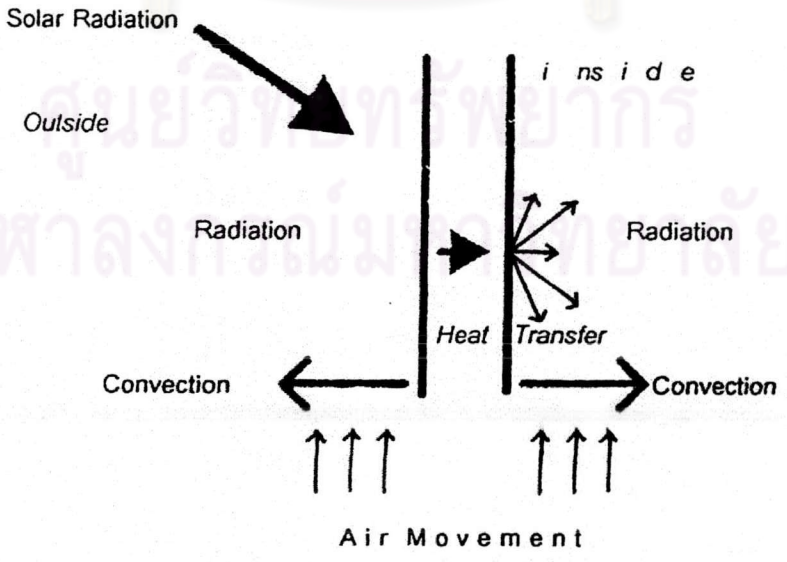
2.4 สัดส่วนของพื้นที่เปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยภายใน

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับการปรับอากาศและการคำนวณภาระการทำความเย็น

2.6 แนวทางการออกแบบอาคารปรับอากาศ

2.1 การถ่ายเทความร้อนของเปลือกอาคาร

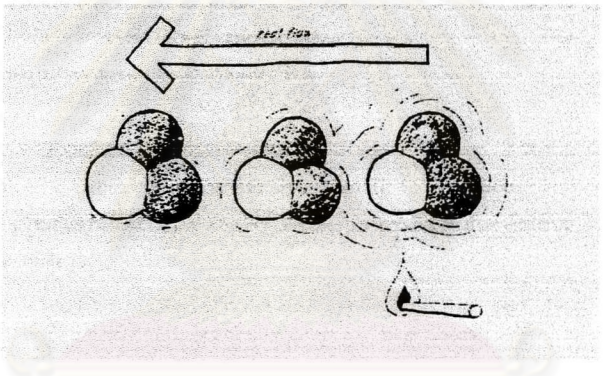
การวิจัยเรื่องรูปทรงและการจัดวางทิศทางอาคารในด้านการประหยัดพลังงาน ต้องศึกษาตัวแปรในเรื่องการถ่ายเทความร้อนของเปลือกอาคารเพื่อให้เกิดความเข้าใจและทราบถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดความร้อนภายในอาคาร โดยอาศัยทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนที่มีอยู่ 3 ประเภท ได้แก่ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน



ภาพที่ 2-1 แสดงพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของผนัง (Heat Transfer)
(Santamouris and Asimakopoulos, 1996)

2.1.1 การนำความร้อน (conduction)

การนำความร้อนเกิดจากการเคลื่อนที่ของพลังงานระหว่างโมเลกุลที่อยู่ติดกัน การถ่ายเทความร้อนจะเกิดจากบริเวณที่ร้อนกว่าหรือมีการเคลื่อนไหวของโมเลกุลมากกว่าไปสู่บริเวณที่เย็นกว่า โดยสามารถเกิดได้ทุกทิศทางไม่ขึ้นอยู่กับแรงโน้มถ่วงของโลก วัสดุจะนำความร้อนได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับโครงสร้างของโมเลกุล คือ วัสดุที่มีความหนาแน่นมากจะสามารถนำความร้อนได้มาก ดังนั้นวัสดุประเภทโลหะจึงเป็นตัวนำความร้อนที่ดีที่สุด รองลงมาจะเป็นคอนกรีตและอิฐ ส่วนวัสดุธรรมชาติเช่นไม้จะมีค่าการนำความร้อนน้อยกว่า อากาศหรือก๊าซชนิดต่างๆ จะเป็นตัวนำความร้อนที่แย่ที่สุด ทำให้อากาศเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี อย่างไรก็ตามการนำความร้อนจะไม่สามารถผ่านไปยังที่ๆ ไม่มีโมเลกุลเรียงตัวกันอย่างสูญญากาศได้ ความสามารถในการนำความร้อนจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างได้แก่ คุณสมบัติของวัสดุ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผิววัสดุ ความหนาของวัสดุ พื้นที่สัมผัสโดยตรงกับความร้อน และช่วงเวลาที่สัมผัสนั้น เป็นต้น

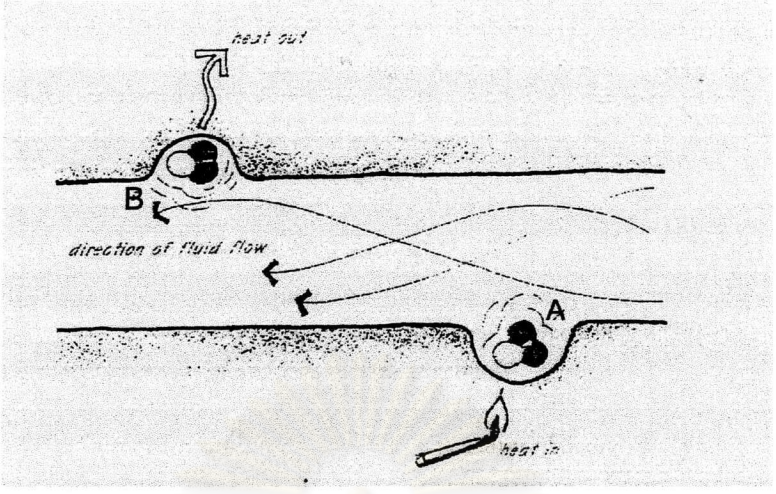


ภาพที่ 2-2 แสดงการนำความร้อนของโมเลกุล (Moore, 1993: 8)

2.1.2 การพาความร้อน (convection)

การพาความร้อนคือการถ่ายเทความร้อนโดยการเคลื่อนที่ของของเหลวไหลผ่านตัวกลาง เช่น อากาศและน้ำ เมื่อสสารถูกทำให้ร้อนโมเลกุลจะเคลื่อนไหวเร็วขึ้นและแตกกระจายออกไปในทิศทางต่างๆก่อให้เกิดการขยายตัวของสสารนั้นๆ โดยของแข็งจะมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ของเหลวและก๊าซจะมีความหนาแน่นต่ำลงและลอยตัวขึ้น

