

โครงการออกแบบสถาปัตยกรรมภายใน  
อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ  
ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR  
MAJESTY OF THE KING IX



นายสุรพงศ์ วิวัฒน์ผลบุญ

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 86172  
วัน,เดือน,ปี 29 พ.ย. 2551

b.....  
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (สถาปัตยกรรมภายใน)  
ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2546 - 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังอนุมัติ  
ให้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์  
บัณฑิต (สถาปัตยกรรมภายใน)

.....คณะบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
(ร.ศ. กุลธร เลื่อนฉวี)

คณะกรรมการการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

ร.ศ. อรรถพร เพชรานนท์  
ร.ศ. กฤษฏา อินทรสถิตย์  
ผ.ศ. จำรัส วงศ์เจริญ  
อ. พิชะรัตน์ นันทะ

.....  
(ร.ศ. กฤษฏา อินทรสถิตย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา



รับอนุมัติ 16 ก.พ. 47.  
ศาสตราจารย์  
กิตติคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

บทคัดย่อ

คำนำ

กิตติกรรมประกาศ

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	
	1.2 วัตถุประสงค์โครงการ	
	1.3 ขอบเขตของโครงการ	
	1.4 ขอบข่ายวิทยานิพนธ์	
บทที่ 2	การศึกษาข้อมูลทั่วไปของโครงการ	4
	2.1 ข้อมูลพื้นฐานส่วนนิทรรศการ	
	2.2 ข้อมูลพื้นฐานส่วนห้องบรรยายและสัมมนา	
	2.3 ข้อมูลพื้นฐานส่วนห้องสมุด	
	2.4 ข้อมูลพื้นฐานส่วนห้องเรียนคอมพิวเตอร์	
	2.5 ข้อมูลพื้นฐานส่วนร้านอาหาร	
	2.6 ข้อมูลพื้นฐานส่วนโถงสาธารณะ	
	การศึกษาโครงการเปรียบเทียบ	
	กรณีศึกษาโครงการภายในประเทศ	
	กรณีศึกษาต่างประเทศ	
บทที่ 3	การศึกษาข้อมูลเฉพาะของโครงการ	45
	3.1 การศึกษาสภาพแวดล้อมที่ตั้งของโครงการ	
	3.2 การศึกษาอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ	
	3.3 ระบบที่เกี่ยวข้องกับอาคาร	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4	ข้อมูลนิทรรศการ	77
บทที่ 5	การศึกษากิจกรรมและพฤติกรรมผู้ใช้โครงการ	126
	5.1 อัตรากำลังและสายการบริหาร	
	5.2 การศึกษาพฤติกรรมผู้ใช้โครงการ	
	- ผู้ให้บริการ	
	- ผู้รับบริการ	
	5.3 การวิเคราะห์หาปริมาณผู้เข้าใช้โครงการ	
	5.4 การวิเคราะห์และประเมินขนาดพื้นที่ใช้สอยโครงการ	
	5.5 ตารางสรุปพื้นที่ใช้สอยโครงการ	
บทที่ 6	แนวความคิดสู่การออกแบบ	
บทที่ 7	สรุปผลงานออกแบบ	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ขอบเขตของโครงการ

1. ส่วนจัดแสดงนิทรรศการ
  - ส่วนนิทรรศการภาคอาคารธุรกิจ
  - ส่วนนิทรรศการภาคบ้านพักอาศัย
2. ส่วนการจัดกิจกรรม
  - ส่วนหอประชุม ( Auditorium )
  - ส่วนห้องบรรยายและสัมมนา ( Multipurpose training room)
3. ส่วนให้บริการการเรียนรู้
  - ห้องสมุด ( Energy library)
4. ส่วนบริการสาธารณะ
  - โถงสาธารณะ
  - ส่วนพักผ่อน
  - ส่วนบริการอาหาร
  - ส่วนร้านขายของที่ระลึก

## วิธีการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโครงการ ได้แก่
  - ประวัติความเป็นมาของโครงการ
  - ลักษณะโครงสร้างสายการบริหาร
  - สภาพโดยทั่วไปของโครงการเดิม
2. ศึกษาพฤติกรรมของแต่ละกลุ่มผู้ใช้เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มประโยชน์ใช้สอย
3. วิเคราะห์สภาพแวดล้อมอาคารเพื่อทำการออกแบบสถาปัตยกรรมภายใน
4. สรุปแนวความคิดในเชิงของประโยชน์ใช้สอยและเชิงรูปธรรมภายใต้เงื่อนไขเกณฑ์การออกแบบและเงื่อนไขจากสภาพแวดล้อมอาคาร
5. สรุปแนวทางออกแบบหลายๆทางเลือก
6. พัฒนาทางเลือกของการออกแบบที่เหมาะสมจนได้ผลงานการออกแบบที่คัดเลือกไปปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

ในปัจจุบันเรามีเทคโนโลยีและวิทยาการที่ก้าวหน้า สามารถตอบสนองต่อความสะดวกสบายในชีวิตได้อย่างสมบูรณ์ แต่ทั้งนี้ต้องแลกมาด้วยการใช้ทรัพยากรอย่างฟุ่มเฟือย จนในที่สุดภาวะวิกฤตทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของโลกได้เกิดขึ้น

รูปแบบทางสถาปัตยกรรมได้ถูกรังสรรค์ขึ้นมาเป็นจำนวนมากเพื่อตอบสนองปัจจัยของมนุษย์แต่ว่าจะมีผู้สร้างสรรค์จำนวนกี่คนที่สามารถตอบสนองความต้องการนั้นโดยไม่ทำลายสมดุลของธรรมชาติ

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติเป็นคำตอบของการช่วยอนุรักษ์สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ เป็นการใช้ประโยชน์คุณค่าจากพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยประยุกต์เอาธรรมชาติ มาผสมผสานกับเทคโนโลยีสาขาต่างๆที่เกี่ยวข้องจนเกิดเป็นสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมกับเขตร้อนชื้นของไทยเรา จนอาจนับได้ว่าเป็นต้นแบบสู่สถาปัตยกรรมที่ยั่งยืนได้

สุรพงศ์ วิวัฒน์ผลบุญ  
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ เป็นโครงการที่ข้าพเจ้าไม่สามารถจัดทำให้สำเร็จได้หากขาดกำลังใจ แรงกระตุ้น และให้ความช่วยเหลือมากมายจากบุคคลต่าง ๆ จนในที่สุด ผลงานทั้งหมดจึงออกมาสำเร็จได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณกับผู้ที่มีส่วนช่วยให้งานสำเร็จลุล่วงได้ดังนี้

- ขอขอบพระคุณพ่อและแม่ที่คอยสนับสนุนเป็นกำลังใจมาตลอด และกำลังใจที่ สำคัญ
- ขอขอบพระคุณอาจารย์ กฤษฎา อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้คำแนะนำในการทำงาน ถึงแม้ผมจะขยันน้อยไปบ้าง ไม่ได้ปรึกษาอาจารย์เท่าที่ควร กราบขออภัยอาจารย์ไว้ ณ ที่นี้ด้วย
- ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษากลุ่มทุกท่านที่ช่วยแนะนำให้เกิดงานที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น
- ขอขอบคุณ พี่ ๆ ที่กองฝึกอบรมทุกท่านที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับอาคารและคำแนะนำ ต่าง ๆ ใจดีมากเลยครับ
- ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาที่ให้ข้อมูลศูนย์
- ขอขอบคุณ พี่ ศรินย์ แห่ง ENERGETIC สำหรับข้อมูลโค้งสุดท้าย
- ขอขอบคุณพี่ยศ สำหรับคำปรึกษาและแสงเนียนเนียนใน 3D
- ขอขอบคุณ น้องรหัส 43 ทุกคน น้องอัน น้องหนึ่ง น้องหม่อม น้องที่น่ารักจริง ๆ
- ขอขอบคุณพี่ไอ้และชาวคริสต์ สำหรับความช่วยเหลือคืนสุดท้ายที่ไม่คาดคิด
- ขอขอบคุณพี่สาว ช่วยพิมพ์บู้ด
- ขอขอบคุณเพื่อนทุกคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**บทที่ 1 บทนำ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ที่ผ่านมาการรณรงค์ในเรื่องอนุรักษ์พลังงานนั้นมักขึ้นอยู่กับให้เห็นมากมายอย่างโครงการ ทหาร 2 หรือจะเป็นการรณรงค์กันปิด-เปิดไฟฟ้าหรือน้ำประปา ต่าง ๆ เหล่านี้เป็นต้น แต่เมื่อ ไม่นานมานี้ กระแสความแรงของการอนุรักษ์พลังงานที่เรียกกันว่าเป็น "การอนุรักษ์พลังงาน ยุคใหม่" ได้เกิดขึ้นมา การอนุรักษ์พลังงานยุคใหม่ หลายคนอาจจะสงสัยกันว่าเป็นอย่างไร และมีความแตกต่างกับการอนุรักษ์พลังงานในแบบเดิมๆกันอย่างไร คำตอบก็คือ จะเปลี่ยนแปลงจาก การใช้พลังงานอย่างประหยัดและคุ้มค่า เปลี่ยนมาให้ความสนใจถึงเทคนิคการออกแบบในอาคาร หรือ ที่พักอาศัยของเรา

ในเรื่องนี้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้สร้างอาคารอนุรักษ์ พลังงานเฉลิมพระเกียรติขึ้น เพื่อเป็นแบบอย่างของอาคารที่มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพโดย ใช้เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานที่ทันสมัย เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย เช่น การนำระบบธรรมชาติมาประกอบการออกแบบ การสร้างสภาวะแวดล้อมรอบอาคารให้ ร่มเย็น การใช้ระบบหน้าต่างระบายอากาศเพื่อนำความร้อนออกไปทิ้งภายนอก การใช้ระบบ ไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพ การใช้ระบบสะสมน้ำแข็งร่วมกับการจ่ายลมเย็นอุณหภูมิต่ำ เพื่อปรับอากาศให้อาคาร เป็นต้น ซึ่งอาคารนี้จะเป็นตัวอย่างในการออกแบบอาคารอื่น ๆ และ เพื่อเป็นการเฉลิมฉลองในวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฉลองสิริราชสมบัติครบรอบ 50 ปี

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรตินี้ ก่อสร้างขึ้นบริเวณเทคโนโลยีธานี จ.ปทุมธานี ภายในอาคารมีพื้นที่ประมาณ 14,000 ตารางเมตร ใช้เป็นสำนักงานของศูนย์อนุรักษ์พลังงาน แห่งประเทศไทย ศูนย์สถิติการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งประกอบด้วยศูนย์ย่อย 5 ศูนย์ ได้แก่ ศูนย์เทคโนโลยีอุตสาหกรรม ศูนย์เทคโนโลยีอาคารธุรกิจ ศูนย์เทคโนโลยีบ้านพักอาศัย ศูนย์ออกแบบไฟฟ้าแสงสว่างและศูนย์ศึกษาไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า

นอกจากนี้ยังใช้เป็นศูนย์แสดงเทคโนโลยีข่าวสาร ตลอดจนการฝึกอบรมเพื่อถ่ายทอด ข้อมูล ข่าวสารด้านการอนุรักษ์พลังงานแก่ สถาปนิก วิศวกร ช่างเทคนิค นักเรียน นักศึกษา และ ประชาชนทั่วไป รวมทั้งเป็นศูนย์กลางกิจกรรมด้านการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย ทั้งทางด้านอุตสาหกรรม อาคารที่อยู่อาศัย และการคมนาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อเป็นสำนักงานของการฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย
2. เพื่อเป็นศูนย์สาธิตด้านการอนุรักษ์พลังงานต่าง ๆ อาทิ เช่น ศูนย์เทคโนโลยีอุตสาหกรรม ศูนย์เทคโนโลยีอาคารธุรกิจ ศูนย์เทคโนโลยีบ้านพักอาศัย ศูนย์ออกแบบไฟฟ้าและแสงสว่าง ศูนย์ศึกษาไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า
3. เพื่อเป็นศูนย์จัดแสดงเทคโนโลยีและข่าวสารตลอดจนการฝึกอบรมเผยแพร่ความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงานแก่ สถาปนิก วิศวกร ช่างเทคนิค นักเรียน นักศึกษา ตลอดจน ประชาชนผู้สนใจทั่วไป
4. เพื่อเป็นศูนย์กลางกิจกรรม การอนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย ทั้งภาคอุตสาหกรรม ที่อยู่อาศัย และการคมนาคม

## 1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. ส่วนจัดแสดงนิทรรศการ
  - ส่วนนิทรรศการภาคอุตสาหกรรม
  - ส่วนนิทรรศการภาคอาคารธุรกิจ
  - ส่วนนิทรรศการภาคบ้านพักอาศัย
  - ศูนย์ออกแบบไฟฟ้าและแสงสว่าง
  - ศูนย์ศึกษาไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า
2. ส่วนการจัดกิจกรรม
  - ส่วนหอประชุม ( Auditorium )
  - ส่วนห้องบรรยายและสัมมนา ( Multipurpose training room)
3. ส่วนให้บริการการเรียนรู้
  - ห้องสมุด ( Energy library)
4. ส่วนบริการสาธารณะ
  - โถงสาธารณะ
  - ส่วนพักผ่อน
  - ส่วนบริการอาหาร
  - ส่วนร้านขายของที่ระลึก
5. ส่วนสำนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 1.4 ขอบข่ายวิทยานิพนธ์

##### 1. ส่วนจัดแสดงนิทรรศการ

- ส่วนนิทรรศการภาคอาคารธุรกิจ
- ส่วนนิทรรศการภาคบ้านพักอาศัย

##### 2. ส่วนการจัดกิจกรรม

- ส่วนหอประชุม ( Auditorium )
- ส่วนห้องบรรยายและสัมมนา ( Multipurpose training room)

##### 3. ส่วนให้บริการการเรียนรู้

- ห้องสมุด ( Energy library)

##### 4. ส่วนบริการสาธารณะ

- โถงสาธารณะ
- ส่วนพักผ่อน
- ส่วนบริการอาหาร
- ส่วนร้านขายของที่ระลึก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บทที่ 2 การศึกษาข้อมูลทั่วไปของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2 การศึกษาข้อมูลทั่วไปของโครงการ

### 2.1 ข้อมูลพื้นฐานส่วนนิทรรศการ

พิพิธภัณฑ์สถาน คือสถาบันที่ตั้งขึ้นเพื่อรวบรวม สงวนรักษา และจัดแสดงวัตถุอันมีความสำคัญทางวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรม เพื่อประโยชน์ในการศึกษาและความเพลิดเพลิน ให้รวมถึงหอศิลป์ อนุสรณ์สถานทางประวัติศาสตร์ สวนสัตว์ สวนพฤกษชาติ สวนอุทยาน สถานที่เลี้ยงสัตว์น้ำ ฯลฯ

หน้าที่สำคัญที่สุดของภัณฑารักษ์ในแต่ละพิพิธภัณฑ์สถาน คือการให้ความรู้กับประชาชนในรูปของการดูวัตถุต่างๆ แทนการฟังหรือการศึกษาข้อความในเอกสารต่างๆ เพราะนั้นการจัดนิทรรศการจึงเป็นกิจกรรมที่แต่ละพิพิธภัณฑ์จะขาดเสียไม่ได้ และเป็นการสื่อสารเรื่องราวที่สำคัญในปัจจุบัน พิพิธภัณฑ์สถานแห่งใดจะได้รับความร่วมมือจากประชาชนมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับมาตรฐานการจัดนิทรรศการ การจัดนิทรรศการจึงเป็นกระบวนการสื่อสารที่สำคัญยิ่ง

หลักสำคัญที่ทำให้การสื่อสารได้ผลสำเร็จ

- 1 ความชัดเจนของการติดต่อสื่อสาร
- 2 มีทัศนคติที่ดี
- 3 ปรับระดับความรู้ให้เท่าเทียมกัน
- 4 ศึกษาให้ทราบถึงระบบทางสังคมและวัฒนธรรมของผู้รับ

ช่องทางในการติดต่อสื่อสาร  
ปัจจุบันมีการสื่อสารแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

ผู้ฟังไม่มีส่วนร่วม

ถึงน้อย

ถึงมาก

ผู้ฟังมีส่วนร่วม



นามธรรม

รูปธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิพิธภัณฑ์หลายแห่งในปัจจุบันได้จำแนกการจัดนิทรรศการออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ 3 กลุ่ม ตามความรู้และระดับปัญญาของผู้ชม คือ

1. สำหรับเด็กไม่เกิน 12 ปี เน้นให้เห็นลักษณะห้องตามความนึกคิดของเด็ก โดยคำนึงถึงจิตวิทยาทางการศึกษาของเด็ก เช่น การใช้สีเป็นสำคัญ
2. สำหรับผู้ชมหนุ่มสาว ซึ่งไม่มีความรู้พิเศษที่เชี่ยวชาญโดยเฉพาะ ต้องใช้อุปกรณ์ประกอบเรื่องราวจัดแสดง ต้องเชื่อมโยงข้อเท็จจริงโน้มน้าวให้เห็นคุณค่า ใช้หลักจิตวิทยาและเทคนิคในการจัดแสดงต่าง ๆ เข้าช่วย
3. สำหรับผู้ชมที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ ผู้ชมประเภทนี้สนใจในการวิเคราะห์เนื้อหาของวัตถุจัดแสดงอย่างละเอียดลออ ไม่ต้องการการจัดแสดงแบบศิลปะ เพราะต้องการดูวัตถุและเรื่องราวมากกว่าผลการตีความและคำบรรยายในห้องแสดง การจัดควรเน้นหนักในเรื่องระเบียบและการเปรียบเทียบวัตถุเป็นสำคัญ

#### ประเภทของพิพิธภัณฑ์สถาน

1. พิพิธภัณฑ์สถานทางศิลปะ ( Museum of Arts )
2. พิพิธภัณฑ์สถานทางศิลปะร่วมสมัย ( Gallery of Contemporary Arts )
3. พิพิธภัณฑ์สถานทางธรรมชาติวิทยา ( Natural History Museum )
4. พิพิธภัณฑ์สถานทางวิทยาศาสตร์และเครื่องจักรกล ( Museum of Science and Technology )
5. พิพิธภัณฑ์สถานทางมานุษยวิทยาและชาติพันธุ์วิทยา ( Museum of Anthropology and Ethnology )
  - ก. พิพิธภัณฑ์สถานชาติพันธุ์วิทยา ( Ethnological Museum )
  - ข. พิพิธภัณฑ์สถานศิลปะพื้นเมือง ( Folk Arts Museum )
  - ค. พิพิธภัณฑ์สถานกลางแจ้ง ( Open Air Museum )
6. พิพิธภัณฑ์สถานทางประวัติศาสตร์และโบราณคดี ( Museum of History and Archaeology )
7. พิพิธภัณฑ์สถานประจำเมืองหรือท้องถิ่น ( Regional Museum – City Museum )
8. พิพิธภัณฑ์สถานแบบพิเศษ ( Specialized Museum )
9. พิพิธภัณฑ์สถานของมหาวิทยาลัยหรือสถาบันการศึกษา ( University Museum )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### หน้าที่ของพิพิธภัณฑ์สถาน

1. การรวบรวมวัตถุ ( Collection )
2. การวิเคราะห์และจำแนกประเภทวัตถุ ( Identifying )
3. การทำบันทึกหลักฐาน ( Recording )
4. การสงวนรักษา ( Preservation )
5. การจัดแสดง ( Exhibition )
6. การบริการทางการศึกษา ( Education Service )

### การออกแบบห้องแสดงนิทรรศการ

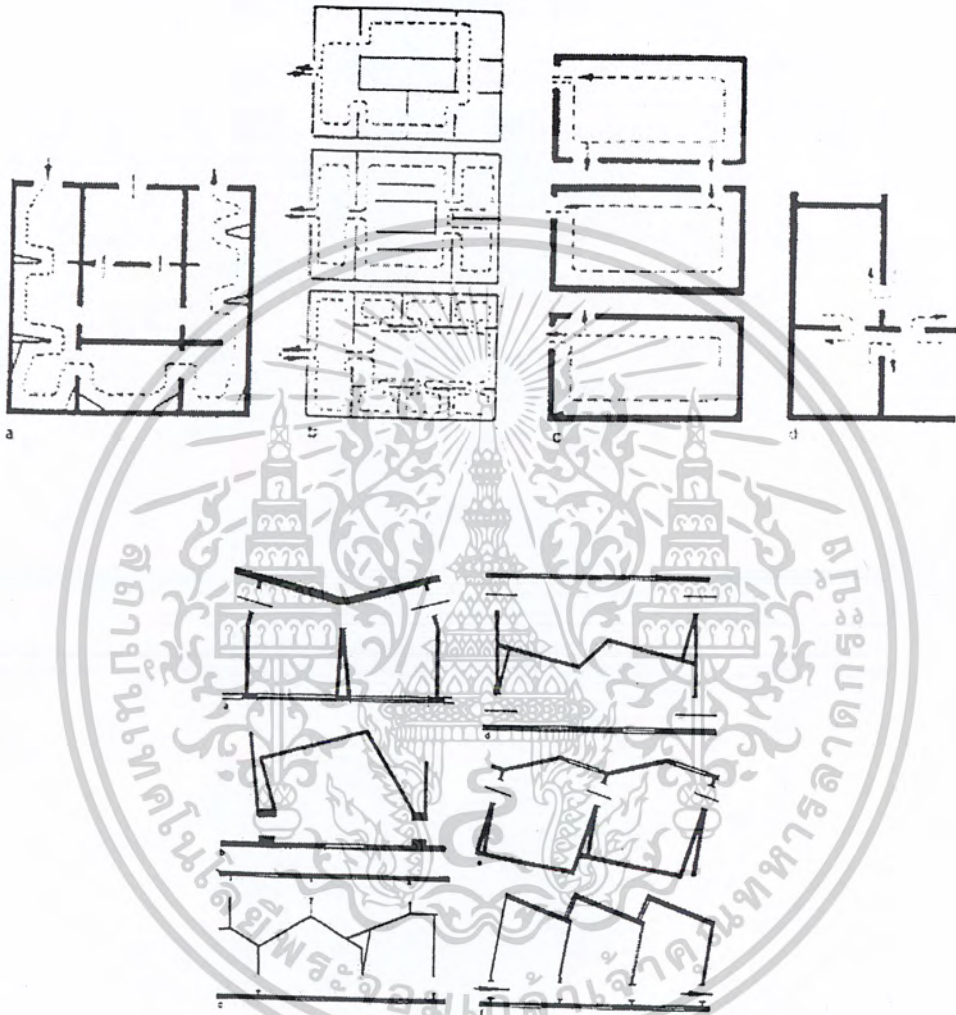
โดยปกติแล้วห้องแสดงในพิพิธภัณฑ์สถานต่างๆ มักจะมีการเปลี่ยนแปลงเรื่องราว และแบบห้องแสดงอยู่เสมอ เพื่อกระตุ้นให้ประชาชนอยากเข้าชม ดังนั้นการออกแบบควรปล่อยให้ดูและห้องแสดงเป็นอิสระ สามารถเปลี่ยนแปลงสภาพภายในได้โดยง่าย

หลักเกณฑ์ในการวางผังห้องแสดงนั้นไม่จำกัดรูปแบบแน่นอน หากแต่อย่างน้อยตามเรื่องราวที่จัดแสดงนั้นๆ โดยปกติแฉงตอนหนึ่งจะใช้จัดแสดงเรื่องราวเพียงตอนเดียวเพื่อความไม่สับสน โดยคำนึงถึงหลักสำคัญดังนี้

- การจัดห้องแสดงไม่ควรปล่อยให้โล่งจนเกินไป เพราะจะดึงให้ผู้ชมผ่านไปโดยเร็ว โดยไม่ได้พิจารณาเรื่องราวและวัตถุมากเท่าที่ควร ท้ายสุดแล้วก็ไม่ได้อะไรจากชมรมนั้น
- การจะวางผังยักเยื้องอย่างไรก็ตาม ควรจะเรียงลำดับเรื่องราวของเรื่องที่จัดแสดง
- ขนาดของแฉงตลอดจนสีของแฉงควรจะเป็นวาระที่ไม่จืดจาง ควรเป็นสีที่มองแล้วเย็นตาสบายใจควรมีการเปลี่ยนแปลงของสีบ้างตามความเหมาะสม
- เนื้อที่ระหว่างแฉงแต่ละตอน ไม่ควรน้อยจนต้องเบียดเสียดกันเดิน อีกทั้งรูปแบบของ mass ซึ่งอาจจะเป็นแฉง วัตถุจัดแสดง หรือองค์ประกอบอื่นๆ เช่นระนาบต่างๆที่ปิดล้อมเข้ามา ควรที่จะมีส่วนโน้มนำคนโดยอัตโนมัติ แต่ไม่ควรจะบังคับจนเกินไป จะทำให้ผู้ชมรู้สึกเหมือนเป็นนักโทษ
- ผังห้องแสดง แม้จะมีการยักเยื้องเพื่อสร้างความสนใจของผู้ชมก็ตาม แต่ไม่ควรมากเกินไปผู้ชมจนไม่รู้ว่าจะอยู่จุดไหนของอาคารและห้องแสดง
- ควรให้แฉงแสดงในแต่ละตอนมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยที่ผู้ชมมีอิสระที่จะเคลื่อนไหวไปตามความต้องการของภัณฑารักษ์ หรือเลือกชมตามความสนใจของตนเอง ระหว่างแฉงแต่ละแฉงควรมีเนื้อที่มากพอที่จะแหวกหรือหมุนการจราจรภายในได้สะดวก เพราะผู้ชมนั้นมีความต้องการพื้นฐานทางการศึกษากับวัตถุประสงค์ต่างกัน ย่อมมีอิสระที่จะเลือกศึกษาเรื่องราวตามที่ตนสนใจ

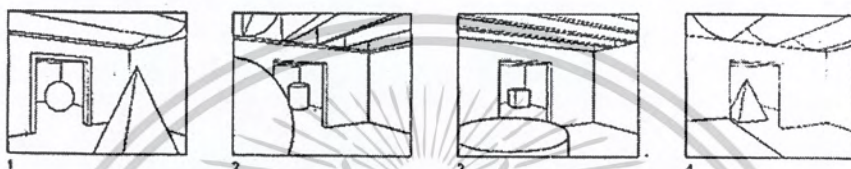
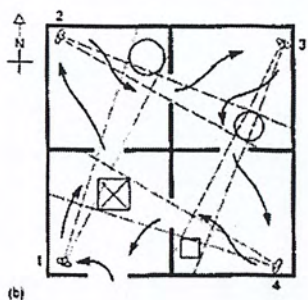
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตัวอย่างการจัดผังห้องแสดงแบบต่าง ๆ

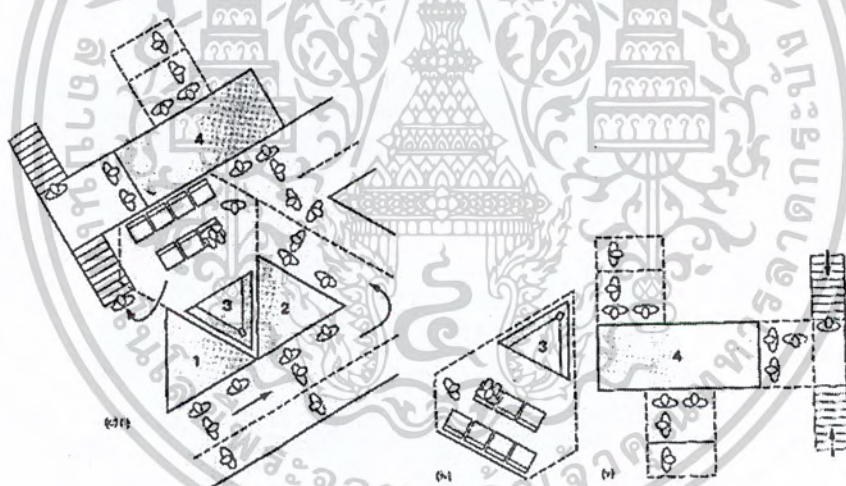


จากภาพแสดงให้เห็นว่าการวางผังห้องแสดงนั้น ไม่จำเป็นต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมเสมอไป อาจบิดเบือนเป็นรูปแบบได้หลายอย่าง ตามความเหมาะสมของเรื่องราว สภาพภูมิอากาศ และทิศทางของแสง ซึ่งหากเป็นพิพิธภัณฑ์ขนาดใหญ่ ยังต้องเปลี่ยนผนังห้องหลายๆแบบเพื่อความไม่จำเจ และแบ่งเรื่องราวจัดแสดงโดยไม่จำเป็นต้องติดป้ายประกาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

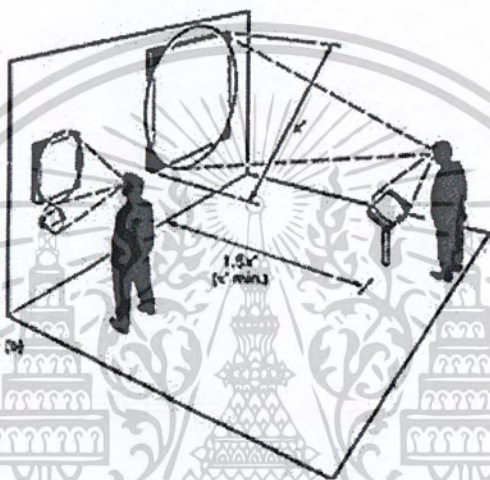
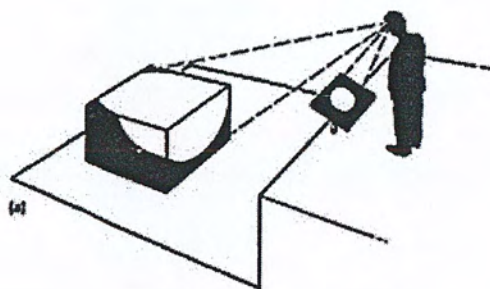


อีกวิธีการในการกำหนดทิศทางเดินของผู้ชม ด้วยการกำหนดมุมมองจากห้องหนึ่ง ให้เห็น วัตถุจัดแสดงในอีกห้องหนึ่งเพื่อเป็นการเร้าความสนใจ และดึงดูดให้เดินไปชมต่อ

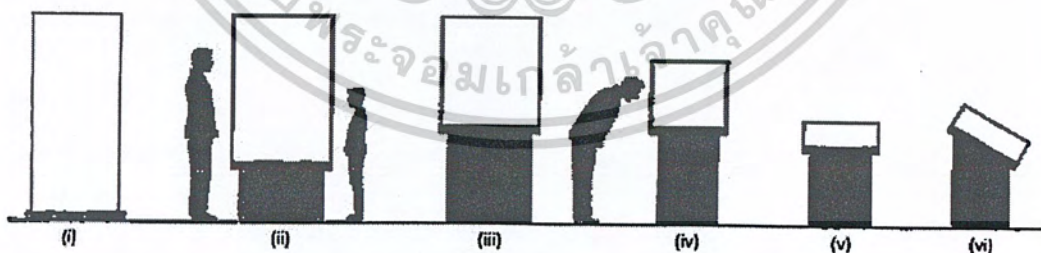


จากภาพแสดงตัวอย่าง Circulation ของส่วนนิทรรศการ และการสอดแทรกส่วนประกอบ อื่น ๆ เช่น ส่วนนั่งพักและชมวีดิทัศน์ ในระหว่างการชมนิทรรศการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



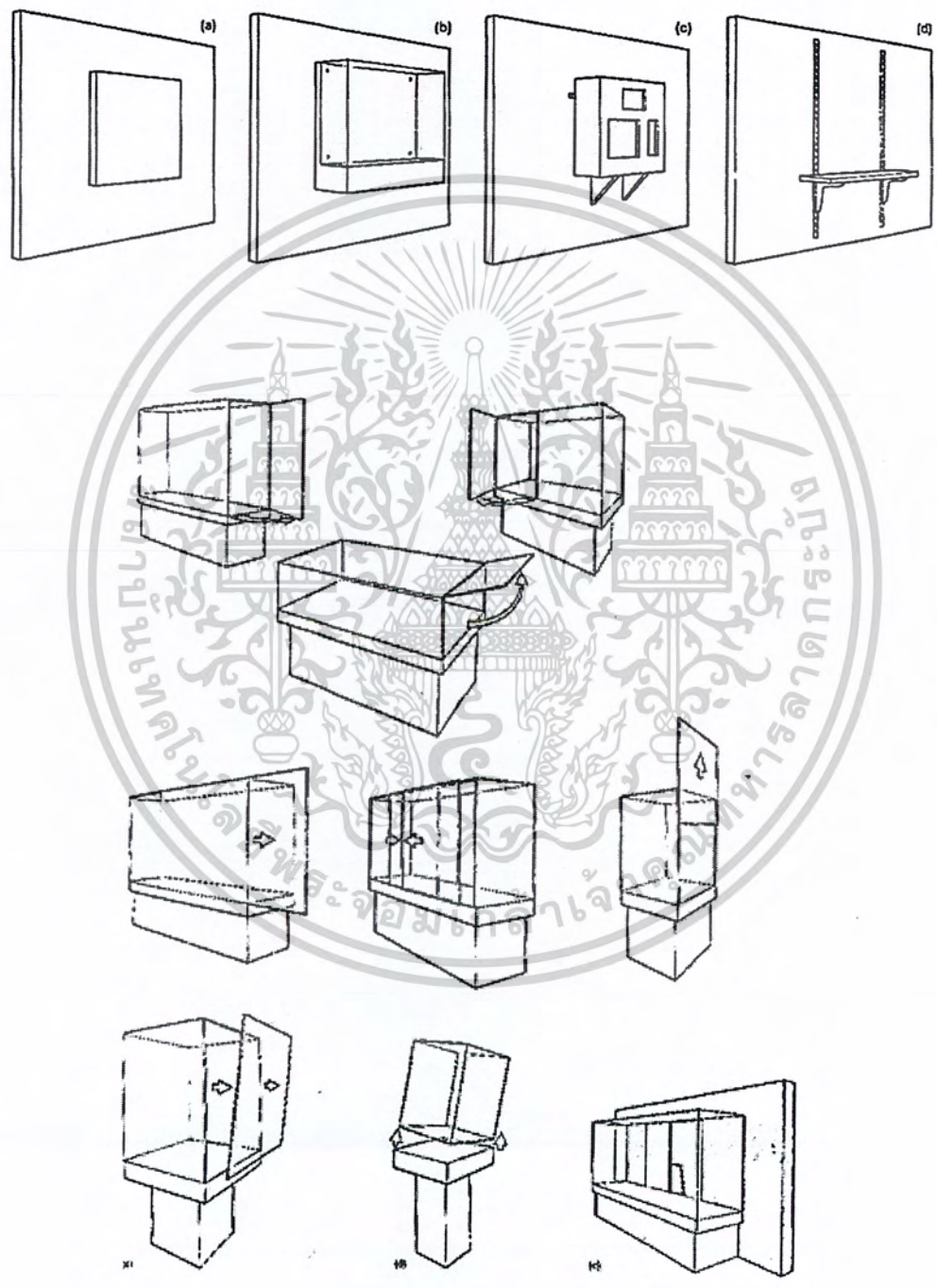
ในการจัดแสดงนอกจากจะต้องคำนึงถึง ระยะที่วางสำหรับสัจจรแล้ว ยังต้องคำนึงถึงระยะในการมองวัตถุจัดแสดงต่างๆด้วยซึ่งจะต่างกันไปตามประเภท ขนาด มุมมองของวัตถุจัดแสดงนั้นๆ



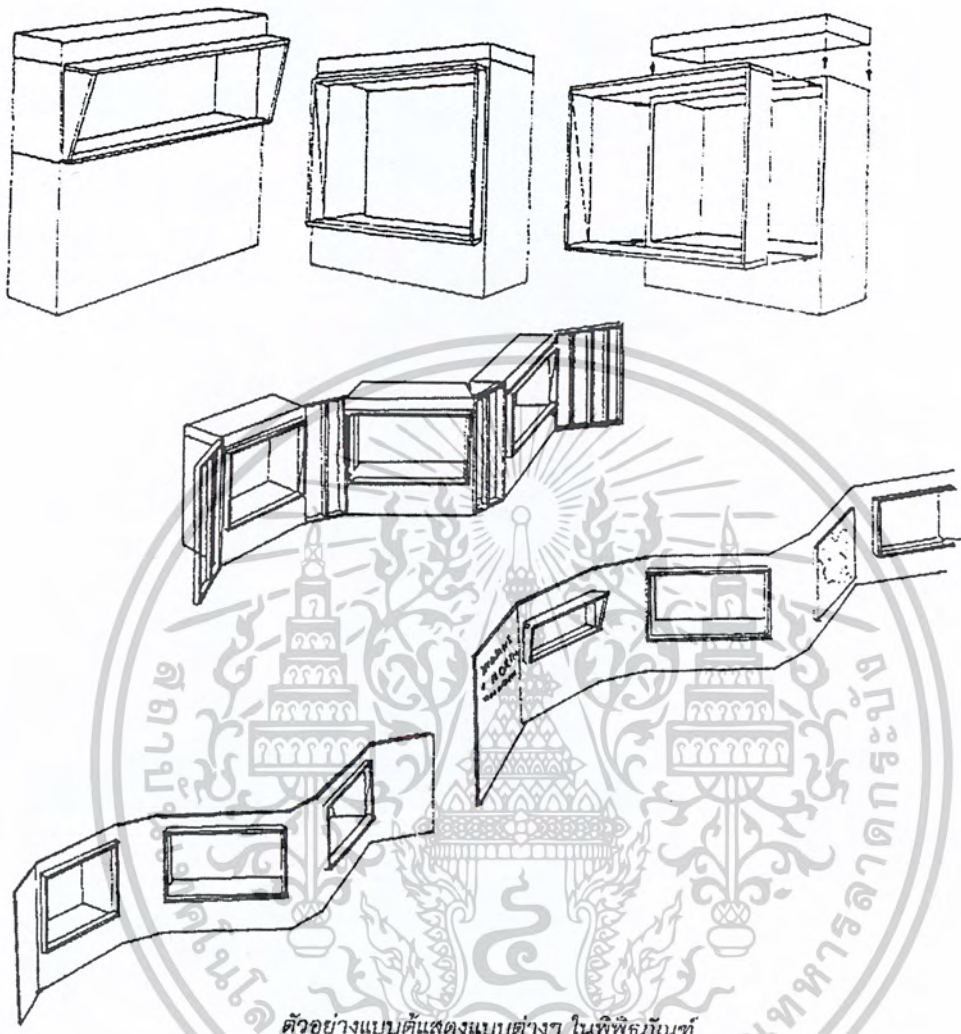
ในการออกแบบตู้แสดงจำเป็นต้องคำนึงถึงประเภทของผู้ชม ระยะในการมอง และขนาดของวัตถุจัดแสดงให้สัมพันธ์กัน และสอดคล้องต่อการรับรู้ของผู้ชม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

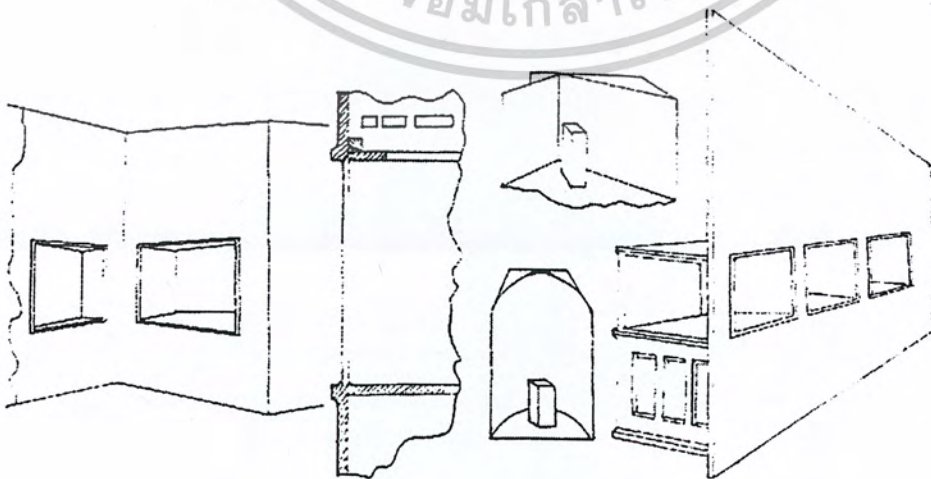
ตัวอย่างตู้แสดงแบบต่างๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตัวอย่างแบบตู้แสดงแบบต่างๆ ในที่พิธีภัณฑ์



ตู้ผนังซึ่งใช้กันห้องและเป็นตู้แสดงไปในตัวด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ข้อมูลพื้นฐานส่วนห้องบรรยายและสัมมนา

เป็นห้องสำหรับจัดแสดงการบรรยาย สัมมนา ในโอกาสที่ศูนย์ได้จัดรายการพิเศษหรือการบรรยายเนื้อหาที่เกี่ยวกับการจัดแสดงนิทรรศการรวมทั้งการจัดฉายภาพยนตร์ประกอบด้วย เพื่อเป็นการเผยแพร่ทางด้านวิชาการและเทคโนโลยีที่ทันสมัย หรืออาจใช้เป็นที่จัดประชุมอบรมทางวิชาการซึ่งอาจจัดขึ้นตามโอกาสที่สมควร ส่วนห้องบรรยายมีส่วนประกอบดังนี้

ส่วนประกอบของห้องบรรยาย

1. โถงพักคอย lobby เป็นบริเวณพักคอย พุดคุยหรือพักระหว่างการบรรยาย
2. ทางเข้าออก entrance & exit ถ้าเป็นห้องบรรยายขนาดเล็ก อาจมีทางเข้าออกทางเดียวได้ แต่ถ้าเป็นห้องขนาด 400 ที่นั่ง ควรมีทางเข้าออกอย่างน้อย 2 ทาง
3. ส่วนเวทีแสดง stage ใช้สำหรับเป็นที่ของผู้บรรยาย ติดตั้งอุปกรณ์ประกอบการบรรยาย
4. ห้องเตรียมการบรรยาย preparation room สำหรับเป็นที่เตรียมตัวของผู้บรรยายหรือพนักงน
5. ห้องเก็บของ storage เป็นที่เก็บวัสดุเตรียมการบรรยายหรือใช้ประกอบการบรรยาย
6. พื้นที่นั่งชม

เทคนิคการจัดห้องบรรยาย

1. ประเภทการจัดห้องบรรยาย โดยทั่วไปการจัดแถวในการนั่งมี 3 ประเภทคือ
  - 1.1 Common one bank เป็นการนั่งที่นั่งตอนเดียวตลอด มีทางเดิน 2 ข้าง กว้างอย่างน้อย 1.50 เมตร เหมาะสำหรับห้องขนาดเล็ก ซึ่งสามารถจัดได้ 2 แบบ
    - Straight row แบบแถวตรงตลอด คนที่นั่งริมแถวเห็นเวทีไม่สะดวก
    - Curved row แบบแถวโค้ง รัศมีความโค้งอย่างน้อย 20 ฟุต ซึ่งคนนั่งทั้งหมด สามารถมองเห็นได้ทั่วถึงกัน

ทั้งสองแบบไม่เหมาะกับห้องที่มีขนาดกว้างมาก เพราะที่นั่งแต่ละแถวจะยาวจนบริเวณตอนกลางเข้าออกลำบาก ระหว่างแถวควรกว้างไม่ต่ำกว่า 0.80 เมตร แต่ละแถวที่นั่งไม่เกิน 14 ที่นั่ง

- 1.2 Two bank row แบบที่นั่ง 2 ตอน มีทางเดินตรงกลางและทางเดิน 2 ข้าง เป็นแบบที่นิยมใช้มากในประเทศไทย ซึ่งจัดได้ 2 แบบ
  - Straight row สามารถนั่งได้มาก แต่ริมแถวจะมองไม่สะดวก
  - Curved row ดีกว่าแบบแรก เพราะผู้นั่งชมได้รับความสะดวกมองเห็นชัดเจน
- 1.3 Three bank row ในแต่ละแถวมี 3 ตอน มีทางเดิน 2 ข้าง ของตอนกลาง ส่วนริมที่นั่งชิดผนัง การจัดลักษณะนี้ใช้กับห้องขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ข้อพิจารณาในการออกแบบห้องบรรยาย

1. จัดวางตำแหน่งของเก้าอี้ภายในห้องบรรยาย ควรให้มีปริมาณใกล้เคียงกับเวทีมากที่สุด
2. จัดวางกำแพง เพดาน และเวทีให้เหมาะสมที่จะทำได้ทิศทางของเสียงตามที่ต้องการมากที่สุด ดังนั้นห้องบรรยายที่กว้างและตื้นจึงดีกว่าแคบและลึกและห้องบรรยายที่ผนังเรียบสะท้อนเสียงอยู่ใกล้จุดกำเนิดเสียง จะมีรูปร่างดีกว่าห้องบรรยายที่มีผนังโค้งงอและอยู่ห่างจากจุดกำเนิดเสียงและผู้ฟัง
3. อัตราส่วนของความกว้างความยาวของห้องบรรยายไม่ตายตัวแน่นอนขึ้นอยู่กับการจัดขนาดของแถวที่นั่ง ซึ่งสะดวกสบายและให้ทุกที่นั่งได้ยินเสียงชัดเจนทั่วถึงกันและขึ้นอยู่กับระบบการขยายเสียงที่ใช้อัตราส่วนโดยประมาณ คือความยาว : ความกว้างเท่ากับ 2 : 1 หรือ 1 : 2 : 1
4. ห้องบรรยายที่มีผนังเป็นรูปวงรี circular or elliptically shape มักทำให้เกิด focusing effects คือเสียงจะไปรวมกันที่จุด ๆ หนึ่งไม่กระจายสม่ำเสมอ ทำให้เกิดเสียงก้องขึ้น แต่จะแก้ไขโดยใช้ผ้าแบบ curves surface เป็นช่วง ๆ
5. ผนังที่ดีที่สุดของห้องบรรยายต้องเป็นรูปคล้าย ๆ พัด ( fan shaped plan ) เพราะผนังด้านข้างซึ่งผายออก ทำหน้าที่เป็นฉากสะท้อนเสียงได้เป็นอย่างดี จะช่วยสะท้อนเสียงไปอยู่ด้านหลังของห้องบรรยาย แต่ต้องระวังไม่ให้ระยะระหว่างเสียงตรงและเสียงสะท้อนต่างกันเกินกว่า 50-65 ฟุต เพราะจะทำให้เกิดเสียงสะท้อนขึ้นได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งตอนที่นั่งใกล้เวที ถ้าเกิน 65 ฟุต จะเกิดเสียงสะท้อนขึ้นทันที
6. ผนังที่ไม่ควรนำมาใช้คือ รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ถ้าไม่จำเป็นควรหลีกเลี่ยงเพราะจะเกิด flutter echo แต่จะแก้ไขได้บ้างโดยกรุผนังและเพดานด้วยวัสดุดูดเป็นอย่างดี และเหมาะสมตามส่วนที่เกิดเสียง echo ขึ้น
7. การจัดแถวที่นั่งของห้อง การจัดให้เวทีมีความสัมพันธ์กับที่นั่งเพื่อ visibility และ distributin of sound ( ให้มีการกระจายเสียงอย่างทั่วถึงกัน ) อัตราส่วนของความกว้างต่อความยาวควรอยู่ระหว่าง 1 : 1 : 1 หรือ 1 : 1 : 4 จึงควรออกแบบผังบริเวณให้มีรูปร่างที่เหมาะสม ซึ่งผังที่มีรูปร่างเป็นวงรีมักจะทำให้เกิด focusing effect เสียงไปรวมกันเป็นจุด ไม่กระจายทั่วห้อง

### คุณลักษณะของห้องบรรยายที่ดี

- พื้นสำหรับห้องบรรยาย ควรเป็นพื้นที่ที่สามารถทำความสะอาดได้ง่าย สำหรับวัสดุที่ใช้ทำพื้นนั้น ถ้าเป็นไม้ควรเป็นพื้นด้าน ไม้แปรงขัดได้
- ฝ้าผนังควรมีลักษณะเกลี้ยง เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นละอองเกาะง่าย และสะดวกต่อการทำความสะอาด วัสดุที่ใช้ทำฝ้าผนังอาจเป็นไม้ ซีเมนต์ หรือวัสดุอื่นใดก็ได้
- เพดานควรเป็นเพดานกันความร้อนและฝุ่นละออง
- ประตูและหน้าต่างห้องบรรยายทุกห้อง ควรจะมีประตูใหญ่เปิดออกสู่ระเบียงทางเดินด้านยาวอย่างน้อยห้องละ 2 ประตู ขนาดของประตูควรกว้างประมาณ 1.10 เมตรและสูงประมาณ 2.10 เมตร หรือสูงเสมอระดับของขอบบนของหน้าต่าง หน้าต่างส่วนมากควรจะไปตั้งภายนอกห้องทางด้านยาวของห้อง ขนาดของหน้าต่างควรกว้างประมาณ 80 ซม. และสูงประมาณ 1.10 ซม. โดยขอบล่างของหน้าต่างนั้น ควรจะมีให้มากพอ โดยถือเอาพื้นที่ของประตูและหน้าต่างมีไม่น้อยกว่า  $\frac{1}{4}$  ของพื้นที่ของฝ้าห้องบรรยาย สำหรับชนิดของหน้าต่างมีหลายแบบ แต่ควรมีลักษณะเปิดออกไปยังนอกห้องและสามารถควบคุมแสงสว่างและการถ่ายเทอากาศได้ด้วย
- จอฉาย ไม่จำเป็นต้องวางไว้หน้าห้องเสมอไป ควรจัดวางไว้ตำแหน่งที่มีดที่สุดของห้อง ขอบล่างสุดของจอควรอยู่สูงกว่าระดับสายตาของผู้ดู ในขณะที่ขอบบนทำมุมสูงสุดกับระดับสายตาผู้ดู แกวหน้าสุดไม่เกิน 30 องศา นอกจากนี้จอฉายควรอยู่ในแนวเดียวกันกับเครื่องฉายและตั้งได้ฉากซึ่งกันและกัน ทั้งแนวตั้งและแนวนอน
- ลำโพง ควรติดตั้งด้านเดียวกับจอฉายในระดับหูของผู้เข้ารับการอบรม ถ้ามีลำโพงหลายตัว อาจจะติดรอบ ๆ ห้องก็ได้
- เครื่องฉาย ระยะเวลาติดตั้งขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องฉาย ส่วนตัวเครื่องอาจติดตั้งบนสแตนด์หรือติดตั้งในห้องฉายก็ได้ แต่ต้องอยู่แนวเดียวกับจอฉายตั้งได้ฉากซึ่งกันและกัน ทั้งแนวตั้งและแนวนอน นอกจากนี้ยังต้องอยู่เหนือระดับศีรษะผู้ดูด้วย

### ลักษณะการจัดห้องบรรยาย

ควรจัดให้ผู้บรรยายและผู้เข้ารับการอบรม สามารถมองเห็นซึ่งกันและกันได้ทั่วถึง โดยผู้บรรยายควรนั่งบนยกพื้นที่สูงพอสมควร (เวที)

สำหรับการจัดที่นั่งของผู้เข้ารับการอบรม ควรจัดให้ผู้เข้าฟังแถวหน้าอยู่ห่างจากจอประมาณ 2 เท่าของความกว้างจอ และผู้เข้าฟังหลังสุดอยู่ห่างจากจอประมาณ 6 เท่าของความกว้างจอ แต่การดูภาพที่ชัดเจนมิได้ขึ้นอยู่กับระยะห่างจากจอเพียงอย่างเดียว ยังขึ้นอยู่กับมุมมองของการดูที่ชัดเจนอีกด้วย การกำหนดมุมของการดูที่ชัดเจนนั้นขึ้นอยู่กับการสะท้อนแสงของจอแต่ละชนิดที่เลือกใช้ ตัวอย่างเช่น ห้องบรรยายที่ใช้จอแบบพื้นทราย์แก้ว ซึ่งมีมุมสะท้อนแคบเพียงประมาณ  $25^\circ$  เมื่อเอาลักษณะการสะท้อนของจอและระยะดูที่ชัดเจนรวมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนั้นการจัดที่นั่งผู้เข้าอบรมควรให้มีระยะห่างระหว่างโต๊ะประมาณ 0.75 เมตร และมีพื้นที่ที่ใช้ต่อหนึ่งที่นั่งกว้างอย่างน้อย 0.75 เมตร สำหรับห้องบรรยายขนาดใหญ่ควรจัดที่นั่งไม่ให้บังกัน โดยจัดแต่ละหน่วยให้สูงต่ำลดหลั่นกันเป็นแบบอัตรันต์ แต่จะต้องไม่ทำให้ชั้นจนเกินไปจนน่าจะเป็นอันตรายต่อผู้เข้าฟังการบรรยาย

