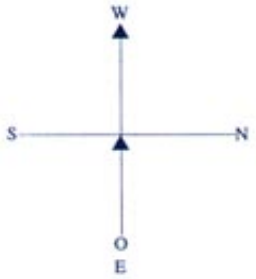
บทที่ 3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

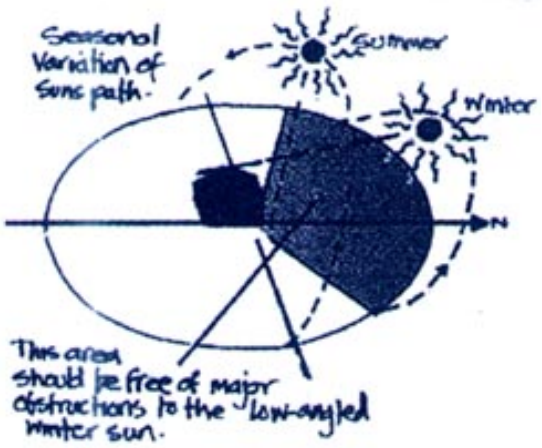
3.1 การออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน

ปัจจุบันการออกแบบบ้านคำนึงถึงเรื่องของการประหยัดพลังงานและสิ่งแวดล้อมมากขึ้นกว่าในอดีต ซึ่งบทความนี้จะเน้นไปที่การออกแบบตั้งแต่เริ่มต้น หรือที่เรียกว่า Energy Efficient House Design

การวางตำแหน่งบ้าน บนพื้นที่ ที่มีอยู่ ควรคำนึงถึงทิศทาง อันดับแรกที่ต้องทราบคือทราบว่า ทิศเหนืออยู่ด้านใด จากนั้นทำความเข้าใจถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของพระอาทิตย์ในแต่ละวันแต่ละฤดู ดังรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 ภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของพระอาทิตย์



รูปที่ 3.2 ภาพแสดงพื้นที่รับแสงแดด

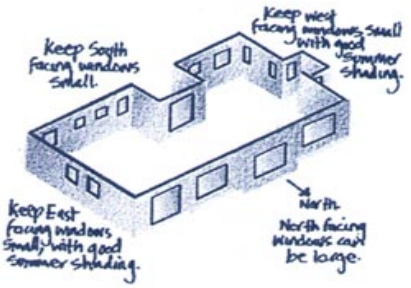
จากรูปพบว่าการเคลื่อนที่จากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตกในฤดูหนาวจะค่อนไปในทิศเหนือมากกว่าในฤดูร้อน พื้นที่ที่แรเงาในรูปจะเป็นจุดที่รับแสงแดดตลอดวัน ฉะนั้นบ้านในเขตหนาวจึงไม่ควรมีสิ่งกีดขวางกั้นความร้อนที่จะเข้าสู่อาคารจากแสงอาทิตย์ ในทางตรงข้าม บ้านในเขตร้อนก็ต้องสร้างเครื่องกีดขวางบังเงา เช่น ปลูกต้นไม้ใหญ่ หรือมีส่วนของอาคารที่จะกันแดดได้อย่างดี

การจัดกลุ่มห้อง ที่มีลักษณะใช้งานเหมือนกันไว้ด้วยกันก็จะทำให้การจัดแสงเข้าสู่อาคารออกแบบได้ง่ายขึ้น การจัดกลุ่มห้องยังมีประโยชน์กับระบบทำน้ำร้อนซึ่งจะจ่ายไปยังกลุ่มเดียวกันที่จำเป็นต้องใช้น้ำร้อน

ระดับความสูงจากพื้นถึงเพดานก็เป็นตัวกำหนดอัตราการใช้ในการทำความเย็นให้กับห้องหรือทำความร้อนให้กับห้องในเมืองหนาว ความสูงดังกล่าวยิ่งมากยิ่งต้องใช้พลังงานมาก

วัสดุที่ใช้สร้าง ก็เป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร คอนกรีตและการก่ออิฐฉาบปูน (Masonry) จะสามารถรักษาอุณหภูมิห้องให้คงที่ได้เป็นอย่างดี และอาจมีหน้าต่างไว้ในทิศเหนือเพื่อรับแสงแดดสำหรับวัสดุเบาที่ใช้ทำผนัง เช่น ไม้ หรือแผ่นพลาสเตอร์ เหมาะที่จะทำให้ห้องได้รับความร้อนจากเครื่องทำความร้อน หรือความเย็นจากเครื่องปรับอากาศได้อย่างรวดเร็วและคืนสู่สภาพเดิมได้เร็ว ซึ่งเหมาะกับห้องที่เปิด-ปิดแอร์บ่อยครั้ง เพื่อใช้ทำงานชั่วขณะ

การจัดวางตำแหน่งและขนาดของหน้าต่าง ขนาดและตำแหน่งของหน้าต่าง ควรจะถูกจัดวางอย่างเหมาะสมตามทิศทางที่ถูกต้องรวมทั้งเลือกวัสดุที่เหมาะสมจะเป็นหน้าต่างในบ้าน การระบายอากาศภายในบ้านโดยให้อากาศเข้าออกสะดวกก็ต้องคำนึงถึงตำแหน่งโดยตรงเช่นกัน ดังรูปที่ 3.3 ทิศเหนือจะต้องเป็นหน้าต่างบานใหญ่เพื่อรับแสงทั้งวัน ประหยัดการใช้ไฟฟ้าเพื่อแสงสว่าง ทิศใต้ให้มีหน้าต่างบานเล็กๆ เพื่อการระบายลม และรับแสง ทิศตะวันตก หน้าต่างบานเล็ก ๆ พร้อมทั้งติดฟิล์มกรองแสง เพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคารในช่วงบ่ายซึ่งมีแดดจัด ทิศตะวันออกก็มีหน้าต่างเหมือนทิศตะวันตก

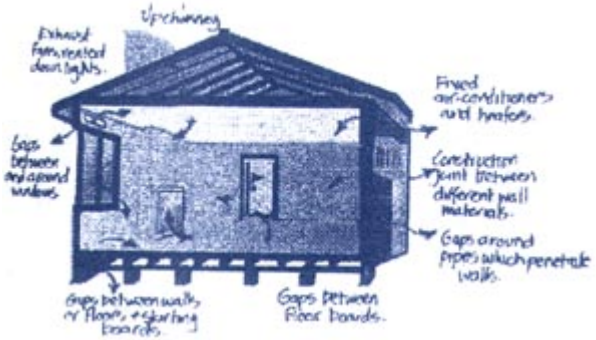


รูปที่ 3.3 ภาพแสดงการวางตำแหน่งหน้าต่าง

การใช้หน้าต่างเพื่อประหยัดพลังงานกระจกที่ติดฟิล์มกรองแสง หรือกระจกที่บังเงาได้จะช่วยให้บ้านเย็นลง ทิศเหนือตะวันตกและตะวันออกควรมีหน้าต่างที่บังเงาได้ และถ้าให้ดีควรมีม่าน (Blind) หรือเป็นลักษณะของบานเกล็ด (Shutter) ทิศเหนือควรมีหน้าต่างที่บังแสงได้อย่างเหมาะสม เป็นแบบมีชายคา (Eave) หรือมีตารางไม้บังเงา (Pergola) ซึ่งจะทำให้แสงแดดเข้าได้ในฤดูหนาว และก็ยังบังเงาได้ในฤดูร้อน

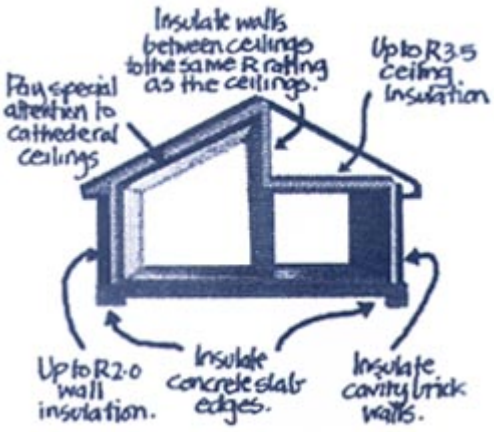
ความร้อนเข้าสู่อาคารสามารถถูกลดความร้อนลงครึ่งหนึ่งได้ โดยการใช้กระจกสองชิ้น (Double Glaze) หรือการใช้ม่านช่วย (Drape or Blind)

การควบคุมทิศทางอากาศภายในอาคาร กรณีบ้านในฤดูหนาว ควรรักษาอากาศภายในอาคาร เพื่อให้อบอุ่นและไม่ให้มีอากาศรั่วออกทางจุดต่าง ๆ ได้แก่อากาศรั่วทางเพดานปล่องควันช่องไฟส่องทางรอยต่อกรอบหน้าต่าง รอยต่อระหว่างผนังกับพื้น รอยต่อระหว่างพื้น รอยต่อระหว่างผนังกับการเจาะท่อ รอยต่อระหว่างผนังคนละวัตถุและรอยต่อระหว่างแอร์แบบหน้าต่างกับผนัง ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ภาพแสดงรอยรอยรั่วต่างๆในกรอบอาคาร

การปูฉนวนกันความร้อน ก็เป็นอีกวิธีที่จะช่วยให้ความร้อนเข้าสู่อาคารลดลงได้ ดังรูปที่ 3.5 มีการปูฉนวนบนเพดาน ผนังซึ่งเชื่อมระหว่างเพดาน ผนังอิฐที่เป็นฉนวน พื้นที่ใช้แผ่นคอนกรีตบุฉนวนผนังและปูใต้หลังคาเอียง



รูปที่ 3.5 ภาพแสดงการปูฉนวน

การเลือกระบบทำความร้อน การใช้ระบบการทำความร้อนให้กับบ้านแต่ละส่วน ต้องคำนึงถึงความสะดวกสบาย และค่าใช้จ่ายไปพร้อมกัน การใช้ระบบการทำความร้อนนั้น พบว่าเพียง 40% ของความร้อนเท่านั้นที่เหลือมาทำให้ห้องอบอุ่น นอกนั้นต้องสูญเสียไปกับเพดานอากาศ หน้าต่างรั่ว จากการจัดกลุ่มห้องที่ต้องใช้ความร้อนกระจัดกระจายจากเครื่องทำความร้อนที่ไม่มีประสิทธิภาพ และจากการเปิดปิดใช้งานที่ไม่เหมาะสม ฉะนั้นจึงแก้ที่ต้นเหตุด้วยการปูฉนวนบริเวณเพดาน ผนังหรือพื้น กรณีที่ทำได้ การอุดรู อากาศรั่ว การมีหน้าต่างที่เปิดปิดได้ดี การจัดกลุ่มห้องที่ต้องการความร้อนอยู่ด้วยกัน การเลือกใช้เครื่องทำความร้อนที่มีประสิทธิภาพ และการเปิดปิดเมื่อจำเป็น

การตัดสินใจว่าจะเลือกเครื่องทำความร้อนแบบส่วนกลางหรือเฉพาะห้องให้พิจารณาดังต่อไปนี้

1. เฉพาะห้องนั่งเล่น
2. ห้องนั่งเล่นและห้องนอนระยะสั้น
3. ห้องนั่นเล่นและห้องนอนระยะยาวในเวลาแตกต่าง
4. ห้องนั่งเล่นและห้องนอนระยะยาวในเวลาเดียวกัน
5. ห้องน้ำ

โดยสรุปแล้วแบบแยกส่วนจะประหยัดกว่าแบบรวม เพราะขนาดที่เล็กกว่า แต่ถ้าต้องเปิดหลายห้องติดกันแบบส่วนกลางจะประหยัดกว่า

นอกเหนือจากการออกแบบที่กล่าวมาแล้ว ระบบภายในบ้านยังสามารถช่วยประหยัดพลังงานได้อีกทาง ซึ่งหมายถึง การใช้ระบบอัตโนมัติภายในบ้าน (Automation House) เพื่อให้

ได้รับสิ่งตอบสนองตามความต้องการ การมีระบบการจัดการพลังงานเช่น ระบบ HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioner Systems) ทำให้ได้รับความสะดวกสบายโดยที่ใช้ระดับพลังงานไม่เกินกว่าความจำเป็น รวมไปถึงระบบแสงสว่าง และเซนเซอร์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การเปิดปิดไฟทำได้โดยอัตโนมัติตามที่ตั้งไว้ นอกจากนั้นยังมีระบบอื่น ๆ อีก ที่จะช่วยอำนวยความสะดวก

- ระบบเปิดไฟทั้งบ้าน จากบริเวณเตียงนอน
- การตั้งเวลาเปิดปิดไฟ ช่วงเวลาเปิดปิดไฟ ช่วงเวลาที่ไม่มีคนอยู่เพื่อป้องกันขโมย รวมไปถึงบ้านประหยัดพลังงานในศตวรรษที่ 21
- ระบบควบคุมแสงสว่างตรงตามขนาดงานหรือแม้แต่ระดับแสงให้สัมพันธ์กับปริมาณแสงแดดแต่ละช่วงแต่ละวัน

สรุป การออกแบบบ้านประหยัดพลังงานควรคำนึงถึงการวางตำแหน่งบ้านให้สัมพันธ์กับทิศทางการจัดกลุ่มห้องที่มีความต้องการพลังงานไว้ที่เดียวกันไว้ด้วยกัน การเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและการจัดวางตำแหน่งและขนาดของหน้าต่าง การลดความร้อนเข้าสู่อาคารผ่านทางหน้าต่าง การลดความร้อนเข้าสู่อาคารผ่านทางหน้าต่าง การควบคุมการไหลเข้าออกของอากาศภายในอาคาร การลดความร้อนเข้าสู่อาคารของหลังคา และการเลือกระบบปรับอากาศหรือกรณีระบบการทำความร้อน

3.2 ความสบายเชิงอุณหภาพ (Thermal Comfort)

ร่างกายของมนุษย์เปรียบเหมือนเครื่องจักร เมื่อเรารับประทานอาหารเข้าไปจะเกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดพลังงานเพื่อใช้ประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ส่วนพลังงานทีเหลือจะกลายเป็นพลังงานความร้อนและจะถูกกำจัดออกจากร่างกาย เพื่อรักษาร่างกายให้มีอุณหภูมิคงที่ ความร้อนถูกกำจัดจากร่างกายโดยการแผ่รังสี การพา และการระเหยความชื้นจากร่างกายให้แก่อากาศ ดังนั้นสิ่งแวดล้อมจึงควรมีอุณหภูมิต่ำกว่าร่างกายของคนเราเพื่อให้สามารถรับรังสีความร้อนจากร่างกายเราได้ การพานั้นจะเกิดจากการเคลื่อนตัวของอากาศไหลผ่าตัวเรา อากาศจะเก็บความร้อนและความชื้นที่ระเหยและกระจายออกจากผิวหนัง การที่เหงื่อออกก็เป็นวิธีถ่ายเทความร้อนวิธีหนึ่งที่ทำให้ร่างกายเรารู้สึกสบายขึ้น ร่างกายที่อยู่ในสภาวะสบายจะไม่มีเหงื่อออกร่างกายของคนปกติจะ มีอุณหภูมิประมาณ 36.8 ^{0}C อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวหนัง 33.7 ºC ผิวหนังแต่ละ ส่วนของร่างกายจะแตกต่างกันหนังศีรษะ 36.8 ºC อก 34 ºC ส้นเท้า 27 ºC. ความร้อนที่ร่างกายผลิตออกมานั้นขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ทำของแต่ละบุคคลนั้น การกำจัดความร้อนที่ผลิตออกมาจากร่างกายคนเราขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น