ความแตกต่างของการนำความร้อนและการพาความร้อนคือ การนำความร้อนโมเลกุลไม่เคลื่อนที่แต่จะมีการส่งผ่านพลังงานจากโมเลกุลหนึ่งไปยังโมเลกุลใกล้เคียง ส่วนการพาความร้อนโมเลกุลจะนำพลังงานความร้อนไปด้วยตนเอง



ภาพที่ 2-3 แสดงการถ่ายเทความร้อนโดยการพาจากจุด A ไปยังจุด B (Moore, 1993: 17)

2.1.3 การแผ่รังสีความร้อน (radiation)

การแผ่ความร้อนเป็นการถ่ายเทความร้อนโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อโมเลกุลของสสารเกิดการเคลื่อนไหวจะคายพลังงานคลื่นออกมาในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การแผ่รังสีความร้อนจึงเป็นการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งจะเคลื่อนที่จากวัตถุที่ร้อนกว่าสู่วัตถุที่เย็นกว่า เช่นเดียวกับการนำความร้อน แต่การแผ่รังสีความร้อนสามารถส่งความร้อนผ่านสูญญากาศได้

การเคลื่อนที่หรือการสั่นของโมเลกุลพื้นผิวของสสารจะก่อให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถเคลื่อนผ่านตัวกลางได้เร็วเท่ากับความเร็วแสง การเคลื่อนที่จะช้าลงเมื่อเปลี่ยนเป็นรังสีความร้อน โดยเมื่อรังสีความร้อนเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็ง อากาศ หรือสูญญากาศไปจนกระทบผิวอีกด้านจะสะสมพลังงานความร้อนในด้านนั้น และทำให้โมเลกุลมีการเคลื่อนไหวมากขึ้นจนอุณหภูมิสูงขึ้นและคายความร้อนออกมา การแผ่รังสีความร้อนจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในทุกทิศทาง และไม่ขึ้นกับแรงโน้มถ่วงโลก

อุณหภูมิของพื้นผิววัสดุสามารถให้ความร้อนที่วัดได้เป็นค่าความยาวคลื่น (wave length) หรือความถี่คลื่น (frequency) โมเลกุลของพื้นผิวแต่ละชนิดจะมีการเคลื่อนไหว หรือการสั่นที่แตกต่างกัน และแผ่รังสีความร้อนออกมาในความเร็วที่คงที่ การเคลื่อนไหวดังกล่าวจะทำให้เกิดความถี่ของคลื่นการแผ่รังสี โมเลกุลที่เคลื่อนที่เร็วที่สุดหรือร้อนที่สุดจะคายคลื่นรังสีสั้นออกมา เช่น คลื่นรังสีจากดวงอาทิตย์จะเป็นคลื่นสั้น (0.4-4.0 micron,1 micron = 10-6 เมตร) และโมเลกุลที่เคลื่อนที่ช้าๆ จะคายรังสีคลื่นยาวออกมามีความยาวคลื่นประมาณ 8-50 micron

เมื่อพลังงานการแผ่รังสีความร้อนกระทบพื้นผิวพื้นผิวนั้นจะสามารถดูดซับความร้อน (Absorption:α) และเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนซึ่งจะทำให้ผิววัสดุมีอุณหภูมิสูงขึ้นและสามารถสะท้อนความร้อน (reflection:β) กลับไปได้ ถ้าวัสดุมีคุณสมบัติที่ความร้อนสามารถ

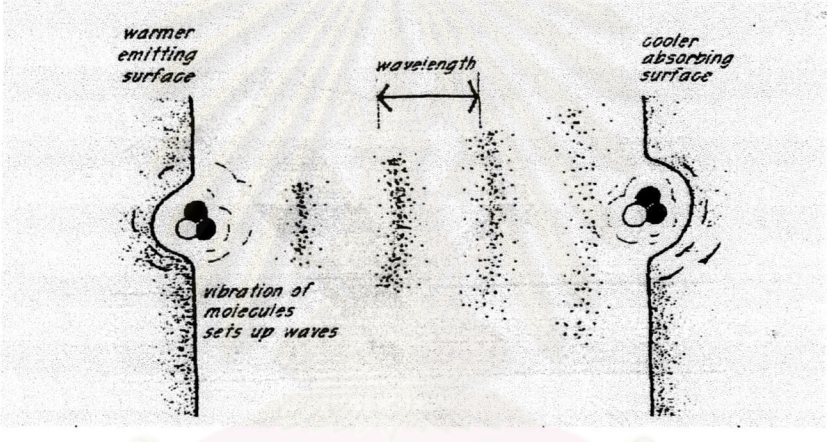
ส่งผ่านไปได้ความร้อนจะทะลุผ่าน (transmission:τ) วัสดุออกไป ค่าการดูดซับความร้อน การสะท้อนความร้อน และการทะลุผ่าน ของความร้อนนั้นไม่มีหน่วย และมีค่าอยู่ตั้งแต่ 0.00-1.00 โดยค่าทั้ง 3 ส่วนรวมกันจะเท่ากัน 1

$$\alpha+\beta+\tau = 1$$

เมื่อ α คือ ค่าการดูดซับความร้อนของวัสดุ

β คือ ค่าการสะท้อนความร้อนของวัสดุ

τ คือ ค่าการทะลุผ่านของความร้อนของวัสดุ



ภาพที่ 2-4 แสดงพฤติกรรมการแผ่รังสีระหว่างโมเลกุล (Moore, 1993: 17)

2.2 คุณสมบัติของวัสดุ

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนคือ คุณสมบัติของวัสดุ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ค่าการนำความร้อน ค่าความต้านทานความร้อน และ

2.2.1 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (Thermal Conductivity: k)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (Thermal Conductivity: k) หมายถึง ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนของวัสดุใดๆ หรือปริมาณความร้อนภายใต้สภาวะคงที่ที่ถ่ายเทผ่าน 1 หน่วยพื้นที่ของวัสดุ ที่มีความหนา 1 หน่วย ใน 1 หน่วยเวลา โดยมีความแตกต่างของอุณหภูมิที่ผิววัสดุทั้ง 2 ด้าน 1 หน่วย มีหน่วยเป็น Btu-in/hr.ft^2.^{O}F และมีหน่วย SI เป็น W/m^2.K

2.2.2 ค่าการนำความร้อน (Thermal conductivity)

ค่าการนำความร้อน(Thermal Conductance – C) หมายถึงค่าการนำความร้อนของวัสดุใดๆ หรืออัตราส่วนระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัสดุใดๆ ต่อความหนาของวัสดุที่มีความหนามาตรฐานในพื้นที่ 1 หน่วย มีหน่วยเป็น Btu/hr.ft^2.^{O}Fและมีหน่วย SI เป็น W/ m^2.K ซึ่งแสดงได้จากสมการคือ

$$C = k / \Delta x$$

เมื่อ Δx คือ ความหนาของวัสดุ (m^2) หรือ (ft^2)

