สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเรื่อง "อิทธิพลของสัดส่วนและทิศทางอาคารที่มีผลต่อการใช้พลังงาน" สามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อที่สำคัญได้ 3 หัวข้อ ได้แก่ แนวคิดและทฤษฎีจากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสรุปเอกสารและงานวิจัยเข้าสู่ประเด็นปัญหาการวิจัย การที่กำหนดหัวข้อหลักดังกล่าวนั้นเพื่อที่จะทำการสรุปและเชื่อมโยงให้เห็นถึงความสอดคล้องกับประเด็นปัญหาของงานวิจัย โดยแยกเป็นรายละเอียดได้ดังนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎีจากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง

เป็นการรวบรวมเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยเพื่อเป็นการสนับสนุนงานวิจัย โดยสามารถแบ่งหมวดหมู่ตามประเภทเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในลักษณะภาพที่กว้างและจึงเจาะเข้าประเด็นรายละเอียดต่างๆที่มีผลต่องานวิจัย เป็นลำดับดังนี้

2.1.1 ตัวแปรที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร

2.1.2 ปัจจัยหลักจากภายนอกที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร

2.1.3 การถ่ายเทความร้อนในอาคาร

2.1.4 ระบบปรับอากาศ

2.1.1 ตัวแปรที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อการใช้พลังงานในอาคารประกอบด้วยส่วนย่อย 4 หัวข้อคือ ตัวแปรทางด้านการใช้สอย (functional factors) ตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อม (environmental factors) ตัวแปรด้านเปลือกอาคาร (envelope factors) ตัวแปรด้านเปลือกอาคาร (envelope factors) ตัวแปรทางด้านระบบปรับอากาศ (A/C System factors) โดยมีละเอียดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย มีดังนี้

2.1.1.1 ตัวแปรทางด้านการใช้สอย (functional factors)

- ที่ตั้งอาคาร (building location) สภาพภูมิอากาศมีผลโดยตรงต่อการใช้พลังงานการปรับอากาศ สถานที่ตั้งอาคารแต่ละแห่งนั้นมีสภาพภูมิอากาศแตกต่างกัน ดังนั้นการทราบเขตภูมิอากาศจึงมีผลต่อการออกแบบอาคาร

- ขนาดและประเภทการใช้งาน (building size & function) จะบ่งบอกความต้องการการใช้พลังงานของอาคารว่ามากน้อยเพียงใด

- พื้นที่อาคารต่อผู้ใช้อาคาร (floor area/person)

- ขนาดของอุปกรณ์และเครื่องใช้ในอาคาร (size of processing equipment & appliance)

- ช่วงเวลาการใช้งาน (building operating schedules) อาคารแต่ละประเภทมีช่วงเวลาการใช้งานแตกต่างกัน เช่น อาคารสำนักงานเปิดใช้เฉพาะช่วงเวลากลางวัน ระหว่างวันจันทร์ – วันศุกร์ โรงแรมเปิดบริการตลอด 24 ชั่วโมง หรืออาคารบางประเภทใช้งานเฉพาะช่วงเวลากลางคืน

2.1.1.2 **ตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อม (environmental factors)**

- ระดับความสบายทางด้านการส่องสว่าง (lighting comfort levels) อาคารแต่ละประเภทและแต่ละพื้นที่ การใช้งานมีความต้องการส่องสว่างแตกต่างกันออกไป ซึ่งมีผลต่อการใช้พลังงานสำหรับแสงประดิษฐ์

- ระดับภาวะน่าสบายทางอุณหภูมิ (thermal comfort levels) ภายในอาคารแต่ละประเภทแต่ละพื้นที่การใช้งาน มีความต้องการการปรับอุณหภูมิภายในอาคาร ควบคุมระดับความชื้นแตกต่างกันไปและระบายอากาศแตกต่างกัน ซึ่งมีผลโดยตรงต่อพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

2.1.1.3 **ตัวแปรด้านเปลือกอาคาร (envelope factors)**

- ทิศทางการวางอาคาร (orientation) มีอิทธิพลต่อการรับรังสีดวงอาทิตย์ของอาคาร

- รูปร่างอาคาร (shape of building) อาคารนั้นเป็นอาคารเตี้ยแผ่ไปตามแนวนอนหรือเป็นอาคารสูง รูปทรงอัดแน่น (compact) หรือที่ผิวภายนอกมาก ซึ่งจะทำให้พื้นที่ราบของอาคารแตกต่างกัน ได้รับอิทธิพลความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ต่างกันไป

- ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังและหลังคา (wall & roof U-value) จะบ่งบอกความสามารถในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าหรือออกจากอาคาร

- พื้นที่กระจกและตำแหน่ง (glass area & location) ปริมาณการถ่ายเทความร้อนเข้าหรือออกจากอาคารทางกระจกนั้นมีอิทธิพลต่อระบบปรับอากาศและระดับภาวะน่าสบาย ตำแหน่งทิศทางของกระจกก็จะได้รับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ต่างกันไป

- การสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ของผิวอาคาร (reflectivity of skin) จะมีผลต่อการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งจะทำให้ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของผิวอาคารแตกต่างกันออกไป ส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าออกอาคาร

- การบังเงาของผิวอาคาร (skin shading) เงาที่เกิดขึ้นที่ผิวอาคารจะลดอิทธิพลของ sol-air effect ทำให้อิทธิพลของรังสีอาทิตย์น้อยลง

2.1.2.4 ตัวแปรทางด้านระบบปรับอากาศ (A/C System factors)

- อุปกรณ์ควบคุมระบบ (system controls) เช่น เทอร์โมสตัทชนิด mechanic และ electronic จะทำให้ความแม่นยำในการควบคุมอุณหภูมิแตกต่างกัน มีผลต่อการทำงานของระบบปรับอากาศ

- การออกแบบระบบปรับอากาศ (A/C system design characteristic) ระบบปรับอากาศแต่ละชนิดมีการใช้พลังงานมากน้อยแตกต่างกัน

- ระบบระบายอากาศธรรมชาติ (natural ventilation provisions) ถ้าอาคารที่มีระบบระบายอากาศธรรมชาติในช่วงฤดูกาลที่อากาศภายนอกเย็นสบาย ความจำเป็นในการเดินระบบอากาศก็ลดน้อยลง สามารถใช้ระบบธรรมชาติมาแทนการใช้พลังงานได้[1]

2.1.2 ปัจจัยหลักจากภายนอกที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร

ปัจจัยหลักจากภายนอกมีอยู่ 2 ปัจจัยหลักคือ สภาพภูมิอากาศ (climate) และที่ตั้ง (site) โดยจะเลือกเฉพาะในส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยเท่านั้น

1.) อุณหภูมิ (temperature)

---

[1] ธนิต จินดาวณิค, **"เอกสารการสอนวิชาการอนุรักษ์พลังงานในการออกแบบสถาปัตยกรรม,"** ปีการศึกษา 2551. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

อุณหภูมิของอากาศ หมายถึง ผลที่ก่อให้เกิดความอบอุ่นขึ้น ซึ่งต้นเหตุมาจากการแผ่ของรังสีดวงอาทิตย์[2] ปัจจัยที่ควรคำนึงถึงมี 4 ปัจจัยดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงปัจจัยของอุณหภูมิอากาศที่ควรคำนึงถึง

ปัจจัยที่ควรคำนึงถึง	รายละเอียด
1.เส้นอุณหภูมิรายปี (annual curve)	- อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละเดือน - ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละวัน - ค่าอุณหภูมิสูงที่สุดและต่ำที่สุดที่เคยบันทึกไว้
2. อุณหภูมิช่วงกลางวันและกลางคืน (diurnal temperature swing)	- ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิช่วงกลางวันและกลางคืนแสดงเป็นรายปี
3. องศาวันทำความร้อนและทำความเย็น (heat & cooling degree-days)	- เป็นตัวชี้วัดระยะเวลาของอุณหภูมิโดยรอบ (ambient temperature) - องศาวัน (degree-days) คือผลรวมจำนวนความต่างอุณหภูมิอากาศภายนอกและอุณหภูมิฐานออกแบบ - อุณหภูมิฐานออกแบบ (design base temperature) มักใช้ค่าที่ 65 °F หรือ 18 °C คูณจำนวนวัน - องศาชั่วโมง (degree-hours) คือ ความแตกต่างอุณหภูมิใช่วงองศาหนึ่งสำหรับระยะเวลา 1 ชั่วโมง
4.bindata	- จำนวนชั่วโมงที่สภาพอากาศตกอยู่ในช่วงทุกๆ 5 (°C)

แหล่งที่มา : ธนิต จินดาวณิค, 2551: 111-113

2.) ดวงอาทิตย์ (sun)

ดวงอาทิตย์มีผลกระทบต่ออาคารและที่ตั้ง ซึ่งสามารถมองแยกได้ 2 ประเด็น คือ พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Radiation) ที่ตกลงมาสู่ที่ตั้งกับมุมและวงโคจรของดวงอาทิตย์ (Solar Geometry)