อัตราการผลิตความร้อนของร่างกายขึ้นอยู่กับอัตราของ Metabolism ซึ่งจะอยู่ในช่วง 50 W to 500 W สำหรับร่างกายของคนปกติ ในขณะที่นอนหลับหรือทำกิจกรรมเบาๆ ร่างกายจะสามารถแปลงพลังงานจากอาหารเป็นพลังงานกลได้แค่ 0-5% ของพลังงาน Metabolism พลังงานส่วนที่เหลือเป็นความร้อนที่ต้องขจัดออกจากร่างกาย

ข้อมูลที่ 1 แสดงอัตรา metabolism เนื่องจากการทำกิจกรรมประเภทต่างๆ

กิจกรรม	**met**	**Wm-2**	**W (average)**
นอนหลับ	0.7	40.0	70
นอน	0.8	46.6	80 ใช้อ้างอิงสำหรับเวลากลางคืน
นั่งเงียบๆ	1.0	58.2	100
นั่งทำงาน (ที่ทำงาน, ที่อยู่อาศัย, ห้องทดลอง, โรงเรียน)	1.2	69.8	120 ใช้อ้างอิงสำหรับเวลากลางวัน
ยืนผ่อนคลาย	1.2	69.8	120
กิจกรรมเบาๆ ยืน (ร้านค้า, ห้องทดลอง, อุตสาหกรรมเบา)	1.6	93.1	160
กิจกรรม	**met**	**Wm-2**	**W (average)**
กิจกรรมปานกลาง, ยืน (ขายของ, งานบ้าน , ทำงานกับเครื่องจักรกล)	2.0	114.4	200
กิจกรรมหนัก (ทำงานหนัก, งานอู่รถ)	3.0	174.6	300

3.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อความสบาย

ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมที่พัดผ่านร่างกายอุณหภูมิของผิวของสิ่งแวดล้อมโดยรอบ ปัจจัยจากคน ได้แก่ อัตรา Metabolic rate และระดับของเสื้อผ้า (Level of Clothing)

- อุณหภูมิของอากาศ เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพา และการนำความร้อนออกจาก ร่างกาย เมื่ออุณหภูมิของอากาศสูงจะทำให้การพาและการนำความร้อนจากร่างกายได้ไม่ดีเท่าอุณหภูมิต่ำ

- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ จะมีผลต่อการระเหยของความชื้นจากร่างกาย อากาศแห้งจะทำให้ความชื้นระเหยออกจากร่างกายได้อย่างรวดเร็ว

- ความเร็วลม จะมีผลให้การพัดพาความร้อนออกจากร่างกาย ลมยิ่งพัดแรงยิ่งสามารถนำความร้อนออกจากร่างกายได้มาก

- อุณหภูมิผิววัตถุแวดล้อม (Radiant Temperature เช่นอุณหภูมิของกำแพงบ้าน) ถ้าอุณหภูมิของผิววัตถุที่อยู่รอบตัวเราต่ำ ผิววัตถุนั้นจะสามารถรับรังสีความร้อนที่แผ่ออกจากร่างกายได้เป็นอย่างดี ถ้าอุณหภูมิของผิววัตถุที่อยู่รอบตัวเราสูง ผิววัตถุนั้นจะสามารถแผ่รังสีความร้อนสู่ร่างกายได้ดี

- อัตรา Metabolic จะมีผลต่อการผลิตความร้อนของร่างกาย

- ระดับของเสื้อผ้า (Level of Clothing) จะมีผลต่ออัตราการพา การนำ การแผ่รังสีความร้อน ออกจากร่างกายรวมถึงอัตราการระเหยของความชื้นจากร่างกาย จะมีหน่วยเป็น clo

ข้อมูลที่ 2 แสดงค่าระดับเสื้อผ้าของเสื้อผ้าชนิดต่าง ๆ

รายการ	Iclo (unit clo)
เสื้อผ้า	
เสื้อ T-shirt	0.08
เสื้อกล้าม	0.04
ถุงเท้ายาว	0.02
รองเท้า	0.02
เสื้อแขนยาว	0.19
กางเกงขายาวบาง	0.15
กางเกงขายาวหนา	0.24
Single breasted jacket (thin)	0.36
Single breasted jacket (thick)	0.42
เครื่องแต่งกาย	
เสื้อกล้าม, เสื้อเชิ้ตแขนสั้น, กางเกงขาสั้น, ชุดชั้นใน	0.36 – ใช้อ้างอิง
เสื้อกล้าม, T-shirt, เสื้อแขนยาว, single-breasted jacket, กางเกงขายาว, ถุงเท้า, รองเท้า	1.20

3.2.2 ขอบเขตความสบาย

จากหลักเกณฑ์ความสบาย ASHRAE กำหนดว่า เมื่อ

ฤดูร้อน : ระดับเสื้อผ้า 0.5 clo

กิจกรรมเบาๆ 1.2 met

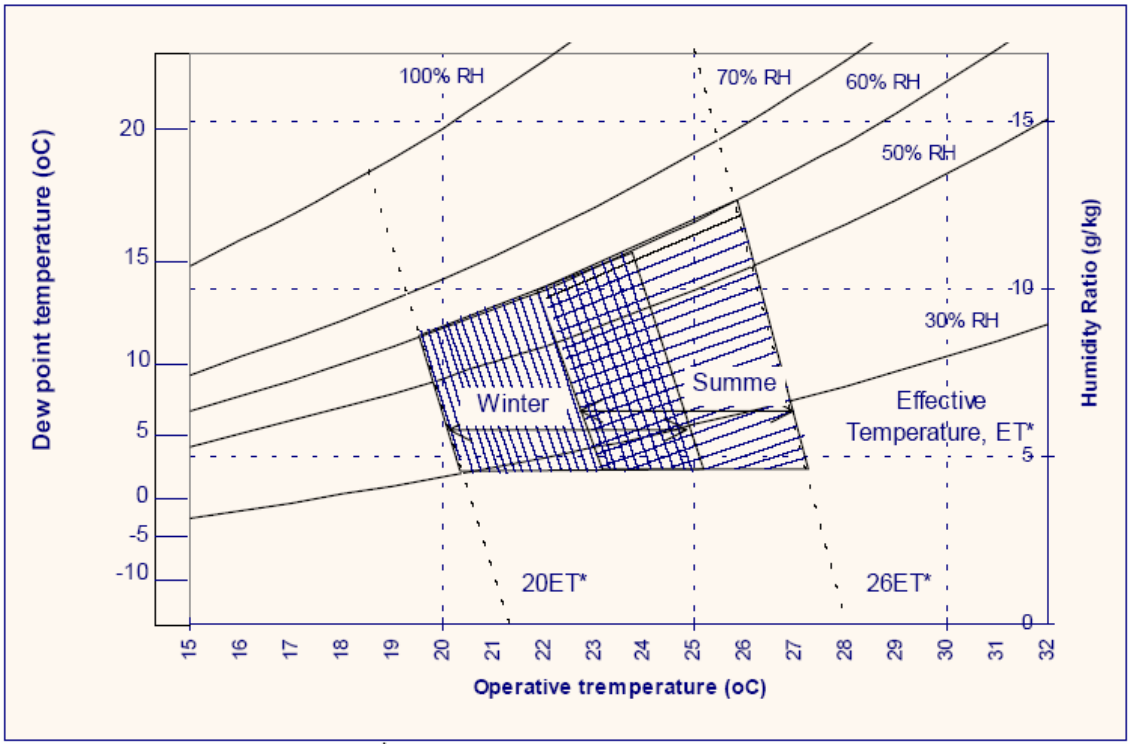
ความเร็วลม < 0.15 m/s.

ฤดูหนาว : ระดับเสื้อผ้า 0.9 clo

กิจกรรมเบาๆ 1.2 met

ความเร็วลม < 0.15 m/s.

แผนภูมิของขอบเขตความสบายจะมีลักษณะตามรูป โดยแนวนอนแสดง Operative Temperature



รูปที่ 3.6 ภาพแสดงขอบเขตความสบายของฤดูร้อนและหนาว

ช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนในแผนภูมิจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงและมีบางช่วงซ้อนกันอยู่ แสดงให้เห็นความแตกต่างของฤดูร้อนและหนาว Effective Temperature (ET) จะแสดงอยู่ในแนวเอียง ขอบเขตต่ำสุดในฤดูหนาวเท่ากับ 20 ^{o}C เขต สูงสุดคือ 26 ^{o}C ช่วงที่ซ้อนกันอยู่คือช่วง 23 – 24 ^{o}C อุณหภูมิที่ทำให้รู้สึกสบายที่สุดจะอยู่ที่ 22 ^{o}C สำหรับฤดูหนาว และ 24.5 ^{o}C ในฤดูร้อน

Operative Temperature คือ อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรอบตัวเราโดยมีผลมากจาก Radiant Temperature กับ อุณหภูมิอากาศ

Effective Temperature คือ อุณหภูมิ Operative Temperature ที่ความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับ 50% ที่ทำให้คนมีความรู้สึกเทียบเท่ากับ Operative Temperature ในจริงขณะนั้น

นอกจากเกณฑ์ความสบายของ ASHREA ซึ่งศึกษาเน้นหนักไปในด้านสภาวะที่มีการปรับอากาศ แล้วยังมีผู้เชี่ยวชาญอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งทำการศึกษาเกี่ยวกับความสบายในสภาวะที่ไปมีการปรับอากาศ พบว่า ร่างกายคนเราสามารถปรับความรู้สึกสบายได้ตามสภาพอากาศแวดล้อม

ผลการศึกษาของ Auliciems (1981) โดยการเก็บข้อมูลจากการสอบถามข้อมูลจากบุคคลและใช้อุปกรณ์วัดสภาพอากาศเป็นจำนวนมาก พบว่าอุณหภูมิในร่มที่ทำให้เรารู้สึกสบาย (Neutral Indoor Temperature) มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิภายนอกเฉลี่ยรายเดือน (Mean Monthly Outdoor Temperature) ดังสมการ

$$T_n = 17.6 + 0.31\ T_m \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.1)$$

และจากผลการศึกษาของ Szokolay (1980) พบว่าความเร็วลมที่พัดผ่านร่างกายมีผลทำให้ร่างกายมีความรู้สึกเย็นขึ้นจากอุณหภูมิโดยรอบ อุณหภูมิที่รู้สึกลดลงจะมีค่าดังสมาการ

DT = 6v – v2, 0 < v < 3 m/s. หากใช้ความเร็วลมสูงเกินไปอาจสร้างรำคาญ

จากรายงานผลการศึกษาสภาพอากาศในกรุงเทพมหานครโดย John Busch (1990) โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งศึกษาอุณหภูมิสบายในอาคารปรับอากาศ และอีกกลุ่มหนึ่งศึกษาสภาพความสบายในอาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ พบว่าคนที่ทำงานในอาคารที่ปรับอากาศจะรู้สึกสบายในช่วงเดียวกับผลการศึกษาความสบายของ ASHRAE ในช่วงฤดูร้อน ส่วนคนที่ทำงานในอาคารที่ไม่ปรับอากาศจะรู้สึกสบายที่อุณหภูมิประมาณ 28 ºC ผลนี้สอดคล้องกับผลงานของ Auliciems

3.2.3 ข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศ

ประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ข้อมูลด้านสภาพภูมิอากาศที่จะใช้อ้างอิงในการประกวดครั้งนี้เป็นข้อมูลอากาศของกรุงเทพมหานครปี พ.ศ. 2543 แบ่งออกเป็น 4 ช่วง ได้แก่

	อุณหภูมิ Dry Bulb °C		
	Mean	Mean Min	Mean Max
1 พฤศจิกายน – 15 กุมภาพันธ์: 107 วัน	27.54	22.17	34.44
16 กุมภาพันธ์ – 31 พฤษภาคม: 106 วัน	29.36	24.78	36.08
1 มิถุนายน Jun – 15 สิงหาคม: 76 วัน	29.11	25.24	35.07
16 สิงหาคม – 31 ตุลาคม: 77 วัน	28.64	24.86	34.97

โดยจะเลือกวันอ้างอิงขึ้นมา 4 วันที่มีค่าใกล้เคียงกับค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของ 4 ช่วง เพื่อเป็นตัวแทนของทั้ง 4 ช่วง

	อุณหภูมิ Dry Bulb °C		
	Mean	Mean Max	Mean Min
1 พฤศจิกายน – 15 กุมภาพันธ์: 5 ธันวาคม	27.12	21.45	33.02
16 กุมภาพันธ์ – 31 พฤษภาคม: 12 มีนาคม	29.97	23.58	38.33
1 มิถุนายน Jun – 15 สิงหาคม: 8 กรกฎาคม	29.25	26.60	33.01
16 สิงหาคม – 31 ตุลาคม: 23 กันยายน	27.78	24.29	36.71

3.3 ยุทธวิธีสร้างความสบายเชิงอุณหภาพ

เวลากลางคืน

1. ในเวลากลางคืน อุณหภูมิจะไม่สูงมากนัก (<29 °C) เราสามารถใช้พัดลมทำให้อากาศภายในห้องไหลเวียนสามารถสร้างความสบายเชิงอุณหภาพได้

2. ห้องนอนควรมีหน้าต่างที่สามารถทำให้อากาศไหลเวียนได้สะดวก เพื่อสามารถทำให้อากาศสามารถพัดพาความร้อนออกจากห้อง ทำให้อุณหภูมิในห้องเท่ากับอุณหภูมิภายนอก ซึ่งเวลากลางคืนอุณหภูมิภายนอกจะอยู่ในช่วงอยู่สบายอยู่แล้ว

3. การใช้พัดลมช่วยให้อากาศภายในห้องหมุนเวียนสามารถทำให้คนในห้องรู้สึกสบายได้

4. การไหลเวียนอากาศตามธรรมชาติในห้องนอนจะช่วยลดการสะสมความร้อนและความชื้นในห้องได้

5. ผนัง หลังคา และพื้นของห้องนอน จะสะสมความร้อนจากดวงอาทิตย์ในเวลากลางวันและถ่ายเทความร้อนให้แก่ห้องในเวลากลางคืน ดังนั้นผนังห้องนอนจึงควรสร้างด้วยวัสดุมวลเบาและติดตั้งฉนวนเพื่อลดการสะสมความร้อน