C คือ ค่าการนำความร้อนของวัสดุ (W / m^2 ^{O}C) หรือ (Btu / h-ft^2 ^{O}F)

2.2.3 ค่าความต้านทานความร้อน (Thermal resistance)

ค่าความต้านทานความร้อน (Thermal Resistance/ R-Value) เป็นค่าแสดงประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนกันความร้อนของวัสดุและเป็นส่วนกลับของค่าการนำความร้อน หมายถึง จำนวนชั่วโมงสำหรับพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านความหนาของวัสดุหนึ่งในพื้นที่ 1 หน่วย เมื่อมีอุณหภูมิที่ผิววัสดุทั้ง 2 ด้านต่างกัน 1 หน่วย มีหน่วยเป็น hr.ft^2.^{O}F /Btu และมีหน่วย SI เป็น m^2.K/ W ซึ่งแสดงได้ตามสมการดังนี้

$$R = 1/C = \Delta x / k$$

เมื่อ R คือ ค่าการต้านทานความร้อน (m^2 ^{O}C / W) หรือ (h-ft^2 ^{O}F/ Btu)

2.2.4 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (Coefficient of Transmission /U-Value)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (Coefficient of Transmission/U-Value)เป็นค่าที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของถ่ายเทความร้อนของวัตถุโดยการนำความร้อน ซึ่งการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมมีหลักการคือ

$$U = 1/\Delta R$$

เมื่อ ΔR คือผลรวมของ R-Value ของเปลือกอาคาร (W / m^2 ^{O}C) หรือ (Btu / h-ft^2 ^{O}F)

2.3 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U-Value)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U-Value) เป็นค่าที่บอกถึงอัตราในการถ่ายเทความร้อนผ่านวัสดุที่มีพื้นที่ 1 ตารางฟุต เมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิ 1 องศาฟาเรนไฮต์ สำหรับวัสดุที่มีการประกอบกันหลายชั้น และรวมค่าการนำความร้อนจากฟิล์มอากาศบริเวณผิววัสดุภายใน ตัววัสดุชนิดต่างๆ จนถึงฟิล์มอากาศภายนอกอาคารแล้ว

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนนี้สามารถคำนวณหาได้จากการคิดผลรวมส่วนกลับของค่าการนำความร้อน (C) ของวัสดุในแต่ละชั้น และฟิล์มอากาศ โดยคำนวณความหนาของวัสดุด้วย ซึ่งค่านี้จะเท่ากับค่าความต้านทานความร้อนรวม (R) ของวัสดุ ค่าการนำความร้อน (C) ค่าความต้านทานความร้อน (R) และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังสมการต่อไปนี้

$$Q = U*A*\Delta T$$

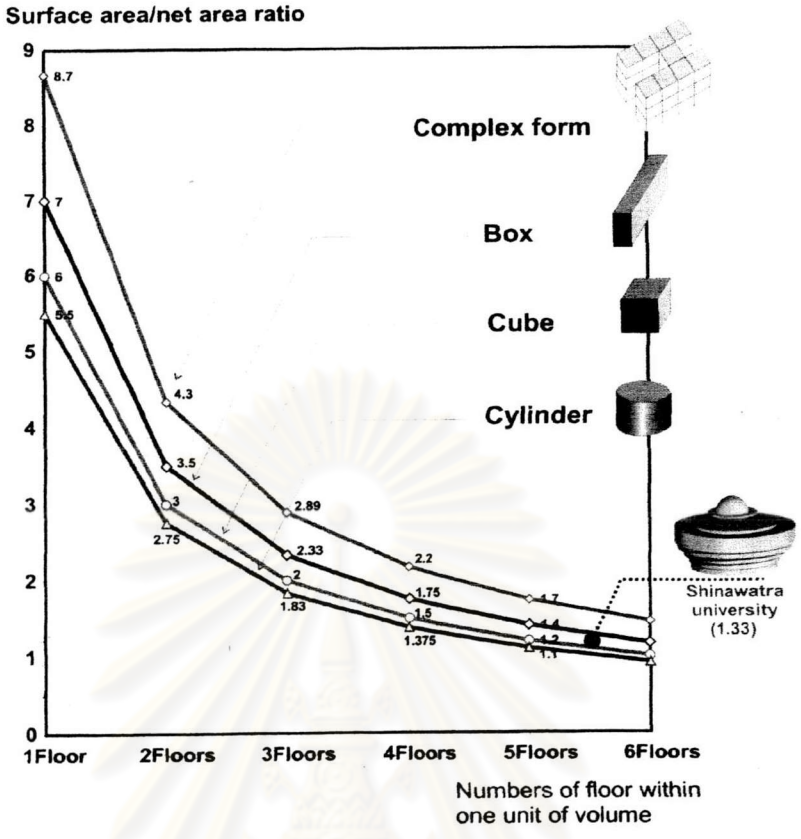
เมื่อ Q = ค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นใน 1 ชั่วโมง มีหน่วยเป็น WATT/m^2-HOUR

U = ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมซึ่งเป็นส่วนกลับจากสูตร $U = 1/\sum R$ เมื่อ R เป็นค่าความต้านทานของวัสดุในแต่ละชั้นรวมค่าความต้านทานของฟิล์มอากาศภายในและภายนอกด้วย

ΔT = ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายในและภายนอก

2.4 สัดส่วนของพื้นที่เปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยภายใน

ปริมาณความร้อนที่เกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกของอาคารจะแปรผันตรงกับพื้นที่เปลือกอาคาร แนวทางการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานจึงจำเป็นต้องออกแบบให้มีพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารให้มีค่ามากที่สุดและผิวเปลือกอาคารให้มีพื้นที่น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ผิวภายนอกต่อพื้นที่ผิวภายในให้มีค่าน้อยที่สุด (Minimize Surface Area) เพื่อทำให้มีพื้นที่ผิวที่จะรับปริมาณความร้อนได้น้อย ส่งผลให้ปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคารได้ลดน้อยลงด้วย ในด้านการประหยัดพลังงานการลดพื้นที่เปลือกอาคารที่ได้รับอิทธิพลของความร้อนจึงเป็นหลักสำคัญที่จะช่วยลดภาระการทำความเย็นที่จะเกิดขึ้น และเมื่อจะเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นระหว่างอาคารก็สามารถทำได้โดยเปรียบเทียบพื้นที่เปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยภายใน



ภาพที่ 2-5 แสดงสัดส่วนพื้นที่เปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร (สุนทร บุญญาธิการ, 2545: 74)

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับการปรับอากาศและการคำนวณภาระการทำความเย็น