### การมองเห็น

1. ตัวหนังสือบนกระดาน ปกติสูง 3.5–4 ซม. สามารถมองได้ไกลประมาณ 15–17 เมตร
2. ระยะที่อาจวางเก้าอี้ได้ในแนวระดับเดียวกันไม่เกิน 8.00 เมตร
3. ระยะห่างจากกระดานถึงแถวหน้าสุด ประมาณ 2.50 – 3.00 เมตร
4. มุมมองกระดานของคนริมสุดทั้ง 2 ด้าน ของแถวหน้า ควรทำมุมกับกระดานไม่น้อยกว่า  $40^{\circ}$
5. มุมเงยจากระดับสายตาของคนที่นั่งแถวหน้าเท่ากับขอบบนของกระดานดำไม่ควรเกิน  $35^{\circ}$

กระดาน กระดานทั่วไปของห้องบรรยายมี 3 ชนิดคือ

1. ชนิดติดตายกับฝาผนัง
2. ชนิดเลื่อนทางแนวนอน เหมาะสำหรับห้องที่จัดแถวที่นั่งกว้าง
3. ชนิดเลื่อนขึ้นลงตามแนวตั้ง เหมาะสำหรับห้องที่จัดแถวที่นั่งลึกมาก ทำให้ผู้ที่นั่งแถวหลังสามารถมองได้สะดวกขึ้น

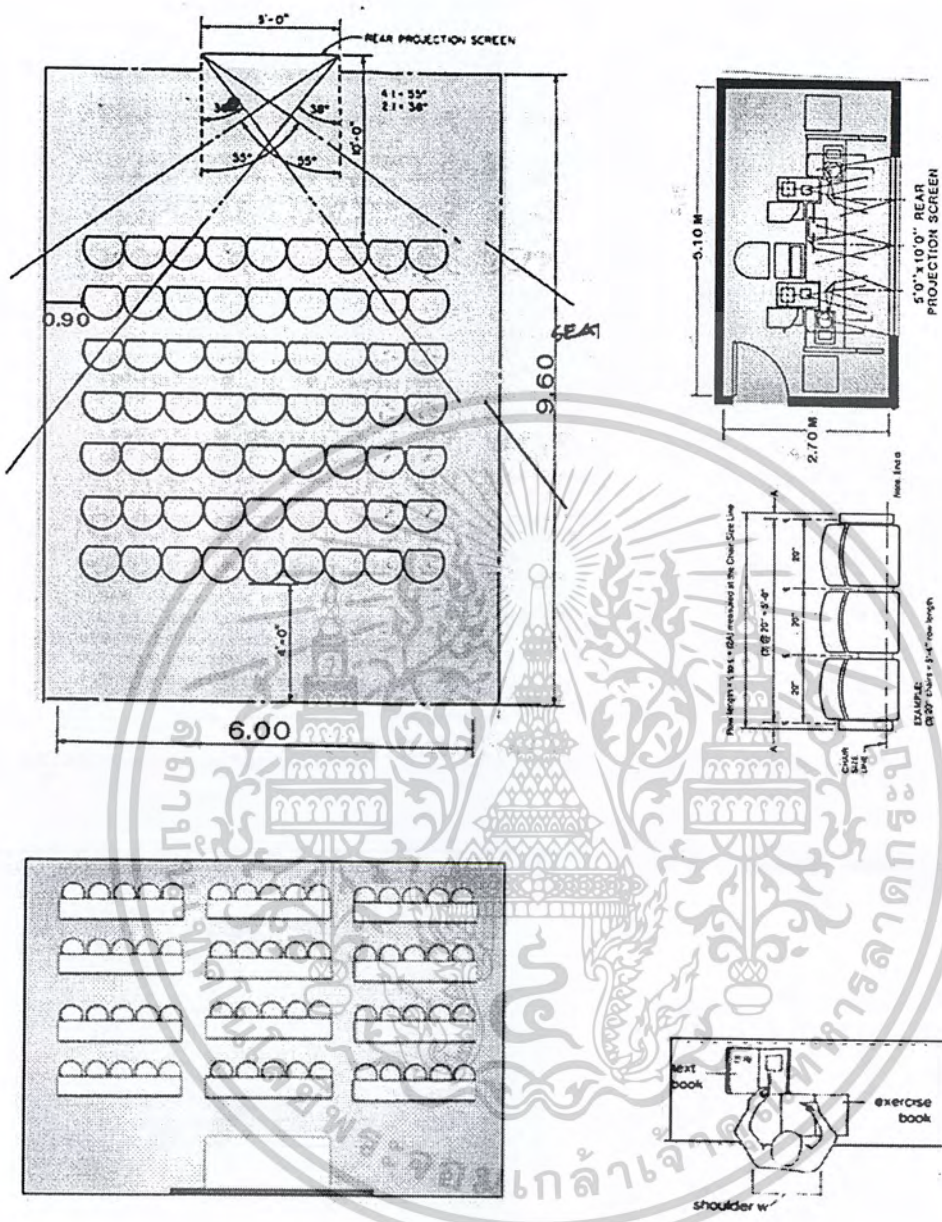
ปกติกระดานส่วนขอบล่างจะสูงจากพื้นห้องบรรยายอย่างน้อย 24 นิ้ว – 32 นิ้ว และไม่ควรถังกระดานดำไว้ชิดประตูหรือหน้าต่างที่แสงสว่างจากภายนอกเข้าทางด้านกว้างของกระดาน ซึ่งอาจทำให้เกิดแสงสะท้อนรบกวน

พื้นที่ระบบการฉายหน้าจอ ห้องเรียนควรมีความลึกอย่างน้อย 4 เมตร กว้างอย่างน้อย 3.90 เมตร ความสูงเพดานไม่ต่ำกว่า 2.40 เมตร

พื้นที่ทางสัญจร ให้คิดพื้นที่ทางสัญจรเป็นพื้นที่ประมาณ 30 % ของพื้นที่รวมของพื้นที่ห้องเรียนทั้งหมด

นอกจากนี้ควรมีพื้นที่สำหรับเก็บอุปกรณ์ในการเรียนการสอนอื่น ๆ ด้วย เช่น หนังสือสไลด์ แผ่นดิสก์เก็ต ซีดีรอมประกอบการเรียน อุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็น ซึ่งพื้นที่สำหรับจัดเก็บอุปกรณ์นี้ คิดเป็นประมาณ 10% ของพื้นที่ห้องเรียนรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3 ข้อมูลพื้นฐานส่วนห้องสมุด

วัตถุประสงค์หลักของห้องสมุด คือ

1. เป็นสถานที่บริการข้อมูล ข่าวสาร งานวิชาการทั่วไป
2. เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจให้เยาวชน ใช้เป็นที่อ่านหนังสือ นิติสารที่สนใจ ทำงาน ทำการบ้าน และประกอบกิจกรรมที่เหมาะสมทั่วไป
3. เป็นสถานที่พบปะแลกเปลี่ยนประสบการณ์ระหว่างบุคคลในสังคมความต้องการของบุคลากรห้องสมุด

โดยทั่วไป บุคลากรห้องสมุดใช้เวลาอยู่ในห้องสมุดมากกว่าบุคคลภายนอกการจัดสถานที่ห้องสมุดจึงต้องคำนึงถึงความต้องการเกี่ยวกับการใช้สถานที่ของบุคคลกลุ่มนี้ด้วยเช่นกัน

ความต้องการของบุคลากรห้องสมุด ใกล้เคียงกับของผู้ใช้ห้องสมุด แต่ลำดับความสำคัญต่างกัน โดยธรรมชาติขึ้น ย่อมต้องการที่ทำงานที่ตนสามารถไปมาได้สะดวกอยู่แล้วและโดยหน้าที่ก็จะต้องเป็นผู้มีส่วนร่วมสร้างบรรยากาศ จัดสภาพแวดล้อมและเครื่อง

อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้แก่ผู้ใช้ห้องสมุดเพื่อเป็นการเชิญชวนหรือดึงดูดให้มาใช้บริการ

อย่างไรก็ดี สิ่งที่บุคลากรต้องในเรื่องของอาคารสถานที่นี้ ก็คือ ต้องการห้องสมุดที่มีสภาพแวดล้อมที่ดีเช่นเดียวกับผู้ใช้ห้องสมุดและต้องการเครื่องอำนวยความสะดวกทั้งในเวลาทำงาน เช่นมีที่นั่งทำงานเป็นสัดส่วนอยู่ในตำแหน่งพอเหมาะกับขั้นตอนการทำงานของตนและการประสานงานกับผู้ร่วมงาน เป็นต้น และเครื่องอำนวยความสะดวกในเวลาพัก เช่น มีที่เก็บของใช้ส่วนตัว ที่รับประทานอาหาร ที่พักผ่อนไม่สบาย ที่รับรองสำหรับการติดต่อกิจกรรมส่วนตัว เป็นต้น

ความต้องการของผู้ใช้ห้องสมุด

1. สถานที่ตั้ง ต้องการไปมายังห้องสมุดได้สะดวก ถ้าห้องสมุดอยู่ไกลมากเกินไป (เช่นไกลห้องเรียน ห้องบรรยาย ที่ทำงาน หอพัก ป้ายรถเมล์หรือที่จอดรถ) ความตั้งใจหรือโอกาสที่จะไปใช้ห้องสมุดก็อาจลดลงได้

2. ทางเข้าไปห้องสมุดต้องการที่ง่าย ๆ ถ้าต้องขึ้นบันไดหลายสิบขั้นหรือต้องเดินผ่านบริเวณอื่น ๆ ไปเป็นระยะทางไกล มีทางเข้าออกคับแคบ ใช้ร่วมกันหลายหน่วยงานหรือหลายกิจกรรม หรือมีระบบการรักษาความปลอดภัยที่ซับซ้อน ก็สามารถทำให้ผู้ใช้ห้องสมุดเกิดความรู้สึกท้อถอยหรือไม่อยากเข้าใช้สถานที่ได้เหมือนกัน

3. บรรยากาศแรกเข้าไปถึง ต้องการทราบได้เองว่าห้องสมุดมีบริการอะไรอยู่ที่ไหนบ้าง ไม่ว่าห้องสมุดที่เข้าไปใช้บริการจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่เพียงไร เพื่อให้เกิดความรู้สึกว่าตนเองไม่ใช่คนแปลกหน้าของสถานที่นั้น และมีอิสระที่จะใช้บริการต่าง ๆ เอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแต่งเนื้อหาเอกสารต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สภาพแวดล้อม ต้องการสภาพแวดล้อมที่ดี เยียบ สงบ สีสันทั่วไปสบายตา แสงสว่างพอเหมาะสำหรับอ่านหรือเขียน การถ่ายเทอากาศดี การเคลื่อนไหวทั่วไปทำได้สะดวกไม่ก่อความรำคาญให้ผู้อื่น ทั้งไม่รู้สึกรบกวนหรือคับแคบ

5. เครื่องอำนวยความสะดวก ซึ่งเหมาะสมกับความต้องการของแต่ละคนที่จะใช้ในสถานที่ห้องสมุดอย่างน้อยต่างกัน เช่นมีโต๊ะ เก้าอี้ที่มีขนาดพอเหมาะสำหรับเด็กคนละชุดกับของผู้ใหญ่ มีที่นั่งเฉพาะสำหรับผู้ที่ต้องการความเงียบสงบเป็นพิเศษ มีบริการสาธารณะที่จัดให้เปล่า เช่น น้ำดื่ม ห้องน้ำ ที่รับฝากของ หรือบริการที่คิดค่าบริการ เช่น โทรศัพท์ บริการถ่ายเอกสาร เครื่องเขียนอาหารและเครื่องดื่ม

การจัดวางตำแหน่งของห้องสมุด จะต้องคำนึงถึงความสะดวกแก่ประชาชนที่เข้ามาใช้ รวมทั้งพิจารณาถึงความสะดวกในการเข้าออกและทางที่ใช้ติดต่อภายใน เพื่อความสะดวกแก่ผู้ใช้ห้องสมุด

#### ข้อควรคำนึงในการออกแบบห้องสมุด

1. การให้แสงสว่างอย่างสม่ำเสมอ
2. มีการควบคุมอุณหภูมิเพื่อรักษาสภาพหนังสือโดยใช้ระบบปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา ซึ่งนอกจากจะรักษาสภาพหนังสือแล้วยังเป็นส่วนให้ความสบายแก่ผู้ใช้บริการของห้องสมุดอีกด้วย
3. ตำแหน่งที่ตั้งควรให้มีเสียงรบกวนจากภายนอกห้องน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย
4. สามารถขยายได้เมื่อมีหนังสือเพิ่ม
5. มีการควบคุมดูแลการเข้าออกห้องสมุด โดยเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ

#### การจัดวางตำแหน่งส่วนต่าง ๆ ภายในห้องสมุด

1. ส่วนชั้นหนังสือ โดยมากมักเรียงไปตามฝาห้อง ทั้งนี้เพื่อไม่ให้กินเนื้อที่สำหรับอ่าน นอกจากนี้ยังทำให้บรรณารักษ์หรือเจ้าหน้าที่ได้มีโอกาสควบคุมดูแลห้องสมุดโดยทั่วถึง แต่ปัจจุบันเนื่องจากสภาพแวดล้อมของการศึกษาแผนใหม่ มุ่งส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าโดยตนเองมากขึ้น การจัดวางชั้นอาจจัดวางกลางห้องหรือข้าง ๆ มีที่ว่างสำหรับอ่านหนังสือให้เป็นสัดส่วนมากขึ้น การวางหนังสือกลางห้องควรวางระยะห่างกันระหว่าง 1.50 ม. ผู้ใช้จะได้หยิบหนังสือได้โดยสะดวก

2. ส่วนชั้นวารสาร วารสารเป็นสิ่งที่ดึงดูดความสนใจและเชิญชวนให้คนเข้าไปใช้ห้องสมุดได้มากเพราะมีปกสวยงามดูมีชีวิตชีวากว่าหนังสือทั่วไป ดังนั้นชั้นวารสารจึงควรอยู่ใกล้ทางเข้าหรือเป็นที่ที่คนเข้าถึงได้ง่าย และไม่ไกลจากการควบคุมมากนัก

3. โต๊ะรับ-จ่ายหนังสือ เป็นโต๊ะที่จะมีผู้มาติดต่อยืมและคืนหนังสือเสมอ มักจะวางอยู่ใกล้ทางเข้าออกเพราะเป็นการสะดวกแก่ผู้ใช้ในการยืมและส่งหนังสือ ทั้งยังเป็นการช่วยให้เจ้าหน้าที่ควบคุมดูแลการยืมได้ดียิ่งขึ้น เพราะเมื่อผู้ใช้ได้ยืมหนังสือไปแล้ว เจ้าหน้าที่จะได้ตรวจดูเป็นครั้งสุดท้ายก่อนออกจากห้องสมุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โต๊ะบัตรรายการ ควรอยู่ในที่เห็นได้ง่ายจากทางเข้า อยู่ตรงกลางระหว่างหนังสือทั่วไปกับหนังสืออ้างอิง หรือให้ใกล้กับเจ้าหน้าที่บริการตอบคำถาม และโต๊ะรับจ่าย ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถค้นหาหนังสือของห้องสมุดโดยสะดวก

5. ส่วนชั้นหนังสืออ้างอิง ควรอยู่ใกล้บรรณารักษ์ เพื่อจะได้คำอธิบายหรือคำแนะนำแก่ผู้ใช้ ควรจัดให้มีที่นั่งอ่านด้วยในกรณีที่มีเนื้อหาหนักพอ

6. โต๊ะเจ้าหน้าที่ตอบคำถาม ควรอยู่ในที่ที่มองเห็นได้ง่าย ใกล้กับหนังสือทั่วไปสะดวกในการติดต่อสอบถาม

7. ส่วนแสดงหนังสือใหม่ หรือเรื่องราวที่น่าสนใจควรอยู่ตรงทางเข้าออกให้ผู้ใช้ได้เห็นทันทีเมื่อเข้ามาใช้ห้องสมุด

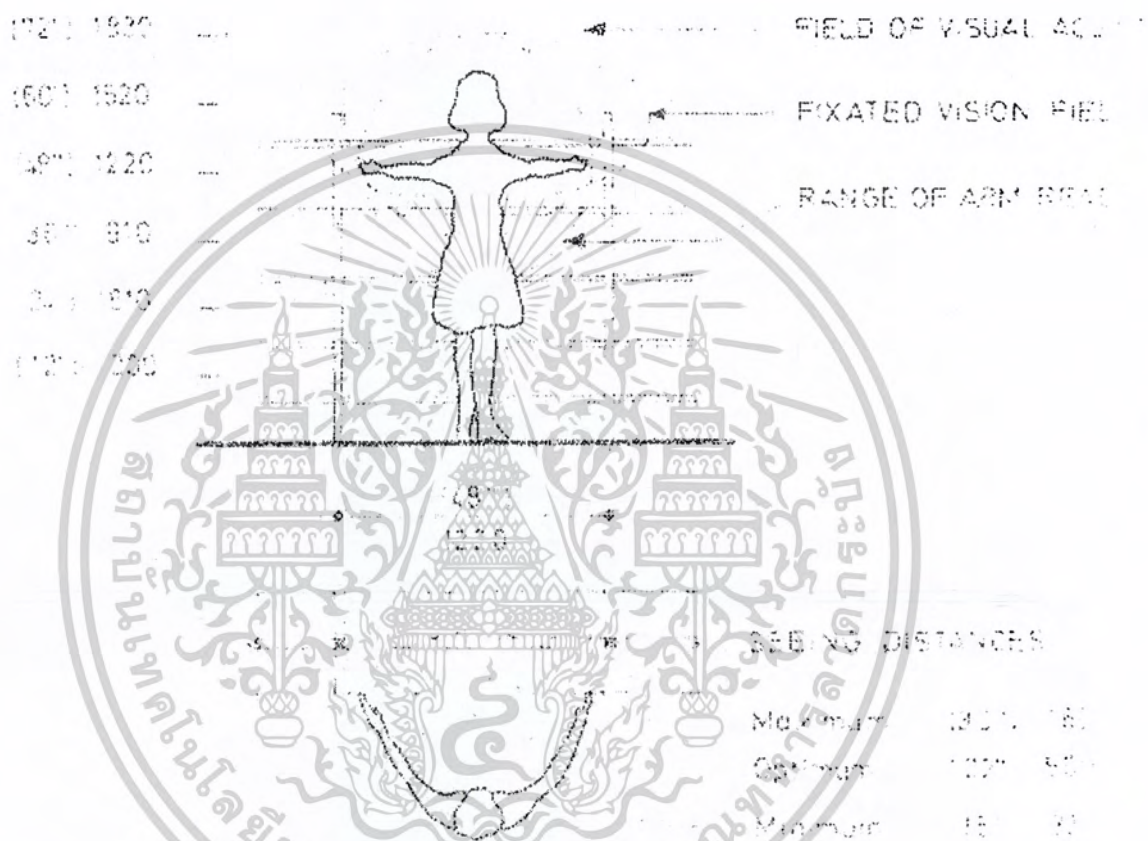
8. โต๊ะอ่านหนังสือ ควรจัดให้ไม่แน่นเกินไป เพื่อความสะดวกในการไม่เกะกะควรจัดให้มีที่นั่งสอดแทรกบริเวณชั้นหนังสือบ้าง เพื่อให้ผู้ช่วยไม่ต้องเดินไกลและสามารถหยิบหนังสืออ่านได้อย่างรวดเร็วเป็นการผ่อนแรงอีกด้วย ระยะห่างระหว่างโต๊ะควรห่างกันประมาณ 1.50 – 1.80 ม. ระหว่างเก้าอี้ตัวหนึ่งถึงตัวหนึ่งจัดจากกึ่งกลางเก้าอี้ประมาณ 0.75 – 0.90 ม.

9. เครื่องอัดสำเนา ควรอยู่ในที่บริเวณหนังสืออ้างอิง เพื่อความสะดวกในการให้บริการ

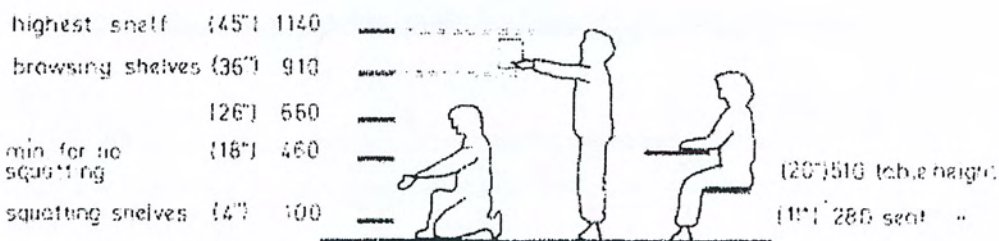
ตำแหน่งการวางเฟอร์นิเจอร์ในห้องสมุดนั้น การจะจัดให้ได้ดีถูกต้องตามหลักในเกณฑ์ที่วางไว้นั้น ก็ต้องดูตามสภาพของพื้นที่อาคารและสิ่งแวดล้อมด้วย ทั้งยังต้องคำนึงถึงประโยชน์การใช้สอยเป็นสำคัญ ในปัจจุบันการจัดวางเฟอร์นิเจอร์จะเป็นไปแบบสมัยใหม่ที่ไม่วางตายตัว ซึ่งจะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย จำเจ จึงได้มีการเปลี่ยนแปลงการจัดวางในลักษณะต่าง ๆ ได้ การจัดวางเฟอร์นิเจอร์ควรอยู่ในตำแหน่งที่ควรเป็น ทั้งยังต้องคำนึงถึงในอนาคตข้างหน้าด้วยว่า ต่อไปจะมีหนังสือและผู้ใช้เพิ่มขึ้นอีกมากน้อยเท่าใด สภาพห้องสมุดจะได้รับเต็มที ควรจัดเผื่อไว้ด้วย ฉะนั้นการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ก็ควรเป็นไปในลักษณะที่เปลี่ยนแปลงได้เสมอ เพื่อให้ทันต่อสภาพแวดล้อมและความก้าวหน้าที่จะเกิดขึ้น

ขนาดครุภัณฑ์ห้องสมุด

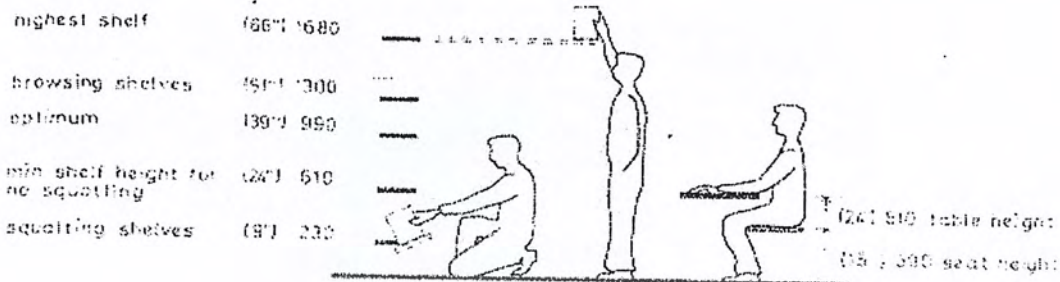
1. ชั้นวางหนังสือทั่ว ๆ ไป การวางอาจวางติดผนังห้องหรือวางแบบหันหลังชนกันเป็น 2 แถว มีทั้งชนิดทำด้วยไม้และทำด้วยเหล็ก



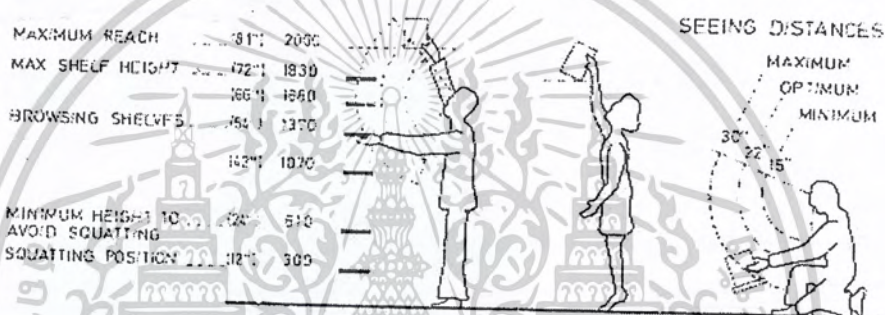
ขนาด	ลึก	0.30	เมตร
	กว้าง	1.00- 1.20	เมตร
	สูง	2.05	เมตร (ค่ามาตรฐานสูงสุด)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2.4. Optimum shelving locations for adults (pop. teenagers accessible) and children (infants) (F. J. McCarthy)



2. โต๊ะอ่านหนังสือ

โต๊ะนั่งอ่านสำหรับ 4 คน

ขนาด	กว้าง	0.90 - 1.00	เมตร
	ยาว	1.80	เมตร
	สูง	0.75	เมตร

โต๊ะนั่งอ่านสำหรับ 6 คน

ขนาด	กว้าง	0.90 - 1.00	เมตร
	ยาว	2.70	เมตร
	สูง	0.75	เมตร

3. เก้าอี้อ่านหนังสือ

ขนาด	กว้าง	0.50 - 0.55	เมตร
	สูง	0.75 - 0.85	เมตร

เก้าอี้ดีสำหรับการนั่งอ่านหนังสือ ควรมีลักษณะที่ช่วยให้สามารถนั่งตัวตรงได้ตลอดเวลา และเปลี่ยนอิริยาบถได้สะดวก ดังนั้นเก้าอี้ที่มีพนักพิงโดยไม่มีที่วางแขนจึงเหมาะสมที่สุด แต่ถ้าจะให้ มีที่วางแขนก็ควรจะให้ที่วางแขนสูงจากเบาะนั่งประมาณ 0.20 เมตร การมีที่วางแขนอาจทำให้มีปัญหาในการเก็บเก้าอี้เข้าชุดโต๊ะ เพราะที่วางแขนจะติดขอบโต๊ะเสมอ เป็นทางให้ชำรุดทั้งโต๊ะและเก้าอี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. รถเข็นหนังสือ

มีลักษณะชั้นเดียวกับชั้นวางหนังสือ แต่ติดตั้งล้อใช้ใส่หนังสือเพื่อเข็นไป รถเข็นนี้ควรมีเพียง 3 ล้อ คือตอนหลัง 2 ล้อ และตอนหน้า 1 ล้อ เพื่อสะดวกในการเข็นเลี้ยวไปตามมุมต่าง ๆ ได้สะดวก

ขนาดของมาตรฐานรถเข็นคือ

กว้าง	0.37 – 0.40	เมตร
ยาว	0.75	เมตร
สูง	0.90	เมตร

สำหรับขนาดใหญ่

กว้าง	0.35 – 0.36	เมตร
ยาว	1.00	เมตร
สูง	1.08 – 1.10	เมตร

ชนิดที่เก็บเข้าได้โต๊ะรับ – จ่ายหนังสือได้

กว้าง	0.55	เมตร
ยาว	0.65	เมตร
สูง	0.65 – 0.75	เมตร

#### 5. ตู้บัตรรายการ

เป็นตู้ซึ่งประกอบด้วยลิ้นชักมาตรฐาน สำหรับใส่บัตรรายการหนังสือ วางซ้อนเป็นชั้น ๆ ตู้บัตรรายการมีหลายขนาด แล้วแต่จำนวนลิ้นชัก มีทั้งแบบแถวละ 5 และ 6 ช่อง

ขนาด กว้าง	0.85	เมตร (แถวละ 5 ช่อง)
	1.15	เมตร (แถวละ 6 ช่อง)
สูง	1.35 – 1.80	เมตร (ค่ามาตรฐานสูงสุด)

สำหรับความลึกของลิ้นชักแต่ละช่องนั้น ตามค่ามาตรฐาน

ถ้าวลิ้นชักลึก 17 นิ้ว จุบัตรได้ประมาณ 1,000 ใบ

ถ้าวลิ้นชักลึก 19 นิ้ว จุบัตรได้ประมาณ 1,150 ใบ

และในบริเวณใกล้เคียงกับตู้บัตรรายการ ควรมีโต๊ะสำหรับวางลิ้นชักบัตรรายการเพื่อความสะดวกในการค้นหาด้วย

#### 6. ชั้นวางวารสาร

ความสูง	1.50	เมตร
ความกว้าง	0.90 – 0.95	เมตร
ความลึก	0.40 – 0.45	เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นวางวารสารมี 2 แบบ คือแบบวางติดฝาและแบบที่อยู่ลอยตัว คือวางที่ใดที่หนึ่งก็ได้ จะเลือกใช้แบบใดก็ได้แล้วแต่เนื้อที่ใส่หนังสือของห้อง หากห้องมีเนื้อที่สำหรับวางหนังสือทั่วไปจำกัด ก็ควรมีตู้ติดฝาเพื่อใส่หนังสือทั้งหมด หากห้องสมุดรับวารสารมาก ๆ รายชื่อก็อาจต้องใช้แบบติดกับฝาห้องสูงและลึกเป็นอย่างดีเท่ากับตู้หนังสือทั่วไป แต่ควรวางชั้นเท่านั้น ชั้นวางเอนลาดลงมา มีคิ้วสำหรับกันวารสารไม่ให้ไหลลงมา

### ขนาดและเนื้อที่ของหนังสือทั่วไป

หนังสือโดยทั่วไปจะมีขนาด 8"-10" ความหนาแน่นขึ้นอยู่กับเนื้อหาภายในหนังสือเกี่ยวกับด้านสังคมศาสตร์โดยทั่วไปและหนังสืออ้างอิงจะมีขนาดใกล้เคียงกัน ความหนาแน่นจะมีตั้งแต่ 2-3 ซม. หนังสือหนา 4 ซม. มีมากที่สุด หนังสือวารสารเย็บเล่มหนาประมาณ 8 ซม.

สำหรับหนังสือดรรชนีอาจหนามากกว่านี้ แต่ไม่มากซึ่งสามารถคำนวณคิดเนื้อที่ของชั้นว่าชั้นขนาดมาตรฐานชั้นหนึ่ง ๆ จะจุหนังสือได้เท่าไร

ตู้มาตรฐานที่มีความยาว 3 ฟุต มีชั้นแบ่ง 6 ชั้น

- หนังสืออ้างอิง	6-7 เล่ม	ต่อความยาว	1 ฟุต	1 ตู้	มี	108-126	เล่ม
- หนังสือทั่วไป	7-8 เล่ม	ต่อความยาว	1 ฟุต	1 ตู้	มี	126-144	เล่ม
- หนังสือกฎหมาย	4-5 เล่ม	ต่อความยาว	1 ฟุต	1 ตู้	มี	72-90	เล่ม
- วารสารเย็บเล่ม	5 เล่ม	ต่อความยาว	1 ฟุต	1 ตู้	มี	90	เล่ม

เนื่องจากความยืดหยุ่นในการจัดหนังสือและการยืมหนังสือออกและเข้าอยู่เสมอมิฉะนั้นสามารถจะมีหนังสือเพิ่มเติมขึ้นได้โดยกำหนดพื้นที่เหลือไว้ตามโครงการ

ควรหลีกเลี่ยงการมองหาหนังสือจากโต๊ะอ่านหนังสือ และหลีกเลี่ยงจากการสัญจรไปมาระหว่างผู้อ่านกับชั้นวางหนังสือ ควรจัดให้เป็นกลุ่ม แถวหนังสือที่มีคนชอบอ่านทั่วไป ควรจะจัดตั้งให้เห็นหรือโชว์ให้เห็นชัด ใกล้ทางผ่านจะได้ผลดี

### การจัดชั้นหนังสือควรจัดตาม

- การยืมหนังสือด้วยระยะเวลาาน
- การยืมหนังสือด้วยระยะเวลานั้น
- ความกว้างของชั้นที่เหลือจากการวางหนังสือ 1/3 และ 1/2
- ตามลักษณะของห้องสมุดที่ได้กระทำมาแล้ว

เนื้อที่เก็บหนังสือ 50 เล่ม ต่อ 1 ตารางฟุตของชั้นหนังสือติดฝา 6 ชั้น

เนื้อที่เก็บหนังสือ 100 เล่ม ต่อ 1 ตารางฟุต วางหนังสือได้ 2 แถว

เนื้อที่เก็บหนังสือ 160 เล่มต่อ 1 ตารางเมตรของชั้นติดฝา

เนื้อที่เก็บหนังสือ 328 เล่มต่อ 1 ตารางเมตรของชั้นวางกลางห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในหน่วยงานที่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การป้องกันหนังสือหาย

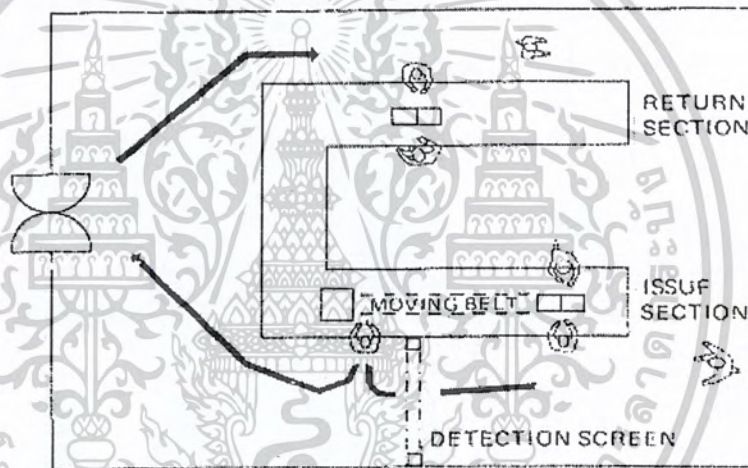
การป้องกันหนังสือหายนั้น เพื่อป้องกันการขโมยหนังสือเป็นเล่ม มีวิธีป้องกันดังนี้ คือ

1. ป้องกันบริเวณทางเข้า
2. ป้องกันบริเวณที่เก็บหนังสือ

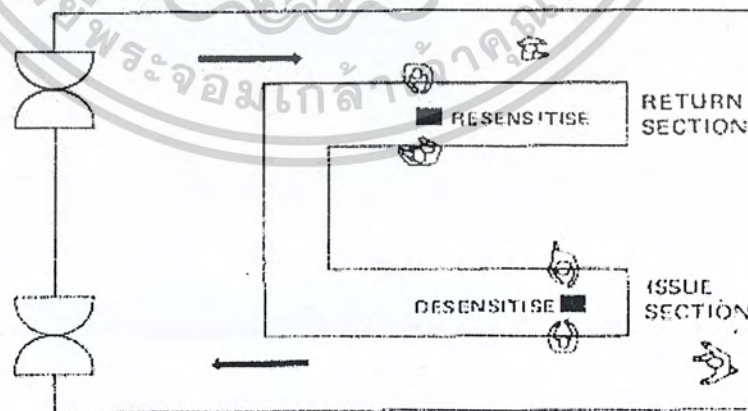
### การป้องกันบริเวณเข้าออก

ทำได้โดยควบคุมการเข้าออกโดยจัดทางเข้าออกทางเดียวกัน เพื่อให้ผู้ดูแลสามารถควบคุมการเข้าออกและนำสิ่งของซึ่งใช้วิธีเก็บสิ่งของต่าง ๆ ซึ่งผู้ที่จะนำเข้าห้องสมุดไว้ที่บริเวณทางเข้าโดยให้หมายเลขสิ่งของที่นำฝากไว้

12.1. By-pass system. The book is permanently sensitized so that it can pass the control bottleneck at the counter only when the staff member who issues it passes it behind the barrier



12.2. Full-circulation system. Here the book is desensitized at the issue counter so that it can pass the barrier, which can be some distance away at the exit door. When the book is returned after loan, it is re-sensitized before being returned to the shelves



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการควบคุมบริเวณทางเข้าด้วยที่กันแบบต่าง ๆ เป็นการป้องกันชั้นหนึ่งแล้ว ยังมีการป้องกันการนำหนังสือออกโดยทำเครื่องหมายที่หนังสือ ซึ่งถ้ามีการหยิบยืมที่ถูกต้อง เครื่องหมายก็จะถูกลบออกด้วยเครื่องมือเฉพาะ ถ้าหากว่าไม่มีการหยิบยืมที่ถูกต้องเมื่อถูกตรวจสอบ ก็สามารถรู้ได้ว่าของที่นำไปนั้นไม่ถูกต้อง

ในสหรัฐอเมริกา มีระบบควบคุมหนังสือโดยคอมพิวเตอร์ โดยจะเคลือบสารชนิดหนึ่งไว้ที่ปกหนังสือ ถ้าหนังสือนั้นถูกยืมอย่างถูกต้อง สารนี้จะถูกนำไปลบด้วยเครื่องลบ ถ้าหากไม่ได้ถูกยืมมาอย่างถูกต้อง ถ้านำหนังสือออกนอกอย่างไม่ต้องเมื่อถึงชงกั้นก่อนจะออกจะถูกตรวจด้วยเครื่องอีกชนิดหนึ่ง ถ้าสารนี้ยังไม่ถูกลบออกเครื่องนี้จะส่งสัญญาณให้คนเฝ้าทราบทันทีซึ่งเป็นการป้องกันการขโมยอย่างดี

ผลเสียของระบบนี้คือ บางครั้งสัญญาณจะดังขึ้นเอง เพราะมีสารดังกล่าวอยู่ในตัวของผู้ใช้ห้องสมุด แต่ข้อดีเป็นการประหยัดเงินที่จะต้องจ้างคนเฝ้าประตูเข้าออก วิธีนี้เป็นวิธีที่ทันสมัยมาก ในประเทศไทยยังไม่มีผู้นำวิธีนี้มาใช้

#### การป้องกันบริเวณเก็บหนังสือ

1. ป้องกันโดยใช้คนเฝ้าบริเวณที่เก็บหนังสือ ซึ่งจะทำหน้าที่คอยดูแลมิให้ผู้ใดแอบหยิบขู่ว่อนหรือตัดหนังสือ
2. เฝ้าโดยใช้เครื่องที่วี.วงจรถัด ระบบนี้ใช้ในต่างประเทศ สามารถป้องกันการหยิบฉวยได้โดยไม่ต้องใช้คนเฝ้าบริเวณที่เก็บหนังสือ
3. ป้องกันโดยการหยิบยืมต้องผ่านมือพนักงาน คือ พนักงานจะทำหน้าที่หยิบหนังสือให้ผู้ต้องการยืมเอง โดยผู้ที่จะยืมต้องเป็นสมาชิกของห้องสมุดแห่งนั้น
4. ป้องกันโดยใช้ชั้นหรือตู้เก็บหนังสือชนิดชั้นปิด มีกุญแจล็อก ผู้ที่จะใช้ต้องไปขอเจ้าหน้าที่ จึงจะไปเปิดออกมาใช้ได้

#### การให้แสงสว่างสำหรับห้องสมุด

การให้แสงสว่างเป็นปัญหาสำคัญในการออกแบบ การกำหนดความเข้มของแสง การสะท้อนแสง การตัดแสง การควบคุมการเกิดเงา จะต้องคิดอย่างรอบคอบ การใช้แสงธรรมชาติ ควรหลีกเลี่ยงการใช้แสงตรง (DIRECT SUNLIGHT)

การเปรียบเทียบระหว่างหลอดไฟธรรมดากับหลอดเรืองแสง สิ่งที่ต้องพิจารณาที่สุดคือ ค่าใช้จ่าย ในความเข้มของแสงที่เท่ากัน การใช้หลอดธรรมดาสงูญเสียมากกว่าที่ใช้หลอดเรืองแสง ดังนั้นคุณภาพและปริมาณของแสงสว่างเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะเมื่อมีสีเข้ามามีส่วนสัมพันธ์อยู่ด้วย ถึงแม้ว่าเราจะเปลี่ยนสีให้เข้ากับแสงได้ก็ตาม

เงาและแสงสะท้อนทำให้เกิดการรบกวนประสาทตา ซึ่งการเลือกใช้วัสดุผนัง พื้นเพดานที่ดี สามารถช่วยได้เป็นอย่างดี การเลือกใช้สีควรเป็นสีสว่างแต่มีความเข้มของแสงน้อยกว่า บริเวณที่จัดไว้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้อ่านหนังสือ หากเกิดการตัดกันของแสงขึ้น (สามารถดูได้จากอัตราเปรียบเทียบของความสว่าง) จะเป็นการเลวร้ายยิ่ง เพราะจะทำให้เกิดการเพ่งและล้าในการใช้สายตาอ่านหนังสือ (อัตราเปรียบเทียบประมาณ 3 ต่อ 1 ในห้องถัดไป) ความเข้มของแสง บริเวณที่อ่านหนังสือประมาณ 75 – 85 ฟุตกำลังเทียน

ในการเลือกใช้แสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับห้องสมุดนั้น ก็เพื่อความสบายตา และเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะอย่าง จากการพิจารณาในด้านประสิทธิภาพในการใช้สอย การใช้แสงจากไฟฟ้า จะมีประโยชน์มากกว่าจากแสงธรรมชาติ เพราะสามารถควบคุมได้ดี และเป็นที่ยอมรับนิยมใช้กันทั่วไป การให้แสงมีอยู่ 5 วิธี คือ

1. การให้แสงโดยตรง เป็นการส่องสว่างโดยตรงจากแหล่งกำเนิดแสงให้ความเข้มสูง
2. การให้แสงทางอ้อม ให้คุณภาพดีที่สุด แสงที่ได้จากการสะท้อนจากเพดานตกลงบนพื้นที่ที่ต้องการ ได้แสงที่นุ่มนวลปราศจากเงา
3. การให้แสงทางตรงผสมทางอ้อม ให้แสงสม่ำเสมอที่สุด เป็นการรวมเอา 2 วิธีมาใช้ร่วมกัน
4. การให้แสงแบบกึ่งโดยตรง แบบนี้จะให้แสงน้อยกว่าแบบแรก
5. การให้แสงแบบกึ่งทางอ้อม แบบนี้จะให้แสงที่ดีกว่าแบบที่ 2

ในการออกแบบไฟฟ้าเพื่อแสงในอาคาร ควรให้แสงสว่างสม่ำเสมอในอาคารแตกต่างกัน 2 : 1 เป็นอย่างต่ำ แสงแบบที่ให้โดยทางอ้อม ถือว่าให้แสงสม่ำเสมอเพราะถือว่าเพดานเป็นตัวให้กำเนิดแสง บริเวณสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเรื่องแสงสว่างเป็นพิเศษ คือบริเวณที่นั่งอ่านหนังสือ บริเวณที่ทำงานและบริเวณที่เก็บหนังสือ การจัดต้องพิจารณาถึงความสะดวกสบายและเลือกตำแหน่งได้พอเหมาะ ความสวยงามมากเป็นอันดับสุดท้ายในเรื่องนี้

การให้ความเข้มของการส่องสว่าง ณ จุดต่าง ๆ ในห้องสมุด

ห้องสมุด ส่วนอ่านหนังสือ คั่นคว่ำ บันทึกลง	70 ฟุต-กำลังเทียน
บริเวณชั้นหนังสือ	30 ฟุต-กำลังเทียน
บริเวณซ่อมหนังสือ เย็บเล่ม	50 ฟุต-กำลังเทียน
ส่วนจัดหมู่หนังสือและทำบัตรรายการ	70 ฟุต-กำลังเทียน
ที่รับ - จ่ายหนังสือ	70 ฟุต-กำลังเทียน
โต๊ะนั่งคั่นคว่ำ	70 ฟุต-กำลังเทียน
บริเวณอ่านวารสาร, หนังสือพิมพ์	30 ฟุต-กำลังเทียน
บริเวณแสดงนิทรรศการหนังสือ	30 ฟุต-กำลังเทียน
ห้องเก็บของที่ต้องใช้สายตา	10 ฟุต-กำลังเทียน
ห้องเก็บของที่ไม่ต้องใช้สายตา	5 ฟุต-กำลังเทียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณที่จัดไว้สำหรับเป็นที่นั่งอ่านหนังสือ ส่วนมากเนื้อที่มากกว่าบริเวณอื่น ๆ เป็นส่วนที่ให้บริการแก่คนหนุ่มมากตลอดเวลาที่ห้องสมุดเปิดทำการ จึงต้องให้ความสนใจมากเป็นพิเศษในเรื่องแสงสว่าง หลักการกว้าง ๆ ก็คือ ให้ผู้อ่านหนังสือสบายตา และแสงสว่างกระจายได้ทั่วถึง การสะท้อนของแสงต้องมีน้อยที่สุด ความสูงต่ำของเพดาน สีผนังและพื้นและเพดานการจจัดวางครุภัณฑ์ ตลอดจนคุณภาพของดวงไฟ ล้วนมีส่วนให้การจัดและควบคุมแสงสว่างในห้องสมุดมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยได้

บริเวณที่เก็บหนังสือ ส่วนมากวางชั้นติด ๆ กันมากกว่าบริเวณที่อ่านหนังสือและมีดีกว่าธรรมดา ต้องการแสงสว่างเพียงพอที่จะช่วยให้สามารถชื้อหนังสือซึ่งวางอยู่ชั้นล่างสุดของที่เก็บหนังสือชั้นนั้น

การกำหนดตำแหน่งของดวงไฟต่าง ๆ ต้องทำไปพร้อม ๆ กับการออกแบบอาคาร ด้านที่ได้รับแสงสว่างตามธรรมชาติเหมาะสำหรับเป็นที่นั่งอ่านหนังสือมากกว่าวางชั้นหนังสือ ชั้นหนังสือหรือลิ้นชักเก็บวัสดุต่าง ๆ ถ้าตั้งรับแสงแดดย่อมเสื่อมสภาพเร็ว

#### การใช้สีภายในห้องสมุด

ในทางจิตวิทยา สีทุกสีมีอิทธิพลต่อมนุษย์ในด้านอารมณ์เป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในห้องสมุดซึ่งเฉลี่ยผู้มาใช้บริการแล้วจะอยู่ในห้องสมุดประมาณ 3 ชั่วโมงสูงสุด ดังนั้นสีที่ใช้ควรเป็นสีที่ดูแล้วไม่เบื่อ่าย สามารถดึงดูดใจคน เมื่อเข้าไปแล้วรู้สึกสบายตา นิยมสีเย็นตาเรียบ ๆ

#### ข้อพิจารณาในการให้สี

1. ไม่ควรเป็นสีที่มีเงาสสะท้อน เมื่อใช้แล้วจะเกิดการสะท้อนดูไม่มีคุณค่า
2. การโล่งจรัสสี ควรใช้สีที่อยู่ใกล้เคียงกันจะดูดีกว่าสีที่ตัดกัน
3. ไม่ควรใช้สีที่จัดชิดหม่นหมองเกินไป เพราะจะทำให้เกิดความรู้สึกมีน ซึม ง่วงนอน และเฉื่อยชา
4. มีหลักอยู่ว่าเพดานควรใช้สีอ่อนที่สุด พื้นใช้สีเข้มที่สุด ส่วนผนังใช้สีที่มีความเข้มปานกลาง

#### การป้องกันเสียงรบกวนภายในห้องสมุด

ไม่ว่าสถานที่ใด ย่อมต้องการความเงียบโดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องสมุด เพื่อสมาธิในการอ่านหนังสือ การใช้วัสดุภายในห้องสมุด จึงควรเลือกใช้วัสดุที่สามารถดูดกลืนเสียงได้ เช่น การใช้วัสดุปูพื้นเพดาน ฝ้าอิ้อ ตลอดจนผ้าม่านต่าง ๆ ในการเลือกใช้วัสดุมีข้อพิจารณาดังนี้คือ

1. สะดวกในการติดตั้ง
2. ทนไฟ ทนต่อการขีดข่วน เชื้อราต่าง ๆ
3. สะท้อนแสงน้อย
4. เคลื่อนย้ายได้สะดวก และบำรุงทำความสะอาดได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้กระจกเป็นแผ่นกั้นระหว่างห้องทำงานและห้องอ่านหนังสือ เป็นสิ่งดีมากเพราะสามารถทำให้คนในห้องทำงานมองเห็นบรรยากาศในห้องสมุดได้โดยตลอด การใช้ห้องวางหนังสือต่ำ ๆ เป็นเครื่องกั้นบริเวณอ่านหนังสือ จะเป็นการลดความดังของเสียงลงได้บ้าง

รูปทรงของห้อง พื้น ผนัง และเพดานห้อง มีอิทธิพลต่อเสียงทั้งสิ้น พื้นปูกระเบื้อง ยางเก็บเสียง ดีกว่าพื้นซีเมนต์ พื้นไม้ให้เสียงก้องเวลาเคลื่อนไหว พื้นไม้ปาเก้ต์เก็บเสียงได้ก็จริงแต่ราคาก็สูง เพดานใช้กระเบื้องกรองเสียง ช่วยแก้ปัญหาเรื่องเสียงดังในห้องสมุดได้ดี ห้องกระจกโดยรอบสะท้อนเสียงมากกว่าธรรมดา

### การปรับอากาศในห้องสมุด

การระบายอากาศในห้องสมุด เป็นสิ่งที่ละเอียดเสียมิได้ เพราะหากอากาศในห้องสมุดมีความอบอ้าวหรือหนาวเย็นเกินไป จะเป็นการรบกวนผู้ใช้ห้องสมุดเป็นอันมาก การระบายอากาศทำได้ 2 วิธีคือ

1. วิธีธรรมชาติ เป็นวิธีที่ยั่งยืนและไม่นิยมกระทำ
2. เครื่องปรับอากาศเป็นวิธีที่สิ้นเปลืองอยู่มากแต่ได้ผลคุ้ม

อุณหภูมิที่ดีที่สุดสำหรับหนังสือคือ 65 - 70 องศาฟาเรนไฮต์ ( ประมาณ 18- 21 องศาเซลเซียส) ซึ่งเป็นลักษณะอากาศในช่วงเช้าประมาณเดือนพฤศจิกายน - กุมภาพันธ์ ในภาคกลางของประเทศไทย อย่างไรก็ตามถึงแม้จะสูงขึ้นไปจนถึงระหว่าง 75 - 80 องศาฟาเรนไฮต์ ( ประมาณ 24 - 26.5 องศาเซลเซียส ) ก็ยังไม่ถึงกับทำลายอายุของหนังสือ ความชื้นสัมพัทธ์ที่ดีที่สุดสำหรับสมุดคือร้อยละ 45 ความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 45 กระดาษจะเริ่มหดตัว ถ้าต่ำกว่าร้อยละ 30 ฟิล์มเริ่มกรอบ แต่ถ้าความชื้นสูงกว่าร้อยละ 60 ฟิล์มเริ่มนิ่ม กระดาษเริ่มขึ้นรา ห้องสมุดที่ใช้ระบบปรับอากาศสามารถควบคุมความชื้นได้ด้วย อย่างไรก็ตามก็ดี อากาศแห้งซึ่งอยู่ในระดับพอดีสำหรับการรักษาทรัพยากร อาจแห้งเกินไปสำหรับคนทำงานที่อยู่ในบริเวณนั้น ห้องสมุดจึงอาจจัดห้องเฉพาะสำหรับเก็บสิ่งพิมพ์และวัสดุที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ความชื้นและความแห้งในอากาศ

นอกจากการควบคุมอุณหภูมิ ต้องคำนึงถึงระบบการถ่ายเทอากาศด้วย ห้องสมุดที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศเท่ากับสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีของบริเวณภายในห้องสมุด นอกจากช่วยรักษาทรัพยากรของห้องสมุดแล้ว ยังเป็นเครื่องดึงดูดให้บุคคลทั่วไปเข้ามาในห้องสมุด และช่วยให้บุคลากรของห้องสมุดทำงานได้อย่างสบายด้วย ส่วนห้องสมุดที่ไม่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ การใช้พัดลมก็เป็นทางแก้ปัญหาเรื่องอากาศร้อน ปัจจุบันพัดลมพัฒนารูปแบบขึ้นมาจนกลายเป็นเครื่องเรือนที่น่าดู พัดลมเพดานช่วยการหมุนเวียนของอากาศในบริเวณได้ดีกว่าพัดลมตั้งและไม่เปลืองเนื้อที่ของพื้นที่ห้องด้วย