2.1 Solar Radiation หรือ Isolation ประกอบไปด้วย

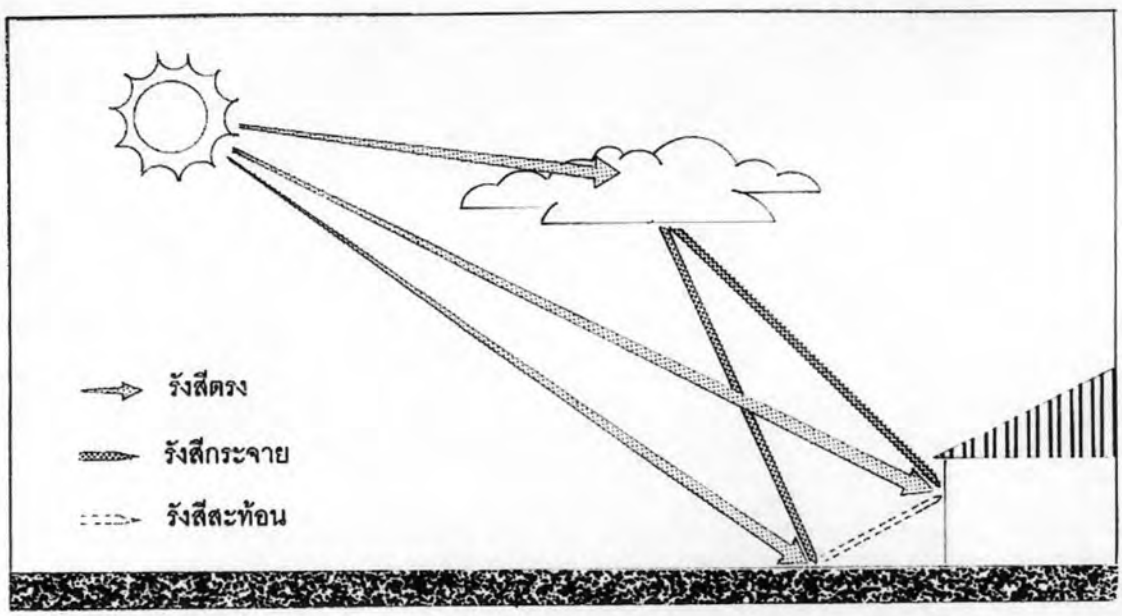
---

[2] ตรึงใจ บูรณสมภพ, **การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน** (กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์อมรินทร์พริ้นติ้ง, 2539) หน้า 24.

- Direct Radiation คือรังสีที่มาจากดวงอาทิตย์โดยตรง

- Diffuse Radiation คือรังสีดวงอาทิตย์ที่มาถึงชั้นบรรยากาศของโลกถูกทำให้กระจัดกระจายโดย ฝุ่นละอองและ Water Particles ในท้องฟ้า

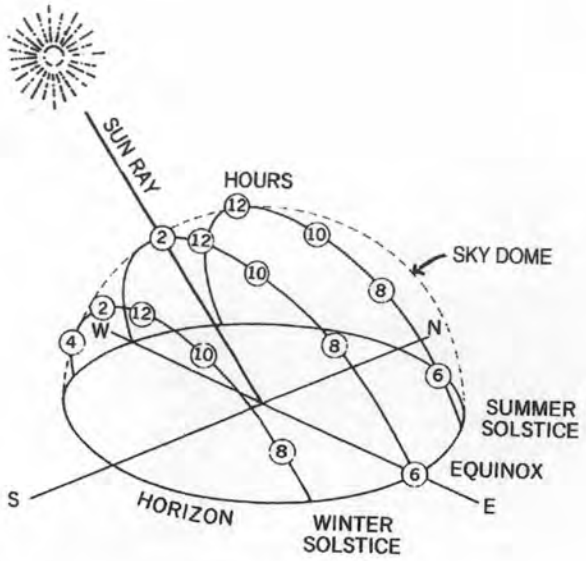
- Reflected Radiation คือ รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวข้างเคียงอาคารและสะท้อนสู่อาคาร



ภาพที่ 2.1 แสดงรังสีดวงอาทิตย์ที่อาคารได้รับทั้งทางตรงและทางอ้อม

แหล่งที่มา : ตรึงใจ บูรณะสมภพ, 2539: 24

2.2 Solar Geometry ทิศทางการขึ้นและตกของดวงอาทิตย์ตลอดปีมีอิทธิพลต่อการออกแบบวางทิศทางอาคาร การออกแบบรูปทรงอาคารที่ให้ร่มเงาต่อกัน การออกแบบอัตราส่วนพื้นที่ผิวอาคารต่อปริมาตรอาคาร และการออกแบบช่องเปิดกับระบบป้องกันแสงแดดเข้าสู่ภายในอาคาร นอกเหนือจากนั้นควรพิจารณาประโยชน์ที่เกิดจากร่มเงาจากอาคารข้างเคียงและตัวอาคารเอง นำมาบังรังสีดวงอาทิตย์แก่เปลือกอาคารที่ออกแบบเพื่อลดอุณหภูมิพื้นผิว ที่เกิดจากผลการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ (Sol-air Effect)



ภาพที่ 2.2 แสดงทิศทางของดวงอาทิตย์

แหล่งที่มา : Norbert Lechner, 2001: 130

สรุปโดยภาพรวมว่าองค์ประกอบของภูมิอากาศ มีส่วนเกี่ยวข้องอย่างมากกับงานสถาปัตยกรรม ทั้งเพื่อสร้างความสบายให้กับผู้ใช้อาคารและความคงทนถาวรของอาคารรวมไปถึงการเป็นจุดเริ่มต้นของการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า

2.1.3 การถ่ายเทความร้อนในอาคาร

การทำความเข้าใจการถ่ายเทความร้อนในอาคารนั้น ต้องทำความเข้าใจการเดินทางหรือการถ่ายเทความร้อนเสียก่อน ความร้อนเดินทางหรือถ่ายเทโดยอาศัยทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน 3 ประเภทได้แก่

- การนำความร้อน (conduction) คือ การเคลื่อนที่ของพลังงานระหว่างโมเลกุลที่อยู่ติดกัน จากบริเวณที่ร้อนกว่าสู่บริเวณที่เย็นกว่า

- การพาความร้อน (convection) คือ การถ่ายเทความร้อนโดยการเคลื่อนที่ของของเหลวไหลผ่านตัวกลาง เช่น อากาศและน้ำ ความแตกต่างของการนำความร้อน (conduction) และการพาความร้อน (convection) คือ การนำความร้อนโมเลกุลจะไม่เคลื่อนที่แต่จะมีการส่งผ่านพลังงานจากโมเลกุลหนึ่งไปยังโมเลกุลใกล้เคียง ส่วนการพาความร้อนโมเลกุลจะนำพลังงานความร้อนไปด้วยตัวเอง

- การแผ่รังสีความร้อน (radiation) คือ การเดินทางโดยตรงของพลังงานผ่านที่ว่าง จึงไม่จำเป็นต้องมีตัวกลางในการส่งผ่าน โดยพลังงานรังสีจะเดินทางในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากด้านที่ร้อนกว่าสู่ด้านที่เย็นกว่า

จากทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน 3 ประเภท ซึ่งถือเป็นหลักใหญ่แล้ว ก็จะสามารถแบ่งรูปแบบการถ่ายเทความร้อนในอาคาร (Heat Flow through Buildings) ได้ 2 ประเภท คือ

2.1.3.1 พลังงานความร้อนถ่ายเทผ่านเปลือกอาคาร (Heat Flow through Building Envelope) เพื่อที่จะคำนวณ heat flow แต่ละชั่วโมงผ่านเปลือกอาคาร จึงควรทราบปัจจัยเหล่านี้

- อัตราการถ่ายเทความร้อน (heat transfer rate) เป็นอัตราความร้อนเคลื่อนผ่านส่วนประกอบวัสดุต่างชนิดเพื่อประกอบขึ้นเป็นเปลือกอาคาร (building envelope)

- พื้นที่ (area) ของแต่ละส่วนประกอบนั้น

- ความแตกต่างอุณหภูมิ (temperature difference) ระหว่างภายในและภายนอกสำหรับชั่วโมงที่ถูกคำนวณ

สูตรการคำนวณ $q = U*A*\Delta t$

โดย

q = อัตราส่วนถ่ายเทความร้อน Btu/h หรือ W

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน Btu/ ft^2 F หรือ W/m^2 °C

A = พื้นที่ที่วัดเป็น ft^2 หรือ m^2 ตั้งฉากกับทิศทางที่ความร้อนเดินทาง

Δt = ความต่างของอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอก โดยประเทศไทยประมาณการในการคำนวณไว้ที่ 5 °C

2.1.3.2 การถ่ายเทพลังงานรังสีอาทิตย์ผ่านกระจก (Solar Heat Gain through Glass) ทิศทางของช่องเปิดนั้นเป็นปัจจัยที่สำคัญในการบ่งบอกถึงปริมาณความร้อนที่เข้ามาสู่ภายในอาคาร การออกแบบนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะทางด้านทิศตะวันออก และทิศตะวันตกตามระนาบแนวนอน วิธีการป้องกันความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์วิธีหนึ่ง คือการบังแดดให้กับกระจก ค่าบังแดดแสดงออกมาในรูปสัมประสิทธิ์การบังแดด (shading coefficient. SC)