การปรับอากาศ คือ การกระทำต่ออากาศเพื่อควบคุมให้อุณหภูมิและความชื้นของอากาศเป็นไปตามความต้องการของที่นั้นๆ (สมศักดิ์ สุโมตยกุล อ้างถึงใน สฤกกา พงษ์สุวรรณ, 2545) ในการปรับอากาศโดยทั่วไปของสภาพภูมิอากาศแบบประเทศไทย เครื่องปรับอากาศต้องทำหน้าที่ 2 ส่วนคือ ปรับลดอุณหภูมิให้กับอากาศ และปรับลดความชื้น ซึ่งในการคำนวณมักจะยึดถือสภาวะภายในอาคารที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ไว้ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นสภาวะปรับอากาศภายในอาคาร และต้องควบคุมความบริสุทธิ์และการเคลื่อนไหวของอากาศด้วย

2.5.1 ทฤษฎีการปรับอากาศ

จากที่กล่าวไว้ข้างต้นว่าในการปรับอากาศนั้นเครื่องปรับอากาศต้องมีหน้าที่ใน 2 ส่วนคือ การปรับอุณหภูมิและปรับความชื้น แล้วนอกจากนั้นยังมีปัจจัยอื่นที่เป็นผลพลอยได้คือการระบายอากาศ การขจัดสิ่งรบกวนต่าง ๆ เช่นฝุ่นละออง ควันบุหรี่ กลิ่น และเสียงลดน้อยลงซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

1) ปรับและควบคุมอุณหภูมิ

การปรับและควบคุมอุณหภูมิถือเป็นหน้าที่หลักหน้าที่หนึ่งของเครื่องปรับอากาศโดยทั่วไป เนื่องจากสภาพภูมิอากาศในบริเวณโดยรอบไม่เอื้ออำนวย การปรับอุณหภูมิในห้องปรับอากาศให้อยู่ในช่วงที่คนรู้สึกสบายจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมาก โดยเฉพาะประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 29 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่คนรู้สึกสบายอยู่ที่ 24 – 25 องศาเซลเซียส

2) ปรับและควบคุมความชื้น

การควบคุมความชื้นเป็นหน้าที่หลักอีกส่วนหนึ่งของเครื่องปรับอากาศในการสร้างสภาวะน่าสบายให้กับมนุษย์ เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวแปรหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อสภาวะน่าสบายของคนพอๆ กับอุณหภูมิ เช่น ในฤดูหนาวบางครั้งมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับในฤดูร้อน (29 องศาเซลเซียส) แต่คนเรายังรู้สึกว่าฤดูหนาวเย็นสบายกว่าฤดูร้อน เพราะในฤดูหนาวอากาศแห้งความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำ เหงื่อที่ผิวระเหยได้ง่ายกว่าฤดูร้อนซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง ทำให้เหงื่อที่ผิวหนังระเหยได้ยาก โดยทั่วไปความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมกับคนเราอยู่ที่ 50 เปอร์เซ็นต์

3) การระบายอากาศ

การระบายอากาศเป็นการนำเอาอากาศเสียภายในห้องออกไปสู่ภายนอก และหมุนเวียนเอาอากาศจากภายนอกเข้ามาแทนที่ แต่ทั้งนี้ในการหมุนเวียนเอาอากาศภายนอกเข้ามาต้องคำนึงถึงความเร็วลม เพราะถึงแม้ว่าภายในห้องมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นดีแล้วแต่ถ้ามีลมส่งพัดหมุนเวียนแรงเกินไปก็จะเป็นการเพิ่มภาระให้กับเครื่องปรับอากาศมากขึ้น และถ้าปะทะส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายโดยตรงก็จะทำให้ผู้อยู่ในห้องมีความรู้สึกไม่สบาย

4) การกำจัดฝุ่นละออง ควันบุหรี่ และเสียง

เนื่องจากห้องปรับอากาศเป็นห้องที่ปิดมิดชิด การปรับอากาศที่ดีเป็นการลดปริมาณ หรือขจัดสิ่งรบกวนต่าง ๆ ได้ เช่น ฝุ่นละออง ควัน กลิ่น และเสียงอึกทึกจากภายนอก

2.5.2 การคำนวณภาระการทำความเย็น

ASHRAE Fundamental Hand Book (SI), (1997) สรุปการคำนวณภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ โดยวิธี CLTD/SCL/CLF สามารถกำหนดปัจจัยที่พิจารณาจาก การคำนวณ

ภาระการทำความเย็นที่เกิดจากการได้รับอิทธิพลจากภายนอกอาคารผ่านเข้ามาในอาคารทางด้านเปลือกของอาคาร (External Cooling Load) ดังต่อไปนี้

- ภาระการปรับอากาศที่เกิดจากการนำความร้อน ผ่านผนัง และหลังคา สามารถคำนวณได้โดย

สมการ (ก)

$$Q = U*A*\Delta T$$

สมการ (ข)

$$Q = U*A*CLTD$$

เมื่อ Q = ภาระการปรับอากาศ (Watt หรือ Btu/h)

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายความร้อนรวมของเปลือกอาคาร (watt/sq.m^{o}C หรือ Btu/h sq.ft^{o}F)

A = พื้นที่เปลือกอาคาร (m^2 หรือ ft^2)

ΔT = ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายใน (^{o}C หรือ^{o}F)

CLTD = ภาระความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า หรือ Cooling Load Temperature Different

ในการคำนวณสมการ (ก) เป็นการคำนวณค่าภาระการปรับอากาศที่เมื่อค่าความแตกต่างของอุณหภูมิมีค่าคงที่ (Steady State Condition) หรืออิทธิพลจากภายนอกมีค่าไม่รุนแรงมากนัก แต่ในความเป็นจริงที่ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในจะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพภูมิอากาศ วัน เวลา เดือน และละติจูด ตลอดจนลักษณะของมวลสาร สีของผนัง การหน่วงเวลาของผนัง ตลอดจนผลกระทบของแสงแดด อุณหภูมิและสภาพแวดล้อม ดังนั้นจึงใช้สมการ (ข) ที่ใช้ค่า CLTD (Cooling Load Temperature Differences) เพื่อเป็นการปรับการคำนวณที่คำนึงถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายเทความร้อนให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

- ภาระการปรับอากาศที่เกิดจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านกระจกช่องแสงซึ่งสามารถคำนวณได้โดย

$$Q = A*SC*\ SHGF*CLF$$

เมื่อ Q = ภาระการปรับอากาศ (Watt หรือ Btu/h)

SC = Shading Coefficient ของกระจก

A = พื้นที่เปลือกอาคาร (m^2 หรือ ft^2)