6. อุณหภูมิของท้องฟ้าจะมีค่าต่ำในเวลากลางคืน ดังนั้นความร้อนที่สะสมอยู่ในกำแพงบ้านสามารถระบายให้กับอากาศและถ่ายเทรังสีความร้อนให้กับท้องฟ้า

เวลากลางวัน

1. ในเวลากลางวัน ถ้าอุณหภูมิไม่สูงมากนัก (<34°C) การใช้พัดลมเป่าที่ความเร็วลมไม่เกิน 1 m/s สามารถทำให้เกิดความสบายเชิงอุณหภาพได้

2. จากข้อมูลอากาศในกรุงเทพมหานคร ช่วงเวลาที่จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศคือช่วงกลางวันของวันที่ 12 มีนาคม และกลางวันของเดือนพฤศจิกายน

3. จากข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ระดับความลึกไม่เกิน 1 เมตร พื้นที่ส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะอยู่ที่ช่วงประมาณ 30 °C ซึ่งต่างจากเมืองหนาวที่จะมีอุณหภูมิใต้ดินที่ต่ำกว่านี้แสดงให้เห็นว่าการสร้างบ้านใต้ดินไม่สามารถที่จะเข้าสู่สภาวะความสบายเชิงอุณหภาพได้

4. แสงตรงจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านกระจกเข้ามาตอนเวลากลางวัน จะทำให้ห้องร้อนขึ้น อากาศไม่สารถมารถถ่ายเทความร้อนออกจากห้องได้ จะทำให้ห้องมี่สภาพคล้ายกับปรากฏการณ์เรือนกระจก

5. เราสามารถลดแสงตรงจากดวงอาทิตย์ที่เข้าสู่ห้องได้โดยการการใช้อุปกรณ์บังแดด

6. การใช้ฉนวนและการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของห้อง สามาลดค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) OTTV และ RTTV ทำให้ความร้อนที่ผ่านเข้าสู่ตัวบ้านลดลง

7. การไหลเวียนของอากาศภายนอกสามารถลดความร้อนที่เกิดจากผู้ก่ออาศัยก่อขึ้น รวมทั้งทำให้อุณหภูมิภายในมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอก

8. สำหรับห้องที่ใช้ในเวลากลางวัน ผนังมวลเบาสามารถที่จะช่วยชะลอความร้อนที่มาจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามาในห้องได้ แต่จะมีข้อเสียคือ ผนังจะอมความร้อนและปล่อยความร้อนให้กับห้องในเวลากลางคืน

9. แสงสว่างจากท้องฟ้า (แสงที่ไม่ทำให้เกิดเงาเวลาส่องสว่าง) มีความหมายและเหมะสมกับการให้แสงสว่างแก่ห้องในเวลากลางวัน

3.3.1 การป้องกันบ้านร้อนก่อนสร้างบ้าน

ปัญหาของสภาพอากาศที่อุณหภูมิได้ทวีความร้อนเพิ่มสูงขึ้นทุกวันเช่นนี้แล้ว เรื่องหลักการออกแบบและกระบวนการก่อสร้างถูกต้องรวมไปถึงการ เข้าใจในรูปแบบสถาปัตยกรรมที่สามารถรองรับความเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศแต่ละฤดูกาลก็เป็นสาระที่สำคัญที่ไม่ควรจะมองข้ามครับ

จากการออกแบบที่ต้องเริ่มตั้งแต่การวางตำแหน่งตัวบ้านให้สอดคล้องกับทิศทางของสาย

ลม แสงแดดและลมฝน การเลือกใช้วัสดุในการก่อสร้างประเภทที่สามารถลดการสะสมความร้อน ถือได้ว่าเป็นวิธีการที่สามารถป้องกันความร้อนไว้ได้ตั้งแต่เริ่มการออกแบบ สำหรับที่กำลังอยู่ในช่วงเตรียมการก่อสร้าง การวางทิศทางของบ้านถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญ โดยเฉพาะด้านกว้างของบ้านตามหลักแล้ว ไม่ควรหันไปทางทิศตะวันออกหรือทิศตะวันตก เพราะด้านทางทิศตะวันตกจะเป็นด้านที่ได้รับแสงแดดสาดส่องเข้ามามากที่สุด เมื่อได้รับการสาดกระทบทุกวันบ้านก็ยิ่งร้อนมากขึ้น แล้วหันด้านยาวไปทางทิศเหนือ เพราะด้านนี้ จะได้รับการสาดกระทบของแสงแดดน้อยกว่า แล้วยังเป็นทิศที่ได้รับอิทธิพลลมมรสุมเขตร้อนชื้นพัดโกรกเข้าออกมากที่สุดและเมื่อมีลมพัดเข้ามามาก สิ่งสำคัญที่จะทำให้กระแสลมพัดพาความเย็นเข้ามาได้อย่างทั่วถึงก็คือ การทำช่องเจาะ เช่น หน้าต่าง ช่องลม เพื่อช่วยให้เกิดการระบายอากาศในบ้านมากยิ่งขึ้น แต่ก็ต้องมีช่องระบายอากาศให้ลมออกด้วย ถ้าไม่มีทางออกของลมก็จะไม่เกิดการถ่ายเทและอากาศก็จะยังคงร้อนเช่นเดิมความร้อนจะทะลุทะลวงเข้ามาในอาคารบ้านได้ 3 ทางหลัก ๆ คือ ทางหลังคา ทางผนังและทางช่องเปิดปิดให้ได้ ปัญหาเรื่องบ้านร้อนจะสามารถแก้ได้

3.3.2 อย่าเพิ่มแหล่งความร้อน

พื้นที่ว่างบริเวณรอบตัวบ้านนั้นก็เป็นสิ่งที่นำความร้อนเข้าสู่ตัวบ้านได้เช่นกัน โดยพื้นที่ว่างบริเวณรอบบ้าน ทำเป็นลานคอนกรีตจอดรถและอยู่กลางแสงแดดตลอดเวลา พื้นที่พวกนี้จะเป็นตัวดูดความร้อน และอมความร้อนได้เป็นอย่างดี ซึ่งมันจะปฏิบัติตัวเองเป็น “แหล่งผลิตความร้อน” หรือ “มวลความร้อน” ยิ่งมีพื้นที่กว้างใหญ่และวางอยู่ทางทิศใต้หรือทิศตะวันตก แทนที่เราจะได้รับลมเย็นพัดเข้าบ้านกลับกลายเป็นลมร้อนพัดเข้ามาแทน เพราะลมที่พัดผ่านจะพาความร้อนจากลานพวกนี้มาด้วย แถมฝุ่นให้บ้านเราอีกต่างหาก พื้นที่แบบนี้จึงควรมีให้น้อยที่สุด และควรเลือกใช้วัสดุปูพื้นผิวที่เหมาะสม เช่น บล็อกสนาม) หญ้าสามารถขึ้นได้ (แทนการลาดคอนกรีต จะทำให้สภาพแวดล้อมเย็นลงได้ หรือไม่ก็ใช้วิธี “กางร่มให้ลานคอนกรีต” โดยการปลูกต้นไม้ที่ให้ร่มหรือมีพื้นที่จำกัดก็ทำระแนงไม้เลื้อย เช่น พวกต้นการเวก หรือกระดังงา ที่ทั้งสวย, ทั้งร่มเย็น, ทั้งมีกลิ่นหอม และยังกรองฝุ่นอีกต่างหากครับ ก็จะช่วยลดการดูดความร้อนของลานคอนกรีต และถ้าจะให้ดีควรปลูกหญ้าหรือไม้คลุมดินโดยรอบบริเวณบ้านก็จะดีขึ้นไปอีก นอกจากจะเป็นการปูฉนวนกันความร้อนให้กับพื้นดินแล้วยังเป็นเสมือนตัวป้องกันฝุ่นได้อีกทางหนึ่งด้วย ทั้งยังเป็นการสร้างความร่มรื่น ความสบายตา สบายใจ ลดการสะท้อนของแสงแดด ฯลฯ

3.3.3 การกางร่มให้บ้าน เพื่อช่วยกันความร้อนให้บ้าน

วิธีที่ง่ายและให้ประโยชน์มากที่สุดของการกางร่มให้บ้านก็คือ การปลูกต้นไม้บริเวณรอบๆ บ้าน นอกจากจะให้ความร่มรื่น ความสดชื่น อากาศที่บริสุทธิ์แล้ว ต้นไม้ยังช่วยลดความร้อนบริเวณโดยรอบ เชื่อหรือไม่ว่าต้นไม้ขนาดใหญ่นั้นสามารถดูดความร้อนและคายความเย็นให้กับสภาพแวด ล้อมได้เทียบเท่ากับเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตัน แม้จะไม่เย็นเร็วเท่าเครื่องปรับอากาศ แต่ต้นไม้ไม่ต้องใช้ไฟฟ้า จึงไม่ต้องเสียค่าไฟในการทำความเย็น

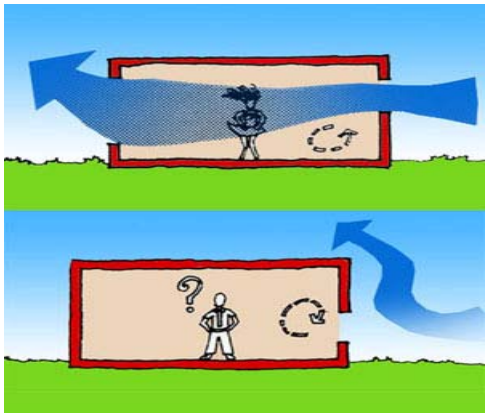
ดังนั้นทุกครั้งที่เราปลูกต้นไม้ใหญ่ในบริเวณบ้าน เรากำลังจะได้ประโยชน์จากธรรมชาติ 5 อย่างด้วยกัน คือ ให้ร่มเงา, สร้างอากาศบริสุทธิ์, ทำความเย็น, ช่วยประหยัดพลังงาน และยังให้ความสดชื่นสวยงามให้กับบ้านเราพร้อม ๆ กัน และการกางร่มให้บ้านอีกวิธีก็คือ การติดตั้งกันสาดหรือแผงกันแดด ซึ่งเป็นการป้องกันความร้อนและแสงแดดไม่ให้ส่องผ่านหน้าต่างเข้ามาเป็นความร้อนสะสมอยู่ในบ้าน การติดตั้งกันสาดที่ดีควรติดตั้งกันสาดที่สามารถกันแสงแดดไม่ให้ส่องผ่านเข้ามาโดยตรงในบ้านได้เกือบทั้งหมด แต่อย่าติดตั้งมากจนถึงกับทำให้ภายในบ้านมืดจนต้องเปิดไฟในเวลากลางวัน ควรเลือกติดตั้งกันสาดหรือแผงกันแดดในด้านทิศใต้กับทิศตะวันตกเพื่อป้องกันแสงแดดที่มาจากดวงอาทิตย์อ้อมใต้

3.3.4 การระบายอากาศ

ในการออกแบบของอาคารบ้านเรือนในเขตร้อนชื้นนั้นถ้าไม่มีเทคโนโลยีมาช่วย เช่น พัดลมหรือเครื่องปรับอากาศ เช่นอาคารบ้านเรือนในสมัยก่อนนั้นผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงการระบายถ่ายเทอากาศตามวิธีธรรมชาติให้มากที่สุด โดยการออกแบบให้มีลมพัดผ่านเข้ามาในห้องตลอดเวลาเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายเพิ่มความสบายให้แก่ร่างกาย และทำให้ได้รับอากาศบริสุทธิ์จากจากการหมุน เวียนอากาศภายในห้อง นอกจากนี้ลมก็จะช่วยลดความร้อนและความชื้นให้กับอาคารบ้านเรือนอีกด้วย โดยเฉพาะในประเทศในเขตร้อนชื้นส่วนใหญ่นั้นต้องการการหมุนเวียนของอากาศที่ดีตลอดทั้งปี แม้แต่ประเทศในเขตอบอุ่นเองก็ยังต้องการการหมุนเวียนของอากาศเพื่อการถ่ายเทอากาศภายในห้องออกไปเพื่อให้อากาศใหม่เข้ามาแทนที่ ดังนั้นการออกแบบช่องเปิดในตัวอาคารจึงถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่พักอาศัยภายในตัวอาคารนี้

การออกแบบช่องเปิดของห้อง นอกจากจะให้มีทางลมผ่านเข้ามาในห้องแล้วจะต้องจัดให้มีทางลมออกจากห้องด้วยเพื่อทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศที่เข้าสู่ตัวบ้าน การมีช่องเปิดในด้านที่รับลมอย่างเดียวจะไม่สามารถทำให้ลมผ่านเข้ามาในห้อง เพราะผนังที่ปิดตันในด้านตรงกันข้ามจะเป็นเสมือนฉากกันลม และเกิดความกดอากาศสูงภายในห้องทำให้ไม่ได้รับลมเท่าที่ควร “อากาศ

ภายในห้องมีการไหลเวียนที่ดี จะต้องจัดทางลมออกให้มีขนาดเท่ากับทางลมเข้าซึ่งผ่านช่องเปิดที่กว้างเต็มที่" สำหรับการถ่ายเทอากาศที่คิดถึงความเร็วในการเคลื่อนที่ของลมในที่ ๆ ต้องการกระแสลมแรงเพื่อช่วยให้เย็นขึ้นจะต้องมีทางลมออกที่ใหญ่และกว้างกว่าทางลมเข้า ถึงแม้ว่าลมจะเป็นสิ่งที่มองไม่เห็นแต่เราก็มีการออกแบบบ้านให้มีการใช้ประโยชน์จากกระแสลมให้มากที่สุดได้



รูปที่ 3.7 ภาพแสดงการออกแบบทางผ่านของอากาศ

3.3.5 การยอมให้ลมพัดผ่านเข้าบ้าน

ทุกครั้งที่ลมพัดผ่านตัวเรา เราจะรู้สึกเย็นสบาย บ้านก็เช่นกันหากมีลมพัดผ่านเข้าบ้านบ้านก็จะเย็นสบาย ซึ่งหากยังจำกันได้ถึงเรื่องหันบ้านให้ถูกตามทิศทางลมที่เคยนำเสนอไปแล้ว คือ ทิศทางลมหลักๆของบ้านเราจะมีลมหน้าร้อนพัดมาจากทางทิศใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ และลมหน้าหนาวพัดมาจากทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งในการออกแบบและวางผังบ้านหรือการจัดวางตำแหน่งช่องหน้าต่างของบ้านตามทิศที่ว่านี้ก็จะทำให้บ้านได้รับลมตลอดทั้งปี

