บทที่ 2

แนวคิดทางทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดด้านการพัฒนาอย่างยั่งยืน

แนวคิดด้านการพัฒนาที่ยั่งยืนนั้นได้ปรากฏครั้งแรกในยุทธศาสตร์การอนุรักษ์โลก (World Conservation Strategy : WCS) โดยสหพันธ์อนุรักษ์โลก (The World Conservation Union : I.U.C.N) ในปี 1980 โดย คณะกรรมาธิการโลกว่าด้วยสิ่งแวดล้อมและการพัฒนา (The World Commission on Environment and Development : WCED) ได้ให้ความหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน (sustainable development) ว่า เป็นการพัฒนาซึ่งตอบสนองความต้องการของปัจจุบันโดยไม่รบกวนทรัพยากรของมนุษย์ในอนาคตรุ่นต่อๆไป การพัฒนาอย่างยั่งยืนนั้นคือกระบวนการเปลี่ยนแปลงการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในปัจจุบันซึ่งไม่ถูกต้อง

ช่วงหนึ่งของแผนปฏิบัติการ 21 ได้กล่าวถึงการทิศทางการพัฒนาไว้ว่า “นอกจากความสอดคล้องกันของทิศทางของการลงทุน, แนวทางของการพัฒนาเทคโนโลยี, และการเปลี่ยนแปลงรูปแบบที่ปฏิบัติกันมาช้านานแล้วยังต้องปรับปรุงความสามารถของปัจจุบันและอนาคตเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของมนุษย์อีกด้วย”

ในการประชุมสุดยอดของโลก ณ.กรุงเจนีวา ในเดือนกรกฎาคมปี 2535 Lewis Preston ประธานธนาคารโลกได้แถลงถึงการพัฒนาที่ยั่งยืนว่า “เราจำเป็นต้องมีแนวทางการพัฒนาใหม่ๆ ซึ่งเป็นแนวทางที่นำมนุษย์ไปสู่ความก้าวหน้าซึ่งไม่ใช่เฉพาะบางแห่งหรือบางเวลาหากแต่ชักนำทั้งโลกไปสู่อนาคตอันยาวไกล ดังนั้น การพัฒนาที่ยั่งยืน คือจุดหมายซึ่งไม่เพียงแต่การพัฒนาประเทศใดประเทศหนึ่งหากแต่เป็นการพัฒนาระบบอุตสาหกรรมด้วยเช่นกัน”

ในแผนปฏิบัติการ 21 การประชุมสหประชาชาติว่าด้วยการพัฒนาและสิ่งแวดล้อมนี้เอง ที่ได้กล่าวถึงการพัฒนาโดยครอบคลุมทั้ง 3 มิติ คือ มิติทางเศรษฐศาสตร์, สังคม, และสิ่งแวดล้อม โดยที่การพัฒนาทางเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจอย่างเดียวนั้นก่อให้เกิดความไม่สมดุลและการทำลายสภาพแวดล้อม ดังนั้นจึงเกิดประเด็นการพัฒนาโดยที่เน้นการลดการใช้ทรัพยากรรวมถึงการอนุรักษ์เพื่อให้เกิดความหลากหลายทางสายพันธุ์และการอนุรักษ์ธรรมชาติควบคู่กันไป

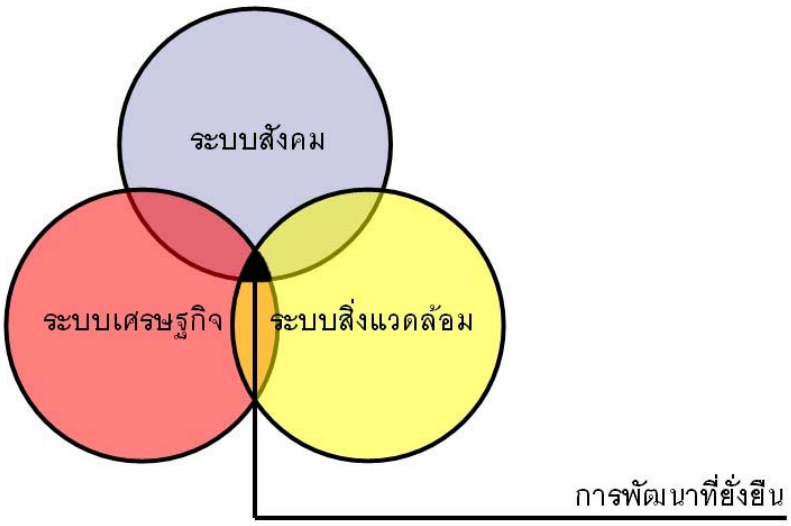
จะพบว่าการพัฒนาให้เกิดความยั่งยืนดังที่กล่าวข้างต้นนั้นไม่ได้เกิดจากการพัฒนาเพียงมิติเดียว เอกสารชื่อ Caring for The Earth (อ้างโดย David A. Munro) ได้นำเสนอแนวคิดว่าการพัฒนาอย่างยั่งยืนนั้น ต้องเกิดจากหน้าที่ของมนุษย์ดังนี้

- ความใส่ในในผู้อื่นทั้งคนและสัตว์ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต
- การพัฒนาสภาพชีวิตของมนุษย์
- การอนุรักษ์สิ่งที่เกี่ยวพันต่อการคงอยู่ของมนุษย์รวมถึงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต
- การใช้ทรัพยากรที่สามารถทดแทนได้เช่นต้นไม้ ต้องอยู่ในขอบเขตที่สามารถสร้างใหม่ได้ทัน
- การลดใช้ทรัพยากรที่สามารถหมดไปได้เช่นน้ำมัน

การจะทำให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนตามแนวคิดนี้ ต้องเกิดจากการประกอบกันของสามระบบ คือสังคม (Social), เศรษฐกิจ (Economic), และระบบนิเวศน์ (Ecological)

ดังนั้น จะพิจารณาได้ว่าการพัฒนาแบบยั่งยืนนั้นเป็นความสัมพันธ์ของสามระบบคือระบบชีวภาพ เศรษฐกิจและสังคม (Biological, economic and social system) โดยที่ระบบทั้งสามระบบนี้ต้องสอดคล้องกัน หรือสามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้

ภาพที่ 2.1
การพัฒนาที่ยั่งยืน



มิติความยั่งยืนแบ่งออกเป็น 3 ระบบ ซึ่งแต่ละระบบ มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึง ดังนี้

ระบบสังคม

- เอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมของแต่ละท้องถิ่น
- การกระจายอำนาจ
- การเข้าถึงทรัพยากร
- ความมีเสถียรภาพในการใช้ชีวิต
- ความเท่าเทียมกัน

ระบบเศรษฐกิจ

- ความเจริญเติบโต
- การพัฒนา
- ผลิตภาพ
- การกระจายของความเจริญเติบโตไปสู่เบื้องล่าง

ระบบสิ่งแวดล้อม

- ความสมบูรณ์ของระบบนิเวศน์
- ขีดความสามารถในการรองรับ (Carrying capacity)
- ความหลากหลายทางชีวภาพ

เมื่อแต่ละระบบได้รับการดูแลในแต่ละข้อดังที่กล่าวไปแล้ว จะพบความยั่งยืนที่เป็นรูปธรรม ดังนี้

ความยั่งยืนในระบบสังคม

- ความปลอดภัยในการทำงานและสุขภาพของมนุษย์
- ความคำนึงถึงผลกระทบต่อท้องถิ่น ชุมชน และคุณภาพชีวิต
- ผลประโยชน์แด่ผู้ที่ด้อยโอกาสกว่า เช่น ผู้พิการ

ความยั่งยืนในระบบเศรษฐกิจ

- การสร้างตลาดใหม่ และโอกาสในการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ
- ลดปริมาณการใช้วัตถุดิบและพลังงาน ลดค่าผลิตสินค้าเนื่องจากการพัฒนาประสิทธิภาพ
- สร้างมูลค่าเพิ่มแก่สินค้า

ความยั่งยืนในระบบสิ่งแวดล้อม

- ลดปริมาณการปล่อยของเสียทั้งประเภทของแข็ง ของเหลว และก๊าซสู่สภาพแวดล้อม
- ลดผลกระทบซึ่งจะเกิดแก่สุขภาพของมนุษย์
- ใช้วัตถุดิบที่สามารถสร้างทดแทนได้
- หลีกเลี่ยงการใช้สารพิษ

2.2 ความยั่งยืนในงานสถาปัตยกรรม

จากแนวคิดเกี่ยวกับความยั่งยืนข้างต้นจะพบว่า การคำนึงถึงระบบทั้ง 3 อันได้แก่ ระบบสังคม, ระบบเศรษฐกิจ, และระบบสิ่งแวดล้อมนั้น จะก่อให้เกิดความยั่งยืนและน่าจะประยุกต์ได้กับทุกๆสิ่งในการกระทำใดๆก็ตามเพื่อลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังสามารถเป็นแรงกระตุ้นในการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและลดของเสียอันจะเกิดจากกระบวนการต่างๆ ย่อมแสดงว่า สถาปัตยกรรม อันเป็นการนำวัตถุดิบต่างมาผลิตให้เกิดเป็นผลลัพธ์อันได้แก่งานสถาปัตยกรรมนั้น ก็ย่อมทำได้เช่นกัน เนื่องจากโดยปกตินั้น การสร้างงานสถาปัตยกรรมสักชิ้นนั้นใช้ทรัพยากรค่อนข้างมาก อีกทั้งยังผลิตของเสียอีกจำนวนมากเช่นกัน และเมื่อสถาปัตยกรรมชิ้นเสร็จสิ้นแล้วก็ยังต้องใช้ทรัพยากรอย่างมากในการดำรงสภาพการใช้งานอีกเช่นกัน เช่น น้ำ, น้ำมัน, ไฟฟ้า และอื่นๆ