SHGF = Solar Heat Gain Factor

CLF = Cooling load factors

ค่า SC เป็นตัวหนึ่งที่มีความสำคัญต่อภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจากกระจกที่เป็นผนังภายนอกอาคาร กระจกที่มีค่า SC ยิ่งน้อยก็จะทำให้เกิดภาระในการทำความเย็นที่น้อยตามไปด้วย แต่ในระบบหน้าต่างโดยทั่วไปประกอบด้วยกระจกและอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดจึงประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของตัวกระจกเองและค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

$$SC = (SC_1)*(SC_2)$$

เมื่อ SC = ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด

SC_1 = ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก

SC_2 = ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

2.6 แนวทางการออกแบบอาคารปรับอากาศ

2.6.1 แนวทางการออกแบบระบบผนังอาคารปรับอากาศ

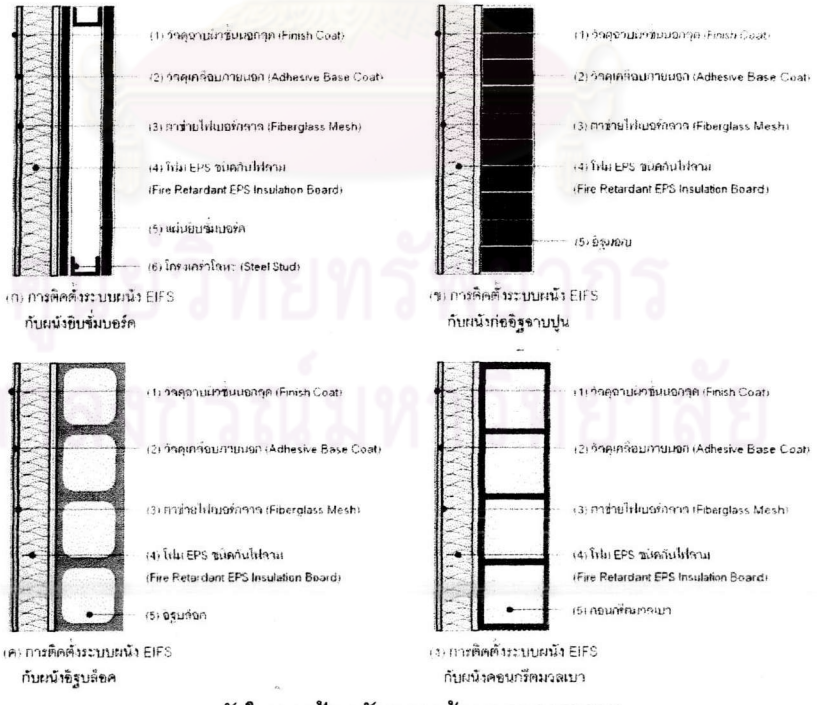
ผนังเป็นส่วนของเปลือกอาคารที่ได้รับอิทธิพลจากการถ่ายเทความร้อนและความชื้นที่สูง การออกแบบและการเลือกวัสดุของผนังจึงมีความสำคัญมาก ในการลดอัตราภาระการทำความเย็นในส่วนผนัง ผนังที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน ควรจะเป็นผนังที่มีค่าความเป็นฉนวนสูง มีมวลสารน้อยเพื่อลดการสะสมความร้อนและความชื้น เป็นวัสดุที่ทนต่อความร้อนและความชื้นทนทานต่อสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย

ระบบการก่อสร้างผนังในอาคารปัจจุบันนี้ นิยมที่จะใช้ผนังที่มีมวลสารมากเพื่อความแข็งแรง เช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูน ผนังคอนกรีตบล็อก เป็นต้น ผลกระทบด้านการใช้พลังงานในการสร้างความเย็นอันเนื่องมาจากการใช้ผนังเหล่านี้ ล้วนแล้วแต่ใช้พลังงานอย่างมหาศาลจากการที่ต้องลดความ

ร้อนทั้งที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อน การสะสมความร้อนและความชื้น การป้องกันความร้อนที่เกิดจากการถ่ายเทผ่านทางผนัง จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการตัวกำหนดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

ผนังที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานและเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ ควรเป็นผนังที่มีฉนวนกันความร้อนอยู่ภายนอก จะทำให้สามารถกันความร้อนและความชื้นได้เป็นอย่างดี ระบบผนังที่มีประสิทธิภาพสูงที่ใช้ในอาคารประหยัดพลังงานในปัจจุบัน คือผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก (Exterior Insulation and Finish System หรือ EIFS) เป็นผนังมวลสารเบามีฉนวนโฟมอยู่ภายนอก ส่งผลให้ห้องเย็นเร็วเมื่อเริ่มเปิดเครื่องปรับอากาศเนื่องจากผนังมีการสะสมความร้อนน้อย ผนังนี้จะมีวัสดุเคลือบภายนอกเป็นสารผสมทรายที่สามารถกันรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) ได้ดี และยังมีสารทำหน้าที่ป้องกันการแตกร้าวและความชื้นของผนังได้อีก ทำให้ผนังระบบนี้มีความคงทนสวยงาม ซึ่งประสิทธิภาพของผนังจะแปรผันตามความหนาของฉนวนโฟมภายนอก

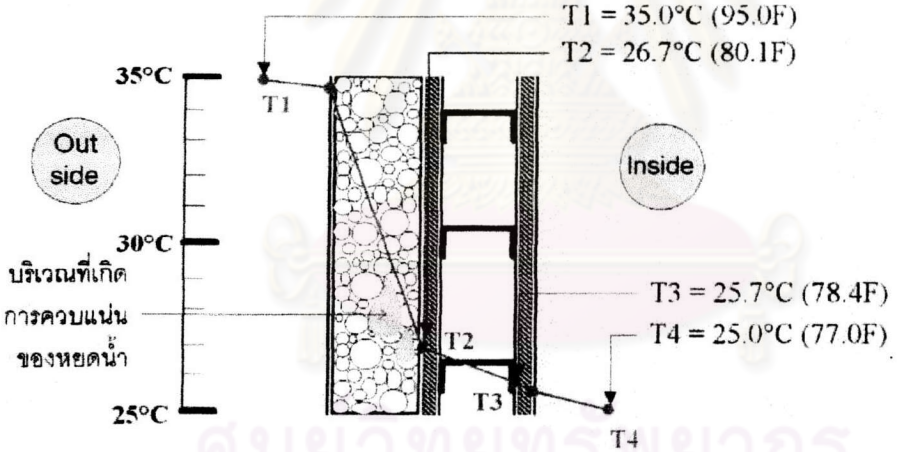
ด้านการกันไฟของผนังระบบ EIFS นี้จะมีแผ่นยิบซั่มบอร์ดเพื่อทำหน้าที่ป้องกันไฟ (Fire Protection) ให้กับโครงสร้างเหล็กภายในทั้ง 2 ด้าน โดยยิบซั่มภายในเป็นวัสดุที่สามารถตกแต่งตามความต้องการได้ ระบบโครงสร้างเหล็กที่ประกบด้วยแผ่นยิบซั่ม จึงเป็นระบบผนังที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน ความชื้น ทนไฟไหม้ และยังสามารถกันเสียงจากภายนอกได้ดีเนื่องจากระบบผนังนี้ห่อหุ้มเปลือกอาคารได้เกือบทั้งหมด จึงทำให้เสียงจากภายนอกผ่านเข้ามาได้น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับผนังที่มีการใช้งานทั่วไป