แต่การที่จะให้ลมพัดผ่านเข้าบ้านนั้น ต้องมีช่องทางให้ลมเข้าและช่องทางให้ลมออก บ้านที่มีหน้าต่างด้านเดียวลมนั้นจะพัดเข้าไม่ได้ ทางที่ดีที่สุดคือต้องให้แต่ละห้องมีหน้าต่างอยู่ด้านตรงข้ามกันและมีขนาดใหญ่เท่า ๆ กัน จะทำให้อากาศถ่ายเทในห้องมากขึ้นด้วย และอย่าวางเฟอร์นิเจอร์หรือสิ่งของในบ้านขวางหรือบังทางลมเข้าออก การจัดสภาพแวดล้อมรอบบ้านที่ดีให้ร่มรื่น(เช่น มีต้นไม้ ปลูกหญ้า สระน้ำ ฯลฯ) ก็จะช่วยทำให้ลมที่พัดผ่านบ้านของท่านเย็นขึ้นด้วย

3.3.6วัสดุป้องกันความร้อนในอาคารบ้านเรือน

หากเป็นความร้อนที่ตกกระทบในช่วงบ่าย บ้านที่มีบ้านหันหน้าเข้าหาทิศตะวันตกก็อาจจะติดตั้งเป็นกันสาดยื่นออกมา เพื่อป้องกันการส่องกระทบของแสงแดดโดยตรงกับอาคาร

ในช่วงบ่าย หรือถ้าปัญหาความร้อนไม่ได้อยู่ที่การตกกระทบของแสงแดด แต่อยู่ที่การสะสมความร้อนอันมาจากการเลือกใช้วัสดุในการสร้างบ้าน วิธีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนบนฝ้าเพดานบ้านรวมทั้งผนังบ้านก็สามารถช่วยกันความร้อนได้เช่นกัน นอกจากนี้แล้วฉนวนกันความร้อนที่ดีนั้นนอกจากจะสู้กับความร้อนได้ดีแล้วควรจะทนไฟได้ระดับหนึ่งเพราะฉนวนกันความร้อนบางประเภทนั้นเวลาติดไฟแล้วอันตรายมาก โดยเฉพาะควันพิษที่เกิดขึ้นมาจะส่งผลร้ายต่อสิ่งแวดล้อมของบ้านได้

วัสดุอีกประเภทหนึ่งที่เป็นวัสดุเพื่อการป้องกันและบรรเทาความร้อนภายในบ้านเช่นกัน แต่เป็นวัสดุกันความร้อนประเภทสะท้อนความร้อนออกมา โดยทั่วไปจะเป็นแผ่นโลหะผิวมันวาวบาง ๆ ซึ่งก็มีหลายประเภททั้งที่เป็นแบบติดกับกระดาษ และเป็นแบบแผ่นโลหะล้วน มีคุณสมบัติและความพิเศษในการสะท้อนความร้อนที่แตกต่างกันออกไปครับ หรือการก่อผนังด้วยอิฐฉาบปูนแต่ทาทับด้วยสีอ่อน ๆ วิธีนี้จะช่วยให้เกิดการสะท้อนรังสีความร้อนออกไปด้านนอก ในปัจจุบันก็มีสีบางประเภทที่มีคุณสมบัติในการกันความร้อน ถือว่าพอเป็นตัวช่วยลดความร้อนที่จะเข้ามาในตัวบ้านหรืออาคารให้น้อยลงกว่าเดิมได้ หรือจะก่ออิฐเป็นสองชั้น วิธีนี้จะทำให้ผนังชั้นนอกจะช่วยสะท้อนและเก็บกักความร้อนเอาไว้บางส่วน แต่เมื่อผนังชั้นแรกร้อนขึ้นก็จะถ่ายเทความร้อนผ่านช่องว่างให้กับผนังชั้นใน ความร้อนอาจจะสามารถผ่านเข้าไปในบ้านหรืออาคารได้บ้าง แต่ก็ถือว่าเป็นส่วนน้อยและค่อนข้างช้าหรือระหว่างผนังอาจจะติดวัสดุประเภทฉนวนกันความร้อนก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ดี

แต่ก็ยังมีอีกวิธีที่ในต่างประเทศนิยมกัน คือ การออกแบบให้มีช่องระบายอากาศอยู่ตรงช่วงกลางระหว่างผนัง เพราะนอกจากจะช่วยลดความร้อนภายในตัวบ้านได้แล้ว ที่สำคัญในการออกแบบอาคารบ้านเรือนที่ควรคำนึงถึงวัสดุกันความร้อนและองค์ประกอบในการออกแบบอาคารบ้านเรือนที่มีระบบระบายอากาศที่สามารถช่วยลดความร้อนเอาไว้ด้วย เพราะนอกจากจะทำให้อากาศภายในบ้านไม่ร้อนไปตามสภาพอากาศแล้วยังช่วยลดปัญหาการใช้พลังงานที่สิ้นเปลืองลงไปโดยไม่จำเป็นด้วย

3.3.7การระบายอากาศร้อนด้วยช่องระบายอากาศร้อนใต้หลังคา

เรื่องช่องระบายอากาศร้อนใต้หลังคา คือกำลังสร้างบ้านทรงปั้นหยามีจั่วเป็นแนวความคิดที่ดีมากที่จะสร้างช่องระบายอากาศร้อนใต้หลังคา เพราะวิธีนี้ช่วยให้หลังคาบ้านสามารถระบายความร้อนออกจากตัวบ้านได้ เพราะในช่วงอากาศร้อนจัดฉนวนกันความร้อนหากไม่ได้ช่องระบายอากาศ ร้อนก็สู้กับความร้อนจนเกิดการคายความร้อนออกสู่ห้อง ช่องระบายอากาศร้อนอาจทำเป็นบานเกล็ดระบายอากาศ หากได้รับการออกแบบที่ถูกต้องให้เกล็ดมีระยะทับซ้อนกันพอสมควร

ฝนจะไม่มีโอกาสสาดเข้าได้เลย และอาจจะยื่นชายคาออกมาให้มากเพื่อบังฝน หรืออาจยื่นกันสาดมาบังช่องระบายความร้อน วิธีนี้นอกจากจะช่วยบังฝนแล้วยังช่วยบังแดดที่จะมากระทบโดยตรงกับช่องระบายอากาศได้ด้วย สิ่งสำคัญที่สุดคือเจาะช่องระบายอากาศเข้าก็อย่าลืมเจาะอีกทางให้ระบายอากาศออกซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ

3.3.8 การใช้บานเกล็ดไม้ ระบายอากาศร้อนชื้น

การออกแบบอาคารบ้านเรือนจึงจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงปัจจัย เพื่อการรองรับความเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของสภาพดิน ฟ้า อากาศ แบบฝนตกชุกและมีแดดแรง ซึ่งนอกจากการคำนึงถึงหลักการก่อสร้างทางสถาปัตยกรรม และวิศวกรรมที่ถูกต้องแล้วเรื่องของการเลือกใช้วัสดุก็มีความสำคัญเช่นกัน เพื่อช่วยให้อากาศในบ้านนั้นถ่ายเทได้สะดวกไม่ร้อนหรือไม่ชื้นจนเกินไปตามสภาพภูมิอากาศที่เป็นอยู่ การสร้างบ้านเพื่อช่วยระบายอากาศอย่างบานเกล็ดไม้ ที่รูปแบบดังกล่าวได้มีการสืบทอดและพัฒนามากันจนถึงปัจจุบัน

บานเกล็ดไม้นั้น เป็นองค์ประกอบสำคัญของบ้านที่บรรพบุรุษของเราในอดีตนั้นได้มีการพัฒนารูปแบบ และวิธีผลิตเพื่อให้เป็นบ้านที่สวยงาม อยู่เย็นและรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศได้เป็นอย่างดี ที่สำคัญเพื่อให้อากาศสามารถถ่ายเทได้สะดวก ช่วยลดความร้อนภายในบ้านเพราะเมื่อก่อนนั้นไม่มีเทคโนโลยีช่วยทำความเย็นเหมือนเช่นปัจจุบัน บานเกล็ดไม้จึงเป็นวัสดุที่นอก จากจะช่วยระบายอากาศได้ดีแล้ว รูปทรงที่สวยงามของบานเกล็ดยังเป็นการตกแต่งบ้านไปในตัวด้วย เช่น ทำช่องระบายลม ทำบานประตูหน้าต่าง เพื่อกันแดดแต่สามารถรับลมได้ ทำฉากกั้นห้องแต่งตัว ผนังห้องที่ใช้เก็บเสื้อผ้า แล้วยังช่วยให้อากาศภายในบ้านนั้นปลอดโปร่ง ไม่มืดทึบอับชื้น ไม่อึดอัด มีอากาศบริสุทธิ์ถ่ายเทเข้าออกอยู่ตลอดเวลา จนกลายเป็นนวัตกรรมที่สร้าง โดยภูมิปัญญาไทยที่มีการพัฒนาปรับปรุงและประยุกต์เพื่อนำมาใช้ในปัจจุบัน

สำหรับบ้านที่ใช้บานเกล็ดไม้เป็นวัสดุในการตกแต่งบ้าน ไม้ที่มีคุณภาพที่สามารถนำมาทำบานเกล็ดนั้นหายากและราคาค่อนข้างแพง จึงไม่เป็นที่นิยมนำเอานวัตกรรมเหล่านี้มาสืบทอด เพราะนอกจากไม้ที่มีคุณภาพดีคงทนแข็งแรงจะหาได้ยากแล้วผู้ประกอบบานเกล็ดต้องมีความชำนาญจริง ๆ จึงจะได้บานเกล็ดไม้ที่ไม่บิดโก่ง งอ หรือมีรอยแยกและการทำบานเกล็ดไม้ค่อนข้างต้องใช้เวลามากด้วย

รูปที่ 3.8 ภาพห้องที่ใช้บานเกล็ดไม้เป็นวัสดุในการตกแต่งบ้าน

3.3.9 การติดตั้งฉนวนกันความร้อน

การติดตั้งฉนวนกันความร้อนก็เพื่อป้องกันความร้อนไม่ให้เข้ามาในบ้าน ซึ่งความร้อนนี้จะเข้ามาสู่ตัวบ้านทุกทิศทาง การติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่ใต้หลังคาหรือฝ้าเพดานนั้นหากว่าในบ้านไม่มีฝ้าเพดาน เช่น ห้องแถว ตึกแถวที่มีหลังคาเป็นพื้นดาดฟ้า หรือแม้แต่ทาวเฮ้าส์หรือบ้านเดี่ยว การเลือกฉนวนที่เป็นแบบแผ่น เช่น ประเภทแผ่นโฟม ประเภทใยแก้ว หรือแบบเป็นม้วน โดยอาจต้องมีฝ้าเพดานปิดทับเพื่อช่วยรับตัวฉนวนและเพื่อความสวยงาม

การติดตั้งฉนวนกันความร้อนนั้น ควรติดตั้งทั้งที่ผนังและหลังคารวมทั้งฝ้าเพดาน ของทุกห้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งห้องที่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เพราะจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานน้อยลงเป็นการประหยัดพลังงานด้วย หากมีงบประมาณปานกลาง ควรติดตั้งฉนวนที่หลังคาแล้วเลือกติดที่ผนังด้านที่ร้อนที่สุด 1-2 ด้าน โดยมากจะเป็นด้านที่โดนแดดมากๆ เช่นทิศใต้ทิศตะวันตก แต่ถ้าหากมีงบประมาณน้อย ควรเลือกติดที่หลังคา เพราะหลังคาจะได้รับความร้อนมากที่สุดเกือบตลอดเวลา หากต้องการลงทุนน้อยแนะนำว่าควรหางบประมาณสำหรับติดตั้งฉนวนกันความร้อน ที่หลังคาหรือฝ้าเพดานของชั้นบนสุด เพื่อป้องกันไม่ให้ฝ้าเพดานร้อนและแผ่ความร้อนออกมา และไม่ควรติดฉนวนในบ้านจนเต็มไปหมดจนไม่ยอมเจาะช่องเปิดประเภทหน้าต่างหรือบานเกล็ดระบายอากาศร้อน เพราะฉนวนจะกันไม่ให้ความร้อนออกไปจากบ้าน ดังนั้นหากติดตั้งฉนวนในบ้านแล้ว ต้องให้ลมพัดผ่านในบ้านได้ด้วย

สำหรับบ้านพักอาศัยที่มีฝ้าเพดานภายในห้อง ซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบ เช่นฝ้าเพดานแบบที-บาร์ (T-BAR) ลักษณะเป็นตารางสามารถยกเปิดแผ่นฝ้าของแต่ละช่องตารางได้ โดยการยกเปิดแผ่นฝ้า แล้วใช้ฉนวนแบบแผ่น หรือแบบม้วน ปูทับไปบนตาราง แล้วปิดแผ่นฝ้าตามเดิมเป็นอันเรียบร้อย การปูก็พยายามให้ฉนวนชิดติดกันหรือซ้อนทับ เพื่อให้การป้องกันความร้อน

ได้ผลดียิ่งขึ้นโดยเฉพาะช่วงรอยต่อระหว่างแผ่นฉนวน สำหรับบ้านบ้านที่มีฝ้าเพดานแบบแผ่นเรียบไม่เห็นรอยต่อระหว่างแผ่น เป็นแบบที่ปิดตายไม่สามารถยกเปิดได้ มีทั้งใช้แผ่นยิปซั่ม แผ่นไม้อัด การติดตั้งฉนวนกับฝ้าแบบนี้ด้วยตัวเองจะยุ่งยากพอควร การเลือกใช้ฉนวนก็สามารถใช้ได้ทั้งแบบแผ่นและแบบม้วน หรือแม้แต่ฉนวนพวกที่ใช้ฉีดพ่นบริเวณใต้กระเบื้องมุงหลังคา

ในขั้นตอนการติดตั้งฉนวนที่สำคัญต้องระวังคือ ฉนวนส่วนใหญ่นั้นหากเปียก หรือโดนความชื้นจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนลดลงอาจสร้างปัญหาให้ได้การใช้ก็ควรมีวัสดุห่อ หุ้มเพื่อป้องกันความชื้น เช่น แผ่นฟอล์ย มีฉนวนบางประเภทเท่านั้นที่ทนความชื้น แต่อาจมีราคาสูงเช่นพวกโฟม เป็นต้น

3.3.10 การป้องกันความร้อน จากการติดตั้งกระจก

ในการออกแบบอาคารต่าง ๆ ในปัจจุบันนั้นมักเน้นรูปแบบและลักษณะทางสถาปัตยกรรม รวมทั้งการตกแต่งให้มีความแตกต่างกันออกไป เช่น การนำกระจกมาเป็นส่วนประกอบในการสร้างความโดดเด่น และสร้างความพิเศษเพื่อให้เกิดความสวยงามที่ง่ายแก่การจดจำหรือเพื่อประโยชน์ในด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอาคารที่สร้างขึ้นเพื่อการประกอบธุรกิจหรือเพื่อบริการให้เช่าในการประกอบกิจการค้าประเภทต่าง ๆ