การจัดหรือออกแบบตกแต่งภายในห้องเรียน จำเป็นต้องทราบถึงเทคนิคที่ใช้ในการเรียน การสอน จำนวนผู้ใช้ห้อง ชนิดและข้อจำกัดของโสตทัศนูปกรณ์ รวมทั้งระบบการฉายด้วย โดยทั่วไป ลักษณะของห้องเรียนที่ดีจะมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความยาวของห้องเรียนควรจัดอยู่ตามด้าน ยาว หรือขนานกับอาคารเรียนเสมอ ทั้งนี้เพื่อให้ได้รับแสงสว่างและรับลมได้เพียงพอ โดยทั่วไปแล้ว อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ควรหลีกเลี่ยงแสงแดดและความร้อน ดังนั้นการจัดห้องเรียนคอมพิวเตอร์จึงไม่ จำเป็นต้องรับแสงและลมเท่าใดนัก ลักษณะทั่วไปของห้องเรียนได้แก่

- ควรตั้งอยู่ในบริเวณที่ค่อนข้างเงียบ ห่างจากที่มีเสียงรบกวน ห่างจาก ทางเข้าออก แต่มีความสะดวกต่อการติดต่อกับส่วนอื่น ๆ ของโครงการ
- มีแสงสว่างทั่วถึง มีการถ่ายเทอากาศได้ดี มีสภาพเสียงที่ดี
- มีขนาดของห้องที่มีความเหมาะสมกับจำนวนผู้ใช้ปกติไม่เกิน 30 คน
- มีครุภัณฑ์ที่เพียงพอเหมาะสมกับการเรียน การอบรม
- มีการจัดของครุภัณฑ์ที่สอดคล้องกับหลักสูตรในการเรียนการสอน

1. ขนาดพื้นที่ของห้องเรียน การกำหนดขนาดของห้องเรียนให้เหมาะสมนั้น ขึ้นอยู่ กับหลักการดังนี้

1.1 จำนวนผู้ใช้ในแต่ละห้อง ซึ่งอัตราเล็กน้อย เป็นตัวกำหนดเกี่ยวกับการ ใช้พื้นที่ของแต่ละคน ซึ่งอัตราเฉลี่ยพื้นที่น้อยที่สุดต่อ 1 คนคือ 0.09 ตารางเมตร (กองแบบ แผนกระทรวงสาธารณสุข)

1.2 เป็นห้องเรียนในวิชาประเภทใด ซึ่งขนาดของห้องเรียนจะเล็กหรือใหญ่ ขึ้นกับประเภทและวิธีการสอนในวิชานั้น ๆ พื้นที่ในการใช้งานและการใช้อุปกรณ์ต่างกัน

1.3 ลักษณะมาตรฐานของการออกแบบ ซึ่งรูปร่างของห้องเรียนคือเป็นรูป สี่เหลี่ยมผืนผ้าซึ่งเป็นลักษณะที่นิยมใช้เหมือนกันหมดในเขตเอเชียนี้และปัจจุบันยังคงออกแบบเป็นรูป สี่เหลี่ยมผืนผ้าต่อเนื่องกันไป สำหรับขนาดความกว้าง ยาวของห้องเรียนที่นิยมทั่วไปได้แก่

ห้องเรียนขนาดเล็กมาก	มีขนาด 6 X 8 เมตร
ห้องเรียนขนาดเล็ก	มีขนาด 6 X 9 เมตร
ห้องเรียนขนาดกลาง	มีขนาด 7 X 9 เมตร
ห้องเรียนขนาดใหญ่	มีขนาด 8 X 10 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะการจัดห้องเรียน ควรจัดให้ผู้บรรยายหรือวิทยากรและผู้เข้าเรียน สามารถมองเห็นกันและกันได้ทั่วถึง โดยผู้บรรยายหรือวิทยากรควรนั่งอยู่บนพื้นที่ที่ยกสูงกว่าพื้นที่ส่วนเรียน

สำหรับการจัดที่นั่งสำหรับผู้เรียน ควรจัดให้ผู้เข้าเรียนแถวหน้าอยู่ห่างจากจอหรือกระดานประมาณ 2 เท่า ของความกว้างของจอ แต่การดูภาพที่ชัดเจนไม่ได้ขึ้นอยู่กับระยะห่างจากจอเพียงอย่างเดียว ยังขึ้นอยู่กับมุมของการดูที่ชัดเจนอีกด้วย การกำหนดมุมมองที่ชัดเจนนั้นขึ้นกับการสะท้อนแสงของจอแต่ละชนิดที่เลือกใช้ นอกจากนี้ การจัดที่นั่งของผู้เข้าเรียนควรให้มีระยะห่างระหว่างโต๊ะประมาณ 0.75 เมตร และมีพื้นที่ใช้ต่อหนึ่งที่นั่ง กว้างอย่างน้อย 0.75 เมตร

ลักษณะการจัดห้องเรียนแบบทั่วไปสำหรับผู้อบรมประมาณ 20-30 คน การเรียนเป็นกลุ่มเดียวกันในสถานที่เดียวกัน โดยผู้บรรยายคนเดียว เพื่อความสะดวกในการดูแลนักเรียนได้อย่างทั่วถึง

ลักษณะการจัดแบบใหม่ เป็นแบบมีการให้คำแนะนำจากผู้เป็นวิทยากร สิ่งช่วยสอนเป็นแบบเฉพาะตัวหรือกลุ่มเล็ก ๆ แยกจากกัน อาจแบ่งโดยใช้ฉากกัน

#### การตกแต่งส่วนห้องเรียน

1. พื้นวัสดุตกแต่งพื้นสำหรับห้องเรียน ควรเป็นวัสดุที่สามารถทำความสะอาดได้ง่าย ไม่มีลวดลายหรือสีฉูดฉาด ปรับเปลี่ยนง่าย เนื่องจากระบบพื้นของห้องเรียนสำหรับห้องเรียนคอมพิวเตอร์นั้น ต้องเป็นระบบพื้นยกได้สำหรับการเดินสายไฟ ดังนั้นวัสดุตกแต่งควรเป็นแบบที่สามารถปรับเปลี่ยนได้สะดวก วัสดุที่ใช้ก็น่าจะเป็นพื้นกระเบื้องยางเพราะมีความทนทานหรือเป็นพรมแผ่นก็ได้

2. ผนัง ควรจะมีลักษณะเกลี้ยง ไม่ควรมีลวดลายฉูดฉาด เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นละอองเกาะง่ายและสะดวกต่อการทำความสะอาด ฝ้าผนังควรกรุวัสดุดูดซับเสียงเพื่อป้องกันเสียงรบกวนขณะเรียน

3. เพดาน วัสดุที่ใช้ทำเพดานควรเป็นวัสดุป้องกันเสียงรบกวนและควรป้องกันไฟด้วย

4. ประตู หน้าต่าง ประตูหน้าต่างของห้องบรรยายทุกห้อง ควรจะมีประตูใหญ่เปิดออกสู่ทางเดินภายนอกอย่างน้อย 2 ประตู (สำหรับห้องที่มีขนาดใหญ่) ขนาดของประตูควรกว้างประมาณ 1.10 เมตร และสูงประมาณ 2.10 เมตร หรือสูงเสมอระดับขอบบนของหน้าต่าง หน้าต่างส่วนมากจะเปิดออกไปยังภายนอกหรืออาจเป็นหน้าต่างบานเลื่อนก็ได้ ขนาดของหน้าต่างควรกว้างประมาณ 0.80 เมตรและสูงประมาณ 2.10 เมตร โดยส่วนล่างของหน้าต่างสูงจากพื้นประมาณ 1.00 เมตร หรือสูงกว่าโต๊ะเล็กน้อย จำนวนของประตูหน้าต่างควรมีมากพอ เพื่อการถ่ายเทอากาศและแสงสว่างจากภายนอก

### บรรยากาศและสภาพแวดล้อมของห้องเรียน

นอกจากมีลักษณะโดยทั่วไปของห้องเรียนแล้ว ภายในห้องเรียนควรมีบรรยากาศที่ดี เหมาะสำหรับการเรียนเช่น มีความเงียบสงบ มีการถ่ายเทอากาศที่ดี นอกจากนี้ควรมีบรรยากาศที่ดึงดูดความสนใจของผู้เข้าเรียนได้ ซึ่งควรพิจารณาจากกลุ่มเป้าหมายที่ตั้งไว้ เพื่อให้ผู้เข้าเรียนมีความเพลิดเพลินในการเรียน เกิดทัศนวิสัยและมุมมองที่สวยงาม อย่างไรก็ตามบรรยากาศของห้องเรียนควรมีพื้นฐานของระบบสภาพแวดล้อม ดังนี้

1. ระบบปรับอากาศ ต้องมีระบบปรับอากาศที่ดี คือมีการควบคุมอุณหภูมิภายในห้อง ที่อยู่ในระดับ 21 - 25.6 องศาเซลเซียสและมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 50 %

2. ระบบแสงสว่าง ต้องมีการให้แสงสว่างที่ถูกต้อง คือจัดให้ทุก ๆ คนที่อยู่ในห้องเรียนไม่ ว่าจะเป็นตำแหน่งใดของห้อง ได้รับแสงสว่างที่พอเหมาะสำหรับการมองเห็นที่ชัดเจน ควรจัดให้แสง เข้าทางด้านซ้ายมือของผู้เรียน สำหรับความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนควรมีประมาณ 30-50 กำลังเทียน และในขณะกำลังฉายภาพยนตร์หรือสไลด์ ควรมีแสงสว่างประมาณ 10 กำลังเทียน โดยที่ ความสว่างบนจอควรมีประมาณ 15 - 20 กำลังเทียน การให้แสงควรเป็นแบบ indirect light สำหรับการให้แสงธรรมชาติควรเปิดช่องแสงเพื่อรับแสงไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ห้อง

3. ระบบเสียง ควรให้ทุกคนภายในห้องสามารถรับฟังเสียงได้อย่างชัดเจน โดยปราศจาก เสียงรบกวนทั้งจากภายในและภายนอกโดยมีหลักการดังนี้

- สัดส่วนของห้องที่สามารถทำให้ได้ยินชัดเจน คือกว้าง ยาว 3X5 เมตร สูง 2 เมตร หรือคิดเป็นอัตราส่วน กว้าง ยาว 1 : 1.2
- ระยะของเสียงจะลดลงตามระยะห่าง จากจุดกำเนิดเสียงระยะไกลสุดของห้องเรียนที่ ผู้ฟังแถวหลังสุดสามารถได้ยินเสียงธรรมดาโดยตรงจากจุดกำเนิดเสียง คิดเป็นระยะทางไม่เกิน 12.5 เมตร
- พื้นที่รอบบริเวณของผู้บรรยาย ควรใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียง
- ผนังด้านข้างและด้านหลังห้อง ควรใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติดูดซับเสียงสูง
- เพดาน ควรใช้วัสดุดูดซับเสียง สำหรับเพดานบริเวณด้านหลังห้อง ควรใช้วัสดุ สะท้อนเสียง เป็นการเสริมเสียงบริเวณด้านหลังห้องให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น
- พื้น ควรใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการดูดซับเสียง เช่น พรม หรือกระเบื้องยาง

### อุปกรณ์ในส่วนห้องเรียน

โดยทั่วไปอุปกรณ์หรือครุภัณฑ์ ที่ใช้ภายในห้องเรียน ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. โต๊ะผู้บรรยายและเก้าอี้ โดยมากแล้วนิยมเป็นโต๊ะยืน หรือโต๊ะวิทยากร และจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการสอน จึงต้องมีโต๊ะสำหรับวางคอมพิวเตอร์ด้วย โต๊ะผู้บรรยายนิยมวางอยู่ทางด้านซ้ายหรือขวาของห้องเรียน ไม่ควรวางไว้ตรงกลางเพราะไม่สะดวกต่อการใช้กระดานและการมองของผู้เรียน
2. โต๊ะของผู้เรียนและเก้าอี้ ไม่ควรเป็นลักษณะมากชั้นนำมาต่อกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความไม่เป็นระเบียบ ขนาดของโต๊ะมีความลึกอย่างน้อย 0.60 เมตร สามารถติดตั้งอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้ ส่วนเก้าอี้ของผู้เรียนควรเป็นเก้าอี้ที่มีล้อเลื่อนและหมุนได้ เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนที่ และการมองกระดาน พนักพิงไม่ควรสูงกว่ากระดูกสะบัก เพื่อให้ส่วนหลังได้พักเต็มที่ ส่วนล่างของพนักควรเป็นช่องว่างเพื่อไม่ให้กล้ามเนื้อบริเวณสะโพกถูกอัด
3. กระดาน ปัจจุบันที่นิยมจะเป็นกระดาน white board เพราะสะดวกในการลบไม่เกิดฝุ่น ฟุ้งกระจายเหมือนการใช้กระดานดำแบบเดิม อาจทำเป็นกระดานที่เลื่อนได้เพื่อความสะดวกเวลาใช้งาน ด้านล่างของกระดานควรมีรางวางปากกาและที่ลบกระดาน ขนาดของกระดานนั้นแล้วแต่ความเหมาะสมของห้อง สมัยใหม่ควรกว้างและยาวมาก ๆ ความกว้างไม่ควรน้อยกว่า 36 นิ้ว ( 90 ซม.) ที่ตั้งที่ดีที่สุดคือ ด้านหน้าตรงกลางห้อง ระยะสูงจากพื้นห้องประมาณ 1.30 เมตร ไม่ควรติดกระดานตรงข้ามผนังที่เป็นช่องหน้าต่างหรือประตู เพราะแสงจะสะท้อนเข้าสู่ผู้เรียน โดยทั่วไปผู้ฟังแถวหน้าควรห่างจากกระดานไม่น้อยกว่า 2 เมตร แถวหลังไม่เกิน 10 เมตร
4. อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อประกอบการเรียน โดยทำการต่อแบบเครือข่ายระบบ LAN เพื่อความสะดวกในการสื่อสารระหว่างผู้บรรยายและผู้เรียน สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันและติดตามผลการเรียนของผู้เข้าอบรมได้โดยตลอด ซึ่งคอมพิวเตอร์ที่ใช้เป็นรุ่นที่ใช้ซีพียูเพิ่มขึ้นไปและใช้อุปกรณ์เสริมเช่น CD ROM DRIVE TABLET หรืออุปกรณ์ด้านมัลติมีเดียอื่น ๆ ประกอบด้วย เพื่อประสิทธิภาพในการเรียนที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 ข้อมูลพื้นฐานส่วนร้านอาหาร

### ประเภทของร้านอาหาร

การให้บริการอาหารของร้านอาหาร แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. แบบคาเฟ่ที่เรีย ( cafeteria ) หรือเป็นแบบขายอาหารหนักโดยจะประมูลให้เอกชนเข้ามาดำเนินการในลักษณะของห้องอาหารที่ผู้ซื้อจะบริการตัวเอง โดยจัดเคาน์เตอร์จำหน่ายอาหารรวมไว้ ผู้ซื้อเดินผ่านช่องหน้าเคาน์เตอร์เพื่อเลือกอาหารและชำระเงินที่เคาน์เตอร์ถัดไป แล้วจึงนำอาหารไปรับประทานตามที่นั่งที่จัดไว้ เคาน์เตอร์บริการอาหารจะเป็นที่กั้นระหว่างครัวกับบริเวณรับประทานอาหาร การบริการอาหารทั้งหมดอยู่ในความรับผิดชอบของพนักงาน ถ้ามีอาหารมากชนิดครัวจะต้องมีขนาดใหญ่พอเพียง

2. แบบ snack bar หรือการบริการอาหารว่าง เครื่องดื่ม ที่บริการได้อย่างรวดเร็ว สามารถนั่งทานได้ที่เคาน์เตอร์หรือนำไปนั่งที่โต๊ะอาหารได้ ซึ่งใช้ระยะเวลาการรับประทานไม่นานและสะดวก

### หลักในการเลือกที่ตั้ง

1. ควรอยู่ไกลจากส่วนจัดแสดง หรือส่วนที่ต้องการความเงียบสงบ เพื่อป้องกันมิให้กลิ่นและเสียงจากการทำงานภายในร้านอาหารออกมารบกวนส่วนอื่น
2. ไม่ควรอยู่บริเวณเหนือลมของพื้นที่ที่สำคัญ เช่น ห้องนิทรรศการ ห้องสมุด ห้องเรียน เพราะจะทำให้กลิ่นฟุ้งไปรบกวน
3. อยู่ในบริเวณที่ผู้ใช้โครงการสามารถเข้าถึงได้โดยสะดวก
4. การเข้าถึงของรถบริการ รถมอเตอร์ไซด์ที่มีเป็นประจำทุกวันและขนถ่ายเป็นจำนวนมาก
5. ควรตั้งอยู่บริเวณที่ได้รับแสงธรรมชาติ เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อโรคและบรรยากาศที่สะอาด
6. ควรตั้งอยู่บริเวณที่เกิดมุมมองที่สวยงาม สามารถมองเห็นทิวทัศน์ภายนอกอาคารได้

### ข้อคำนึงในการออกแบบ

1. การให้แสงสว่างตามธรรมชาติ
2. การใช้สีที่สบาย ทำให้สดชื่นก่อให้เกิดบรรยากาศที่ดีต่อการรับประทานอาหาร
3. การระบายลมและความร้อน ควรใช้เครื่องระบายความร้อนและควั่นในครัว
4. ที่ต้มน้ำ เป็นบริการของห้องอาหารทั้งในบริเวณที่เข้าถึงได้สะดวกและเป็นสัดส่วน
5. โต๊ะ แก้ว ในส่วนบริเวณทานอาหารควรเคลื่อนย้ายได้และไม่ทำให้เกิดเสียงดัง

มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข้อมูลพื้นฐานส่วนโถงสาธารณะ

เป็นส่วนที่จัดไว้เพื่อบริการแก่ประชาชนทั่วไปและผู้ใช้บริการทั่วไป โถงสาธารณะนี้ควรเป็นพื้นที่โล่ง ( PLAZA ) รับคนจากทางเข้า เป็นส่วนแรกที่ติดกับทางเข้าหลักโดยตรง และเป็นใจกลางของสถานที่ โดยทำหน้าที่เป็นทางเชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

#### องค์ประกอบของโถงสาธารณะ

##### โถงทางเข้า ( MAIN ENTRANCE HALL )

เป็นส่วนที่ติดต่อไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ควรจะเห็นได้ชัดเจนจากภายนอกอาคาร เพื่อให้ผู้เข้าสู่โครงการสามารถพบเห็นและเข้าถึงได้ง่าย โดยหลักการออกแบบโดยทั่วไปคือต้องมีลักษณะพิเศษสามารถดึงดูดความสนใจได้ เพราะจะเป็นความประทับใจครั้งแรกที่เข้าสู่โครงการ เน้นการใช้แสง สี และการระบายอากาศที่ดี เพราะบริเวณโถงทางเข้านี้ต้องรองรับคนจำนวนมาก

การใช้แสงส่วนโถงทางเข้านี้ ควรมีความสว่างมากพอสมควร ให้ดูโอ้อ่า เป็นการเน้นและให้ความรู้สึกเชื่อเชิดชู ลักษณะการส่องสว่างควรเป็นแบบสาดแสงสว่างต่ำ โดยตำแหน่งดวงไฟอยู่เหนือตำแหน่งส่องสว่างกระจายรอบ บริเวณนี้ไม่ควรใช้ไฟซ่อนหรือไฟห้อย ลักษณะของโคมไฟและการห้อยต่ำจะทำให้ดูสกปรกง่าย

##### ประชาสัมพันธ์ ติดต่อสอบถาม ( INFORMATION AREA )

บริเวณประชาสัมพันธ์นี้ เป็นส่วนแรกที่ติดต่อกับโถงทางเข้าใหญ่ เพราะทำหน้าที่เป็นบริเวณที่ติดต่อสอบถามและให้บริการแนะนำข้อมูลต่าง ๆ สำหรับผู้เข้าใช้โครงการ ส่วนนี้จะมี ความสำคัญในการประชาสัมพันธ์หมายกำหนดการต่าง ๆ ด้วย ซึ่งจากการดำเนินงานของโครงการได้จัดให้เจ้าหน้าที่ประชาสัมพันธ์ดูแลงานในด้านรับฝากของด้วย โดยการแลกกุญแจ locker ซึ่งเป็นการลดหน้าที่การทำงานของงานรับฝากของได้ และไม่ต้องรับผิดชอบการสูญหายภายหลังด้วย ภายในส่วนนี้จะประกอบด้วยเคาน์เตอร์ directory board และโทรศัพท์สำหรับติดต่อภายในและภายนอกอาคาร นอกจากนี้ควรมีตู้เก็บเอกสารขนาดเล็กใช้เก็บของจำเป็นบางอย่าง และนอกจากนี้ควรมีคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถสื่อสารภายในโครงการได้ สามารถค้นข้อมูลแนะนำแก่ผู้ใช้โครงการได้

ควรมีแสงสว่างพอประมาณ เน้นความสว่างพิเศษในบางจุด ซึ่งมีหลักการใช้แสงทั้งแบบ direct และ indirect การใช้แสงแบบ indirect นั้นเพื่อเป็นการกระจายแสงกระทบฝ้าเพดานแล้วสะท้อนกลับทั่วบริเวณ ให้ความรู้สึกอบอุ่นนุ่มนวลและไม่ทำให้เกิดเงา ส่วนเคาน์เตอร์ควรเป็นแบบติดเพดาน ให้ลำแสงส่องลงข้างล่าง ควรระวังไม่ให้แสงพุ่งเข้าสู่สายตา

### โถงพักคอย ( WAITING AREA )

ลักษณะของส่วนโถงพักคอย ควรจะมีบรรยากาศที่ปลอดโปร่ง สบายใจ เนื่องจากเวลาผู้เข้าใช้โครงการมาเป็นจำนวนมาก จะเกิดความวุ่นวายมาก ควรจะมีบริเวณให้พักผ่อนด้วย นอกจากนี้ยังเป็นที่สำคัญสำหรับเป็นจุดนัดพบอีกด้วย พื้นที่ส่วนพักคอยควรมีเนื้อที่กว้างขวางพอสมควร ซึ่งลักษณะของโครงการได้แบ่งพื้นที่อาคารชั้นบนเป็นสำนักงานให้เช่า ( ตามหลักการเดิมของอาคาร) ดังนั้นพื้นที่ส่วนพักคอยจึงพิจารณาให้มีพื้นที่รองรับคนในส่วนดังกล่าวด้วย ซึ่งส่วนโถงพักคอยจะประกอบด้วย

- บริเวณที่เป็นที่นั่งพักผ่อนซึ่งอาจจัดเป็นหมู่หรือเป็นตู้เดี่ยวก็ได้
  - โต๊ะข้างสำหรับวางของตกแต่งและสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ
  - ที่เขียนบุหรี / ถังผง ควรจัดกระจายอยู่ตามจุดต่าง ๆ ที่สามารถมองเห็นได้สะดวก
  - กระจาดต้นไม้หรืองานประติมากรรมเพื่อช่วยสร้างบรรยากาศ
  - บอร์ด สำหรับติดตามข่าวสารต่าง ๆ หรืออาจเป็นคอมพิวเตอร์ระบบ touch screenก็ได้
- การให้แสงส่วนโถงพักคอยนี้อาจใช้แสงจากโคมหลายประเภท แต่ต้องไม่เกินไปจนขาดความเป็นส่วนตัว หรืออาจใช้แสงธรรมชาติช่วยด้วยก็ได้ เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน

### โทรศัพท์สาธารณะ ( PUBLIC TELEPHONE )

ส่วนนี้เป็นส่วนที่มีความสำคัญมากสำหรับโครงการ ผู้เข้าใช้โครงการจำเป็นต้องใช้อยู่เสมอ ควรจัดอยู่ในมุมใดมุมหนึ่งของโถง ควรอยู่ในบริเวณที่มีความเงียบสงบพอสมควร การสัญจรไม่พลุกพล่าน ปกติจะออกแบบเป็นตู้ เคา์เตอร์ หรือช่องเพื่อป้องกันเสียงรบกวน การให้แสงในส่วนของโทรศัพท์สาธารณะนี้ไม่ควรให้สว่างจนเกินไป หรือจะใช้แสงธรรมชาติก็ได้ ควรมีแสงสว่างพอที่จะอ่านและเขียนได้ ไม่มากเกินไปจนขาดความเป็นส่วนตัว

### ห้องน้ำ ( TOILET )

ควรอยู่ภายในหรืออยู่ใกล้โถงพักคอย ควรอยู่ในบริเวณที่สังเกตเห็นได้ง่าย ไม่ประเจิดประเจ้อ อาจใช้ป้ายบอกทางช่วย สำหรับเจ้าหน้าที่ที่ต้องทำงานอยู่ภายในส่วนโถงควรมีห้องน้ำแยกเฉพาะที่ไม่ปะปนกัน การให้แสงบริเวณทางเข้าออกควรมีแสงสว่างแต่พอมองเห็นทาง เพื่อไม่เป็นการเน้นทางเข้าไม่ประเจิดประเจ้อ แต่ไม่ควรมืดเกินไป ส่วนที่ต้องการแสงสว่างมากคือ ส่วนเคาน์เตอร์อ่างล้างมือ

### ร้านขายของของศูนย์ ( RETAIL SHOP )

ส่วนนี้จะเป็นที่สนใจจากผู้เข้าใช้โครงการพอสมควร ของที่จำหน่ายจะเกี่ยวข้องกับการเข้าใช้โครงการ เช่น หนังสือ รูปภาพ อุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประกอบการค้นคว้า หรืออบรม ได้แก่ แผ่นดิสก์ แผ่นซีดีรอม เป็นต้น ส่วนนี้อาจร่วมกับหน่วยงานอื่นที่ต้องการเผยแพร่ความรู้ จัดจำหน่ายสินค้าอื่น ๆ ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กรณีศึกษาโครงการเปรียบเทียบภายในประเทศ

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์

คลอง 5 จ. ปทุมธานี

ที่ตั้ง	คลอง 5 จ. ปทุมธานี
ผู้ออกแบบ	บริษัท อาร์คเดค จำกัด
พื้นที่โครงการ	18000 ตร.ม.
ความเป็นมา	พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์เป็นโครงการเฉลิมพระเกียรติ เนื่องในวโรกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษาครบ 5 รอบ ของสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ฯ โดยกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเป็นผู้ตั้ง
วัตถุประสงค์	เฉลิมพระเกียรติ เนื่องในวโรกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษาครบ 5 รอบ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ฯ เพื่อส่งเสริมกระตุ้นสังคมไทยให้มีความสนใจวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นสถานที่ให้ความรู้ ความเพลิดเพลิน
ลักษณะอาคาร	เป็นอาคารทรงลูกบาศก์ 3 ลูกยึดติดกัน โดยมีมุมแหลมเป็นจุดรับน้ำหนัก 3 จุด ทั้งหมดมี 5 ชั้น

## แนวคิดในการออกแบบ

- สร้างประสบการณ์ใหม่ที่นำตื่นเต้นและมีสาระทางวิชาการให้แก่ผู้ชม
- เปิดโอกาสให้ผู้ชมทดลอง สัมผัส และหาคำตอบด้วยตนเอง
- เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
- เป็นสถานที่จัดแสดงผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- เชื่อมโยงเทคโนโลยีสากลกับเทคโนโลยีภูมิปัญญาไทย
- จัดแสดงเป็นกลุ่มเรื่องเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ

## กลุ่มเป้าหมาย

- เยาวชน
- ครอบครัว
- ประชาชนทั่วไป
- นักท่องเที่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของโครงการ	ชั้นที่ 1 ส่วนต้อนรับและแนะนำการชม ชั้นที่ 2 ประวัติการค้นพบและการประดิษฐ์ทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นที่ 3 วิทยาศาสตร์พื้นฐานและพลังงาน ชั้นที่ 4 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ชั้นที่ 5 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน ชั้นที่ 6 เทคโนโลยีภูมิปัญญาไทย
สิ่งที่นำมาศึกษา	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การจัดแสดงที่แบ่งเป็นชั้น ๆ ตามหัวข้อและผู้ชมสามารถเลือกชมเฉพาะที่สนใจ</li> <li>- การจัดแสดงที่นับได้ว่ามีความทันสมัยทั้งการออกแบบและทางด้านเทคโนโลยีที่ทันสมัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย อีกทั้งยังเป็นแหล่งศึกษาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่สำคัญของประเทศไทย</li> <li>- ส่วนจัดแสดงมีการจัดวาง SPACE ที่หลากหลาย</li> <li>- รูปแบบวิธีการจัดแสดงแบบ INTERACTIVE</li> <li>- การใช้รูปทรง แสง เสียงและบรรยากาศ</li> </ul>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อดีและข้อเสียของโครงการ

### ข้อดี

- มีรูปแบบการจัดแสดงที่ทันสมัยอันดับหนึ่งของประเทศไทย
- รูปแบบการจัดแสดงที่เข้าใจง่าย เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
- ให้ความรู้ความสนุกสนานพร้อม ๆ กัน
- มีเจ้าหน้าที่คอยให้คำแนะนำแก่ผู้เข้าชม
- การจัดแสดงที่ผู้เข้าชมมีส่วนร่วมด้วยได้

### ข้อเสีย

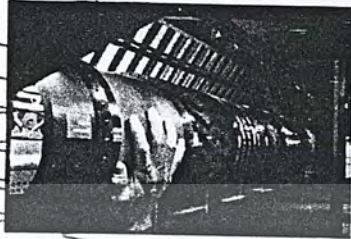
- การจัดวางผังที่ไม่มีระบบ ทำให้ผู้ชมสับสนเส้นทางสัญจรในนิทรรศการ
- ส่วนศูนย์อาหารมีพื้นที่ไม่เพียงพอ โดยเฉพาะเมื่อมีกลุ่มนักเรียนมาทัศนศึกษา
- ขาดการควบคุมระบบทางเข้าออกที่ดีพอ เนื่องจากมีทางเข้าออก 2 ทาง ทางเข้รองเป็นทางเข้าสำหรับผู้ที่จะออกมารับประทานอาหาร และกลับเข้าไปใหม่
- ส่วนนิทรรศการชั่วคราวถูกจัดไว้ด้านใน
- ทางเข้าออกมีหลายทางจึงไม่เป็นระเบียบ อาจทำให้มีการแอบเข้าชม
- บริเวณชั้น 1 มีการวางผังที่ไม่ดี ทำให้ผู้เข้าชมต้องเดินย้อนไปมา งานสถาปัตยกรรมภายนอกกับภายในไม่มีความสัมพันธ์กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

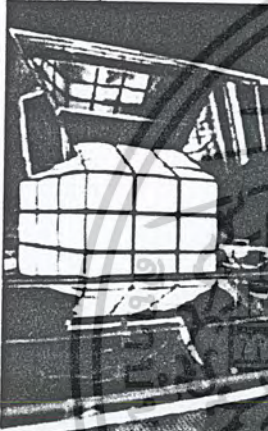
# NATIONAL SCIENCE MUSEUM

เรื่องราวที่จัดแสดง

1. ส่วนต้อนรับ - แนะนำการเข้าชมและนิทรรศการถาวร
2. ประวัติความเป็นมาของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและพลังงาน
4. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย
5. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน
6. เทคโนโลยีภูมิปัญญาไทย



การใช้ SPACE IN SPACE ประกอบการจัดแสดง เพื่อสร้างความน่าสนใจ



แสดงการนำเอาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
ในชีวิตประจำวันมาช่วยอำนวยความสะดวก  
ด้วยการสร้าง SPACE เสมือนจริง เพื่อให้  
เรียนรู้จากของจริง และใช้เป็นต้นแบบส่วน  
นิทรรศการบ้านประหยัดพลังงาน

การจัดแสดงลักษณะแบบ VIDEO WALL  
ใช้ภาพเคลื่อนไหวประกอบการเล่าเรื่อง

แสดงเทคนิคการใช้สีช่วยสร้าง  
จุดเด่นให้องค์ประกอบวัตถุจัด  
แสดงขนาดเล็ก เพิ่มความน่าสนใจ

ลักษณะการจัดแสดง

เน้นการสื่อความหมายระหว่างนิทรรศการและความทรงจำ  
โดยให้ผู้เข้าชมมีปฏิสัมพันธ์กับตัวนิทรรศการ ในลักษณะ  
ที่ผู้เข้าชมสามารถทดลองและเรียนรู้ ได้ด้วยตนเอง  
ประกอบการออกแบบที่ทันสมัยและน่าสนใจ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิทรรศการปีโตรเลียม  
เอกมัย กรุงเทพ

ที่ตั้ง	ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาเอกมัย กรุงเทพ
บทบาทหน้าที่	<ul style="list-style-type: none"> <li>- จัดกิจกรรมเผยแพร่ความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ธรรมชาติ วิทยา สิ่งแวดล้อม ดาราศาสตร์ใน รูปแบบนิทรรศการและกิจกรรม การศึกษา</li> <li>- เป็นแหล่งบริการกลางสำหรับ กิจกรรมการศึกษาต่าง ๆ</li> <li>- พัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรม การศึกษาและสื่อการเรียนรู้</li> <li>- ส่งเสริมและสนับสนุนการจัดตั้ง ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาใน ระดับจังหวัด เพื่อสร้างเครือข่ายและ การเรียนรู้ให้กว้างขวาง</li> </ul>
เนื้อหาที่จัดแสดง	<p>พลังงานปีโตรเลียม</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ต้นกำเนิดพลังงานปีโตรเลียม</li> <li>- การขุดเจาะน้ำมัน</li> <li>- สิ่งที่ได้จากการขุดเจาะ</li> <li>- ประโยชน์จากพลังงาน</li> <li>- พลังงานกับชีวิตประจำวัน</li> <li>- ผลิตภัณฑ์จากปีโตรเลียม</li> <li>- การประหยัดพลังงาน</li> </ul>
กลุ่มเป้าหมาย	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียน</li> <li>- นักศึกษา</li> <li>- ประชาชนทั่วไป</li> </ul>
สิ่งที่น่าสนใจ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- วิธีการจัดแสดงที่มีเทคนิคที่น่าสนใจ</li> <li>- การจัดแสดงโดยใช้ทางสัญจรทาง เดียว</li> </ul>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข้อดี

- รูปแบบการจัดแสดงที่เข้าใจง่าย เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
- ให้ความรู้ความสนุกสนานและความรู้พร้อม ๆ กัน
- เป็นโครงการขนาดใหญ่และให้ความรู้ครอบคลุมหลาย ๆ ด้าน

### ข้อเสีย

- เนื้อหาที่จัดแสดงไม่ค่อยมีการปรับปรุงเท่าที่ควร
- ส่วนศูนย์อาหารมีพื้นที่ไม่เพียงพอ โดยเฉพาะเมื่อมีกลุ่มนักเรียนมาทัศนศึกษา
- ขาดสถานที่เพียงพอสำหรับทำกิจกรรม เกิดการแออัดเมื่อมีนักเรียนกลุ่มใหญ่มาทัศนศึกษา
- อาคารในโครงการมีหลายอาคาร บางอาคารก็อยู่ห่างกัน ทำให้ไม่ทราบว่ามีส่วนจัดแสดง
- ร้านค้าในโครงการมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ
- ส่วนนิทรรศการชั่วคราวอาคารวิทยาศาสตร์เมื่อไม่มีการจัดนิทรรศการก็จะกลายเป็นพื้นที่โล่ง ดูไม่ดี
- มีการวางผังไม่ดีทำให้ผู้ชมต้องเดินย้อนไปมา
- การระบายอากาศในอาคารวิทยาศาสตร์ทำได้ไม่ดี เกิดกลิ่นอับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กรณีศึกษาต่างประเทศ

FUTURE VISION  
MANCHESTER UK

ที่ตั้ง	MANCHESTER UK
ผู้ออกแบบ	JOHN CSAKY / BUTTON
พื้นที่โครงการ	ประมาณ 1,050 ตร.ม.
ความเป็นมา	โครงการนี้เป็นรูปแบบพิพิธภัณฑ์ทางด้าน MEDIA TECHNOLOGY มาจัด แสดง โดยเน้นลักษณะของการปฏิสัมพันธ์ โดยตรง
สิ่งที่นำมาศึกษา	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เป็นโครงการต่างประเทศที่มีการจัดแสดง โดยมีการสัญจรแบบทางเดียว ซึ่งทำให้ผู้ชม เรียนรู้ได้อย่างทั่วถึง</li> <li>- การจัดแสดงเน้นการใช้ MULTI MEDIA และ EXHIBITION</li> <li>- การใช้ SPACE IN SPACE ในการ วางผังทำให้ผังที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าดู น่าสนใจ</li> <li>- การใช้รูปทรง แสง สี เสียง เทคนิคต่าง ๆ</li> <li>- การใช้สีสันทันในการจัดแสดงที่ดูสนุกสนาน น่าสนใจ</li> <li>- เทคนิคการจัดแสดงที่ให้ผู้ชมได้มีส่วนร่วม และทดลองสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง</li> <li>- การใช้แสง สี เสียงที่ทำให้เกิดบรรยากาศที่ แสดงถึงเทคโนโลยีเหมาะกับการจัดแสดงที่ ต้องการส่งเสริม ความรู้สึก ทันสมัย</li> </ul>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แนวคิดในการวางผัง

เน้นการใช้เส้นและลวดลายที่แปลกตา นำรูปทรงต่างๆที่น่าสนใจมาใช้ในการจัดวางผังอาคารเพื่อแก้ปัญหาลักษณะ SPACE ของอาคารที่เป็นกล่องทึบและทำให้เกิด SPACE ที่น่าสนใจและเป็นรูปแบบที่กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ และทำให้น่าสนใจมากขึ้น

การจัดผังทางสัญจรมีลักษณะทางเดียว คือ เข้าทางเดียว ออกทางเดียว ทำให้ผู้เข้าชมนิทรรศการได้อย่างครบถ้วน

### แนวคิดในการออกแบบ

โครงการมีลักษณะเป็นการจัดนิทรรศการเพียงอย่างเดียวเป็น INTERACTIVE EXHIBITION ซึ่งเป็นรูปแบบที่จะสร้างความเข้าใจและน่าสนใจให้แก่ผู้ชม เน้นการใช้เส้นสาย และเทคนิคอย่างเต็มที่ การใช้ SPACE IN SPACE ให้กับอาคารเพื่อให้เกิดความหลากหลายในการจัดแสดง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



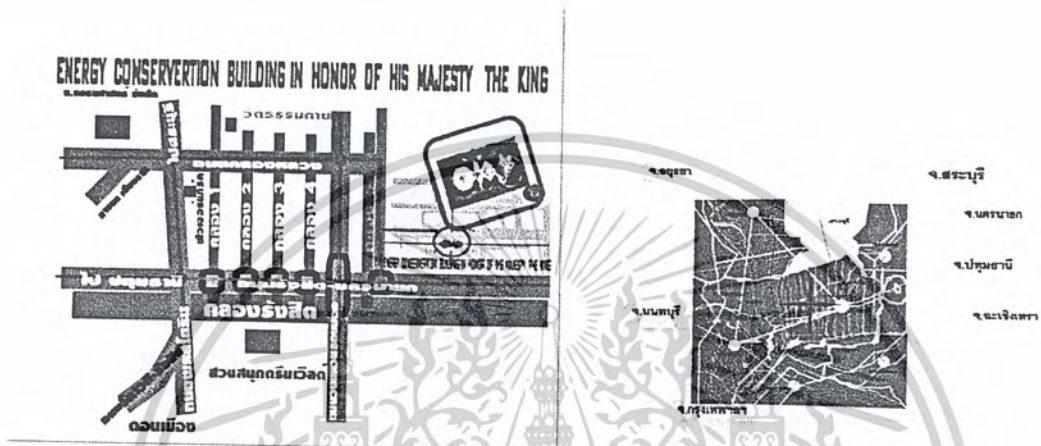
### บทที่ 3 การศึกษาข้อมูลเฉพาะของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### การศึกษาข้อมูลเฉพาะโครงการ

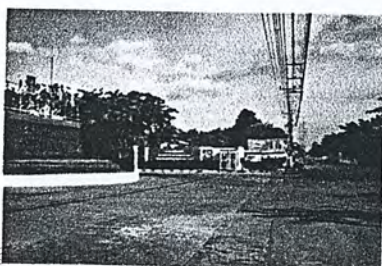
#### 3.1 การวิเคราะห์สภาพที่ตั้งโครงการ



ที่ตั้งโครงการ : เทคโนโลยี คลอง 5 ต.คลองขี้ช้าง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี  
พื้นที่โครงการ : 14,000 ตร.ม.

การเข้าถึงโครงการ :

- ถนนพหลโยธิน (ทางหลวงหมายเลข1) ในปี 2542 มีการขยาย ถนนบางชั้นรัช คลองหลวง และ เพิ่มถนนสายอื่นๆ เข้าถึงโครงการ ทำให้การเข้าถึงโครงการ และการเดินทางจาก กรุงเทพฯ สามารถเดินทางได้สะดวก
- ถนนวิภาวดีรังสิต เป็น HIGHWAY ที่มีช่องจราจร 10 ช่องทาง และ จะมีโครงการสร้างทางด่วนชั้นที่ 2 ต่อเนื่องไปจนถึงถนนรังสิต-องครักษ์ จากถนนวิภาวดีจะไปต่อกับถนนพหลโยธินที่อนุสรณ์สถานแห่งชาติ
- ถนนรังสิต-นครนายก (ถ. องค์กรักษ์) เป็นถนนที่แยกจากถนนพหลโยธินตรงบริเวณ U-TURN หน้าฟิวเจอร์พาร์ค รังสิต ไปทางจังหวัดนครนายก และ เลี้ยวซ้ายที่บริเวณสะพานคลอง 5 เข้าสู่ตัวโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารการศึกษา... อนุญาตให้นำไปใช้และโยนด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ด้านสังคมและวัฒนธรรม

ด้านทัศนียภาพของโครงการรายล้อมไปด้วยกลุ่มอาคารขององค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติและบริเวณศูนย์วิจัย เป็นย่านศูนย์รวมความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### ด้านสภาพแวดล้อมที่ตั้ง

บริเวณที่ตั้งอาคารยังคงลักษณะธรรมชาติของพื้นที่รอบอาคาร และส่วนการปรุงแต่งธรรมชาติรอบอาคาร เพื่อป้องกันมลพิษทางเสียง ฝุ่น ควัน แสงสะท้อน



ทิศเหนือติดกับบริเวณถนนทางเข้าภายในเทคโนโลยีทางเข้าโครงการ



ทิศใต้ติดกับพื้นที่ก่อสร้างของ มาตรการวิทยา



ทิศตะวันออกติดกับสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย



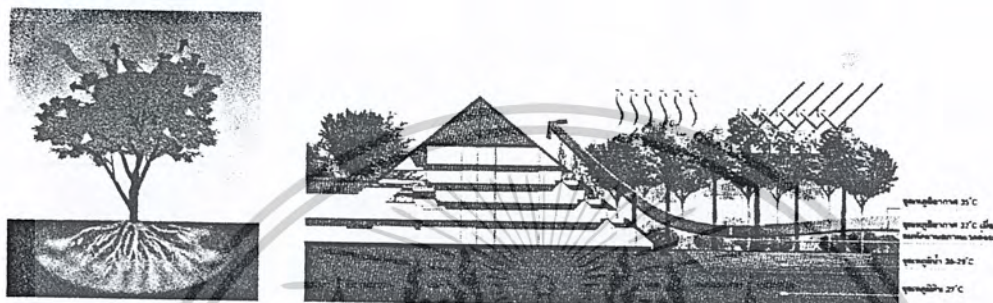
ทิศตะวันตกติดกับบ้านประหยัดพลังงานตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ปัจจัยของสภาพแวดล้อมที่ตั้งที่มีผลต่อโครงการ

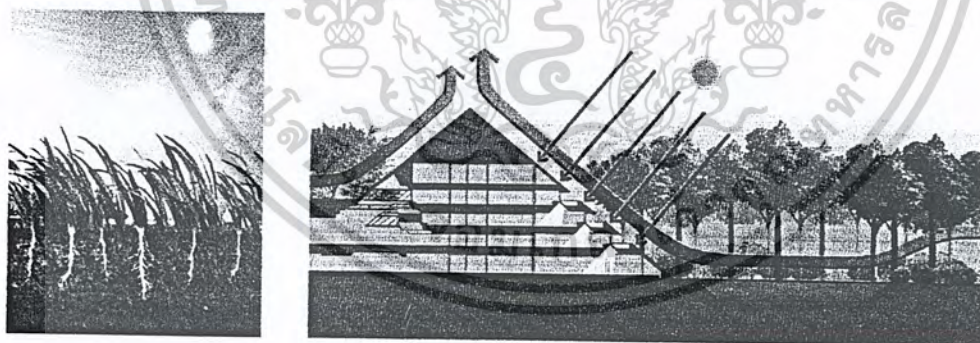
อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้มีการนำปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกมา  
 เอื้ออำนวยต่อโครงการ ดังนี้ คือ

### 1. การใช้ประโยชน์จากต้นไม้ขนาดใหญ่



เพื่อลดความร้อนจากแสงแดดโดยใช้ต้นไม้ทรงสูงบังแดดไม่ให้กระทบผิวผนัง นอกจากนี้ต้นไม้  
 ยังใช้พลังงานที่ได้รับจากแสงแดดมาสังเคราะห์แสงด้วยการดูดซับน้ำจากดินแล้วเปลี่ยนสภาพ  
 กลายเป็นไอน้ำ

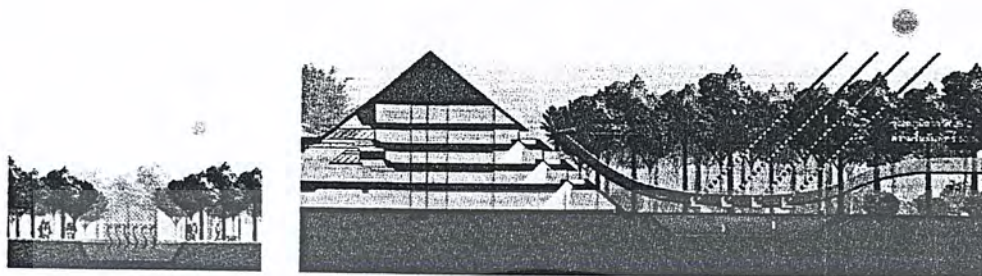
### 2. การปลูกหญ้าคลุมดิน



เพื่อช่วยลดการสะท้อนของแสงแดด ปกป้องแสงแดดไม่ให้ถูกผิวผนังและดึงพลังงานความร้อน  
 มาใช้ในการปรุงอาหาร จากนั้นจึงปล่อยไอน้ำออกมาให้สภาพแวดล้อมเย็นลงเช่นเดียวกับ  
 ต้นไม้ขนาดใหญ่

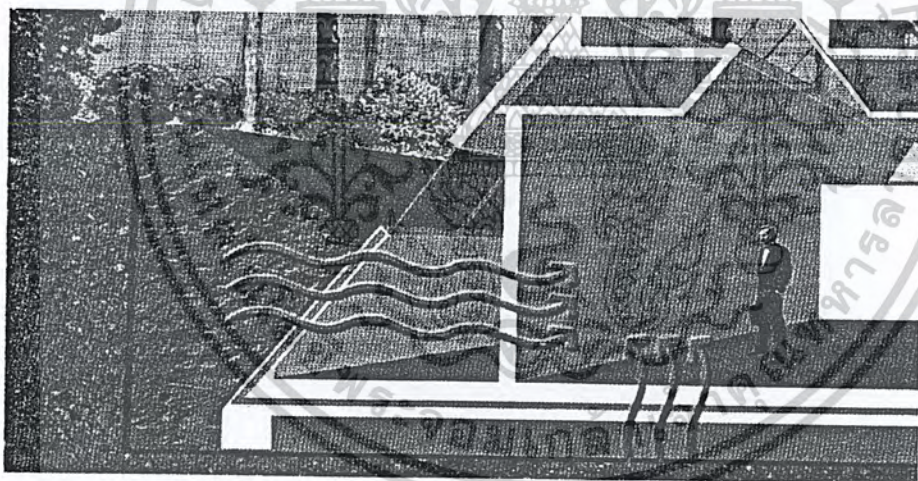
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. การใช้สระน้ำช่วยสร้างความเย็น



โดยการใช้สระน้ำที่มีความลึกเพียงพอที่จะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอากาศ น้ำที่ถูกแสงแดดจะระเหยกลายเป็นไอน้ำ สร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อม เมื่อกระแสลมพัดผ่าน น้ำจะกลายเป็นกระแสลมที่เย็น

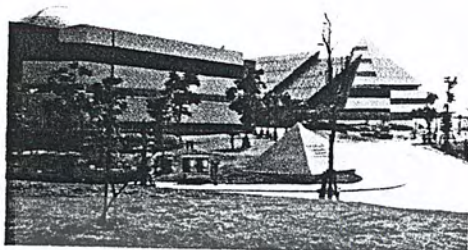
### 4. การนำความเย็นจากดินมาใช้



ในช่วงเวลากลางวันดินที่มีความลึกประมาณ 60 ซม. จากผิวดินจะมีอุณหภูมิที่ต่ำและค่อนข้างคงที่กว่าอุณหภูมิที่ผิวดินและอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลาเดียวกัน ความเย็นดังกล่าว สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการทำให้ผิวของอาคารเย็นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 การวิเคราะห์อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ



#### แนวคิดในการออกแบบรูปทรงสถาปัตยกรรม

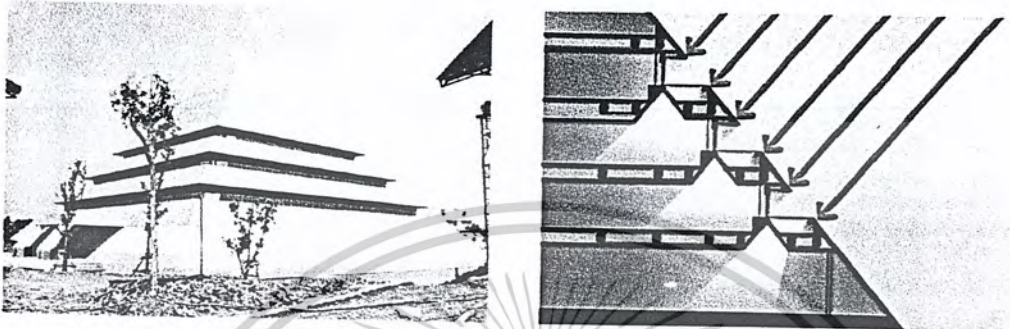
การใช้ฟอร์มอาคารเรขาคณิตเรียบง่ายที่เอื้ออำนวยต่อการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ เช่น ฟอร์มโดมช่วยในการกระจายแสง ฟอร์มสามเหลี่ยมช่วยในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ ประกอบกับการใช้เทคโนโลยีทางวิศวกรรมอาคารเข้ามาใช้ในการทำให้เกิดการประหยัดพลังงานได้อย่างสูงสุด

อาคาร	อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ
เจ้าของ	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
สถาปนิก	ดร. สุนทร บุญญาธิการ
วิศวกรโครงสร้าง	บริษัท แอทแทค จำกัด
วิศวกรงานระบบ	บริษัท อี ซี ซี กรุ๊ป จำกัด
ที่ตั้ง	เทคโนโลยี คลอง 5 ต.คลองข่าง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี
พื้นที่ภายในอาคาร	14,000 ตร.ม.
ระบบโครงสร้าง	<p>พื้นระบบ POST TENSION</p> <p>ผนังระบบ CURTAIN WALL</p> <p>ยิปซัมโครงคร่าวระบบ EIFS</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รูปทรงอาคารที่มีผลต่อการออกแบบ

### ทรงปิรามิด (PYRAMID)



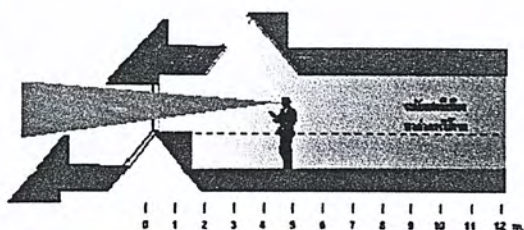
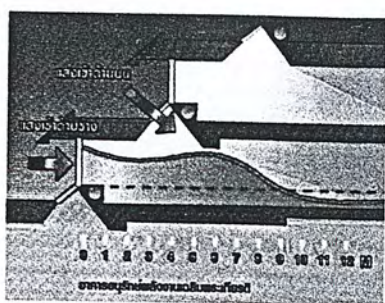
### ทรงโดม (DOME)