แผนปฏิบัติการที่ 21 ก็มีการกล่าวถึงที่อยู่อาศัยของมนุษย์ในเมืองเช่นกัน โดยที่เพื่อทำให้ชีวิตความเป็นอยู่ในเมืองมีความยั่งยืนมากขึ้น รัฐบาลควรให้ คนยากจนไร้ที่อยู่อาศัย และผู้ไม่มีงานทำได้รับ ที่ดิน เงินกู้ และวัสดุก่อสร้างที่มีราคาถูก ประชาชนควรได้รับความมั่นคงในเรื่องที่อยู่อาศัยและการ คุ้มครองทางกฎหมาย เพื่อไม่ให้ถูกขับไล่โดยไม่เป็นธรรม ในเขตชุมชนเมืองทุกแห่งรัฐบาลจะต้องจัดหาบริการด้านต่างๆ เช่น น้ำสะอาด การสุขาภิบาล การจัดเก็บขยะ โครงการก่อสร้างควรมุ่งเน้นการใช้ วัสดุท้องถิ่น การออกแบบอาคารมุ่งใช้พลังงาน อย่างประหยัด การใช้วัสดุที่ไม่เกิดอันตรายต่อ สุขภาพและสิ่งแวดล้อม และการใช้เทคโนโลยี ที่มีการว่าจ้างแรงงานมากยิ่งขึ้น

เมื่อพิจารณาแนวคิดทั้งหมดแล้วนั้นความยั่งยืนในด้านสถาปัตยกรรม คือการจัดการการสร้างและรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม โดยคำนึงถึงการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและคำนึงถึงระบบนิเวศน์ การออกแบบที่ยั่งยืนนั้นมีเป้าหมายอยู่ที่การลดผลกระทบด้านลบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมโดยการทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในด้านพลังงานและทรัพยากร

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Co-operation and Development : OECD) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับอาคารที่ยั่งยืนว่าเป็นอาคารที่ลดผลกระทบของการก่อสร้างและสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด ทั้งในตัวอาคาร, สิ่งแวดล้อมรอบอาคาร, สภาพสังคม หรือแม้แต่ทั้งโลก

แนวคิดอาคารยั่งยืนขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนาอาจจะนิยามได้เป็นข้อปฏิบัติในการสร้างสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งพยายามเติมเต็มสิ่งที่จะก่อให้เกิดคุณภาพของสิ่งปลูกสร้างนั้นๆ (ซึ่งรวมถึงสังคม, เศรษฐกิจ, และสิ่งแวดล้อม) ในหลายด้าน เช่น การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การคำนวณลักษณะผู้อยู่อาศัยและขนาดเพื่อให้สอดคล้องกับการใช้ทรัพยากรในการสร้าง การลดการใช้พลังงานและการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนาได้ตั้งเป้าหมายของอาคารที่ยั่งยืนออกเป็น 5 ข้อ ได้แก่

1. การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ
2. การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (รวมถึงลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก)
3. การลดมลพิษ (รวมถึงคุณภาพอากาศภายในและลดมลภาวะทางเสียง)
4. ความกลมกลืนกับสภาพแวดล้อม
5. การผสมผสานและคล้ายคลึงกันอย่างเป็นระบบ (รวมถึงระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม)

สถาปนิกชาวอเมริกัน Thomas A. Fisher ได้ให้องค์ประกอบ 5 ข้อที่ทำให้เกิดสถาปัตยกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1. <u>สภาพอากาศภายในที่ดี</u>
   มีการใช้วัสดุและระบบในการก่อสร้างซึ่งไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารที่เป็นโทษแก่ผู้อยู่อาศัย และต้องมีการทำความสะอาดหรือถ่ายเทอากาศภายในด้วยการกรองหรือการปลูกพืช
2. <u>มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ</u>
   มีการใช้พลังงานที่น้อยที่สุด ระบบทำความร้อน, ระบบทำความเย็น, และระบบแสงสว่างต้องมีวิธีหรือเลือกอุปกรณ์ซึ่งใช้พลังงานน้อยที่สุด
3. <u>ใช้วัสดุซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อระบบนิเวศน์</u>

ใช้วัสดุในการปลูกสร้างและอุปกรณ์อื่นๆซึ่งกระทบต่อการทำลายสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ไม่ที่ใช้ต้องเลือกไม่ที่ไม่ได้เกิดจากการทำลายป่า ต้องมีการคำนึงถึงอุปกรณ์ในการก่อสร้างซึ่งไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนในการผลิต

4. <u>การออกแบบซึ่งเกี่ยวพันกับสภาพแวดล้อม</u>
   การออกแบบต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมซึ่งก็คือ สถานที่ตั้ง, สภาพสังคมและสภาพภูมิอากาศ การออกแบบเพื่อมุ่งเน้นเพื่อช่วยให้เกิดการนำกลับมาใช้ใหม่และประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน รูปแบบของสถาปัตยกรรมต้องสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมทั้งผู้อยู่อาศัยและธรรมชาติ
5. <u>การออกแบบที่ดี</u>
   การสร้างให้เกิดประสิทธิผล, อยู่ได้ยืนยาว และมีความสัมพันธ์ทางด้านการใช้พื้นที่, การถ่ายเทอากาศ, รูปทรงอาคาร, ระบบภายในอาคารและเทคโนโลยีการก่อสร้าง มีความสัมพันธ์กับประวัติศาสตร์เดิม *อาคารที่ก่อสร้างเสร็จนั้นต้องเป็นสิ่งปลูกสร้างที่ดี ใช้ง่ายและสวยงาม*

ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ ก็ให้นิยามของสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืนเช่นกัน ความยั่งยืนของศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ คือการหลอมรวมของความต้องการของมนุษย์ในปัจจุบัน และความคิดใหม่ในการออกแบบ โดยความต้องการของมนุษย์ในปัจจุบัน และความคิดในการออกแบบ สามารถแยกเป็นหัวข้อย่อยๆได้ดังนี้

<u>ความต้องการของมนุษย์ในปัจจุบัน</u>

1. ความรู้สึกร้อน หนาวที่พอเหมาะ (Thermal Comfort)
   หมายถึง การควบคุมสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้อยู่ในเขตสบายตามความต้องการของผู้อยู่อาศัย โดยเน้นการใช้ระบบธรรมชาติให้มากที่สุด
2. การมีแสงสว่างที่เหมาะสมพียงพอ (Lighting Comfort)
   หมายถึง รูปแบบที่เน้นความแตกต่างของแสง (Contrast) ที่ไม่ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อสายตา
3. การมีคุณภาพเสียงที่เหมาะสม (Acoustic Comfort)
   หมายถึง การคุมเสียงภายนอกและภายในอาคารโดยที่กันเสียงภายนอกไม่ให้เข้ามารบกวนและควบคุมเสียงภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม
4. ความต้องการทัศนวิสัยที่สบายตา (Visual Comfort)

หมายถึง ความต้องการในเรื่องทัศนวิสัยที่เน้นความรู้สึกสบายตาและสดชื่น แจ่มใส โดยการควบคุมให้มีความแตกต่างระหว่างจุดที่มืดที่สุดและสว่างที่สุดให้ไม่ต่างกันเกินไป

5. ความงามและบรรยากาศ (Aesthetics and Atmosphere)
   หมายถึง ความงามทางสถาปัตยกรรมและที่ว่างตลอดจนมีบรรยากาศที่เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละกรณี
6. การมีคุณภาพอากาศภายในที่ดี (Indoor Air Quality)
   หมายถึง การสร้างคุณภาพอากาศภายในที่สะอาดปราศจากมลพิษ
7. การมีความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน (Security and Safety)
   หมายถึง กระบวนการออกแบบที่สร้างสรรค์ให้เห็นความปลอดภัย ทั้งภายนอกและภายในอาคาร
8. เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology)
   หมายถึง ความสามารถในการติดต่อสื่อสารและรับรู้ข้อมูลข่าวสารกับโลกภายนอก โดยอาศัยระบบการสื่อสารทั้งไร้สายและมีสาย

<u>แนวความคิดใหม่ของการออกแบบ</u>

1. การใช้ตัวแปรที่เกี่ยวกับที่ตั้งอาคาร (Site Elements)
   คือ การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมอาคารให้เย็นกว่าสภาพแวดล้อมโดยทั่วๆไป
2. การเลือกที่ตั้งและทิศทางของอาคาร (Building Placement and Orientation)
   คือ การเลือกรูปแบบและการวางตำแหน่งที่ตั้งของอาคารจะต้องมีความสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่ตั้งอาคาร (Micro Climate)
3. การพิจารณาออกแบบและเลือกระบบเปลือกอาคาร (Envelop Component Consideration)
   คือ การเลือกระบบเปลือกอาคารให้เหมาะสมที่เหมาะสม ระบบเปลือกอาคาร (Building Envelope) หมายถึงทุกส่วนของอาคารที่สัมผัสกับอากาศภายนอก ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนทึบและส่วนโปร่งแสง ระบบเปลือกอาคารที่ดีควรจะช่วยลดความร้อนและความชื้นจากภายนอกอาคารและควรจะนำความเย็นจากสภาพภายนอกและการใช้ประโยชน์จากปัจจัยธรรมชาติต่างๆ เช่นแสงธรรมชาติ ในขณะเดียวกันก็ยังคงรักษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้อยู่อาศัยในอาคารกับธรรมชาติ

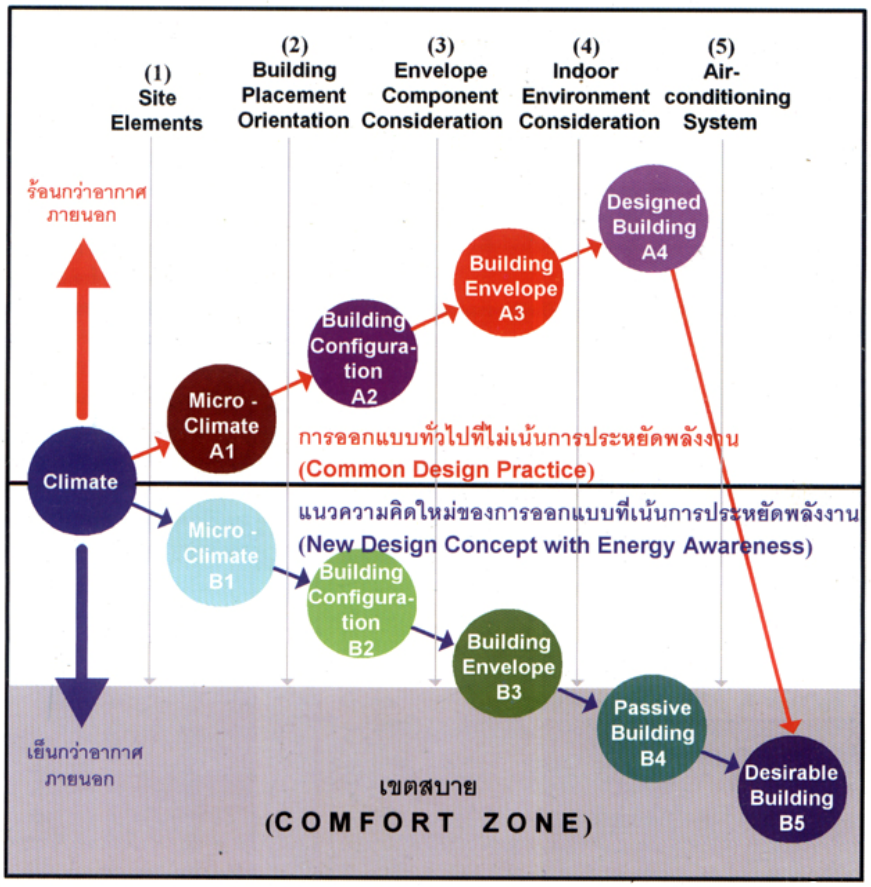
4. การพิจารณาเลือกระบบที่มาใช้ภายในอาคาร (Indoor Environment Consideration)