แต่การก่อสร้างอาคารที่นำกระจกมาเป็นส่วนประกอบนั้นก็ต้องเข้าใจถึงลักษณะหรือคุณสมบัติที่เกิดจากการออกแบบโดยใช้วัสดุเหล่านี้ด้วยเช่นกันครับ โดยเฉพาะการนำความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารที่มาพร้อมกับกระจก ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว กระจกสามารถนำความร้อนเข้าสู่อาคารได้ 2 วิธี

วิธีแรก เป็นการนำความร้อนโดยตรง ซึ่งปริมาณความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารในส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการนำความร้อนของกระจก และค่าของอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างบรรยากาศภายในกับบรรยากาศภายนอกตัวอาคาร

วิธีที่สอง เป็นวิธีการส่งผ่านความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร โดยปริมาณความร้อนในส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์ในการบังแดดของกระจก และอุปกรณ์บังแดดที่ใช้ภายนอกอาคาร รวมทั้งค่ารังสีจากดวงอาทิตย์ในแต่ละทิศทางที่ตกกระทบมายังกระจกโดยตรง ดังนั้นกระจกที่ใช้กันทั่วไปในบ้านเรา จึงมีระดับของพลังงานความร้อนจากภายนอกผ่านเข้า มาในอาคารที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกระจกแต่ละประเภทที่เลือกใช้ รวมทั้งทิศทางการตกกระทบของแสงอาทิตย์จากการติดตั้ง และอัตราส่วนของพื้นที่ระหว่างกระจกที่ติดตั้งกับพื้นที่ของผนังด้วย ซึ่งในการออกแบบอาคารต่าง ๆ นั้น หากมีการติดตั้งกระจกหรือผนังที่มีช่องเปิดมาก ๆ ในบางกรณี

ก็อาจจะไม่เหมาะสมเพราะจะทำให้ความร้อนสามารถถ่ายเทเข้าสู่ตัวอาคารได้มากเช่นกัน เนื่องจากกระจกนั้นเป็นตัวนำความร้อนและยอมให้ความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารได้ดีกว่าผนังทึบ

ดังนั้นหากต้องการออกแบบ อาคารบ้านเรือนที่มีกระจกเป็นส่วนประกอบ ก็ควรคำนึงถึงลักษณะของกระจกแต่ละประเภทที่เหมาะสมกับอาคารนั้น ๆ ด้วยทั้งนี้ก็ เพื่อให้มีส่วนช่วยใน การลดความร้อนจากแสงแดดที่จะถ่ายเทเข้าสู่ตัวอาคาร ที่สำคัญไม่ควรมีการเจาะช่องเปิดระหว่างพื้นที่กระจกต่อพื้นที่ผนังมากเกินไป หรือหากจำเป็น ก็ควรหลีกเลี่ยงการเจาะในทิศทางที่มีพลังงานความร้อนเข้ามามาก เช่น ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ทั้งนี้ก็เพื่อป้องกันความร้อนที่ผ่านเข้าสู่ตัวอาคารจากการติดตั้ง

3.3.11 การทำระแนงไม้เลื้อยเพื่อป้องกันรังสีความร้อนผ่านเข้าทางผนังด้านข้าง

วิธีแก้ไขก็มีแนวคิดง่าย ๆ คือต้องหาร่มมากางให้กับตัวอาคาร โดยการทำหลังคาคลุม และมีช่องให้ลมสามารถไหลเวียนถ่ายเท พาอากาศร้อนออกไปและอากาศที่เย็นกว่าสามารถไหลเวียนเข้ามาแทนที่ อีกวิธีที่ลดความร้อนได้ผลดีคือการทำกันสาดยื่นออกมาคลุมรอบ ๆ อาคาร เพื่อไม่ให้แสงแดดกระทบกับผนังอาคารโดยตรง ก็พอช่วยได้บ้าง ในส่วนของการกันความร้อนเข้ามาทางด้านข้างหรือผนังของอาคารหรืออาจจะทำระแนงไม้เลื้อย เช่น ซุ้มกระดังงาหรือซุ้มการเวก ก็จะช่วยลดความร้อนลงได้มากทีเดียว นอกจากนั้นยังช่วยทำให้บ้านอยู่เย็นเป็นสุขอีกด้วย สำหรับดาดฟ้าขนาด 17 x 25 ตารางเมตรของบ้าน ถือเป็นพื้นที่ใหญ่มากพอสมควร ถ้าทำหลังคาก็เป็นหลังคาผืนใหญ่ หากรวมค่าก่อสร้าง ค่าโครงสร้างหลังคา ค่ากระเบื้องมุงหลังคาก็จะมีราคาแพงกว่าการติดตั้งฉนวนใต้พื้นดาดฟ้าแต่การทำหลังคาก็เป็นการแก้ปัญหาเรื่องความร้อนที่ได้ผลดีที่สุด แต่ในกรณีที่มีงบน้อย บริเวณใต้พื้นดาดฟ้า ภายในอาคารชั้น 4 ควรติดฝ้าเพดานแล้วใช้ฉนวนกันความร้อนมาติดตั้งบนฝ้าเพดานให้ทั่วทั้งพื้นที่ และเพิ่มเติมด้วย ช่องว่างระหว่างใต้พื้นดาดฟ้ากับฝ้าเพดาน จัดให้ทำช่องระบายอากาศให้อากาศร้อนไหลถ่ายเทออกได้ดี และสิ่งสำคัญที่ขาดไม่ได้คือเจาะช่องระบายอากาศเย็นให้ไหลเวียนเข้ามาแทนที่อากาศร้อน เพราะในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของบ้านเรามีอาคารบ้านเรือนนับแสนหน่วย ทั่วประเทศ โดยเฉพาะอาคารประเภทตึกแถวก็จะต้องเผชิญกับปัญหานี้ ทำให้ต้องทนทุกข์ทรมาน อยู่ไม่สบายและสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าสำหรับการปรับอากาศ

หลักและวิธีคิดก่อนจะติดแอร์

เรื่องเครื่องปรับอากาศและตำแหน่งในการติดตั้ง เพราะอากาศร้อนอบอ้าวทำให้ต้องใช้เครื่องปรับอากาศหรือแอร์เป็นตัวช่วยให้บ้านเย็นสบาย ก่อนจะติดเครื่องปรับอากาศนั้น ถ้าหาก

การเตรียมสถานที่ไม่ดีนอกจากจะทำให้ดูไม่สวยงามแล้วยังเกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานด้วย เพราะ ฉะนั้นในเดือนที่ร้อนอย่างเดือนเมษายน บ้านที่จะติดเครื่องปรับอากาศให้หาตำแหน่งที่เหมาะสม สามารถติดตั้งเครื่องปรับอากาศได้แบบประหยัดที่สุดและเครื่องทำงานได้สะดวกที่สุด โดยการติดตั้งคอมเพรสเซอร์หรือคอยล์ร้อน กับ แฟนคอยล์หรือคอยล์เย็นให้อยู่ใกล้ ๆ กัน เพื่อที่น้ำยาจะได้เดินทางในระยะสั้นที่สุดและสิ้นเปลืองท่อน้ำยาน้อยที่สุดนั่นเอง และการติดตั้งในลักษณะนี้อาจจะไม่สามารถทำได้สะดวกในกรณีห้องบางห้องไม่มีที่ตั้งคอมเพรสเซอร์ จึงต้องเดินสายลงมาในชั้นล่างเพื่อติดตั้งคอมเพรสเซอร์ หรือบางห้องสามารถติดตั้งคอมเพรสเซอร์ได้และอยู่ใกล้กับแฟนคอยล์ แต่ควรระวังเรื่องเสียงที่เกิดจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์จะดังรบกวนภายในห้อง จึงจำเป็นต้องขยับถอยห่างออกไป

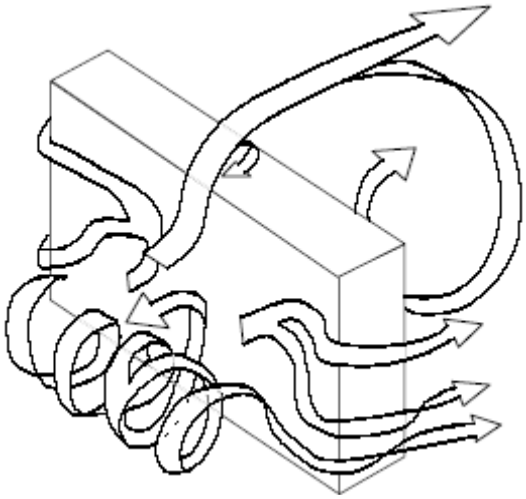
สรุปควรติดตั้งคอมเพรสเซอร์และแฟนคอยล์ให้อยู่ใกล้กันมากที่สุด โดยมีเงื่อนไขของสถานที่และเสียงรบกวนเป็นตัวกำหนดอย่างเรื่องการระบายอากาศร้อนซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากที่คอทเพรสเซอร์ควรต้องตั้งอยู่ในบริเวณอากาศถ่ายเทสะดวกรวมไปถึงการระบายน้ำของแอร์ด้วย

3.3.12 กลยุทธ์ในการใช้เครื่องปรับอากาศ

สำหรับการทำให้บ้านเย็นนั้นก็มีมากมายหลายวิธีด้วยกัน แต่สำหรับบ้านใดที่จำเป็นต้องพึ่งพาเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็นก็ต้องมีหลัก และวิธีคิดเพื่อการใช้เครื่องปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องปรับอากาศที่ติดเข้าไปในบ้านนั้นใช้พลังงานในการทำความเย็นหรือเอาความร้อนจากในห้องไปทิ้งนอกห้อง แต่เชื่อหรือไม่ครับว่าสำหรับเมืองไทยแล้วพลังงานที่ใช้สำหรับทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศนั้นใช้แค่ 30 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วนอีก 70 เปอร์เซ็นต์ที่เหลือเป็นการใช้ไปเพื่อการ ทำให้อากาศในห้องแห้ง หรือ ลดความชื้นในห้อง (ดูได้จากภายนอกตรงท่อน้ำหยดจากเครื่องปรับอากาศตลอดเวลาที่เราเปิดใช้งาน(ดังนั้นถ้าอยากให้เครื่องปรับอากาศทำงานน้อยก็ต้องไม่เอาของร้อนหรือโดยเฉพาะของที่มีความชื้นเข้าไปไว้ในห้องปรับอากาศ เช่น กาต้มน้ำร้อน กระถางต้นไม้ ไม่ทำเกล็ดระบายอากาศของประตูห้องน้ำในห้องที่เปิดแอร์ ถ้าหากลดความร้อนและความชื้นได้เครื่องปรับอากาศก็จะทำงานน้อยลงการตั้งอุณหภูมิก็เป็นเรื่องสำคัญ อุณภูมิที่ 25 องศาเป็นตัวเลขที่กำลังดีที่สามารถป้องกันความร้อนให้บ้านได้เป็นอย่างดีสามารถเอาความร้อนและความชื้นออกจากห้องแอร์ การตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศา แทน 24 หรือ 23 องศา ก็พอที่จะทำให้ภายในห้องนั้นเย็นสบาย) แต่คนที่ชอบใส่เสื้อผ้าหนาหลายๆ ชิ้นเช่น สูท คงไม่เย็นเท่าไรนักเลยมักใช้วิธีลดอุณหภูมิเป็นผลให้สิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มมากขึ้น) ขณะเดียวกันการเพิ่มอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศานั้นจะทำให้ช่วยประหยัดไฟของแอร์เครื่องนั้นได้ถึงร้อยละ 10 ดั้งนั้นควรท่องจำไว้ว่า “25 องศา ใส่เสื้อผ้าเบาบาง” ช่วยท่านประหยัดค่าไฟได้

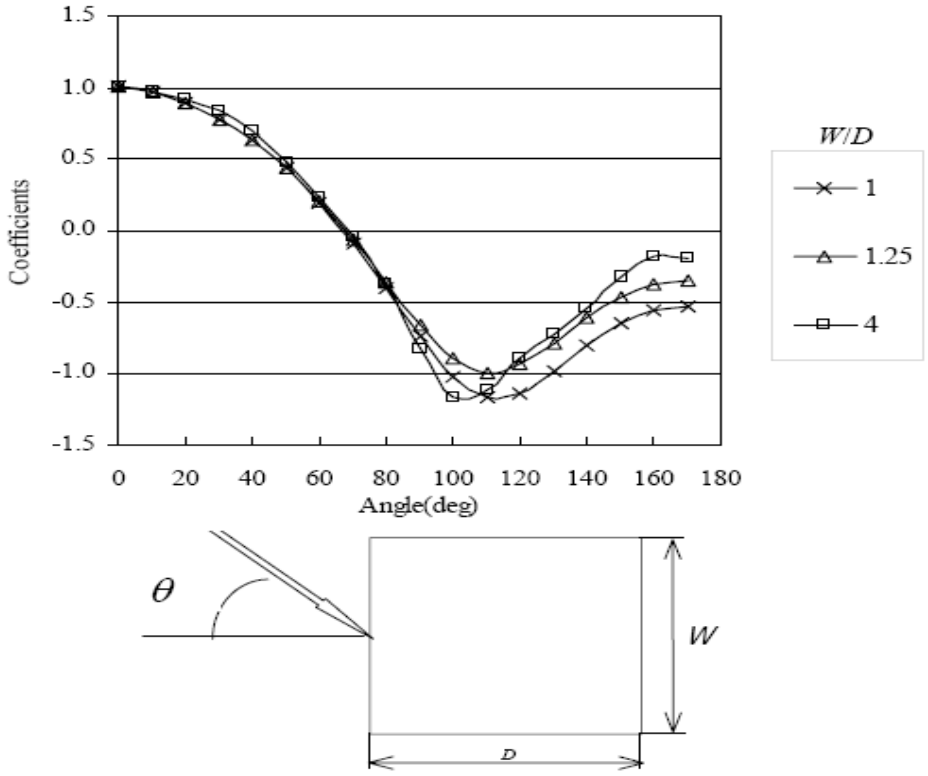
3.4 การไหลเวียนของอากาศเนื่องจากอิทธิพลของลม

เมื่อมีลมพัดเข้าปะทะอาคาร 4 ทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผนังของบ้านด้านที่ถูกลมปะทะ จะมีความดันเป็นบวก อากาศภายนอก จะพยายามดันตัวเข้าไปในอาคาร หากมีหน้าต่างหรือรอรั่วบริเวณนั้นจะทำให้อากาศไหลเข้าไปในห้องได้ ส่วนด้านข้างและด้านหลังของอาคารที่ไม่ถูกปะทะจะมีความดันต่ำกว่าด้านที่ถูกปะทะและอากาศบริเวณนั้นจะมีความปั่นป่วนสูงมาก โดยความดันเฉลี่ยรอบอาคารจะมีค่าเป็นลบ