ค่า SC ที่ได้จากการออกแบบได้มาจากอุปกรณ์บังแดดหรือแผงกันแดดของอาคารเองหรืออาจจะมาจากคุณสมบัติของกระจก ค่า SC ที่เท่ากับ 1 นั้นเทียบเคียงมาจากพลังงานรังสีอาทิตย์ที่ส่องผ่านกระจกใสหนา 3 มิลลิเมตร คำนวณได้ดังนี้

สูตรการคำนวณ $q = A \times (\text{Average Solar Gain}) \times SC$

โดย

q = ปริมาณความร้อน Btu/h (SI unit = Watt)

A = พื้นที่กระจกตารางฟุต (SI unit = m^2)

SC = ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด

Average Solar Gain มีหน่วยเป็น Btu/h.ft^2 (SI unit = Watt/m^2)

2.1.4 ระบบปรับอากาศ

ในปัจจุบันระบบปรับอากาศมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการช่วยอนุรักษ์พลังงาน การเลือกระบบปรับอากาศที่มีความเหมาะสมกับประเภทและขนาดของอาคาร ก็จะเป็นส่วนหนึ่งในการลดภาระระบบ (System loads) ดังนั้นในการแบ่งพื้นที่ของระบบปรับอากาศให้เหมาะสมก็เพื่อตอบสนองรับการใช้งานอาคาร โดยแบ่งภาระการทำความเย็นออกเป็น 2 ลักษณะ ตามวัตถุประสงค์ในการประหยัดพลังงานดังนี้

1.) ภาระการทำความเย็นรายปี (annual load) วัตถุประสงค์หลักของการออกแบบการลดภาระการทำความเย็นรายปี คือ การป้องกันการขึ้น-ลง ของภาระการใช้พลังงานของระบบไม่ให้แตกต่างกันมากเกินไป ถ้ามีการแปรเปลี่ยนของภาระการทำความเย็นมากๆ จะไม่เป็นผลดีต่อสภาวะน่าสบาย (thermal comfort) และความประหยัดพลังงาน

2.) ภาระการทำความเย็นสูงสุดของระบบ (peak load) วัตถุประสงค์หลักของการลดภาระสูงสุดของระบบ ผลประโยชน์ที่ได้มาคือการลดขนาด (size) และปริมาณ (quantity) ขององค์ประกอบในระบบปรับอากาศ ดังนั้นถ้าสามารถลดภาระสูงสุดของระบบนอกจากค่าใช้จ่ายในการลงทุนจะลดลงค่าใช้จ่ายรายปีก็จะลดลงด้วย

2.1.4.1 ชนิดเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เรียกชื่อต่างกันออกไปตามลักษณะการใช้งาน โดยสามารถสรุปชนิดของเครื่องปรับอากาศไว้ดังนี้

1.) เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (split type) เป็นเครื่องที่แยกออกมาจากเครื่องแบบหน้าต่างโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่อยู่นอกห้องเรียกว่า condensing unit (CDU) ส่วนที่อยู่ภายในห้องเรียกว่า fan coil unit (FCU) หรือในบางกรณีที่ตู้มีลักษณะใหญ่ก็จะเรียกว่า air handing unit (AHU) เครื่องปรับอากาศเหล่านี้จะอาศัยการระบายความร้อนด้วยอากาศ มักจะเป็นเครื่องขนาดเล็กถึงขนาดกลางประมาณ 0.75-30 ตัน

2.) เครื่องปรับอากาศแบบสำเร็จครบชุดในตัว (packaged unit) เครื่องแบบนี้มีโครงสร้างเหมือนเครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง แต่มีขนาดใหญ่กว่ามีทั้งชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำเรียกว่า packaged water-cooled การที่ใช้น้ำในการระบายความร้อน จะทำให้เครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าระบายความร้อนด้วยอากาศ

3.) ระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น (water chiller) เครื่องทำน้ำเย็นนี้มีหน้าที่ทำให้น้ำเย็นก่อนถึงจะส่งผ่านความเย็นไปให้ FCU หรือ AHU โครงสร้างของเครื่องทำน้ำเย็นนี้เหมือนกับเครื่องปรับอากาศทุกชนิด คือมีวงจรทำความเย็นเหมือนเดิมเพียงแต่แทนที่

evaporator จะทำความเย็นให้อากาศโดยตรง ก็กลับไปทำความเย็นให้น้ำก่อน เมื่อน้ำเย็นแล้วจึงใช้น้ำเป็นตัวกลางถ่ายทอดความเย็นต่อไป แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

- air cooled water chiller คือ เครื่องทำน้ำเย็นที่อาศัยการระบายความร้อนด้วยอากาศ ลักษณะการใช้งานมักจะเป็นพื้นที่ที่ไม่ต้องการความเย็นไม่มากนัก (ประมาณ 500 ตัน) ซึ่งต้องการความสะดวกในการติดตั้งและต้องการลดภาระการดูแลรักษาหรือใช้ในโครงการที่ขาดน้ำ หรือไม่มีน้ำที่มีคุณภาพพอจะใช้ระบายความร้อนของเครื่องได้ อย่างไรก็ตามเครื่องที่ระบายความร้อนด้วยอากาศจะกินไฟมากกว่าเครื่องที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ การทำงานของระบบนี้ คือ น้ำเย็นจากเครื่องทำน้ำจะถูกเครื่องสูบน้ำเย็น (chiller water pump) โดยอุณหภูมิของน้ำเย็นนี้อยู่ประมาณ 7 C เมื่อใช้งานผ่าน FCU หรือ AHU จนมีอุณหภูมิประมาณ 12 C ก็จะถูกส่งกลับมายังเครื่องทำน้ำเย็นอีกครั้งหนึ่ง ระบบส่งน้ำเย็นนี้อาศัยท่อน้ำเย็น (chiller water pipe) มีทั้งท่อส่งน้ำเย็นไปและส่งน้ำเย็นกลับ ซึ่งจะต้องหุ้มฉนวนเพื่อป้องกันน้ำเกาะท่อ (condensation) เนื่องจากความเย็นของท่อจะทำให้ความชื้นมาเกาะเป็นหยดน้ำที่ท่อ compressor เพราะส่วนใหญ่จะเป็น compressor ชนิดลูกสูบ หากมีขนาดใหญ่ขึ้นมาก็อาจจะมีชนิดที่เป็นหอยโข่ง

- Water cooled water chiller คือ เครื่องทำน้ำเย็นที่อาศัยการระบายความร้อนด้วยน้ำลักษณะโครงสร้างของเครื่องคล้ายกับเครื่องแบบ air cooled ต่างกันแค่ระบายความร้อนด้วยน้ำแทนอากาศ[3]

2.1.4.2 การวัดการใช้พลังงานของเครื่องทำความเย็น (COP, EIR และ EER)

เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศต่างจากเครื่องยนต์ชนิดอื่นคือ แทนที่จะผลิตกำลังแต่กลับใช้กำลังงาน ดังนั้นประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศจึงเปรียบเทียบระหว่างความสามารถในการทำความเย็นที่ใช้ประโยชน์ได้ กับกำลังที่ป้อนเข้าไปในเครื่อง สามารถพิจารณาได้ 3 แบบ คือ coefficient of performance (COP), energy input ratio (EIR), energy efficiency ratio (ERR) มีรายละเอียดดังนี้

1.) ค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศหรือ coefficient of performance (COP)

---

[3]ดลยา ศิริปรุ, "แนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารสำนักงานของรัฐเพื่อการประหยัดพลังงาน : กรณีศึกษาอาคารสำนักงานเทศบาลนคร จ.นครราชสีมา,"**(วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**,2548), 21.