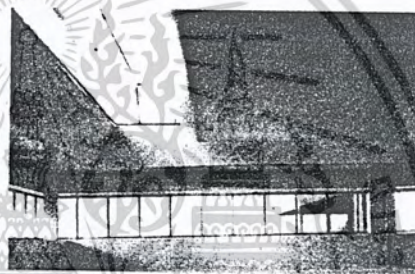
การออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรตินั้นได้มีการออกแบบลักษณะรูปทรงของอาคารให้มีการใช้แสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ออกแบบโดยการเน้นนำเอาแสงสะท้อนจากท้องฟ้า (DIFFUSE LIGHT) เข้ามาใช้ในกิจกรรมหลักของอาคาร เช่น สำนักงาน ห้องสมุด เป็นต้น การออกแบบแสงธรรมชาติในอาคารมีหลักการดังนี้คือ

#### 1. การออกแบบโดยให้แสงมาในระดับเหนือสายตา

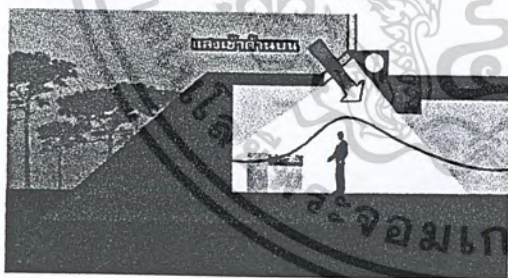
การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ โดยช่องรับแสงด้านบนบริเวณอาคารปิรามิด แสงแดดที่ผ่านช่องเปิดด้านบนจะสามารถส่องเข้าไปได้ลึกกว่าแสงจากกระจกด้านข้างทั่วไป



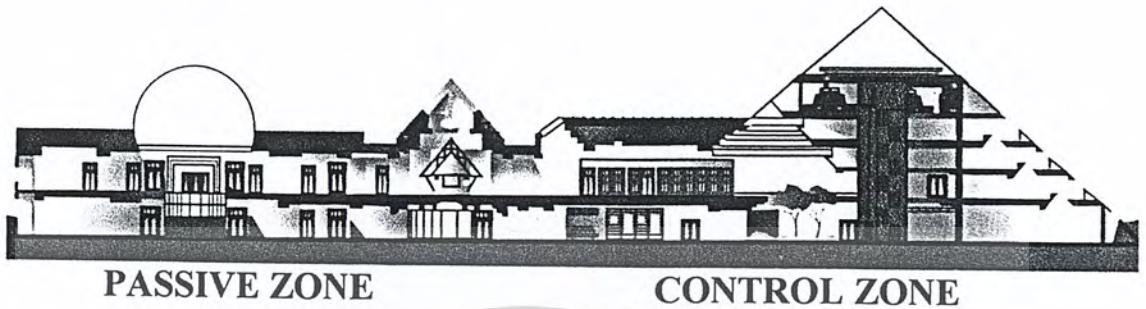
2. การออกแบบช่องเปิดโดยการคำนึงถึงปริมาณแสงที่แท้จริง  
การออกแบบอาคารให้มีการนำแสงจากด้านบนมาใช้ลดความแตกต่างของระดับแสงสว่าง  
ภายนอกกับภายในอาคารทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกสบายตาขึ้น



3. การออกแบบช่องเปิดในส่วนแสดงงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### แนวคิดในการวางผังประโยชน์ใช้สอย

กำหนดทิศทาง การวางตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยของอาคาร เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดจากสภาพแวดล้อมและตามตำแหน่ง FORM ของอาคาร โดยการแบ่งพื้นที่ควบคุมการปรับอากาศออกเป็น zone คือ

PASSIVE ZONE บริเวณที่มีการปรับอากาศถึงสมบูรณ์ ได้แก่ บริเวณที่มีการปรับอากาศเป็นบางช่วงเวลาที่มีการใช้งานเท่านั้น คือ

TRAINING ROOM , AUDITORIUM ,  
EXHIBITION AREA , CAFETERIA

CONTROL ZONE บริเวณที่มีการปรับอากาศสมบูรณ์ ได้แก่ บริเวณที่มีการใช้งานตลอดวัน เป็นส่วนที่มีการควบคุมการลดเพิ่มการจ่ายอุณหภูมิตามสภาพที่มีการใช้งาน คือ

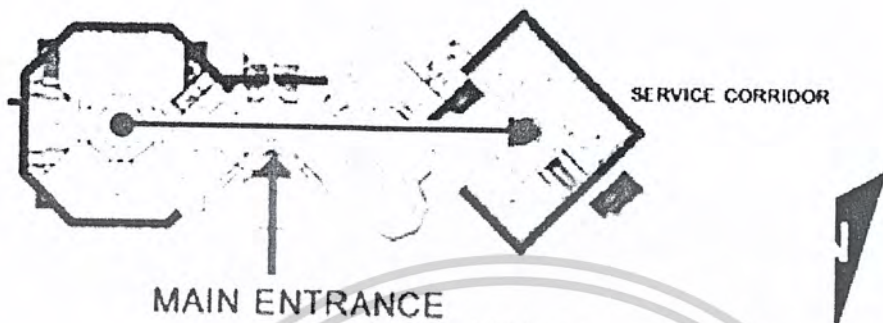
OFFICE AREA , LIBRARY

### ลักษณะภายในตัวอาคาร

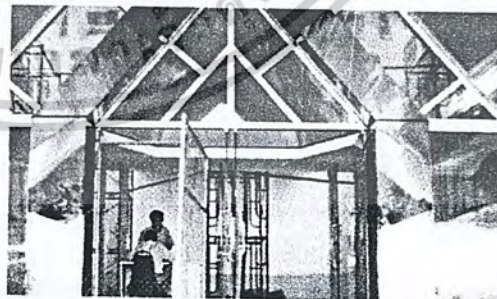
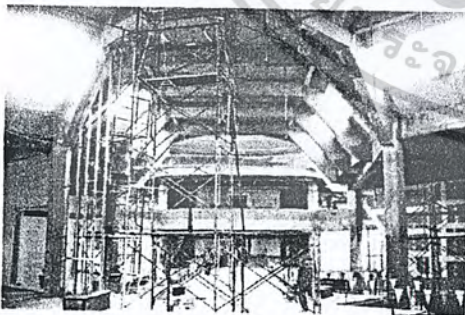
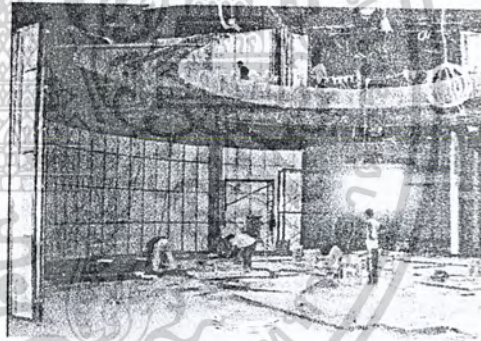
การเข้าถึงอาคารมีทางเข้าหลัก 1 ทาง คือ **main entrance** บริเวณหลังคาทรงจั่ว เป็นทางเข้าหลักของอาคาร

- ทางสัญจรหลักในแนวราบเชื่อมอาคารทั้ง 3 ส่วนเข้าด้วยกันเป็นแนวแกนเชื่อมส่วนต่างๆของอาคารมี **service corridor** เป็นตัวเชื่อมทางสัญจรรอบนอกอาคาร และเป็นฉนวนอากาศให้กับอาคารอีกด้วย
- ทางสัญจรหลักในแนวตั้งแยกเป็น 2 ส่วน บริเวณอาคารทรงโดมมีการเปิด **court** ตรงกลางเป็น **atrium** เชื่อมระหว่างชั้น ส่วนบริเวณอาคารทรงพีรามิดใช้ **core lift** เป็นตัวเชื่อมทางสัญจรทางตั้งที่มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของโครงสร้างภายในตัวอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### การเข้าถึงอาคาร



### ทัศนียภาพภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 ระบบที่เกี่ยวข้องกับอาคาร

#### 1. การออกแบบระบบเปลือกอาคาร

โดยปกติความร้อนที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิภายในอาคาร ได้แก่ ความร้อนจากอากาศภายนอกและความร้อนจากผนังหรือกรอบอาคาร ซึ่งมีการถ่ายเทสู่ภายในอาคารตลอดเวลา โดยเฉพาะในช่วง 13.00น.- 15.00น. ซึ่งเป็นช่วงที่ร้อนที่สุดของวัน หากความร้อนในช่วงเวลาดังกล่าวได้รับการถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคาร จะทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงมาก การนำหลักการของมวลสารหรือวัสดุที่มีความสามารถในการหน่วงเหนี่ยวความร้อนให้ผ่านเข้าสู่อาคารได้ช้าลงหรือใช้ระยะเวลาสั้นขึ้นมาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม จะช่วยหลีกเลี่ยงปรากฏการณ์ดังกล่าวได้

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้นำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับผนังหรือกรอบอาคาร โดยเลือกใช้วัสดุผนังหรือกรอบอาคารที่มีมวลสารเหมาะสมเพื่อหน่วงเหนี่ยวความร้อนจากกรอบอาคารซึ่งเป็นบริเวณที่มีพื้นที่มากที่สุดของตัวอาคารโดยเฉพาะในส่วนหลังคา ซึ่งได้รับอิทธิพลของแสงแดดโดยตรงตลอดทั้งวันให้มีการถ่ายเทความร้อนช้าลง ทำให้ความร้อนเข้ามาภายในอาคารในช่วงเย็นซึ่งเป็นเวลาที่ไม่มีกิจกรรมหรือหลังเลิกใช้อาคารไปแล้ว เป็นการหลีกเลี่ยงการถ่ายเทความร้อนจากกรอบอาคารเข้าสู่ภายในอาคารในช่วงที่ร้อนที่สุดของวัน

#### 2. การออกแบบระบบเปลือกอาคาร

ปัจจัยประการหนึ่งที่สำคัญในการออกแบบระบบเปลือกอาคาร คือ การพิจารณาเลือกใช้มวลสารและฉนวนป้องกันความร้อนอย่างถูกต้อง ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิภายในอาคารได้แก่ความร้อนจากอากาศภายนอกและความร้อนจากผนังหรือเปลือกอาคาร ซึ่งมีการถ่ายเทสู่ภายในอาคารตลอดเวลา อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้นำเอาเทคนิคการผสมผสานการหน่วงเหนี่ยวความร้อนของมวลสารและการใช้ฉนวนป้องกันความร้อนมาประยุกต์ใช้กับผนังและเปลือกอาคาร โดยสามารถทำให้มีการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารช้าลงถึงประมาณ 6 ชั่วโมง คือตั้งแต่เวลาประมาณ 19.00 น. เป็นต้นไป ซึ่งเวลาดังกล่าวเป็นเวลาที่ไม่มีการใช้หรือเลิกใช้งานอาคารไปแล้ว ความร้อนที่เข้ามาภายในอาคารจึงมีค่าลดลงทำให้สามารถลดภาระการทำความเย็นและยังเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องปรับอากาศอีกด้วย

การออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้เลือกใช้ผนังระบบฉนวนกันความร้อนจากภายนอกที่มีคุณสมบัติไม่ดูดกลืนความร้อนแล้วยังสามารถกันความร้อนจากภายนอกได้ดีกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนทั่วไปมาก ทำให้สามารถลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศได้ปริมาณมาก โดยปกติฉนวนที่แตกต่างกันจะมีค่าความต้านทานความร้อนไม่เท่ากัน ฉนวนยิ่งมีความหนามากก็ยิ่งมีความสามารถในการกันความร้อนมากตามขึ้นไปด้วย ในความเป็นจริงแล้วแม้ฉนวนในชั้นแรกจะมีค่าความต้านทานความร้อนมากแต่ในชั้นหลัง ๆ ที่เพิ่มขึ้นจะมีค่าความต้านทานความร้อนน้อยลงเรื่อย ๆ ดังนั้น เมื่อนำเข้ามาประกอบในอาคารแล้วเท่ากับว่าฉนวนในชั้นหลัง ๆ จะทำให้ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุ้มกับค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากความสามารถในการป้องกันความร้อนที่เพิ่มขึ้นไม่คุ้มกับกับราคา การพิจารณาเลือกความหนาของฉนวนที่เหมาะสมควรพิจารณาจากค่าความต้านทานความร้อนของฉนวนเปรียบเทียบกับประโยชน์ที่ได้รับและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นประกอบกัน

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้เลือกใช้ผนังระบบฉนวนกันความร้อนภายนอก ซึ่งมีโฟมที่มีความหนาประมาณ 3 นิ้วทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันความร้อนโดยมีอัตราการถ่ายเทความร้อนลดลงจากผนังก่ออิฐฉาบปูนชั้นเดียวที่ใช้ในอาคารทั่วไปถึงประมาณร้อยละ 80 เมื่อพิจารณาจากตัวแปรของความคุ้มทุนแล้ว ถือว่าเป็นความหนาของฉนวนที่มีความเหมาะสมทั้งในด้านการอนุรักษ์พลังงานและค่าใช้จ่าย จากแผนภูมิแสดงอัตราการความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคารเปรียบเทียบระหว่างผนังก่ออิฐหนา 4 นิ้วทั่วไปและเมื่อมีการผสมผสานฉนวนโฟมที่มีความหนาต่าง ๆ กันตั้งแต่ 1- 5 นิ้ว จะพบว่า การผสมผสานวัสดุฉนวนเข้าไปในระบบผนังก่ออิฐหนา 4 นิ้ว ของอาคารทั่วไปนั้นจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด หรือสามารถลดอัตราการความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคารได้มากที่สุดที่ความหนา 1 นิ้วแรก ของฉนวน เพราะสามารถลดอัตราการความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคารได้มากถึงประมาณร้อยละ 75 แต่เมื่อความหนาเพิ่มขึ้นเป็น 2 3 และ 4 นิ้ว พบว่าจะสามารถลดอัตราการถ่ายเทความร้อนลงได้อีกเพียงประมาณร้อยละ 5 2 และ 1 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าค่าความต้านทานความร้อนของผนังที่มีการใส่ฉนวนเพิ่มเข้าไปนั้นมิได้เป็นอัตราส่วนที่แปรผันโดยตรงกับอัตราการความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคาร ดังนั้นการเพิ่มปริมาณฉนวนมากเกินไปจึงอาจไม่คุ้มกับค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น

### 3. การผสมผสานระหว่างฉนวนกับมวลสาร

การนำคุณสมบัติของฉนวนและมวลสารของผนังหรือเปลือกอาคารมาผสมผสานกัน อย่างเหมาะสม นอกจากจะทำให้สามารถลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารให้น้อยลงแล้ว ยังสามารถควบคุมความร้อนที่ผิวผนังอาคารไม่ให้เข้าสู่อาคารในช่วงที่ร้อนจัดของวันด้วยผนังของอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้รับการออกแบบให้มีมวลสารที่เหมาะสม โดยมีจุดประสงค์ที่จะหน่วงเหนี่ยวความร้อนจากบริเวณผิวผนังไม่ให้เกิดขึ้นพร้อมกับช่วงอุณหภูมิสูงสุดของอากาศภายนอก และใช้ฉนวนเพื่อลดปริมาณความร้อนจากภายนอกที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคาร เมื่อนำคุณสมบัติเด่นของฉนวนกับมวลสารมาผสมผสานกันอย่างลงตัวในการก่อสร้างอาคารแล้ว จะทำให้ความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายในอาคารมีค่าน้อยกว่าอาคารทั่วไป ทำให้ลดภาระการทำความเย็นและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศในอาคาร

จากการออกแบบและเลือกใช้วัสดุส่วนหลังคาของอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติพบว่า ความเข้าใจในเรื่องคุณสมบัติของวัสดุ ผสมผสานกับเทคนิคในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน ทำให้สามารถลดการใช้พลังงานของอาคารไปได้มาก ในการออกแบบมีความต้องการใช้งานพื้นที่ส่วนหลังคา เพื่อการศึกษาวิจัยและติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ นั้นได้กำหนดแนวคิดในการเลือกใช้วัสดุเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยจำแนกองค์ประกอบของหลังคาออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 คือ วัสดุส่วนบนสุดที่เป็นพื้นผิวชั้นนอกของอาคาร จึงต้องมีความแข็งแรงทนทานตอบสนองการใช้งานบนหลังคา เนื่องจากหลังคาได้รับแดดจัดตลอดวัน จึงได้รับความร้อนจากรังสีของดวงอาทิตย์ ทำให้อุณหภูมิที่ผิวหลังคาสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกมาก ในกรณีที่ออกแบบหลังคาที่มีมวลสารน้อย เช่น โลหะความร้อนจากภายนอกจะถ่ายเทเข้ามาภายในอาคารได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากหลังคามีการหน่วงเหนี่ยวเวลาน้อยมาก ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารในช่วงเวลาของการใช้งาน จึงประมาณได้ว่ามีปริมาณเทียบเท่ากับพื้นที่ของส่วนที่แรงงาในภาพ

ส่วนที่ 2 คือ ส่วนป้องกันความชื้นและไอน้ำ ซึ่งเป็นส่วนล่างของผิววัสดุชั้นนอก วัสดุส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญของอาคาร เพราะจะช่วยสกัดความชื้นในรูปของไอน้ำไม่ให้ผ่านเข้ามาภายในอาคาร จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงประมาณ 23 – 27 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกอาคาร หากไม่มีระบบการกันความชื้นที่ดีแล้วจะพบว่า จุดน้ำค้างจะตกอยู่ในบริเวณส่วนที่เป็นฉนวนใยแก้ว ซึ่งเป็นส่วนที่อ่อนไหวต่อการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ เพราะหากมีความชื้นเล็ดลอดเข้ามาและเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ จะทำให้ฉนวนสูญเสียประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อน

ส่วนที่ 3 คือ แผ่นพื้นเรียบคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่รองรับน้ำหนักของหลังคาแล้ว ยังทำหน้าที่สำคัญประการหนึ่งที่เป็นหัวใจสำคัญการประหยัดพลังงานในอาคารคือ เป็นมวลสารของหลังคา ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการหน่วงเหนี่ยวการถ่ายเทความร้อนจากหลังคาเข้าสู่อาคาร เนื่องจากอุณหภูมิด้านบนของหลังคาในเวลากลางวันอาจสูงถึง 60 องศาเซลเซียส แต่ความหนาของแผ่นพื้นจะช่วยหน่วงเหนี่ยวปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารให้ช้าลงได้ โดยอาศัยความสามารถในการกักเก็บความร้อนของวัสดุ ทำให้ความร้อนจากภายนอกผ่านเข้าอาคารช้าลงไปอีกประมาณ 6 -7 ชั่วโมง ซึ่งเป็นปัจจัยหลักอันหนึ่งในการลดภาระการทำความเย็นสูงสุดที่เกิดจากส่วนหลังคา เพราะเมื่อความร้อนถูกหน่วงเหนี่ยวออกไปนานถึง 6 ชั่วโมงซึ่งเป็นช่วงที่อากาศภายนอกเริ่มเย็นลงแล้ว จะทำให้ความร้อนที่สะสมในหลังคาส่วนบนถ่ายเทออกสู่ภายนอกทั้งโดยการนำและการพา

ส่วนที่ 4 คือ ช่องว่างอากาศซึ่งเกิดขึ้นเพื่อความคล่องตัวในการทำงานก่อสร้างอาคารและส่งผลต่อการเพิ่มค่าความเป็นฉนวนให้กับหลังคาอีกด้วยเพราะช่องว่างอากาศหนาประมาณ 2 นิ้วมีความสามารถในการป้องกันความร้อนเทียบเท่ากับโฟมหนาประมาณ 1/4 นิ้ว

ส่วนที่ 5 คือ ฉนวนป้องกันความร้อน ในกรณีได้เลือกใช้ฉนวนใยแก้วที่มีความหนา 6 นิ้ว เพื่อช่วยลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารอีกชั้นหนึ่งต่อจากการใช้อิทธิพลของมวลสาร เพราะเมื่อมวลสารช่วยลดและหน่วงเหนี่ยวเวลาในการถ่ายเทความร้อนให้กับหลังคาชั้นหนึ่งแล้ว การผสมผสานวัสดุฉนวนป้องกันความร้อนก็จะยิ่งเป็นการช่วยลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาพบว่าปริมาณความร้อนรวมที่เข้าสู่อาคารในช่วงเวลาทำงานลดน้อยลง

นอกจากนี้แล้วภาวะสูงสุดที่เกิดขึ้นในตอนกลางวันก็ถูกหน่วงเหนี่ยวเวลาให้ไปเกิดช่วงเวลาหลังเลิกงานอีกด้วย

ส่วนที่ 6 คือ ช่องว่างอากาศสะท้อนรังสี กว้างประมาณ 12 นิ้ว ซึ่งใช้เป็นพื้นที่สำหรับงานระบบต่าง ๆ เช่น การเดินท่อสายไฟ ท่อจ่ายลมของระบบปรับอากาศ และเนื่องจากช่องว่างนี้อยู่ด้านล่างของฉนวนใยแก้วชนิดมีฟอยล์ห่อหุ้มรอบด้าน จึงมีผลให้ช่องว่างอากาศส่วนนี้มีคุณสมบัติเป็นช่องว่างอากาศสะท้อนรังสี โดยทั่วไปช่องว่างอากาศสะท้อนรังสีความกว้างประมาณ 3.5 นิ้ว จะมีค่าความต้านทานความร้อนสูงถึงประมาณ  $8.19 \text{ } ^\circ \text{F ft}^2 \text{ h/Btu}$  ในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เกิดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารในทิศทางความร้อนไหลลง จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของความเป็นฉนวนของหลังคาในเวลากลางวันที่มีอากาศร้อนจัดได้เป็นอย่างดี แต่ประสิทธิภาพดังกล่าวนี้จะลดลงบ้างในช่วงเวลากลางคืน เนื่องจากอุณหภูมิอากาศภายนอกทิศทางความร้อนไหลขึ้น นอกจากนี้แล้วยังพบอีกว่าแม้จะเพิ่มขนาดความกว้างของช่องว่างอากาศสะท้อนรังสีให้มากกว่า 3.5 นิ้ว ก็จะไม่ทำให้มีค่าการกั้นความร้อนเพิ่มขึ้นมากนัก

ส่วนที่ 7 คือ แผ่นยิปซัมซึ่งเป็นวัสดุชั้นล่างสุดของฝ้าเพดาน ทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบเพื่อความสวยงามของพื้นผิวฝ้าเพดาน และในบางส่วนทำหน้าที่เป็นแผ่นดูดซับเสียงภายใน วัสดุส่วนนี้ไม่สามารถเพิ่มค่าความเป็นฉนวนให้กับหลังคาได้มากนักแต่เป็นการช่วยเพิ่มค่าการกั้นไฟให้กับระบบเพดานและหลังคา

จากแนวความคิดเพื่อการประหยัดพลังงานและการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ อย่างเหมาะสมของระบบหลังคาทั้งหมดนี้ ทำให้ระบบหลังคาพื้นเรียบของอาคารอนุรักษ์พลังงานมีค่าการกั้นความร้อนและความชื้นได้ดีเยี่ยม โดยมีราคารวมของระบบอยู่ในเกณฑ์ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มีค่าการกั้นความร้อนใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบระบบหลังคาของอาคารหลังนี้กับหลังคา ค.ส.ล. ความหนาประมาณ 6 นิ้ว ภายใต้อาคารราบเรียบ ดังเช่นที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะพบว่าหลังคาของอาคารอนุรักษ์พลังงานสามารถกั้นความร้อนได้ดีกว่าถึงประมาณ 10 เท่า โดยมีช่วงภาวะการทำความเย็นสูงสุดของหลังคาลดลงมากกว่า 14 เท่าในวันที่ร้อนที่สุดของปี

#### 4. ระบบฉนวนหุ้มรอบอาคาร

วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารทั่วไปมักเป็นอิฐก่อฉาบปูนและระบบเสาคานที่สร้างจากคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งวัสดุดังกล่าวเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนได้น้อยมาก ดังนั้นเมื่อนำมาใช้ในการก่อสร้างผนังหรือเปลือกอาคารจะทำให้การถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารเกิดขึ้นสูงมาก

ในการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานได้ทำการวิเคราะห์อย่างละเอียดพบว่า เมื่อใช้วัสดุเปลือกอาคารเป็นอิฐและคอนกรีตเสริมเหล็กโดยไม่มีสิ่งอื่นใดปิดกั้นเปลือกอาคารด้านที่สัมผัสกับอากาศภายนอก จะทำให้ความร้อนถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารปริมาณมาก ภาวะการทำความเย็นจึงมีค่าสูงขึ้น ทำให้ต้องใช้พลังงานในการปรับอากาศมากขึ้นด้วย จึงได้เลือกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนังระบบฉนวนกันความร้อนจากภายนอกในส่วนเปลือกอาคาร ผนังระบบดังกล่าวมีคุณสมบัติที่ช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานได้ดังนี้

(1) สกัดกั้นการถ่ายเทความร้อนให้แก่ระบบเปลือกอาคารอย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้เนื่องจากระบบดังกล่าวเป็นระบบที่แก้ปัญหาสะพานความร้อน ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของ การก่อสร้างด้วยระบบคอนกรีตเสริมเหล็ก

(2) มีคุณสมบัติในการป้องกันการรั่วซึมของความชื้นได้ดี

(3) ฉนวนที่ใช้ในการห่อหุ้มอาคารมีความยืดหยุ่นสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ผิว ภายนอกอาคาร ทำให้ไม่มีการแตกร้าวและยังเพิ่มความทนทานให้แก่ผนังภายนอกอาคารด้วย

(4) กรณีที่ต้องการให้ผนังด้านนอกมีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนได้ มากขึ้น สามารถทำได้โดยการเพิ่มฉนวนด้านนอกและเนื่องจากผนังมีความหนาเพียงพอที่จะ สกัดกั้นการดูดซึมความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สามารถใช้สีเข้มซึ่งมีค่าในการดูดกลืน ความร้อนที่สูงขึ้นที่ผนังภายนอกได้

#### 5. การทำให้ผิวภายนอกอาคารเย็น

เมื่อผนังภายนอกอาคารได้รับแสงแดดในช่วงเวลากลางวัน อุณหภูมิที่ผิวอาคารจะร้อนกว่า อุณหภูมิอากาศ เมื่ออุณหภูมิที่ผิวผนังภายนอกอาคารร้อนขึ้น ปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าสู่ภายใน อาคารก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วยโดยเฉพาะหากเป็นผนังผิวเรียบสีเข้ม เมื่อได้รับแสงแดดจัดส่องกระทบ เป็นเวลานานอาจมีอุณหภูมิสูงถึงประมาณ 70 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิภายในอาคารถูกควบคุม ไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส จะพบว่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกกับภายในจะสูงถึงประมาณ 45 องศาเซลเซียส

ผนังที่ถูกรอกแบบอย่างดีจะมีอุณหภูมิที่ผิวเพียงประมาณ 40 องศาเซลเซียส เมื่อถูก แสงแดดจัดในฤดูร้อนซึ่งทำให้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิผิวผนังภายนอกกับผิวผนังภายในมี ค่าเพียงประมาณ 15 องศาเซลเซียส ดังนั้นปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาภายในอาคารจึงน้อย กว่าผนังอาคารทั่วไปมาก วิธีการลดอุณหภูมิที่ผิวผนังภายนอกอาคารทำได้ดังนี้

(1) ใช้สีที่มีค่าการดูดกลืนความร้อนจากแสงอาทิตย์ต่ำ เช่นสีอ่อนหรือสีที่มี ค่าการสะท้อนความร้อนสูง

(2) เลือกวัสดุผนังที่มีค่าการกระจายความร้อนสูง ทำให้ความร้อนไม่ สะสมที่ผิวผนัง

(3) ใช้ผนังที่มีผิวขรุขระจะมีเนื้อที่กระจายความร้อนมากกว่าผิวเรียบ อีกทั้ง เป็นการเพิ่มค่าความเป็นฉนวนให้กับผิวผนังด้วย เนื่องจากค่าความต้านทานของฟิล์มอากาศที่ ผิวผนังจะมีค่าสูงขึ้น

(4) ป้องกันไม่ให้ผิวผนังภายนอกได้รับแสงแดดโดยตรง โดยใช้ร่มเงาของ ต้นไม้หรือการออกแบบระบบอุปกรณ์บังแดดให้กับผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. การลดพลังงานความร้อนเข้าสู่อาคาร

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้รับการออกแบบเพื่อลดพลังงานความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารโดยวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) การปรับปรุงสภาพแวดล้อมของอาคาร เช่น การใช้ต้นไม้ สระน้ำ หญ้า และพืชคลุมดิน วัสดุปูผิวเดิน เพื่อทำให้อากาศบริเวณโดยรอบอาคารเย็นลง

(2) การเลือกรูปแบบอาคารที่เหมาะสมแก่การใช้งาน เช่นการใช้รูปทรงปริมาตรที่มีช่องเปิดอยู่ในตำแหน่งและระดับที่เหมาะสม ทำให้อากาศนำแสงธรรมชาติมาใช้ในส่วนที่เป็นพื้นที่สำนักงานได้อย่างเพียงพอ ขณะที่นำความร้อนเข้ามาน้อยมาก

(3) การนำความเย็นจากดินมาใช้ โดยการปรับสภาพของดินให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติด้วยการปลูกต้นไม้สูง หญ้าและพืชคลุมดิน ตลอดจนการเพิ่มการระเหยของน้ำจากผิวดินบริเวณรอบ ๆ อาคาร เป็นต้น

(4) การเลือกวัสดุที่เหมาะสมสำหรับส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ตัวอย่างเช่น เปลือกอาคารบริเวณที่สัมผัสดินที่เย็นจะเลือกวัสดุที่สามารถนำความเย็นจากดินมาใช้ได้ดี ส่วนเปลือกอาคารที่สัมผัสกับอากาศร้อนเลือกใช้วัสดุที่สามารถป้องกันการถ่ายเทความร้อนได้เป็นอย่างดี

(5) การเลือกวัสดุโปร่งแสงที่เหมาะสมในส่วนต่าง ๆ เช่น หน้าต่าง และช่องแสงด้านบน โดยเป็นวัสดุที่ยอมให้แสงสว่างเข้ามาได้มาก ขณะที่ปริมาณความร้อนผ่านเข้ามาได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

## 7. การทำให้ภาระการทำความเย็นใกล้เคียงกันตลอดปี

ในการออกแบบอาคารโดยทั่วไป สถาปนิกมักจินตนาการรูปแบบอาคารก่อนปรึกษาวิศวกรงานระบบของอาคาร ดังนั้นอาคารที่ได้จึงมิได้ใช้หลักการวิเคราะห์ภาระการทำความเย็นตลอดทั้งปีมาใช้ในการออกแบบ ส่งผลให้อาคารที่ก่อสร้างขึ้นไม่ประหยัดพลังงานเท่าที่ควร จากการศึกษาวิเคราะห์ภาระการทำความเย็นของอาคารตลอดทั้งปีพบว่า มีช่วงเวลาเพียง 2 เดือนคือเดือนเมษายนและเดือนพฤษภาคมเท่านั้น ที่ภาระการทำความเย็นสูงกว่าเดือนอื่น ๆ ถึงประมาณ 100 วัน จึงได้แก้ไขโดยปรับปรุงระบบผนังอาคารตลอดจนช่องแสง ทำให้อาคารลดภาระการทำความเย็นในช่วงบ่ายได้มากกว่า 100 ตัน ผลจากการทำงานร่วมกันระหว่างสถาปนิกและวิศวกรระบบทำให้อาคารอนุรักษ์พลังงานสามารถลดภาระและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ได้ดังนี้

- ลดขนาดของเครื่องปรับอากาศลงได้ประมาณ 100 ตัน
- ทำให้ภาระการทำความเย็นสม่ำเสมอตลอดปี
- ลดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าในช่วงที่ค่ากระแสไฟฟ้าแพงที่สุดลงได้ 100 ตัน
- ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานมากกว่าร้อยละ 10 ต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 8. การออกแบบระบบปรับอากาศ

ในการออกแบบระบบปรับอากาศของอาคารโดยทั่วไป วิศวกรผู้ออกแบบมักกำหนดขนาดของเครื่องปรับอากาศโดยใช้วันและเวลาที่มีภาระการทำความเย็นสูงสุดหรือช่วงเวลาที่มีความร้อนภายในห้องมากที่สุด ซึ่งอาจเป็นวันที่ร้อนที่สุดหรือมีกิจกรรมต่าง ๆ ในห้องมากที่สุดเป็นตัวกำหนดขนาดของระบบปรับอากาศ ในความเป็นจริงแล้วปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาภายในอาคาร ความร้อนที่เกิดจากกิจกรรมของผู้ใช้อาคารและความร้อนจากเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในอาคารล้วนแต่มีค่าไม่คงที่และมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จึงเลือกใช้ระบบปรับอากาศที่สามารถปรับเปลี่ยนลมเย็นได้ตามภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจริงภายในอาคาร ซึ่งเรียกว่าระบบ (VAV Variable Air Volume System ; VAV System )

### 8.1 การใช้ระบบ VAV

การเลือกใช้ระบบการจ่ายลมเย็นของระบบปรับอากาศในอาคาร โดยอาศัยหลักการปรับเปลี่ยนปริมาณลมเย็นตามภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจริงภายในอาคาร หรือการใช้ระบบ VAV มีผลดีด้านการประหยัดพลังงานดังนี้

(1) ลดพลังงานสำหรับพัดลมที่ใช้ขับเคลื่อนลมไปตามท่อปรับอากาศได้ปริมาณมาก ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงเวลาที่มีความร้อนเข้ามาภายในอาคารน้อย พัดลมก็จะทำงานน้อยลง ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับพัดลมก็จะมีค่าลดลง ทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน

(2) ลดการใช้ปริมาณอากาศหมุนเวียนจากภายนอก ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารมีน้อย การจ่ายลมเพื่อทำความเย็นจึงมีค่าน้อยลงตามไปด้วย ดังนั้นปริมาณอากาศภายนอกที่จะต้องนำเข้ามาแทนที่จึงมีค่าลดลงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอาคารอนุรักษ์พลังงานซึ่งปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารจะแปรผันตามจำนวนผู้ใช้อาคาร ทำให้ปริมาณอากาศจากภายนอกถูกนำเข้ามาตามจำนวนผู้ใช้อาคารจริง การนำอากาศจากภายนอกมาปรับสภาพจำเป็นต้องใช้พลังงานมากในการลดความชื้นและทำความเย็นให้กับอากาศ ดังนั้นการนำอากาศจากภายนอกเข้ามาน้อยจึงหมายถึงการใช้พลังงานในการปรับสภาพอากาศที่ลดลงด้วย

(3) ทำให้ขนาดของท่อลมหลักลดลง เพราะภาระการทำความเย็นสูงสุดของอาคารในห้องต่าง ๆ ไม่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กันหรือภาระการทำความเย็นจะมีปริมาณเท่า ๆ กันอยู่ตลอดเวลา

### 8.2 การลดพลังงานโดยการเพิ่มอุณหภูมิและความเร็วลม

โดยปกติมนุษย์จะรู้สึกร้อนหนาวเนื่องจากร่างกายสูญเสียความร้อนมากน้อยต่างกัน กรรมวิธีที่พบในปัจจุบันคือ การทำให้อุณหภูมิผิวอาคารเย็น ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิร่างกายสูญเสียความร้อนให้กับอาคารเป็นผลให้เรา รู้สึกเย็นลง ดังนั้นจึงสามารถปรับตั้งอุณหภูมิในการปรับอากาศให้สูงขึ้นได้ ทำให้ประหยัดพลังงานในการปรับอากาศได้มาก ในการออกแบบอาคารใช้แนวคิดในการทำให้ผู้ใช้อาคารสูญเสียความร้อนให้กับสภาพแวดล้อมด้วย เพื่อทดแทนการปรับลดอุณหภูมิอากาศให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ำลง เช่นอาคารอื่น ๆ ในการออกแบบจึงสามารถกำหนดให้อุณหภูมิภายในอาคารประมาณ 25 - 27 องศาแทนที่จะเป็น 24 องศา เช่นเดียวกับอาคารอื่น ๆ ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานได้มาก กรรมวิธีที่นำมาประยุกต์ใช้ในอาคาร มีดังต่อไปนี้

(1) การปรับพื้นอาคารให้มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าปกติ ทำให้น้ำระเหยจากผิวภายได้ง่ายขึ้น ซึ่งทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกเย็นแม้อุณหภูมิสูงกว่าอาคารทั่วไป

(2) การออกแบบให้ผนังและพื้นอาคารเย็นลงโดยอาศัยความเย็นจากดิน ทำให้อาคารสูญเสียความร้อนให้กับพื้นและผนัง ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าผิวภายประมาณ 4 - 5 องศาเซลเซียส

(3) การเพิ่มความเร็วลมแทนการลดอุณหภูมิ เนื่องจากความเร็วมจะทำให้คนเรารู้สึกเย็นลงประมาณ 0.4 องศาเซลเซียสต่อความเร็วมที่เพิ่มขึ้น 55 ฟุตต่อนาทีหรือประมาณ 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้ประยุกต์ใช้องค์ประกอบทั้ง 3 ประการดังกล่าวข้างต้นผสมผสานกัน ทำให้สามารถตั้งอุณหภูมิปรับอากาศของอาคารสูงกว่าอาคารทั่วไปไม่น้อยกว่า 3 องศาเซลเซียส โดยผู้ใช้อาคารจะสามารถปรับตัวได้เร็วขึ้นเมื่อเข้าออกอาคาร ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกกับภายในอาคารน้อยกว่าอาคารปรับอากาศทั่ว ๆ ไป

### 8.3 การประหยัดพลังงานโดยใช้ท่อจ่ายลมอุณหภูมิต่ำ

ในอาคารขนาดใหญ่ที่มีความจำเป็นต้องจ่ายลมเย็นผ่านท่อจ่ายลม จะพบว่าหากความต้องการในการทำความเย็นให้กับอาคารสูงมาก ขนาดท่อลมสำหรับจ่ายลมจะมีขนาดใหญ่ตามไปด้วย ทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงมากในการติดตั้งท่อลมปรับอากาศและเมื่อปริมาณลมมีมากก็จำเป็นต้องใช้พัดลมขนาดใหญ่ในการเป่ากระแสลมเย็นเคลื่อนไปตามท่อ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมหาศาล พัดลมสำหรับขับเคลื่อนอากาศไปตามท่อลมดังกล่าวจะต้องทำงานตลอดเวลาเมื่อมีผู้ใช้อาคาร ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียของพลังงานไปเป็นจำนวนมาก

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้เลือกใช้ระบบการจ่ายลมเย็นอุณหภูมิต่ำ โดยกระแสลมเย็นที่ออกจากท่อจ่ายลมมีอุณหภูมิประมาณ 5 องศาเซลเซียสในขณะที่กระแสลมเย็นดังกล่าวในอาคารทั่ว ๆ ไปมีอุณหภูมิประมาณ 13 องศาเซลเซียส การส่งกระแสลมเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำ จะทำให้สามารถขับเคลื่อนพลังงานความเย็นได้มากกว่าการส่งกระแสลมเย็นที่มีอุณหภูมิสูง เมื่อท่อลมขนาดเท่ากันหรือหากใช้พลังงานเท่ากันก็สามารถใช้ท่อขนาดเล็กกว่า

การลดอุณหภูมิของลมจากท่อจ่ายลมเย็นจะทำให้สามารถลดปริมาณลมที่ผ่านท่อลมได้ประมาณร้อยละ 40 ดังนั้นจึงสามารถลดขนาดท่อลมทั้งท่อจ่ายลมและท่อดูดลมกลับให้เล็กลงได้ นอกจากนี้แล้วจากผลของการลดปริมาณลมดังกล่าวยังทำให้สามารถลดขนาดของพัดลมที่ใช้ขับเคลื่อนอากาศลงได้มาก และเมื่อใช้พัดลมที่มีขนาดเล็กลงก็จะทำให้ประหยัดพลังงานจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ควบคู่ไปกับระบบคลังน้ำแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 8.4 การส่งความเย็นด้วยท่อน้ำเย็นที่มีความเสียดทานต่ำ

ในอาคารที่มีพื้นที่กว้างมากจะทำให้การส่งความเย็นจากเครื่องทำความเย็นไปยังห้องต่าง ๆ ด้วยท่อน้ำเย็นที่มีแรงเสียดทานภายในท่อน้อย สามารถช่วยประหยัดพลังงานได้มาก ในอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้ออกแบบโดยเน้นสิ่งต่อไปนี้

(1) ส่งน้ำเย็นไปตามท่อน้ำเพื่อจ่ายพลังงานให้กับเครื่องปรับอากาศเป็นจุด ๆ แทนการส่งความเย็นไปตามท่อลมเพื่อลดพลังงาน ทั้งนี้เพราะอาคารมีขนาดใหญ่ หากส่งความเย็นไปตามท่อลมอย่างเดียวน่าจะมีประสิทธิภาพน้อยและสิ้นเปลืองพลังงานมากกว่าการส่งพลังงานด้วยระบบท่อน้ำเย็น

(2) การทำให้อุณหภูมิในท่อน้ำเย็นต่ำกว่าอาคารทั่วไปประมาณ 6 องศาเซลเซียสทำให้ขนาดท่อน้ำเย็นลดลงมาก เนื่องจากน้ำเย็นดังกล่าวได้จากน้ำแข็งที่อยู่ส่วนบนของระบบคลังน้ำแข็ง จึงสามารถใช้น้ำเย็นอุณหภูมิต่ำได้โดยง่ายและยังคงมีประสิทธิภาพสูง

(3) ระบบท่อต่าง ๆ เป็นระบบที่เน้นการออกแบบที่ตรงไปตรงมา มีแรงเสียดทานน้อยและไม่คดเคี้ยวโดยไม่จำเป็น และด้วยขนาดของท่อที่เล็กกว่าปกติทำให้มีพื้นที่ว่างเพียงพอสำหรับการเดินท่อและการใช้งานในส่วนอื่น ๆ

(4) การออกแบบจุดตรวจสอบและจุดควบคุมต่าง ๆ เน้นให้มีจำนวนน้อยจุดหรือมีเฉพาะจุดที่จำเป็นเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดแรงเสียดทานต่าง ๆ ในท่อน้อย ทั้งยังเป็น การลดการสูญเสียพลังงานไปได้มาก นั่นเป็นเพราะว่าจุดตรวจเช็คต่าง ๆ แต่ละจุดทำให้เกิดแรงเสียดทานเพิ่มขึ้น

#### 8.5 การลดพลังงานในระบบท่อจ่ายลมเย็น

ระบบปรับอากาศภายในอาคารทั่วไปมักใช้ระบบการจ่ายลมด้วยอัตราคงที่ ระบบนี้เมื่ออาคารมีภาระการทำความเย็นสูงอุณหภูมิในท่อจ่ายลมจะถูกควบคุมให้มีอุณหภูมิต่ำลงแต่เมื่อภาระการทำความเย็นในอาคารน้อย อุณหภูมิในท่อจ่ายลมก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและเพื่อให้ระดับอุณหภูมิภายในอาคารคงที่ จำเป็นต้องใช้พลังงานพัดลมในระบบปรับอากาศให้คงที่ตลอดเวลา ด้วยทำให้ต้องใช้พลังงานมาก

ในอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติใช้ระบบปรับอากาศที่มีการปรับเปลี่ยนปริมาณลมตามความต้องการใช้งาน ซึ่งระบบนี้จะปรับปริมาณลมตามภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นภายในอาคาร เมื่อภาระการทำความเย็นสูงพัดลมก็จะหมุนเร็วขึ้นแต่เมื่อภาระการทำความเย็นมีน้อยพัดลมก็จะหมุนช้าลงโดยเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์พัดลมเรียกว่า อินเวอร์เตอร์

จากการควบคุมความเร็วมอเตอร์ของพัดลมจะทำให้สามารถลดพลังงานจากการใช้มอเตอร์ของพัดลมในระบบจ่ายลมเย็นได้ การปรับเปลี่ยนปริมาณลมจะช่วยประหยัดพลังงานได้มาก โดยเฉพาะในวันที่อากาศไม่ร้อนจัดกล่าวคือระบบจะจ่ายลมเย็นเพียงประมาณร้อยละ 50 และใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานเพียงประมาณร้อยละ 12.5 เท่านั้น นอกจากนี้แล้วอาคารอนุรักษ์พลังงานได้ออกแบบให้มีการจ่ายลมเย็นจัดที่มีอุณหภูมิประมาณ 5- 6 องศาเซลเซียส แทนที่จะเป็น 15- 20 องศาเซลเซียสดังเช่นอาคารทั่วไประบบนี้ทำให้สามารถลดปริมาณลมที่จ่ายในท่อลมเย็นลงได้ถึงประมาณร้อยละ 50 ส่งผลให้สามารถลดขนาดของพัดลมและท่อลมลงได้เกือบครึ่ง

#### 8.6 การใช้ลมเหลือทิ้งจากระบบให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ในอาคารปรับอากาศทั่วไป จำเป็นต้องระบายอากาศให้แก่ผู้ใช้งานภายในอาคารซึ่งโดยปกติการระบายอากาศดังกล่าวสำหรับอาคารทั่วไปจะมีค่าประมาณ 15 -20 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีต่อคน ซึ่งพบว่าหากมีผู้ใช้อาคารจำนวนมาก ระดับการระบายอากาศก็จะมีปริมาณสูง โดยทั่วไปอากาศส่วนนี้จะถูกถ่ายเททิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งเป็นการสูญเสียพลังงานจำนวนมาก เพราะเมื่อมีการระบายอากาศทิ้งก็จำเป็นต้องนำอากาศภายนอกที่มีความร้อนและความชื้นสูงเข้ามาแทนที่ ทำให้ต้องใช้พลังงานจำนวนมากในการลดความชื้นและทำความเย็นให้แก่อากาศที่นำเข้ามา อาคารอนุรักษ์พลังงานได้ถูกออกแบบให้ใช้ประโยชน์จากการระบายอากาศอย่างมีประสิทธิภาพโดยการออกแบบระบบระบายอากาศให้สอดคล้องกับระบบอื่น ๆ ของอาคาร เพื่อให้สูญเสียพลังงานน้อยที่สุดดังนี้

(1) ในห้องน้ำซึ่งจำเป็นต้องระบายอากาศอยู่ตลอดเวลาได้ออกแบบโดยการดึงอากาศจากส่วนปรับอากาศของห้องอื่น ๆ ให้ผ่านเข้าไปเพื่อดูดซับความชื้นและกลิ่นจากห้องน้ำ ส่งผลให้ความชื้นในห้องน้ำมีระดับค่อนข้างต่ำและเป็นการระบายกลิ่นของห้องน้ำ โดยไม่มีการสูญเสียพลังงาน

(2) อากาศเย็นส่วนที่เหลือจากการปรับอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณสำนักงานจะถูกส่งผ่านไปยังช่องว่างของกระจกและผิวกระจกซึ่งเป็นช่องแสง โดยออกแบบให้อากาศดังกล่าวเคลื่อนที่ไปยังช่องว่างของกระจกโดยผ่านมู่ลี่ ซึ่งอยู่ตรงกลางเพื่อดูดความร้อนจากผิวกระจกซึ่งจะทำให้ผิวกระจกเย็น ขณะเดียวกันปริมาณแสงสว่างที่เข้ามาภายในอาคารก็ จะไม่ถูกรบกวนใด ๆ ทำให้ช่องกระจกดังกล่าวสามารถรับแสงได้อย่างมีประสิทธิภาพและแทบไม่มีความร้อนเข้ามาได้เลย สำหรับในช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดดหรือแดดอ่อน ปริมาณอากาศที่ระบายออกจากช่องกระจกนี้จะยังคงมีความเย็นเหลืออยู่ ลมเย็นดังกล่าวจะถูกนำไปรวมกับปริมาณลมที่ใช้ระบายอากาศให้ห้องน้ำต่อไป

(3) ลมเย็นอีกส่วนหนึ่งที่เหลือจากการปรับอากาศในส่วนสำนักงานหรือในส่วนที่มีการใช้งานน้อย ซึ่งยังคงมีความเย็นเหลืออยู่อีกมาก อากาศส่วนนี้จะถูกนำกลับไปรวมกับอากาศเย็นที่ผ่านช่องกระจก แล้วนำไปผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน จากนั้นจึงนำความเย็นดังกล่าวทั้งส่วนที่เป็นความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัสกลับมาใช้งานอีกครั้ง

### 8.7 การนำอากาศจากภายนอกเข้ามาใช้เมื่อสภาพอากาศเอื้ออำนวย

จากการวิเคราะห์สภาพอากาศของเมืองไทยในปัจจุบันพบว่า ในแต่ละปีจะมีเพียงไม่กี่วันเท่านั้นที่ระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีค่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้ภายในอาคารโดยไม่ต้องผ่านระบบปรับอากาศ ซึ่งหมายความว่าส่วนใหญ่สภาพอากาศไม่เหมาะสมจนทำให้ต้องสูญเสียพลังงานจำนวนมากในการทำควมเย็นและลดความชื้นให้กับอากาศที่จะนำมาใช้ในระบบปรับอากาศของอาคาร จึงได้มีการนำอากาศจากภายนอกเข้ามาใช้โดยตรงเฉพาะในช่วงเวลาที่สภาวะอากาศภายนอกเอื้ออำนวยเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานสูงสุด โดยการออกแบบดังนี้

(1) ในบางช่วงของปี เช่น ในช่วงฤดูหนาว ปริมาณความชื้นในอากาศมีน้อย อีกทั้งยังมีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งเป็นสภาวะที่สามารถนำอากาศจากภายนอกเข้ามาใช้ในอาคารได้โดยตรง โดยการเปิดพัดลมดูดอากาศจากภายนอกเต็มที่ ซึ่งแม้ช่วงเวลาดังกล่าวในแต่ละปีมีไม่มากนัก แต่เมื่อคำนวณแล้วจะพบว่าสามารถลดภาระในการทำควมเย็นให้แก่อาคารลงได้กว่าร้อยละ 10

(2) ในช่วงเช้าของทุกวัน แม้ว่าอากาศภายนอกจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูง แต่อุณหภูมิของอากาศก็จะต่ำกว่าอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ ในการควบคุมอาคารในช่วงเวลาดังกล่าวจะมีการนำอากาศภายนอกมาใช้ ทั้งนี้เพื่อแลกเปลี่ยนอากาศภายในอาคารด้วยอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเป็นการควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคาร

(3) ในช่วงเวลาที่ไม่มีผู้ใช้อาคารหรือมีผู้ใช้อาคารน้อย ระบบควบคุมการระบายอากาศจะตรวจสอบคุณภาพอากาศ โดยใช้เครื่องวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนเป็นหลัก เมื่อพบว่าคุณภาพอากาศไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานจะมีการปรับระบบควบคุมการระบายอากาศ โดยเลือกสรรจากวิธีการที่ประหยัดพลังงานที่สุดเป็นหลัก

### 8.8 การเลือกที่ตั้งของหอผึ่งน้ำที่เหมาะสม

โดยปกติในอาคารทั่ว ๆ ไป ตำแหน่งที่ตั้งของหอผึ่งน้ำมักจะอยู่ส่วนบนสุดของอาคารเพื่อการระบายความร้อนที่มีประสิทธิภาพ โดยที่เครื่องทำความเย็นมักจะอยู่ในส่วนล่างของอาคาร เมื่อเครื่องทำความเย็นและหอผึ่งน้ำซึ่งทำหน้าที่ระบายความร้อนออกไปตั้งอยู่ในระดับที่ต่างกันมาก การปั้มน้ำที่ระบายความร้อนออกจากเครื่องทำความเย็นไปสู่หอผึ่งน้ำเพื่อระบายความร้อนทั้งจึงทำให้เสียพลังงานจำนวนมาก จึงได้ออกแบบให้ตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องทำความเย็นและหอผึ่งน้ำอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

(1) ออกแบบที่ตั้งเครื่องทำความเย็นและหอผึ่งน้ำไว้ในระดับเดียวกันเพื่อประหยัดพลังงานในการปั้มน้ำขึ้นลงต่างระดับ

(2) ออกแบบตำแหน่งของเครื่องทำความเย็นและหอผึ่งน้ำให้อยู่ใกล้กันโดยเชื่อมต่อกันด้วยท่อส่งน้ำระบายความร้อนที่สั้น ตรง และมีแรงเสียดทานน้อย เพื่อประหยัดพลังงานในการส่งถ่ายน้ำที่ใช้ระบายความร้อน