ภาพที่ 3.9 ภาพแสดงลักษณะการไหลของลมที่ปะทะบ้านสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ความดันที่เกิดขึ้นบนผนังของบ้านจะขึ้นกับทิศทางของลมที่ปะทะบ้านและลักษณะรูปทรงของบ้าน



รูปที่ 3.10 แสดงสัมประสิทธิ์ของความดันเนื่องมาจากทิศทางของลมที่ปะทะบ้าน

3.4.1 ความเร็วลมตามทำเลที่ตั้งของอาคาร

ความเร็วลมที่พัดเข้าสู่ตัวบ้านนั้นขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศรอบตัวบ้าน และระดับความสูงของจุดที่ลมเข้าปะทะความเร็วลม v_h ที่ระดับความสูง h เหนือพื้นดินในภูมิประเทศที่กำหนดจะมีความสัมพันธ์กับความเร็วลมที่วัดได้จากสถานี สภาพอุตุนิยมวิทยา v_{met}ที่ระดับความสูง 10 เมตร ตามมาตรฐาน ASCE Standard 7,1995

$$v_h = v_{met}\left(\frac{\delta_{met}}{10}\right)^{a_{met}}\left(\frac{h}{\delta}\right)^{a} \quad \text{..... (3.2)}$$

v_h = ความเร็วลมที่วัดได้จากสถานีอุตุนิยมวิทยา

δ และ a = boundary layer thickness ของลมและค่าคงที่ยกกำลังของสภาพภูมิประเทศที่ตั้งบ้านอยู่

สำหรับสถานีวัดอุตุนิยมวิทยาจะมีค่า δ_{met}= 270 (open terrain) และ a_{met}=0.14

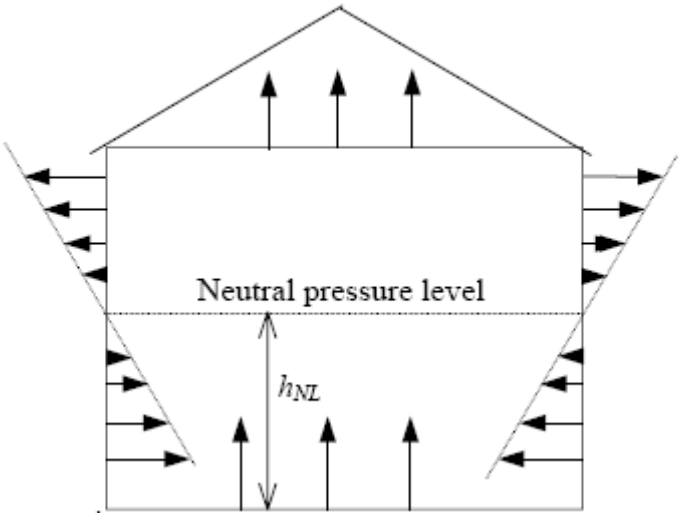
ตารางที่ 3.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความเร็วลมเนื่องจากทำเลที่ตั้งของบ้าน

Terrain type	Description	Exponent a	Layer thickness δ
Dense	Large city center with over half of the buildings of height 21 m or above	0.33	460
Suburban	Suburban wooded area, with closely spaced residential houses	0.22	370
Open terrain	Open space with scattered obstacles, generally less than 10 m in height	0.14	270
Flat area	Flat unobstructed area such as a large body of water	0.10	210

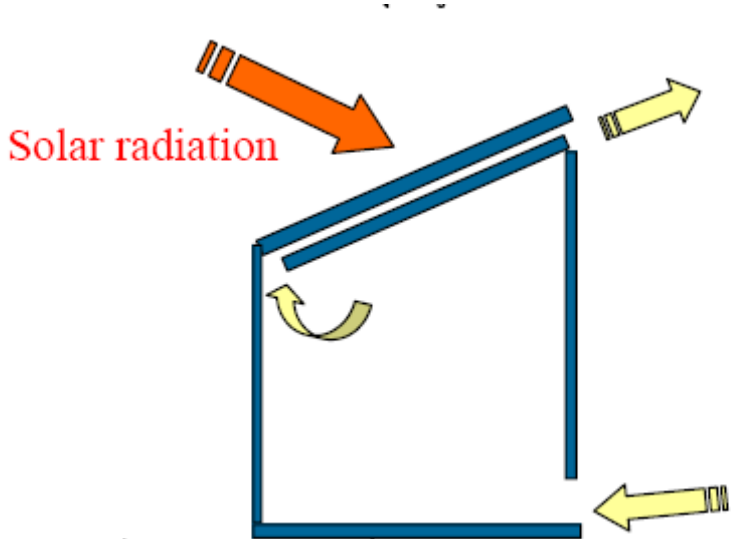
3.4.2 การไหลเวียนอากาศเนื่องมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิ

ความหนาแน่นของอากาศจะเป็นส่วนกลับกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ของอากาศ ความดันของอากาศแปรผันตรงกับความหนาแน่นของอากาศ ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิของอากาศภายนอกอาคารมีความแตกต่างจากอากาศภายนอกอาคาร ณ จุดความสูงเดียวกันความดันภายนอกและอากาศภายในอาคารจุดนั้นจะมีความแตกต่างกันด้วย ถ้าบริเวณนั้นมีรอยแตกรอยรั่ว จะทำให้อากาศสามารถไหลเข้าออกจากตัวอาคารได้

ถ้าอากาศภายนอกบ้านเย็นกว่าภายในอากาศภายนอกซึ่งหนักกว่าภายในจะดันเข้าสู่ตัวอาคาร อากาศภายในที่ร้อน และเบากว่าจะลอยตัวสูงขึ้นไหลออกนอกอาคารผ่านทางหลังคาและรอยรั่วบริเวณที่สูงกว่า ในทางกลับกัน ถ้าอากาศภายนอกร้อนกว่าข้างในทิศทางการไหลเวียนของอากาศจะกลับกันกับทิศทางข้างต้น ปรากฏการณ์นี้จะพบได้ในอาคารที่ใช้ปล่องไฟในเขตหนาว ความดันที่แตกต่างกันในกรณีนี้เป็นที่รู้จักกันดีในชื่อ Stack Pressure



รูปที่ 3.11 ภาพแสดงทิศทางการไหลของอากาศเนื่องมาจากความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในบ้านโดยภาพนี้อุณหภูมิภายนอกบ้านจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายใน



รูปที่ 3.12 ภาพแสดง Stack Effect เนื่องมาจากพลังงานแสงอาทิตย์

จากผลการศึกษาพบว่าเราสามารถใช้พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบหลังคาช่วยให้เกิด Stack Effect ทำให้อากาศภายในห้องเกิดการหมุนเวียน ดังภาพที่ 3.12

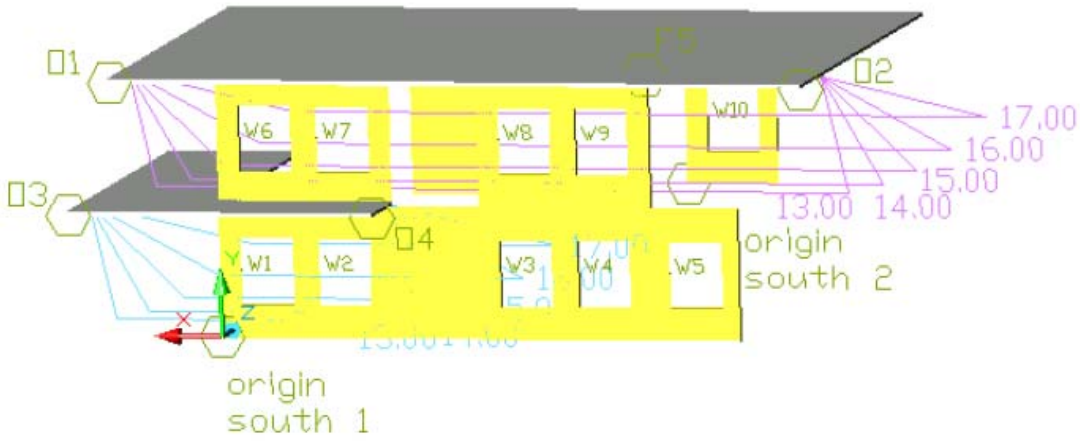
3.4.3 การเคลื่อนไหวของอากาศ

1. เราสามารถใช้พัดลมช่วยทำให้อากาศภายในห้องหมุนเวียนทำให้เกิดความสบายเชิงอุณหภาพได้ ซึ่งพัดลมขนาด 12 นิ้วจะใช้ไฟเพียง 40 วัตต์ พัดลมขนาด 15 นิ้วจะใช้ไฟเพียง 50 วัตต์ ซึ่งน้อยกว่าเครื่องปรับอากาศหลายเท่าตัว

2. การใช้ลมธรรมชาติโดยการสร้างหน้าต่างให้มีจำนวนมากกว่า 1 ด้าน ซึ่งสามารถทำให้อากาศไหลเวียนได้สะดวก โดยทั่วไปอากาศที่ไหลเวียนจะมีปริมาณที่มากกว่าการใช้พัดลม และ Stack Effect

แสงจากดวงอาทิตย์

แสงแดดที่ส่องตรงจากดวงอาทิตย์มีความร้อนสูง ห้องที่การใช้กระจกถ้าไม่มีการป้องกันแสงชนิดนี้เข้าสู่ห้องจะทำให้ห้องร้อนขึ้นอย่างมากเราจึงควรสร้างอุปกรณ์ที่สามารถช่วยลดแสงชนิดนี้ได้ เช่น ส่วนยื่นของหลังคาหรืออุปกรณ์พิเศษ เพื่อทำให้ประสิทธิภาพทางความร้อนของบ้านดีขึ้น



รูปที่ 3.13 ภาพแสดงการใช้ส่วนยื่นของหลังคาและระเบียงในการลดแสงตรงจากดวงอาทิตย์

แสงจากท้องฟ้าเป็นแสงที่มีประโยชน์ในการให้แสงสว่างในบ้านและเป็นแสงที่มีความเข้มน้อยจึงไม่ทำให้บ้านร้อน

3.5 การสร้างความสบายเชิงอุณหภาพ

การสร้างความสบายเชิงอุณหภาพ ภายในบ้านสามารถนำเทคนิคเหล่านี้มาประยุกต์ใช้ในการสร้างความสบายได้

1. การใช้แสงธรรมชาติจากท้องฟ้า แสงธรรมชาติจากท้องฟ้าเป็นแสงที่ดี และเหมาะสมในการนำมาใช้ให้แสงสว่างภายในบ้านแสงธรรมชาติจะแบ่งเป็น 2 ชนิด คือแสงตรงจากดวงอาทิตย์ซึ่งมีความเข้มสูง จึงทำให้มีความร้อนสูงเราจึงควรหลีกเลี่ยงในการใช้แสงชนิดนี้ในการให้แสงสว่างเพราะจะทำให้ความร้อนภายในบ้านสูงขึ้นเป็นอย่างมาก แสงอีกชนิดหนึ่งที่เราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการให้แสงสว่าง เรียกว่าแสงจากท้องฟ้าเป็นแสงที่กระจายตัวในท้องฟ้า (จะสังเกตเห็นได้ว่าไม่มีเงาปรากฏหากวัตถุได้รับแสงชนิดนี้) มีความสว่างเพียงพอที่จะให้ความสว่างภายในบ้านในเวลากลางวันมีความเข้มไม่สูงมากนัก

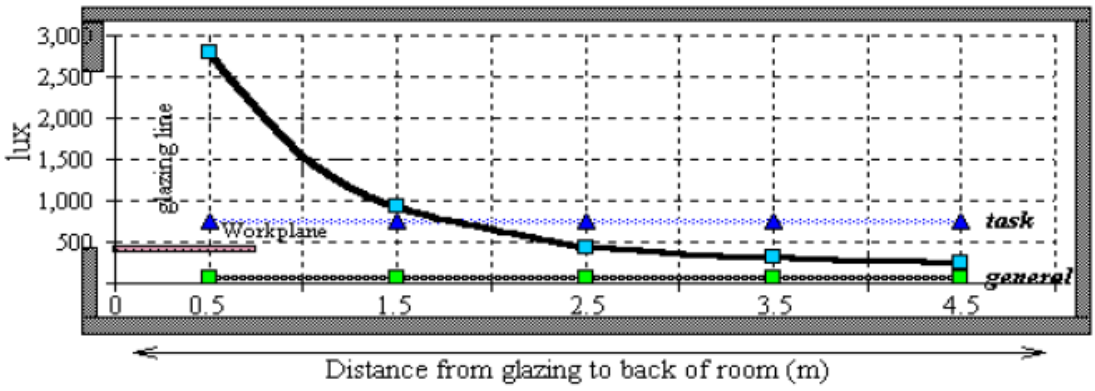
2. การปลูกต้นไม้รอบบริเวณบ้าน ต้นไม้จะมีสีเขียวทำให้เรารู้สึกสบายตา รู้สึกสดชื่นรื่นรมย์น่าอยู่อาศัย

3. การใช้ธรรมชาติมาประยุกต์สร้างความสบายภายในบ้านจะช่วยลดการใช้ไฟฟ้าลง

4. การนำแสงธรรมชาติและการใช้แสงจากหลอดไฟฟ้าที่มีความเหมาะสมจะทำให้เกิดความสบายตา

3.5.1 การให้แสงในเวลากลางวัน

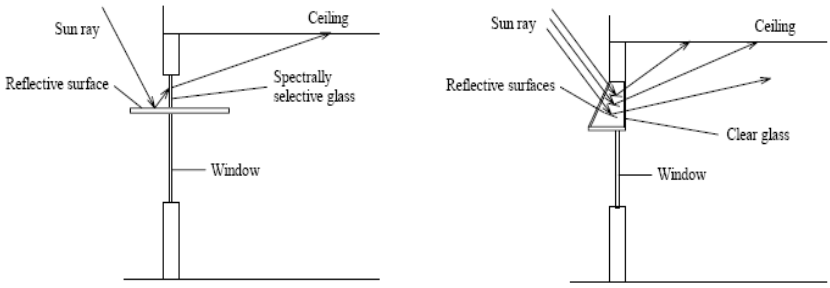
แสงสว่างจากด้านข้าง แสงสว่างจากธรรมชาติ จะผ่านเข้ามาในตัวบ้านจากด้านข้าง ปริมาณ ระดับความเข้มแสงที่ส่องเข้ามาในบ้านจะขึ้นอยู่กับระยะห่างจากหน้าต่าง ความเข้มของแสงจะลดลงเมื่อระยะห่างจากหน้าต่างมากขึ้นเป็น Exponential Function



รูปที่ 3.14 ภาพแสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับระยะทางห่างจากหน้าต่างเข้ามาในห้อง