เป็นอัตราส่วนระหว่างความร้อนที่เครื่องปรับอากาศสามารถดึงออกไปได้ต่อปริมาณพลังงานที่ใช้เพื่อการดึงความร้อนดังกล่าวโดยมีปริมาณพลังงานเป็นหน่วยเดียวกัน

$$COP = \frac{\text{พลังงานความร้อนที่สมารถดึงออก (watt)}}{\text{พลังงานที่ต้องการเพื่อการดึงความร้อนออก (watt)}}$$

2.) Energy Input Ratio (EIR) เป็นส่วนกลับของ COP

$$EIR = \frac{\text{พลังงานที่ต้องการเพื่อการดึงความร้อนออก (watt)}}{\text{พลังงานความร้อนที่สามารถดึงออก (watt)}}$$

3.) Energy Efficiency Ratio (EER)

คือ อัตราส่วนระหว่างความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศต่อปริมาณพลังงานที่ใช้เพื่อการทำความเย็นโดยมีหน่วยในการเปรียบเทียบที่ต่างกัน

$$EER = \frac{\text{ความสามารถในการทำความเย็น (Btu/h)}}{\text{พลังงานที่ใช้ (watt)}}$$

2.1.4.3 ภาระการทำงานจริงของเครื่องปรับอากาศ

การคำนวณภาระปรับอากาศ

การคำนวณภาระปรับอากาศที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันวิธีหนึ่ง การคำนวณด้วยวิธี cooling load temperature difference, solar cooling load factor (CLTD, SCL,CLF) ได้แบ่งการคำนวณภาระปรับอากาศด้วยวิธีนี้ออกเป็นรายละเอียดต่างๆดังนี้

External cooling load

1.) การคำนวณภาระปรับอากาศที่เกิดจากการนำความร้อนผ่านเข้ามาทางเปลือกอาคาร (ผนัง หลังคา และกระจก)

สูตรการคำนวณ $Q = (U)(A)(CLTD)$

Q = ภาระการปรับอากาศ (W)

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ($W/m^2 - k$)

A = พื้นที่ที่พิจารณา ตั้งฉากกับทิศทางที่ความร้อนเดินเข้ามา (m^2)

CLTD = cooling load temperature difference (C)

ค่า CLTD นี้จะแปรตามละติจูดและช่วงเวลาในการใช้งานในอาคารซึ่งในกรณีของประเทศไทยได้มีการพิจารณาตามหนังสือคู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคารซึ่งจะใช้ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร (TDeq)

2.) การคำนวณภาระปรับอากาศที่เกิดจากการนำความร้อนเนื่องจากรังสีแสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านกระจกเข้ามาในอาคาร

สูตรคำนวณ Q = (A)(SC)(SF)

Q = ภาระการปรับอากาศ (W)

A = พื้นที่ที่พิจารณา ตั้งฉากกับทิศทางที่ความร้อนเดินเข้ามา (m^2)

SC = shading coefficient ของวัสดุตัวกลาง

SF = solar heat gain factor

3.) การคำนวณภาระปรับอากาศที่เกิดจากการนำความร้อนเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างฉากกั้นห้อง ฝ้าเพดานและพื้นห้อง

สูตรคำนวณ Q = (U)(A)(T1-T2)

Q = ภาระการปรับอากาศ (W)

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ($W/m^2 - k$)

A = พื้นที่ที่พิจารณา ตั้งฉากกับทิศทางที่ความร้อนเดินเข้ามา (m^2)

T1 = อุณหภูมิในส่วนที่ต่อเนื่องกับพื้นที่ปรับอากาศ (C)

T2 = อุณหภูมิในส่วนพื้นที่ปรับอากาศ (C)

Internal cooling load

1.) การคำนวณภาระปรับอากาศที่เกิดจากผู้ใช้อาคาร

สูตรคำนวณ Qsensible = (N)(250)(CLF)

Qlatent = (N)(200)(CLF)

Q = ภาระการปรับอากาศ (W)

N = จำนวนผู้ใช้อาคาร

CLF = cooling load factor มีค่าเท่ากับ 1

2.) การคำนวณภาระปรับอากาศที่เกิดจากระบบแสงสว่างและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร

สูตรการคำนวณ Q = (W)(Ff)(Fs)(CLF)

Q = ภาระการปรับอากาศ (W)

W = watt input ของอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือระบบแสงสว่าง

Ff = lighting use factor ของระบบแสงสว่าง

Fs = special allowance factor ของอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือระบบส่องสว่าง

CLF = cooling load factor มีค่าเท่ากับ 1

ventilation and infiltration

การคำนวณภาระปรับอากาศจะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

สูตรการคำนวณ Qsensible = 1.08(V)T

Qlatent = 4840(V)W

Qtatal = 4.5(V)H

Q = ภาระการปรับอากาศ (W)

V = ปริมาณอัตราการถ่ายเทอากาศภายนอกที่นำเข้ามาในห้อง (CFM)

T = ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายใน (C)

W = ค่าความแตกต่างของความชื้นระหว่างภายนอกและภายใน kg(water)/kg(dry air)

H = ค่าความแตกต่างของ enthalpy ระหว่างภายในและภายนอก kj/kg(dry air)

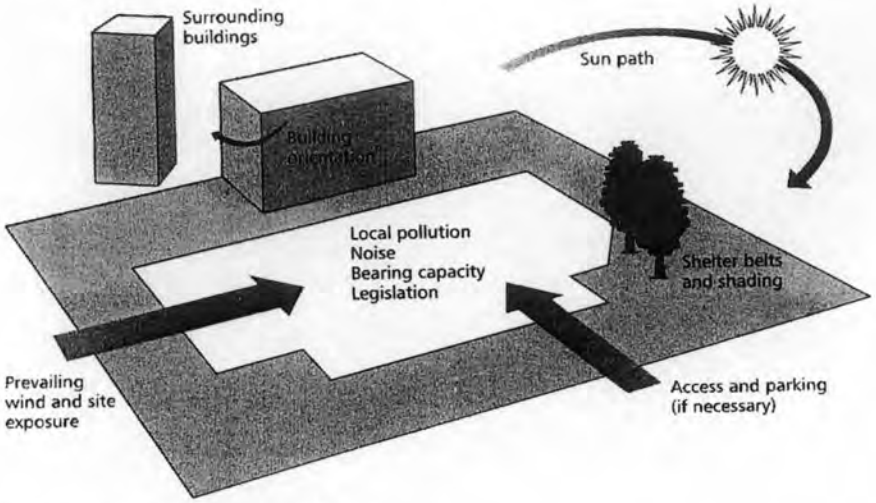
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในงานวิจัยเรื่อง "อิทธิพลของสัดส่วนและทิศทางอาคารที่มีผลต่อการใช้พลังงาน" เป็นการนำเอกสารหรืองานวิจัยที่มีการตีพิมพ์ มาสนับสนุนและเปรียบเทียบข้อมูล เพราะบางข้อมูลเป็นข้อมูลในสมัยก่อนอาจจะมีความคาดเคลื่อนของข้อมูล โดยในการหาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นมุ่งเน้นใน 3 หัวข้อที่มีความเกี่ยวพันธ์กับงานวิจัย คือ

2.2.1 ทิศทางอาคารและการวางผังอาคาร

2.2.2 สัดส่วนรูปทรงอาคาร

2.2.3 ทิศทางและขนาดของช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง (WWR)

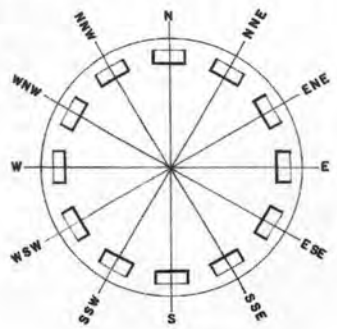


ภาพที่ 2.3 แสดงข้อควรพิจารณาของที่ตั้งโครงการ

แหล่งที่มา : CIBSE, 1998: 4-2

2.2.1 ทิศทางอาคารและการวางผังอาคาร

การออกแบบอาคารในประเทศไทยและพื้นที่ๆอยู่ในภูมิอากาศเขตร้อนชื้นนั้น ควรให้อาคารเกิดการสูญเสียความร้อนในบรรยากาศให้มากที่สุด อาคารที่มีความเหมาะสมกับลักษณะภูมิอากาศมีปัจจัยที่ควรคำนึงถึง 2 ประการคือ ทิศทางของแสงแดด และทิศทางของกระแสลม[4] ตามที่ขอบเขตของงานวิจัยได้นำเสนอไว้คือมุ่งเน้นศึกษาเฉพาะอาคารปรับอากาศเท่านั้น



ภาพที่ 2.4 แสดงการหันทิศทางอาคารตามทิศต่างๆ

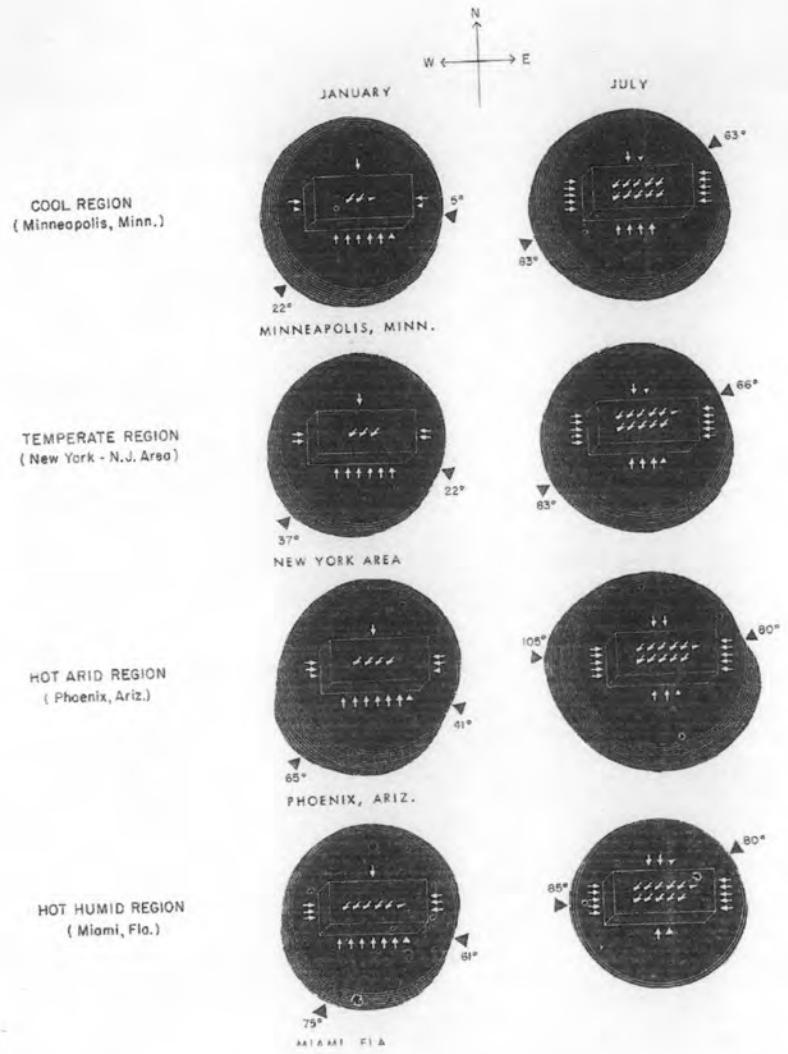
แหล่งที่มา : Victor Olgyay, 1973 : 55

---

[4] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน , **คู่มือแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อาคารที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัย** (กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551), หน้า2-4.