คือ การเลือกระบบที่จะนำมาใช้เพื่อช่วยสร้างสภาวะภายในอาคารให้ตอบสนองต่อความต้องการใช้งาน เช่น อุปกรณ์ วัสดุตกแต่งภายใน และเครื่องใช้ต่างๆ

แนวความคิดใหม่ในการออกแบบนั้น เมื่อเทียบกับการออกแบบทั่วไป สามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้

ภาพที่ 2.2

แนวความคิดใหม่ในการออกแบบ



(รูปจาก เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า, ศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ)

อธิบายแผนภาพ

การออกแบบทั่วไปที่ไม่เน้นการประหยัดพลังงาน

เริ่มตั้งแต่การออกแบบ สิ่งแรกที่ต้องคำนึงถึงคือ องค์ประกอบของที่ตั้ง (Site Element) การออกแบบโดยทั่วไปนั้น อาจมีการตัดต้นไม้หรือใช้พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หรืออื่นๆ ซึ่งหากจัดวางที่ตั้งของพื้นคอนกรีตอย่างไม่เหมาะสมนั้น จะเป็นผลทำให้สภาพแวดล้อมรอบตัวบ้าน (Micro-Climate) ร้อนกว่าภายในบ้านและเกิดการแผ่ความร้อนเข้ามาในบ้าน

การเลือกที่ตั้งและทิศทางของตัวอาคาร (Building Placement Orientation) การออกแบบแบบเก่าอาจจะตั้งวางตัวอาคารให้เกิดความสวยงาม แต่มิได้คำนวณการวางช่องเปิดหรือทิศทางตัวอาคารที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมภายนอก ผลที่ได้ก็คือ อุณหภูมิภายในบ้านจะร้อนกว่าอุณหภูมิภายนอกอาคาร

สิ่งที่ต้องพิจารณาต่อมาก็คือการออกแบบและเลือกระบบเปลือกอาคาร (Envelope Component Consideration) โดยที่การเลือกระบบเปลือกอาคารนั้น มักจะเลือกแต่ของเดิมที่มีการทำกันมาโดยมิได้พิจาณาถึงผลได้ผลเสียของแต่ละวัสดุเปลือกอาคาร จะเห็นได้จากการใช้ผนังก่ออิฐฉาบปูนซึ่งมีค่ากันความร้อนน้อย และการใช้กระจกสีชาหรือกระจกสะท้อนแสงซึ่งเหมาะสมกับเมืองหนาวมากกว่าเมืองประเภทอากาศร้อนชื้นแบบเมืองไทย เป็นผลให้เกิดการกักเก็บความร้อนภายในบ้าน

สภาพแวดล้อมภายในบ้าน (Indoor Environment) นั้นคือการเลือกเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ต่างๆในบ้านให้เหมาะสม เพราะภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศอยู่ที่ 2 ปัจจัยหลักอันได้แก่ ความชื้น และความร้อน ดังนั้น หากทั้งอาคารให้แสงสว่างจากหลอดประดิษฐ์ย่อมจะเกิดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศจำนวนมากเพื่อลดความร้อนจากหลอดประดิษฐ์

เมื่อสภาพในทุกๆด้านไม่เหมาะสม ทางออกของการจัดการให้อาคารเป็นอาคารที่มีสภาพอากาศภายในสบายหรือพออยู่อาศัยได้ย่อมต้องใช้ระบบปรับอากาศปริมาณมากเข้ามาช่วย ซึ่งระบบปรับอากาศนี้เองที่เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ เพราะการออกแบบ หากพิจารณาตั้งแต่เริ่มแรกนั้น จะทำให้ลดภาระของการใช้เครื่องปรับอากาศไปได้อย่างมาก

การออกแบบที่เน้นการประหยัดพลังงาน

การออกแบบที่เน้นการประหยัดพลังงานคือการออกแบบที่แตกต่างกับการออกแบบโดยทั่วไป โดยที่เริ่มตั้งแต่การใช้ตัวแปรต่างๆเพื่อให้สภาพแวดล้อมภายในอาคารเย็นลงกว่าเดิม เช่นการปลูกพืชคลุมดิน การใช้สภาพแวดล้อมให้เป็นประโยชน์เช่นการใช้ร่มไม้บังแดด หรือการลดระดับพื้นชั้น 1 เพื่อให้สัมผัสผิวดินและนำความเย็นจากดินมาใช้ประโยชน์ แต่ก็ต้องมีการควบคุม

ความชื้นที่มาจากดินเช่นกัน การเลือกวัสดุเปลือกอาคารนั้นก็พิจารณาเลือกวัสดุที่ยอมให้แสงผ่านเข้ามาในอาคารในระดับที่พอเหมาะและควบคุมความร้อนให้น้อยที่สุด การเลือกใช้ไฟฟ้าก็เลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ประหยัดไฟ และถ้าเป็นไปได้ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนมากเช่นตู้เย็นก็ควรนำไปไว้ภายนอกอาคาร เป็นต้น

เมื่อทำตามแต่ละขั้นตอนและพิจารณาเป็นอย่างดีแล้วนั้น จะพบว่า ระบบที่ใช้ในการออกแบบบ้านที่ประหยัดพลังงานคือการนำระบบการระบายความร้อนโดยวิธีธรรมชาติ (Passive) มาใช้ให้มากที่สุดโดยควบคุมปัจจัยในหลายๆด้านให้เหมาะสมโดยปัจจัยที่ต้องพิจารณานั้น แบ่งออกเป็น 2 ปัจจัยหลัก ดังจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

2.3 ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการประหยัดพลังงาน

ในการประหยัดพลังงานในอาคารพักอาศัยนั้น พิจารณาจากปัจจัยเชิงกายภาพ ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยภายนอกและภายใน รวมถึงปัจจัยเชิงเศรษฐศาสตร์ ดังมีรายละเอียดดังนี้

1. ปัจจัยภายนอก
    - อุณหภูมิอากาศ
    - ปริมาณความชื้น
    - ปริมาณ ทิศทางและความเร็วลม
    - ความร้อนที่มีผลกระทบต่ออาคาร
    - ที่ตั้ง, ลักษณะรูปร่างอาคารและช่องเปิด
    - ต้นไม้และพืชพรรณต่างๆ
    - แหล่งน้ำ
2. ปัจจัยภายใน อันได้แก่ ระบบเปลือกอาคาร ระบบโครงสร้าง ระบบเครื่องกล เป็นต้น
3. ปัจจัยเชิงเศรษฐศาสตร์ คือการศึกษาเปรียบเทียบแนวทางการปรับปรุงอาคารในแต่ละแนวทางเลือก ประกอบกับความเหมาะสมในการลงทุน เพื่อพิจารณาทางเลือกที่ให้ประโยชน์สูงสุดในการลงทุน

2.4 ปัจจัยด้านสภาพอากาศของประเทศไทยและความร้อนที่มีผลต่ออาคาร

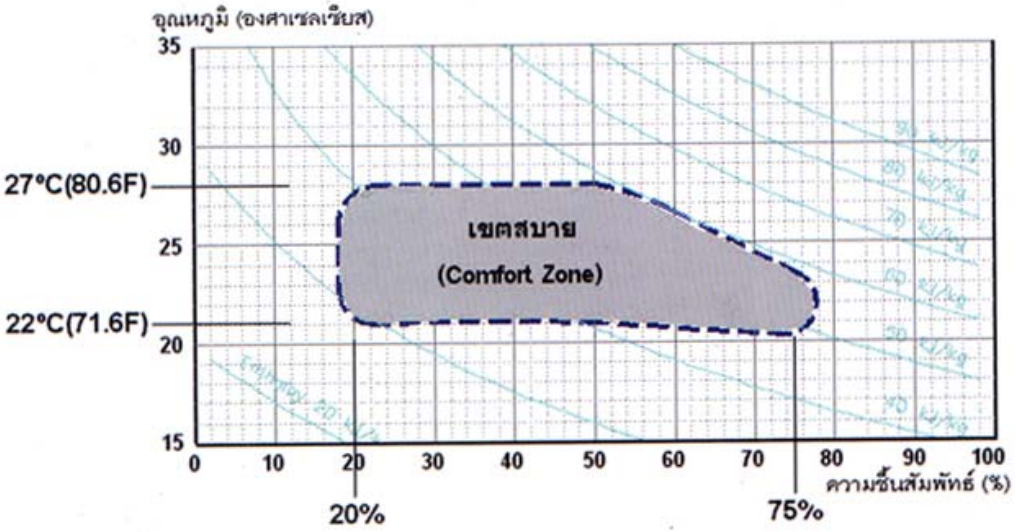
การศึกษาสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ซึ่งเป็นลักษณะของกรุงเทพมหานคร พบว่ามีปัจจัยด้านภูมิอากาศ ดังนี้

2.4.1 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

โดยการสร้างแผนภูมิไบโอไคลเมติก (Bioclimatic Chart) ซึ่งแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เพื่อแสดงขอบเขตของสภาวะที่มนุษย์จะรู้สึกสบาย ดังรูป

ภาพที่ 2.3

ไบโอไคลเมติก (Bioclimatic Chart)



ซึ่งจากแผนภูมิ จะสามารถสรุปได้ว่ามนุษย์จะรู้สึกสบายเมื่อ

1. อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 22-27 องศาเซลเซียส
2. ความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 20-75 เปอร์เซ็นต์

โดยเขตสบายดังกล่าว มีเงื่อนไขดังนี้

1. ความเร็วลมค่อนข้างสงบ (ประมาณ 0-1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
2. อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังมีค่าเท่ากัน
3. การแต่งกายเป็นแบบลำลองโดยสวมเสื้อผ้าสบายๆ จำนวนเสื้อผ้าน้อยชิ้น