(3) ออกแบบและเลือกตำแหน่งหอผึ่งน้ำให้อยู่ในส่วนที่มีลมพัดผ่านสะดวก เพื่อป้องกันละอองน้ำ ความชื้น และเสียงรบกวนการทำงานของผู้ใช้อาคาร โดยเลือกตำแหน่งหอผึ่งน้ำไว้ด้านหลังด้านหลังอาคารใกล้กับเครื่องปรับอากาศ

(4) ออกแบบภูมิสถาปัตยกรรมในบริเวณหอผึ่งน้ำให้ผสมกลมกลืนกัน เพื่อความสวยงามและสะดวกต่อการบำรุงรักษา

(5) เลือกตำแหน่งหอผึ่งน้ำที่ใกล้กับเครื่องทำความเย็น โดยมีการระบายความร้อนที่ดีเพื่อการประหยัดพลังงาน

### 8.9 การพิจารณาเลือกระบบคลังน้ำแข็ง

เทคโนโลยีที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่น่าสนใจในอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ คือ ระบบคลังน้ำแข็ง ซึ่งโดยปกติแล้วการนำระบบคลังน้ำแข็งมาใช้จะมีจุดประสงค์หลักเพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานโดยรวม แต่เป็นการลดปริมาณการใช้พลังงานในช่วงที่มีการใช้กระแสไฟฟ้าปริมาณมาก เพื่อลดค่าใช้จ่ายที่เป็นค่าธรรมเนียมความต้องใช้พลังงานไฟฟ้า จึงมีผลให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าโดยรวมลดลง สำหรับในกรณีของอาคารอนุรักษ์พลังงานหากออกแบบโดยใช้ระบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป โดยไม่คำนึงถึงการประหยัดพลังงานจะต้องใช้ขนาดของระบบปรับอากาศถึงประมาณ 700 ตัน ถ้าออกแบบให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติอนุรักษ์พลังงานจะต้องใช้ขนาดของระบบปรับอากาศประมาณ 520 ตัน ในช่วงเวลาการใช้งานเป็นปกติ แต่เมื่อออกแบบอาคารโดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานคาดว่าจะใช้ขนาดของระบบปรับอากาศเพียงประมาณ 250 ตัน เท่านั้น และเมื่อนำระบบคลังน้ำแข็งมาใช้พบว่า หากใช้เครื่องทำความเย็นที่ทำงานต่อเนื่องในสภาพปกติ ระบบปรับอากาศดังกล่าวจะมีขนาดเพียง 80 ตัน ซึ่งหมายความว่าอาคารจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายด้านกระแสไฟฟ้าลงได้มาก

สำหรับอาคารที่มีระบบคลังน้ำแข็งโดยทั่วไปพบว่า ถึงเก็บน้ำแข็งมักถูกออกแบบให้ตั้งไว้ในตำแหน่งที่มีการใช้งานน้อยหรือไม่ได้ใช้ประโยชน์มากนัก ทั้งนี้เนื่องจากผู้ออกแบบส่วนใหญ่มักเห็นว่าถึงเก็บน้ำแข็งของอาคารอนุรักษ์พลังงานได้เปลี่ยนแปลงแนวความคิดในการออกแบบดังนี้

(1) กำหนดที่ตั้งถังน้ำแข็งที่บริเวณศูนย์กลางของอาคารและจัดให้เป็นศูนย์กลางของการสาธิตระบบคลังน้ำแข็งโดยตกแต่งให้เกิดความสวยงามในเชิงประติมากรรม เพื่อให้ผู้เยี่ยมชมอาคารสามารถสัมผัสจับต้องได้

(2) ระบบฉนวนห่อหุ้มคลังน้ำแข็งถูกออกแบบให้มีความหนาที่เหมาะสม ขณะเดียวกันความเย็นจากถังน้ำแข็งที่รั่วไหลออกมาจะช่วยเพิ่มความเย็นให้กับอาคารโดยการแผ่รังสี

(3) ท่อส่งความเย็นต่าง ๆ ที่ส่งไปยังคลังน้ำแข็งถูกออกแบบให้นำไปขุดผ่านที่นั่งพักผ่อนในส่วนล่างของอาคารเพื่อเพิ่มความเย็นให้กับที่นั่งพักผ่อนดังกล่าวซึ่งเป็นการสาธิตการประยุกต์ใช้ความเย็นโดยการแผ่รังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ระบบคลังน้ำแข็งเพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติทำให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- (1) หลีกเลี่ยงการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าปริมาณมากซึ่งเป็นช่วงที่กระแสไฟฟ้ามีราคาสูง
- (2) จัดการการใช้พลังงานเพื่อลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด โดยการกระจายภาระการทำความเย็นให้ไปอยู่ในช่วงที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าปริมาณน้อย ซึ่งมีค่าไฟฟ้าต่ำ ทำให้ประหยัดเงินค่าไฟฟ้าได้ปริมาณมาก
- (3) จากค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดที่ลดต่ำลง ทำให้สามารถลดขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบควบคุม ให้เล็กลงได้เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านการลงทุน
- (4) ระบบคลังน้ำแข็งเป็นการทำความเย็นแบบอุนทุมิต่ำ จึงทำให้สามารถใช้อุปกรณ์สำหรับระบบปรับอากาศ เช่น เครื่องจ่ายลม บีม ท่อน้ำเย็น ที่มีขนาดเล็กลงได้ซึ่งช่วยให้ลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน
- (5) ทำให้เครื่องทำความเย็นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงเพราะเครื่องทำความเย็นจะทำงานที่ภาระการทำความเย็นค่อนข้างคงที่
- (6) สามารถทำความเย็นให้กับอาคารในช่วงที่มีกิจกรรมภายในอาคารน้อยหรือนอกเวลาทำงาน เช่น ในช่วงเย็น ช่วงค่ำหรือในช่วงวันหยุดได้ โดยไม่ต้องเปิดระบบทำความเย็นของอาคาร แต่ใช้เป็นการดึงเอาความเย็นจากคลังน้ำแข็งมาใช้แทน

## 9. การออกแบบระบบปรับอากาศ

ในสภาพอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย การนำเอาอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาใช้ในอาคารปรับอากาศทำให้ต้องสูญเสียพลังงานจำนวนมาก เนื่องจากระบบปรับอากาศจะต้องลดความชื้นออกจากอากาศเสียก่อน จากนั้นจึงทำความเย็นให้แก่อากาศที่นำเข้ามา นั้น ในอาคารทั่วไปมักกำหนดปริมาณอากาศที่ใช้ระบายอากาศในระบบปรับอากาศในอัตราคงที่ แม้ในเวลาที่ไม่มีการใช้อาคารซึ่งไม่มีความจำเป็นต้องระบายอากาศ การกระทำดังกล่าวทำให้สิ้นเปลืองพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ อาคารอนุรักษ์พลังงานคำนึงถึงการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า จึงได้ออกแบบให้มีการควบคุมระบบระบายอากาศและการนำอากาศจากภายนอกเข้ามาใช้ให้แปรผันตามการใช้งานที่แท้จริงโดยที่คุณภาพอากาศภายในอาคารยังอยู่ในระดับที่เหมาะสม

### 9.1 การควบคุมระบบระบายอากาศของอาคาร

อาคารสมัยใหม่โดยทั่วไปจำเป็นต้องมีระบบระบายอากาศโดยวิธีกล เนื่องจากอาคารส่วนใหญ่เป็นอาคารปรับอากาศ ซึ่งจำเป็นต้องออกแบบอาคารให้ปิดทึบทั้งหมด เพื่อควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะแวดล้อมภายในอาคาร การออกแบบระบบระบายอากาศภายในอาคารสามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนพื้นที่ปรับอากาศและพื้นที่ไม่ได้ปรับอากาศ

อาคารทั่วไปส่วนใหญ่มีการนำเอาอากาศจากภายนอกเข้ามาใช้ในระบบปรับอากาศในอัตราที่คงที่ แต่สำหรับอาคารอนุรักษ์พลังงานได้กำหนดปริมาณของอากาศที่นำมาใช้ในระบบปรับอากาศโดยพิจารณาจากจำนวนผู้ใช้อาคาร ซึ่งทำให้สามารถควบคุมให้มีการนำอากาศเข้ามาใช้ในปริมาณที่เหมาะสมและเพียงพอต่อการใช้งานเท่านั้น ผลจากการออกแบบดังกล่าวทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่าอาคารทั่วไป

จากสาเหตุดังกล่าว การออกแบบระบบระบายอากาศ จึงต้องออกแบบให้มีการควบคุมอัตราของการระบายอากาศให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยมีปริมาณอากาศจากภายนอกที่นำเข้ามาใช้เพียงพอต่อความต้องการในการใช้งาน เพื่อที่จะรักษาคุณภาพของอากาศภายในอาคารให้อยู่ในระดับมาตรฐาน นอกจากนี้ในบางส่วนของอาคารที่มีการใช้งานค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดทั้งวัน การระบายอากาศจะถูกระบายผ่านช่องว่างระหว่างกระจกสองชั้น ซึ่งเป็นช่องแสงเหนือห้องทำงานเพื่อที่จะนำเอาความร้อนจากผิวกระจกดังกล่าวออกไปทิ้งภายนอกด้วย ซึ่งส่งผลให้มีการลดภาระในการทำความเย็นของอาคารได้ส่วนหนึ่ง

สำหรับห้องเครื่องขนาดใหญ่ของอาคารอนุรักษ์พลังงาน เช่น ห้องเครื่องหลักของระบบปรับอากาศ ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งต้องใช้อัตราการระบายอากาศสูงมาก ได้ถูกออกแบบให้มีการระบายอากาศออกไปภายนอกโดยตรง โดยแยกส่วนออกจากพื้นที่ปรับอากาศ ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการเพิ่มภาระการทำความเย็นให้แก่ระบบปรับอากาศในอาคารโดยไม่จำเป็น

## 9.2 การควบคุมอากาศจากภายนอก

ในระบบปรับอากาศที่ได้มาตรฐานต้องมีการนำอากาศจากภายนอกเข้ามาใช้ในการระบายอากาศ เพื่อให้ก๊าซต่าง ๆ ที่เกิดจากผู้ใช้อาคาร เครื่องเรือน หรือวัสดุตกแต่งเจือจางลงตลอดจนเพื่อใช้ในการหายใจของผู้ใช้อาคาร ตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรการทำความร้อน ความเย็นและการปรับอากาศแห่งอเมริกา กำหนดให้มีการนำอากาศจากภายนอกเข้ามาใช้ในอาคารในอัตรา 20 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีต่อคน หรือ 10 ลิตรต่อวินาทีต่อคน

ในระบบปรับอากาศของอาคารทั่วไป กำหนดอัตราการนำอากาศจากภายนอกมาใช้เพื่อปรับอากาศโดยคำนวณจากจำนวนผู้ใช้อาคารและการใช้งานในอัตราที่คงที่ตลอดเวลา แต่เนื่องจากในสถานการณ์จริง ลักษณะความต้องการในการระบายอากาศของอาคารไม่เท่ากันตลอดทั้งวัน กล่าวคือบางเวลาต้องการการระบายอากาศมาก เพราะมีคนใช้อาคารมาก ขณะที่บางเวลาไม่จำเป็นต้องมีการระบายอากาศเพราะไม่มีผู้ใช้อาคาร ดังนั้นการกำหนดปริมาณอากาศจากภายนอกที่นำเข้ามาใช้เพื่อการระบายอากาศในอัตราคงที่เท่ากันตลอดเวลา จึงเป็นการสิ้นเปลืองโดยใช้เหตุ เพราะเครื่องปรับอากาศต้องใช้พลังงานจำนวนมากเพื่อทำความเย็นและลดความชื้นให้กับอากาศที่นำเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารอนุรักษ์พลังงานมีการออกแบบระบบปรับอากาศให้มีการนำอากาศจากภายนอกมาใช้ โดยมีเครื่องมือตรวจวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยของทั้งอาคาร ซึ่งค่าเฉลี่ยดังกล่าวสามารถบ่งบอกปริมาณความต้องการอากาศจากภายนอกที่เหมาะสมได้ ทำให้สามารถปรับให้ระบบระบายอากาศนำอากาศจากภายนอกเข้ามาเท่าที่จำเป็นได้โดยอัตโนมัติ ผลจากการออกแบบดังกล่าวทำให้อาคารอนุรักษ์พลังงานสามารถประหยัดพลังงานในการปรับอากาศได้มาก เพราะสามารถกำหนดปริมาณการนำอากาศจากภายนอกเข้ามาใช้ตามความต้องการที่แท้จริง อีกทั้งยังสามารถรักษาสภาวะอากาศภายในอาคารให้มีคุณภาพตามมาตรฐานสากลอีกด้วย

## 10. การออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง

อาคารทั่วไปมักนิยมออกแบบแสงไฟในการส่องสว่างเป็นชนิดเดียวกันทั่วทั้งอาคาร ซึ่งการกระทำเช่นนั้นทำให้บรรยากาศภายในอาคารไม่มีความหลากหลายและอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่จำเป็น

### 10.1 การเลือกหลอดไฟและดวงโคมที่เหมาะสม

การเลือกชนิดหลอดไฟและดวงโคมของอาคารอนุรักษ์พลังงานพิจารณาจากคุณสมบัติของหลอดไฟตามวัตถุประสงค์การใช้งานในแต่ละส่วนของอาคาร โดยจำแนกชนิดของหลอดไฟดังนี้

(1) หลอดไส้หรือหลอดอินแคนเดสเซนต์ หลอดชนิดนี้ให้แสงสีนวล เมื่อส่องกระทบร่างกายจะทำให้สีผิวพรรณของมนุษย์เด่นขึ้น แต่ค่อนข้างสิ้นเปลืองพลังงาน มีค่าประสิทธิภาพของหลอดประมาณ 17- 20 ลูเมน/วัตต์

(2) หลอดฮาโลเจน หลอดชนิดนี้ให้แสงคล้ายหลอดไส้แต่สามารถควบคุมทิศทางการกระจายแสงได้อย่างแน่นอนใช้เมื่อต้องการเน้นวัตถุให้เด่นขึ้น โดยบังคับแสงให้ส่องเฉพาะจุดที่ต้องการเน้น มีค่าประสิทธิภาพของหลอดประมาณ 20 -24 ลูเมน/วัตต์

(3) หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ หลอดชนิดนี้มีหลายสี จัดได้ว่าเป็นหลอดประหยัดพลังงานมีค่าประสิทธิภาพของหลอดประมาณ 40 - 50 ลูเมน/วัตต์ แต่ลักษณะการควบคุมทิศทางของแสงไม่ดีเท่าหลอดฮาโลเจน จึงไม่เหมาะกับงานที่ต้องการเน้นวัตถุ แต่สามารถใช้แทนหลอดไส้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(4) หลอดฟลูออเรสเซนต์ มีค่าประสิทธิภาพของหลอดประมาณ 70 -80 ลูเมน/วัตต์ หลอดชนิดนี้มีหลายรูปแบบที่พบเห็นได้ทั่วไปคือ

- หลอด Day Light ให้แสงสีสว่างค่อนข้างขาว แสงจะทำให้วัตถุ สีเขียวและสีน้ำเงินเด่นขึ้น

- หลอด Cool White ให้แสงสว่างค่อนข้างสม่ำเสมอทุกสี

- หลอด Warm White จะทำให้วัตถุโทนสีแดง ชมพูและสีส้ม ผิวพรรณของมนุษย์เด่นขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกหลอดไฟตามวัตถุประสงค์ใช้งาน ทำให้อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ สามารถวางแผนและควบคุมการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสร้างบรรยากาศที่ดีแก่อาคารด้วย

### 10.2 การออกแบบระบบแสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ

หากพิจารณาการออกแบบตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ก็พบว่าสำนักงานทั่วๆไปนั้นมีการใช้ปริมาณไฟฟ้าแสงสว่างสูงสุดตามที่พระราชบัญญัติดังกล่าว กำหนดคือ 16 วัตต์ต่อตารางเมตร นอกจากนี้ปัจจุบันยังมีอาคารจำนวนมากที่ใช้ไฟฟ้าแสงสว่างเกินมาตรฐานดังกล่าว อาคารอนุรักษ์พลังงานจึงใช้ไฟแสงสว่างเพียงประมาณครึ่งหนึ่งที่กำหนดตามพระราชบัญญัติคือประมาณ 8 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยที่ยังมีปริมาณแสงสว่างเพียงพอตามความต้องการหรืออาจกล่าวได้ว่า ออกแบบโดยมิได้ลดปริมาณแสงสว่างแต่ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า การออกแบบดังกล่าวจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือทั้งจากสถาปนิก วิศวกรไฟฟ้าและผู้ออกแบบตกแต่งภายใน โดยทุกฝ่ายต้องทำงานร่วมกันด้วยความเข้าใจ เพื่อให้สามารถออกแบบระบบแสงได้อย่างมีประสิทธิภาพครบวงจรดังนี้

- (1) ออกแบบตำแหน่งของโคมไฟที่สอดคล้องกับการใช้งาน ทำให้มีปริมาณแสงสว่างในแต่ละพื้นที่เพียงพอและเหมาะสมกับชนิดและประเภทของการใช้งาน
- (2) การเลือกชนิดของดวงโคมอย่างเหมาะสม โดยพิจารณาถึงการกระจายแสงของดวงโคมรอบทิศทาง เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอของแสง
- (3) การพิจารณาถึงประสิทธิภาพของการสะท้อนแสงและชนิดของดวงโคมที่ใช้
- (4) เลือกใช้หลอดไฟฟ้าแบบประหยัดพลังงานหรือหลอดผอมซึ่งมีประสิทธิภาพสูง (ความส่องสว่างมากกว่า 75 ลูเมนต่อตารางเมตร)
- (5) เลือกใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพสูงทั้งอาคาร
- (6) การเลือกสีวัสดุต่าง ๆ ภายในอาคาร เช่นผนัง ฝ้า เพดานและพื้น โดยเลือกใช้สีที่มีค่าการสะท้อนแสงสูงและมีความเหมาะสมในการใช้งานและการบำรุงรักษา เช่น การใช้สีพื้นอาคารที่มีค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ยเพียง 50 % ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาโดยไม่จำเป็น ในขณะที่อาคารทั่วไปส่วนใหญ่จะใช้เครื่องเรือนสีเข้มและฉูดฉาดซึ่งมีการสะท้อนแสงต่ำเพียง 10 - 20 % เท่านั้น ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากการสะท้อนแสงได้เท่าที่ควร อาคารอนุรักษ์พลังงานมีการเลือกใช้สีสนของเครื่องเรือนที่มีค่าการสะท้อนแสงสูงและสามารถสร้างบรรยากาศภายในอาคารไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย ดังนั้นจึงสามารถควบคุมการสะท้อนแสง เพื่อให้เกิดความสว่างที่เหมาะสมกับการใช้งานได้

### 10.3 การเลือกระดับการส่องสว่างที่เหมาะสมในอาคาร

การออกแบบอาคารทั่วไปนิยมออกแบบให้มีแสงสว่างสม่ำเสมอทุกพื้นที่ของอาคาร แม้ว่าบางพื้นที่ไม่มีความจำเป็นต้องใช้แสงสว่างก็ตาม สิ่งนี้ก่อให้เกิดความสิ้นเปลืองพลังงานในการให้แสงสว่างและยังทำให้บรรยากาศภายในสำนักงานไม่มีความหลากหลายดูน่าเบื่อ การเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานได้นำหลักการควบคุมสวิทช์เปิด – ปิด ไฟฟ้ามาใช้เพื่อควบคุมและลดปริมาณไฟฟ้าแสงสว่างในบริเวณที่ไม่จำเป็น เช่น ส่วนที่ไม่ได้ใช้งานในสำนักงาน ถึงแม้ว่าจะเป็นช่วงที่ไม่มีแสงธรรมชาติก็จะใช้ไฟฟ้าแสงสว่างที่มีปริมาณแสงสว่างเพียง 1 ใน 3 ของบริเวณนั้น ทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 2 ใน 3 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างส่วนที่ใช้งานกับส่วนที่ไม่ได้ใช้งาน ทำให้ไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของมนุษย์ การให้ความสว่างไม่เท่ากันจะทำให้บรรยากาศภายในอาคารดูมีชีวิตชีวามากขึ้น ประโยชน์ที่ได้จากการออกแบบให้มีระดับการส่องสว่างแตกต่างกัน 3 ระดับ ของอาคารอนุรักษ์พลังงานได้แก่

- (1) ลดค่าใช้จ่ายด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าให้แสงสว่างในอาคาร
- (2) ลดปริมาณความร้อนอันเนื่องมาจากการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในจุดที่ไม่จำเป็นต้องใช้แสงสว่างมาก
- (3) ทำให้บรรยากาศในสำนักงานดูมีชีวิตชีวามากขึ้น

#### 10.4 การผสมผสานระหว่างแสงธรรมชาติกับแสงประดิษฐ์

ในการออกแบบอาคารทั่วไปมักไม่นิยมให้มีช่องเปิดที่ทะลุกันหลาย ๆ ชั้น ทั้งนี้เนื่องจากเกรงว่าจะสิ้นเปลืองเนื้อที่ไปให้กับช่องเปิดดังกล่าวมากเกินไป จึงได้ออกแบบอาคารให้มีช่องเปิดทะลุกันหลาย ๆ ชั้น โดยพิจารณาจากประโยชน์ที่ได้รับดังนี้

(1) ช่องเปิดทะลุหลายชั้นในอาคารช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เข้าชมอาคาร โดยทำให้ผู้เข้าชมอาคารได้เห็นกิจกรรมความเป็นไปในอาคารได้กว้างกว่าอาคารทั่วไป ทั้งนี้เนื่องจากช่องเปิดดังกล่าวออกแบบให้เกิดการประสานสัมพันธ์ทางการมองเห็นในชั้นต่าง ๆ ของอาคาร นอกจากจะเป็นการเพิ่มบรรยากาศของอาคารให้แปลกตาแล้ว ยังสามารถช่วยให้ผู้เข้าชมอาคารไม่หลงทางอีกด้วย

(2) การออกแบบช่องเปิดไว้ภายใต้ช่องแสงด้านบนสุด ทำให้สามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในทุกส่วนของอาคารได้อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพ

(3) ในส่วนแสดงงาน กรณีที่มีผลงานที่มีความสูงมากกว่าหนึ่งชั้น ผู้เข้าชมจะสามารถชมผลงานดังกล่าวได้อย่างครบถ้วนและหลากหลายมุมมอง

(4) เมื่อเกิดความร้อนขึ้นในอาคาร ความร้อนดังกล่าวจะลอยตัวสูงขึ้นไปรวมกันอยู่ภายใต้ช่องเปิดด้านบนสุดของอาคาร ทำให้ง่ายต่อการควบคุมการระบายความร้อนออกจากอาคาร

จะเห็นได้ว่า การมีช่องเปิดทะลุกันหลายชั้นของอาคารอนุรักษ์พลังงานทำให้สามารถประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศลงได้มหาศาล อีกทั้งยังสร้างสรรค์บรรยากาศที่แปลกตาและดึงดูดใจผู้เข้าชมอาคารอีกด้วย

#### 10.5 การออกแบบสวิทช์เปิด-ปิด เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

อาคารทั่วไปส่วนใหญ่มีการนำแสงจากธรรมชาติเข้ามาใช้เพียงเล็กน้อย เพราะการออกแบบมักใช้กระจกตัดแสงที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดต่ำ เพื่อลดปริมาณความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคาร ทำให้แสงสว่างจากธรรมชาติไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ทำให้ต้องมีการออกแบบสวิตช์เปิด-ปิดไฟฟ้าเป็นสวิตช์แบบพิเศษ อาคารโดยทั่วไปใช้สวิตช์เพียงตัวเดียวควบคุมการเปิด-ปิดไฟทั้งหมด ซึ่งการออกแบบดังกล่าวส่งผลให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานโดยใช้เหตุ เพราะในบางส่วนของห้องไม่มีความจำเป็นต้องเปิดไฟเนื่องจากมีแสงธรรมชาติเพียงพอ

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้มีการนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคารอย่างเหมาะสม โดยออกแบบติดตั้งสวิตช์เปิด-ปิดไฟแยกตามพื้นที่ใช้งานต่าง ๆ ซึ่งจะมีเครื่องวัดปริมาณแสงที่เป็นตัวควบคุมการปรับหรี่ไฟอัตโนมัติตามความต้องการ กล่าวคือ เครื่องวัดปริมาณแสงจะทำหน้าที่ปรับหรี่แสงโดยพิจารณาจากแสงภายนอกที่นำมาใช้ในอาคาร หากปริมาณแสงจากภายนอกมีน้อยกว่า 50 ฟุตแคนเดิล ไฟฟ้าก็จะเปิดขึ้น แต่เมื่อปริมาณแสงมีมากกว่าหรือเท่ากับ 50 ฟุตแคนเดิลซึ่งเพียงพอแก่การใช้งาน แสงไฟฟ้าจะถูกปรับให้หรี่ลง การเลือกติดตั้งสวิตช์เปิด-ปิดไฟตามความต้องการใช้งานที่เหมาะสมของอาคารอนุรักษ์พลังงานดังกล่าวทำให้ประหยัดไฟฟ้าแสงสว่างลงได้มาก

## 11. การเลือกใช้อุปกรณ์คุณภาพสูง

### 11.1 การเลือกหลอดไฟเพื่อการประหยัดพลังงาน

หลอดไฟฟ้าแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการใช้งานต่างกัน เนื่องจากคุณสมบัติของหลอดไฟฟ้าในด้านการส่องสว่างที่แตกต่างกัน ค่าการส่องสว่างที่ปล่อยออกมาต่อพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปหรือประสิทธิภาพของการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิดเมื่อเปรียบเทียบกับแสงธรรมชาติซึ่งมีประสิทธิผลการส่องสว่างประมาณ 110 -140 ลูเมน/วัตต์ มีดังต่อไปนี้

- หลอดอินแคนเดสเซนต์หรือหลอดไส้มีประสิทธิผลการส่องสว่าง 17 -20 ลูเมน/วัตต์
- หลอดฮาโลเจน มีประสิทธิผลการส่องสว่าง 17 -20 ลูเมน/วัตต์
- หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์มีประสิทธิผลการส่องสว่าง 40-60 ลูเมน/วัตต์
- หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดผอมมีประสิทธิผลการส่องสว่าง 70-80 ลูเมน/วัตต์

ในการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าจึงต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ประการ แต่เพื่อการประหยัดพลังงานควรที่จะเลือกหลอดไฟฟ้าที่มีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างหรือค่าลูเมน/วัตต์สูง ซึ่งหมายความว่า สามารถประหยัดพลังงานได้มากหรือมีประสิทธิภาพสูงคือใช้พลังงานน้อย แต่ให้แสงสว่างมาก อย่างไรก็ตาม บางครั้งจำเป็นที่จะต้องใช้หลอดไฟฟ้าที่มีค่าลูเมน/วัตต์ค่อนข้างต่ำ เช่น หลอดฮาโลเจนเมื่อต้องการเน้นตัววัตถุ ซึ่งกรณีดังกล่าวควรใช้เมื่อจำเป็นหรือใช้โดยผสมผสานกับหลอดที่มีคุณภาพสูงกว่า การใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์จะประหยัดพลังงานได้มากกว่าหลอดอื่น ๆ เพราะมีค่าลูเมน/วัตต์สูงกว่า และมีราคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่อนข้างถูก โดยควรพิจารณาเรื่องการกระจายแสงของหลอดไฟและดวงโคมที่เหมาะสมกับหลอดชนิดนี้ ข้อควรพิจารณาในการออกแบบและการเลือกใช้หลอดไฟ เพื่อการประหยัดพลังงาน จึงต้องคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

- ประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า
- การใช้และการควบคุมแสงที่เหมาะสมกับการใช้งาน
- การใช้หลอดไฟชนิดพิเศษเพื่อการเน้นวัตถุหรือในกรณีที่เป็นเท่านั้น
- ความเหมาะสมกับการใช้งานแต่ละประเภท
- การออกแบบและการเลือกดวงโคมที่เหมาะสมกับประเภทและการใช้งาน

### 11.2 การใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

บัลลาสต์เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยบัลลาสต์จะมีหน้าที่ดังนี้

(1) แปลงแรงดันไฟฟ้าของตัวจ่ายให้เพียงพอที่จะจุดหลอดไฟฟ้า ซึ่งก็คือการทำให้หลอดไฟเปล่งพลังงานแสงสว่างออกมา

(2) ควบคุมและจำกัดกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดไฟให้มีปริมาณเหมาะสม บัลลาสต์ตามท้องตลาดทั่วไป ส่วนมากเป็นบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็ก ซึ่งใช้กำลังไฟฟ้าประมาณ 10 วัตต์ ดังนั้นเมื่อนำมาใช้กับหลอดไฟจึงทำให้ต้องสูญเสียพลังงานจำนวนมากให้กับการทำงานของบัลลาสต์ นอกจากนี้พลังงานดังกล่าวยังทำให้เกิดความร้อนขึ้นด้วย

การทำงานร่วมกันของหลอดฟลูออเรสเซนต์กับบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็กจะใช้กำลังไฟประมาณ 46 วัตต์ ดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดผอม 36 วัตต์ + บัลลาสต์ 10 วัตต์ = 46 วัตต์

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติจึงได้นำบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้แทนบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็กเพื่อการประหยัดพลังงาน ซึ่งพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงต่อหลอดดังนี้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดผอม 36 วัตต์ + บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 3 วัตต์ = 39 วัตต์

การใช้บัลลาสต์ที่เหมาะสมนี้ทำให้อาคารอนุรักษ์พลังงานสามารถประหยัดพลังงานได้มาก และยังได้รับประโยชน์อื่น ๆ จากการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ดังต่อไปนี้

- (1) ประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง
- (2) ประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศ เพราะมีความร้อนเกิดขึ้นจากการทำงานร่วมกันของหลอดไฟฟ้กับบัลลาสต์ที่น้อยกว่าปกติ

(3) สามารถปรับหรี่แสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้

(4) ทำให้อายุการใช้งานของหลอดยาวนานขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์

(6) หลอดไฟสามารถติดได้ทันทีที่เปิด

(7) หลอดไฟไม่กระพริบ เพราะบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้ระบบการทำงานด้วยความถี่สูง คือประมาณ 25,000-30,000 เฮิรตซ์ แทนที่จะใช้การเพิ่มแรงดันไฟฟ้าเช่นเดียวกับบัลลาสต์ธรรมดา

### 11.3 การประหยัดพลังงานด้วยการหรี่แสงอัตโนมัติ

ปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาทางหน้าต่างหรือช่องแสงเข้าสู่ภายในอาคาร มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากปัจจัยของสภาพแวดล้อมภายนอก เช่นสภาพท้องฟ้า ปริมาณเมฆที่บดบังแสงอาทิตย์และตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า ด้วยเหตุปัจจัยเหล่านี้ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จึงเป็นการยากต่อการออกแบบอาคารให้สามารถใช้แสงสว่างจากธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้ใช้ระบบการปรับหรี่แสงอัตโนมัติเข้ามาช่วยแก้ไขปัญหานี้ โดยช่วงเวลาใดที่มีปริมาณแสงธรรมชาติไม่เพียงพอ เครื่องปรับหรี่แสงอัตโนมัติก็จะค่อย ๆ ปรับปริมาณแสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าให้เพิ่มมากขึ้นในปริมาณที่สม่ำเสมอตามความต้องการ โดยไม่ทำให้ผู้ใช้อาคารเกิดความรู้สึกว่ามี การเปลี่ยนแปลงระดับแสงสว่างมากนัก ดังนั้นการใช้ระบบปรับหรี่แสงอัตโนมัติดังกล่าวนี้ ทำให้สามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้า เพื่อช่วยเสริมในช่วงเวลาที่จำเป็นเท่านั้นทำให้ไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างมากเกินไป นับว่าเป็นการช่วยประหยัดพลังงานด้านไฟฟ้าแสงสว่างได้ในปริมาณมาก

### 11.4 การเลือกโคมไฟเพื่อการประหยัดพลังงาน

การเลือกโคมไฟที่มีการกระจายแสงสูง ทำให้เกิดการประหยัดพลังงานด้านไฟฟ้าแสงสว่างได้ส่วนหนึ่ง เนื่องจากโคมไฟที่มีการกระจายแสงสูงจะทำให้แสงสว่างกระจายออกมาได้มาก ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพแก่ระบบแสงสว่าง ดังนั้นการเลือกโคมไฟจึงควรคำนึงถึงการกระจายแสงไปพร้อม ๆ กับปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมด้วย

ในการออกแบบระบบแสงสว่าง ควรคำนึงถึงการกำหนดมุมของแสงที่กระจายรอบทิศทางแล้วนำมาคำนวณหาระยะห่างของดวงโคม เพื่อให้ได้ความสว่างที่สม่ำเสมอและเหมาะสมกับการใช้งาน ดังนั้นในการเลือกใช้ดวงโคมที่มีความเหมาะสม จึงมีส่วนช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง แต่สิ่งที่ควรคำนึงถึงอีกประการหนึ่งก็คือ การเลือกฝาครอบดวงโคมที่มีประสิทธิภาพสูง และสามารถควบคุมความจ้าของดวงโคมได้ ในปัจจุบันอาคารทั่วไปนิยมใช้ดวงโคมแบบไม่มีฝาครอบ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายแสงและอนุรักษ์พลังงาน แต่ทั้งนี้จะต้องออกแบบให้ป้องกันความจ้าของแสงจากหลอดไฟด้วย เพื่อไม่ให้แสงที่จ้าเกิดการระคายเคืองต่อสายตา

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้เลือกใช้หลอดไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นหลอดผอม ซึ่ง มีประสิทธิภาพสูง โดยเน้นการกระจายแสงที่เหมาะสมกับการใช้งาน ตลอดจนพิจารณาถึงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการกระจายแสงรอบทิศทาง ตั้งแต่ด้านข้างของหลอด ด้านข้างของหลอดตลอดจน ด้านท้ายของหลอดด้วย

### 11.5 การเลือกฝาครอบดวงโคม

ในอดีตนั้นผู้ออกแบบส่วนใหญ่มักเลือกฝาครอบดวงโคมที่เป็นกระจกฝ้าหรือพลาสติกขุ่น ซึ่งสามารถควบคุมความจ้าของหลอดไฟได้ดี แต่ยอมให้แสงผ่านออกมาได้น้อย ในบางครั้งแสงอาจผ่านออกมาได้เพียงประมาณ 60 % หรือน้อยกว่า ในยุคต่อมาได้มีการพัฒนาการควบคุมแสงของดวงโคมโดยการประยุกต์ใช้เกล็ดควบคุมแสงและการออกแบบผนังด้านในของฝาครอบดวงโคมเป็นสีทึบ ซึ่งสามารถควบคุมแสงได้ดีและมีประสิทธิภาพการกระจายแสงดีขึ้นกว่าเดิม คือ ประมาณ 70 -80 %

สำหรับอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้เลือกดวงโคมและฝาครอบดวงโคมชนิดเกล็ดควบคุมความจ้าของหลอดไฟ ระบบผิวโค้งที่มีการเคลือบผิวด้วยวัสดุที่มีค่าสะท้อนแสงที่ดี เพื่อควบคุมแสงสะท้อนให้มีประสิทธิภาพ เมื่อประกอบกับการออกแบบที่ดี ทำให้ฝาครอบดวงโคมสามารถสะท้อนแสงออกมาได้ถึงประมาณ 90%

ดวงโคมและฝาครอบชนิดนี้ใช้กับอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ นับเป็นตัวอย่างของดวงโคมที่มีการกระจายแสงได้ดีและควบคุมความจ้าจากดวงโคมได้ตามต้องการ

### 11.6 การใช้ท่อนำแสง

การนำท่อนำแสงมาใช้เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในบริเวณที่แสงธรรมชาติไม่สามารถส่องเข้าไปได้ การใช้ท่อนำแสงนี้จะทำให้แสงสว่างเข้ามาได้มากแต่ปริมาณความร้อนจะเข้ามาได้น้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่ยากลำบากต่อการออกแบบในการใช้แสงธรรมชาติด้วยวิธีการปกติ วิธีการทำงานของท่อนำแสงคือ การยอมให้แสงสว่างเกิดการสะท้อนไปตามท่อนำแสงที่มีค่าการสะท้อนแสงสูง ซึ่งจะเกิดการสูญเสียน้อยมาก จึงทำให้ค่าความส่องสว่างระหว่างต้นทางและปลายทางไม่แตกต่างกันมากนัก

เทคโนโลยีปัจจุบันได้นำท่อนำแสงที่ใช้ฟิล์มซึ่งมีค่าการสะท้อนแสงสูงระบุภายในท่อ และโดยเหตุที่ฟิล์มดังกล่าวมีค่าการสะท้อนแสงสูงมากนี้ จึงสามารถนำแสงไปสู่จุดต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยท่อนำแสงอาจใช้กับแสงประดิษฐ์ได้ด้วย โดยการวางโคมไฟไว้ที่ปลายด้านหนึ่งของท่อ แล้วใช้ท่อนำแสงเป็นตัวนำแสงไปยังจุดอื่น ๆ วิธีการดังกล่าวนี้ทำให้สามารถตั้งโคมไฟที่มีความร้อนไว้ภายนอกอาคารแล้วใช้ท่อนำแสงเป็นตัวนำแสงสว่างเข้าไปภายในอาคาร เพื่อเป็นการลดความร้อนที่จะเกิดขึ้นภายในอาคารได้อีกระดับหนึ่ง อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติได้ใช้ระบบท่อนำแสงเพื่อนำแสงจากส่วนของหลังคาด้านบนลงไปสู่ห้องน้ำซึ่งอยู่ในชั้นใต้ดิน ทำให้บรรยากาศภายในห้องดังกล่าวมีความสว่างด้วยแสงธรรมชาติซึ่งมีความร้อนเข้ามาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

### 11.7 การหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องปั้มน้ำโดยไม่จำเป็น

ในอาคารทั่วไปจะพบว่าระบบมอเตอร์ที่ใช้ในการปั้มน้ำหรือการขับเคลื่อนของเหลวลงไป ท่อต้องใช้พลังงานจำนวนมาก ทั้งนี้เนื่องจากผู้ออกแบบไม่ได้คำนึงถึงการออกแบบระบบปั้มน้ำที่มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในหลาย ๆ ระบบของอาคาร ในการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานจึงได้พิจารณาลดการใช้พลังงานของเครื่องปั๊มต่าง ๆ ดังนี้

(1) ระบบปั๊มน้ำของระบบสุขาภิบาลได้ออกแบบโดยเลือกตำแหน่งของห้องน้ำที่จะสามารถระบายออกจากท่อเมนได้โดยตรง โดยไม่ต้องมีเครื่องปั๊มใด ๆ โดยการออกแบบห้องสุขาให้อยู่เหนือท่อระบายหลัก ทั้งนี้รวมถึงระดับห้องน้ำในชั้นใต้ระดับดินของอาคารด้วย ซึ่งได้ออกแบบโดยการถมดินให้สูงขึ้นแทนที่จะออกแบบให้อาคารอยู่ใต้ดินจริง ๆ โดยจะทำให้ง่ายต่อการบำรุงรักษาและไม่ต้องใช้ระบบใด ๆ มาเสริมการใช้งาน

(2) ระบบปั๊มน้ำต่าง ๆ ภายในอาคารได้ออกแบบให้ระบบท่อมีลักษณะที่ตรงไปตรงมาพร้อมทั้งหลีกเลี่ยงการโค้งงอของท่อ เพื่อลดแรงเสียดทาน

(3) ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องปั๊มน้ำจากระดับต่ำไปยังระดับที่สูงกว่า จะมีการกำหนดระดับความสูงให้เป็นไปตามความต้องการในการปั๊มน้ำเท่าที่จำเป็นจริง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบจ่ายน้ำแบบจ่ายลง ซึ่งจะปั๊มน้ำขึ้นไปเก็บไว้ในระดับสูงที่เพียงพอต่อการใช้งานเท่านั้น

(4) การเลือกตำแหน่งของอุปกรณ์ต่าง ๆ จะคำนึงถึงความสามารถของแรงดันและแรงเสียดทานของเครื่องปั๊มเป็นหลัก ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดก็คือ การกำหนดเครื่องทำความเย็นกับถังเก็บน้ำแข็งไว้ในระดับที่ใกล้เคียงกันและอยู่ใกล้กัน เพื่อลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น

#### 11.8 การเลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

ในอาคารส่วนใหญ่จะพบว่าพลังงานไฟฟ้าจำนวนมากถูกใช้ไปกับระบบการทำงานของมอเตอร์ภายในอาคารที่เห็นได้ชัดได้แก่

(1) มอเตอร์ของเครื่องปั๊มน้ำในส่วนของเครื่องทำความเย็นและหอผึ่งน้ำ ที่ตั้งอยู่ในระดับที่แตกต่างกันมาก จะทำให้ปั๊มน้ำมีขนาดใหญ่และใช้พลังงานจำนวนมาก เนื่องจากจะต้องปั๊มน้ำจากชั้นล่างซึ่งเป็นที่ตั้งของเครื่องทำความเย็นไปสู่ชั้นบนของอาคารซึ่งเป็นที่ตั้งของหอผึ่งน้ำ

(2) มอเตอร์ที่ใช้สำหรับพัดลมระบายอากาศของหอผึ่งน้ำ

(3) มอเตอร์สำหรับปั๊มน้ำเย็นจากเครื่องทำความเย็นไปยังส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

(4) มอเตอร์สำหรับพัดลมในท่อจ่ายลมเย็น

จากมอเตอร์ที่ยกมาเป็นกรณีตัวอย่างจะเห็นได้ชัดเจนว่า มอเตอร์ต้องใช้พลังงานจำนวนมากและมีอัตราการทำงานคงที่ตลอดเวลาแม้ว่าภาระการทำความเย็นของอาคารจะเปลี่ยนแปลงไป ในอาคารอนุรักษ์พลังงานได้พิจารณาถึงความสำคัญของการลดพลังงานในส่วนของการใช้มอเตอร์เหล่านี้ โดยการเลือกใช้มอเตอร์ที่สามารถปรับความเร็วรอบได้ หรือที่เรียกว่า Variable Speed Driver หรือ VSD ซึ่งมอเตอร์ดังกล่าวจะมีระบบที่ทำหน้าที่ควบคุมให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบกับการใช้พลังงานไฟฟ้า กล่าวคือ เมื่อมีความต้องการใช้งานน้อยก็จะควบคุมมอเตอร์ให้มีความเร็วรอบต่ำลง แนวความคิดดังกล่าวพัฒนามาจากการวิเคราะห์ถึงภาระการทำความเย็นของอาคารที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นการนำมอเตอร์ VSD เข้ามาใช้จะทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์ที่เกิดขึ้นสอดคล้องกับภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งจะช่วยลดการใช้พลังงานได้มาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



#### บทที่ 4 ข้อมูลนิตรศการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4 ข้อมูลส่วนนิทรรศการ

### ระบบปรับอากาศ (Air-Conditioning System & Thermostat)

#### วัตถุประสงค์ของการปรับอากาศ

การปรับอากาศในอาคารต้องสามารถควบคุมสภาวะอากาศให้เหมาะสมกับการใช้งาน ดังนี้

- ก. อุณหภูมิอากาศถูกต้องตรงตามความต้องการ
- ข. ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเหมาะสมสัมพันธ์กับอุณหภูมิในข้อ ก.
- ค. อากาศมีความสะอาดปราศจากฝุ่นละอองและกลิ่นที่รบกวน หรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้อาศัยในอาคาร ในบางกรณีอาจมีเชื้อโรคแบคทีเรียปะปนอยู่ในเกณฑ์ต่ำด้วย
- ง. มีการไหลเวียนของอากาศภายในอาคารอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอ ไม่มีจุดอับ เพื่อให้ทุกส่วนของอาคารมีคุณภาพของอากาศตามต้องการ

#### ประเภทของเครื่องปรับอากาศ

การทำให้อากาศภายในอาคารที่สภาวะตามต้องการข้างต้น ต้องอาศัยการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1. เครื่องแบบติดหน้าต่าง (Window Type Unit)
2. เครื่องแบบแยกส่วน (Split Type Unit)
3. เครื่องแบบเป็นชุด (Package Unit)
4. เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

#### อุปกรณ์หลักของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศทุกประเภท ประกอบด้วยอุปกรณ์และชิ้นส่วนหลัก 4 อย่าง คือ

1. อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็น (Metering Devices)

อุปกรณ์มีหน้าที่ป้อนสารทำความเย็นของเหลวอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำในปริมาณที่เหมาะสมเข้าสู่อีวาเพอเรเตอร์ (Evaporator) ในกรณีเครื่องปรับอากาศทั่วไปหรือคูลเลอร์ (Cooler) ในกรณีของเครื่องทำน้ำเย็น ตามปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร อุปกรณ์นี้มีหลายชนิดแตกต่างกันตามชนิดของเครื่องปรับอากาศ คือ

- 1.1 ท่อรูเล็ก (Capillary Tube) มักใช้ในเครื่องแบบติดหน้าต่างหรือแบบแยกส่วนขนาดเล็กไม่เกิน 2 ตัน ความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วาล์วระเหยสารทำความเย็นชนิดทำงานด้วยอุณหภูมิ (Thermostatic Expansion Valve) ใช้ติดตั้งในเครื่องแบบแยกส่วนขนาดตั้งแต่ 2 ตันความเย็นขึ้นไป เครื่องแบบเป็นชุดตลอดจนเครื่องทำน้ำเย็นขนาดเล็กกว่า 200 ตันความเย็น ในกรณีที่ต้องการป้อนสารทำความเย็นได้อย่างถูกต้องแม่นยำอาจใช้ Electronic Expansion Valve ที่ควบคุมการทำงานด้วยตัวประมวลผล (Microprocessor) ได้

1.3 วาล์วลูกลอย (Float Valve) หรือแผ่นโลหะรูเล็ก (Orifice Plate) ใช้ในเครื่องทำน้ำเย็นขนาดใหญ่กว่า 200 ตันความเย็น

2. อีวาเพอเรเตอร์ (Evaporator) หรือคูลเลอร์ (Cooler)

เป็นส่วนที่สารทำความเย็นเหลวอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำรับความร้อนจากอากาศภายในอาคาร ทำให้อากาศมีอุณหภูมิลดลงและสารทำความเย็นเหลวระเหยกลายเป็นไอ เรียกว่า อีวาเพอเรเตอร์ ในกรณีของเครื่องปรับอากาศ 3 แบบแรก หากเป็นเครื่องทำน้ำเย็น สารทำความเย็นเหลวจะไหลอยู่ภายในท่อทองแดง และรับความร้อนจากน้ำเย็น (Chilled Water) ที่มีอุณหภูมิสูงซึ่งไหลอยู่รอบนอกท่อทองแดงเหล่านั้นและมักเรียกส่วนนี้ว่า “คูลเลอร์”

3. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

มีหน้าที่ ดูดเอาไอสารทำความเย็นอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำจาก อีวาเพอเรเตอร์ หรือคูลเลอร์เข้ามาแล้วอัดออกไปเป็นไอที่มีอุณหภูมิและความดันสูงขึ้น เพื่อส่งต่อไปยัง คอนเดนเซอร์ (Condenser) คอมเพรสเซอร์ มีหลายชนิด แตกต่างกันไปตามประเภทของเครื่องปรับอากาศคือ

3.1 เครื่องแบบติดหน้าต่างและเครื่องแบบแยกส่วน ขนาดเล็กไม่เกิน 2 ตันความเย็นมักใช้แบบโรตารี (Rotary Compressor)

3.2 เครื่องแบบแยกส่วน ขนาดตั้งแต่ 2 ตันความเย็นขึ้นไป เครื่องแบบเป็นชุดและเครื่องทำน้ำเย็นขนาดไม่เกิน 200 ตันความเย็นมักใช้แบบลูกสูบ (Reciprocating Compressor)

3.3 เครื่องแบบแยกส่วนและเครื่องทำน้ำเย็นขนาดเล็ก ซึ่งมีสมรรถนะระหว่าง 15-60 ตันความเย็นของบางผลิตภัณฑ์จะใช้แบบกันหอย (Scroll Compressor)

3.4 เครื่องทำน้ำเย็น ขนาดระหว่าง 50-1300 ตันความเย็นหลายผลิตภัณฑ์ใช้แบบสกรู (Screw Compressor)

4. คอนเดนเซอร์ (Condenser)

เป็นส่วนที่ระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศออกสู่บรรยากาศภายนอกทำให้ไอสารทำความเย็นที่มีอุณหภูมิสูงและความดันสูงจากคอมเพรสเซอร์กลั่นตัวเป็นของเหลว เพื่อป้อนให้แก่อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็นอีกครั้งหนึ่ง มีด้วยกัน 2 แบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4.1 แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled) มักใช้เครื่องปรับอากาศตั้งแต่ขนาดเล็ก 1 ตันความเย็นจนถึงขนาดใหญ่แต่ไม่เกิน 400 ตันความเย็น มีลักษณะเป็นแผงคอยล์ทองแดงที่มีดรัมอลูมิเนียมติดอยู่โดยรอบ และมีพัดลมดูดอากาศเย็นจากภายนอกอาคารให้ไหลผ่านแผงคอยล์นี้
- 4.2 แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled) ใช้กับเครื่องปรับอากาศตั้งแต่ขนาด 3 ถึง 8000 ตันความเย็น มีลักษณะเป็นท่อทองแดงที่มีน้ำหล่อเย็นไหลอยู่ภายใน เพื่อรับความร้อนจากในสารทำความเย็นที่อยู่ภายนอก

### หลักการการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศ 3 แบบแรก มีหลักการทำความเย็น ดังรูปที่ 1 คืออุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็นจะป้อนสารทำความเย็นเหลวอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำในปริมาณที่พอเหมาะ กับปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารเข้าสู่คอยล์ทำความเย็นซึ่งก็คืออีวาเพอเรเตอร์โดยมีพัดลมแบบหอยโข่ง (Centrifugal Blower) ดูดอากาศร้อนขึ้นและสกปรกภายในอาคารผ่านแผ่นกรองอากาศ (Air Filter) ซึ่งวางอยู่ด้านหน้าคอยล์เพื่อขจัดฝุ่นละอองที่ลอยปะปนมาส่วนออกไปเมื่ออากาศร้อนขึ้นเคลื่อนที่ผ่านคอยล์จะคายความร้อนให้แก่สารทำความเย็นที่ไหลอยู่ภายในทำให้มีอุณหภูมิและความชื้นลดต่ำลง และถูกส่งเข้าสู่อาคารเพื่อรับความร้อนอีกครั้งหนึ่ง ส่วนสารทำความเย็นเหลวภายในคอยล์ ซึ่งได้รับความร้อนจากอากาศจะระเหยกลายเป็นไอที่มีอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำถูกคอมเพรสเซอร์ดูดเข้าไปอัดออกมาเป็นไอที่มีอุณหภูมิสูงและความดันสูงกลับเข้าสู่อุปกรณ์ป้อนสารทำความเย็นอีกครั้งหนึ่งวนเวียนเป็นวงจรเช่นนี้ตลอดเวลา

หลักการการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น มีลักษณะคล้ายคลึงแตกต่างกันเพียงแต่ตัวคูลเลอร์ของเครื่องทำน้ำเย็นจะทำความเย็นให้แก่น้ำแทนที่จะเป็นอากาศน้ำเย็น (Chilled Water) ที่ออกจากคูลเลอร์ที่มีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาฟาเรนไฮท์ จะถูกเครื่องปั๊มน้ำเย็น (Chilled Water Pump) ปั๊มส่งไปยังคอยล์ทำความเย็นของเครื่องจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit) ที่ตั้งอยู่ตามส่วนต่างๆ ของอาคาร อากาศร้อนขึ้นที่สกปรกภายในอาคารจะถูกพัดลมแบบหอยโข่งของเครื่องส่งลมเหล่านั้นดูดผ่านแผ่นกรองอากาศและคอยล์ทำความเย็นทำให้สะอาดตลอดจนมีอุณหภูมิและความชื้นลดลง