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

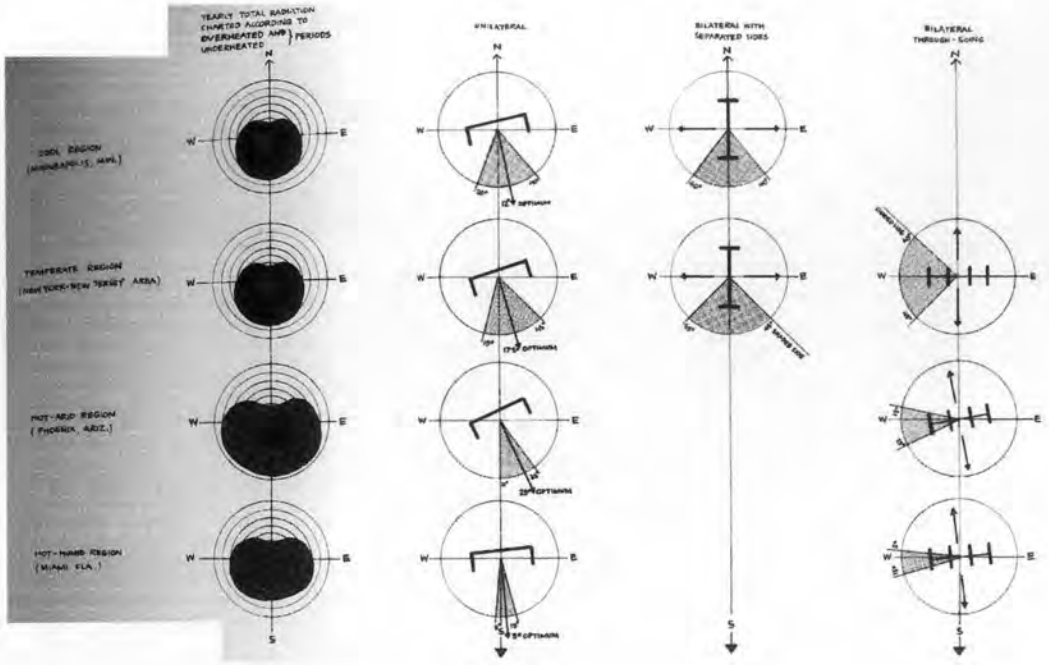
ดังนั้นทิศทางของแสงแดดจึงมีความสำคัญมาก สำหรับอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ ควรมีผนังที่รับแสงอาทิตย์น้อยกว่าอาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อป้องกันภาระการทำความเย็น



ภาพที่ 2.5 แสดงการผนังส่วนที่รับแสงอาทิตย์สูงสุด

แหล่งที่มา : Victor Olgyay,1973: 86

จากภาพที่ 2.6 แสดงด้านที่รับแสงอาทิตย์ในฤดูร้อนและฤดูหนาว ฤดูร้อนทิศที่รับแสงอาทิตย์สูงสุดคือ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ 75% ทิศตะวันออก 61% ฤดูหนาวทิศที่รับแสงอาทิตย์สูงสุดคือ ทิศตะวันตก 85% ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ 80%



ภาพที่ 2.6 แสดงการหันทิศทางอาคารในแต่ละเขตภูมิอากาศ
แหล่งที่มา : Victor Olgyay,1973: 61

จากภาพที่ 2.6 แสดงให้เห็นว่าเมื่อต้องการเปิดอาคารด้านเดียวนั้น หนังสือ Design with Climate ของ Victor Olgyay แนะนำให้เปิดช่องแสงทางด้านทิศใต้ และเอียงอาคารทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ 5° หรือทิศตะวันตกเฉียงใต้ 15° แต่การหันทิศทางอาคารที่ได้ประโยชน์สูงสุดนั้นควรหันไปทางทิศทิศตะวันตกเฉียงใต้ 5°

เมื่อต้องเปิดอาคารทั้ง 2 ด้านนั้นหนังสือได้แนะนำว่า ควรเปิดอาคารทางด้านทิศเหนือและทิศใต้ และเอียงอาคารทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ 5° หรือเอียงทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ 15°

จากการศึกษาดังกล่าวจึงพบว่า การทำการศึกษาของ Victor Olgyay ในหนังสือ Design with Climate นั้นเป็นการศึกษาอาคารพักอาศัยขนาดเล็ก และต้องการลมในการช่วยระบายอากาศภายในอาคาร จึงจำเป็นต้องเปิดอาคารทางทิศใต้ในอาคารที่ต้องการเปิดด้านเดี่ยวเพื่อต้องการรับลม และการเอียงอาคารนั้นไม่ใช่แค่เพื่อรับลมเท่านั้นแต่เป็นการหลีกเลี่ยงการปะทะโดยตรงของอาคารกับแสงอาทิตย์ ส่วนอาคารที่ต้องการเปิดช่องเปิดทั้ง 2 ด้านก็เป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือให้เปิดอาคารทางทิศเหนือและทิศใต้ และเอียงอาคารเพื่อรับลมและหลีกเลี่ยงการปะทะโดยตรงของอาคารกับแสงอาทิตย์

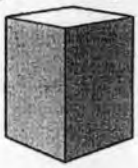
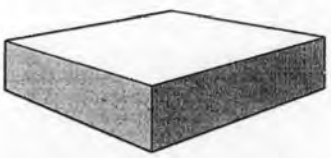
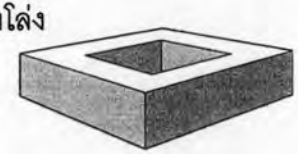
จากการศึกษาเปรียบเทียบกับข้อกำหนดของแบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับอาคารสาธารณะ ซึ่งเป็นการเน้นอาคารที่มีการปรับอากาศ ได้ระบุ

ว่าผนังทางด้านทิศตะวันออกและตะวันตกเป็นทิศที่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์มากที่สุดตามเส้นทางโคจรของดวงอาทิตย์

2.2.2 **สัดส่วนรูปทรงอาคาร**

- รูปทรงอาคาร อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศทั้งหลังควรมี รูปทรงอาคารควรมีลักษณะกะทัดรัด (compact) มีผังพื้นลึก (Deep Plan) คล้ายสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ตารางที่ 2.2 แสดงตัวอย่างรูปทรงอาคารและผลกระทบต่อการใช้พลังงาน

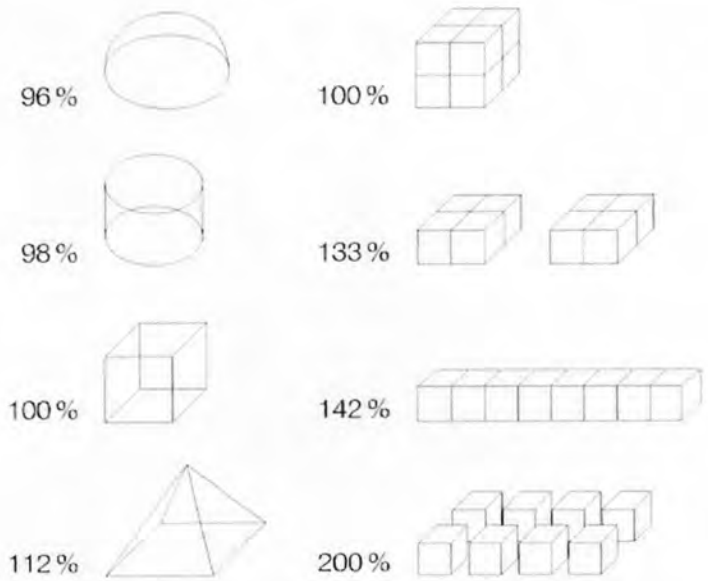
รูปทรงอาคาร	ผลกระทบต่อการใช้พลังงาน
-อาคารทรงสูง,อาคารรูปร่างเพรียว 	- เพิ่มพื้นที่รับแสงอาทิตย์ - ต้องการการใช้ Lifts - ศูนย์เสียความร้อนสูง
-อาคารทรงราบ, ทรงตื้น	- ศูนย์เสียความร้อนสูง - ได้รับประโยชน์จากแสงธรรมชาติ - ได้รับลมธรรมชาติ
-อาคารทรงลึกลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยม 	- เสียความร้อนน้อย - แสงธรรมชาติเข้าได้น้อย - ต้องใช้แสงประดิษฐ์มากขึ้น - จำเป็นต้องใช้ระบบปรับอากาศ
-อาคารทรงลึกลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยมเปิดตรงกลางโล่ง 	- เสียความร้อนน้อย -แสงธรรมชาติเข้าถึงได้ -สามารถได้รับลมธรรมชาติ