4. บุคคลอยู่ในอิริยาบถปกติสบายๆ เช่นนั่งอ่านหนังสือ นั่งเล่น เป็นต้น

แต่ทว่าสภาพภูมิอากาศของเมืองไทยส่วนใหญ่จะมีลักษณะค่อนข้างร้อนและมีความชื้นมากเกินไป ซึ่งในกรณีนี้ ต้องใช้อิทธิพลของความเร็วลมและอิทธิพลของอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยโดยรอบมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น การปรุงแต่งสภาวะแวดล้อมบริเวณผิวดินให้มีลมพัดผ่านผิวดินและผิวหญ้าที่เปียกหรือชื้นเพื่อให้เกิดการระเหยของน้ำ ซึ่งเป็นผลทำให้ผิวดินเย็นลงจนใกล้เคียงอุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet Bulb Temperature) เกิดการเหนี่ยวนำความเย็นไปทั่วบริเวณรวมถึงบริเวณชั้นล่างของอาคารด้วย

2.4.2 <u>ความสัมพันธ์ของความเร็วลมและอุณหภูมิ</u>

ภูมิอากาศในกรุงเทพมหานครนั้น ช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคมเอื้ออำนวยต่อการประหยัดพลังงานมากที่สุด ส่วนในช่วงที่มีความเป็นไปได้ในการนำเอาระบบธรรมชาติมาใช้รองลงไปคือเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ และส่วนเดือนที่เหลือพบว่ามีความชื้นค่อนข้างสูงมาก ซึ่งถ้านำความชื้นเข้ามาในตัวอาคารและใช้ระบบปรับอากาศก็จะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานอย่างมากในการในการลดความชื้นและอุณหภูมิให้กับอากาศ ในการศึกษาของศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ พบว่าอุณหภูมิกรุงเทพมหานคร 10 ปีไม่มีความแตกต่างกันมากนัก และสรุปออกมาเป็นลักษณะของกลุ่มภูมิอากาศ 4 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มเย็นชื้นปานกลาง คือ เดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ รวม 2 เดือน
2. กลุ่มร้อนชื้นมาก-ลมใต้ คือ เดือนมีนาคม เมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน รวม 4 เดือน
3. กลุ่มร้อนชื้นมาก-ลมแปรปรวน คือ เดือนกรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม รวม 4 เดือน
4. กลุ่มเย็นแห้ง คือ เดือนพฤศจิกายน และธันวาคม รวม 2 เดือน

2.4.3 <u>ความชื้น</u>

เนื่องจากประเทศไทยมีความชื้นค่อนข้างสูง ดังนั้นหากจะใช้ระบบปรับอากาศ ก็ต้องใช้พลังงานอย่างมากไปในการขจัดความชื้นมากกว่าการลดอุณหภูมิให้อากาศหลายเท่า ด้วยเหตุนี้ การประหยัดพลังงานในอาคารจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงการรั่วซึมของอากาศ และกำหนดปริมาณ

อากาศภายนอกบ้านที่จะนำเข้ามาภายในบ้าน ในเชิงปฏิบัติจะพบว่าบ้านพักอาศัยทั่วๆไปในประเทศไทยมีการรั่วซึมของอากาศสูงมาก ความชื้นของอากาศจากภายนอกบ้านสามารถทะลุผ่านเข้ามาในบ้านได้หลายทาง เช่น

1. <u>ความชื้นที่ซึมผ่านผนังอาคาร</u>
   หากบ้านมีระบบเปลือกอาคารเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูน จะพบว่าผนังดังกล่าวมีการป้องกันการรั่วซึมของอากาศได้ไม่ดีนัก เมื่อผนังภายนอกเปียกชื้น ความชื้นจะค่อยๆซึมผ่านผนังและเข้าสู่อาคารในรูปแบบของไอน้ำซึ่งควบคุมได้ยาก
2. <u>ความชื้นที่รั่วซึมผ่านขอบประตูหน้าต่างและช่องเปิด</u>
   ในระบบการก่อสร้างของไทยนั้น มักจะมีว่าง รูรั่ว และรอยแยกที่อยู่ระหว่างขอบประตูหน้าต่างกับส่วนประกอบของอาคารค่อนข้างมากถึงแม้ปิดประตูหน้าต่างสนิทแล้วก็ตาม
3. <u>ความชื้นจากการเปิดปิดประตูหน้าต่าง</u>
   เมื่อมีการเปิดประตูหน้าต่างรับลมหรือเปิดเข้า-ออกจากตัวบ้านในขณะที่ภายนอกมีลมแรง จะต้องเสียพลังงานไปในการยอมให้อากาศภายนอกเข้ามาในบ้านเป็นปริมาณมาก ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเปิดประตูขนาดกว้าง 1 เมตร สูง 2 เมตร ในด้านใต้ ลมช่วงบ่ายของเดินเมษายนโดยมีความเร็วลมภายนอกประมาณ 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หากลมนั้นเข้าสู่ตัวบ้านอย่างสะดวกเป็นเวลา 1 นาทีจะต้องเพิ่มภาระในการลดอุณหภูมิให้กับอาคารประมาณค่าได้กับการเปิดระบบปรับอากาศ 1 ตัน เป็นเวลา 1 ชั่วโมงในการลดความชื้นและลดอุณหภูมิให้กับอากาศที่ผ่านเข้ามาในอาคารโดยผ่านประตูบานดังกล่าว
4. <u>ความชื้นจากการสะสมของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง</u>
   ในกรณีที่เป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนหรือผนังอิฐจะพบว่า เมื่อเปิดบ้านทิ้งไว้นานๆ ความร้อนและความชื้นจากภายนอกบ้านจะสะสมอยู่ภายในเนื้อวัสดุต่างๆ และต้องใช้พลังงานปริมาณมากเพื่อลดความร้อนและความชื้นที่สะสมอยู่ในวัสดุก่อสร้างเหล่านี้
5. <u>ความชื้นที่สะสมอยู่ภายในวัสดุตกแต่งภายในเครื่องเรือน</u>
   คือความชื้นที่สะสมอยู่ในเครื่องเรือนหรือสิ่งที่เก็บไว้ในบ้านต่างๆ เช่น พรมบางชนิด ผ้าม่าน โซฟา หรือหนังสือต่างๆ และเมื่อใช้เครื่องปรับอากาศก็ต้องใช้พลังงานปริมาณมากในการจัดการกับความชื้นเหล่านี้

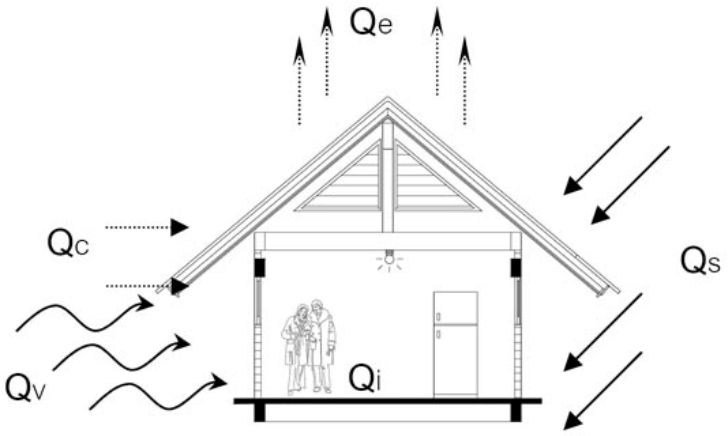
2.4.4 <u>ความร้อนที่มีผลกระทบต่ออาคาร</u>

เนื่องจากระเทศไทยอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตรซึ่งได้รับอิทธิพลของดวงอาทิตย์เป็นอย่างมาก ปัจจัยหลักในการการปรับอากาศของประเทศไทยนั้น มาจากความร้อน โดยที่ความร้อนที่มีอิทธิพลกับตัวอาคาร มีสาเหตุหลัก ดังนี้

1. ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร (Internal Heat Gain:Qi)
   เป็นความร้อนที่เกิดจากแหล่งกำเนิดความร้อนทั้งคนหรือเครื่องจักร เช่นความร้อนในร่างกายมนุษย์ หรือความร้อนจากเครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นต้น
2. ความร้อนที่เกิดขึ้นจากภายนอกอาคาร (External Heat Gain)
   เป็นความร้อนที่เกิดจากอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ ดังนี้
   - Conduction Heat Gain / Loss (Qc):
     คือการนำความร้อน ซึ่งเกิดได้ทั้งการนำความร้อนเข้ามาภายในอาคาร หรือการสูญเสียความร้อนสู่ภายนอกโดยตัวนำความร้อน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับของอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร โดยความร้อนจะถ่ายเทจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังที่ซึ่งอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ
   - Solar Radiation (Qs):
     การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ เกิดจากอิทธิพลขอดวงอาทิตย์ ซึ่งในลักษณะของประเทศไทยซึ่งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรจะรุนแรงมาก
   - Ventilation Heat Gain / Loss (Qv):
     ความร้อนที่มาจากการระบายอากาศ คือความร้อนที่เกิดจากการนำความร้อนโดยมีอากาศเป็นตัวกลาง
   - Evaporative Heat Loss (Qe):
     การระเหยหรือความร้อนที่กลายเป็นไอ ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำจากของเหลวไปเป็นก๊าซนั้น ต้องใช้พลังงานความร้อนเป็นตัวช่วย และในกระบวนการนี้เอง จะดึงเอาความร้อนมาใช้ทำให้อุณหภูมิลดลง

ภาพที่ 2.4

ความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคาร



(รูปจากแนวทางการใช้วัสดุและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน: กระทรวงพลังงาน)

2.4.5 <u>ที่ตั้ง,รูปร่างอาคารและช่องเปิด</u>

รูปทรงของอาคารและที่ตั้งนั้นเกี่ยวพันอย่างลึกซึ้งต่อลักษณะพื้นที่การรับแสงจากดวงอาทิตย์ แต่อย่างไรก็ตามลักษณะของอาคารนั้น เมื่อพิจารณาความสะดวกในการใช้งานและพื้นที่ใช้สอยภายในแล้ว แม้ว่าทรง 4 เหลี่ยมจะมีพื้นที่ในการรับแสงที่มากที่สุด แต่การปรับเปลี่ยนบ้านขนาดเล็กเช่นบ้านเอื้ออาทรไปเป็นทรงอื่นนั้นยากและใช้แรงงานมีฝีมือ อีกทั้งพื้นที่ใช้สอยก็ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มพื้นที่ อย่างไรก็ตาม รูปร่างของอาคารนั้น เกี่ยวโยงถึงลักษณะของช่องเปิดเช่นกัน โดยที่หากเข้าใจลักษณะของกระแสลมและนำมาจัดวางตำแหน่งของแต่ละห้องนั้น จะทำให้เกิดความสบายในการอยู่อาศัย เพิ่มขึ้น