แสงสว่างจากด้านบน นำแสงมาใช้โดยผ่านกระจกฝ้าหรือวัตถุที่สามรถทำให้ลำแสงกระจายก่อนที่จะเข้ามาทำความสว่างให้ภายในบ้าน ลักษณะการให้แสงชนิดนี้เหมาะกับห้องที่อยู่ติดหลังคา

3.5.2 การใช้ Light pipe light shelves และ light guides ในการให้แสงสว่าง



Base case light shelf multi-level light shelf

รูปที่ 3.15 ภาพแสดงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับระยะทางห่างจากหน้าต่างเข้ามาในห้อง

3.5.3 การให้แสงสว่างด้วยหลอดไฟฟ้า

1. ความสว่างและคุณสมบัติของแสง จะต้องให้เหมาะสมกับงานหรือกิจกรรมที่ทำในห้องนั้น

2. การให้แสงสว่างสม่ำเสมอภายในห้องเป็นการสิ้นเปลือง และยังทำให้ผู้อยู่อาศัยรู้สึกอึดอัดกับลักษณะแสงภายในห้อง

3. การให้แสงควรจะเน้นเฉพาะจุดที่ทำงานโดยการใช้โคมไฟช่วยเพิ่มความสว่างให้แก่จุดที่ใช้งาน

3.6 วิธีการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง และหลังคาอาคารและการใช้ค่ามาตรฐานต่างๆ

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังภายนอกอาคารและหลังคาอาคาร

1. การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV)

1.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV)

ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) แต่ละด้านให้คำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$OTTV_i = (U_w)(1\text{-}WWR)(TD_{eq})(\Delta T) + (U_f)(WWR)(SHGC)(SC)(ESR) \quad .....(3.3)$$

$OTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังด้านที่พิจารณามีหน่วยเป็นวัตต์ ต่อตารางเมตร

U_w คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังทึบมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร * องศาเซลเซียส

WWR อัตราส่วนของพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงและหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ของผนังด้านที่พิจารณา

TD_{eq} คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (temperature different equivalent) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบโดยมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ให้เป็นไปตามกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

U_f คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสงหรือกระจก มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร * กับองศาเซลเซียส

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิภายในและภายนอกอาคารให้เป็นไปตามที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

SHGC คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่องผ่านผนังโปร่งแสง หรือกระจกให้เป็นไปตามกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

SC คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดซึงการคำนวณให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมจะได้ประกาศกำหนด

ESR คือ ปริมาณรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบมีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสงและ/หรือ ผนังทึบแสงมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกผ่านอาคาร OTTV คือค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่และด้านรวมกันให้คำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$OTTV = \frac{(A_{w1})(OTTV_1) + (A_{w2})(OTTV_2) + \ldots + (A_{wi})(OTTV_i)}{A_{w1} + A_{w2} + \ldots + A_{wi}} \quad \text{……..(3.4)}$$

A_{wi} คือ พื้นที่ของผนังด้านที่พิจารณาซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและผนังพื้นที่หน้าต่างหรือผนังโปร่งแสงมีหน่วยเป็นตารางเมตร

$OTTV_i$ คือการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้านคำนวณได้จากสมการ

3.7 ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม(U value)

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U value) ของผนังด้านนอกแต่ละด้านให้คำนวณจากวิธีการในส่วนต่อไปนี้

1. สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบหรือเปลือกอาคาร

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U value) คือ ส่วนกลับของค่าความต้านทานความร้อนรวมซึ่งคำนวณได้ดังสมการดังต่อไปนี้

$$U = 1/R_T \quad \text{……(3.5)}$$

R_T คือค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุ

2. ค่าความต้านทานความร้อน

ค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุใด ๆ สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

$$R = \Delta x/k \quad \text{……(3.6)}$$

R คือ ค่าความต้านทานความร้อนมีหน่วยเป็นตารางเมตร*เคลวินต่อวัตต์

Δx คือ ความหนาของวัสดุมีหน่วยเป็นเมตร

k คือ สัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร*เคลวิน

3. ค่าความต้านทานความร้อนของผนังอาคารแต่ละด้านที่ประกอบด้วยวัสดุหลายชนิด

(a) กรณีที่ผนังอาคารประกอบด้วยวัสดุหลายชนิด

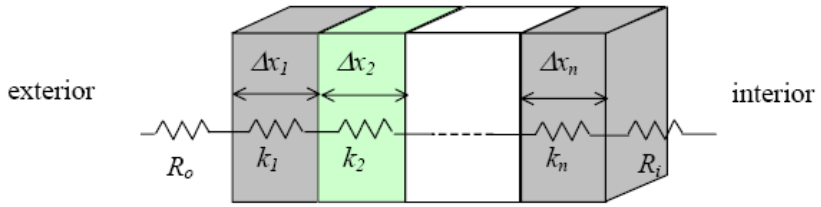
ค่าความต้านทานความร้อนรวม (Total Thermal Resistance) หรือค่า R_T ของส่วนใด ๆ ของกรอบอาคาร ซึ่งประกอบด้วยวัสดุ n ชนิด ที่แตกต่างกันดังรูปที่ 1.1 สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$R_T = R_o + \Delta x_1/k_1 + \Delta x_2/k_2 + \ldots + \Delta x_n/k_n + R_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.7)$$

$\Delta x_1, \Delta x_2, \ldots, \Delta x_n$ คือความหนาของวัสดุแต่ละชนิดที่ประกอบเป็นกรอบอาคาร

$k_1, k_2, \ldots, k_n$ คือสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิดที่เป็นกรอบอาคาร

R_o, R_i คือค่าความต้านทานความร้อนของอากาศภายนอก – ใน อาคาร



รูปที่ 3.16 แสดงการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารซึ่งมีโครงสร้างประกอบขึ้นจากวัสดุแตกต่างกัน n ชนิด

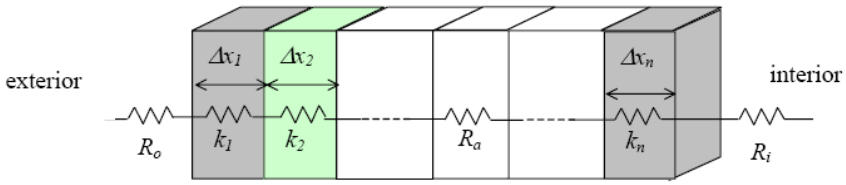
(b) กรณีที่ผนังอาคารมีช่องว่างอากาศ

ช่องว่างอากาศ {air gap (s) or air space (s) } ระหว่างชั้นของกรอบอาคารจะมีค่าความต้านทานความร้อนค่าหนึ่ง กลไกลการถ่ายเทความร้อน ทั้งการนำความร้อน (conduction) การพาความร้อน (convection) และการแผ่รังสีความร้อน (radiation) ที่เกิดขึ้นภายในช่องว่างอากาศจะมีค่าแตกต่างกันออกไปในรูปที่ 3.17 แสดงความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศ ค่าความต้านทานความร้อนรวมของผนังอาคารส่วนนี้สามารถคำนวณได้จาก

$$R_T = R_o + \Delta x_1/k_1 + \Delta x_2/k_2 + , \ldots, + R_a + , \ldots, + \Delta x_n/k_n + R_i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3.8)$$

สมการ 3.7 เป็นสมการการหาความต้านทานความร้อนรวมของผนัง

โดยมีนิยามของค่าต่าง ๆ เช่นเดียวกับสมการที่ 3.6



รูปที่ 3.17 แสดงภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารซึ่งมีโครงสร้างประกอบขึ้นจากวัสดุแตกต่างกัน n ชนิด และมีช่องว่างอากาศภายใน

3.7.1 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศและช่องว่างอากาศ

ความสามารถในการต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศบนผิวของผนังอาคาร ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนไหวของอากาศที่บริเวณโดยรอบพื้นผิวของผนังอาคาร และค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (Thermal Emittance) ของผนังอาคารดังตารางที่ 3.1 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับผนังอาคาร

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศสำหรับผนังอาคาร

	ผนังภายใน R_i	ผนังภายนอก R_o
ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (ตารางเมตร*เคลวินต่อวัตต์)	0.12	0.044

พื้นผิวของวัสดุที่ถูกใช้เป็นผนังอาคาร โดยส่วนใหญ่จะถือว่ามีสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูงค่าความต้านทานความร้อนของช่องอากาศภายในผนังทึบของอาคารขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนของพื้นผิวของผนังด้านที่อยู่ติดกับช่องว่างอากาศค่าความ

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีของช่องอากาศ

ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำผนังด้านนอก	ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศ (ตารางเมตร*องศาเซลเซียสต่อวัตต์)		
	ความหนาช่องว่างอากาศ		
	5 มิลลิเมตร	20 มิลลิเมตร	100 มิลลิเมตร
กรณีที่พื้นผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.11	0.148	0.16
กรณีที่พื้นผิวมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.25	0.578	0.606

สำหรับกรณีพื้นผิวผนังทั่วไปให้ถือว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำให้ใช้เฉพาะกรณีที่พื้นผิวของผนังด้านติดช่องว่างอากาศเป็นผิวสะท้อนรังสี เช่น ผนังที่มีการติดแผ่นฟอยล์สะท้อนรังสีเป็นต้น

สำหรับกรณีความกว้างช่องว่างอากาศภายในผนังมีค่าอยู่ระหว่าง 5 – 20 มิลลิเมตร หรือมีค่าอยู่ระหว่าง 20 – 100 มิลลิเมตร ให้ใช้วิธีเชิงเส้นประมาณค่าในช่วงเพื่อหาค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศในกรณีที่ช่องว่างอากาศกว้างกว่า 100 มิลลิเมตร ให้ใช้ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศที่ความกว้าง 100 มิลลิเมตร

3.7.2สัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และคุณสมบัติอื่น ๆ ของวัสดุ

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน เป็นคุณสมบัติหนึ่งของวัสดุ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้างทั่ว ๆ ไป ให้ใช้ผลการทดสอบหรือค่าที่ได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่เชื่อถือได้ ในกรณีที่ไม่มีค่าดังกล่าว ให้ใช้ค่าที่กำหนดในตาราง a

นอกเหนือจากค่าค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ (Thermal Conductivity ; k) ซึ่งมีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร * เคลวิน จะมีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (Heat transfer) ของวัสดุแล้ว ความหนาแน่นของวัสดุ (Density ; ρ) ซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าความร้อนจำเพาะ (Specific Heat ; c_p) ของวัสดุยังมีผลต่อปริมาณความร้อนที่ผนังดูดกลืนไว้ (Heat Absorption) และระยะเวลาที่ผนังอาคารสามารถหน่วงการส่งผ่านความร้อน (Thermal Time Lag) จากภายนอกสู่ภายในอาคาร

ตารางที่ 3.4 ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ความหนาแน่น และความร้อนจำเพาะของวัสดุต่าง ๆ

ลำดับ	วัสดุ	**สัมประสิทธิ์การนำความร้อน** วัตต์ต่อตารางเมตร-เคลวิน (W/m.K)	**ความหนาแน่น** กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Kg/m^3)	**ความร้อนจำเพาะ** กิโลจูลต่อกิโลกรัม-เคลวิน (kJ/(kg.K)
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส	0.398	1860	1.00
2	แผ่นฉนวนกันความร้อนแอสเบสตอส	0.108	720	1.00
3	วัสดุมุงหลังคาแอสฟัลท์	1.226	1100	1.51
4	บิตูเม็น (bitumen)	1.298	1100	1.26
5	อิฐ			
	(a) แห้งและฉาบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสดหรือกระเบื้อง	0.807	1760	0.837
	(b) ผนังไม่ฉาบปูน	1.154	1600	0.79
6	คอนกรีต	1.442	2400	0.92
7	คอนกรีตชนิดเบา ขนาดความหนาแน่นต่างๆ			
	(a) 620 ก.ก. ต่อ ลบ.ม.	0.160	620	0.84
	(b) 960 ก.ก. ต่อ ลบ.ม.	0.303	960	0.84
	(c) 1120 ก.ก. ต่อ ลบ.ม.	0.346	1120	0.84
	(d) 1280 ก.ก. ต่อ ลบ.ม.	0.476	1280	0.84
8	บล็อกคอนกรีต	1.02	1370	0.92
9	แผ่นไม้ก๊อก	0.042	144	2.01
10	แผ่นไฟเบอร์(fibre board)	0.052	264	0.59

ลำดับ	วัสดุ	**สัมประสิทธิ์การนำความร้อน** วัตต์ต่อตารางเมตร-เคลวิน (W/m.K)	**ความหนาแน่น** กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Kg/m^3)	**ความร้อนจำเพาะ** กิโลจูลต่อกิโลกรัม-เคลวิน (kJ/(kg.K)
11	ไฟเบอร์กลาส (ดูใยแก้ว)			
	(a) แบบม้วน (blanket)	0.038	ใช้ค่าจากผู้ผลิต	0.96
	(b) แบบแผ่น (rigid board)	0.033	ใช้ค่าจากผู้ผลิต	0.96
	(c) แบบท่อสำเร็จ (rigid pipe section)	0.038	ใช้ค่าจากผู้ผลิต	0.96
12	แผ่นกระจก	1.053	2512	0.88
13	แผ่นยิปซั่ม	0.191	880	1.09
14	แผ่นไม้อัดฮาร์ดบอร์ด			
	(a) มาตรฐาน	0.216	1024	1.34
	(b) ปานกลาง	0.123	640	1.30
15	โลหะ			
	(a) โลหะผสมของอลูมิเนียม แบบธรรมดา	211	2672	0.896
	(b) ทองแดง	388	8784	0.390
	(c) เหล็กกล้า	47.6	7840	0.500
16	ใยแร่ อัดแน่นเป็นแผ่น	0.05	290	0.80
17	วัสดุที่ใช้ฉาบหรือปิดผิว (a) ยิปซั่ม (b) เพอร์ไลท์ (c) ปูนผสมทราย	 0.235 0.115 0.553	 720 616 1568	 1.09 1.34 0.84
18	โพลีสไตรีน แบบขยายตัว	0.035	16	1.21
19	โฟมโพลียูรีเทน	0.024	24	1.59

ลำดับ	วัสดุ	**สัมประสิทธิ์การนำความร้อน** วัตต์ต่อตารางเมตร-เคลวิน (W/m.K)	**ความหนาแน่น** กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Kg/m^3)	**ความร้อนจำเพาะ** กิโลจูลต่อกิโลกรัม-เคลวิน (kJ/(kg.K)
20	โฟมโพลียูเอทธีลีน	0.029	45	1.21
21	พื้นพีวิซี	0.713	1360	1.26
22	หิน			
	(a) หินทราย	1.298	2000	0.79
	(b) หินแกรนิต	2.927	2640	0.79
	(c) หินอ่อน	1.298	2640	0.80
23	กระเบื้องหลังคา	0.836	1890	1.00
24	ไม้			
	(a) ไม้เนื้ออ่อน	0.125	608	1.30
	(b) ไม้เนื้อแข็ง	0.138	702	1.30
	(c) ไม้อัด	0.138	528	1.21
25	เวอร์มิคูไลท์ แบบเม็ดหยาบอัดหลวม	0.065	ใช้ค่าจากผู้ผลิต	1.34
	(ความหนาแน่นต่ำ)			
26	ไม้อัดชีพบอร์ด	0.144	800	1.30
27	แผ่นกระดาษอัด	0.086	400	1.38