ภาพที่ 2-6 แสดงแนวทางการออกแบบผนังในการป้องกันความร้อนจากภายนอก
(สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 134)

การออกแบบผนังในระบบปรับอากาศจะต้องมีการควบคุมความชื้นภายในอาคาร ซึ่งประกอบด้วยการควบคุมน้ำและไอน้ำที่จะเข้ามาภายในอาคาร อากาศในภูมิอากาศร้อนชื้นถ้ามีการปรับอากาศภายในอาคาร เครื่องปรับอากาศจะทำหน้าที่ทำความเย็นด้วยการปรับอุณหภูมิและการปรับความชื้นให้ลดลง การทำความเย็นมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศ การลดความชื้นและสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำค้าง ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องสูงเชื้อราและเชื้อโรคจะสามารถเจริญเติบโตได้ดี

การควบคุมการเกิดการควบแน่นของหยดน้ำในผนังจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ และยากต่อการป้องกัน ผนังระบบฉนวนป้องกันความร้อนภายนอกเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพระบบหนึ่งในการป้องกันปัญหานี้ (สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 137) การควบแน่นของหยดน้ำในผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก จะพบว่าจุดควบแน่นของหยดจะเกิดขึ้นในโฟมที่ห่อหุ้มภายนอก แต่เนื่องจากระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก สามารถป้องกันความชื้นภายนอกได้ดี การควบแน่นของหยดน้ำในผนังจึงไม่เป็นปัญหา

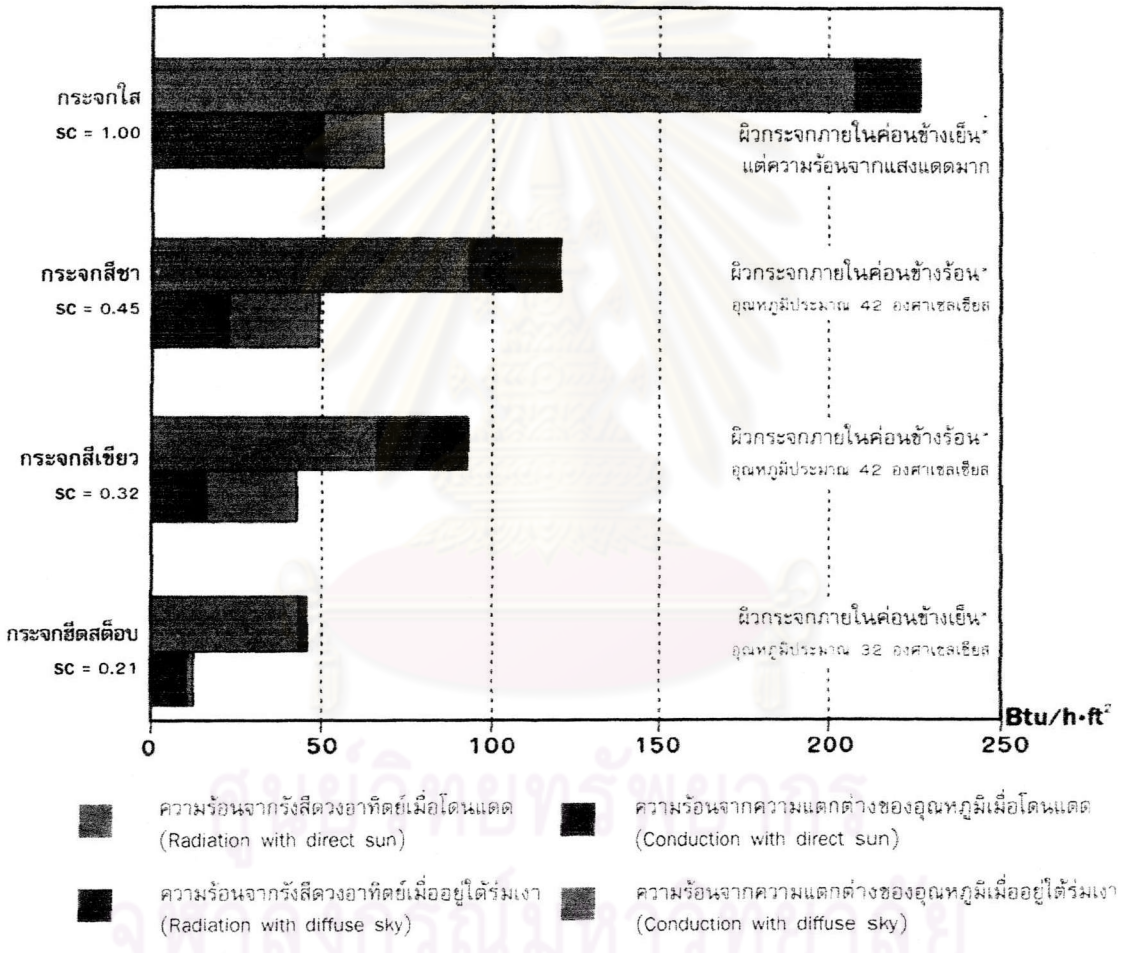


ภาพที่ 2-7 ภาพแสดงการควบแน่นเป็นหยดน้ำในผนังภายนอกที่มีช่องว่างอากาศ
(สุนทร บุญญาธิการ, 2542: 137)

การป้องกันไอน้ำและความชื้นที่จะแทรกซึมเข้าทางผนัง โดยเลือกวัสดุการก่อสร้างที่มีโพรงของช่องว่างอากาศที่น้อย สามารถที่จะกันน้ำและความชื้นได้ดี และมีการเคลือบและฉาบวัสดุของผิวภายนอกด้วย การป้องกันความชื้นจากภายนอกที่จะเข้าสู่ภายในถ้ามีการป้องกันที่ดีแล้ว การเกิดการควบแน่นของหยดน้ำและการเกิดเชื้อราภายในผนังก็จะไม่เกิดขึ้นหรือเกิดในปริมาณที่น้อยมาก

2.6.2 แนวทางการออกแบบระบบกระจกของอาคารปรับอากาศ

การออกแบบอาคารในปัจจุบันนี้นิยมใช้กระจกกันเป็นอย่างมาก อันเนื่องมาจากเป็นวัสดุที่สามารถสร้างการน่าใช้งานทั้งมุมมองที่มองจากทั้งภายในและภายนอกที่มองดูสวยงาม การออกแบบส่วนเปลือกอาคารที่มีกระจกนั้น ควรหลีกเลี่ยงการติดตั้งทางด้านทิศใต้และทิศตะวันตกเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นทิศที่มีค่ารังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์สูง กระจกเมื่อได้รับรังสีความร้อนโดยตรงจะมีอุณหภูมิที่ผิวสูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระจกที่มีสีเข้ม เมื่อผิวกระจกร้อนมากแล้วก็จะเกิดการถ่ายเทความร้อนจากกระจกเข้าสู่ภายในอาคารจึงทำให้ภายในอาคารมีอากาศที่ร้อน