2.4.5.1 <u>ที่ตั้งอาคาร</u>

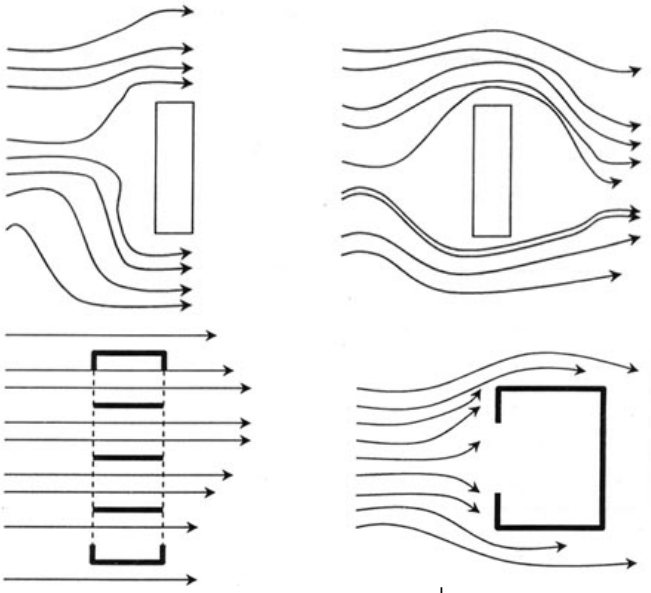
การเลือกพื้นที่ตั้งอาคารนั้นมีความสำคัญต่อการออกแบบเป็นอย่างมาก แต่โดยพื้นฐานของการเลือกที่ตั้งอาคารนั้น มักพิจารณาจากหลักเศรษฐศาสตร์และสาธารณูปโภคเป็นหลัก การพิจารณาพื้นที่อาคารจะทำให้ทราบถึงลักษณะพื้นถิ่นของพื้นที่นั้นเพื่อความกลมกลืนในการออกแบบ อีกทั้งยังเป็นการเลือกพรรณไม้ที่เหมาะสมกับถิ่นอีกด้วย

2.4.5.2 <u>รูปร่างของอาคารและช่องเปิด</u>

รูปทรงอาคารมีความสัมพันธ์กับลักษณะการผ่านของลมอย่างมาก โดยที่การพัดของลมนั้น จะพัดจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปสู่ที่ซึ่งมีความกดอากาศต่ำ ดังนั้นการออกแบบอาคาร ควรให้มีลักษณะให้ลมพัดผ่านเข้าได้ ดังรูป

ภาพที่ 2.5

การไหลเวียนของลม



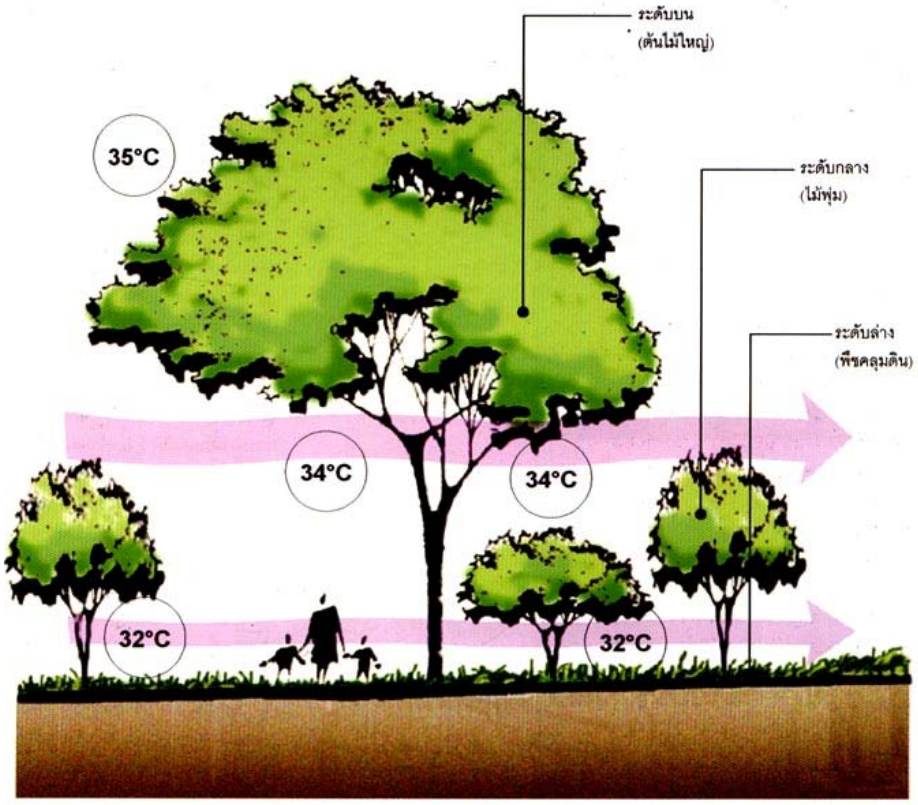
จากรูป ความกดอากาศสูงจะเกิดบริเวณผนังที่ถูกลมปะทะ และความกดอากาศต่ำจะเกิดด้านหลังอาคาร ดังนั้นลมจะพัดผ่านเฉพาะด้านข้าง เมื่อพิจารณาแล้วจะพบว่า การทำให้ลมพัดผ่านห้อง จะต้องเปิดช่องบริเวณความกดอากาศสูงและต่ำ และหากมีช่องเปิดเพียงด้านเดียว ลมจะไม่พัดผ่าน

2.4.6 <u>ต้นไม้และพืชพรรณต่างๆ</u>

ต้นไม้, ไม้พุ่มและพืชคลุมดินต่างๆ เป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณาในการใช้ประโยชน์เช่นกัน เนื่องจากการะบวนการสังเคราะห์แสงของต้นไม้จะใช้ความร้อนมาทำให้น้ำซึ่งดูดมาจากรากเกิดเป็นไอน้ำ ดังนั้น การปลูกต้นไม้จึงเป็นการเพิ่มความเย็นแก่บริเวณบ้านอย่างหนึ่ง โดยอุณหภูมิบริเวณเหนือพุ่มไม้ใหญ่ บริเวณเหนือพุ่มไม้ และบริเวณเหนือพืชคลุมดินจะเป็นดังรูป

ภาพที่ 2.6

อุณหภูมิบริเวณระดับต่างๆของต้นไม้



2.4.7 <u>แหล่งน้ำ</u>

หากแหล่งน้ำมีความลึกมากพอ (ประมาณ 1.50 เมตรขึ้นไป) จะสามารถนำมาใช้เพื่อปรับอุณหภูมิของลมก่อนพัดเข้าสู่บ้านได้ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าอุณหภูมิของลมจะลดลง แต่ก็จะเป็นการเพิ่มความชื้นด้วยเช่นกัน ดังนั้นการออกแบบจึงต้องระวังหากเป็นการพัดผ่านเข้ามาสู่บ้านที่มีการปรับอากาศเพราะจะทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำหน้าที่ในการกำจัดความชื้นที่เพิ่มขึ้น

2.5 หลักการออกแบบบ้านเพื่อการประหยัดพลังงาน

หลักของการออกแบบบ้านเพื่อการประหยัดพลังงานนั้นจะเริ่มจากการพิจารณาสภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร และขั้นต่อไปคือการพิจารณาถึงลักษณะสิ่งแวดล้อมรอบอาคารและปรุงแต่งเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด จากนั้นจึงจัดวางรูปแบบอาคารและช่องเปิดให้เหมาะสมกับการรับลมและบังแดด

2.5.1 การพิจารณาปัจจัยทางสภาพอากาศเพื่อการออกแบบ

จากปัจจัยทางสภาพอากาศข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า

1. ถ้าต้องการใช้ระบบการระบายอากาศด้วยระบบธรรมชาติอย่างสมบูรณ์จะสามารถใช้วิธีนี้ได้เพียงประมาณ 4 เดือนใน 1 ปีเท่านั้นซึ่งช่วงนี้คือช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิค่อนข้างต่ำทั้งในและนอกเขตสบาย ผนวกกับความชื้นค่อนข้างต่ำ จึงเป็นช่วงที่เหมาะจะใช้ระบบระบายอากาศธรรมชาติ (Natural Ventilation) มากที่สุด แต่เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวการขึ้นและลงของดวงอาทิตย์จะอ้อมทางทิศใต้ ดังนั้นต้องออกแบบให้มีการป้องกันแดดทางด้านทิศใต้และสามารถให้ลมเข้าได้ทางทิศใต้และเหนือ
2. ในช่วงเดือนที่ร้อนมากๆ คือตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน (กลุ่มร้อนชื้นมาก-ลมใต้) แม้จะใช้เทคนิคการนำความเร็วลมมาช่วยแล้ว ก็ยังไม่สามารถทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกว่าภายในอาคารอยู่ในเขตสบายได้ ถ้าตั้งสมมุติฐานว่าเราสามารถออกแบบให้ความเร็วลมภายในและภายนอกอาคารใกล้เคียงกัน แต่ในทางปฏิบัติแล้วทำค่อนข้างยาก เทคนิคต่างๆที่นำมาใช้และประสบความสำเร็จในช่วงเวลาดังกล่าว มีดังนี้
    - เทคนิคการนำความเย็นจากดินมาใช้ โดยการทำให้สภาพแวดล้อมภายนอกเย็นที่สุดเท่าที่จะทำได้และทำให้พื้นผิวของอาคารสัมผัสกับดิน แต่การจะใช้วิธีนี้ต้องระวังความชื้นจากดิน ซึ่งการออกแบบต้องมีการป้องกันความชื้นที่ดี และวัสดุปูผิวต้องมีค่าตัวนำที่ดีเช่นแกรนิต หากใช้อย่างมีประสิทธิภาพ อาจทำให้อุณหภูมิของพื้นชั้นล่างของบ้านใกล้เคียง 27 องศาเซลเซียส คล้ายๆกับการใช้ธรรมชาติในบ้านไทยโบราณ ซึ่ง