แหล่งที่มา : CIBSE, 1998: 4-3

อย่างไรก็ตามการใช้เครื่องปรับอากาศได้กลายเป็นปัจจัยหนึ่งในการกำหนดรูปทรงอาคารเช่นกัน อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศต้องการการไหลเวียนของอากาศมากกว่าอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศทั้งหลัง ดังนั้นอาคารที่ต้องพึ่งกระแสลมธรรมชาติจึงควรมีผังพื้นแผ่ตามแนวยาวหรือยักเยื้องเพื่อเพิ่มพื้นที่ระบายอากาศหรือเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีด้านยาวตามแนวแกนทิศ

ตะวันออก-ทิศตะวันตก[5] เพื่อที่จะให้พื้นผิวอาคารรับรังสีดวงอาทิตย์เฉพาะด้านที่แคบ นอกจากนี้ การสร้างอาคารรายล้อมพื้นที่เปิดโล่งหรือมีพื้นที่สีเขียวอยู่ตรงกลางระหว่างกลุ่มอาคารจะช่วยเพิ่มการไหลเวียนของอากาศและสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าประดิษฐ์และเปิดโอกาสให้แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร

นอกจากรูปทรงและการหันทิศทางอาคารแล้ว พื้นที่ใช้สอยภายในอาคารควรมีขนาดเท่าที่จำเป็น เพราะจะทำให้ประหยัดพลังงานในการปรับอากาศ ไม่สิ้นเปลืองทัพยากรมากเกินไป การใช้พื้นที่ว่างภายในอาคารอย่างคุ้มค่าจะทำพื้นที่ฐานอาคาร (Building Footprint) มีขนาดเล็กลง สามารถมีพื้นที่ว่างสำหรับการเพิ่มพื้นที่สีเขียว สำหรับให้ร่มเงาแก่อาคารและทำให้กระแสลมพัดผ่านเข้าสู่อาคารได้ง่ายขึ้น



ภาพที่ 2.7 แสดงการยอมให้ความร้อนเข้าสู่อาคารของรูปทรงที่ต่างกัน
แหล่งที่มา : Hegger Fuchs Stark Zeumer, 2008: 64

จากภาพที่ 2.7 เมื่อลองพิจารณารูปทรงสามารถเรียงลำดับการยอมให้ความร้อนเข้าสู่อาคารจากน้อยไปหามากที่สุดได้ดังนี้

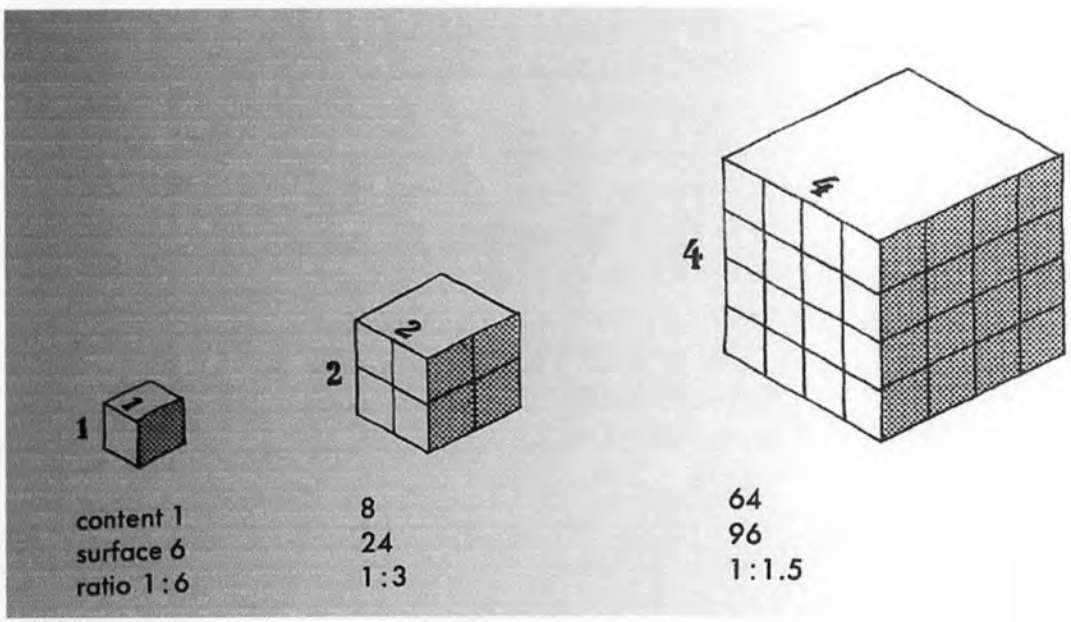
---

[5] นวณัฐ โอศิริ, **"รายงานการวิจัย เกณฑ์และแนวทางการประเมินงานภูมิสถาปัตยกรรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารที่พักอาศัยและอาคารที่ไม่ใช่อาคารที่พักอาศัย"** เสนอสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 12 กรกฎาคม 2550. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

-อาคารทรงครึ่งวงกลม	96%
-อาคารทรงกระบอก	98%
-อาคารทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส	100%
-อาคารทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สัดส่วนเพิ่มขึ้น	100%
-อาคารทรงสามเหลี่ยม	112%
-อาคารทรงลึก	133%
-อาคารทรงราบ	142%
-อาคารทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสกระจายตัว	200%

ดังนั้นเป็นการแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการเลือกรูปทรงของอาคาร เพราะอาคารในแต่ละรูปทรงมีการยอมให้ความร้อนเข้าสู่อาคารแตกต่างกันออกไป

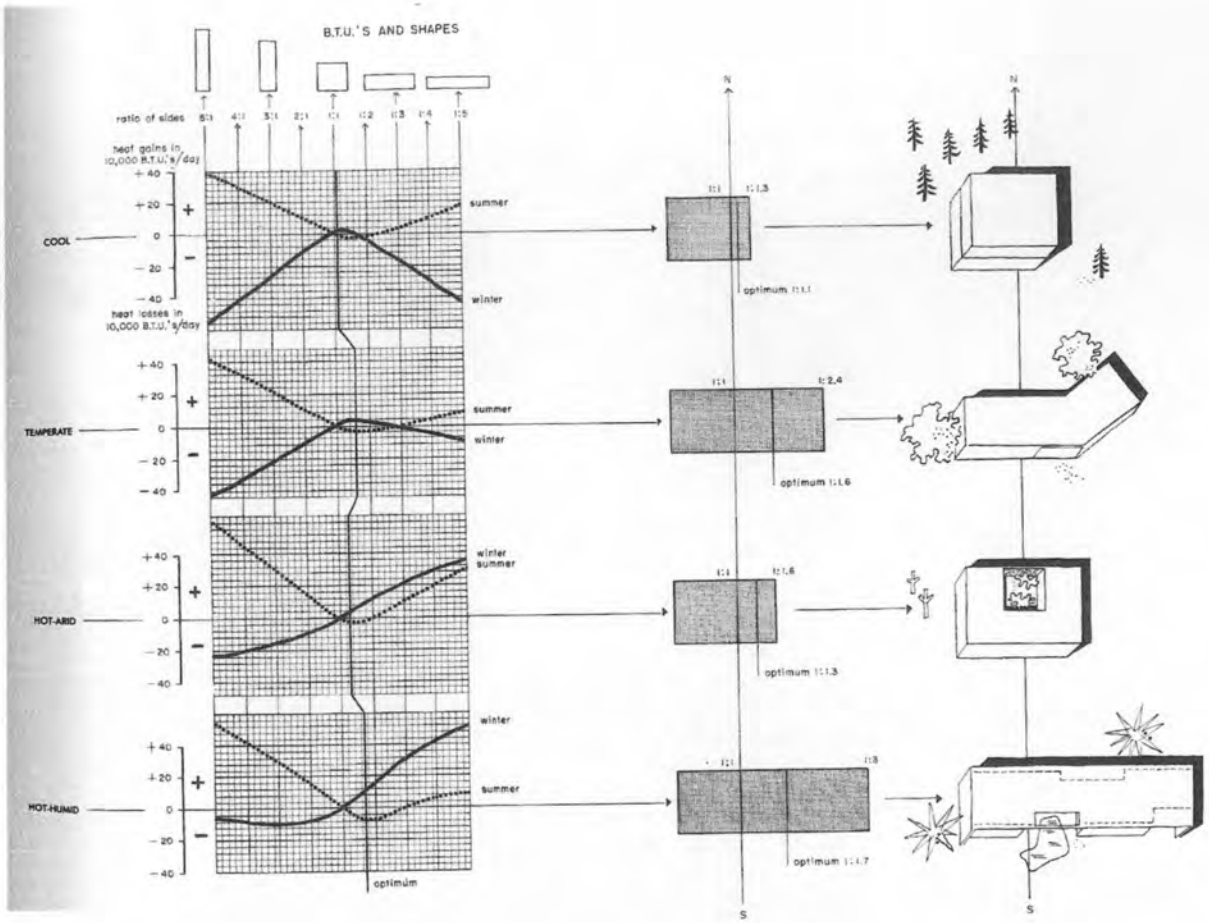
- สัดส่วนอาคาร เป็นการเปรียบเทียบผนังในแต่ละด้านเพื่อหาความเหมาะสมของผนังในแต่ละด้าน และความเหมาะสมกับภูมิอากาศนั้นๆ