แผนภูมิ 2-1 แสดงการเปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนผ่านกระจกชนิดต่างๆ

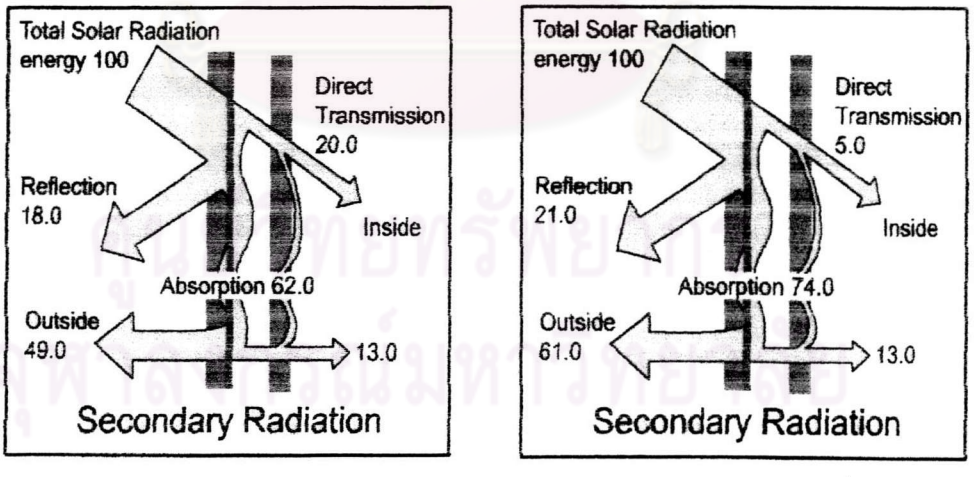
(สุนทร บุญญาธิการ, 2547: 52)

การเลือกกระจกเพื่อประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน ควรพิจารณาถึงความสามารถในการป้องกันความร้อน สามารถตัดคลื่นแสงรังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้วัสดุและอุปกรณ์เก่าเร็ว และรังสีอินฟาเรดที่เป็นสาเหตุของความร้อนส่วนใหญ่ที่เข้าสู่ภายในอาคาร และยอมให้แสงสว่างที่เป็นช่วงคลื่นที่มนุษย์สามารถมองเห็นผ่านเข้ามาเพียงพอกับความต้องการได้ กระจกที่มี

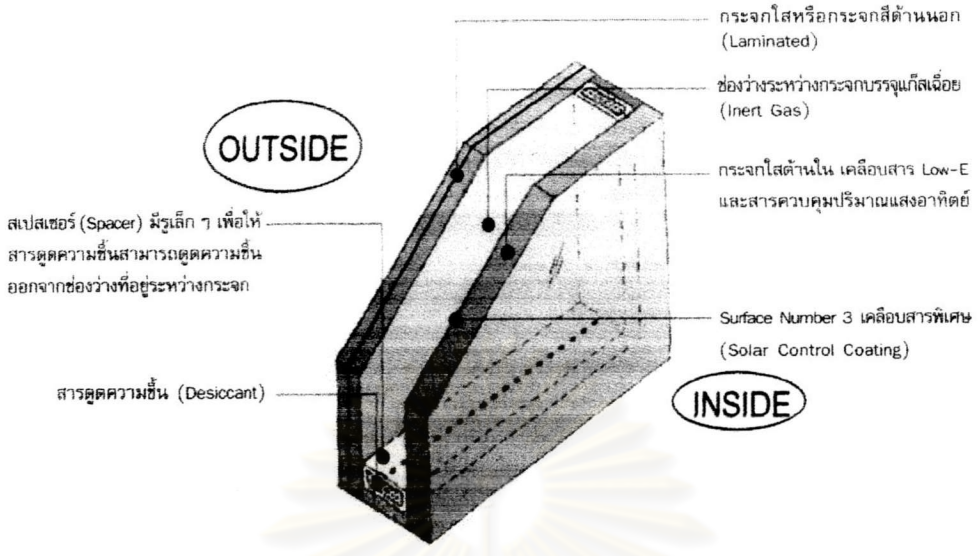
ประสิทธิภาพจะมีอุณหภูมิที่ผิวต่ำกว่าอุณหภูมิที่ผิวมนุษย์ จึงเกิดการแผ่รังสีความร้อนจากผิวมนุษย์สู่ผิวกระจกที่เย็นกว่า เป็นการลดอิทธิพลจากการแผ่รังสีของพื้นผิวโดยรอบ (Mean Radiant Temperature) จึงส่งผลให้ผู้ใช้งานอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้ดี กระจกที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้งานในอาคารเพื่อประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานนั้น สามารถยกตัวอย่างได้ ดังนี้

2.6.2.1 กระจกฮีตสตอป

กระจกฮีตสตอปเป็นกระจกที่มีค่าความเป็นฉนวนสูง และยังมีค่าสัมประสิทธิ์การบังเงาที่สูงด้วย จึงเหมาะสำหรับการใช้งานในพื้นที่ปรับอากาศ เนื่องจากสามารถลดการนำความร้อนและการแผ่รังสีจากภายนอกได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังลดอัตรารังสีดวงอาทิตย์ในช่วงคลื่นที่ตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็นซึ่งเป็นต้นเหตุของความร้อนส่วนเกินจากแสงสว่าง กระจกชนิดนี้จึงยอมให้แสงสว่างในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (Visible light) ผ่านได้มาก และในขณะเดียวกันก็เป็นตัวลดทอนช่วงคลื่นความร้อนที่ตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็น (Infrared & Ultra violet) ออกด้วยการเคลือบผิวพิเศษ ในด้านการนำความร้อนของกระจกฮีตสตอป ได้มีการปรับปรุงค่าความเป็นฉนวนของกระจกด้วยการเพิ่มเติมช่องว่างก๊าซเฉื่อย (Inert Gas) ที่มีสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ เป็นช่องว่างอากาศที่มีการสะท้อนรังสี (Reflective air space) ทำให้ประสิทธิภาพความเป็นฉนวนกันการนำความร้อนของกระจกสูงขึ้น



ภาพที่ 2-8 ภาพแสดงคุณสมบัติของกระจก Heat Stop 6 mm + Air + 6 mm.
(ทดสอบที่อุณหภูมิอากาศภายนอก 89 °F อุณหภูมิอากาศภายใน 75 °F
ความเร็วลมภายนอก 7.5 mph ความเร็วลมภายใน 0 mph ความเข้มของแสงดวงอาทิตย์ที่ 248 Btu/ft^2 .h)
(แหล่งที่มา : http://www.thai asahi.co.th)