อุณหภูมินี้จะทำให้ผู้อยู่อาศัยในบ้านรู้สึกเย็นสบายขึ้นเพราะอากาศภายนอกสูงกว่านี้มาก

- การควบคุมระบบเปิด-ปิดของบ้าน โดยพยายามไม่ให้ความร้อนภายนอกเข้ามาในบ้าน การออกแบบบ้านนั้นควรออกแบบให้มีการลอยตัวของอากาศร้อนภายในบ้านได้โดยสะดวก ส่วนภายในบ้านอาจจะใช้พัดลมเพื่อเพิ่มความเร็วลม เทคนิคนี้ทำให้ไม่ต้องใช้เครื่องปรับอากาศเนื่องจากพัดลมใช้พลังงานน้อยกว่าเครื่องปรับอากาศมากหรือแบ่งเบาภาระอันเกิดจากการกำจัดความร้อนของเครื่องปรับอากาศ

3. ในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม (กลุ่มร้อนชื้นมาก-ลมแปรปรวน) เป็นช่วงที่ความรุนแรงของอากาศภายนอกร้อนกว่าช่วงฤดูร้อน (กลุ่มร้อนชื้นมาก-ลมใต้) หากแต่ว่าในเวลานี้ทิศทางของลมจะพัดมาจากหลายทิศทางหรือรอบทิศ ดังนั้นถ้าต้องการจะใช้อิทธิพลจากความเร็วลมมาช่วยสร้างภาวะน่าสบายโดยใช้ระบบธรรมชาติ ต้องออกแบบอาคารให้สามารถเปิดให้ลมเข้าได้รอบทิศและเน้นการใช้ช่องเปิดกลางบ้าน (Atrium) เป็นตัวระบายอากาศออกสู่ภายนอก ซึ่งจะทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศภายในบ้านได้ไม่ว่าลมจะมาจากทิศทางใด
4. หากต้องการอยู่กับธรรมชาติอย่างสมบูรณ์ในสภาวะแวดล้อมแบบเมืองหลวง เช่นกรุงเทพมหานคร ก็อาจจะต้องปฏิเสธการใช้ลมประจำฤดู ซึ่งเป็นลมร้อนตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนตุลาคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลากลางวัน แต่หากออกแบบอย่างเหมาะสมนั้นอาจสามารถทำให้อุณหภูมิภายในเย็นกว่าภายนอกได้ และใช้พัดลมช่วยในการปรับอากาศโดยไม่พึ่งลมจากภายนอกอาคาร

2.5.2 <u>การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมของบ้าน</u>

เนื่องจากสภาพแวดล้อมนั้น เป็นสิ่งที่มีอยู่โดยรอบบ้านอยู่แล้ว หากนำมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพก็จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของบ้านให้เอื้อต่อการประหยัดพลังงาน ในทางตรงกันข้าม หากไม่ประยุกต์สภาพแวดล้อมในการออกแบบอาคารนั้น ก็เท่ากับเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานและประโยชน์ที่ได้จากสิ่งแวดล้อมรอบอาคารไปโดยเปล่าประโยชน์ ปัจจัยทางธรรมชาติที่สำคัญนั้น ได้แก่

2.5.2.1 <u>การใช้ประโยชน์จากต้นไม่ใหญ่</u>

เนื่องจากต้นไม้มีกระบวนการในการสังเคราะห์แสง โดยกระบวนการนี้เกิดจากการที่ต้นไม้นำเอาน้ำจากใต้ดินขึ้นมาแปลงเป็นไอน้ำผ่านทางปากใบ ซึ่งกระบวนการนี้ต้องใช้ความร้อนประมาณ 2.3 เมกะจูล (2200 บีทียู) เพื่อทำให้น้ำ 1 ลิตรเปลี่ยนเป็นไอ ดังนั้นหากต้นไม้ใหญ่ต้นหนึ่งใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมงช่วงกลางวันและดูดน้ำขึ้นมาใช้นั้น จะพบว่าต้นไม่ใหญ่มีการลดความร้อนให้สภาพแวดล้อมเท่ากับประมาณ 12.66 เมกะจูล หรือประมาณเท่ากับเครื่องปรับอากาศ 1 ตัน (12,000 บีทียูต่อชั่วโมง) โดยการใช้ต้นไม่ใหญ่นั้น ต้องคำนึงถึงการใช้พุ่มไม้ด้านบนเป็นการกรองแดด และใช้การคายน้ำตรงใบเป็นการลดอุณหภูมิบริเวณล่าง อย่างไรก็ตาม การใช้ต้นไม้ต้องคำนึงว่าช่วงกลางคืนนั้น อุณหภูมิใต้ต้นไม้จะสูงกว่ากลางวันในที่โล่งแจ้ง เนื่องจากที่โล่งแจ้งมีการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนกับท้องฟ้า ดังนั้นหากพุ่มไม้หนาทึบเกินไปบริเวณรอบๆอาคาร จะทำให้อุณหภูมิไม่เย็นลงเท่าที่ควร

2.5.2.2 <u>การใช้ประโยชน์จากพืชคลุมดิน</u>

พืชคลุมดินเองก็มีกลไกคล้ายกับต้นไม้ใหญ่โดยการนำเอาน้ำใต้ดินมาระเหย ทำให้อุณหภูมิบริเวณผิวดินต่ำกว่าอากาศ และอุณหภูมิบริเวณสนามหญ้าก็เย็นกว่าอากาศเช่นกันแม้ว่าจะไม่มากเท่าบริเวณพุ่มไม้ ดังนั้นหากพิจารณาจะพบว่าการทำให้บ้านเย็นนั้น ต้องทำให้ผิวดินเย็นลงเสียก่อน เพราะนอกจากจะทำให้ลมที่พัดผ่านมาเย็นแล้ว ยังทำให้เกิดผิวของสภาพแวดล้อมที่เย็นอีกด้วย

2.5.2.3 <u>การใช้ประโยชน์จากวัสดุปูผิวดิน</u>

การเลือกวัสดุปูผิวดินก็เป็นการช่วยให้พื้นดินเย็นลงอย่างหนึ่ง โดยที่ควรเลือกวัสดุที่มีค่าการดูดซับความร้อนต่ำและมีค่าการกระจายความร้อนสูง หรือเป็นวัสดุที่มีการดูดน้ำจากใต้ดินมาระเหยเป็นไอน้ำได้ดี และเรื่องสีของวัสดุควรเลือกวัสดุที่มีสีอ่อน

2.5.2.4 <u>ดินและการใช้ประโยชน์จากดิน</u>

ประเทศไทยมีอุณหภูมิของดินประมาณ 26-27 องศาเซลเซียส ที่ระดับ 0.60 เมตรจากผิวดิน การจะใช้ประโยชน์จากดินนั้น ต้องมีการปรับปรุงสภาพผิวดินทั้งในส่วนของผิวดินและใต้ดินให้เย็นที่สุด โดยที่การปรับสภาพดังกล่าวขึ้นอยู่กับปริมาณและขนาดของต้นไม้ที่ใช้ผสมผสานกับการทำให้ดินเปียกและมีกระแสลมผ่าน การใช้ประโยชน์จากดินโดยบ้านของศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการนั้น ใช้วิธีหลักๆ 2 วิธี คือ การวางท่อใต้ดินเพื่อเหนี่ยวนำความเย็น และการฝังอาคารชั้นล่างลงไปใต้ดินลึก 0.60 เมตรโดยที่ต้องมีฉนวนกันความชื้น และปูกระเบื้องเซรามิกที่มีการเหนี่ยวนำความเย็นได้ดี

2.5.2.5 การใช้ประโยชน์จากลม

การใช้ประโยชน์จากลมที่มีประโยชน์ที่มีประสิทธิภาพที่สุด ต้องทำให้ลมร้อนจากสภาพแวดล้อมพัดผ่านบริเวณที่เย็นก่อนเข้าสู่ตัวบ้าน เช่น ใต้ร่มไม้ หรือใกล้ระดับผิวดิน ซึ่งจะทำให้ภายในบ้านได้รับอากาศที่เย็นลงจากสภาพแวดล้อม

2.5.3 รูปแบบของตัวอาคาร

รูปแบบของตัวอาคารนั้นจำเป็นในการลดพื้นที่รับความร้อนและจัดวางห้องต่างๆให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละเวลา อีกทั้งการออกแบบหลังคาให้มีฉนวนและลมพัดผ่านเพื่อนำความร้อนจากใต้หลังคาได้สะดวกก็จะเป็นการช่วยลดความร้อนของบ้านได้ทางหนึ่ง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.5.3.1 การวางทิศทางของตัวอาคาร

เป็นการลดพื้นที่รับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้ทางหนึ่ง ซึ่งโดยปกตินั้น ดวงอาทิตย์จะขึ้นจากทางทิศตะวันออกและลงทางทิศตะวันตก แต่การอ้อมทางเหนือหรือใต้นั้นขึ้นกับฤดู ดังนั้น หากวางอาคารตามแนวเหนือและใต้ เพื่อให้พื้นที่รับรังสีดวงอาทิตย์สูงเป็นส่วนแคบของอาคาร จะเป็นการลดความร้อนซึ่งจะเข้ามาในอาคารได้ทางหนึ่ง

2.5.3.2 การออกแบบหลังคา

หลังคาเป็นส่วนที่รับความร้อนจากแสงแดดโดยตรง และด้วยสภาพภูมิอากาศของเมืองไทยนั้น หลังคาจำเป็นจะต้องมีความสามารถในการป้องกันฝนและระบายอากาศได้ดี

Otto Koeningsberger และ Robert Lynn ได้เขียนลงใน “Architectural Association” Paper Number 1 (1965) ถึงลักษณะของหลังคา ดังนี้

- สามารถให้อากาศไหลเวียนนำความร้อนออกนอกหลังคาได้
- ใช้ต้นไม้ช่วยในการบังแดดบริเวณใกล้ๆ
- ติดฉนวนป้องกันความร้อน
- วัสดุมุงหลังคาต้องดูดซับความร้อนน้อยแต่สะท้อนความร้อนได้ดี
- ติดฉนวนที่บริเวณฝ้านอนหรือที่มุมเอียงหลังคา
- มีชายคายื่นยาวที่สามารถกันฝนและบังแดดให้กับผนังได้
- หลังคามีองศามากกว่า 20