ในขณะเดียวกันน้ำเย็น (Chilled Water) ที่รับความร้อนจากอากาศภายในอาคารจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 55 องศาฟาเรนไฮท์ ถูก เครื่องปั๊มน้ำเย็น ส่งเข้าสู่คูลเลอร์เพื่อคายความร้อนนี้ให้แก่สารทำความเย็นอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำที่ไหลอยู่ภายในตัวคูลเลอร์นั้นอีกทอดหนึ่งจนมีอุณหภูมิน้ำเย็นในระบบทำน้ำเย็น (Chilled system) จึงมีค่าแปรเปลี่ยนระหว่าง 45-55 องศาฟาเรนไฮท์ ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนสารทำความเย็นอุณหภูมิต่ำและความดันต่ำภายในคูลเลอร์ เมื่อได้รับความร้อนจากน้ำเย็นอุณหภูมิ 55 องศาฟาเรนไฮต์ จะระเหยกลายเป็นไอถูกคอมเพรสเซอร์ดูดเข้าไปและอัดออกมาเป็นไอที่อุณหภูมิและความดันสูงส่งเข้าไปในคอนเดนเซอร์ เพื่อระบายความร้อนออกสู่บรรยากาศภายนอกอาคาร ทำให้สารทำความเย็นกลั่นตัวเป็นของเหลวไหลผ่านอุปกรณ์ป้อนสารทำความเย็น เพื่อป้อนเข้าสู่คูลเลอร์ และรับความร้อนจากน้ำเย็นอีกครั้งหนึ่งเหมือนหลักการการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่กล่าวมาแล้วตอนต้น

### ความเหมาะสมในการใช้งานของเครื่องปรับอากาศแต่ละชนิด

1. เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง ประกอบด้วยชนิดส่วนและอุปกรณ์หลัก 4 อย่าง โดยประกอบสำเร็จรูปภายในตัวถึงเดียวกันมาจากโรงงานผู้ผลิต มีขนาดตั้งแต่ 1-2 ตันความเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ มักใช้ทำความเย็นแก่ห้องขนาดเล็กที่มีพื้นที่ไม่เกิน 30 ตารางเมตร โดยติดตั้งเข้าที่ช่องหน้าต่างของอาคารไม่สามารถต่อท่อส่งลมเย็นได้ มักใช้กับห้องพักในโรงแรม หรือสำนักงานชั่วคราวของหน่วยงานก่อสร้าง แต่มีข้อเสีย คือเสียงการทำงานของตัวเครื่องค่อนข้างดังและทำให้เกิดสนิมสะท้อนของตัวอาคารเนื่องจากการทำงานของ Compressor
2. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน  
ตัวเครื่องแบ่งเป็น 2 ส่วนแยกต่างหากกันคือ
  - ก. ส่วนที่อยู่ภายในห้อง เรียกว่าชุดแฟนคอยล์ (Fan Coil Unit) ประกอบด้วยท่อรูเล็กหรือวาล์วระเหยสารทำความเย็น คอยล์อีวาเพอเรเตอร์ พัดลมแบบหอยโข่ง และแผ่นกรองอากาศ
  - ข. ส่วนที่อยู่นอกห้อง เรียกว่าคอนเดนซิงยูนิต (Condensing Unit) ประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์และคอยล์คอนเดนเซอร์สำหรับระบายความร้อนด้วยอากาศ เครื่องบางผลิตภัณฑ์ ท่อรูเล็กหรือวาล์วระเหยสารทำความเย็นอาจติดอยู่ที่คอนเดนซิงยูนิตก็ได้

เครื่องแบบแยกส่วนนี้ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

- 1.1 ประเภทที่ใช้ในบ้านพักอาศัย (Residential Type) มีขนาดประมาณ 1-5 ตันความเย็น มักมีรูปแบบสวยงามเพื่อใช้ตกแต่งเป็นเฟอร์นิเจอร์ชิ้นหนึ่งของอาคาร นิยมใช้ในบ้านพักอาศัย สำนักงานขนาดเล็ก ห้องพักในโรงแรม ห้องคนไข้ในโรงพยาบาล เป็นต้น
  - 1.2 ประเภทที่ใช้ในอาคารพาณิชย์ (Commercial Type) มีขนาดระหว่าง 5-60 ตันความเย็น รูปร่างของตัวเครื่องไม่เน้นความสวยงาม เพราะชุดแฟนคอยล์มักติดตั้งอยู่
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในห้องเครื่องที่จัดเตรียมไว้โดยเฉพาะเหมาะกับอาคารสำนักงาน โรงพยาบาล  
โรงแรมหรือสถานกลาง เป็นต้น

3. เครื่องปรับอากาศแบบเป็นชุด เป็นเครื่องที่มีชิ้นส่วนอุปกรณ์ทั้ง 4 อย่าง ประกอบ  
สำเร็จรูปอยู่ภายในตัวถึงเดียวกันจากโรงงานผู้ผลิตเช่นเดียวกับเครื่องแบบติดตั้งต่าง แต่มี  
สมรรถนะการทำความเย็นสูงกว่า แบ่งย่อยเป็น 2 ชนิด คือ

3.1 ชนิดที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ มีการใช้งานใน 2 ลักษณะคือ

- ก. ใช้ติดตั้งภายในห้องเครื่องที่อยู่ริมอาคารแต่ละชั้น โดยมีช่องขนาดใหญ่เปิด  
ออกสู่ภายนอกเพื่อนำอากาศเย็นเข้ามาระบายและนำอากาศร้อนออกจาก  
คอนเดนเซอร์ มักใช้กับอาคารสูงที่แบ่งพื้นที่ให้เช่าออกเป็นส่วนใหญ่ ส่วน  
ของแต่ละเครื่องประมาณ 7.5-30 ตันความเย็น
- ข. ใช้ติดตั้งบนหลังคาภายนอกอาคารชั้นเดียวที่มีพื้นที่มาก เช่นห้างสรรพสินค้า  
ขนาดใหญ่เรียกว่าเครื่องแบบ Rooftop ไม่จำเป็นต้องจัดเตรียมห้องเครื่องไว้  
ภายในอาคาร จึงสามารถใช้พื้นที่เพื่อการวางสินค้าได้อย่างเต็มที่ ดังรูปที่ 13  
มีขนาดใหญ่ถึงตัวละ 120 ตันความเย็น

3.2 ชนิดที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ มีขนาดตั้งแต่ 5-75 ตันความเย็นต่อตัว มักใช้  
กับอาคารสำนักงานขนาดใหญ่ที่แบ่งพื้นที่ขายหรือให้เช่าออกเป็นส่วนใหญ่ เจ้าของอาคารจะ  
จัดเตรียมคูลลิ่งทาวเวอร์ (Cooling Tower) พร้อมเครื่องปั๊มน้ำหล่อเย็น (Condenser Water  
Pump) แล้วเดินท่อน้ำหล่อเย็น (Condenser Water Pipes) ไปยังพื้นที่ขายหรือให้เช่าพื้นที่  
เหล่านั้น จะจัดหาเครื่องปรับอากาศ

เครื่องแบบเป็นชุดที่มีใช้งานกันมากอีกประเภทหนึ่ง คือเครื่องปรับอากาศสำหรับ  
Main Frame Computer สมรรถนะการทำความเย็นเครื่องละประมาณ 3-25 ตันความ  
เย็น มีทั้งแบบระบายความร้อนด้วยอากาศและด้วยน้ำ

ข้อแตกต่างระหว่างเครื่องปรับอากาศ สำหรับ Main Frame Computer กับ แบบธรรมดา คือ

ก. เครื่องปรับอากาศแบบ Main Frame Computer สามารถควบคุมอุณหภูมิพร้อมทั้งเพิ่ม  
หรือลดความชื้นของอากาศภายในห้องให้สอดคล้องกับความต้องการตลอดเวลา ในขณะที่  
เครื่องปรับอากาศโดยทั่วไปสามารถควบคุมเฉพาะอุณหภูมิเพียงอย่างเดียว

ข. เครื่องขนาดตั้งแต่ 7.5 ตันความเย็นขึ้นไป จะจ่ายลมเย็นออกทางด้านล่าง และดูดลม  
กลับเข้าทางด้านบนของตัวเครื่อง เพื่อให้สอดคล้องกับที่เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ดูด  
อากาศเย็นเข้าไประบายความร้อนของแผงวงจรจากทางด้านล่าง และเป่าลมร้อนออกทางด้าน  
บน แต่เครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาจะจ่ายลมเย็นออกทางด้านบน และดูดลมกลับเข้าทาง  
ส่วนล่างของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ควบคุมการทำงานด้วยตัวประมวลผล (Microprocessor) จึงสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วกว่าเครื่องปรับอากาศธรรมดา

2. เครื่องทำน้ำเย็น มักใช้กับอาคารขนาดใหญ่ที่ต้องการทำความเย็นตั้งแต่ 500 ตันขึ้นไป สมรรถนะของเครื่องมีตั้งแต่ประมาณเครื่องละ 3-8,000 ตันความเย็น แต่ส่วนใหญ่มักไม่เกิน 2,000 ตันความเย็นต่อตัว มีทั้งแบบระบายความร้อนด้วยอากาศและด้วยน้ำชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศมักมีขนาดไม่เกิน 400 ตันความเย็น เครื่องทำน้ำเย็นขนาดเล็ก 3-20 ตันความเย็น มักใช้ป้อนน้ำเย็นไประบายความร้อนของหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processor Unit) ของ Main Frame Computer ขนาดใหญ่ เช่นที่ในการให้บริการ ATM ของธนาคารขนาดใหญ่ เป็นต้น

อาคารใดที่มีขนาดใหญ่ต้องการทำความเย็นเป็นจำนวนมาก ในขณะที่เดียวกันก็ต้องการน้ำเย็นไว้ใช้งานด้วย เช่น โรงแรม โรงพยาบาล อาจเลือกใช้เครื่องทำน้ำเย็นที่สามารถนำความร้อนที่ทิ้งไปกลับมาใช้งานใหม่ได้ (Waste Heat Recovery) โดยการนำน้ำอุ่นบางส่วนที่ได้จากการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ไปเข้าหม้อน้ำ (Boiler) โดยตรง ทำให้สามารถลดการใช้เชื้อเพลิงที่ใช้กับหม้อน้ำได้ และขณะเดียวกันประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นจะลดลงด้วย ทำให้กินไฟสูงขึ้น จึงควรวิเคราะห์ความคุ้มค่าก่อนตัดสินใจดำเนินการ โดยทั่วไปน้ำอุ่นที่ออกจากคอนเดนเซอร์ ไม่ควรมีอุณหภูมิเกินกว่า 110 องศาฟาเรนไฮต์

#### ชนิดของเครื่องปรับอากาศกับการใช้พลังงานไฟฟ้า

โดยทั่วไปเครื่องปรับอากาศที่ใช้น้ำระบายความร้อนจะใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าเครื่องที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ เพราะน้ำมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศ การระบายความร้อนจึงมีประสิทธิภาพดีกว่า ทำให้ความดันของสารทำความเย็นในคอนเดนเซอร์ลดลงและคอมเพรสเซอร์ใช้พลังงานไฟฟ้าในการอัดส่งไอสารทำความเย็นลดลงด้วย การเลือกใช้เครื่องปรับอากาศแต่ละชนิดจะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าที่ภาระใช้งานจริงไม่เกินค่าที่แสดงไว้ในซึ่งประกาศอยู่ในกฎกระทรวงที่ออกตามความใน พรบ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

อย่างไรก็ตามเครื่องปรับอากาศที่ระบายความร้อนด้วยน้ำต้องติดตั้งคูลิ่งทาวเวอร์ และเครื่องปั๊มน้ำหล่อเย็น เพื่อใช้ระบายความร้อนออกจากตัวเครื่อง จึงต้องไม่ลืมรวมค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรกลทั้งสองกับพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

### เทอร์โมสแตต (Thermostat) กับการตั้งอุณหภูมิห้องที่เหมาะสม

ระบบปรับอากาศทุกชนิดไม่ว่าจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่เพียงใด ต้องติดตั้งเทอร์โมสแตตอย่างน้อย 1 ตัว เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องให้สามารถรักษาอุณหภูมิห้องให้เหมาะสมในเกณฑ์ที่ต้องการตลอดเวลา

เทอร์โมสแตตที่ใช้ควรมีลักษณะดังนี้

1. สามารถรักษาอุณหภูมิห้องมิให้แปรเปลี่ยนไปจากค่าที่ตั้งไว้เกิน 2-4 องศาฟาเรนไฮท์

2. สามารถปรับตั้งค่าอุณหภูมิห้องที่ต้องการควบคุมระหว่าง 76-80 องศาฟาเรนไฮท์ ได้

3. หากเป็นไปได้ควรเลือกใช้เทอร์โมสแตตแบบอิเล็กทรอนิกส์จะช่วยให้สามารถควบคุมอุณหภูมิห้องได้ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ทั้งยังช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าเทอร์โมสแตตแบบธรรมดาอีกด้วย เทอร์โมสแตตแบบนี้มีราคาถูกลงมากในปัจจุบันและมักติดมากับตัวเครื่องจากโรงงานในเครื่องแบบติดหน้าต่างและแบบแยกส่วนขนาดเล็กขนาดประมาณไม่เกิน 2 ตันความเย็น เทอร์โมสแตตบางชนิดสามารถตั้งจำนวนชั่วโมงการทำงานของเครื่องได้ล่วงหน้าด้วย ช่วยให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากขึ้นอีก เนื่องจากผู้ใช้สามารถกำหนดเวลาให้เครื่องหยุดทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้ ทำให้เครื่องไม่ทำงานมากเกินไปจนความจำเป็น อุณหภูมิที่เหมาะสมของการใช้งานระบบปรับอากาศสำหรับอาคารทั่วไปในประเทศไทยคือ 76-80 องศาฟาเรนไฮท์ โดยทั่วไปควรตั้งอุณหภูมิของเทอร์โมสแตตไว้ที่ 78 องศาฟาเรนไฮท์ จะช่วยประหยัดพลังงานได้ดีที่สุด โดยคนส่วนใหญ่ภายในอาคารยังคงรู้สึกสบายไม่ร้อนหรือหนาวเกินไป ในห้างสรรพสินค้าอาจตั้งอุณหภูมิเป็น 80 องศาฟาเรนไฮท์ ได้ เพราะคนส่วนใหญ่มักสนใจกับการเลือกซื้อหาสินค้า ไม่ค่อยรู้สึกต่ออุณหภูมิของอากาศ ส่วนในหอประชุมขนาดใหญ่ซึ่งมีผู้คนอยู่กันหนาแน่น การตั้งอุณหภูมิให้ต่ำลงเป็น 76 องศาฟาเรนไฮท์ จะทำให้คนทั่วไปรู้สึกสบายมากขึ้น สิ่งสำคัญคือ ไม่ควรตั้งอุณหภูมิในอาคารให้ต่ำกว่า 76 องศาฟาเรนไฮท์เป็นอันขาด เพราะจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานมากเกินไป ผู้อาศัยจะรู้สึกหนาวไม่สบาย ทั้งยังสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามากขึ้นอีกด้วย โดยทั่วไปการตั้งอุณหภูมิให้ต่ำกว่าเกณฑ์ข้างต้นทุก 1 องศาฟาเรนไฮท์ จะทำให้เครื่องปรับอากาศกินไปมากขึ้นอีก 3.5% นอกจากนี้ในบางฤดูกาลที่อากาศข้างนอกค่อนข้างเย็น เช่นในฤดูหนาวของภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือแม้แต่ในภาคกลาง อาจตั้งอุณหภูมิห้องให้สูงขึ้นกว่าเกณฑ์ 76-78 องศาฟาเรนไฮท์ ได้อีก 2-3.5 องศาฟาเรนไฮท์ โดยไม่ทำให้ผู้อาศัยในอาคารรู้สึกร้อน เนื่องจากในฤดูดังกล่าว ผิวนอกของอาคารมักเย็นจัดกว่าปกติ คนภายในอาคารจะสูญเสียโดยการแผ่รังสีไปสู่ผิวนอกทำให้รู้สึกหนาว การตั้งอุณหภูมิห้องให้สูงขึ้นอีกเล็กน้อย จะทำให้ผิวด้านในของอาคารมีอุณหภูมิสูงขึ้น ช่วยลดการแผ่รังสีจากตัวคน ทำให้รู้สึกสบายทั้งยังช่วยประหยัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ไขมิให้ผู้อาศัยในอาคารตั้งอุณหภูมิห้องต่ำเกินไป อาจทำให้ 2 วิธีคือ

1. เลือกซื้อเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดพอดีหรือเล็กกว่าความต้องการประมาณ 5% จะทำให้เครื่องปรับอากาศไม่มีสมรรถนะเพียงพอที่จะดึงอุณหภูมิห้องให้ต่ำมากเกินไป แม้ผู้ใช้จะตั้งอุณหภูมิต่ำก็ตาม ดังนั้นจึงไม่ควรเลือกเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่กว่าความต้องการเป็นอันขาด

2. หากเป็นระบบปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น (Chilled Water System) อาจตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจากเครื่องทำน้ำเย็นให้สูงขึ้นอีกเล็กน้อยประมาณ 2 องศาฟาเรนไฮท์ จะทำให้สมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) ลดลงจนไม่สามารถทำให้อุณหภูมิห้องต่ำลงมาก ๆ ตามการสั่งงานของเทอร์โมสแตตได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ระบบกักเก็บความเย็นด้วยน้ำแข็ง ICE STORAGE

การทำความเย็นนับว่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในชีวิตประจำวัน ดังที่พบได้จากการใช้เครื่องปรับอากาศในอาคารสำนักงานที่อยู่อาศัย โรงแรม และศูนย์การค้า หรือที่ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น การเก็บรักษาอาหาร กระบวนการให้ความร้อนและการรักษาอุณหภูมิต่าง ๆ จริง ๆ แล้วในธรรมชาติมีการบวนการทำความเย็นอยู่แล้ว เช่น ลมพัดและการระเหย ซึ่งอย่างไรก็ตาม สิ่งที่เกิดในธรรมชาติไม่สามารถตอบสนองความต้องการทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพได้ ทำให้การทำความเย็นโดยทั่วไป มักจะต้องอาศัยอุปกรณ์ทางกลเพื่อให้ได้ปริมาณความเย็น และอุณหภูมิตามต้องการ

อุปกรณ์ทางกลในการทำความเย็นที่แพร่หลายที่สุด คือ กระบวนการทำความเย็นด้วยการอัดไอ อีกกระบวนการหนึ่งซึ่งมีการใช้อยู่บ้างและอาจจะมีการนิยมใช้มากขึ้นในอนาคตคือกระบวนการทำความเย็นแบบดูดซึม

### กระบวนการทำความเย็นด้วยการอัดไอ

กระบวนการทำความเย็นด้วยการอัดไอประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 4 ชิ้น คือ

- เครื่องอัดไอหรือคอมเพรสเซอร์ ทำการอัดไอน้ำยา เช่น ฟรอน หรือ แอมโมเนีย จากสถานะความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำให้มีความดันสูง อุณหภูมิสูง เครื่องอัดไอมียุหลายชนิด เช่น ลูกสูบ สกรู โรตารี และเซนตริฟิวจ์
- คอนเดนเซอร์รับไอน้ำยาจากเครื่องอัดไอ แล้วถ่ายเทพลังงานความร้อนให้กับอากาศหรือน้ำ หลังจากนั้นกลั่นตัวเป็นน้ำยาเหลวที่ยังมีความดันสูง
- อุปกรณ์ลดความดัน เมื่อน้ำยาเหลวผ่านไป ความดันลดลง ทำให้น้ำยาที่มีอยู่อุณหภูมิต่ำลง
- อีวาเพอเรเตอร์ รับน้ำยาทั้งเหลวและก๊าซที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อรับความร้อนจากตัวกลางที่ร้อน และต้องทำให้เย็นลงโดยที่ตัวกลางดังกล่าว ได้ แก่อากาศให้ห้องปรับอากาศหรือน้ำเย็นแล้วส่งน้ำเย็นไปตามท่อเพื่อส่งความเย็นไปยังสถานที่ห่างออกไป เช่นในระบบчилเลอร์หรือทำให้น้ำเกลือเย็นลงเพื่อใช้ในระบบอุณหภูมิต่ำเป็นต้น

### กระบวนการทำความเย็นแบบดูดซึม

กระบวนการทำความเย็นแบบดูดซึม ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 4 ชิ้น คือ

- แอบซอร์บเบอร์ คือตัวดูดซึม ความร้อน เป็นที่บรรจุน้ำเกลือ เช่น ลิเทียม โบรไมด์
- อีวาเพอเรเตอร์ เป็นที่บรรจุน้ำบริสุทธิ์ ทำหน้าที่เปนน้ำยา ในชั้นส่วนทั้งสองเกลือจะดูดน้ำจากอีวาเพอเรเตอร์ น้ำเกลือจึงเจือจางลงส่วนน้ำจะเย็นตัวลง ดังนั้นถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อท่อเข้าในอีวาเพอเรเตอร์แล้วฉีดน้ำที่เย็นนี้ไปที่ท่อ น้ำในท่อจะเย็นตัวสามารถนำไปให้ความเย็นได้

- เจเนอเรเตอร์ เป็นที่ซึ่งน้ำเกลือในแอบซอร์บเบอร์ที่เจจางลงจากการดูดไอน้ำที่ระเหยถูกสูบลมรับความร้อน ทำให้น้ำระเหย น้ำเกลือจะเข้มข้นอีกครั้งแล้วส่งกลับไปยังแอบซอร์บเบอร์
- คอนเดนเซอร์ เป็นที่ที่ไอน้ำระเหย ในเจเนอเรเตอร์ ได้มาคายความร้อนแล้วกลั่นตัวเป็นน้ำ แล้วกลับไปในอีวาเพอเรเตอร์ ใหม่เป็นการครบวัฏจักร

การบวนการทำความเย็นแบบดูดซึมมีประสิทธิภาพต่ำกว่ากระบวนการอัดไอ แต่ที่น่าสนใจคือ ความร้อนในเจเนอเรเตอร์ อาจจะได้มาจากแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์หรือความร้อนที่ต่าง ๆ ได้

ในปัจจุบัน การเสียค่าไฟฟ้ามีการจำแนกเป็นประเภทผู้ใช้ต่าง ๆ ตามประเภท และปริมาณการใช้ไฟ ซึ่งมีโครงสร้างการคิดราคาต่าง ๆ กันไป ราคา ที่คิดจะสะท้อนให้เห็นถึงต้นทุนการผลิตไฟฟ้า และการตระหนักถึงความจำเป็นในการประหยัดการใช้ไฟฟ้าโดยเฉพาะในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งทางการไฟฟ้าจะต้องเตรียมกำลังการผลิตสนองความต้องการ และพบว่าความต้องการมีแนวโน้มสูงมากในบางช่วงเวลาของวัน เมื่อความต้องการพลังไฟฟ้า ถึงระดับหนึ่ง ทำให้จำเป็นต้องสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มเป็นการลงทุนที่สูงมาก เนื่องจากในบางช่วงเวลาความต้องการพลังไฟฟ้ายังต่ำอยู่ จึงมีการสนับสนุนให้เลื่อนเวลาการใช้ไฟฟ้าไปช่วงนั้น และมีการคิดค่าพลังไฟฟ้าต่ำหรือไม่คิดเลย

จากโครงสร้างการคิดค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวันด้วยอัตราที่ต่างกันของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า ทำให้มีความพยายามที่จะหลีกเลี่ยงการใช้ไฟฟ้าช่วงที่คิดอัตราสูง ไปสู่ช่วงที่คิดอัตราต่ำ ซึ่งการจะทำให้เช่นนี้ไม่ใช่จะเลื่อนเวลาทุกสิ่งทุกอย่างได้ แต่การทำความเย็นด้วยการเก็บความเย็น ด้วยน้ำแข็งในเวลาอัตราไฟฟ้าถูก แล้วเอาความเย็นที่เก็บนั้นมาใช้ในช่วงที่อัตราไฟฟ้าแพงเป็นกระบวนการหนึ่งที่สามารถทำได้

### ระบบกักเก็บความเย็นด้วยน้ำแข็ง Ice Storage

ระบบกักเก็บความเย็นด้วยน้ำแข็ง คือ อุปกรณ์ที่ใช้เก็บความเย็นไว้ชั่วคราวในรูปของน้ำแข็ง เพื่อนำออกมาใช้ภายหลังในเวลาที่ต้องการความเย็น ดังนั้นจึงสามารถทำความเย็นในช่วงที่อัตราค่าไฟฟ้าถูก แล้วนำความเย็นนั้นมาใช้ในช่วงที่อัตราค่าไฟฟ้าแพงได้ น้ำแข็งเป็นสารที่มีค่าความร้อนแฝงในการละลายค่อนข้างสูง คือ 144 บีทียูต่อปอนด์ ทำให้ใช้ปริมาณในการเก็บน้อยกว่าการกักเก็บในรูปน้ำเย็นมาก ทำให้ต้นทุนต่ำกว่า

ระบบกักเก็บความเย็นด้วยน้ำแข็งแบบต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันคือ

- ระบบน้ำแข็งเกาะติดท่อ (ICE ON-COIL)
- ระบบถังน้ำแข็ง(ICE TANK)
- ระบบน้ำแข็งในภาชนะ(ICE CONTAINER)
- ระบบเก็บน้ำแข็ง(ICE HARVESTOR)

### ระบบน้ำแข็งเกาะติดท่อ ICE ON COIL

ระบบนี้ประกอบด้วยท่อน้ำยาขดไปมาในตู้ที่มีน้ำบรรจุไว้เกือบเต็มถึง สารทำความเย็นที่ไหลภายในท่อ ทำให้น้ำแข็งเกาะที่ผิวนอกท่อ น้ำในถังจะค่อย ๆ เปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็ง โดยจะให้เกาะหนาประมาณ 40 มม.ถึง 65 มม. เมื่อได้น้ำแข็งขนาดตามที่ต้องการแล้ว ระบบควบคุมจะหยุดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ เมื่อถึงเวลาใช้งานคือต้องการความเย็นจากถังเก็บน้ำแข็ง ระบบควบคุมจะควบคุมให้ปั๊มน้ำเย็นทำงานสูบน้ำไหลเวียนผ่านน้ำแข็ง ทำให้น้ำแข็งละลายถ่ายเทความเย็นให้กับระบบน้ำเย็นต่อไป

สิ่งสำคัญที่พึงควบคุมในระบบนี้คือ การจำกัดความหนาของน้ำแข็งซึ่งมีผลต่อการใช้พลังงานของเครื่องอัดไอน้ำยาในช่วงการผลิตน้ำแข็งและลดการเชื่อมติดกันของน้ำแข็งที่เกาะติดท่อที่อยู่ข้างเคียง ซึ่งการติดกันจะไปจำกัดช่องทางการหมุนเวียนของน้ำที่สูบน้ำไหลเวียนมาละลายน้ำแข็งเพื่อนำเอาความเย็นไปใช้ในจังหวะใช้งาน ถึงแม้ว่าการเกาะติดกันของน้ำแข็งจะไม่ถึงขั้นทำอันตรายต่อถึงก็ตาม แต่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานเนื่องจากอุณหภูมิน้ำเย็นที่นำไปใช้จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากพื้นผิวการถ่ายเทความร้อนลดลง

เครื่องอัดน้ำยาจะถูกจำกัดเวลาการทำงานด้วยนาฬิกาตั้งเวลา ซึ่งทำให้ทำงานเฉพาะในช่วงที่ราคาพลังงานถูกเท่านั้นพร้อมทั้งมีอุปกรณ์วัดเพื่อควบคุมความหนาของน้ำแข็ง ซึ่งจะหยุดเครื่องอัดไอน้ำได้ทุกเวลาที่ที่น้ำแข็งมีความหนาตามที่กำหนดแล้ว

แทนที่จะใช้น้ำยาไหลเข้าท่อที่ทำน้ำแข็ง การออกแบบใช้น้ำเกลือไหลผ่านแทนก็ได้ แต่จำเป็นที่จะต้องติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนประเภทถ่ายเทความร้อนจากน้ำยาไปสู่ น้ำเกลือ โดยติดตั้งอยู่ระหว่างชุดซิลเลอร์และถังทำน้ำแข็ง ข้อดีอย่างหนึ่งของการใช้น้ำเกลือคือ จำกัดความหนาของน้ำแข็งได้

### ระบบถังน้ำแข็ง ICE TANK

ท่อพลาสติกทำเป็นท่อน้ำเกลือถูกม้วนเป็นวงใส่ลงในถังบรรจุน้ำรูปทรงกระบอกโดยที่ท่อใช้พื้นที่ประมาณร้อยละ 10 ของปริมาณถัง และพื้นที่อีกประมาณร้อยละ 10 เป็นที่ว่างเพื่อการขยายตัวของน้ำเมื่อแข็งตัวเป็นน้ำแข็ง ส่วนที่เหลือเป็นที่ใส่น้ำเกลือที่เป็นการผสมกันโดยประมาณของเอธิลีนไกลคอล 25 เปอร์เซ็นต์ และน้ำ 75 เปอร์เซ็นต์ โดยได้รับความเย็นจากเครื่องทำน้ำเย็นและจะหมุนเวียนภายในท่อและทำให้น้ำแข็งตัว น้ำแข็งที่ผลิตขึ้นมีความหนาประมาณ 10 มม. ถึง 13 มม. เกาะติดกับท่อ น้ำเกลือที่ไหลเข้าท่อมักมีอุณหภูมิประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 C ถึง -2 C และไหลออกที่ประมาณ -0.6 C เมื่อถึงมีน้ำแข็งถึง 90 เปอร์เซ็นต์ แล้วจะมีผลทำให้น้ำเกลือถ่ายเทความเย็นไม่สะดวก อุณหภูมิจะต่ำสามารถนำไปควบคุมให้เครื่องทำน้ำเย็นหยุดทำงานได้ น้ำมีปริมาตรเพิ่มขึ้น 9 เปอร์เซ็นต์ เมื่อกลายเป็นน้ำแข็ง ทำให้ระดับน้ำในถังเปลี่ยนไปตามปริมาณของน้ำแข็งในถังระบบถึงน้ำแข็ง

#### ระบบน้ำแข็งในภาชนะ ICE CONTAINER

ระบบนี้ประกอบด้วยภาชนะบรรจุน้ำบริสุทธิ์ไว้ภายใน โดยที่ภาชนะอาจจะเป็นรูปเหลี่ยม ขนาดประมาณ 55 มม. \* 500 มม. \* 760 มม. หรือเป็นรูปทรงกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 100 มม. ภาชนะใส่น้ำบริสุทธิ์นี้ถูกเก็บไว้ในถังเก็บน้ำแข็ง ซึ่งอาจจะเป็นถึงเหล็ก ถึงคอนกรีต หรือถึงพลาสติก โดยต้องออกแบบให้เหมาะสม

น้ำเกลือที่รับความเย็นจากซิลเลอร์ มีอุณหภูมิในช่วง -5 C ถึง -3 C ไหลเข้าไปในถังที่บรรจุภาชนะรูปเหลี่ยมหรือทรงกลมทำให้น้ำบริสุทธิ์ภายในเกิดการแข็งตัวเป็นน้ำแข็ง และโดยที่น้ำแข็งมีปริมาตรมากกว่าน้ำ ภาชนะจึงต้องออกแบบให้มีความยืดหยุ่นเพียงพอ โดยที่ภาชนะรูปเหลี่ยมออกแบบให้ผนังขยายตัวได้ ส่วนภาชนะรูปทรงกลม ผนังออกแบบให้มีรอยบุ๋ม เมื่อต้องการความเย็นจากถังเก็บภาชนะ น้ำเกลือจะไหลมาแลกเปลี่ยนความร้อนโดยละลายน้ำแข็งภายในภาชนะแล้วนำความเย็นไปแจกจ่ายต่อไป การวัดและควบคุมปริมาณน้ำแข็ง ทำได้โดยตรวจสอบปริมาณน้ำเกลือในถังนี้ได้ เพื่อการขยายตัว ทั้งนี้เมื่อน้ำบริสุทธิ์แข็งตัวปริมาตรจะเพิ่มขึ้น ก็จะดันให้น้ำเกลือสูงขึ้น เป็นตัวแปรที่ใช้วัดและนำไปใช้ประโยชน์ได้

#### ระบบเก็บน้ำแข็ง ICE HARVESTOR

ระบบเก็บน้ำแข็ง ประกอบด้วยส่วนผลิตน้ำแข็ง และส่วนที่เก็บน้ำแข็งหรือน้ำเย็น แต่ละส่วนมีระบบควบคุมเป็นเอกเทศ ส่วนผลิตน้ำแข็ง ประกอบด้วยอีวาเพอเรเตอร์ ทรงกระบอกหรือเป็นแผ่นคอมเพรสเซอร์ และปั๊มหมุนเวียนน้ำแข็งจะเกาะติดอยู่กับอีวาเพอเรเตอร์หนาประมาณ 6 มม. ถึง 10 มม. น้ำแข็งจะถูกปลดออกด้วยการนำไอน้ำยาร้อนผ่านเซจ่าไปในอีวาเพอเรเตอร์ แค่นี้เพียงพอให้น้ำแข็งหลุดตกลงไปในส่วนเก็บต่อไป การควบคุมทำให้มีการทำงานเฉพาะในช่วงเวลาที่ค่าไฟฟ้าต่ำและมีการควบคุมความหนาของน้ำแข็ง

การควบคุมความหนาของน้ำแข็งให้มีความเหมาะสมที่สุด ทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานอยู่ในระดับที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด

#### การอนุรักษ์พลังงานกับระบบการกักเก็บความเย็นด้วยน้ำแข็ง

จากสาเหตุหลักที่มีการนำระบบกักเก็บความเย็นด้วยน้ำแข็งมาใช้นั้นมาจากการลดรายจ่ายทางค่าไฟฟ้าของผู้ใช้ และความต้องการเฉลี่ยให้มีการใช้ไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอของโรงผลิตไฟฟ้า เพื่อให้ใช้ประโยชน์จากกำลังการผลิตที่มีอยู่ได้อย่างเต็มพิกัด ซึ่งจะช่วยลดการสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ๆ ดังนั้นระบบนี้จะช่วยส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานได้อย่างมากต่อทุกฝ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การพัฒนาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม

ในการใช้ทางอุตสาหกรรมนั้น มักจะพบว่าต้องการอุณหภูมิที่ต่ำกว่าที่ใช้ในระบบปรับอากาศ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้สารเก็บพลังงานอุณหภูมิต่ำในน้ำเย็นจัด เป็นต้น ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ได้เช่น การทำนมให้เย็น การทำผักให้เย็น การเก็บความเย็นในเนื้อหรือการลดความเย็นในห้องเก็บอาหาร

โดยทั่ว ๆ ไป การทำความเย็นดังกล่าวจะใช้เครื่องเย็นอุตสาหกรรม โดยเลือกชนิดน้ำยาที่ใช้และวิธีการควบคุมปริมาณน้ำยาเพื่อให้เหมาะสมได้

### การพัฒนาเพื่อใช้ในอาคาร

การจ่ายลมที่อุณหภูมิต่ำเป็นเรื่องที่น่าสนใจเพราะสามารถใช้พัดลม ท่อลมบีมน้ำและท่อที่มีขนาดเล็กลง ทำให้ลดต้นทุนได้นอกจากนี้ยังอาจใช้เนื้อที่เหนือฝาน้อยลง ช่วยลดความสูงของอาคารได้ เป็นประโยชน์อย่างมากต่ออาคารสูง

ในระบบปรับอากาศปกติ ความเย็นที่ควบคุมได้จะอยู่ในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ 50-60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถ้าหากจ่ายอุณหภูมิต่ำ จะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 30-45 เปอร์เซ็นต์ได้ ด้วยความชื้นสัมพัทธ์ต่ำระดับความสบายสามารถเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิกะเปาะแห้งที่สูงขึ้นได้ ซึ่งมักจะหมายความว่า จะใช้พลังงานน้อยลง

ในระบบอุณหภูมิต่ำ ต้องมีการหุ้มฉนวนให้หนาขึ้นและติดตั้งอย่างถูกต้อง เพื่อป้องกันการเกิดคอนเดนเซชันของความเย็นที่ท่อลมและชุดจ่ายลมเย็น เป็นต้น

เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ระบบกันเก็บความเย็นด้วยน้ำแข็ง เป็นแนวทางหนึ่งจะช่วยให้บรรลุผลสำเร็จได้

## แสงสว่าง

### ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแสงสว่าง

แสงสว่างมีความสำคัญต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก เราจะมองเห็นสิ่งต่าง ๆ อยู่รอบตัวเราได้ เพราะแสงสว่างที่ได้จากแหล่งกำเนิดไปสะท้อนกับวัตถุมาเข้าตาของเรา แสงอาจจะได้จากธรรมชาติ หรือแหล่งกำเนิดที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสง แหล่งแรกของมนุษย์และเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นแบบต่อเนื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เรารู้จักกันทั่วไปเช่น รังสีคอสมิก รังสีแกมมา รังสีเอกซ์ รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีอินฟราเรด ไมโครเวฟ เรดาร์ คลื่นโทรทัศน์ และคลื่นวิทยุ เป็นต้น

แสงจากดวงอาทิตย์ที่เห็นตามปกติจะเป็นสีขาว ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันของแสงหลาย ๆ สีที่มีความยาวตั้งแต่ 380-780 นาโนเมตร ซึ่งก็คือแสงสีม่วงคราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง ตามลำดับ หากจำแนกแจกแจงค่าพลังงานแต่ละสีที่ดวงอาทิตย์สร้างขึ้นมาจะได้เส้นกราฟที่มีความต่อเนื่องคือดวงอาทิตย์สร้างแสงออกมาครบทุกสีและมีค่าพลังงานเท่า ๆ กัน ซึ่งหมายถึงแสงแต่ละสีมีอิทธิพลต่อวัตถุที่อยู่ภายใต้แสงที่เท่ากัน และแสงที่ตามนุษย์ตอบสนองได้เร็วที่สุดคือ แสงสีเหลือง

### ความยาวของคลื่นของแสงสีต่าง ๆ

แดง	630 — 780	นาโนเมตร (nanometers)
ส้ม	600 — 630	นาโนเมตร
เหลือง	565 — 600	นาโนเมตร
เขียว	500 — 565	นาโนเมตร
น้ำเงิน	435 — 500	นาโนเมตร
ม่วง — คราม	380 — 435	นาโนเมตร

แม่สีของแสง มี 3 สีคือ แดง เขียว น้ำเงิน

แสงสีแดง	+	แสงสีเขียว	=	แสงสีเหลือง	(Yellow)
แสงสีเขียว	+	แสงสีน้ำเงิน	=	แสงสีฟ้าแกมเขียว	(Cyan)
แสงสีแดง	+	แสงสีน้ำเงิน	=	แสงสีม่วงบานเย็น	(Margenta)
แสงสีแดง + แสงสีเขียว + แสงสีน้ำเงิน			=	แสงสีขาว	

สีของวัตถุที่เราเห็นนั้นเกิดจากการที่วัตถุนั้นดูดกลืนแสงสีอื่นไว้ทั้งหมด และสะท้อนแสงสีที่เป็นแสงสีของวัตถุเข้าตาเรา เช่น นำเสื้อสีแดงไปไว้ใต้แสงสีขาว ซึ่งมีสเปกตรัมของแสงครบทุกสีเสื้อก็จะดูดกลืนแสงสีอื่นไว้ทั้งหมดยกไว้แสงสีแดง แต่ถ้านำเสื้อสีแดงไปไว้ใต้แสงที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉพาะแสงสีเขียวนั้นเราจะเห็นเส้นผ่าเป็นสีดำเพราะแสงเขียวไม่มีส่วนผสมของแสงแดง ดังนั้นเส้นตัวนี้จะดูดกลืนแสงไว้ทั้งหมด จึงไม่แสงสะท้อนเข้าสู่ตาเรา

### การกำเนิดของแสง

1. อินแคนเดสเซนซ์ (Incandescence)
2. ลูมิเนสเซนซ์ (luminescence)
3. อินดักชั่น (Induction)

#### 1.อินแคนเดสเซนซ์ (Incandescence)

เป็นการให้กำเนิดแสงด้วยวิธีการเผาวัตถุให้ร้อน เช่น การเผาไส้เทียนไข การเผาไส้ทั้งสแตนของหลอดไส้ธรรมดา การเปล่งแสงวิธีนี้จะให้สเปกตรัมของแสงทุก ๆ สี และมีวามต่อเนื่อง(Continuous Spectral Power Distribution) แต่ทว่าค่าของพลังงานของแสงในช่วงความยาวคลื่นโทนสีแดงจะมากกว่าโทนสีน้ำเงินซึ่งสามารถสังเกตได้จากไส้หลอดธรรมดา ส่วนหลอดฮาโลเจนรุ่นมาสเตอร์ไลน์ (Masterline) ค่าพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่นจะมีสีน้ำเงินมากขึ้น แสงที่ได้จึงขาวกว่าไส้หลอดธรรมดา

ตัวอย่างที่ใช้หลักการนี้ เช่น ไส้หลอดธรรมดา หลอดอาร์เจนต้าซูบเปอร์ลักซ์ หลอดเปรียบเทียบสี หลอดฟิลิเนีย หลอดป้องกัน หลอดจำปา หลอดสะท้อนแสงชนิดกระจกบาง (Spotline) และชนิดกระจกหนา (PAR) หลอดฮาโลเจนชนิดต่างเป็นต้น

#### 2.ลูมิเนสเซนซ์ (Luminescence)

เป็นการให้กำเนิดแสงด้วยการกระตุ้นอะตอมของก๊าซที่บรรจุภายในหลอดให้เกิดพลังงานออกมาในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งที่สามรถมองเห็นและมองไม่เห็น หลอดไฟฟ้าที่ใช้หลักการนี้เรียกว่า หลอดก๊าซดิสชาร์จ (Gas Discharge Lamp) แสงที่ได้จากการกระตุ้นอะตอมก๊าซนี้มีไม่ครบทุกสีเนื่องจากสเปกตรัมมีลักษณะเป็นช่วง ๆ (Line or Band Spectrum) จึงมีความไม่ต่อเนื่อง (Discrete Spectrum Power Distribution) จะมีแสงสีใดมากหรือน้อยขึ้นกับว่าชนิดของก๊าซที่บรรจุภายในหลอดนั้นสร้างแถบสีของแสงใดมากที่สุด

ตัวอย่างหลอดที่บรรจุก๊าซโซเดียมที่อะตอมจะให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงของแสงสีเหลืองซึ่งตาของเราสามารถรับรู้ได้เช่น หลอด High Pressure Sodium

ตัวอย่างหลอดที่บรรจุก๊าซเมอร์คิวรีจะให้ช่วงแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงของแสงอัลตราไวโอเล็ต (UV) ซึ่งมนุษย์ ไม่สามารถมองเห็น ดังแสดงในกราฟเป็นระดับพลังงานของหลอดเมอร์คิวรี ซึ่งให้แสงส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 185nm และ 254nm ดังนั้นในหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดประเภทหนึ่งซึ่งใช้สารเมอร์คิวรี จึงต้องมีผลฟลูออเรสเซนต์เคลือบอยู่ด้านใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผิวหลอดเพื่อเปลี่ยนแสง UV ดังกล่าวให้เป็นแสงที่ตามองเห็นได้ คือระดับพลังงานจะถูกกระตุ้นไปที่สเปกตรัมในช่วง 405 – 577 nm แสงที่ได้จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะมีสีโทน Warm White (เหลือง) White (ขาว) หรือ Daylight (ขาว – ฟ้ำ) ก็ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของผงฟลูออเรสเซนต์นี้เอง

จึงจำเป็นต้องมีการเคลือบผิวด้านในของหลอดด้วยสารฟลูออเรสเซนต์ เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ (LOW PRESSURE MERCURY VAPOUR LAMP) เพื่อเปลี่ยนแสง UV ให้เป็นแสงที่ตามองให้ได้

### 3. อินдукชัน (Induction)

เป็นหลักการพัฒนาให้กำเนิดแสงโดยใช้หลักการเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Induction) กับหลักการของก๊าซดิสชาร์จ (Gas Discharge) ผสมกัน ในขั้นแรกจะต้องทำการเหนี่ยวนำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จากนั้นใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นตัวถ่ายพลังงานให้อะตอมก๊าซเมอร์คิวรีที่บรรจุภายในหลอด เมื่ออะตอมของก๊าซถูกกระตุ้นจะปล่อยพลังงานออกมาเป็นแสงอัลตราไวโอเล็ตและผ่านเคลือบผิวหลอด “ฟลูออเรสเซนต์” ออกมาเป็นแสงขาวที่เรามองเห็นได้ และสเปกตรัมของหลอดที่ได้จากการอินдукชันจะไม่มีคมต่อเนื่องเช่นเดียวกับหลอดก๊าซดิสชาร์จ ตัวอย่างการใช้หลอดนี้คือ หลอดคิวแอล (QL)

### คำจำกัดความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแสง (Basic Lighting quantities)

#### 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแสง มีดังนี้

1.1 ฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux) เป็นปริมาณแสงทั้งหมดที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสง มีหน่วยวัดเป็นลูเมน (lm)

ไฟจักรยาน	3	W	30	lm
หลอดไส้	75	W	900	lm
หลอดประหยัดไฟ (หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์)	18	W	900	lm
หลอดฟลูออเรสเซนต์	58	W	5400	lm
หลอดไอโซเดียมความดันสูง	100	W	10000	lm
หลอดไอโซเดียมความดันต่ำ	130	W	26000	lm
หลอดไอเมอร์คิวรีความดันสูง	1000	W	58000	lm
หลอดเมทัลฮาไลด์	2000	W	190000	lm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความสว่าง ( Illuminance) เป็นปริมาณแสง (lm) ที่ตกกระทบบนพื้นผิวพื้นที่ 1ตร.ม. โดยทั่วไป อาจเรียกว่า ระดับความสว่าง (lighting level) จึงเป็นตัวเลขที่บอกค่าแสงที่ได้เพียงพอหรือไม่มีหน่วยเป็น lm/m<sup>2</sup> หรือ lux นั่นเอง

ฤดูร้อนห้องพามีเมมตอนเที่ยง	100000	lux
ฤดูร้อนห้องพามีเมมในร่ม	10000	lux
กลางแจ้งห้องพำปิด	5000	lux
โพลานักงาน	1000	lux
ห้องนั่งเล่น	100	lux
โพลนน	5 - 30	lux
ห้องพำโปร่งคืนเดือนหงาย	0.25	lux

ความเข้มการส่องสว่าง (Luminous Intensity) เป็นความเข้มของแสงที่ส่องออกมาจากแหล่งกำเนิดในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง โดยทั่วไปจะวัดเป็นจำนวนเท่าของความเข้มที่ได้จากเทียนไข 1 เล่มจึงมีหน่วยเป็น Candela, cd

ไฟจักรยาน (หน้าเปิด)	2.5	cd
ไฟจักรยาน (หน้าปิด)	250	cd
หลอดไส้ชนิดพิเศษ	10000	cd
ไฟประกาศการ	2000000	cd

ความส่องสว่าง (Luminance) เป็นตัวเลขที่บอกปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากผิวใด ๆ ในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง บางครั้งจึงอาจเรียกว่าความจ้า (Brightness) เป็นที่นิยมใช้ในการกำหนดความสว่างของโพลนน ซึ่งต้องการความปลอดภัยสูงสุด หากกำหนดแต่ความสว่างจะไม่เพียงพอวัดสว่างวัดเพียงปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นถนนในขณะที่ส่องสว่างหรือ Luminance นี้จะวัดปริมาณแสงที่สะท้อนจากพื้นถนนมาเข้าตาผู้ขับขี่ด้วย จึงบอกได้ว่าเวลาขับรถเรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ บนพื้นถนนได้ดีเพียงไรความส่องสว่างมีหน่วยเป็น cd/ m<sup>2</sup>

## 2. คุณสมบัติทางสีของแสง (Colour Properties of Light)

1. อุณหภูมิสีของแสงมีหน่วยเป็นเคลวิน(k)อุณหภูมิสีเป็นตัวเลขที่บ่งบอกว่าแสงที่ได้มีความขาวมากน้อยแค่ไหน ถ้ามีอุณหภูมิต่ำแสงที่ได้จะออกมาในโทนเหลืองหรือแดง ถ้ามีอุณหภูมิสูงซึ่งแสงก็จะยิ่งขาวขึ้น

การวัดอุณหภูมิของแสงต่างจากการวัดอุณหภูมิของความร้อน หลอดไฟที่อุณหภูมิสีที่ต่ำจะให้โทนสีอุ่น ส่วนหลอดไฟที่มีอุณหภูมิสูงจะให้โทนสีเย็น ซึ่งตรงข้ามกับอุณหภูมิความร้อน ดังนั้นการเลือกใช้หลอดไฟที่มีอุณหภูมิสีแตกต่างกันก็จะได้บรรยากาศที่แตกต่างกันไป ด้วย เช่น โทนสี Warm White ให้ความรู้สึกอบอุ่นสบายๆ จึงเหมาะที่จะใช้กับบ้านอยู่

อาศัย โรงแรม ภัตตาคาร โทนสี White หรือ Daylight จะให้ความรู้สึกกระฉับกระเฉงจึงเหมาะสมที่จะใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมากกว่า

2. เป็นค่าที่บอกว่าหลอดไฟประเภทต่างจะทำให้สีของวัตถุที่อยู่ใต้แสงนั้นผิดเพี้ยนไปจากความจริงมากน้อยเพียงใด ค่า Ra ไม่มีหน่วยมีค่าตั้งแต่ 0-100 (100=ดีเยี่ยม) แสงอาทิตย์มีค่า Ra=100 เพราะแสงอาทิตย์ให้สเปกตรัมครบทุกสีหรืออาจกล่าวได้ว่าหลอดไส้ทุกประเภทที่ให้กำเนิดด้วยวิธี Incandescence จะมีค่า Ra เท่ากับ 100 เนื่องจากให้แสงที่มีสเปกตรัมครบทุกสี เช่นกัน ซึ่งหมายความว่าสีของวัตถุที่อยู่ภายใต้ของแสงนั้นจะไม่ผิดเพี้ยนไปจากความจริง หลอดก๊าซดิสชาร์จที่ให้กำเนิดแสงด้วยวิธีลูมิเนสเซนตซึ่งให้สเปกตรัมไม่ครบทุกสีทำให้ค่า Ra น้อยกว่า 100 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ถ้าหลอดประเภทใดให้แสงไม่ครบทุกเฉดสีแล้วหลอดนั้นจะทำให้สีของวัตถุที่เรามองเห็นไปจากความเป็นจริง แต่จะทำให้สีใดผิดเพี้ยนนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของอะตอมของก๊าซที่บรรจุภายในหลอด(หรือหมายถึงชนิดของหลอดนั่นเอง)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ระบบควบคุมปิด-เปิดไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting Control System)

ระบบแสงสว่างถือได้ว่าเป็นระบบหลักที่สำคัญต่อการใช้ไฟฟ้า ทั้งตามบ้านพักอาศัย และในอาคารโดยทั่วไปแล้วตามบ้านเรือนมีการใช้ไฟฟ้าในระบบแสงสว่างประมาณ 1 ใน 3 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ในขณะที่อาคารพาณิชย์มีการใช้ไฟฟ้า เพื่อการส่องสว่างประมาณ 15-25 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่างจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

การประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่างสามารถได้หลายวิธีตั้งแต่ การเลือกใช้อุปกรณ์แสงสว่างประสิทธิภาพสูง ไม่ว่าจะเป็นหลอดไฟ บัลลัสต์ และโคมไฟประสิทธิภาพสูง ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานได้ 25-30 เปอร์เซ็นต์ จนถึงการควบคุมแสงสว่างให้เหมาะสมกับการใช้งานซึ่งจะช่วยลดการใช้พลังงานลงได้อีกถึง 30 เปอร์เซ็นต์

ในปัจจุบันอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างสามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด แต่อุปกรณ์เหล่านี้ยังถูกนำไปใช้น้อยมากทั้งในอาคารเก่าและอาคารใหม่ โดยจะสังเกตเห็นได้จากอาคารสำนักงานทั่วไปมักมีค่าความสว่างสูงเกินความจำเป็น หรือในกรณีของสถานศึกษาแสงสว่างในห้องเรียนมักจะถูกเปิดไว้ตลอดเวลาทั้งวันถึงแม้จะไม่มีนักเรียนการสอนก็ตาม และกรณีของอาคารสูง ที่มีผนังเป็นกระจกหลอดไฟแสงสว่างบริเวณ ริมหน้าต่างมักจะถูกเปิดโดยไม่มี ความจำเป็น ถึงแม้ว่าจะมีแสงธรรมชาติส่องเข้ามาเพียงพอ แล้วก็ก็ตาม

การควบคุมแสงสว่างที่ดีนอกจากจะช่วยลดพลังงานสูญเสียในระบบแสงสว่างแล้ว ยังจะต้องรักษาคุณภาพของแสงให้ดีเหมือนเดิม หรือดียิ่งขึ้นตรงตามที่มาตรฐานกำหนดอีกด้วย ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องมีความรู้ และความเข้าใจ ที่จะประยุกต์ใช้ระบบควบคุมแสงสว่างให้ถูกต้องเหมาะสม

### เทคนิคการควบคุมแสงสว่าง

เทคนิคการควบคุมแสงสว่างสามารถแบ่งได้ดังนี้

- 1 การลดความสว่างที่เกินความจำเป็น Overnight Compensation
- 2 การควบคุมความสว่างจากส่วนชดเชย Light Loss Factor
- 3 การใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อเปิด/ปิดไฟแสงสว่าง Room Utilization
- 4 การใช้แสงธรรมชาติ Daylight Utilization

อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมแสงสว่างประกอบด้วยตัว Sensor ชุดควบคุม Light Controller และอุปกรณ์แสงสว่าง หลักการทำงาน คือชุดควบคุมรับสัญญาณ จากตัว Sensor เช่น Timer ตัวตรวจจับ การเคลื่อนไหว Presence Detector และ Photocell เป็นต้น แล้วนำมาประมวลผล และส่งสัญญาณ สั่งการไปเปิด/ปิด หรือ หรี่แสงอุปกรณ์แสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1. การลดความสว่างที่เกิดความจำเป็น (Overling Compensation)

วิธีที่ง่ายที่สุดในลดความสว่างคือ การปลดหลอดไฟ เช่นในจุดที่มีแสงสว่างมากเกินไป ความจำเป็นก็สามารถปลดหลอดไฟ 2 หลอดจากจากโคมไฟที่มี 4 หลอด ซึ่งจะช่วยลดพลังงานได้ 50 อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงคุณภาพของแสงและผลกระทบต่อทางจิตวิทยาต่อคนทำงาน ในบริเวณที่มีการปลดหลอดไฟ เนื่องจากการลดความสว่างทันทีทันใด จะมีผล การทบทวนการปรับสายตา สุขภาพตา และความรู้สึก ดังนั้นวิธีการลดความสว่าง ส่วนเกินที่เหมาะสม คือ ใช้อุปกรณ์หรี่แสง (Dimmer) ลดเป็นระดั่งการควบคุมสามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1.1 การควบคุมแสงขณะให้งาน พื้นที่สีแดงเป็นพลังงานที่ประหยัดได้จะเห็นว่าวิธีนี้ ควบคุมแสงตลอดช่วงการใช้งาน

1.2 การควบคุมเฉพาะช่วงเวลา (ก่อน/หลัง เวลาทำงาน ช่วงพักกลางวัน) พื้นที่สีแดงเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ เลข 1 หมายถึงช่วงเวลากลางคืน เลข 2 ก่อน เวลาทำงานซึ่งเริ่มมีผู้คนมาถึงทำงาน เลข 3 ช่วงเวลาทำงาน (ไม่มีการควบคุม แสง) เลข 4 ช่วงพักเที่ยง เลข 5 ช่วงทำความสะอาด

### 2. การควบคุมความสว่างจากส่วนชดเชย Light Loss Factor : LLF (LLF Compensation)

โดยทั่วไปหลอดไฟใหม่จะมีความสว่างสูงเกินความจำเป็น เพื่อชดเชยแสงที่ลดลง เนื่องจากการเสื่อมเมื่อใช้ไปนาน ๆ ดังนั้นจากคุณสมบัติดังกล่าวเราสามารถประหยัดพลังงาน โดยหรี่แสงให้มีความสว่างในระดับที่พอเหมาะในช่วงเริ่มต้นใช้งาน พื้นที่สีส้มเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ โดยพลังงานที่ประหยัดได้จะลดลงเมื่ออายุการใช้งานหลอดนานขึ้น ในกรณีนี้ สามารถประหยัด

### 3. การใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อเปิด/ปิดแสงสว่าง (Room Utilization)

เทคนิคนี้ช่วยประหยัดพลังงานโดยการใช้แสงสว่างเมื่อจำเป็นเท่านั้นโดยตัวจับการ เคลื่อนไหวชนิดอัลตราโซนิก หรือชนิดพาสซีฟอินฟราเรด ดังรูปที่ 2.1 และ 2.2 จะส่ง สัญญาณให้ตัวควบคุมไปสั่งให้เปิดไฟโดยอัตโนมัติ เมื่อมีการเคลื่อนไหวในบริเวณตรวจนับ การเคลื่อนไหว และถ้าตรวจจับได้ว่าไม่มีการเคลื่อนไหว แสงสว่างภายในบริเวณนั้นก็ดับ ช่วงกล่าวของการตรวจจับ การเคลื่อนไหวขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน เช่นตรวจจับบริเวณที่ นั่งทำงาน ช่วงกว้าง ของการตรวจจับจึงไม่กว้างนัก ดังแดง มีช่วงกว้างมากกว่าเนื่องจาก ต้องการตรวจจับการทำงานที่มีลักษณะเดินไปปรไม่นั่งทำงานอยู่กับที่โต๊ะทำงาน ส่วนกราฟ มีช่วงตรวจจับในแนวยาวเนื่องจากประยุกต์ใช้กับบริเวณทางเดิน (ซึ่งเป็นบริเวณแคบแต่ยาว)

เทคนิคนี้เหมาะสมกับบริเวณที่ไม่ค่อยมีคนใช้งานหรือใช้งานเป็นช่วงเวลา เช่น ห้อง ประชุม ห้องบริหาร และห้องเรียน บริเวณพื้นที่สีเหลืองเป็นส่วนที่ประหยัดได้เนื่องจากไม่มี คนอยู่ในบริเวณตรวจจับเครื่องไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. การใช้แสงธรรมชาติ (Daylight Utilization)

หน้าต่างบริเวณรอบอาคาร (Perimeter zone) และ Skylight บริเวณภายในอาคาร (Interior Zone) ถูกออกแบบมาเพื่อให้แสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคาร เพื่อลดความต้องการแสงสว่างจากหลอดไฟในช่วงกลางวัน

หลักการทำงานคือ Photo Sensor จะตรวจวัดระดับแสงในบริเวณใช้งาน มีแสงธรรมชาติมาก ชุดควบคุมก็จะส่งสัญญาณควบคุมไฟหรือแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ลดลงจนกระทั่งได้ความสว่างที่กำหนดไว้ซึ่งการควบคุมต้องใช้ควบคู่กับบอลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ พลังงานที่จะประหยัดได้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งทิศทางอาคาร พื้นที่หน้า ต่าง ชนิดกระจก และระยะห่างของพื้นที่ทำงานจากหน้าต่าง ในการออกแบบยังต้องพิจารณาถึงความร้อนที่ผ่านเข้ามาด้วย ซึ่งถ้าแสงธรรมชาติมากเกินไปจะทำให้ความร้อนมากจะมีผลทำให้ระบบปรับอากาศทำงานมากขึ้น ดังนั้นจึงต้องออกแบบให้สมดุล กราฟที่ 5 แสดงตัวอย่างการประหยัดพลังงานเนื่องจากการใช้แสงธรรมชาติ

การประยุกต์ระบบควบคุมแสงสว่างทั้งหมด

เทคนิคทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วนั้น ถ้านำมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน จะช่วยประหยัดพลังงานมากขึ้นอีก เช่น บริเวณรอบอาคาร (Perimeter zone) เราสามารถประยุกต์ใช้เทคนิคการการตรวจจับการเคลื่อนไหวควบคู่ไปกับเทคนิคการควบคุมโดยใช้แสงจากธรรมชาติ ส่วนบริเวณภายในอาคาร (Interior Zone) เราอาจจะใช้เทคนิคการลดความสว่างที่เกินความจำเป็นร่วมกับเทคนิคการควบคุมความสว่างจากส่วนชดเชย LLF และเทคนิคการตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อเปิด/ปิดไฟฟ้าแสงสว่าง

#### สรุป

เราสามารถประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่างได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดถ้ามีการประยุกต์ใช้เทคนิคที่หลากหลายเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสม การควบคุมระบบแสงสว่างให้เหมาะสมนอกจากจะช่วยประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่างโดยตรงแล้ว ยังช่วยลดความร้อนที่มีผลต่อภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศอีกด้วย

## บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง

### ชนิดของบัลลาสต์

บัลลาสต์เป็นชื่อที่ใช้เรียกอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ควบคุมแหล่งจ่ายพลังงานให้แก่หลอดไฟฟ้า ในยุคเริ่มแรกที่ผลิตบัลลาสต์มาใช้ “บัลลาสต์” หมายถึงตัวเหนี่ยวนำที่สะสมพลังงาน ซึ่งเรามักเรียกว่า บัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็ก ในรุ่นใหม่ที่ทำทันสมัยมากขึ้น บัลลาสต์ถูกนำมาใช้เป็นวงจรขับเคลื่อนที่สมบูรณ์ แบบทั้งชุดเรามักเรียกว่า บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถอธิบายหลักการทำงานของบัลลาสต์ทั้ง 2 ชนิดได้ดังนี้

#### 1. บัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็ก

บัลลาสต์ชนิดนี้เป็นบัลลาสต์ทำหน้าที่เป็นตัวเหนี่ยวนำซึ่งเป็นส่วนหน้าของวงจรสตาร์ท สำหรับหลอดไฟฟ้า เมื่อเริ่มป้อนไฟฟ้าให้กับวงจร ตัวสวิตช์ไปเมทัลในสตาร์ทเตอร์จะอยู่ในตำแหน่งปิด เมื่อกระแสไหลผ่านไส้หลอดโดยผ่านทางสวิตช์ไบเมทัล ซึ่งจะทำให้ไส้หลอดปล่อยไอออนเข้าสู่หลอด

ในที่สุดเมื่อสวิตช์ไบเมทัลร้อนมากขึ้นและเปิดวงจรตัวเหนี่ยวนำก็จะพยายามที่จะรักษาระดับของกระแสไฟฟ้าที่ไหลและกำเนิดแรงดันสูงตกคร่อมหลอด และผลจากการที่มีไอออนออกมาอย่างต่อเนื่องหลอดก็จะสไตรค์

ทันทีที่เกิดการดีสชาร์จ์ขึ้นแรงดันตกคร่อมหลอดก็จะลดต่ำกว่าค่าแรงดันต้นทาง ค่าความแตกต่างระหว่างแรงดันตกคร่อมหลอดกับแรงดันต้นทางก็คือ แรงดันที่ตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำ ดังนั้นตัวเหนี่ยวนำในขณะนี้จะทำหน้าที่ควบคุมปริมาณกระแสที่ไหลในวงจร ในทางทฤษฎีเราจะคิดว่า มีค่าความสูญเสียพลังงานต่ำมาก

เนื่องจากโหลดที่ต่ออยู่กับแหล่งจ่ายไฟฟ้าในขณะนี้มีสถานะเป็นตัวเหนี่ยวนำ ดังนั้นจึงทำให้ค่าตัวประกอบกำลังต่ำมากจึงจำเป็นต้องใช้ตัวเก็บประจุในการแก้ค่าตัวประกอบกำลัง

ในขณะที่หลอดกระแสที่ไหลผ่านหลอดจะมีรูปทรงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักที่ความถี่ของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า แต่เมื่อต่อตัวเก็บประจุดังกล่าวเข้าไปแล้วรูปคลื่นสัญญาณกระแสจะถูกปรับให้ลดลง(% THD 25 %)

บัลลาสต์ชนิดนี้เป็นที่นิยมกันแพร่หลาย มีทั้งแบบที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอด Gas Discharge ตามธรรมชาติของขดลวดที่พันรอบแกนเหล็ก เมื่อผ่านกระแสไฟ แกนเหล็กจะเกิดการอิ่มตัวทำให้มีกำลังสูญเสียขึ้น เรียกว่า Ballast Losses

บัลลาสต์ ชนิดขดลวดสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ส่วนใหญ่ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเป็นแบบ Induction ค่า Power Factor ของบัลลาสต์ชนิดนี้มีค่าประมาณ 0.5

## 2. บัลลาสต์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์

บัลลาสต์ชนิดนี้จะมีชุดขับเคลื่อนอิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลอด เรียกว่า บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง วงจรสมบูรณแบบที่สร้างสภาวะการสตาร์ท และการทำงานที่เหมาะสมให้กับหลอด บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์นี้สามารถขับเคลื่อนหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ตั้งแต่ 1-4 หลอด รูปบล็อกไดอะแกรมของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ โดยพื้นฐานสำหรับ 2 หลอด

สัญญาณกระแสไฟฟ้า AC จากแหล่งจ่ายจะถูกแยงกระแส และกรองเพื่อที่จะเปลี่ยนเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า DC สำหรับวงจรสวิชอิเล็กทรอนิกส์ตัวกำเนิดความถี่จะผลิตสัญญาณความถี่สูง ซึ่งจะขับเคลื่อนตัวทรานซิสเตอร์ไวงานให้ทำงานสลับกัน โดยมีตัวเหนี่ยวนำแกนเฟอร์ไรท์ทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้า และตัวเก็บประจุรอมหลอดทำหน้าที่กำหนดความถี่และการสตาร์ท อย่างไรก็ตามตัวอย่างในรูปที่ 5 ก็เป็นเพียงหนึ่งในหลาย ๆ วงจร ซึ่งบางวงจรอาจจะใช้หม้อแปลงแรงดันด้านขาออกเป็นตัวควบคุมการสตาร์ท และการทำงานบางวงจรอาจจะไปได้กับหลอดเดี่ยว 3 หลอดหรือ 4 หลอด อย่างไรก็ตาม มาตรฐาน IEC 929 แนะนำให้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ควรมีความถี่ไม่ต่ำกว่า 25 kHz เพื่อป้องกันการรบกวนของความถี่เสียง และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์โดยทั่วไป แล้วจะมีค่าตัวประกอบกำลังต่ำจึงต้องใช้อุปกรณ์ปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังอุปกรณ์ปรับปรุงตัวประกอบกำลังจะถูกต่อระหว่างแหล่งจ่ายไฟและอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ อุปกรณ์ปรับปรุงตัวประกอบกำลังถูกออกแบบให้อยู่ในรูปขดลวดเหนี่ยวนำหรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้ ในขณะที่อุปกรณ์ปรับปรุงตัวประกอบชนิดวงจรอิเล็กทรอนิกส์มักจะประกอบเข้าเป็นส่วนหนึ่งของบัลลาสต์ อุปกรณ์ปรับปรุงตัวประกอบกำลังชนิดขดลวดเหนี่ยวนำมักจะถูกแยกออกจากตัวบัลลาสต์ ส่วนอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์สำหรับหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ปรับปรุงตัวประกอบกำลัง ข้อดีของบัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง

### 1. บัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง (Low Loss Ballast)

เป็นบัลลาสต์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เส้นลวดคุณภาพดีขึ้น มีความต้านทานของขดลวดน้อยลง ทำให้กำลังสูญเสีย I R ลดลงใช้แกนเหล็กคุณภาพดีขึ้น มีความต้านทานของขดลวดน้อยลง ทำให้กำลังสูญเสียเนื่องจากการอิ่มตัวของแกนเหล็กน้อยลง

### 2. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์(Electronic Ballast)

เมื่อใช้กับหลอด 18-36 W กำลังสูญเสียลดลงเหลือ 3.5 – 4.0 W

ในที่นี้จะอธิบายเฉพาะบัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ข้อดีมีดังต่อไปนี้

1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ ถ้าใช้งานที่ความถี่สูงขึ้นก็จะได้แสงมากขึ้น จึงมีการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยทำงานที่ความถี่สูงประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25 kHz ให้ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา ผลก็คือถ้าต้องการแสงเท่า ๆ กัน ตัวหลอดจะกินไฟน้อยลงจากเดิม 36 W เหลือเพียง 32W และตัวบัลลาสต์ก็กินไฟน้อยลงจากเดิม 8-12 W เมื่อใช้บัลลาสต์ธรรมดาเหลือเพียง 3.5-4.0 W ดังนั้นต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด เมื่อใช้ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะกินไฟรวมทั้งวงจร ปัจจุบันมีผู้ผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีค่าความส่องสว่างสูงกว่าปกติเพราะใช้สารเคลือบหลอดและก๊าซภายในหลอดต่างชนิดกัน เมื่อนำหลอดดังกล่าวมาใช้ร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ก็จะช่วยประหยัดพลังงานต่อหน่วยพื้นที่ได้มากยิ่งขึ้น

- 2 อายุของหลอดฟลูออเรสเซนต์ เมื่อใช้กับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะยาวขึ้น
- 3 ในแง่ของการคงค่าความสว่าง เมื่อใช้กับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะคงค่าความสว่างได้ดีกว่าบัลลาสต์ธรรมดา
- 4 หลอดมีการจุดติดแบบ Instant Start โดยไม่ต้องใช้ Starter ทำให้ช่วยในการประหยัดพลังงาน
- 5 ไม่ต้องมีการปรับปรุงค่า Power Factor กล่าวคือ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ทั่วไปจะมีค่า Power Factor มากกว่า 0.96
- 6 ไม่เกิดปรากฏการณ์ Stroboscopic
- 7 สามารถใช้กับงานที่จะต้องมีการปรับระดับแสงไฟ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้ควบคู่กับการใช้ธรรมชาติ
- 8 อุณหภูมิของตัวบัลลาสต์ต่ำกว่าขดลวด เนื่องจากเกิดกำลังสูญเสียที่น้อยกว่า
- 9 ไม่มีเสียงรบกวน hum
- 10 น้ำหนักเบา

ในทางปฏิบัติบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็กยังได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายอยู่ ถึงแม้ว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์กำลังเริ่มเป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้นแล้วก็ตาม โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีการควบคุมค่ากำลังไฟฟ้าติดตั้งของอุปกรณ์แสงสว่างกันอย่างจริงจัง การเลือกซื้อบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความสำคัญ ถึงแม้ว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะมีราคาค่อนข้างสูง แต่การนำบัลลาสต์นั้นมาใช้ จึงไม่ควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายเพียงอย่างเดียว ควรคิดว่า บัลลาสต์ชนิดนี้มีอายุการใช้งาน และผลดีด้านอื่น ๆ ที่ประกอบกันคือต้นทุนที่สูงกว่าของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะถูกชดเชยในเรื่องค่าไฟฟ้าที่ลดลงและระบบแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพในระยะยาว

## อุปกรณ์สำนักงาน

ปัจจุบันมีอุปกรณ์สำนักงาน หลายประเภทที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการทำงานต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ผล เครื่องถ่ายเอกสาร และเครื่องโทรสาร เป็นต้น

การทำงานของอุปกรณ์สำนักงานเหล่านี้ เมื่อมีการใช้งานจะมีช่วงเวลาในการอุ่นเครื่องหรือบางครั้งจะอยู่ในสภาวะรอทำงาน ซึ่งล้วนแต่เป็นช่วงที่สูญเสียพลังงาน โดยไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ช่วยที่อุปกรณ์เหล่านี้ถูกเปิดใช้งาน จะมีการระบายความร้อนออกสู่ภายนอก ทำให้อุณหภูมิในห้องเพิ่มขึ้น หรือเป็นผลให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักสิ้นเปลืองไฟฟ้ามากขึ้นด้วย

### ชนิดและประเภทของ อุปกรณ์สำนักงาน

#### คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดพิมพ์ข้อมูล การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล ในเวลารวดเร็ว ถูกต้องและแม่นยำ และยังเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการค้นคว้าหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารกับแหล่งข้อมูลทั่วทุกมุมโลก เราสามารถแบ่งคอมพิวเตอร์ ออกเป็น 2 ส่วนคือ ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ และ จอภาพ

การใช้พลังงานของคอมพิวเตอร์ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาด และความละเอียดการแสดงผลของจอภาพเป็นสำคัญ กล่าวคือ

- คอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ (Desktop) ที่มีจอภาพ 14 นิ้ว ซึ่งใช้กันมากในสำนักงานทั่วไปจะใช้กำลังไฟฟ้า 100 วัตต์ ส่วนคอมพิวเตอร์ชนิดกระเป๋าคือจะใช้กำลังไฟฟ้า 20 วัตต์
- จอภาพสี (Colour) ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าจอภาพขาวดำ (Monochrome)
- จอภาพที่มีขนาดใหญ่ ใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าจอภาพที่มีขนาดเล็กกว่า เช่น จอภาพขนาด 17 นิ้ว ใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าจอภาพขนาด 14 นิ้ว
- จอภาพที่มีความละเอียดในการแสดงผลสูง ใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าจอภาพที่มีความละเอียดในการแสดงผลต่ำกว่า เช่น จอภาพ Super Video Graphics Array (SVGA) ใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าจอภาพ Video Graphics Array

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิด	กำลังไฟฟ้าขณะที่ใช้งาน (วัตต์)
คอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ จอภาพสี SVGA 17 นิ้ว	120
คอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ จอภาพสี SVGA 14 นิ้ว	100
คอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ จอภาพสี VGA 14 นิ้ว	85
คอมพิวเตอร์ชนิดกระเป๋าทัน	20

### การเลือกซื้ออย่างถูกต้อง

- ควรคำนึงถึงการประหยัดพลังงานทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงเร็วมาก หรือเกิดการล้าสมัยเร็ว ดังนั้นจึงควรพิจารณาคุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ให้ใช้งานตรงตามลักษณะที่ต้องการ
- ซื้อคอมพิวเตอร์ที่มีระบบการประหยัดพลังงาน (Energy Management) เช่น คอมพิวเตอร์ที่มีสัญลักษณ์ Energy star คอมพิวเตอร์ชนิดนี้จะใช้กำลังไฟเท่ากับเครื่องทั่วไปในขณะที่ใช้งาน (Active) แต่จะใช้กำลังไฟฟ้าลดลงร้อยละ 55 ในขณะที่รอกทำงาน หรือเมื่อไม่ได้ใช้งานในระยะเวลาที่กำหนด (Idle)

	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ขณะรอกการทำงาน	คอมพิวเตอร์	คอมพิวเตอร์
		Energy Star	ทั่วไป
จอภาพ	ไม่เกิน 15 วัตต์		60 วัตต์
ตัวเครื่อง	ไม่เกิน 30 วัตต์		40 วัตต์
รวม	ไม่เกิน 45 วัตต์		100 วัตต์

- ถ้าตัวเครื่องคอมพิวเตอร์กับจอภาพคอมพิวเตอร์ไม่ได้มาจากผู้ผลิตรายเดียวกัน ควรตรวจสอบว่าตัวเครื่องคอมพิวเตอร์มีระบบประหยัดพลังงานหรือไม่ และถ้ามีก็ควรตรวจสอบว่าสามารถทำงานกับจอภาพ Energy Star ได้หรือไม่เพราะจอภาพ Energy Star โดยทั่วไปจะประหยัดพลังงานได้ต่อเมื่อได้รับการสั่งงานจากตัวเครื่องคอมพิวเตอร์
- ถ้าต้องใช้คอมพิวเตอร์ทั้งที่ทำงานและนอกสถานที่ ควรเลือกซื้อแบบกระเป๋าทัน (Notebook) เพราะนอกจากจะช่วยประหยัดพลังงานแล้ว ยังประหยัดพื้นที่โต๊ะทำงานไม่มีเสียงรบกวนจากพัดลมระบายอากาศที่มักติดตั้งในตัวเครื่องเหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ ไม่ต้องเสียค่าติดตั้งในการติดตั้งแหล่งจ่ายไฟสำรองเนื่องจากคอมพิวเตอร์ชนิดกระเป๋าทันมีแบตเตอรี่ (Battery) ในตัวซึ่งสามารถบรรจุไฟใหม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ควรซื้อจอภาพที่ขนาดไม่ใหญ่จนเกินไป เช่นจอภาพ 14 นิ้ว ใช้พลังงานน้อยกว่าจอภาพขนาด 17 นิ้ว ถึงร้อยละ 25

### การใช้อย่างฉลาด

- ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ควรตรวจสอบดูว่า ระบบประหยัดพลังงานในคอมพิวเตอร์ถูกสั่งให้ทำงานแล้วหรือไม่ ถึงแม้ว่าระบบประหยัดพลังงานมักจะถูกตั้งให้ทำงานจากผู้ผลิตแล้วก็ตาม แต่ มีบางรุ่นที่ระบบประหยัดพลังงานไม่ได้ถูกตั้งให้ทำงาน ดังนั้นผู้ใช้จึงควรตรวจสอบหรือสั่งให้ระบบนี้ทำงาน

วิธีการสั่งให้ระบบประหยัดพลังงานทำงานบนโปรแกรม Windows 98

ขั้นที่ 1 ดับเบิลคลิกที่ สัญลักษณ์ หรือไอคอน (Icon) Control panel

ขั้นที่ 2 ดับเบิลคลิกที่ สัญลักษณ์ หรือไอคอน (Icon) Display

ขั้นที่ 3 คลิกที่คลิกที่ แท็บ (Tab) Screen Saver และคลิกที่ปุ่ม setting ในกรอบ

Energy Saving Features of Monitor

ขั้นที่ 4 คลิกที่ปุ่ม OK เมื่อเลือกเวลาหน่วงที่ต้องการตั้งแล้ว

ลักษณะของหน้าจอก่อนที่จะเข้าไปตั้งระบบประหยัดพลังงานของจอภาพ Energy Star บน โปรแกรม Window 98

ผู้ใช้งานสามารถตั้ง “เวลาหน่วง” ได้ตามต้องการ เช่น เวลาหน่วง 15 นาทีสำหรับจอภาพ และ 30 นาที สำหรับตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้นถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ได้ใช้งานเป็นเวลา 15 นาทีอย่างต่อเนื่อง จอภาพจะเข้าสู่ระบบประหยัดพลังงาน โดยสังเกตจากจอภาพจะว่างเปล่า และถ้าไม่ได้ใช้งานเป็นเวลา 30 นาที อย่างต่อเนื่อง ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์จะเข้าสู่ระบบประหยัดพลังงาน ลดกำลังไฟฟ้าร้อยละ 55 สังเกตจากจะมีเสียงบี๊บ ๆ และถ้ามีการใช้งานอีกครั้ง เช่น เลื่อนเมาส์ หรือ กด คีย์บอร์ด ระบบต่าง ๆ ก็จะทำงานอีกครั้ง ภาพที่อยู่บนจอภาพก่อนเข้าสู่ระบบประหยัดพลังงาน จะปรากฏขึ้นอีกครั้งภายในไม่กี่วินาที

ข้อควรจำ Screen Saver ไม่ได้ช่วยประหยัดพลังงาน แต่มีไว้เพื่อรักษาคุณภาพ โดยจะเป็นภาพสีสดในเต็มจอภาพ หรือเป็นภาพที่มีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา จึงทำให้สารเรืองแสงทุกจุดของจอภาพมีการเปลี่ยนสีตลอดเวลาและให้สีที่สม่ำเสมอ ไม่มีการผิตเพี้ยน ดังนั้นควรตั้งเวลาการทำงานของ ไม่ให้นานเกินไป หรือตั้งเวลาให้เป็นไปตามเวลาหน่วงที่เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องนั้นกำหนด

- ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์หลังเลิกงาน
- ปิดจอภาพในเวลาพักเที่ยง หรือขณะที่ไม่ใช้งานเกินกว่า 15 นาที ซึ่งจะไม่มีผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับในกรณีนี้สามารถตั้งเวลาให้คอมพิวเตอร์ปิดจอภาพหรือฮาร์ดดิสก์ เองอัตโนมัติ ซึ่งจะ  
เป็นประโยชน์ในการช่วยประหยัดพลังงาน หากเปิดเครื่องทิ้งไว้หรือละจากคอมพิวเตอร์ไปทำงาน  
อื่นเป็นระยะเวลาสั้น

### เครื่องพิมพ์ผล

“เครื่องพิมพ์ผล” เป็นอุปกรณ์ต่อพ่วงกับคอมพิวเตอร์ เพื่อการแสดงผลที่ได้บันทึกลงใน  
คอมพิวเตอร์

เครื่องพิมพ์ผลจะใช้พลังงานมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและความเร็วในการพิมพ์เป็นสำคัญ  
กล่าวคือ

- เครื่องพิมพ์ผลชนิดต่าง ๆ มีการใช้กำลังไฟฟ้าต่างกัน กล่าวคือ
  - เครื่องพิมพ์ผลชนิดเลเซอร์ มีความเร็วในการพิมพ์สูง คุณภาพเยี่ยมเงียบ และใช้  
พลังงานสูง กำลังไฟฟ้าขณะรอทำงาน 60 – 70 วัตต์
  - เครื่องพิมพ์ผลชนิดพ่นหมึก คุณภาพในการพิมพ์ดีแต่ด้อยกว่าเครื่องพิมพ์ผล  
เลเซอร์ สามารถพิมพ์เป็นสีได้ ใช้กำลังไฟฟ้าขณะรอทำงาน 3 – 5 วัตต์
  - เครื่องพิมพ์ชนิดเข็ม คุณภาพในการพิมพ์ต่ำ ในขณะที่พิมพ์มีเสียงดังใช้กำลังไฟฟ้า  
ขณะรอทำงาน 7 – 15 วัตต์
- ความเร็วของเครื่องมีผลต่อการใช้พลังงาน เครื่องพิมพ์ผลที่มีความเร็วในการพิมพ์  
สูงจะใช้พลังงานขณะรอทำงานมากกว่า เช่น ชนิดเลเซอร์มีเร็ว 12 หน้าต่อ นาที ใช้  
กำลังไฟฟ้าขณะรอทำงาน 70 วัตต์ ส่วนชนิดเลเซอร์ที่มีความเร็ว 8 หน้าต่อนาที ใช้  
กำลังไฟฟ้าขณะรอทำงาน 60 วัตต์

### การเลือกซื้ออย่างถูกต้อง

- ถ้าเลือกซื้อเครื่องชนิดเลเซอร์ ควรเลือกซื้อเครื่องที่มีระบบประหยัดพลังงาน หรือ  
เครื่องที่มีสัญลักษณ์ Energy Star ซึ่งกำลังไฟฟ้าขณะรอทำงานจะลดลงเหลือ 15-  
45 วัตต์ หลังจากไม่ได้ใช้งาน 15-60 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วของเครื่อง  
ระบบประหยัดพลังงานมักจะถูกตั้งให้ทำงานโดยอัตโนมัติจากผู้ผลิตแล้ว
- เลือกซื้อเครื่องที่มีความเร็วเหมาะสมกับงานที่ใช้ เช่น สำนักงานขนาดเล็ก มีผู้ใช้ไม่  
มาก ปริมาณงานพิมพ์น้อย ก็ควรเลือกใช้เครื่องที่มีความเร็วต่ำ (1-7 หน้าต่อนาที)  
ใช้กำลังไฟฟ้า 15 วัตต์ขณะรอทำงาน ส่วนสำนักงานขนาดใหญ่ที่มีผู้ใช้หลายคน มี  
งานพิมพ์มาก ควรเลือกใช้เครื่องความเร็วสูง (8 หน้าต่อนาทีขึ้นไป) ใช้กำลังไฟฟ้า  
30-45 วัตต์ขณะรอทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องชนิดพ่นหมึกจะใช้กำลังไฟฟ้าขณะรอทำงานต่ำ ให้คุณภาพงานดี
- ใช้เครื่องระบบเครือข่าย (Network Printer) ติดตั้งใช้งานสำหรับผู้ใช้งานหลายคน เพื่อลดกำลังไฟฟ้าขณะรอทำงานโดยรวมแทนการใช้หลายเครื่องเพราะเครื่องพิมพ์ผล มักจะถูกเปิดทิ้งไว้โดยไม่ใช้งาน

### การใช้อย่างฉลาด

- ปิดเครื่องพิมพ์ผลเมื่อไม่ใช้งาน
- ควรตรวจทานข้อความบนจอภาพโดยใช้คำสั่ง Print Preview ก่อนพิมพ์
- ใช้กระดาษใช้แล้ว 1 หน้า สำหรับพิมพ์เอกสารที่ไม่สำคัญ หรือเพื่อต้องการตรวจทานความถูกต้องของข้อความ และเลือกชนิดการพิมพ์ ประหยัด เพื่อเป็นการประหยัดหมึกพิมพ์
- ใช้ Electronic Mail โดยไม่จำเป็นต้องพิมพ์ออกมาเป็นเอกสาร

### โทรศัพท์ (Telephone)

ถึงแม้ว่า “โทรศัพท์” เป็นอุปกรณ์สำนักงานที่แทบจะไม่มีการใช้พลังงานโดยตรง แต่การใช้โทรศัพท์อย่างเหมาะสม จะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้พลังงานทางอ้อมได้มาก

- ใช้โทรศัพท์ในการสื่อสารแทนการเดินทาง เพื่อลดการใช้น้ำมัน ด้วยการโทรศัพท์นัดให้แน่นอนก่อนเดินทาง เพื่อหลีกเลี่ยงการเดินทางที่ไปถึงที่นัดหมายแล้วไม่พบผู้ติดต่อ
- เตรียมข้อมูลในการสนทนาให้พร้อมเพื่อลดเวลาในการใช้โทรศัพท์
- หากใช้โทรศัพท์แบบบันทึกหน่วยความจำ (Memory Program) ซึ่งโทรศัพท์ประเภทนี้ต้องใช้ถ่านไฟฉายในการเก็บข้อมูล ควรเลือกใช้ถ่านไฟฉายชนิดที่สามารถบรรจุไฟได้ใหม่ (Rechargeable Battery) ซึ่งถ่านไฟฉายชนิดนี้ เมื่อหมดอายุหรือมีกำลังอ่อนลงแล้ว สามารถนำไปใส่เครื่องบรรจุถ่านไฟฉายแล้วใช้ไฟฟ้าในกาบรรจุให้ถ่านไฟฉายใช้ได้อีกหลายๆ ครั้ง เพื่อลดปริมาณในการใช้ถ่านไฟฉายชนิดที่ใช้หมดแล้วทิ้งซึ่งเป็นขยะอันตราย
- หากโทรศัพท์ทางไกลควรใช้ระบบ Y-Tel (กด 1234 ก่อนแล้วตามด้วยรหัสพื้นที่ และหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อ) ซึ่งอัตราค่าบริการจะถูกกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### เครื่องโทรสาร (Facsimile Machine)

“เครื่องโทรสาร” เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลจากที่สถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่ง การใช้พลังงานขึ้นอยู่กับชนิดของโทรสารนั้น ๆ กล่าวคือ

เครื่องโทรสารชนิดเลเซอร์ ใช้กระดาษธรรมดา (Plain Paper) ซึ่งได้รับความนิยมมากขึ้น ใช้กำลังไฟฟ้าสูงขณะรอทำงาน 60 - 70 วัตต์

เครื่องโทรสารชนิดพ่นหมึก ใช้กระดาษธรรมดา

เครื่องโทรสารชนิดที่ใช้กระดาษไวต่อความร้อน (Thermal Paper) ใช้กำลังไฟฟ้าขณะรอทำงาน 10 - 20 วัตต์

### การเลือกซื้ออย่างถูกต้อง

- เนื่องจากเครื่องโทรสารมักจะถูกเปิดทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงต่อวัน จึงควรเลือกซื้อชนิดเลเซอร์ Energy Star ซึ่งมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับเครื่องพิมพ์ผลเลเซอร์ Energy Star หากต้องการพิมพ์ความเร็วสูง และคุณภาพงานพิมพ์ที่ดี
- เลือกซื้อชนิดพ่นหมึกซึ่งใช้กระดาษธรรมดาแทนชนิดที่ใช้กระดาษไวต่อความร้อน ซึ่งโดยมากจะมีลักษณะคล้ายม้วนกระดาษ เพราะข้อมูลบนกระดาษไวต่อความร้อนจะจางหายไปเมื่อทิ้งไว้สักระยะหนึ่งทำให้ต้องนำเอกสารที่ได้ไปถ่ายสำเนาเก็บไว้ จึงเป็นการสิ้นเปลืองกระดาษและพลังงานที่ใช้ในการถ่ายเอกสาร ควรจะเลือกซื้อให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานประจำ

### การใช้อย่างฉลาด

- ถ้าเป็นเครื่องโทรสารชนิดเลเซอร์และชนิดพ่นหมึก ควรนำกระดาษใช้แล้ว 1 หน้า (Reused Paper) มาใช้กับเครื่องเพื่อลดปริมาณการใช้กระดาษ
- ใช้ Electronic Mail (E-Mail) ซึ่งสามารถส่งข้อมูลในรูป File ทั้งชนิดเวิร์ดโปรเซสซิ่ง (Word Processing) สเปดชีต (Spread sheet) และรูปภาพ (Graphic) เป็นต้น แทนการพิมพ์ออกมาเป็นเอกสาร

### เครื่องถ่ายเอกสาร (Copying Machine)

“เครื่องถ่ายเอกสาร” เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำสำเนาเอกสาร และจำเป็นสำหรับสำนักงาน ส่วนใหญ่มีราคาสูงดังนั้นการเลือกใช้ อุปกรณ์ชนิดนี้ที่ 2 วิธีคือ วิธีเช่า และวิธีซื้อขาด นอกจากนี้เครื่องถ่ายเอกสารมักจะเสื่อมสภาพเร็ว ถ้าสมัยเร็ว และมีรุ่นใหม่ๆ ที่ทันสมัยออกสู่ตลาดอยู่เสมอ ดังนั้นผู้ใช้ประเภทเช่าเครื่องจึงสามารถเปลี่ยนเครื่องที่ทันสมัยกว่ามาใช้หลังจากหมดสัญญาได้ และผู้ใช้สบายใจได้ว่าเครื่องถ่ายเอกสารจะได้รับการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอจากผู้เช่า เนื่องจากผู้เช่ายังเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องถ่ายเอกสารเป็นอุปกรณ์สำนักงานพลังงานสำนักงานที่ใช้พลังงานสูงที่สุดในบรรดาอุปกรณ์สำนักงานที่กล่าวมาแล้ว การใช้พลังงานของเครื่องถ่ายเอกสาร ขึ้นอยู่กับความเร็วของเครื่องถ่ายเอกสาร ปริมาณงาน และจำนวนเอกสารต่องาน กำลังไฟฟ้าของเครื่องถ่ายเอกสารโดยทั่วไปขณะรอทำงานประมาณ 150 – 200 วัตต์

### การเลือกซื้ออย่างถูกต้อง

- เลือกซื้อหรือเช่าเครื่องถ่ายเอกสารที่มีระบบถ่ายได้ 2 หน้า (ถ่ายได้ด้านหน้าและด้านหลัง)
- เลือกซื้อหรือเช่าเครื่องถ่ายเอกสารที่มีระบบประหยัดพลังงานหรือเครื่องถ่ายเอกสาร Energy Star จะประหยัดในขณะรอทำงาน

ขนาดเล็ก (1- 20 หน้าต่อนาที)	เครื่องถ่ายเอกสาร	กำลังไฟฟ้าขณะรอทำงาน (วัตต์)	ถ้าไม่ได้ใช้งาน	ถ้าไม่ได้ใช้งาน
	ขนาดกลาง (21 – 44 หน้าต่อนาที)		เป็นเวลา 15 นาที	เป็นเวลา 120 นาที
ขนาดใหญ่ (มากกว่า 44 หน้าต่อนาที)		ไม่มีกำหนด		10 วัตต์
การใช้อย่างฉลาด				15 วัตต์ ขึ้นไป

- สั่งระบบประหยัดพลังงานให้ทำงาน ควรตั้งเวลาหน่วง 30 นาที ก่อนเข้าสู่ระบบประหยัดพลังงาน ทั้งนี้เครื่องถ่ายเอกสารต้องใช้เวลาในการอุ่นเครื่อง 1 – 2 นาที ก่อนจะกลับสู่สภาวะงานใช้งานอีกครั้ง ซึ่งถ้าตั้งเวลาหน่วงน้อยไปเมื่อจะใช้เครื่องอีก ต้องเสียเวลาอุ่นเครื่องบ่อย อาจจะทำให้ผู้ใช้รู้สึกรำคาญในการรอถ่ายเอกสาร
- ปิดเครื่องถ่ายเอกสารหลังเลิกงาน และถอดปลั๊กด้วย เนื่องจากถ้ายังเสียบอยู่เครื่องถ่ายเอกสารจะใช้กำลังไฟฟ้าในการอุ่นเครื่องถึง 10 – 15 วัตต์
- ใช้ระบบถ่ายได้ 2 หน้า จะช่วยลดการใช้กระดาษ (ถ่ายได้ด้านหน้าและด้านหลัง)
- ใช้กระดาษที่ใช้แล้ว 1 หน้า (Reused Paper) โดยเป็นกระดาษที่ยังอยู่ในสภาพใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การติดตั้งและบำรุงรักษาให้เหมาะสม

- ควรติดตั้งอุปกรณ์สำนักงานในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก เพื่อกระจายความร้อน ปล່อยออกมา และยังช่วยลดอันตรายต่อสุขภาพของผู้ใช้จากไอระเหยของหมึกที่ใช้ในการถ่ายเอกสาร การพิมพ์ เป็นต้น
- ไม่ควรติดตั้งอุปกรณ์สำนักงานไว้ชิดตู้เอกสาร ชั้นวางของ หรือชิดผนังกำแพงเกินไป ทำให้ระบายความได้ไม่ดี อายุการใช้งานจะสั้น
- ควรติดตั้งอุปกรณ์สำนักงานในบริเวณที่สะดวกต่อการเปิดปิดสวิตซ์และการถอดปลั๊ก เพื่อหลีกเลี่ยงการลัดวงจรหรือลัดปลั๊กหลังเลิกงาน
- เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้มีสนามแม่เหล็ก จึงมีฝุ่นละอองจับส่วนต่างๆ ของอุปกรณ์ได้ง่าย ซึ่งเป็นผลให้อายุการใช้งานสั้น ผู้ใช้อุปกรณ์จึงควรหมั่นปิดฝุ่นละอองบริเวณภายนอกและภายในอุปกรณ์สำนักงานสม่ำเสมอ
- หมั่นทำความสะอาดหัวพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ผลเครื่องโทรสาร เครื่องถ่ายเอกสาร เพื่อลดความสิ้นเปลืองกระดาษ หมึกพิมพ์และพลังงานในกรณีที่หัวพิมพ์สกปรก ทำให้ต้องพิมพ์ใหม่

### ตัวอย่างการเลือกใช้อุปกรณ์สำนักงานที่ประหยัดพลังงาน

ข้อมูลในตารางต่อไปนี้นำมาจากการใช้พลังงานตามสถานะการใช้พลังงานจริงของอุปกรณ์สำนักงาน Energy Star กับ อุปกรณ์สำนักงานทั่วไป ซึ่งอุปกรณ์ Energy Star จะประหยัดผลได้มากกว่าดังผลที่แสดงต่อไปนี้

อุปกรณ์สำนักงาน	พลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี)		ประหยัดได้ (%)	เงินที่ประหยัดได้ (บาทต่อปี)
	อุปกรณ์สำนักงาน Energy Star	อุปกรณ์สำนักงาน ทั่วไป		
คอมพิวเตอร์	117	192	39	150
เครื่องพิมพ์ผลเลเซอร์	136	303	55	334
เครื่องโทรสารเลเซอร์	154	326	53	344
เครื่องถ่ายเอกสาร	754	859	12	210

ถ้าเราเลือกซื้ออุปกรณ์สำนักงานให้ถูกต้องและรู้จักใช้งานอย่างถูกวิธีเราสามารถประหยัดเงินที่จะสูญเสียไปกับการใช้พลังงานของอุปกรณ์ได้สูงถึงร้อยละ 50 ตัวเลขในตารางแสดงการใช้พลังงานเพียง 1 เครื่องเท่านั้นและถ้าเรารวมอุปกรณ์สำนักงานทั้งหมดมาเปรียบเทียบการใช้ อุปกรณ์สำนักงานอย่างถูกวิธีนี้จะช่วยลดการใช้งานของประเทศได้จำนวนมากอีกทั้งเป็นการยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์สำนักงานด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ระบบการจัดการพลังงานในอาคาร(Building Automation System)

อาคารที่ก่อสร้างในเมืองใหญ่ทั่วโลก ในปัจจุบันมีแนวโน้มว่าจะมีขนาดใหญ่ขึ้น มีคนอาศัยอยู่ภายในมากขึ้น เนื่องจากราคาที่ดินสูงขึ้น การที่จะรักษาสภาวะแวดล้อมภายในอาคารให้เหมาะสม เกิดความรู้สึกสบายแก่ผู้อยู่อาศัยตลอดจนทำให้เครื่องจักรกลต่าง ๆ ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ประสานสอดคล้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัด และเกิดความปลอดภัยแก่ผู้อยู่อาศัยนั้น ไม่อาจคนเป็นผู้ดำเนินการเหมือนอาคารขนาดเล็กอย่างแต่ก่อนได้ เนื่องจากเครื่องจักรกลต่าง ๆ มีจำนวนมากการที่จะควบคุมการทำงานของระบบย่อยต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบขนส่งภายในอาคาร ระบบป้องกันอัคคีภัย ระบบรักษาความปลอดภัยให้ทำงานอย่างถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วขึ้นต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่ควบคุมการทำงานด้วยชุดในคำสั่ง Software เข้ามาช่วย จึงจะได้ผลอย่างเต็มที่

ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบและควบคุมการทำงานของเครื่องจักร (Supervisory Control System) นี้มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน แล้วแต่ว่าจะเน้นความสำคัญในเรื่องใด เช่น

1. Building Automation System (BAS) เมื่อต้องการเน้นความสามารถในการควบคุมระบบต่าง ๆ ให้ทำงานโดยอัตโนมัติ ประหยัดแรงงานคน
2. Energy Monitoring and Control System (EMCS) เมื่อต้องการเน้นความสามารถในการตรวจวัดการใช้พลังงานแล้วทำการควบคุมเครื่องจักรกลต่าง ๆ อย่างเหมาะสม ทั้งโดยวิธีอัตโนมัติและการควบคุมด้วยมือ เพื่อให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างประหยัด
3. Energy Management System (EMS) เมื่อต้องการเน้นการประหยัดพลังงานโดยชุดโปรแกรมคำสั่ง เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลต่าง ๆ โดยอัตโนมัติ
4. Facility Management System (FMS) หรือ Building Management System เมื่อขอบเขตการควบคุมมิได้ใช้เฉพาะระบบปรับและระบายอากาศแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังครอบคลุมถึงการทำงานของระบบอื่น ๆ เช่น ระบบป้องกันอัคคีภัย ระบบรักษาความปลอดภัย ฯลฯ หรือการควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ ในอาคารหลาย ๆ หลังพร้อม ๆ กัน

ในบรรดาคำเหล่านี้ คำว่า Building Automation System จะได้รับความนิยมมากที่สุด

### องค์ประกอบของ Building Automation System

การทำงานของระบบ BAS ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ

1. Hardware

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 2. Software รับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Hardware ของระบบ ประกอบด้วย

1.1 Central Processor หรือหน่วยประมวลผลกลาง ซึ่งมีหน่วยความจำติดตั้งอยู่ภายใน ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลและควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลโดยอาศัยชุดคำสั่งของ Software ที่อยู่ในหน่วยความจำนั้น

1.2 Keyboard สำหรับป้อนค่าหรือคำสั่งที่ต้องการเข้าสู่ Central Processor

1.3 Visual Display Unit (VDU) สำหรับแสดงโครงสร้างของระบบ (System schematic) สรุปสถานภาพการทำงานต่างๆ ตลอดจนแสดงผลที่เกิดขึ้นในขณะใดขณะหนึ่ง

1.4 Printer สำหรับการแสดงผลสถานะการทำงานทั้งที่ปกติและผิดปกติ (Alarm) แนวโน้มของค่าต่างๆ ฯลฯ บนกระดาษพิมพ์

เครื่อง PC และ Printer นี้อาจติดตั้งไว้หลายตำแหน่งในที่ต่างๆ กันของตัวอาคารแล้วแต่ความจำเป็นโดยผู้ใช้แต่ละรายจะได้รับสิทธิไม่เท่ากันในการตรวจสอบและควบคุมการทำงานของระบบ BAS

1.1 Sensing Devices (Sensor) ติดตั้งไว้ ณ ตำแหน่งต่างๆ ที่ต้องการตรวจสอบ หรือควบคุม เช่น Sensors วัดอุณหภูมิ ความชื้น ความดัน อัตราการไหล เป็นต้น

1.2 Control Devices คืออุปกรณ์หรือเครื่องจักรกลที่ต้องการควบคุมให้การทำงานเป็นไปตามต้องการ เช่น เครื่อง Chiller, เครื่องสูบน้ำ, Cooling Tower, Valve หรือ Damper เป็นต้น

1.3 Data Gathering Panel เป็นแผงอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้ใกล้ระบบย่อยที่ต้องการควบคุมเป็นที่ซึ่งสัญญาณควบคุม และข้อมูลการทำงานของระบบย่อยเหล่านี้สื่อสารผ่านถึงกัน

1.4 Transmission Network เป็นโครงข่ายสื่อสารสัญญาณ เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ของระบบ BAS ดังกล่าวข้างต้นเป็นเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network)

2. Software คือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่กำหนดตรรก (Logic) กฎเกณฑ์และวิธีการในการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับเพื่อทำการควบคุมเครื่องจักรต่างๆ ให้ทำงานตามต้องการเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของระบบ BAS ผู้ขาย BAS ในปัจจุบันมักใช้ Hardware ที่คล้ายคลึงกันมาก แต่แตกต่างกันที่ Software ซึ่งมีการพัฒนาที่ไม่เหมือนกัน ทำให้ระบบมีความสามารถไม่ทัดเทียมกัน การเลือกซื้อระบบ BAS จึงควรให้ผู้ขายสาธิตขีดความสามารถของตัว Software ให้แน่ชัดเสียก่อนว่าจะสามารถทำงานต่างๆ ได้ตามที่ต้องการ

### การทำงานของระบบ BAS

ระบบ BAS ที่ใช้กันในปัจจุบันจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. แบบ Central intelligence มีลักษณะเป็น 2 ระดับ นิยมใช้ใน BAS รุ่นแรกๆ แต่ในปัจจุบันมีใช้ในอาคารขนาดเล็ก ถ้าหากเครื่องจักรกลที่ต้องการควบคุมภายในอาคารขนาด

ใหญ่มีมากขึ้นจะเกิดการคับคั่งของข้อมูลที่เข้าและออกจาก Central Processor ทำให้ต้องใช้เวลามากขึ้นในการคำนวณและส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ทำให้การดำเนินงานล่าช้าและไม่แม่นยำเท่าที่ควร อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Processor ที่มีสมรรถนะสูงขึ้นด้วย ลักษณะการทำงานคือ ข้อมูลจาก Sensing Device ต่าง ๆ จะถูกส่งผ่าน Data Gathering Panel ไปยัง Central Processor เพื่อทำการประมวลผลวิเคราะห์และสั่งการ จากนั้นคำสั่งจะถูกส่งย้อนกลับผ่าน Data Gathering Panel เพื่อไปควบคุมการทำงานของ Control Device อีกที่หนึ่ง

2.แบบ Distributed intelligence มีการทำงานเป็น 4 ระดับ นิยมใช้กันในปัจจุบัน โดยติดตั้ง Microprocessor Controller ซึ่งทำหน้าที่เป็น Data Gathering Panel ด้วย ไวโกล้อุปกรณ์ที่ต้องการควบคุม การทำงานแต่ละระดับเป็นดังนี้

2.1 Zone Level Controllers เป็น Controller ที่ควบคุมขั้นตอนการทำงานที่เป็นมาตรฐานอย่างง่าย ๆ ของเครื่องจักรกลเล็ก ๆ ที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่งตามการสั่งงานของ Software ที่อยู่ภายใน Controller เช่น VAV Box หรือเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก

ปัจจุบันผู้ผลิตบางรายจะติดตั้ง controller ชนิดนี้จากโรงงานพร้อมกับเครื่อง chiller boiler เครื่องส่งลมเย็น (air handing unit) หรือหัวจ่าย vav เรียกว่า unitary Controller สามารถควบคุมการทำงานของตัวเองแบบ Stand Alone หรือต่อเข้ากับระบบ BAS