ภาพที่ 2.8 แสดงการคิดสัดส่วนอาคาร

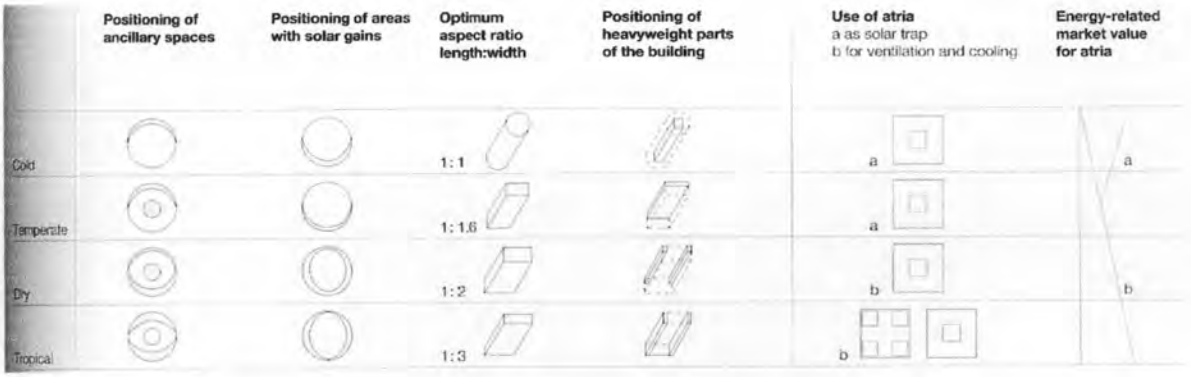
แหล่งที่มา : Victor Olgyay,1973: 61

จะเห็นว่าอาคารยิ่งมีการขยายตัวในทิศทางต่างๆย่อมส่งผลให้สัดส่วนอาคารมีการขยายตัวตามไปด้วย



ภาพที่ 2.9 แสดงการรูปทรงพื้นฐานในแต่ละภูมิอากาศ
แหล่งที่มา : Victor Olgyay,1973: 174

จากภาพที่ 2.9 แสดงให้เห็นว่าอาคารในภูมิภาคเขตร้อนชื้นยอมรับขนาดสัดส่วนอาคารอยู่ที่ 1:3 คือผนังทิศตะวันออก ตะวันตก 1 ส่วน ต่อผนังทิศเหนือ ทิศใต้ 3 ส่วน และแนะนำว่าสัดส่วนที่ให้ประโยชน์สูงสุดอยู่ที่ 1:1.7 คือผนังทิศตะวันออก ตะวันตก 1 ส่วน ต่อผนังทิศเหนือ ทิศใต้ 1:1.7 ส่วน พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะว่าอาคารควรมีสัดส่วนไม่เกิน 1:4 เพราะอาคารจะมีลักษณะเหมือนก้อนน้ำแข็ง ลอยบนน้ำยากต่อการควบคุมให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 2.10 แสดงทางเลือกรูปทรงอาคารให้เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศ

แหล่งที่มา : Hegger Fuchs Stark Zeumer, 2008: 65

จากภาพที่ 2.10 แสดงให้เห็นว่าอาคารภูมิภาคเขตร้อนชื้นควรเป็นอาคารรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีสัดส่วนอยู่ที่ 1:3 และด้านตะวันออก ตะวันตก เป็นทิศที่ได้รับอิทธิพลความร้อนจากแสงอาทิตย์มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับหนังสือ Design with Climate ของ Victor Olgyay ปี 1973 (พ.ศ.2514) เป็นการยืนยันถึงความเหมาะสมของรูปทรงอาคารในภูมิภาคเขตร้อนชื้น

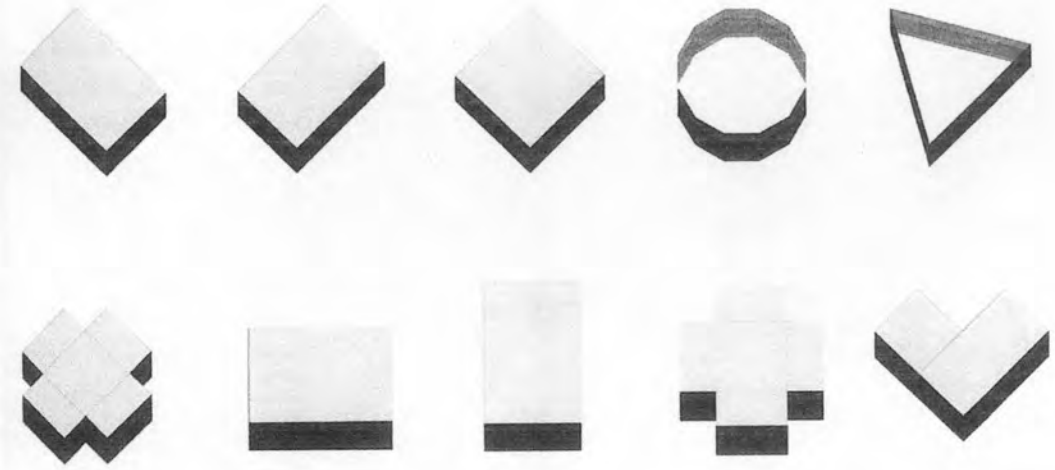
แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับอาคารสาธารณะและอาคารพักอาศัย ได้ระบุว่าสัดส่วนของอาคารสามรถแยกได้เป็น 2 ประเภท

ตารางที่ 2.3 แสดงการแยกประเภทสัดส่วนอาคาร

ประเภทอาคาร	รายละเอียด
1.อาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ	มีสัดส่วนพื้นที่ผนังทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ต่อพื้นที่ผนังทิศเหนือและทิศใต้เท่ากับ 1:1.1 – 1:1.3
2.อาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ	มีสัดส่วนพื้นที่ผนังทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ต่อพื้นที่ผนังทิศเหนือและทิศใต้เท่ากับ 1:2 – 1:2.5 และมีการเอียงอาคารอยู่ในมุมระหว่าง 30 – 120 องศา กับทิศประจำลม

แหล่งที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551: 2-6

หลังจากศึกษางานวิจัยจากต่างประเทศมาแล้ว มาศึกษางานวิจัยในประเทศไทยเพื่อเป็นการสนับสนุนการใช้พลังงานในอาคารของภูมิภาคเขตร้อนชื้น



รูปทรง	พื้นที่ (m^2)	เปลือกอาคาร/พื้นที่อาคาร	WWR	Peak Cooling Load ($KBtu/hr.m^2$)	m^2/Ton	Cooling Energy ($MBtu/m^2.Yr$)
	150	1	50%	0.508	23.6	1.01
	150	1	50%	0.458	26.2	0.97
	150	0.98	50%	0.477	25.2	0.98
	150	**0.87**	50%	**0.416**	**28.8**	**0.92**
	150	**1.12**	50%	**0.529**	**22.7**	**1.06**
	150	1.13	50%	0.485	24.7	1.01
	150	1	50%	0.505	23.8	1.00
	150	1	50%	0.508	23.6	0.99
	150	1.13	50%	0.486	24.7	1.02
	150	1.13	50%	0.524	22.9	1.06

ภาพที่ 2.11 แสดงผลการจำลองเพื่อทำความเย็นของอาคารพักอาศัยรูปทรงต่างๆ

แหล่งที่มา : JARS Thammasat University, 2007: 39

จากงานวิจัยดังกล่าวของ ผศ.ดร. อรรจน์ เศรษฐบุตร แสดงการใช้พลังงานอาคารพักอาศัยในประเทศไทย โดยอาคารทรงกลมเป็นอาคารที่ใช้พลังงานในการทำความเย็นน้อยที่สุด ตามด้วยอาคารทรงสามเหลี่ยม ส่วนอาคารทรงสี่เหลี่ยมนั้นอาคารทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่หันผนังด้านแคบเข้าหาทิศตะวันออกและทิศตะวันตกเป็นอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมที่ประหยัดพลังงานในการทำความเย็นน้อยน้อยที่สุด