- อายุการใช้งานนานและดูแลรักษาง่าย
- สีอ่อน

จากวิทยานิพนธ์เรื่อง “การศึกษาเพื่อเสนอแนะรูปแบบของบ้านเดี่ยวพักอาศัยเพื่อการประหยัดพลังงาน”, วิเชษฏ์ สุวิสิทธิ์, 2542 สรุปว่า หลังคาทรงปั้นหยาจะป้องกันความร้อนให้กับผนังได้มากที่สุดอีกทั้งมีพื้นที่หลังคาน้อยที่สุด (หลังคาเป็นส่วนที่รับแดดโดยตรง ดังนั้น การที่หลังคามีพื้นที่น้อย เท่ากับเป็นการลดความร้อนไม่ให้เข้าสู่ตัวบ้านทางหนึ่งด้วย) อีกทั้งหลังคาทรงปั้นหยายังมีพื้นที่ภายในอาคารค่อนข้างมาก มีชายคาทุกด้าน แต่มีข้อด้อยตรงที่ไม่สามารถเจาะช่องระบายอากาศบริเวณหลังคาได้

2.5.3.3 <u>การจัดวางห้อง</u>

การจัดวางห้องนั้น หากจัดให้เหมาะสมตามหลักประหยัดพลังงานแล้ว จะเกิดความเหมาะสมในการอยู่อาศัยและทำกิจกรรมต่างๆ จากวิทยานิพนธ์ การออกแบบบ้านด้วยระบบ Passive และ Active ร่วมกันที่คำนึงถึงการประหยัดพลังงาน, ปรัศนี เมฆศรีสวัสดิ์, 2548 ได้สรุปเกี่ยวกับการจัดวางแต่ละห้องไว้ดังนี้

- ห้องนอน เป็นห้องที่ต้องการความสบาย ใช้เป็นที่นอนและพักผ่อนควรอยู่ในทิศที่ได้รับลมในฤดูร้อนเพื่อช่วยในการลดอุณหภูมิลง และไม่ควรได้รับรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์ เช่นทิศตะวันตกเนื่องจากผนังจะเก็บความร้อนไว้และคายออกมาในตอนกลางคืนทำให้มีอากาศสูงเกินความสบาย
- ห้องรับแขก นั่งเล่น มักจะใช้ทำกิจกรรมช่วงเช้าและเย็นและบางทีใช้ร่วมกับกิจกรรมของส่วนรับประทานอาหาร ช่วงเช้านั้นมักจะเป็นเวลาสั้นๆ จึงควรวางตำแหน่งให้พ้นจากรังสีความร้อนในช่วงเย็น
- ห้องทานอาหาร ใช้วางในตำแหน่งใกล้เคียงกับห้องรับแขก เพราะใช้ในช่วงเช้าและเย็นเช่นกัน
- ห้องน้ำ-ส้วม ใช้มากในเวลาเช้าและค่ำ ห้องน้ำต้องมีการระบายอากาศที่ดี และได้รับแสงแดด ดังนั้นห้องน้ำจึงควรวางไว้ทางทิศตะวันตก หรือตะวันออก อีกทั้งยังเป็นการลดความร้อนให้แก่ห้องอื่นๆด้วย
- ห้องทำงาน เป็นห้องที่ต้องการความสงบและไม่ต้องการลมพัดผ่านมากนัก การใช้งานมักอยู่ในเวลาเย็น ดังนั้น หากต้องการหลีกเลี่ยงลมที่มากเกินไปและรังสีความร้อน จึงควรอยู่ตั้งแต่บริเวณด้านเหนือถึงตะวันออก

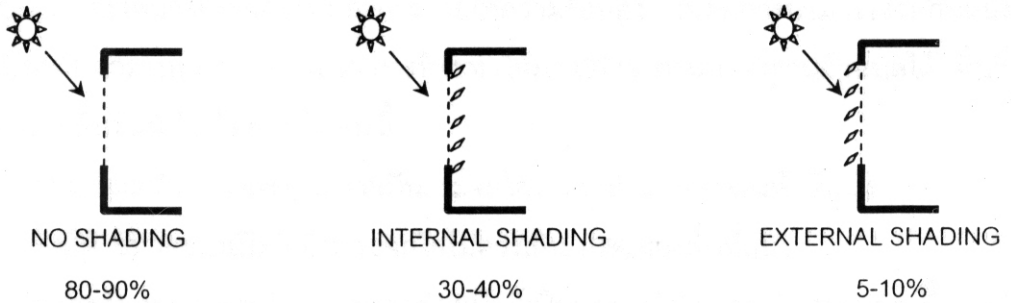
- ห้องโถง เปรียบเสมือนห้องกลางของบ้าน ดังนั้นทางออกจึงมีไม่มากนักในการจัดวาง เพราะต้องเป็นห้องที่อยู่ส่วนกลางเพื่อติดต่อกับห้องอื่นๆ เป็นต้น
- ห้องครัว ใช้งานคล้ายๆห้องน้ำและมีความจำเป็นต้องอยู่ใกล้ๆกันสำหรับบ้านที่ไม่มีบริเวณมากนัก ห้องครัวควรอยู่ท้ายลมและควรเป็นห้องที่รับแสงแดด

2.5.3.4 <u>การออกแบบช่องเปิด</u>

เนื่องจากรังสีดวงอาทิตย์นั้นเป็นคลื่นสั้น (Shortwave Energy) เมื่อกระทบผ่านวัตถุภายใน รังสีคลื่นสั้นจะเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาว (Longwave) ซึ่งกระจกที่ถูกนำมาใช้ทำช่องเปิดก็มีคุณลักษณะเดียวกันนี้ คือ ยอมให้รังสีเข้ามาและเปลี่ยนรูปแบบของพลังงาน เกิดเป็นความร้อนซึ่งถูกกักอยู่ภายในอาคาร การออกแบบหน้าต่างกระจกใสให้มีอุปกรณ์บังแดดปริมาณของความร้อนที่ผ่านเข้ามาในอาคารจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ ดังรูป

ภาพที่ 2.7

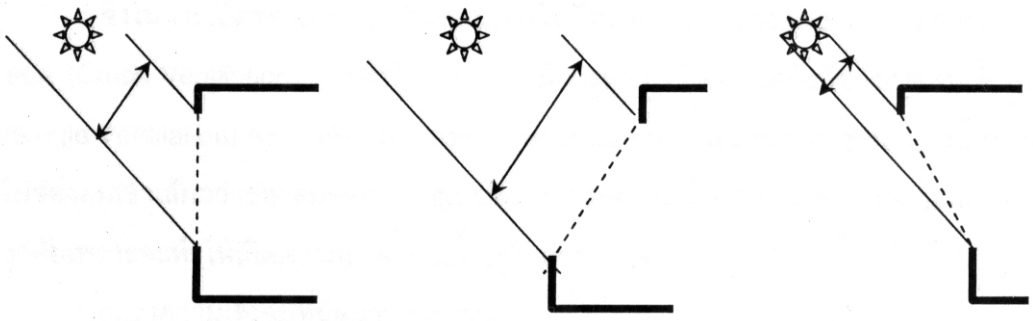
ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารจากลักษณะของช่องเปิด



ระนาบของช่องเปิดก็มีผลต่อการเข้ามาของรังสีดวงอาทิตย์เช่นกัน แม้ว่าช่องเปิดระนาบ 90 องศาจะสะดวกในการใช้สอยและได้ทัศนียภาพที่เหมาะสม แต่หากใช้ในลักษณะอากาศแบบกรุงเทพมหานครที่มีแดดแรงนั้น อาจจะต้องพิจารณาระนาบที่มากกว่านั้น ดังรูป

ภาพที่ 2.8

ระนาบช่องเปิดและแสงของดวงอาทิตย์



หลักในการออกแบบช่องเปิดนั้น มีดังนี้

- ตำแหน่งช่องเปิดควรอยู่ในทิศที่มีกระแสลมผ่านประจำ และต้องคำนึงถึงกลิ่นและควัน
- การมีช่องเปิดด้านเดียวจะทำให้ลมไม่เข้ามาในอาคาร
- การเจาะช่องเปิดใกล้อาคารข้างเคียงจะทำให้ลมเข้ามาไม่สะดวกและปริมาณน้อย
- การเจาะช่องเปิดควรสัมพันธ์กับระดับร่างกาย โดยที่ช่องเปิดทางเข้าให้อยู่ระดับร่างกายและช่องทางออกให้อยู่เหนือระดับร่างกาย อากาศจะไหลเวียนได้ดีและดังความร้อนบริเวณเหนือร่างกายออกไปจากอาคาร
- ชนิดและขนาดของกันสาด, การแบ่งกั้นผนังภายในอาคาร, ตำแหน่งการวางเครื่องเรือน, ลักษณะและชนิดของช่องเปิด, รวมไปถึงรูปทรงอาคารก็มีส่วนในการออกแบบเช่นกัน
- ช่องเปิดที่มีช่องทางเข้าเล็กกว่าช่องทางออกนั้น ลมที่เข้ามาจะมีความเร็วเพิ่มขึ้น และหากช่องทางเข้ามีขนาดกว้างกว่าปริมาณที่ลมจะเข้ามาจะมากกว่าแต่มีความเร็วน้อยกว่า การเจาะช่องเปิดเข้าใหญ่นั้น จะทำให้การไหลเวียนของลมครอบคลุมพื้นที่มากกว่า
- หากทิศทางลมเข้าไม่ตรงกับทางลมที่มาประจำหรือทิศใต้และต้องการลมในทิศดังกล่าว อาจต้องใช้หน้าต่างที่เหมาะสมในการดักทางลมอีกทางหนึ่ง

2.6 <u>การเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการประหยัดพลังงาน</u>

วัสดุประกอบอาคารโดยเฉพาะวัสดุที่ใช้ภายนอกนั้น เปรียบเหมือนเป็นเปลือกห่อหุ้มอาคาร ถ้าเลือกใช้วัสดุที่สามารถป้องกันความร้อนได้ดี ผู้อยู่อาศัยภายในบ้านก็จะไม่รู้สึกร้อน และภายในอาคารก็จะอยู่ในสภาวะน่าสบายได้ตลอด หรือถ้าหากต้องใช้เครื่องปรับอากาศมาช่วยให้เกิดความน่าสบายนั้น วัสดุเหล่านี้จะเป็นส่วนที่ช่วยป้องกันความร้อนที่เข้ามาจากภายนอกอาคารได้อย่างมากและลดภาระของเครื่องปรับอากาศที่ใช้ลดความร้อนและความชื้นไปได้อย่างมาก