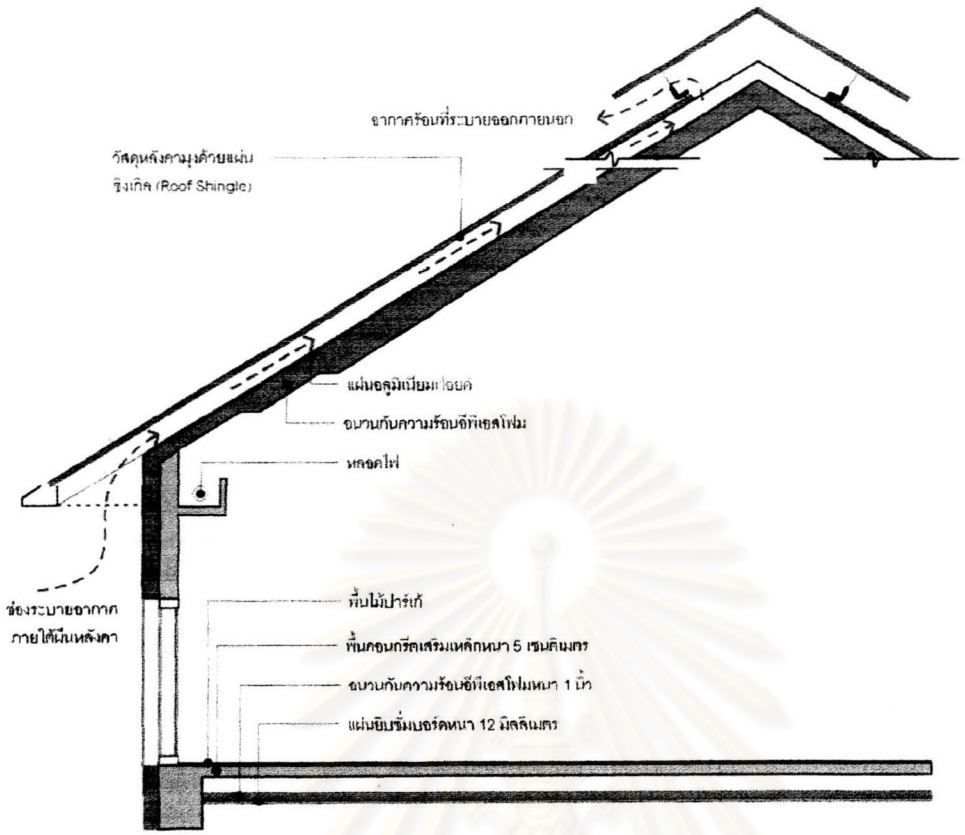
ภาพที่ 2-9 แสดงการส่วนประกอบของกระจก Heat Stop (สุนทร บุญญาธิการ, 2547: 51)

2.6.2.2 กระจกลามิเนต

กระจกลามิเนตเป็นกระจกที่เหมาะกับอาคารที่ไม่ต้องการปรับอากาศภายใน และใช้ประโยชน์พิเศษในบางจุดของการออกแบบ เนื่องจากคุณสมบัติของกระจกลามิเนตมีค่าความเป็นฉนวนที่ต่ำ เพราะไม่มีช่องว่างก๊าซเฉื่อยเหมือนกระจก Heat-stop การใช้งานกระจกลามิเนตจึงใช้ประโยชน์จากความสามารถในการระบายความร้อนของอาคารออกสู่ภายนอก โดยอาศัยการนำความร้อนของกระจกลามิเนตในบางพื้นที่ที่ต้องการให้ความร้อนสามารถระบายออกสู่ภายนอกด้วยวิธีการนำความร้อน (Conduction heat flow)

2.6.3 แนวทางการออกแบบระบบหลังคาของอาคารปรับอากาศ

การออกแบบรูปทรงหลังคามีความสำคัญทั้งในด้านพื้นที่ผิวในการรับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง การเกิดเงาในส่วนที่ไม่รับแสงแดด การเกิดความกดอากาศที่แตกต่างกันทำให้เกิดกระแสลมพัดผ่านระบายความร้อนของผิวหลังคา แต่อีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากันก็คือ วัสดุก่อสร้างของหลังคาที่จะทำหน้าที่กันความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคาร วัสดุของหลังคาที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานนั้น ควรจะเป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อยไม่กักเก็บความร้อน มีค่าความเป็นฉนวนกันความร้อนที่สูง สามารถป้องกันความร้อนและความชื้นได้ดี คงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ



ภาพที่ 2-10 แสดงวัสดุและระบบกันความร้อนของหลังที่มีประสิทธิภาพในการกันความร้อน (สุนทร บุญญาธิการ, 2547: 144)

ในการออกแบบช่องระบายอากาศภายใต้หลังคาจะเป็นการช่วยระบายอากาศที่ร้อนออกไป ถึงอุณหภูมิที่ผิวของหลังคาจะสูงมากก็ตาม ทำให้อิทธิพลของความร้อนจากหลังคามีผลต่ออุณหภูมิน้อย เป็นความร้อนที่เหลือจากการระบายออกไปไม่หมด และจะต้องผ่านชั้นที่เป็นฉนวนกันความร้อนอีกชั้นหนึ่งที่อยู่ใต้ช่องว่างของอากาศ ส่งผลให้ความร้อนที่จะผ่านเข้ามาสู่ภายในอาคารลดน้อยลงอย่างมาก ในสภาวะที่ไม่ค่อยมีกระแสลมอุณหภูมิภายใต้หลังคาจะร้อนกว่าวันที่มีลมเล็กน้อย แต่ก็จะมีฉนวนเป็นตัวสกัดกั้นความร้อนอีกชั้นหนึ่ง การออกแบบให้มีช่องว่างใต้หลังคาและมีฉนวนกันความร้อนที่เหมาะสม จึงเป็นแนวทางในการออกแบบและเลือกใช้วัสดุหลังคาของอาคาร

2.6.3.1 ชนิด – ค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุมุงหลังคา

ชนิด – ค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุมุงหลังคา มีผลกระทบอย่างมากต่ออุณหภูมิในหลังคาและความสามารถในการสะสมความร้อน (Heat Capacity) ของวัสดุหลังคา ก็มีผลต่อช่วงเวลาในการถ่ายเทความร้อนของหลังคาด้วย เช่นหลังคาประเภท Lightweight จะมีปริมาณสะสมความร้อนในช่วงเย็น หรือกลางคืนน้อยกว่าหลังคาประเภท Heavyweight

แผนภูมิที่ 2-2 แสดงการค่าเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อน (R-Value) ของฉนวนกันความร้อนและวัสดุต่างๆ ที่ความหนา 1 นิ้ว (Norbert Lechner., 1991.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย