

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาแนวความคิด ทฤษฎีและผลงานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ได้แบ่งหัวข้อหลักในการศึกษาออกเป็น 5 หัวข้อ คือ

1. การศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานในอาคาร
2. การศึกษาการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร
3. การศึกษาทฤษฎีและแนวความคิดการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
4. การศึกษาทฤษฎีและแนวความคิดการพัฒนาวิศวกรรมซอฟต์แวร์
5. การศึกษาทฤษฎีและแนวความคิดการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ

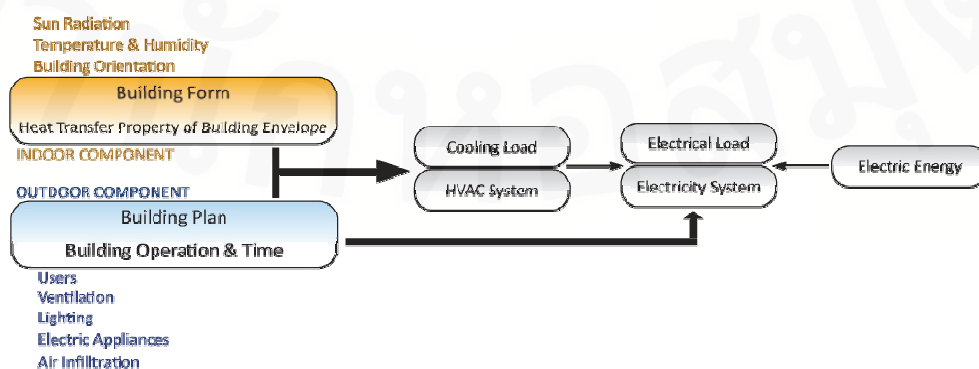
#### 2.1 การศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานในอาคาร

ปริมาณพลังงานที่ใช้ภายในอาคารขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการซึ่งมีความสัมพันธ์กัน สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม (สมสิทธิ์ นิตยะ, 2541, น. 133) คือ

1. สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ (site and climate)
2. อาคาร (building)
3. ระบบอาคาร (building system)
4. ผู้ใช้อาคารและลักษณะการใช้งาน (users and operation)

ภาพที่ 2.1

การใช้พลังงานของอาคาร



### 2.1.1 สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ (Site and Climate)

เมื่อเริ่มต้นการออกแบบอาคารควรทำการวิเคราะห์สภาพที่ตั้งและสภาพแวดล้อมโดยรอบ เพื่อให้ทราบถึงข้อจำกัดของพื้นที่รวมทั้งสิ่งที่เป็นประโยชน์จากสภาพที่ตั้งและสภาพแวดล้อม ศึกษาสภาพดินฟ้าอากาศของที่ตั้งอาคาร (micro climate) เพื่อการปรับปรุงให้ได้มาซึ่งอาคารที่ประหยัดพลังงาน องค์ประกอบทางภูมิอากาศที่สำคัญที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานในประเทศเขตร้อนชื้นเช่นประเทศไทย คือ อุณหภูมิ การถ่ายเทความร้อน รังสีจากดวงอาทิตย์ ความชื้น และกระแสลม ซึ่งการศึกษาเหล่านี้ทำให้สามารถวางแผนได้ถูกต้อง พร้อมทั้งออกแบบรูปทรงอาคารให้เข้ากับพื้นที่

### 2.1.2 อาคาร (Building)

กรอบอาคาร (building envelope) และการจัดกลุ่มพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร (zoning) ได้รับอิทธิพลโดยตรงจากที่ตั้งและสภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิอากาศและกรอบอาคารผังอาคารนี้เป็นหนึ่งในตัวกำหนดการใช้พลังงาน ซึ่งสัมพันธ์กับระบบอาคาร (building system) เพราะเป็นส่วนหนึ่งในการกำหนดชนิดและขนาดของอุปกรณ์อาคาร

### 2.1.3 ระบบอาคาร (Building System)

ในอาคารขนาดเล็กถ้ามีการศึกษาสภาวะแวดล้อม รวมทั้งทำการออกแบบระบบปรับความเย็นโดยตัวอาคาร (passive cooling) อาจไม่ต้องเสริมสภาวะน่าสบายด้วยระบบปรับอากาศ แต่ในอาคารขนาดใหญ่การหลีกเลี่ยงระบบปรับอากาศนั้นทำได้ยาก นอกจากจะยอมเสียพื้นที่โล่งเป็นจำนวนมากเพื่อให้เกิดการถ่ายเทและระบายอากาศได้อย่างทั่วถึง จึงต้องมีการแก้ปัญหาด้วยการใช้ระบบปรับอากาศ ซึ่งเป็นหนึ่งในระบบที่สำคัญในระบบอาคาร

### 2.1.4 ผู้ใช้อาคารและลักษณะการใช้งาน (Users and Operation)

กิจกรรมของผู้ใช้อาคารและลักษณะการใช้งานมีผลโดยตรงต่อตัวอาคารและระบบอาคาร ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากสภาพภูมิอากาศและที่ตั้งอาคาร

## 2.2 การศึกษาการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร

การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (Overall Thermal Transfer Value: OTTV) คือ ค่าเฉลี่ยต่อตารางเมตรของปริมาณความร้อนจากภายนอกที่ถ่ายเทผ่านผนังและหน้าต่างเข้าสู่อาคาร โดยรวมปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทุกด้าน แล้วนำมาหารด้วยพื้นที่ผนังทั้งหมด สำหรับค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา เรียกว่า Roof Thermal Transfer Value (RTTV) การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมจะใช้สำหรับอาคารปรับอากาศ ซึ่งโดยทั่วไปภาระในการทำความเย็น หรือภาระในการปรับอากาศ ประกอบด้วย ความร้อนจากแหล่งที่มา 2 แหล่ง (ตรึงใจ บุญสมภพ, 2539, น. 54-56) คือ

1. ความร้อนที่ได้รับจากภายนอกอาคาร (heat gain from external sources) เป็นความร้อนที่สำคัญ ส่วนใหญ่มาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และการนำความร้อนผ่านผนังห้อง
2. ความร้อนที่ได้รับจากภายในอาคาร (heat gain from internal sources) คือ ความร้อนจากผู้อยู่อาศัย แสงสว่าง และอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ

จากการศึกษา พบว่า การถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคารนั้น มีผลมากต่อขนาดของเครื่องปรับอากาศและการใช้พลังงานเพื่อการปรับอากาศ การลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารปรับอากาศ จึงเป็นสิ่งจำเป็นและเป็นสิ่งที่ทำได้ตั้งแต่การออกแบบอาคาร โดยเฉพาะส่วนที่เป็นเปลือกอาคาร และปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร ประกอบด้วย 3 แหล่ง คือ การนำความร้อนผ่านผนังทึบ การนำความร้อนผ่านกระจกหน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง และการแผ่รังสีความร้อนผ่านกระจกหน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง ในพระราชกฤษฎีกาได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร ดังนี้

1. ค่า OTTV สำหรับผนังของอาคารใหม่ต้องไม่เกิน 45 วัตต์/ตารางเมตร
2. ค่า OTTV สำหรับผนังของอาคารเก่าต้องไม่เกิน 55 วัตต์/ตารางเมตร
3. ค่า RTTV สำหรับหลังคาของอาคารทั้งใหม่และเก่าต้องไม่เกิน 25 วัตต์/ตารางเมตร

ในกฎหมายส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน กำหนดอาคารที่อยู่ในข่ายอาคารควบคุมเป็นอาคารขนาดใหญ่ เช่น โรงแรม อาคารสำนักงาน ศูนย์การค้า โรงงาน และอาคารอื่น ๆ ที่ใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป หรือใช้ไฟฟ้าหรือพลังงานสิ้นเปลืองรวมกันคิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่เทียบเท่า 20 ล้านเมกะจูลขึ้นไป

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกด้านในด้านหนึ่ง คำนวณได้จากสมการที่ 1

$$OTTV_1 = U_w(1-WWR)(TD_{eq}) + (SC)(WWR)(SF) + U_f(WWR)\Delta T \quad \text{สมการที่ 1}$$

$U_w$  คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ  
มีหน่วยเป็น วัตต์/ตารางเมตร °C

$TD_{eq}$  คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายใน  
อาคาร ซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของผนังทึบ

$WWR$  คือ อัตราส่วนของพื้นที่ของหน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง ต่อพื้นที่ทั้งหมดของ  
ผนังด้านนั้น

$U_f$  คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจกหรือผนังโปร่งใส มี  
หน่วยเป็น วัตต์/ตารางเมตร °C

$\Delta T$  คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร สำหรับ  
ประเทศไทย คือ 5°C

$SC$  คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง

$SF$  คือ ค่าตัวประกอบรังสีดวงอาทิตย์ มีหน่วยเป็น วัตต์/ตารางเมตร

นำเอาค่า OTTV ของทุกด้านมาหาค่าเฉลี่ย จะได้ตามสมการที่ 2

$$OTTV = \frac{[A_i(OTTV_i)]}{A_i} \text{ W/m}^2 \quad \text{สมการที่ 2}$$

$A_i$  คือ พื้นที่ผนังด้านที่ i มีหน่วยเป็น ตารางเมตร

$OTTV_i$  คือ ค่า OTTV ของผนังด้านที่ i

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารดังกล่าว สำหรับอาคารในกรุงเทพมหานคร  
จากการศึกษาของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน พบว่า โรงแรมมีค่าอยู่ระหว่าง 39.5-81.0  
วัตต์/ตารางเมตร ค่าเฉลี่ย 55.0 วัตต์/ตารางเมตร อาคารสำนักงานมีค่าอยู่ระหว่าง 32.4-87.2  
วัตต์/ตารางเมตร ค่าเฉลี่ย 57.7 วัตต์/ตารางเมตร และศูนย์การค้ามีค่าอยู่ระหว่าง 32.0-55.8  
วัตต์/ตารางเมตร ค่าเฉลี่ย 44.9 วัตต์/ตารางเมตร อาคารต่าง ๆ ดังกล่าว มีจำนวนมากที่สามารถ

ปรับปรุงให้มีค่า OTTV ต่ำลงได้ โดยสามารถแก้ไขได้หลายวิธี เช่น การเพิ่มฉนวนกันความร้อน การเพิ่มอุปกรณ์บังแดดให้กับกระจก และการลดพื้นที่กระจกหรือเปลี่ยนวัสดุที่เป็นผนังทึบ

1. ค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านผนังจะแปรไปกับคุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุผนัง (ความเป็นฉนวนความร้อนของผนัง) สีและความหนาแน่นของมวลผนัง กล่าวคือ วัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อนที่ดี มีผนังที่หนา สีผิวของผนังเป็นสีอ่อน และมีมวลของผนังมาก สามารถต้านทานพลังงานความร้อนที่จะผ่านเข้ามาในอาคารได้ดี สำหรับผนังที่นิยมก่อสร้างกันทั่วไป หากไม่มีช่องเปิดหรือหน้าต่างหรือผนังกระจกเลย ส่วนใหญ่จะมีค่าพลังงานความร้อนต่อตารางเมตรต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอยู่แล้ว (45 วัตต์/ตารางเมตร) ยกเว้นผนังกระเบื้องซีเมนต์ชั้นเดียวทั้งอย่างบางและอย่างหนา

2. พลังงานความร้อนที่ผ่านกระจกเข้าสู่อาคารมี 2 ลักษณะ คือ

1) พลังงานความร้อนที่เข้าสู่อาคารด้วยวิธีนำความร้อน ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารในส่วนนี้ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการนำความร้อนของกระจก และค่าอุณหภูมิแตกต่างภายในและภายนอกของอาคาร

2) พลังงานความร้อนที่เข้าสู่อาคารด้วยวิธีการส่งผ่านความร้อนรังสีอาทิตย์เข้าสู่อาคาร ซึ่งปริมาณความร้อนในส่วนนี้ขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (shading coefficient) ของกระจก อุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร และค่ารังสีอาทิตย์ในแต่ละทิศทางที่กระจกรับแสงอาทิตย์

สำหรับกระจกที่ใช้กันทั่วไปจะมีระดับพลังงานความร้อนที่ผ่านกระจกเข้ามาในอาคารแตกต่างกัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกระจกที่ใช้ ทิศทางการรับแสงอาทิตย์ของกระจก และอัตราส่วนของพื้นที่กระจกต่อพื้นที่ผนัง

ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางหลังคาจะเป็นในลักษณะเดียวกับผนัง โดยแปรผันกับคุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุหลังคาและฝ้าเพดาน สีและความหนาแน่นของมวลหลังคา สำหรับวัสดุหลังคาที่นิยมก่อสร้างกันทั่วไปในปัจจุบัน จะมีค่าพลังงานความร้อนต่อตารางเมตรสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 25 วัตต์ต่อตารางเมตร เพราะหลังคาส่วนใหญ่ไม่ได้มีการฉนวนกันความร้อนไว้

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกด้านในด้านหนึ่ง คำนวณได้จากสมการที่ 3

$$RTTV_1 = U_r(1-SSR)(TD_{eq}) + (SC)(SSR)(SF) + U_m(SSR)\Delta T$$

สมการที่ 3

|            |                                                                                                                    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $U_r$      | คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนที่บ<br>มีหน่วยเป็น วัตต์/ตารางเมตร °C                            |
| $TD_{eq}$  | คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายใน<br>อาคาร ซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ของผนังที่บ |
| SSR        | คือ อัตราส่วนของพื้นที่ของช่องรับแสงธรรมชาติ ต่อพื้นที่ทั้งหมดของ<br>หลังคาส่วนนั้น                                |
| $U_m$      | คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของส่วนโปร่งแสงที่ช่องรับแสง<br>มีหน่วยเป็น วัตต์/ตารางเมตร °C                 |
| $\Delta T$ | คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร                                                               |
| SC         | คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของช่องรับแสง                                                                             |
| SF         | คือ ค่าตัวประกอบรังสีดวงอาทิตย์ มีหน่วย วัตต์/ตารางเมตร                                                            |

นำเอาค่า RTTV ของทุกด้านมาหาค่าเฉลี่ย จะได้ตามสมการที่ 4

$$RTTV = \frac{[A_i(RTTV_i)]}{A_i} \text{ W/m}^2 \quad \text{สมการที่ 4}$$

$A_i$  คือ พื้นที่ของหลังคาด้านที่ i มีหน่วยเป็น ตารางเมตร

$RTTV_i$  คือ ค่า RTTV ของผนังด้านที่ i

การลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารในส่วนของผนังที่บและหลังคาจะต้องใช้วัสดุประกอบผนัง หรือหลังคาที่มีค่าสภาพนำความร้อน (conduction) ต่ำ สีของผนังและหลังคาควรมีสีอ่อน และใช้วัสดุฉนวนที่มีค่าการดูดความร้อน (absorption) และค่าการคายความร้อน (emission) ต่ำ จะสามารถช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารในส่วนของผนังที่บและบริเวณหลังคาได้เป็นอย่างดี สำหรับกระจกหรือผนังโปร่งแสงนั้น จากสมการของค่าความร้อนรวมที่เข้าสู่อาคาร พบว่าในเทอมสุดท้ายของสมการจะเป็นการคำนวณในส่วน of ความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามาทางกระจกหรือหน้าต่าง ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient: SC) ของกระจกนั้นเป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบหน้าต่าง ซึ่งหากมีการออกแบบได้อย่างเหมาะสม เช่น ติดตั้งแผงกันแดดเข้ากับผนังอาคารส่วนที่เป็นกระจก และตำแหน่งของแผงบังแดดต้องสัมพันธ์กับการ

โคจรของดวงอาทิตย์ เพื่อว่าแสงอาทิตย์จะถูกกั้นในช่วงเวลาที่เหมาะสม ทำให้สามารถลดความร้อนที่เข้าสู่ทางหน้าต่างได้ค่อนข้างสูง และสามารถทำให้ประหยัดพลังงานในการปรับอากาศได้

ในการออกแบบผนังอาคารนั้นหากมีพื้นที่กระจกหรือให้ผนังมีช่องเปิดมาก ๆ จะทำให้พลังงานความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้มาก เนื่องจากโดยทั่วไปกระจกจะยอมให้พลังงานความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารได้มากกว่าผนังทึบ ซึ่งหากเป็นอาคารที่ปรับอากาศจะทำให้ต้องใช้เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ และสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศอีกด้วย ดังนั้น การออกแบบอาคารควรเลือกลักษณะสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมเป็นข้อแรก เพื่อหลีกเลี่ยงหรือลดความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคาร เช่น ไม่ควรเจาะช่องเปิดหรือให้อัตราส่วนของพื้นที่กระจกต่อพื้นที่ผนังทั้งหมดมีมากนัก หรือหากจำเป็นต้องมีช่องเปิดเพื่อความสวยงามของอาคารแล้ว ควรหลีกเลี่ยงในการเจาะช่องเปิดในทิศที่มีค่ารังสีดวงอาทิตย์ที่มีปริมาณมาก ๆ เช่น ทิศใต้ ทิศตะวันออก หรือทิศตะวันตก แต่หากไม่สามารถหลีกเลี่ยงการเจาะช่องเปิดในทิศดังกล่าวได้ ควรออกแบบให้บริเวณช่องเปิดมีอุปกรณ์บังแดด หรือเลือกใช้กระจกที่มีคุณสมบัติที่ลดหรือสะท้อนความร้อนได้ดี เพื่อก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานที่จำเป็นต้องใช้ในอาคาร

## 2.3 การศึกษาทฤษฎีและแนวความคิดการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

เมื่อพิจารณาปัญหาในด้านการประหยัดพลังงานในอาคารที่ตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้นปัญหาที่สำคัญ คือ ความร้อนความชื้นที่เกิดขึ้นกว่าสภาวะน่าสบาย (comfort zone) โดยเฉพาะความชื้นเมื่อเข้ามาในอาคารที่ปรับอากาศจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานอย่างมากในการลดความชื้น และการเสื่อมสภาพของวัสดุภายในอาคารอันเนื่องมาจากความชื้น เมื่อต้องการควบคุมสภาวะการทำงานของระบบปรับอากาศให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานแล้ว จะมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในการทำความเย็นของระบบปรับอากาศดังนี้ (สมสิทธิ์ นิตยะ, 2541, น. 154-163)

### 2.3.1 สภาพแวดล้อมอาคาร

ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงาน ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิดิน ปริมาณไอน้ำในอากาศ และกระแสลม หรือการพิจารณาพลังงานในแง่ของความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงที่อาศัยการพาความร้อนในการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร นอกจากนี้ยังมีส่วนของการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบผิวเปลือกอาคารและกระจก

### 2.3.2 รูปทรง ตำแหน่ง และทิศทางของอาคาร

ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงาน สามารถแยกออกได้เป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่

1. อิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ การป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเป็นตัวแปรที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานในอาคาร เพราะปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารจะแปรผันตามพื้นที่เปลือกอาคาร กล่าวคือ อาคารที่มีพื้นที่เปลือกอาคารมากจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารมากขึ้น นอกจากนี้สัดส่วนของพื้นที่เปลือกอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร หากมีค่ามากแสดงว่า อัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารมีค่าสูง

2. ทิศทางของดวงอาทิตย์ ในพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศเขตร้อนชื้น เช่น ประเทศไทย ปริมาณแสงธรรมชาติจะแปรผันตามลักษณะของท้องฟ้า กล่าวคือ ถ้าในกรณีที่มีเมฆปกคลุมท้องฟ้าเพียงเล็กน้อย ท้องฟ้าจะมีความสว่างเต็มที่ทำให้มีแสงสว่างและการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยใช้ระเบียงกันแดด และแผงกันแดดในแนวดิ่งหรือแนวนอน หรืออาจใช้ทั้งแนวดิ่งและแนวนอนประกอบกัน หรืออาจใช้การออกแบบให้มีการบังแดดด้วยรูปทรงอาคาร การจัดวางอาคารควรหลีกเลี่ยงการรับแดดโดยตรงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อช่องเปิดในทิศตะวันออก และทิศตะวันตกในช่วงเช้าและเย็น ส่วนในช่วงเวลากลางวันนั้นดวงอาทิตย์จะตั้งฉากกับพื้นโลก ปริมาณแสงจะมีอิทธิพลต่อช่องเปิดในแนวทิศเหนือและใต้ ดังนั้น ปริมาณรังสีความร้อนจะเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาและทิศทาง ซึ่งเราสามารถแก้ไขได้โดยออกแบบช่องเปิดให้มีความสอดคล้องกับทิศทางของแสงในแต่ละช่วงเวลา

3. อิทธิพลจากกระแสลม การเจาะพื้นที่ช่องเปิดอาคารโดยเจาะช่องด้านความกดอากาศสูง จะทำให้ลมสามารถพัดเข้าสู่ตัวอาคารได้ และระบายออกด้านที่มีความกดอากาศต่ำ ทั้งนี้การเจาะช่องเปิดย่อมแสดงถึงการมีการถ่ายเทความร้อนโดยการพา ดังนั้น หากต้องการระบายอากาศจึงต้องปรับสภาวะของสภาพแวดล้อมภายนอกให้มีอุณหภูมิต่ำลง เพื่อป้องกันการนำความร้อนที่เกินความต้องการเข้าสู่อาคาร ในทางตรงกันข้ามอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศจะต้องลดพื้นที่ผิวที่มีความแตกต่างกันของความกดอากาศสูงให้น้อยลง เพื่อลดโอกาสของการรั่วซึมของอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอากาศชื้นเข้าสู่อาคาร

### 2.3.3 เปลือกอาคาร

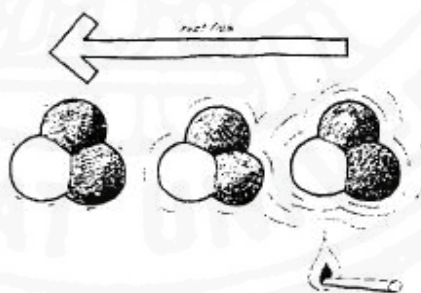
เปลือกอาคารเป็นส่วนที่ผกผันระหว่างอากาศภายนอกและอากาศภายใน และช่วยลดความรุนแรงของสภาพแวดล้อมภายนอกให้อาคาร สำหรับอาคารปรับอากาศความร้อนและความชื้น เป็นสิ่งที่ทำให้ภาระการทำความเย็นเพิ่มมากขึ้น และเกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน ในการออกแบบ จึงต้องพิจารณาถึงการถ่ายเทความร้อนและพลังงานอันเนื่องมาจากความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง ซึ่งมีหลักการดังนี้

#### 1. การถ่ายเทความร้อน (heat transfer) แบ่งออกเป็น

1) การนำความร้อน (conduction) เกิดจากการเคลื่อนที่ของพลังงานระหว่างโมเลกุลที่อยู่ติดกัน การถ่ายเทความร้อนจะเกิดจากบริเวณที่ร้อนกว่าหรือมีการเคลื่อนไหวของโมเลกุลช้ากว่า ซึ่งจะเกิดขึ้นในทุกทิศทุกทางและไม่ขึ้นกับแรงโน้มถ่วงของโลก วัสดุที่มีโครงสร้างของโมเลกุลหนาแน่นมากจะนำความร้อนได้มากเช่น โลหะจะนำความร้อนได้ดีที่สุด รองมาคือ คอนกรีตและอิฐ การถ่ายเทความร้อนจึงผ่านเปลือกอาคารโดยการนำความร้อน ในการออกแบบ จึงต้องพิจารณาวัสดุที่มีค่าต้านทานความร้อนให้ได้มากที่สุด

ภาพที่ 2.2

การถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อน (Conduction)



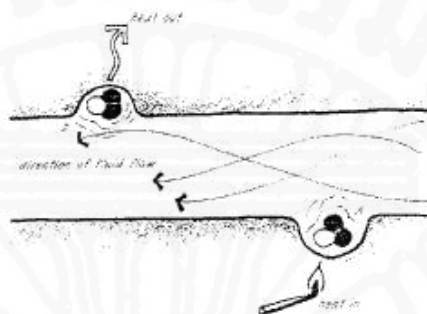
ที่มา: Moore, F., 1993.

2) การพาความร้อน (convection) คือ การถ่ายเทความร้อนโดยการเคลื่อนที่ของของไหลผ่านตัวกลาง ได้แก่ อากาศ และน้ำ เมื่อสสารถูกทำให้ร้อนขึ้นจะเคลื่อนไหวเร็วขึ้น และแตกกระจายออกไปในทิศทางต่าง ๆ ทำให้สสารนั้น ๆ เกิดการขยายตัว โดยของแข็งจะมีการเพิ่มปริมาตรขึ้น ส่วนของเหลวและก๊าซจะมีความหนาแน่นต่ำลงและลอยตัวขึ้น ทำให้เกิดการ

รั่วซึมและการถ่ายเทความร้อนผ่านทางเปลือกอาคารที่เป็นรอยแยก ช่องเปิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากแรงดันและความเร็วลมในทิศทางนั้น ๆ

ภาพที่ 2.3

การถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อน (Convection)

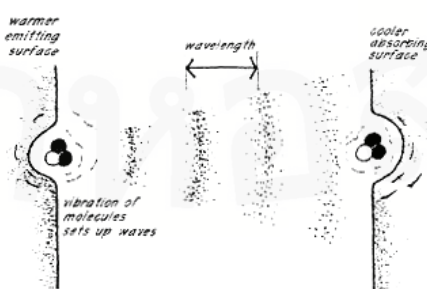


ที่มา: Moore, F., 1993.

3) การแผ่รังสีความร้อน (radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวของโมเลกุลของสสาร ซึ่งจะเคลื่อนที่จากวัตถุที่ร้อนกว่าไปสู่วัตถุที่เย็นกว่าเช่นเดียวกับการนำความร้อน แต่การแผ่รังสีความร้อนสามารถส่งความร้อนผ่านสุญญากาศได้ การเคลื่อนที่ของโมเลกุลจะช้าลงเมื่อเปลี่ยนไปเป็นคลื่นรังสีความร้อน โดยเมื่อความร้อนเคลื่อนที่จากของแข็งไปยังอากาศ หรือสุญญากาศไปกระทบกับผิววัตถุอีกด้านหนึ่ง จะสะสมพลังงานความร้อนในด้านนั้น ๆ และทำให้โมเลกุลเคลื่อนไหวมากขึ้น เป็นผลให้อุณหภูมิสูงขึ้นและคายความร้อนออกมา การแผ่รังสีความร้อนจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในทุกทิศทุกทาง และไม่ขึ้นกับแรงโน้มถ่วงของโลก

ภาพที่ 2.4

การถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อน (Radiation)



ที่มา: Moore, F., 1993.

## 2. การต้านทานความร้อน และลักษณะมวลสารเปลือกอาคาร

1) การต้านทานความร้อน การใช้วัสดุที่มีค่าการส่งผ่านความร้อน (U-value) ต่ำ จะช่วยลดการนำความร้อนเข้าสู่อาคารได้เป็นอย่างดี หลักการนำความร้อนนั้น หากอุณหภูมิภายนอกและภายในแตกต่างกันมาก การนำความร้อนจะเป็นไปได้มาก ในทางตรงกันข้ามถ้าอุณหภูมิภายนอกและภายในแตกต่างกันน้อย จะทำให้การนำความร้อนเกิดขึ้นน้อยลงด้วย ดังนั้น การใช้ฉนวนไม่ใช่สิ่งยืนยันได้ว่าจะช่วยลดความร้อนได้ดีเสมอไป เพราะปริมาณความร้อนที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนจะต้องใช้อุณหภูมิผิว (sol-air temperature) เพื่อเป็นตัวหาความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายใน กล่าวคือ แม้อุณหภูมิจะแตกต่างกันน้อย แต่ค่าการส่งผ่านความร้อนยังคงมีมาก การเลือกวัสดุที่สามารถป้องกันความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคาร หรือมีค่า R-value สูง หรือที่เรียกว่า ฉนวน ซึ่งวัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อน โดยมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (thermal time lag) น้อย ทำให้อิทธิพลภายนอกที่เข้ามาภายในเกิดขึ้นค่อนข้างรุนแรง ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการเพิ่มความหนาให้มากขึ้น แต่จะทำให้มีราคาสูง ดังนั้น การออกแบบโดยการผสมผสานการฉนวนและมวลสารจะเป็นผลดีในการหน่วงเหนี่ยวความร้อน ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารไม่เปลี่ยนแปลงรุนแรง และถ้าสามารถหน่วงเหนี่ยวเวลาได้อย่างเหมาะสม กล่าวคือ สามารถทำให้ปริมาณความร้อนที่เข้ามาภายในอาคารในช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายนอกลดต่ำลงมากที่สุด จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากยิ่งขึ้น

2) การหน่วงเหนี่ยวความร้อน (thermal time lag) เป็นช่วงเวลาที่วัสดุสามารถเก็บกักปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาได้เป็นระยะเวลาหนึ่งจนวัสดุอิ่มตัวและคายความร้อนออกมาภายใน ทำให้ช่วงเวลาที่เกิดความร้อนสูงสุดภายในนั้น เลื่อนออกไปจากช่วงเวลาที่เกิดความร้อนสูงสุดภายนอกได้ระยะเวลาหนึ่ง วัสดุที่มีมวลมากจะมีค่าหน่วงความร้อนมากกว่าวัสดุที่มีมวลน้อย

3. การรั่วซึมของอากาศ (infiltration) เป็นการไหลผ่านของอากาศภายนอกเข้าสู่อาคารที่ไม่สามารถควบคุมได้ ผ่านทางรอยแตกหรือช่องเปิดที่ไม่เป็นที่ต้องการให้อากาศไหลผ่านเข้ามา และการรั่วซึมของอากาศผ่านทางการใช้งานปกติของทางเข้าของประตูและหน้าต่าง ซึ่งหมายถึงการรั่วซึมของอากาศ (air leakage) เข้าสู่อาคารนั่นเอง นอกจากนี้ยังมีการไหลของอากาศอีกประเภทหนึ่งคือ การรั่วซึมของอากาศออกนอกอาคาร (exfiltration) มีความเกี่ยวข้องด้วยเหมือนกับการถ่ายเทอากาศธรรมชาติ การรั่วซึมของอากาศเกิดได้ 2 ลักษณะ คือ เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และเกิดจากการสร้างความแตกต่างของแรงดันอากาศโดยมนุษย์

4. ช่องแสง เป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่เปลือกอาคารที่ยอมให้แสงสามารถผ่านเข้าสู่อาคารได้ โดยผ่านทางวัสดุโปร่งใสและโปร่งแสง สิ่งที่เป็นผลตามมานอกจากแสงสว่าง คือ ความร้อน

1) ความร้อน ผนังโปร่งแสงของอาคารเป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อการออกแบบเพื่อการประหยัดและอนุรักษ์พลังงาน เพราะเป็นส่วนที่ความร้อนจากแสงอาทิตย์จะเข้ามาในอาคารได้มากที่สุด ในการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่ดีนั้น ช่องเปิดที่นำแสงเข้ามาจะต้องมีขนาดที่เหมาะสม กล่าวคือ มีขนาดเล็กพอที่จะป้องกันความร้อนไม่ให้เข้ามามากนัก แต่ก็ใหญ่พอที่จะนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ

2) ความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางกระจกมี 2 ลักษณะ คือ การนำความร้อนซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติการนำความร้อนของกระจก และค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร อีกลักษณะหนึ่ง คือ การส่งผ่านรังสีความร้อนของดวงอาทิตย์ ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (shading coefficient) ของกระจก อุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร และทิศทางที่กระจกบังรังสีจากดวงอาทิตย์

กระจกที่นิยมใช้กันทั่วไปนั้น มีระดับของปริมาณความร้อนที่ผ่านกระจกเข้าไปในอาคารแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกระจกที่ใช้ ทิศทางการรับแสงอาทิตย์ของกระจก และอัตราส่วนของพื้นที่ผิวกระจกต่อพื้นที่ผนังทึบ

3) อิทธิพลของความร้อนที่มีต่อกระจก ผลกระทบจากปริมาณความร้อนที่เข้ามากระทบกระจกที่สูงขึ้น ซึ่งเกิดจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายใน ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอก และส่งผลให้ต้องทำการปรับอากาศให้มากขึ้น ดังนั้น การออกแบบที่ทำให้ผิวกระจกภายในอาคารเย็นที่สุด โดยการเลือกใช้ชนิดของกระจกที่เหมาะสมรวมกับการออกแบบ ทำให้ช่วยลดปัญหาในส่วนนี้ได้ ผนังกระจกหรือหน้าต่างเป็นส่วนที่ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง ซึ่งผนังกระจกหรือหน้าต่างเหล่านี้จะมีคุณสมบัติในการดูดกลืน (absorption) การคาย (emission) และการสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ (reflection) เช่นเดียวกับผนังทึบ และมีการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่กระจก โดยวิธีการนำความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ กล่าวคือ เมื่อรังสีจากดวงอาทิตย์ที่เป็นคลื่นสั้นส่องผ่านผนังกระจกหรือหน้าต่างเข้าสู่อาคาร พลังงานความร้อนที่มากับรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งตกกระทบลงบนวัตถุ หรือบนพื้นอาคารและมีการดูดกลืนพลังงานความร้อนมาสะสมไว้ในผนังและวัตถุต่าง ๆ ในอาคาร แล้วจึงคายพลังงานความร้อนที่สะสมไว้ออกมาในสภาพรังสีคลื่นยาว และถ่ายเทไปยังพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ทำให้

อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้น เครื่องปรับอากาศต้องทำงานอย่างหนัก เพื่อปรับอุณหภูมิที่สูงให้ลดลงเข้าสู่สภาวะน่าสบาย

4) ความต้องการแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคาร วัสดุผนังกระจก และหน้าต่างของอาคารควรจะพิจารณาถึงคุณสมบัติในเรื่องของการยอมให้แสงธรรมชาติผ่านเข้าไปภายใน ซึ่งค่านี้จะมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับปริมาณแสงธรรมชาติที่ตกกระทบผิววัสดุ ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อค่านี้ได้แก่ ชนิดของกระจก สี และวัสดุที่ใช้เคลือบผิวกระจก

5) ความต้องการเลือกใช้กระจกที่ไม่นำความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยการใช้กระจกที่เป็นฉนวนกันความร้อน หรือกระจกที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง หรือมีค่าการนำความร้อนต่ำนั่นเอง

6) ความต้องการแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารโดยไม่นำความร้อนเข้าสู่อาคารด้วย กล่าวคือ การเลือกใช้กระจกที่มีค่าการนำความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์สู่ผนังกระจกน้อย โดยสามารถดูได้จากตารางคุณสมบัติกระจกจากผู้ผลิตในค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดที่มีค่าน้อย แต่กระจกบางชนิดที่มีค่าดังกล่าวนี้ต่ำแล้ว ส่งผลให้ค่าการส่งผ่านของแสงและการมองเห็น (visible and light transmittance) น้อยลงด้วย ซึ่งขึ้นอยู่กับการตัดสินใจในการเลือกใช้ของผู้ออกแบบและผู้อยู่อาศัยด้วย

#### 2.3.4 สภาพแวดล้อมภายในอาคาร

ภาระการทำความเย็นของอาคาร ประกอบด้วย ส่วนของความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง การใช้งานอุปกรณ์และหลอดไฟภายในอาคารปรับอากาศในการเปลี่ยนรูปของพลังงานจะมีความร้อนเกิดขึ้น เช่น ความร้อนที่เกิดจากโทรทัศน์ ความร้อนที่เกิดจากอุปกรณ์ที่มีมอเตอร์ เป็นต้น หลอดไฟฟ้าแบบอินแคนเดสเซนต์จะมีภาระความร้อนประมาณ 3.4 Btu/hr ต่อ 100 คน/วัตต์ และความร้อนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์จะมีภาระเพิ่มอีก 25 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากความร้อนของบัลลาสต์เป็นการสร้างภาระการทำความเย็นให้กับเครื่องปรับอากาศ ในการทำงานกิจกรรมของคนนั้นจะมีความร้อนและความชื้นออกจากร่างกาย อิทธิพลของภาระการทำความเย็นส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นกับเปลือกอาคารน้อยกว่า เมื่อเทียบกับปัจจัยภายในอาคาร (Internal Dominated Load: IDL) (สุรพล พฤษะพานิช, 2529, น. 116) ซึ่งปัจจัยภายในอาคารที่มีผลต่อภาระการทำความเย็น ประกอบด้วย

1. แหล่งความร้อนจากอุปกรณ์และหลอดไฟฟ้าแสงสว่าง ความร้อนที่เกิดจากอุปกรณ์ เช่น โททัศน์ ตู้เย็น คอมพิวเตอร์ เป็นต้น จะอยู่ประมาณ  $3 - 15 \text{ Btu/ft}^2$  ความร้อนจากอุปกรณ์เหล่านี้ส่วนหนึ่งจะแผ่รังสีความร้อนออกมา ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการทำความเย็นอันเนื่องมาจากเปลือกอาคาร จึงต้องมีการใช้ค่า CLF ในการคำนวณ เช่น หากเปิดเครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ค่า CLF จะมีค่าเท่ากับ 1 เป็นต้น แต่เนื่องจากโดยทั่วไปมักปิดการใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้ พร้อมกับหยุดระบบปรับอากาศหลังเลิกงาน ความร้อนจึงเกิดการสะสมในวัสดุภายในห้องกลายเป็นภาระการทำความเย็นในวันถัดไป

2. แหล่งความร้อนความชื้นจากวัสดุภายใน การออกแบบผนังในระบบปรับอากาศจะต้องมีการควบคุมความชื้นภายในอาคาร ซึ่งประกอบด้วยการควบแน่นน้ำและไอน้ำที่จะเข้ามาในอาคาร อากาศในภูมิอากาศแบบร้อนชื้น เช่น ประเทศไทย ถ้ามีการปรับอากาศในอาคาร เครื่องปรับอากาศจะต้องทำหน้าที่ทำความเย็นด้วยการปรับอุณหภูมิและปรับความชื้นให้ลดลง การควบคุมการเกิดการควบแน่นของหยดน้ำในผนังเป็นเรื่องหนึ่งที่สำคัญและยากต่อการป้องกัน ผนังระบบฉนวนป้องกันความร้อนภายนอก ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพระบบหนึ่งในการป้องกันปัญหานี้ เนื่องจากจุดควบแน่นของหยดน้ำจะเกิดขึ้นในโฟมที่ห่อหุ้มภายนอก ทำให้ป้องกันความชื้นได้ดี

การป้องกันไอน้ำและความชื้นที่จะแทรกซึมเข้าทางผนัง โดยเลือกวัสดุการก่อสร้างที่มีโพรงช่องว่างอากาศพอที่จะสามารถกักน้ำและความชื้นได้ และมีการเคลือบและฉาบวัสดุของผิวภายนอกด้วย ทำให้สามารถป้องกันการเกิดการควบแน่นของหยดน้ำ และการเกิดเชื้อราภายในผนังให้เกิดขึ้นน้อยมากได้

3. แหล่งความร้อนจากผนังกันและพื้นภายในอาคาร ระบบพื้นของอาคารปรับอากาศที่ผู้ใช้อาคารต้องสัมผัสเกือบตลอดเวลา การเลือกใช้วัสดุพื้นที่มีความเป็นตัวนำ (conductor) ที่ดี เช่น หินอ่อน แกรนิต กระเบื้อง เป็นต้น เพื่อช่วยนำความร้อนจากพื้นดินเข้าสู่อาคาร (ในกรณีที่ดินชั้นล่างสัมผัสกับชั้นดินโดยตรง) แต่ต้องมีระบบป้องกันความชื้นจากดินเป็นอย่างดี ซึ่งจะช่วยสร้างความเย็นในอาคารได้ เมื่ออุณหภูมิผิวของพื้นอาคารได้รับอิทธิพลจากความร้อนของดินและมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าผิวภายในแล้ว ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างพื้นกับผิวภายใน และรู้สึกเย็นกว่าปกติ ซึ่งเป็นการใช้เทคนิคการถ่ายเทความร้อนระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อมมาใช้ กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิรอบข้างเฉลี่ยต่ำกว่าผิวร่างกาย  $1^\circ\text{C}$  จะรู้สึกเย็นลงกว่าปกติ  $1.4^\circ\text{C}$

4. แหล่งความร้อนจากผู้ใช้อาคาร มนุษย์เป็นหนึ่งในภาระชนิดหนึ่งที่มีการสะสมความร้อนความชื้น ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามกิจกรรมและจำนวนของผู้ใช้อาคาร การใช้งานระบบ

ปรับอากาศ เพื่อตอบสนองความต้องการทางร่างกายของผู้ใช้งานให้เกิดสภาวะความสบาย โดยร่างกายจะระบายความร้อนออกมาทางผิวหนังและทางลมหายใจ รูปแบบความร้อนที่ระบายออกจากร่างกายมนุษย์มี 2 รูปแบบ คือ

1) ความร้อนสัมผัส สามารถระบายด้วยการนำ การพา และการแผ่รังสีความร้อน ปกติอุณหภูมิในร่างกายของมนุษย์จะสูงกว่าอากาศประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ความร้อนส่วนนี้จะเกิดการแผ่รังสีซึ่งจะไม่กลายเป็นภาระการทำความเย็นของอาคารในทันทีจนกว่าจะผ่านไปหลายชั่วโมง เนื่องจากความร้อนจะถูกดูดกลืนโดยวัสดุต่าง ๆ ภายในอาคารในวันแรก และกลายเป็นภาระในการทำความเย็นของอาคารในวันถัดไป

2) ความร้อนแฝงที่เกิดจากการระเหยความชื้นที่ผิวหนังและการสูญเสียความชื้นไปกับลมหายใจ สามารถระบายด้วยการพาความร้อนและการระเหยความชื้นจากผิวหนัง และในส่วนนี้จะกลายเป็นภาระการทำความเย็นของอาคารในทันที

ความร้อนที่เกิดจากการทำกิจกรรมทั้ง 2 รูปแบบนั้น มีปริมาณที่แตกต่างกันตามลักษณะของกิจกรรมที่ทำ ความน่าสบายของมนุษย์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ นั้น ตัวแปรที่มีผลหลัก ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความชื้น และความเร็วของกระแสลม ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญในการระบายความร้อนออกจากร่างกาย

5. แหล่งความร้อนจากพฤติกรรมการใช้อาคาร ภาระการทำความเย็นในส่วนนี้เป็นผลมาจากการใช้งานในส่วนของระบบปรับอากาศ ช่องเปิดอาคาร อุปกรณ์ และจำนวนผู้ใช้ เป็นส่วนสำคัญมากเนื่องจากเป็นส่วนที่มีการสูญเสียพลังงานอย่างมหาศาลหากมีการใช้ และออกแบบไม่ระมัดระวัง เช่น การเปิดประตูทิ้งเอาไว้ในทิศทางที่มีกระแสลมในขณะที่ใช้ระบบปรับอากาศ จะเป็นการนำเอาความร้อนและความชื้นจากภายนอกเข้ามาจำนวนมาก ซึ่งมีค่ามากกว่าการทำความเย็นให้กับเปลือกอาคาร เมื่อเทียบการใช้เวลาเท่ากัน ดังนั้น การอนุรักษ์พลังงานในอาคารจึงสามารถพิจารณาจาก

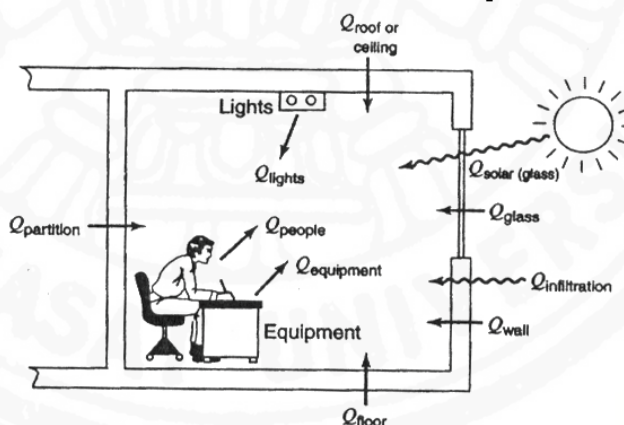
1. การออกแบบบริเวณที่ตั้งอาคาร ออกแบบอาคาร และกรอบอาคาร
2. ประสิทธิภาพของระบบและการควบคุม
3. การบริหารหรือการจัดการด้านพลังงาน
4. กิจกรรมเกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน
  - 1) การเผยแพร่ความรู้ให้กับผู้ใช้ (อาคารและอุปกรณ์อาคาร)
  - 2) การตรวจสอบ
  - 3) การบำรุงรักษาเครื่องจักร และอุปกรณ์
  - 4) การนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้

การอนุรักษ์พลังงานในอาคารควรเริ่มต้นตั้งแต่การออกแบบสำหรับอาคารใหม่ และการปรับปรุงอาคารที่กำลังใช้อยู่ โดยกฎหมายได้แนะนำวิธีการต่าง ๆ ในการดำเนินการตามมาตรา 17 ดังนี้

1. การลดความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร
2. การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการรักษาอุณหภูมิภายในอาคาร
3. การใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่จะช่วยอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนการแสดงคุณภาพของวัสดุก่อสร้างนั้น ๆ
4. การให้แสงสว่างในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ
5. การใช้และการติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร
6. การใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์
7. การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่น ๆ ตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

ภาพที่ 2.5

องค์ประกอบของความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคาร



ที่มา: ตรึงใจ บุณสมภพ, 2539.

## 2.4 การศึกษาทฤษฎีและแนวความคิดการพัฒนาวิศวกรรมซอฟต์แวร์

วิศวกรรมซอฟต์แวร์ (software engineering) หมายถึง วิชาการว่าด้วยการออกแบบ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตลอดจนการบริหารงานการพัฒนาเพื่อที่จะได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพสูง ราคาถูก และภายในเวลาที่กำหนด โดยวิศวกรรมซอฟต์แวร์เกิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1968

ในระหว่างการประชุม NATO Software Engineering Conference เนื่องจากการประชุมครั้งนั้นมีการกล่าวถึงปัญหาของการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เกิดขึ้นมากมายไม่ว่าจะเป็นความซับซ้อนของโปรแกรม ความยุ่งยากของการบริหารจัดการ การสื่อสาร รวมทั้งปัญหาในเรื่องของเวลาที่ไม่เพียงพอต่อการพัฒนาซอฟต์แวร์และมูลค่าในการพัฒนาซอฟต์แวร์ในแต่ละครั้งที่สูง ทำให้เกิดการนำเอาหลักการทางวิศวกรรมเข้ามาใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้เป็นไปอย่างมีระบบมากขึ้น (สุชาย ธนวเสถียร มนุ อรดีดลเชษฐ์ และ โปรตปราน พิตรสวรร, 2542) และให้ได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงหรือบรรลุเป้าหมายของการพัฒนา คือ

1. ซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพ
2. สามารถส่งมอบซอฟต์แวร์ได้ทันเวลาที่กำหนดให้
3. ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาอยู่ภายใต้งบประมาณที่คาดการณ์
4. ซอฟต์แวร์ที่พัฒนามีคุณสมบัติตรงตามความต้องการของผู้ใช้

แนวความคิดในการแก้ปัญหาการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยการนำหลักการทางวิศวกรรมเข้ามาใช้ทำให้เกิดการพัฒนารูปแบบของซอฟต์แวร์ให้มีลักษณะบูรณาการมากขึ้น ซึ่งสามารถสรุปเป็นลักษณะของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ได้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรแกรมขนาดใหญ่
2. สามารถจัดการเกี่ยวกับความซ้ำซ้อนได้
3. เน้นการทำงานร่วมกันของบุคลากร
4. สามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายเมื่อจำเป็น
5. เน้นการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ
6. สอดคล้องความต้องการของผู้ใช้

## 2.5 การศึกษาทฤษฎีและแนวความคิดการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ

ฐานข้อมูล (database) หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีแบบแผน ณ ที่ใดที่หนึ่งในองค์กร เพื่อให้ผู้ใช้จะสามารถนำข้อมูลมาประมวลผลและประยุกต์ใช้งานตามที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น องค์กรจะมีฐานข้อมูลของบุคลากรซึ่งเก็บข้อมูลของพนักงานไว้ร่วมกัน แทนที่จะแยกออกเป็นแฟ้มข้อมูลประวัติพนักงาน แฟ้มข้อมูลเงินเดือน การฝึกอบรมและสัมมนาเก็บไว้ตามหน่วยงานต่าง ๆ ภายในองค์กร ซึ่งอาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อน ขาดเอกภาพ ความปลอดภัยต่ำ และขาดประสิทธิภาพในการใช้งาน (ณัฐรพันธ์

เขจรนันท์ และ ไพบูลย์ เกียรติโกมล, 2538, น. 108) หรือสามารถจำแนกเป็นความหมายได้ 2 ความหมาย คือ

1. เป็นที่เก็บรวบรวมข้อมูล และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอย่างมีแบบแผนเป็นระบบรวมขององค์กรใด ๆ

2. เป็นการบริหารจัดการข้อมูลโดยโปรแกรมประยุกต์ด้านการจัดการฐานข้อมูลทั้งหลาย ตั้งแต่ขั้นตอนการนำเข้า การประมวลผล การจัดเก็บ การสืบค้น การแสดงผลสารสนเทศ ตลอดจนการประยุกต์ใช้งานตามเงื่อนไขของผู้ใช้

ฐานข้อมูลเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญ เนื่องจากระบบฐานข้อมูลทำให้การจัดการสารสนเทศขององค์กรมีคุณลักษณะที่ดีหลายประการ ดังนี้ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2538, น. 188-190)

1. ลดการเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อน เนื่องจากการใช้งานระบบฐานข้อมูลต้องมีการออกแบบฐานข้อมูล ไม่ให้มีการเก็บข้อมูลซ้ำซ้อนกันหลายแห่ง เพื่อป้องกันการปรับปรุงข้อมูลไม่ครบ ทำให้เกิดความขัดแย้งกันของข้อมูลตามมา รวมทั้งยังเปลืองเนื้อที่การจัดเก็บข้อมูล

2. รักษาความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากระบบจัดการฐานข้อมูลซึ่งเป็นองค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์ของระบบฐานข้อมูลมีความสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้เป็นอย่างดี โดยถือเป็นหน้าที่ของระบบจัดการฐานข้อมูลที่จะจัดการเรื่องความถูกต้องของข้อมูลในฐานข้อมูล เช่น ในกรณีที่มีข้อมูลชุดเดียวกันปรากฏอยู่หลายแห่งในฐานข้อมูลเดียวกัน ข้อมูลเหล่านี้จะต้องตรงกัน ถ้ามีการแก้ไขข้อมูลนี้ทุก ๆ แห่งที่ข้อมูลปรากฏอยู่ ระบบจัดการฐานข้อมูลจะแก้ไขให้ถูกต้องตรงกันหมดโดยอัตโนมัติ

3. การป้องกันและรักษาความปลอดภัยให้กับข้อมูลทำได้อย่างสะดวก เนื่องจากระบบฐานข้อมูลส่วนใหญ่จะมีการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล โดยจะให้สิทธิเฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องเท่านั้นเข้าไปใช้ฐานข้อมูลได้ ซึ่งต้องมีการกำหนดสิทธิไว้ก่อนล่วงหน้า เมื่อมีการเข้าใช้งานฐานข้อมูลสำหรับผู้ใช้แต่ละคน ผู้ใช้จะเห็นข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลตามสิทธิที่ได้รับจากรหัสผู้ใช้ (user) และรหัสผ่าน (password) ของตนเอง

4. สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้ เนื่องจากระบบฐานข้อมูลเป็นศูนย์กลางที่เก็บรวบรวมข้อมูลของหน่วยงานย่อย ๆ ภายในองค์กรไว้ด้วยกัน ผู้ใช้แต่ละคนจึงสามารถเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องของหน่วยงานอื่น ๆ ได้ผ่านระบบฐานข้อมูล แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิทธิที่ได้รับดังกล่าวข้างต้น

5. มีความเป็นอิสระของข้อมูล เมื่อผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมข้อมูลหรือนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับโปรแกรมที่เขียนขึ้นมา จะสามารถสร้างข้อมูลนั้นขึ้นมาใช้

ใหม่ได้ โดยไม่มีผลกระทบต่อระบบฐานข้อมูลเพราะข้อมูลที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ใหม่นั้นจะไม่กระทบต่อโครงสร้างที่แท้จริงของการจัดเก็บข้อมูล นั่นคือ การใช้ระบบฐานข้อมูลจะทำให้เกิดความเป็นอิสระระหว่างการจัดเก็บข้อมูลและการประยุกต์ใช้

ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ (object oriented database) เป็นกระบวนการพัฒนาอันเนื่องมาจากการนำเอาหลักการทางวิศวกรรมมาใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ภายใต้หลักการของการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (object oriented programming) ทำให้เกิดแนวทางในการพัฒนารูปแบบของระบบฐานข้อมูลใหม่ขึ้นมาด้วย โดยมีโครงสร้างภาษาที่รองรับในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุหลายภาษาตัวอย่าง เช่น โครงสร้างภาษาจาวา (java platform) และภาษาดอตเน็ต (.NET framework) เป็นต้น

สำนักหอสมุด