2.2.3 ทิศทางของช่องเปิด

ช่องเปิดหมายถึง วัตถุที่นำมาประกอบเป็นช่องบริเวณเปลือกอาคาร เช่นหน้าต่าง ประตู หรือช่องแสงต่างๆ[6] การควบคุมแสงแดดและความร้อนมีความสำคัญที่ต้องคำนึงถึงทุกครั้งที่มีการออกแบบอาคาร เพราะประเทศไทยอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ดวงอาทิตย์จะส่องทั้งอ้อมเหนือและอ้อมใต้ โดยพิจารณาได้ดังนี้

1. ช่องแสง กระจกเป็นจุดที่มีความร้อนผ่านเข้ามาได้มากที่สุด การระมัดระวังในเรื่องนี้คือการกำหนดช่องแสงให้เหมาะสมกับทิศทางอาคาร

2. ช่วงเวลาสำคัญที่ต้องระวังและหาร่มเงาให้ทางทิศเหนือ คือเวลาบ่ายของวันที่ 21 มิถุนายน เพราะเป็นวันที่พระอาทิตย์อ้อมเหนือมากที่สุดในช่วงฤดูร้อน โดยจะอ้อมทางทิศเหนืออยู่ประมาณ 4 เดือน

3. ช่วงเวลาสำคัญที่ต้องระวังและหาร่มเงาให้ทางทิศใต้ คือวันที่ 22 ธันวาคม ซึ่งเป็นเวลาที่พระอาทิตย์อ้อมใต้มากที่สุด และมุมทางตั้งของดวงอาทิตย์จะทอดต่ำกว่าเดือนมิถุนายนมาก ทางใต้จึงได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ยาวนานกว่าทิศเหนือ โดยจะอ้อมทางทิศใต้อยู่ประมาณ 8 เดือน

4. สำหรับทิศตะวันออกและทิศตะวันตกจะรับแสงแดดมากทั้งในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ซึ่งมุมของแสงแดดทอดต่ำทั้งสองทิศ ทำให้ทั้งสองทิศได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ในปริมาณที่มาก จึงควรเปิดช่องแสงเท่าที่จำเป็นหรือเปิดให้น้อยที่สุด

5. การป้องกันการรั่วซึมของรอยรั่วตามช่องเปิด เพราะว่ารอยรั่วซึมของอากาศผ่านช่องเปิดมีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร โดยสามารถเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับช่องเปิดแน่น (tight classification) ระดับช่องเปิดปกติ (average classification) ระดับช่องเปิดหลวม (loose classification)

ทิศทางช่องเปิดที่เหมาะสม

---

[6] วรวุฒิ ศิริรัชฎาะ, "การศึกษาช่องเปิดสำหรับอาคารในเขตร้อนชื้น," (วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548): 12.

การเลือกช่องเปิดที่เหมาะสมกับทิศมีปัจจัยหลายๆอย่างมากมาย เช่น มุมมอง การถ่ายเทความร้อน การใช้สอย ความสวยงาม เป็นต้น แต่ข้อเสนอแนะในที่นี้จะคำนึงถึงค่าการถ่ายเทความร้อน ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ และทิศทางกระแสลม ดังต่อไปนี้[7]

1. ทิศเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณรังสีตรงดวงอาทิตย์มีปริมาณน้อยกว่าทิศอื่นๆ ส่วนมากเป็นรังสีกระจายประมาณ 70% และ 59% ของรังสีดวงอาทิตย์ตามลำดับ จึงมีคุณภาพ ในด้านแสงสว่าง และกระแสลมพัดผ่านในบางช่วง ซึ่งเดือนที่มีปริมาณรังสีรวมจากดวงอาทิตย์มากคือเดือนมิถุนายน สามารถออกแบบช่องเปิดได้ดีทุกรูปแบบ

ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ 8.00 -17.00 น.

2. ทิศใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ จะได้รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ตลอดปี ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์กระจายประมาณ 74%และ 65 % ของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ตามลำดับ ซึ่งเดือนที่มีปริมาณรังสีรวมจากดวงอาทิตย์มากคือเดือนธันวาคม และมีกระแสลมในฤดูร้อนพัดผ่านมาก จึงควรเปิดรับกระแสลมเพื่อระบายอากาศประกอบกับอุปกรณ์กันแดดเป็นอย่างยิ่ง

ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ 11.00 -17.00 น.

3. ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก จะได้รับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ตลอดปีในช่วงเวลาเที่ยง ถึงเวลาเย็น ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ประมาณ 59% และ 59% ของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ตามลำดับ ซึ่งเดือนที่มีปริมาณรังสีดวงอาทิตย์รวมจากดวงอาทิตย์มากคือเดือนมีนาคม จึงไม่ควรเปิดช่องเปิด เพราะจะเป็นการเพิ่มความร้อนภายในอาคาร ถ้าจำเป็นต้องเปิดควรออกแบบอุปกรณ์กันแดดด้วย หรือวางพื้นที่ภายใน เป็นส่วนห้องน้ำ ห้องครัว เพื่อช่วยป้องกันความร้อนบางส่วนให้กับอาคาร

ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ 11.00 -17.00 น.

4. ทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ จะได้รับรังสีตรงจากอาทิตย์ตลอดปี ในช่วงก่อนเวลาเที่ยง ถึงเวลาเย็นปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ประมาณ 71% และ 65% ตามลำดับของรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ตามลำดับ ซึ่งเดือนที่มีปริมาณ รังสีรวมจากดวงอาทิตย์มากที่สุดคือเดือนธันวาคม ไม่เหมาะกับช่องเปิดที่มีการรับกระแสลมเพราะจะมีทิศทางของกระแสลมน้อย หรือการวางตำแหน่งห้องที่มีการปรับอากาศไว้ทางสองทิศนี้จะเหมาะสม

ช่วงเวลาที่ควรป้องกันรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ 11.00 -17.00 น.

---

[7] เฉลิมวัฒน์ ตันตสวัสดิ์ **"แนวทางการออกแบบประหยัดพลังงานสำหรับที่พักอาศัย โดยการระบายอากาศและสะสมความเย็นด้วยวิธีธรรมชาติ"** เสนอ สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 12 กรกฎาคม 2550. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

แบบประเมินอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สำหรับอาคารสาธารณะ ได้ระบุว่าพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังของอาคารแยกตามประเภทอาคารดังนี้

ตารางที่ 2.4 แสดงพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนังของอาคาร

อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างต่อพื้นที่ผนัง (WWR)		
อาคารสำนักงาน	อาคารห้างสรรพสินค้า	อาคารโรงแรม
ไม่เกิน 35%	ไม่เกิน 30%	ไม่เกิน 30%
อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างต่อพื้นที่ผนัง (WWR)ที่ดีที่สุด		
ไม่เกิน 25%	ไม่เกิน 20%	ไม่เกิน 20%

แหล่งที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551: 3-7

2.3 สรุปเอกสารและงานวิจัยเข้าสู่ประเด็นปัญหาการวิจัย

หลังจากศึกษาแนวคิดและทฤษฎีและเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยทั้ง 3 ประเด็นที่ต้องการศึกษา อันได้แก่ ทิศทางอาคารและการวางผังอาคาร สัดส่วนรูปทรงอาคาร ทิศทางของช่องเปิด สรุปได้ดังนี้

2.3.1 ทิศทางอาคารและการวางผังอาคาร

- ผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตกเป็นผนังที่ได้รับอิทธิพลความร้อนสูงสุด
- เมื่อทำการหันอาคารในทิศต่างๆ มีการใช้พลังงานมากขึ้นหรือลดลงเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับอาคารที่หันถูกทิศทาง

2.3.2 สัดส่วนรูปทรงอาคาร

- รูปทรงที่ทำการศึกษา ศึกษาเฉพาะรูปทรงสี่เหลี่ยมเพื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยทั้งในและนอกประเทศ
- สัดส่วนอาคารมีการศึกษา ในงานวิจัยส่วนมากมีการยืนยันถึงอัตราส่วนอาคารในภูมิอากาศเขตร้อนชื้นอยู่ที่ 1:3 จึงทำการศึกษาเปรียบเทียบเมื่ออาคารมีสัดส่วนมากขึ้นหรือน้อยลง โดยศึกษารูปทรงดังนี้

ตารางที่ 2.5 แสดงการศึกษาสัดส่วนอาคารในการทำวิจัย

สัดส่วนอาคาร	หลักการและเหตุผล
1:1	-อาคารทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสทุกด้านเท่ากัน
1:1.1, 1:1.2, 1:1.3	-สัดส่วนที่เหมาะสมกับอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศ
1:1.7	-เป็นสัดส่วนที่ได้ประโยชน์สูงสุด
1:2และ1:2.5	-สัดส่วนที่เหมาะสมกับอาคารที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ
1:3	-สัดส่วนอาคารที่เหมาะสมกับภูมิภาคเขตร้อนชื้น
1:4	-ไม่ควรมีสัดส่วนเกินไปกว่านี้

2.3.3 ทิศทางและขนาดช่องเปิด

ช่องเปิดเป็นส่วนที่มีอิทธิพลต่อภาระการทำความเย็นมากที่สุดดังนั้น จึงควรมีการศึกษาเปรียบเทียบในอัตราส่วนต่อผนัง โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เริ่มตั้งแต่ 10%-90%