คุณสมบัติความเป็นฉนวนที่ดีหรือไม่นั้น จะวัดจากคุณสมบัติ 3 ข้อ ดังนี้

- ความสามารถในการต้านทานความร้อน (Resistivity) หรือเรียกอีกอย่างว่า “R-Value” จะเป็นค่าที่บอกถึงอัตราส่วนระหว่างความหนาของวัสดุตามแนวที่ความร้อนไหลผ่านกับความสามารถในการนำความร้อนของวัสดุ กรณีที่วัตถุ

ซ้อนกันหลายชั้น ค่าความต้านทานความร้อนรวมจะเท่ากับผลบวกของค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุที่กำหนดแต่ละชั้นรวมกัน และค่าการต้านทานความร้อนจะมีความสัมพันธ์กับค่าการนำความร้อนแบบเป็นส่วนกลับกัน กล่าวคือ ถ้าค่าการต้านทานความร้อนสูง วัสดุนั้นก็จะมีค่านำความร้อนต่ำ

- ความสามารถในการนำความร้อน (Conductivity) การนำความร้อน หรือ ค่า “K–Value” สามารถบอกถึงความสามารถในการนำความร้อนของวัสดุเพียงชนิดเดียว โดยวัดค่าในรูปของอัตราปริมาณความร้อนไหลต่อหน่วยเวลาจากจุดระยะทางหนึ่งถึงอีกจุดหนึ่งที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันต่อหน่วยพื้นที่หน้าตัดที่ไหลผ่าน
- ความจุความร้อนของสสาร (Thermal Capacity) จะเท่ากับผลคูณของมวลสารกับความจุความร้อนจำเพาะ ซึ่งความจุความร้อนจำเพาะของสสาร (Specific Heat Capacity) เป็นค่าที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนและอุณหภูมิ เนื่องจากความจุความร้อนจำเพาะของสสารเป็นปริมาณพลังงานความร้อนที่ทำให้สสารที่มีมวลหนึ่งหน่วยมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศา

เนื่องจากบ้านเอื้ออาทรมีเหตุปัจจัยในการประหยัดราคาค่าที่ดิน การจะทำให้บ้านมีการปรุงแต่งสภาพแวดล้อม อาจทำได้เพียงเล็กน้อย หากพิจารณาการเลือกใช้วัสดุที่ดี น่าจะเป็นทางออกอีกทางหนึ่ง การเลือกวัสดุสำหรับบ้านประหยัดพลังงานนี้ สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 หลักใหญ่ คือ

- ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ
- มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ

ซึ่งหากจะคำนึงถึงการประหยัดพลังงานของบ้านเอื้ออาทรนั้น น่าจะพิจารณาจากประเภทที่ไม่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในอาคารที่ไม่มีการใช้ระบบปรับอากาศจะมีความสัมพันธ์กับสภาวะภายนอกมาก การเลือกใช้วัสดุผนังนั้นก็แตกต่างกันไป โดยที่ความหนาของมวลสารของผนังจะมีอิทธิพลต่อการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ทำให้ในเวลากลางวันที่ภายนอกมีอากาศร้อนจัด แต่อุณหภูมิภายในจะไม่สูงมากนัก ซึ่งเป็นเหตุผลเดียวกับการที่อุณหภูมิภายในโบสถ์ไทยโบราณ เย็นสบายในเวลากลางวัน ดังนั้นลักษณะของผนังหรือเปลือกอาคารที่มีความเหมาะสม กับการใช้งานในอาคาร ที่ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศภายในอาคาร คือ

- มีความหนาหรือมีมวลสารมาก

- สามารถป้องกันความร้อนได้ดี (มีค่าการต้านทานความร้อน R-Valueสูง)
- มีช่วงการหน่วงเวลาในการส่งผ่านความร้อนกว้าง
- ไม่ดูดซับความร้อนและความชื้น
- มีความจุความร้อน (Thermal Capacity) ต่ำ

2.6.1 การเลือกใช้ฉนวน

2.6.1.1 การออกแบบช่องเปิด

เนื่องจากหลังคาเป็นส่วนรับแดดที่มากที่สุดในอาคาร บนหลังคาสีเข้มอาจมีอุณหภูมิถึง 60 องศาเซลเซียส ดังนั้นวิธีการจัดการกับความร้อนที่แผ่ลงมายังอาคารจากหลังคาคือการตัดบริเวณอาคารและพื้นที่หลังคาให้แยกจากกันด้วยการใช้วัสดุฉนวน โดยต้องป้องกันการรั่วซึมของอากาศให้น้อยที่สุด

2.6.1.2 การเลือกใช้ระบบเปลือกอาคาร

ระบบเปลือกอาคารที่ใช้กันโดยทั่วไปและเป็นที่นิยมกันในประเทศไทยนั้น นิยมใช้วัสดุโครงสร้างหลักๆ คือ อิฐมอญ อิฐบล็อก และอิฐมวลเบา ซึ่งการก่อสร้างนั้นสามารถประยุกต์ได้หลากหลาย เช่นก่อผนังอิฐมวลเบา 2 ชั้นเว้นช่องอากาศให้เกิดการหน่วงเวลาความร้อน, การก่อให้หนา หรือแม้แต่การก่อ2ชั้นด้วยวัสดุที่ต่างกัน และนำฉนวนบุตรงกลางส่วนของช่องว่าง วิธีเหล่านี้มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป หากเลือกให้เหมาะสมกับการป้องกันความร้อนและราคาแล้วก็จะเป็นการประหยัดพลังงานโดยไม่เพิ่มการลงทุนมากนัก

2.6.2 ฉนวนกันความร้อน (Insulation)

ฉนวนกันความร้อนที่ใช้กันอยู่ทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ฉนวนแบบมีมวลและฉนวนแบบสะท้อนความร้อน

2.6.2.1 ฉนวนกันความร้อนแบบมีมวล (Mass Insulation) หมายถึง วัสดุที่ใช้ป้องกันความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุ โดยอาศัยความเป็นฉนวนของวัสดุที่มีคุณสมบัติการต้านทานความร้อนที่สูงของตัววัสดุเอง วัสดุส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นเส้นใย มีโพรง หรือช่องกลางอากิ ฉนวนใยแก้ว (Fiber Glass) ฉนวนใยหิน(Rock Fiber) ฉนวนใยเซลลูโลส(CelluloseFiber) โฟมโพ

ลีสไตรีน(Polystyrene Foam/PS) โฟมโพลียูรีเทน(Polyurethane Foam/PU) และโฟมโพลีเอทธีลีน (Polyethelene Foam/PE)

2.6.2.2 ฉนวนแบบสะท้อนความร้อน (Reflective Sheet) หมายถึง วัสดุที่ใช้ป้องกันความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุ โดยอาศัยคุณสมบัติการสะท้อนรังสีความร้อนของวัสดุเพื่อที่จะลดค่าพลังงานความร้อนไม่ให้ถูกดูดซับ และทะลุผ่านเข้าไปในวัสดุ ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นแผ่นบางหรือมีผิวที่มีการสะท้อนสูง เช่น แผ่นอลูมินั่มฟอยล์ (AluminiumFoil Sheet) เซรามิคโค้ทติ้ง (Ceramic Coating) เป็นต้น.

2.7 คุณภาพของสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

นอกจากบ้านจะมีการออกแบบอย่างดีแล้วนั้น ยังต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลโดยตรงต่อมนุษย์ ดังนี้

2.7.1 ความสบายเชิงอุณหภาพ (Thermal Comfort)

โดยปกติแล้ว อุณหภูมิของมนุษย์จะประมาณ 36.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวหนังคือ 33.7 องศาเซลเซียส การที่มนุษย์จะรู้สึกสบายก็ต่อเมื่ออุณหภูมิภายนอกต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกายซึ่งจะก่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อน

2.7.2 คุณภาพอากาศภายในอาคาร

คุณภาพอากาศภายในอาคารนั้น มีแนวทางการปรับปรุง ดังนี้

- เพิ่มการระบายอากาศ
- ควบคุมแหล่งกำเนิดมลพิษ
- ใช้เครื่องกรองอากาศ
-

2.7.3 ความสบายทางสายตา (Visual Comfort)

เกิดจากการใช้แสงสว่างและแสงประดิษฐ์อย่างเหมาะสมโดยไม่ให้เกิดความแตกต่าง

มากเกินไประหว่างพื้นที่สว่างและมืดโดยการใช้การลดหลั่นของแสง เช่นเจาะช่องแสงเพิ่มหรือใช้ต้นไม้ในการลดระดับแสง

2.7.4 คุณภาพเสียง (Noise Control)

เกิดจากการใช้วัสดุซึ่งดูดซับเสียงหรือลดเสียงจากภายนอกจนไม่ก่อให้เกิดการรบกวนผู้อยู่อาศัยภายในบ้าน

2.8 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ในการพิจารณาด้านเศรษฐศาสตร์ของการออกแบบนั้น คือการค้นหาจุดสมดุลของการลงทุนและประโยชน์ที่ได้รับ ซึ่งในที่นี้เป็นการลดค่าใช้จ่ายในอาคาร อีกทั้งยังพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้อยู่อาศัยอีกด้วย แต่การพิจารณาลงทุนนั้น ต้องดูความเหมาะสมของแต่ละโครงการ โดยการพิจารณาแหล่งทรัพยากร ค่าใช่จ่ายเริ่มและค่าใช้จ่ายในการใช้สอยอาคาร การลงทุนในเริ่มต้นและระยะเวลาการคืนทุน

2.9 การคำนวณที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 การคำนวณค่า OTTV

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (OTTV) คือค่าเฉลี่ยต่อตารางเมตรของปริมาณความร้อนจากภายนอกที่ถ่ายเทผ่านผนังและหน้าต่างเข้าสู่อาคาร โดยกฎหมายกำหนดให้อาคารที่สร้างขึ้นหลังปี พ.ศ. 2536 จะต้องมีค่า OTTV ไม่เกิน 45 วัตต์/ตารางเมตร

2.9.2 การคำนวณค่า RTTV

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) คือค่าเฉลี่ยต่อตารางเมตรของปริมาณความร้อนจากภายนอกที่ถ่ายเทผ่านหลังคาเข้าสู่อาคาร โดยกฎหมายกำหนดให้อาคารที่สร้างขึ้นหลังปี พ.ศ. 2536 จะต้องมีค่า RTTV ไม่เกิน 25 วัตต์/ตารางเมตร