ตารางที่ 3.4 ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ความหนาแน่น และความร้อนจำเพาะของวัสดุ (ต่อ)

หมายเหตุ: ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนและค่าความร้อนจำเพาะ จาก 2001 ASHREA Fundamentals Handbook (SI)

3.8 ความส่องสว่าง

3.8.1 มุมตัน (Solid angle)

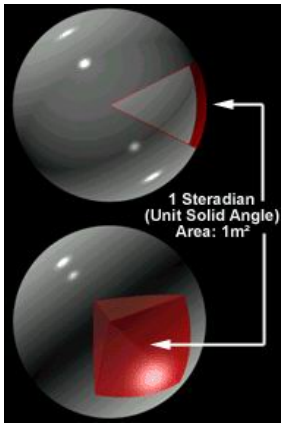
หมายถึงมุมยอดที่ถูกรองรับด้วยพื้นผิวใดๆ แทนด้วยสัญลักษณ์ ω มีหน่วยเป็นสเตอเรเดียน(steradian)ใช้อักษรย่อ Sr. และสามารถหาได้จากสูตร

$$\omega = \frac{A}{r^2} \qquad \text{.....(3.9)}$$

เมื่อ A = พื้นที่ที่รองรับมุม หน่วยเป็นตารางเมตร

r = รัศมี หรือระยะทางจากจุดยอดมุมถึงพื้นที่ที่รองรับมุม หน่วยเป็น เมตร

แสดงทรงกลมที่มีรัศมี 1 เมตร หากเราเจาะพื้นที่ทรงกลมลงไป ดังรูป โดยให้ผิวทรงกลมมีพื้นที่ขนาด 1 ตารางเมตรก็จะได้ มุมตัน 1 Sr. พอดี ถ้าพิจารณาพื้นที่ผิวทรงกลมทั้งหมด ซึ่งมีค่าเท่ากับ $4\pi r^2$ ก็อาจกล่าวได้ว่ามุมตันรอบทรงกลม มีค่าเท่ากับ $4\pi r^2 / r^2$ หรือเท่ากับ 4π สเตอเรเดียน



รูปที่ 3.18 ภาพประกอบการอธิบายมุมตัน

3.8.2 ปริมาณแสงหรือฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous Flux)

หมายถึง ฟลักซ์การส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสงในมุม Solid Angle ใด ๆ แทนด้วย

สัญลักษณ์ Φ มีหน่วยเป็น Lumen หรือใช้อักษรย่อ lm.

ปริมาณแสง 1 ลูเมน หมายถึงปริมาณแสงที่เปล่งออกไปในมุม Solid Angle 1 Sr. ด้วย Point Source ที่มีความเข้มแห่งการส่องสว่าง 1 Candela หรือหมายถึง ปริมาณแสงที่เปล่งจาก Point Source 1 Candela ไปตกบนพื้นที่ 1 ตารางฟุตบนพื้นผิววัตถุซึ่งวางห่าง 1 ฟุต

$$d\Phi = I d\omega \qquad \text{.....(3.10)}$$

เมื่อ $d\Phi$ = ปริมาณแสงย่อยใดๆ หน่วยเป็น Lumen

I = ความเข้มแห่งการส่องสว่าง หน่วยเป็น Candela

$d\omega$ = มุม Solid Angle ย่อยใดๆ หน่วยเป็น Steradian

ปริมาณแสงมีความสัมพันธ์กับปริมาณอื่นๆ ทางด้านแสงสว่างหลายตัวเช่น ความเข้มแห่งการส่องสว่าง , ความส่องสว่าง , ความสว่างเป็นต้น

3.8.3 ความเข้มแห่งการส่องสว่าง (Luminous intensity)

หมายถึง ความหนาแน่นของปริมาณแสงภายในมุม Solid Angle ที่กำหนดให้ ความเข้มแสงจะชี้ให้เห็นถึงความสามารถของแหล่งกำเนิดแสงในการให้ค่าการส่องสว่างในทิศทางที่กำหนด แทนด้วยสัญญลักษณ์ I หน่วยเป็น Candela หรือใช้อักษรย่อ cd. สามารถหาได้จากสูตร

$$I = \frac{d\varphi}{d\omega} \qquad \text{.....(3.11)}$$

โดย 1 cd = 1 lm/Sr.

3.8.4 ความส่องสว่าง (illuminance)

หมายถึงความหนาแน่นของฟลักซ์ส่องสว่าง (ปริมาณแสง) ที่ตกกระทบบนพื้นผิวใดๆ แทนด้วยสัญญลักษณ์ E โดย

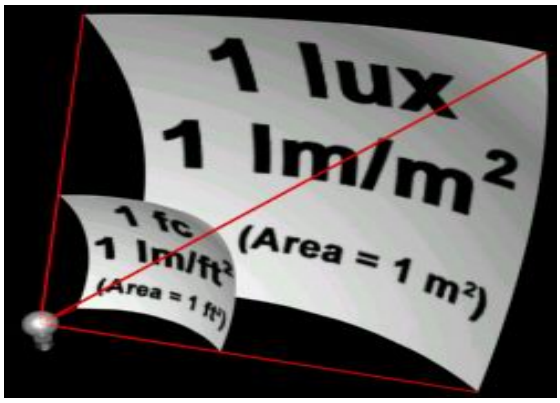
$$E = d\phi / dA \qquad \text{.....(3.12)}$$

แต่ $d\phi = Id\omega / dA$

ดังนั้น $E = Id\omega / dA$

แต่ $d\omega = dA / r^2$

จะได้ว่า $E = I / r^2$ ……(3.13)



รูปที่ 3.19 ภาพแสดงการเปรียบเทียบในหน่วยอังกฤษและIS

หน่วยของความส่องสว่างที่นิยมใช้มี 2 ระบบคือ

ระบบอังกฤษ มีหน่วยเป็น foot - candle เขียนย่อ fc. โดย $1\ fc = 1\ lm / ft^2$

ระบบ SI มีหน่วยเป็น lux เขียนย่อ lx โดย $1\ lux = 1\ lm / m^2$

***หมายเหตุ** 1 fc = 10.76 lux

3.8.5 ความสว่าง (Luminance)

หมายถึงปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุต่อพื้นที่ มีหน่วยเป็น แคนเดลาต่อตารางเมตร ในระบบ SI หรือเป็น foot - lambert (fl.) ในระบบอังกฤษ ปริมาณแสงที่เท่ากันเมื่อตกกระทบลงมาบนวัตถุที่มีสีต่างกัน จะมีปริมาณแสงสะท้อนกลับต่างกัน นั่นคือ ลูมิแนนซ์ ต่างกัน สาเหตุที่ต่างกันก็เนื่องมาจากสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุ ต่างกัน

3.8.6 ประสิทธิผลการส่องสว่าง (Luminous Efficacy)

หมายถึงอัตราส่วนระหว่างฟลักซ์การส่องสว่าง (ปริมาณแสง) กับกำลังงานที่ทำให้เกิดฟลักซ์การส่องสว่าง มีหน่วยเป็น lumen / watt อักษรย่อ lm/w

3.8.7 อุณหภูมิสี (Color Temperature)

ในการกล่าวถึงอุณหภูมิสีมักพาดพิงถึงการแผ่รังสีของวัตถุดำ (Black Body Radiation) เสมอ วัตถุดำหมายถึงวัตถุที่มีคุณสมบัติในการดูดกลืนพลังงานที่จ่ายให้แก่ตัวมันไว้ได้ทั้งหมด ไม่มีพลังงานส่วนใด พุ่งผ่านหรือสะท้อนกลับออกมาได้เลย และเมื่อคิดในแง่ของการจ่ายพลังงานวัตถุดำจึงเป็นตัวที่สามารถให้พลังงานออกมา ที่ทุกความยาวคลื่นมากกว่าแหล่งกำเนิดแสงชนิดอื่นๆ คุณลักษณะในการแผ่รังสีของวัตถุดำของ Unknown Area จะแสดงในรูปปริมาณ 2 ตัวคือ ค่า Magnetude ของการแผ่รังสีที่ความยาวคลื่นใดๆ และค่า Absolute Temperature ซึ่งใช้อธิบายได้อย่างแม่นยำใน Visible Region ของสเปกตรัมสำหรับหลอดไส้ทังสเตน โดยวัตถุดำจะเปลี่ยนสีไปตามอุณหภูมิ ที่เพิ่มขึ้นจากแดงเป็น ส้ม เหลือง ฟ้า และขาวตามลำดับ ดังนั้นอุณหภูมิสีจึงถูกนำมาใช้ในการอธิบายสีของแหล่งกำเนิดแสง โดยเทียบกับสีของวัตถุดำเช่น สีที่ปรากฏให้เห็นของหลอดอินแคนเดสเซนต์คล้ายกับสีของวัตถุดำเมื่อถูกเผาที่อุณหภูมิประมาณ 3000 องศาเคลวิน (Kelvin , K) เราจึงบอกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์มีอุณหภูมิสี 3000 องศาเคลวินเป็นต้น

3.8.8 Color Rendering

เป็นดัชนีแสดงค่าความเพี้ยนของสีสำหรับแหล่งกำเนิดแสงแต่ละตัวซึ่งเราสามารถเปรียบเทียบ คุณลักษณะทางแสงสีของแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ ได้จากการนำแหล่งกำเนิดแสงแต่ละตัวมาทดสอบเทียบกับแหล่งกำเนิด แสงมาตรฐาน โดยฉายแสงของแหล่งกำเนิดที่ต้องการทดสอบและแสงมาตรฐานสลับกันลงไปแผ่นตัวอย่างสี 8 ตัวตามที่ CIE กำหนดไว้ในระบบมุนเซลคือ P, RP, R, Y, GY, G, BG, PB ทำการวิเคราะห์หาค่าความยาวคลื่นเด่น (Dominant Wavelength) ความบริสุทธิ์ของการกระตุ้น (Excitation Purity) นำค่าทั้งหมดมาเฉลี่ยและเทียบกับแหล่งกำเนิดแสง มาตรฐาน หากตำแหน่งสีของแผ่นตัวอย่างสีเมื่อถูกส่องสว่างด้วยแหล่งกำเนิดทั้งสองไม่ต่างกันเลย แสดงว่าไม่มีความเพี้ยนของสี เกิดขึ้นและค่า Color Rendering Index ของแหล่งกำเนิดนั้นจะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 100 ถ้าแหล่งกำเนิดที่ถูกทดสอบใด ทำให้ตำแหน่งสีเปลี่ยนไปจะทำให้เกิดความเพี้ยนของสีขึ้น ตำแหน่งสียิ่งเปลี่ยนไปมากยิ่งทำให้ค่า Color Rendering Index ลดลงซึ่งค่านี้ขึ้นอยู่กับ

1. คุณลักษณะการสะท้อนแสงทางสเปกตรัมของแผ่นตัวอย่างสี
2. การกระจายพลังงานทางสเปกตรัมของแหล่งกำเนิดแสงที่ถูกทดสอบ
3. การกระจายพลังงานทางสเปกตรัมของแหล่งกำเนิดแสงมาตรฐาน
4. การปรับตัวของตา

3.8.9 Beam axis

หมายถึงตำแหน่งของแนวแสงซึ่งอยู่กึ่งกลางระหว่างมุมเงย) elevation angle) 2 มุม ที่มีค่าความเข้มแห่งการส่องสว่างเป็น 90% ของความเข้มสูงสุดของดวงโคม

3.8.10 Beam efficiency

หมายถึงอัตราส่วนของปริมาณแสงที่แผ่ออกไปในมุม Solid Angle ที่ถูกกำหนดด้วย Beam Spread ต่อปริมาณแสงทั้งหมดของหลอดเปลือย (Bare Lamp)

3.8.11 Beam spread

เป็นความกว้างของลำแสงในระนาบของ Beam Axis ซึ่งคิดระหว่างมุมที่มีค่าความเข้มแห่งการ ส่องสว่างเป็น 10% ของความเข้มสูงสุดของดวงโคม ปกติจะแยกระบุ Beam Spread ทั้งในแนวดิ่งและแนวระนาบ

3.8.12 Beam lumen

เป็นปริมาณแสงในโซนซึ่งถูกล้อมรอบด้วยส่วนของลำแสงที่มีค่าความเข้มเป็น 10% ของความเข้มสูงสุด

3.8.13 Max Beam candle power

เป็นค่าความเข้มสูงสุดของดวงโคม ณ จุดใดจุดหนึ่งซึ่งไม่ได้แสดงไว้ในแผ่นรายงานผลการทดสอบข้อมูลแสงสว่าง (Photometric test report)

3.8.14 Average Max candle power

(AVG. Max Candle Power) เป็นค่าความเข้มสูงสุดโดยเฉลี่ยซึ่งคิดจาก ค่าความเข้มสูงสุดของดวงโคม ณ จุดใดๆ 10 จุดเพื่อแสดงไว้ในแผ่นรายงานผลการทดสอบข้อมูลแสงสว่าง

3.9 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity หรือ RH) คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณความชื้นที่มีอยู่จริงในอากาศกับปริมาณความชื้นที่อากาศขณะนั้นจะมีได้ ณ อุณหภูมิเดียวกัน

ความชื้นสัมพัทธ์ = (%) อัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศ x100/ปริมาณน้ำที่อากาศนั้นจะมีได้ ณ อุณหภูมิเดียวกัน

ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอากาศ หรือ Absolute Humidity อาจเปลี่ยนแปลงไปได้ตามสภาพที่และฤดูกาล ส่วนปริมาณน้ำที่อากาศจะพึงมีได้ หรือปริมาณน้ำ ณ จุดอิ่มตัว (Saturation) หรืออีกนัยหนึ่งปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอากาศซึ่งมีความชื้นสัมพันธ์ 100% นั้น จะเป็นค่าคงที่ ณ อุณหภูมิหนึ่งๆ ซึ่งจะเห็นว่าเมื่ออุณหภูมิเป็น 70°F นั้น อากาศ 1 ปอนด์จะสามารถอุ้มน้ำในสภาพไอน้ำได้ 0.0158 ปอนด์ (หากมีไอน้ำมากกว่านั้นไอน้ำจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ) เมื่ออุณหภูมิของอากาศสูงขึ้นเป็น 80°F ความสามารถในการอุ้มน้ำของอากาศจะมีมากขึ้นเป็น 0.0223 ปอนด์ ต่ออากาศ 1 ปอนด์