2.2 System Level Controllers มี Microprocessor อยู่ภายในสามารถควบคุมจุดต่าง ๆ ได้เป็นจำนวนมาก ตามการสั่งงานของ Software ที่มีความสลับซับซ้อนมากขึ้น เช่น Software การจัดการการใช้พลังงาน เป็นต้น มักใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลขนาดใหญ่ในลักษณะของระบบ เช่นระบบการจ่ายลมเย็นแบบ VAV Air Handling Unit ขนาดใหญ่ หรือระบบการทำความเย็นจาก Chiller Plant เป็นต้น

2.3 Operational Level Processors เป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้โดยตรง ประกอบด้วยเครื่อง PC หรือ Work Stations พร้อม Printer Software ที่ใช้มีความสามารถในการควบคุมการทำงานของระบบย่อยต่าง ๆ เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบป้องกันอัคคีภัย ระบบรักษาความปลอดภัยและระบบควบคุมการเข้าออกจากตัวอาคาร เป็นต้น

2.4 Management Level Processors เป็นระดับที่สูงสุด ผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลและออกคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของทุกระบบย่อยภายในอาคารได้ ในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน หรือในช่วงเวลาที่ไม่มีคนดูแลอยู่ภายในอาคาร

**Software** มาตรฐานที่ทำหน้าที่จัดการการใช้พลังงานในอาคาร ที่นิยมใช้กันทั่วไป มี 7 โปรแกรม ได้แก่

1. โปรแกรมควบคุมความต้องการกำลังไฟฟ้า
2. โปรแกรมควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องตามเวลา

3. โปรแกรมควบคุมการทำงานเป็นวัฏจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โปรแกรมควบคุมการเริ่มเดิน/หยุดเครื่องอย่างเหมาะสม
5. โปรแกรมควบคุมการเดินเครื่องอย่างเหมาะสม
6. โปรแกรมควบคุมเอนทัลปี
7. โปรแกรมเพื่อการบำรุงรักษา

## Power Demand (หรือ Load Shedding) Program

โปรแกรมจะช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าให้แก่อาคารได้มาก เพราะสามารถประหยัดได้ทั้งค่าพลังไฟฟ้า และค่าพลังงานไฟฟ้า

หลักการการทำงานที่แสดงในรูปที่ 4 คือ เมื่อความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ โปรแกรมนี้จะสั่งให้เครื่องจักรที่กำหนดไว้ล่วงหน้าหยุดทำงานชั่วคราว เพื่อรักษาระดับ Demand ให้อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการ ครั้นเมื่อความต้องการพลังไฟฟาลดลงต่ำกว่าค่า Dead Band ที่กำหนด เครื่องจักรนั้นก็เริ่มทำงานใหม่ โปรแกรมนี้มักใช้เพื่อการควบคุมเครื่องจักรขนาดใหญ่ที่ใช้พลังไฟฟ้ามาก ๆ เช่น เครื่อง Chiller เครื่องจักรไต้ที่ถูกควบคุมด้วยทั้ง Power Demand Program และ Duty Cycling Program จะทำงานตามการสั่งงานของ Duty Cycling Program ตามปกติ แต่เมื่อ Demand สูงถึงค่าที่กำหนด เครื่องจักรนั้นก็ถูกสั่งให้หยุดทำงาน แม้ Duty Cycling Program จะยังคงบังคับให้ทำงานอยู่ก็ตาม

### ลักษณะของโปรแกรม

1. ตรวจสอบวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ย 15 นาที ในทุก 1 นาทีที่ผ่านไปแบบ Sliding Window เช่นเดียวกับการตรวจวัดของการไฟฟ้าแล้วเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยนี้กับค่าที่กำหนดไว้
2. สามารถทำนายความต้องการพลังไฟฟ้าได้ล่วงหน้าโดยอาศัยรูปแบบการใช้พลังงานของอาคารในวันก่อน ๆ ซึ่งเก็บอยู่ในแฟ้มข้อมูลเดิม
3. ควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าได้หลายช่วงเวลาในแต่ละวัน และแต่ละฤดูกาลได้
4. จัดลำดับการหยุดและเดินเครื่องใหม่อย่างเหมาะสมตามความสำคัญของเครื่องจักรกล
5. มี Dead Band เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่องจักรจากการ Cycling (การเดิน ๆ หยุด ๆ ของเครื่องจักร) หากความต้องการพลังไฟฟ้าอยู่ในช่วง Dead Band จะไม่มีการตัด Load ออก หรือต่อ Load เข้าไปอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### **Time on-off (Time of Day หรือ Load Scheduling) Program**

เป็นโปรแกรมที่ควบคุมการเปิด-ปิด เครื่องจักรต่างๆ ตามเวลาในแต่ละวันโดยอัตโนมัติ ตลอด 24 ชั่วโมง สามารถกำหนดเวลาล่วงหน้าเป็นรายวัน รายสัปดาห์ หรือรายเดือน รวมถึงวันหยุด

ข้อดีของโปรแกรมนี้อคือ

1. ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยป้องกันการลืมนเปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าทิ้งไว้ในช่วงเลิกงาน หรือวันหยุด
2. ช่วยประหยัดแรงงานในการเปิด-ปิด เครื่องจักร โดยเฉพาะในอาคารขนาดใหญ่ ในสมัยก่อนนิยมใช้ Timer แทนโปรแกรมนี้อซึ่งปรากฏว่ามีข้อเสียหลายประการคือ
  - ก. ต้องปรับค่าเวลาของ Timer แต่ละตัวให้ตรงกัน
  - ข. ต้องทำการ Reset เวลาของ Timer แต่ละตัวใหม่ทุกครั้งทีไฟฟ้าดับ
  - ค. อาคารขนาดใหญ่ซึ่งมี Timer จำนวนมาก จะเพิ่มภาระแก่ช่างในการบำรุงรักษา Timer เหล่านั้น

### **Duty Cycling Program**

เป็นโปรแกรมที่ใช้กันแพร่หลายในช่วงปี 1970 เมื่อเกิดวิกฤตการณ์น้ำมันขาดแคลน เพราะเป็นการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรลงด้วยวิธีง่ายๆ แต่ได้ผลในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดี ในปัจจุบันมักไม่นิยมใช้โปรแกรมนี้อเท่าใดนัก เนื่องจากมีจุดอ่อนหลายอย่าง อีกทั้งยังมีการพัฒนาโปรแกรมอื่นๆ ที่สามารถควบคุมการทำงานได้ซับซ้อนมากขึ้น และได้ผลดีกว่าอีกด้วย

ลักษณะของตัวโปรแกรม เป็นดังนี้

1. ควบคุมการเปิด ปิดของเครื่องจักรลงต่างๆ เช่น พัดลมระบายอากาศ AHU ของระบบจ่ายลมเย็นแบบ CAV (Constant Air Volume) เป็นช่วงๆ ในแต่ละชั่วโมงหรือแต่ละวันอย่างสม่ำเสมอ
2. ควบคุมมิให้เครื่องจักรแต่ละชนิดเริ่มเดินพร้อมกัน เพื่อป้องกันมิให้ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงเกินไป เช่นเดินเครื่องปรับอากาศทีละชุดให้เวลาห่างกันชุดละ 5-10 นาที เป็นต้น
3. เมื่อสภาวะอากาศภายในอาคารไม่เหมาะสม เช่นอุณหภูมิสูงเกินไป ก็สามารถยกเลิกการควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อพึงระวังของโปรแกรมนี้คือ

1. ทำให้ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลไม่ว่าจะเป็นสายพาน แบริ่ง และมอเตอร์ สึกหรอมากกว่าปกติ การบำรุงรักษาจึงต้องมากขึ้นด้วย ไม่เหมาะกับมอเตอร์ขนาดใหญ่กว่า 20 แรงม้า ในปัจจุบันการใช้ Variable Speed Drive กับมอเตอร์ของพัดลม หรือเครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่จะช่วยประหยัดพลังงานได้มากโดยไม่ทำให้เครื่องจักรสึกหรอมากแต่อย่างใด เพราะมอเตอร์จะทำงานต่อเนื่องตลอดเวลา

2. การเปิด-ปิดพัดลมสลับกันทุกชั่วโมง จะทำให้ระดับความดันของเสียงในอาคารเปลี่ยนแปลงไป รบกวนสมาธิการทำงานของผู้อาศัย

3. ไม่เหมาะกับระบบการจ่ายลมเย็นแบบ VAV (Variable Air Volume) เนื่องจากเมื่อพัดลมเริ่มทำงานใหม่หลังหยุดไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง จะส่งลมออกมามากกว่าปกติ ทำให้มอเตอร์กินกระแสไฟฟ้ามากขึ้น ทั้งนี้ เพราะในช่วงเวลาที่หยุดเครื่อง AHU นั้น อุณหภูมิในห้องจะสูงขึ้น หัว VAV ส่วนใหญ่จึงเปิดกว้างมากขึ้น

### Optimum Start/Stop Program

โปรแกรมนี้ช่วยประหยัดพลังงานด้วยการทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานน้อยที่สุด โดยหน่วงเวลาการเริ่มเดินเครื่องให้ช้าที่สุดในตอนเช้า แต่เร่งเวลาการหยุดเครื่องให้เร็วที่สุดในตอนเย็น ทั้งนี้เนื่องจากอาคารโดยทั่วไปมักเปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเริ่มงาน 1-2 ชั่วโมง และหยุดเครื่องหลังเลิกงาน 1 ชั่วโมง เป็นเช่นนี้ตลอดทั้งปี โดยไม่คำนึงถึงอุณหภูมิอาคารภายนอกอาคาร ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมาก

ลักษณะของโปรแกรม

คำนวณหาเวลาที่เหมาะสมในการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ โดยเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใน และภายนอกอาคาร ตลอดจนเวลาที่ใช้งานตัวอาคาร

1. โปรแกรมที่มีการทำงานแบบง่าย ๆ ผู้ควบคุมอาคารต้องทำการปรับตั้งค่าคงที่ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้เวลาการเริ่มเดินหรือหยุดเครื่องที่ถูกต้อง จึงต้องการผู้ที่มีความรู้และความชำนาญพอสมควรในเรื่องนี้
2. สำหรับโปรแกรมที่มีความสามารถในการเรียนรู้ เพื่อปรับการสั่งงานโดยอัตโนมัติจะอาศัยข้อมูลการเริ่มเดินหรือหยุดเครื่องในอดีตที่มีอยู่เดิม เพื่อหาค่าคงที่ที่เหมาะสมในแต่ละวันด้วยตัวเองทำให้การทำงานมีความถูกต้องแม่นยำ และสามารถประหยัดพลังงานได้ดีขึ้น

## Chiller Optimized (Optimization Control) Program

หลักการการทำงานของตัวโปรแกรมคือ ควบคุมการทำงานของ Chilled Water Pump ทั้งระบบโดยบังคับให้เครื่อง Chiller, Chilled Water Pump, Condenser Water Pump และ Cooling Tower ทำงานน้อยตัวที่สุดและ Chiller แต่ละตัวจะทำงานที่ใกล้ Full Load มากที่สุด เพื่อให้ประสิทธิภาพของระบบโดยรวมสูงที่สุด

### ลักษณะของโปรแกรม

1. ทำการ Reset อุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจากเครื่อง Chiller ให้สูงขึ้น เมื่อปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารลดลง โดยยังคงสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมตามต้องการ ทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้ประมาณ 1.5-2% ต่อทุก 1 องศาฟาเรนไฮต์ของอุณหภูมิน้ำเย็นที่สูงขึ้น

2. หาก Cooling Load ของอาคารยังคงลดต่ำลงไปอีก จะทำการหยุด Chiller บางตัว เพื่อให้เครื่อง Chiller ที่ทำงานอยู่มีสมรรถนะการทำความเย็นรวมใกล้เคียงกับ Cooling Load ที่แท้จริงของอาคาร

### สิ่งที่พึงระวังสำหรับโปรแกรมนี้อคือ

1. การ Reset อุณหภูมิน้ำเย็นให้สูงขึ้น ปริมาณน้ำเย็นที่ส่งออกจากเครื่อง Chiller จะยังคงเท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้ไม่อาจประหยัดพลังงานได้จาก Variable Speed Chiller Water Pump ได้

2. หากทำการ Reset อุณหภูมิน้ำเย็นสูงเกินไปจะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในอาคารสูงขึ้น ผู้อยู่อาศัยจะรู้สึกร้อนและเหนียวตัวเพราะเหงื่อระเหยได้ยากขึ้น

## Enthalpy Control Program

โปรแกรมนีทำงานโดยการคำนวณค่า Enthalpy ซึ่งเป็นค่าปริมาณความร้อนรวมของอากาศทั้งจากภายนอกและภายในอาคารและจากลมกลับของเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร แล้วทำการเลือกเอาอากาศจากแหล่งที่มี Enthalpy น้อยที่สุดมาเป็นตัวทำความเย็นในอาคาร เพื่อลดการทำงานและประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศ

### ลักษณะของโปรแกรม

1. ใช้ Wet Bulb Temperature Sensor (หรืออาจใช้ Dry Bulb Temperature Sensor ร่วมกับ Relative Humidity Sensor ก็ได้) ติดตั้งไว้ ณ จุดที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสมทั้งภายนอกและภายในอาคาร เพื่อส่งข้อมูลให้แก่ Processor ประมวลผลว่าอากาศจากแหล่งใดมี Enthalpy น้อยที่สุดแล้วทำการตัดสินใจ

2. หากอากาศภายนอกอาคารมีค่า Enthalpy สูงกว่าอากาศภายในอาคาร เช่น ในฤดูฝน BAS จะส่งสัญญาณไปควบคุม Fresh Air Damper ให้หวั่นลง เพื่อนำอากาศภายนอกเข้าสู่อาคารให้น้อยที่สุด

3. หากอากาศภายนอกอาคารมีค่า Enthalpy น้อยกว่าอากาศภายในอาคารจะทำการตรวจสอบเพิ่มเติมอีกว่า อากาศภายนอกนั้นมีอุณหภูมิสูงกว่าภายในอาคารหรือไม่ หากอากาศภายนอกร้อนมาก เช่น ในฤดูร้อน BAS จะส่งสัญญาณไปหวั่น Fresh Air Damper เพื่อมิให้นำอากาศเข้ามาในอาคารเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

4. หากอากาศภายนอกอาคารมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศภายในอาคาร BAS จะบังคับให้ปิด Retune Air Damper ของเครื่องปรับอากาศ และเปิด Fresh Air Damper ให้มากที่สุด เพื่อนำอากาศจากภายนอกมาทำความเย็นแก่ตัวอาคาร โดยที่คอมเพรสเซอร์ไม่ต้องทำงาน เช่นในช่วงกลางคืน หรือตอนเช้าของฤดูหนาว

ข้อพึงระวังของโปรแกรมนี้

ต้องระวังมิให้มีการนำอากาศภายนอกเข้ามาในอาคารในช่วงเวลา Enthalpy หรืออุณหภูมิของอากาศภายนอกสูงในปริมาณให้น้อยกว่า Ventilation Rate ตามมาตรฐานการออกแบบ มิเช่นนั้นจะเกิดปัญหาเรื่องคุณภาพอากาศภายในอาคาร

### Maintenance Reminder Program

เป็นโปรแกรมที่เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับสภาพการทำงานและการบำรุงรักษาอุปกรณ์และเครื่องจักรกลต่างๆ ทำให้ช่างสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของการทำงานที่ผิดปกติ เพื่อหาทางแก้ไขปรับปรุงการทำงานให้ดียิ่งขึ้น มีการปรับปรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ อย่างสม่ำเสมอตามเวลาที่กำหนดไว้ ทำให้เครื่องจักรกลมีอายุการใช้งานคงทน มีประสิทธิภาพสูงตลอดเวลาและลดค่าใช้จ่ายในการทำงาน

ลักษณะของโปรแกรม

1. แจ้งเตือนภัยทันทีที่อุปกรณ์หรือเครื่องจักรใดทำงานผิดปกติ โดยค่าที่วัดได้เกินกว่าที่กำหนดไว้ในตัวโปรแกรม เช่น Hi/Lo Alarm พร้อมกันนั้น ตัวโปรแกรมอาจให้คำแนะนำวิธีการแก้ไขด้วย

2. บันทึกการทำงานและระยะเวลาการทำงานของเครื่องจักรกลต่างๆ และแจ้งให้ผู้ควบคุมทราบ เมื่อถึงกำหนดที่จะต้องบำรุงรักษาอุปกรณ์ เช่น ให้เปลี่ยนเบรค เมื่อเครื่องจักรทำงานครบ 50000 ชั่วโมง เป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องจักรกลต่าง ๆ หากพบอุปกรณ์ชนิดใดทำงานผิดปกติจะแจ้งเตือนทันทีโดยแสดงผลทางจอ VDU และ/หรือ Printer ของ BAS
4. บันทึกข้อมูลการทำงานของทุกระบบแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นพร้อมแสดงผลออกมาในรูปของตาราง เส้นกราฟแนวโน้มต่าง ๆ เป็นต้น

### Proprietary and Open System

BAS รุ่นแรก ๆ ที่จำหน่ายในตลาดถูกพัฒนาโดยผู้ผลิตอุปกรณ์ควบคุมรายใหญ่ที่มีชื่อเสียงเพียงไม่กี่ราย ซึ่งต่างก็เป็นระบบ เฉพาะตัว (Proprietary System) ผู้ใช้ต้องซื้อทุกอย่างของระบบที่ครบสมบูรณ์ในตัวของผู้ผลิตรายใดรายหนึ่งเท่านั้น เมื่อมีความจำเป็นต้องขยายระบบให้ใหญ่ขึ้นในภายหลังผู้ใช้ก็ไม่มีทางเลือกอื่น นอกจากกลับไปซื้ออุปกรณ์จากผู้ผลิตรายเดิม

ต่อมา มีผู้ผลิต BAS รายเล็กเกิดขึ้นราคาของอุปกรณ์ก็ถูกลงกว่าเดิม และผลิตภัณฑ์บางชนิดก็มีความสามารถเหนือกว่าของผู้ผลิตรายใหญ่ แต่ผู้ใช้อีกไม่สามารถซื้ออุปกรณ์เหล่านี้ไปใช้งานร่วมกับระบบเดิมที่มีอยู่แล้วได้ เนื่องจากความแตกต่างของรูปแบบข้อมูลที่ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ

การใช้ Proprietary System มีข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

1. ระบบ BAS ของผู้ผลิตเหล่านั้นใช้งานอย่างได้ผลกับอาคารใหญ่มานับสิบปี ผู้ซื้อมีความเชื่อมั่นในคุณภาพของผลิตภัณฑ์
2. ผู้ผลิตรับผิดชอบการทำงานจากระบบแต่เพียงผู้เดียว
3. ผู้ผลิตเป็นผู้ออกแบบงานวิศวกรรมของระบบทั้งหมด ช่วยแบ่งเบาภาระของวิศวกรรมที่ปรึกษา
4. ผู้ผลิตมีอิสระการออกแบบระบบของตนเอง เพื่อนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้งานโดยไม่ต้องคำนึงถึงมาตรฐานในตลาด

ข้อเสีย

1. ผู้ใช้จะต้องเสียเงินเพิ่มขึ้นมาก หากต้องการขยายระบบ เนื่องจากถูกผูกขาดโดยผู้ผลิตรายเดิมจากข้อเสียข้างต้น ทำให้ ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers) ตั้งคณะทำงานชุดหนึ่ง เรียกว่า Standard Project Committee ขึ้นเมื่อปี 1987 เพื่อจัดทำมาตรฐานรูปแบบการส่งผ่านข้อมูลสำหรับ BAS ขึ้นให้ชื่อว่า และนี้ได้รับการรับรองเป็นมาตรฐานแล้วเมื่อปี 1995 ชื่อว่า 135-1995

ในปัจจุบันผู้ใช้อิสรเสรีที่จะเลือกอุปกรณ์ควบคุมของระบบ จากผู้ผลิตรายต่าง ๆ

มากมายมาเชื่อมต่อกัน เพื่อให้สามารถทำงานสอดคล้องกับความต้องการของตนได้อย่างเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมบูรณ์ โดยไม่ผูกขาดจากผู้ผลิตแต่ละรายเหมือนแต่ก่อน เรียกว่าเป็นระบบ Open System ซึ่งมีทั้งข้อดีและข้อเสียดังนี้

#### ข้อดี

1. ผู้ใช้มีอิสระในการเลือกอุปกรณ์จากผู้ผลิตหลายรายตามความใจในเรื่องคุณภาพและราคา
2. การขยายระบบในภายหลังไม่ผูกขาดว่าต้องซื้อจากผู้ผลิตรายเดิมเท่านั้น
3. เกิดการแข่งขันระหว่างผู้ผลิตในการผลิตอุปกรณ์ที่สามารถทำงานกับ BAC net Protocol ได้

#### ข้อเสีย

1. วิศวกรผู้ออกแบบต้องมีความรู้เรื่อง BAS เป็นอย่างดี จึงสามารถออกแบบตัวระบบให้สอดคล้องกับความต้องการของเจ้าของอาคาร ความรับผิดชอบในส่วนนี้เป็นของผู้ผลิตตัวระบบ
2. ความสำเร็จ หรือล้มเหลวของตัวระบบขึ้นอยู่กับเจ้าของ วิศวกรที่ออกแบบและผู้รับจ้างติดตั้งเป็นสำคัญผู้ผลิตจะมีความรับผิดชอบน้อยลงกว่าเดิม
3. ในบางกรณี ผู้ผลิตไม่อาจนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้งานได้เต็มที่ เนื่องจากต้องยึดมาตรฐานที่กำหนดไว้แล้ว
4. อุปกรณ์ในระบบ Open System เพิ่งผลิตออกมาไม่นานนัก ผู้ซื้ออาจยังไม่มั่นใจว่าจะสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ได้ดีเพียงใด

#### ประโยชน์ของระบบ BAS

ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งในอาคารขนาดใหญ่ ซึ่งมีระบบย่อยต่าง ๆ ทำงานสัมพันธ์กัน อย่างสลับซับซ้อน คือการทดสอบและปรับแต่งระบบย่อยเหล่านั้น ให้ทำงานอย่างถูกต้องตามที่ออกแบบไว้ การติดตั้งระบบ BAS จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้โดยอาจทำการทดสอบและปรับแต่ง ณ สถานที่ติดตั้งจริง หรือโดยการควบคุมระยะไกลจากศูนย์ควบคุมที่อยู่ห่างออกไป โดยผ่านสายโทรศัพท์ ผู้ออกแบบสามารถสร้างสถานการณ์จำลอง เพื่อตรวจสอบสภาพการทำงานภายใต้ตัวแปรที่ใช้ในการออกแบบ ทดสอบว่ารูปแบบการควบคุมแบบใดที่เหมาะสมกับการใช้งานจริงมากที่สุด หรืออาจสมมุติสภาวะอากาศภายนอกอาคาร เพื่อหาค่า Set point หรือเวลาที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของระบบปรับอากาศอันจะทำให้การใช้พลังงานของอาคารน้อยที่สุด

ปริมาณพลังงานที่ประหยัดได้จากการใช้ระบบ BAS ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งานของระบบต่าง ๆ ภายในอาคาร ในกรณีที่การควบคุมการทำงานเป็นไปอย่างหละหลวมและไม่มีเอกสารเป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บำรุงรักษาอย่างเพียงพอ BAS อาจช่วยประหยัดพลังงานได้มากถึง 40% แต่ถ้าเป็นอาคารที่มีการควบคุมการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว BAS ก็ยังคงสามารถช่วยประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้นได้ อีก 10%



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“บ้าน” เป็นสถานที่อยู่อาศัยและพักผ่อน และโดยทั่วไปบ้านจะมีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็น เช่น หลอดไฟฟ้า โทรทัศน์ พัดลม ตู้เย็น เตาหุงต้ม และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อำนวยความสะดวก เช่น เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้า เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น ซึ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านี้ล้วนต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น ดังนั้นหากรู้จักวิธีใช้ หรือรู้จักเลือกซื้อ ก็จะช่วยประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายสำหรับครอบครัวได้

หลายวิธีที่ช่วยประหยัดพลังงานในบ้าน

1 ออกแบบบ้านและทิศทางของบ้านให้เหมาะสม

เลือกซื้อบ้านหรือออกแบบบ้านที่มีลักษณะโปร่งอากาศถ่ายเทได้สะดวก มีการระบายความร้อนได้ดี สำหรับทิศทางของบ้านควรหันหน้าไปในแนวทิศเหนือ-ใต้ เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดแสงอาทิตย์เข้าสู่ช่องเปิดของตัวบ้านโดยตรง หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ ควรใช้อุปกรณ์บังแดด เช่น ติดตั้งกันสาด หรือปลูกต้นไม้ช่วย

2. สร้างบ้านด้วยวัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี โดยสร้างให้ตั้งแต่หลังคาจนถึงผนัง

3. จัดวางตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยให้เหมาะสมเพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนจากแสงแดดตามลักษณะการใช้งาน

ห้องนอน ควรตั้งอยู่ทางทิศตะวันออก เพื่อหลีกเลี่ยงแสงแดดช่วงบ่าย

ห้องเก็บของ ที่จอดรถ ห้องซักผ้า ห้องน้ำ ห้องครัว ควรอยู่ทางทิศตะวันตก เพื่อเป็นส่วนกันความร้อนเข้าสู่ตัวบ้าน

ห้องพักผ่อนหรือห้องที่ต้องใช้งานเกือบทั้งวัน ควรตั้งอยู่ทางทิศเหนือ เพราะจะถูกแสงแดดน้อยกว่าด้านอื่นๆ

ห้องรับแขก ควรตั้งอยู่ในแนวทิศเหนือ-ใต้

ห้องนั่งเล่น ควรตั้งอยู่ในทิศใต้ โดยอาจทำระเบียงและพุ่มไม้เพื่อป้องกันแสงแดด

4. ปลูกต้นไม้เพื่อให้ร่มเงาแก่ตัวบ้าน

ช่วยเพิ่มร่มเงาให้ตัวบ้าน ทำให้อากาศภายในบ้านเย็นสบายขึ้น จึงช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศลง

5. เลือกซื้อแต่อุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงาน

เช่น เลือกซื้อเครื่องปรับอากาศ เบอร์ 5 หรือ ตู้เย็นที่มีฉลากเบอร์ 5 ใหม่ 2001 ซึ่งประหยัดพลังงานมากกว่าเบอร์ 5 เดิม ร้อยละ 20 เป็นต้น

6. ใช้น้ำอย่างประหยัด

น้ำประปาที่เราใช้มาจากแหล่งน้ำธรรมชาติแต่ผ่านกระบวนการกรองและฆ่าเชื้อจนสะอาดและบริโภคน้ำได้ ซึ่งต้องอาศัยพลังงานในกระบวนการเหล่านั้น ดังนั้น การใช้น้ำอย่างประหยัดจึงเป็นการประหยัดพลังงานด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้หัวก๊อกน้ำที่มีอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของน้ำ
- ปิดก๊อกน้ำในระหว่างแปรงฟัน สระผม หรือโกนหนวด
- ใช้ไม้กวาดในการกวาดพื้น แทนการใช้น้ำฉีดเพื่อทำความสะอาด
- ล้างรถด้วยฟองน้ำและรองน้ำใส่ถัง แทนการใช้น้ำสายยางฉีดน้ำโดยตรง
- ใช้น้ำจากการซักล้าง เช่น น้ำสุดท้ายของการซักผ้า หรือน้ำจากการถูพื้น เพื่อรดน้ำต้นไม้ แทนการใช้น้ำประปาโดยตรง

#### 7. การใช้เตาก๊าซ

- ควรเลือกใช้ถังก๊าซที่มีเครื่องหมายสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.)
- ตั้งเตาก๊าซให้ห่างจากถังก๊าซโดยใช้สายยางหรือสายพลาสติกให้มีความยาวห่างจากถังก๊าซประมาณ 1-1.5 เมตร
- เมื่อเลิกใช้งาน ปิดวาล์วที่ตัวถังก่อน แล้วจึงปิดวาล์วที่ตัวเตา

#### 8. การใช้เตาถ่าน

- ควรเลือกใช้เตาถ่านชนิดที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งจะมีลักษณะขอบเตาเรียบเสมอกัน เสาของเตามีส่วนลาดมากกว่า ทำให้ใช้กับหม้อได้หลายขนาด มีช่องบรรจุถ่านไม่กว้างใหญ่เกินไป มีรังผึ้งที่หนาทนทาน และรูรังผึ้งเล็กจึงช่วยรีดอากาศได้ดี
- เตรียมอาหารสด เครื่องปรุง และอุปกรณ์การทำอาหารให้พร้อมก่อนติดไฟ ไม่ควรติดไฟ รอนานเกินไปจะสิ้นเปลืองถ่าน
- เลือกขนาดของหม้อหรือกระทะให้เหมาะสมกับปริมาณและประเภทของอาหารที่จะปรุง
- ควรหุบถ่านให้มีขนาดพอเหมาะคือ ชั้นละประมาณ 2-4 ซม.
- ไม่ควรใส่ถ่านมากจนล้นเตา
- เก็บรักษาถ่านอย่าให้เปียกชื้น เพราะถ่านจะติดไฟยากและแตกประทุทำให้สิ้นเปลือง
- ขจัดขี้เถ้าในรังผึ้งและใต้รังผึ้งออกให้หมดก่อนที่ติดเตาใหม่ทุกครั้ง จะทำให้การเผาไหม้ถ่านดีขึ้น

#### 9. การใช้หลอดแสงสว่าง

- ปิดไฟเมื่อไม่ใช้งาน
- หมั่นทำความสะอาดหลอดแสงสว่างและโคมไฟ
- ใช้หลอดแสงสว่างเท่าที่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สำหรับสถานที่ที่ต้องเปิดไฟทิ้งไว้ตลอดคืน ควรใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์
  - บริเวณใดที่เคยใช้หลอดไส้ในการให้แสงสว่าง ควรหันมาเปลี่ยนเป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์
  - ใช้หลอดประหยัดพลังงาน เช่น หลอดผอม (หลอดฟลูออเรสเซนต์) ซึ่งประหยัดพลังงานมากกว่าหลอดไส้ 4-5 เท่า และมีอายุการใช้งานกว่าหลอดไส้ 8 เท่า
  - ใช้แสงธรรมชาติ แทนการเปิดหลอดไฟ เช่น ห้องครัว ห้องเก็บของ ห้องน้ำทางเดิน เป็นต้น
  - ควรทาสีผนังห้องหรือเลือกวัสดุพื้นห้องที่เป็นสีอ่อน ๆ เพื่อช่วยสะท้อนแสงสว่างภายในห้อง
10. การใช้ตู้เย็น
- เลือกใช้ตู้เย็นที่มีฉลากประหยัดไปเบอร์ 5 ใหม่ 2001 ซึ่งประหยัดกว่าเบอร์ 5 เดิม ร้อยละ 20
  - เลือกใช้แบบที่มีฉนวนกันความร้อนชนิดโฟมฉีด
  - ตู้เย็นแบบประตูเดียว จะใช้ไฟฟ้าน้อยกว่าแบบ 2 ประตูในขนาดที่เท่ากัน
  - อย่าตั้งตู้เย็นใกล้แหล่งความร้อน
  - ควรตั้งห่างจากฝาผนังทั้งด้านหลังและด้านข้างไม่น้อยกว่า 15 ซม. เพื่อให้มีการระบายความร้อนได้ดี
  - ควรตั้งอุณหภูมิภายในตู้เย็น 3-6 องศาเซลเซียส และในช่องแช่แข็งระหว่าง 15-18 องศาเซลเซียส ถ้าตั้งไว้เย็นกว่าที่กำหนด 1 องศาเซลเซียส จะสิ้นเปลืองไฟเพิ่มขึ้นร้อยละ 25
  - อย่าเปิดตู้เย็นบ่อยหรือเปิดประตูค้างไว้นาน ๆ
  - อย่านำของที่ยังมีความร้อนเข้าไปแช่
  - ละลายน้ำแข็งสม่ำเสมอ
11. การใช้เครื่องปรับอากาศ
- เลือกขนาดที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น ห้องที่มีความสูงไม่เกิน 3 เมตร และมีพื้นที่ห้องขนาด 13-15 ตร.ม. ควรใช้ขนาด 7,000 - 9,000 บีทียู/ชั่วโมง ขนาดพื้นที่ 16-17 ตร.ม. ควรใช้ขนาด 9,000 - 11,000 บีทียู/ชั่วโมง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดซึ่งแสดงด้วยหน่วย **EER** (Energy Efficiency Ratio) คืออัตราส่วนระหว่างความสามารถในการให้ความเย็นของเครื่องต่อกำลังไฟฟ้า (บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์) ซึ่งเครื่องที่มีค่า EER สูงจะให้ความเย็นมาก และเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเครื่องที่มี EER ต่ำ
  - ตั้งอุณหภูมิระดับที่ร่างกายรู้สึกสบายโดยไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส และทุกอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส จาก 25 องศาเซลเซียส จะประหยัดไฟได้ร้อยละ 10 แต่ไม่ควรเกิน 28 องศาเซลเซียส เพราะจะไม่รู้สึกเย็นแต่เครื่องยังทำงานอยู่
  - หมั่นทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ **ไม่ให้มีฝุ่นจับ** เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นลดลง
  - เลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่มีฉลากประหยัดไปเบอร์ 5
12. การใช้เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า
- ควรเลือกชนิดที่มีที่เก็บน้ำร้อนเพราะจะใช้ไฟฟ้าน้อยกว่าแบบน้ำไหลผ่านขดลวดความร้อน
  - เลือกขนาดของเครื่องให้เหมาะสมกับครอบครัวและความจำเป็นในการใช้
  - ไม่เปิดเครื่องตลอดเวลาในขณะพอกสบู่หรือขณะสระผม
  - ปิดวาล์วน้ำและสวิตช์ทันทีเมื่อเลิกใช้งาน
  - ควรใช้เฉพาะวันที่มีอากาศเย็นหรือเท่าที่จำเป็น
13. การใช้กระติกน้ำร้อนไฟฟ้าหรือกาต้มน้ำไฟฟ้า
- ใส่น้ำให้พอเหมาะกับปริมาณที่ต้องการใช้ และถ้าจำเป็นต้องต้มน้ำต่อเนื่องระวังอย่าให้น้ำแห้ง
  - เมื่อเลิกใช้ควรถอดปลั๊กทันที
  - ไม่ต้มน้ำในห้องที่มีการปรับอากาศ เพราะไปเพิ่มความชื้นและความร้อนในห้อง ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนัก สิ้นเปลืองไฟ
  - ไม่ควรนำน้ำที่มีความเย็นมากๆ ไปต้มน้ำที่จะสิ้นเปลืองไฟ
  - ระวังอย่าให้มีตะกอนเกาะด้านในตัวกระติก จะทำให้สิ้นเปลืองไฟในการต้มน้ำมากกว่าเดิม
  - ไม่นำสิ่งใด ๆ ปิดช่องไอน้ำออก
14. การใช้เตาไฟฟ้า
- ควรเตรียมเครื่องประกอบอาหารให้พร้อม รวมทั้งจัดลำดับการปรุงอาหาร
  - **ไม่ควรเปิดเตาไฟฟ้ารอวันเกินไป**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้ภาชนะประกอบอาหารให้เหมาะสม
  - ภาชนะควรมีกันแบนราบ จะได้สัมผัสความร้อนได้ทั่วถึง
  - ภาชนะไม่ควรมีขนาดเล็กกว่าเตา จะสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์
  - ภาชนะควรมีฝาครอบปิดขณะหุง จะช่วยให้อาหารสุกเร็วขึ้น

- ปิดสวิตซ์เตาไฟฟ้าก่อนเสร็จสิ้นการทำอาหาร

- ถอดปลั๊กออกทันทีเมื่อเลิกใช้

#### 15. การใช้เตาอบ

- ควรเตรียมอาหารที่จะอบหลายๆ อย่างให้พร้อมกันในเวลาเดียวกัน
- อย่าเปิดเตาอบบ่อยๆ เพราะการเปิดประตูแต่ละครั้งจะสูญเสียพลังงานประมาณร้อยละ 20
- ตั้งอุณหภูมิที่เหมาะสม อย่าตั้งสูงเกินความจำเป็นเพราะจะสิ้นเปลืองไฟ
- ถอดปลั๊กออกทันทีเมื่อเลิกใช้

#### 16. การใช้เตารีดไฟฟ้า

- ควรตั้งอุณหภูมิให้เหมาะสมกับชนิดของผ้า และแบ่งผ้าชนิดเดียวกันไว้ด้วยกัน เพื่อหลีกเลี่ยงการปรับเปลี่ยนการตั้งอุณหภูมิตลอดครั้ง
- ควรรวบรวมผ้าไว้รีดคราวละมากๆ และพรมน้ำ ให้หมดทุกตัว ก่อนจะรีดผ้า และรีดติดต่อกันจนเสร็จ
- อย่าพรมน้ำจนเปียก เพราะจะทำให้ต้องรีดผ่านานกว่าเดิม สิ้นเปลืองไฟฟ้า
- ควรถอดปลั๊กก่อนเสร็จสิ้นการรีดประมาณ 2-3 นาที เนื่องจากยังมีความร้อนเหลือเพียงพอที่จะรีดผ้าที่รีดง่าย เช่น ผ้าเช็ดหน้า ผ้าพันคอ
- เวลาตากผ้า ควรจัดรูปทรงผ้าและตั้งให้ตั้ง เพื่อให้เสื้อผ้ายับน้อยที่สุด จะทำให้รีดง่าย ลดเวลาในการรีด และประหยัดไฟฟ้า

#### 17. การใช้หม้อหุงข้าว

- เลือกใช้ขนาดที่เหมาะสมกับครอบครัว
 

สมาชิก 1-2 คน ใช้ขนาด	0.3 – 1.0 ลิตร
สมาชิก 3-6 คน ใช้ขนาด	1.0-1.5 ลิตร
สมาชิก 5-8 คน ใช้ขนาด	1.6-2.0 ลิตร
- ไม่ควรใช้เวลาในการอุ่นข้าวให้นานเกินควร
- ถอดปลั๊กออกทันทีที่เลิกใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อย่าเปิดฝาท่อในขณะที่ข้าวยังไม่สุก เพราะจะสูญเสียความร้อน หม้อหุงข้าวจะทำงานนานยิ่งขึ้น ลินเปลืองไฟ

#### 18. การใช้โทรทัศน์

- โทรทัศน์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้เสียค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น
- โทรทัศน์ที่มีระบบรีโมทคอนโทรลจะใช้ไฟฟ้ามากกว่าระบบทั่วไปในขนาดเดียวกัน เพราะมีวงจรเพิ่มและใช้ไฟฟ้าตลอดเวลาเมื่อยังเสียบปลั๊กอยู่ แม้ว่าจะไม่ใช้เครื่อง จึงควรปิดสวิทช์ที่ตัวเครื่อง ไม่ปิดด้วยรีโมทคอนโทรล
- ไม่ควรเสียบปลั๊กทิ้งไว้
- ปิดเมื่อไม่มีคนดู
- ควรตั้งเวลาปิดโทรทัศน์โดยอัตโนมัติ เพราะจะช่วยประหยัดไฟสำหรับผู้ที่มีมักจะนอนหลับหน้าโทรทัศน์หรือลืมปิดเครื่อง
- ไม่เปิดโทรทัศน์โดยต่อสายผ่านเข้าเครื่องวิดีโอเพราะต้องลื่นเปลืองไฟให้กับเครื่องวิดีโอโดยไม่จำเป็น

#### 19. การใช้เครื่องซักผ้า

- แขนงซักผ้าก่อนเข้าเครื่อง เพราะลื่นสกปรกจะออกง่ายขึ้น ลดการซักผ้าซ้ำ ไม่ลื่นเปลืองไฟ
- จำนวนผ้าที่จะซักให้เป็นตามพิกัดของเครื่อง อย่าใส่ผ้ามากเกินไปเครื่อง หรือซักจำนวนน้อยเกินไป
- ไม่ควรใช้เครื่องซักผ้าแบบที่มีเครื่องอบแห้งด้วยไฟฟ้าในตัว เพราะลื่นเปลืองไฟฟ้ามาก ควรตากผ้ากับแสงแดดหรือในที่ที่มีลมถ่ายเทได้ดี
- ตั้งโปรแกรมที่ใช้น้ำร้อนเมื่อจำเป็นเท่านั้น เพราะใช้ไฟมาก
- ตั้งโปรแกรมการซักให้เหมาะสมกับชนิดของผ้าทุกครั้ง

#### 20. การใช้เครื่องปั้มน้ำ

- เลือกซื้อเครื่องปั้มน้ำที่มีถึงความดันของเครื่องปั้มน้ำขนาดใหญ่พอสมควร ถ้าเล็กเกินไปสวิทช์อัตโนมัติจะทำงานบ่อยขึ้น มอเตอร์ทำงานมากขึ้น ลินเปลืองไฟ
- ควรสร้างบ่อพักน้ำไว้ระดับพื้นดิน
- หมั่นดูแลท่อน้ำประปาและถังพักน้ำของชักโครก อย่าให้ขารุดหรือรั่ว เมื่อมีรอยรั่วความดันลดลง เครื่องปั้มน้ำทำงานหนักและบ่อยขึ้นลื่นเปลืองไฟ
- ปิดก๊อกน้ำให้สนิททุกครั้ง น้ำหยดหรือรั่วเพียงเล็กน้อยติดต่อกันนานๆ ก็ทำให้ปั้มน้ำเดินเครื่องได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



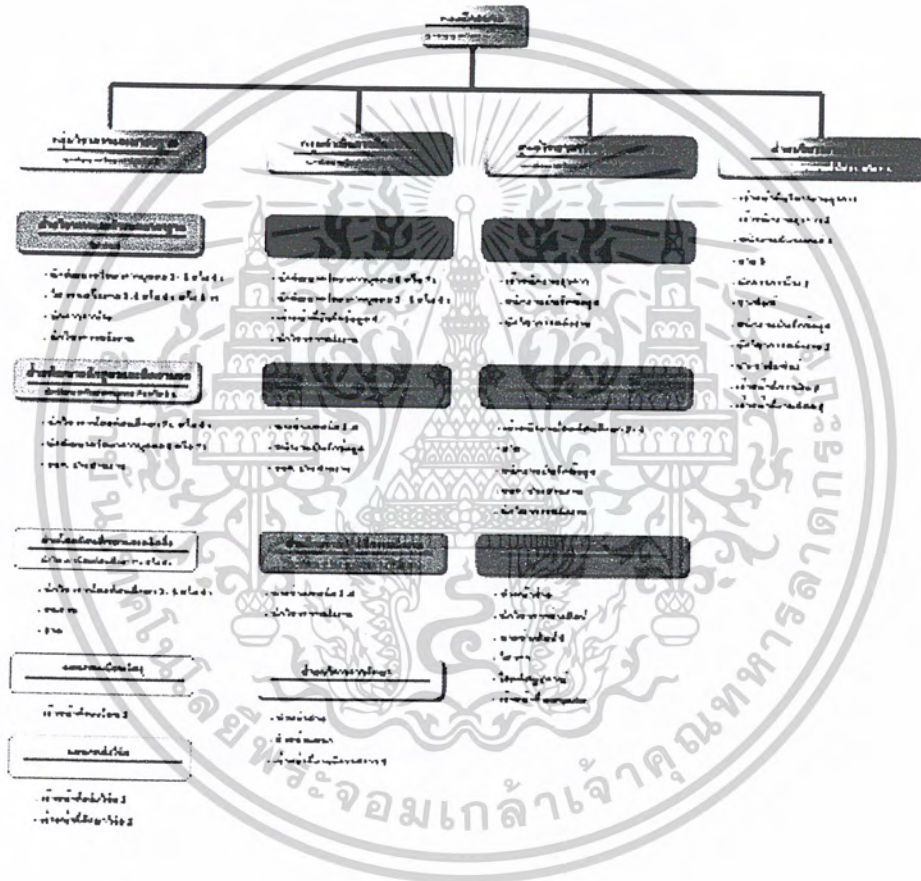
## บทที่ 5 การศึกษากิจกรรมและพฤติกรรมผู้ใช้โครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 5

## การศึกษากิจกรรมและพฤติกรรมผู้ใช้โครงการ

### 5.1 อัตรากำลังและสายการบริหาร (Organization)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 การศึกษาพฤติกรรมผู้ใช้โครงการ

เกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มผู้ใช้โครงการนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม คือ  
กลุ่มผู้ให้บริการ

- กองฝึกอบรม

กลุ่มผู้รับบริการ

- ผู้เข้าชมนิทรรศการ
- ผู้เข้ารับการฝึกอบรม
- ผู้มาติดต่อ

### 5.2.1 กลุ่มผู้ให้บริการ

โครงสร้างขององค์กรและบุคลากรในสายงาน

- ฝ่ายบริหาร
- ฝ่ายอาคารสถานที่
- ฝ่ายทรัพยากรฝึกอบรม
- ฝ่ายพัฒนาบุคลากร ด้านการอนุรักษ์พลังงาน
- ฝ่ายพัฒนาบุคลากร ด้านเทคโนโลยีพลังงาน
- ฝ่ายพัฒนาบุคลากร ด้านพลังงานทดแทน
- ฝ่ายพัฒนาบุคลากร ด้านบริหารจัดการ
- ฝ่ายพัฒนาบุคลากร ด้านไฟฟ้าและแสงสว่าง

หน้าที่และขั้นตอนการทำงาน

ฝ่ายบริหาร มีหน้าที่บริหารงานทั่วไปที่เกี่ยวกับ งานธุรการ สารบรรณ พัสดุ บุคลากร และ รวมถึงงบประมาณต่าง ๆ ตลอดจนประสานงานกับฝ่ายต่าง ๆ และหน่วยงานอื่น ๆ ด้วย ฯลฯ

ฝ่ายอาคารและสถานที่ มีหน้าที่หลักคือ ควบคุมดูแลรักษาสภาพเรียบร้อยของอาคารและครุภัณฑ์ ทั้งภายในภายนอกอาคารและจัดซ่อมแซมส่วนที่ชำรุด และรวมถึงยานพาหนะต่าง ๆ ของโครงการ

ฝ่ายทรัพยากรฝึกอบรม มีหน้าที่หลักคือ การรวบรวมทรัพยากรด้านการฝึกอบรม การสร้างและการบริหารฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งอำนวยความสะดวกต่อการฝึกอบรม สารสนเทศ และพัฒนาการผลิตหรือการบริหารอุปกรณ์ เช่น หนังสือ เอกสารประกอบการฝึกอบรม และการบริหารห้องสมุด และการประชาสัมพันธ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับอาคารอนุรักษ์พลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝ่ายพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านการอนุรักษ์พลังงาน กิจกรรมหลักจะมุ่งเน้นประเด็นที่ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและการฝึกอบรม สัมมนาเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน อาคาร ควบคุม และมาตรฐาน การปฏิบัติงานของบริษัทที่ปรึกษา และการเป็นวิทยากรฝึกอบรม ฯลฯ

ฝ่ายพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านเทคโนโลยีพลังงาน กิจกรรมหลัก คือ การจัดหลักสูตรการฝึกอบรมโดยมุ่งเน้นด้านเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน เช่น การวิเคราะห์พลังงานในระบบ เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ ข้อกำหนดมาตรฐานการออกแบบและการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร ควบคุมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน การอนุรักษ์พลังงานในภาคอุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมสิ่งทอ ฯลฯ

ฝ่ายพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงานทดแทน กิจกรรมหลัก คือ การจัดหลักสูตรฝึกอบรมทางพลังงานทดแทนต่าง ๆ ที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น พลังงานเซลล์สุริยะ พลังน้ำ พลังคลื่น พลังงานมวลชีวภาพ พลังงานความร้อนใต้พิภพ การนำพลังงานมากใช้กับพาหนะในขนาดตและจัดการฝึกอบรม ในด้านของพลังงานทดแทน

ฝ่ายพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านการบริหารจัดการ กิจกรรมหลัก คือ การจัดหาหลักสูตรด้านการบริหารระบบของอาคารธุรกิจ โรงงาน บ้านอยู่อาศัย ตลอดจนระบบการจัดการเกี่ยวกับการควบคุมดูแลด้านพลังงานต่าง ๆ และดำเนินการสนับสนุนพัฒนาอุตสาหกรรมในเชิงพาณิชย์และการคมนาคม ทำการฝึกอบรมจะมุ่งเน้นที่เจ้าของบริษัท วิศวกรโรงงานและจัดการควบคุมดูแลระบบของหน่วยงานต่าง ๆ

ฝ่ายพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านไฟฟ้าแสงสว่าง มีกิจกรรมหลัก คือ ให้การสนับสนุนและร่วมมือกับภาคการศึกษา เช่น กระทรวงศึกษาธิการ มหาวิทยาลัย สถาบันราชภัฏ กรมอาชีวฯ ฯลฯ และจัดหลักสูตรการอบรม ด้านการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า การอนุรักษ์พลังงานในวิสาหกิจ SME การอนุรักษ์พลังงานสำหรับครู ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงอัตรากำลังเจ้าหน้าที่โครงการอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ

ตำแหน่งหน้าที่ / เจ้าหน้าที่	อัตรากำลัง	หน้าที่
ฝ่ายบริหาร ผู้อำนวยการ	1	- ควบคุมดูแลการบริหารงานภายในทั้งหมดให้เป็นไปตามนโยบาย และรับผิดชอบในการจัดวางโครงการ และจัดหางบประมาณ
รองผู้อำนวยการ	1	- ช่วยควบคุมดูแล และปฏิบัติงานแทนผู้อำนวยการ
เลขานุการ	1	- ดูแลกิจกรรมของผู้บริหารและการนัดหมายกำหนดการต่างๆ ได้ตอบจดหมาย จดบันทึก
ฝ่ายบริหารทั่วไป หัวหน้าฝ่ายบริหารทั่วไป	1	- ควบคุมดูแล ประสานงานต่างๆ มอบหมายงานภายในฝ่ายบริหารทั่วไป
เจ้าหน้าที่ธุรการ	1	- ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ และควบคุมดูแลให้ความสะดวกต่อผู้มาติดต่อ
เจ้าหน้าที่สารบรรณ	1	- รับส่งหนังสือและจัด พิมพ์จดหมายและเอกสารต่างๆ
เจ้าหน้าที่พัสดุ	2	- ควบคุมและรักษาพัสดุภัณฑ์ และจัดหาจัดซื้อ
เจ้าหน้าที่บุคลากร	1	- ควบคุมดูแลรักษาพลังงาน ดำเนินการรับสมัคร คัดเลือก บรรจุแต่งตั้งพนักงาน กำหนดอัตราเงินเดือน ดำเนินการเสนอข้อมูลการจ้างออกหนังสือรับรองเงินเดือน เสนอข้อมูลความดีความชอบประจำปี
เจ้าหน้าที่งบประมาณ	1	- ดำเนินการเรื่องอนุมัติ เบิกจ่ายงบประมาณ และดูแลรายรับรายจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งหน้าที่ / เจ้าหน้าที่	อัตรากำลัง	หน้าที่
ฝ่ายอาคารสถานที่ หัวหน้าฝ่ายอาคารสถานที่	1	- ควบคุมดูแลการทำงานของฝ่ายสถานที่ และ ตรวจสอบการทำงาน
แผนกรักษาความปลอดภัย หัวหน้าเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย	1	ควบคุมดูแลการทำงานของเจ้าหน้าที่ รักษาความปลอดภัย(ร่วมงานกับบริษัทเอกชน)
แผนกยานพาหนะ เจ้าหน้าที่ยานพาหนะ	4	- จัดรถยนต์ออกไปปฏิบัติการ ทำรายงาน เสนอการซ่อมบำรุง เมื่อเกิดการชำรุดเสียหาย
แผนกความสะอาดสิ่งแวดล้อม หัวหน้าเจ้าหน้าที่ความสะอาด สิ่งแวดล้อม	1	- ควบคุมดูแลการทำงานรักษาความสะอาด ส่วนใช้สอยทั้งภายในและภายนอกอาคาร (ร่วมกับบริษัทเอกชน)
แผนกห้องประชุม เจ้าหน้าที่ห้องประชุม	4	- จัดสถานที่ และควบคุมดูแลสถานที่ ประชุมสัมมนาและฝึกอบรม ตลอดจนการ จัดเตรียมอุปกรณ์และครุภัณฑ์
แผนกวิศวกรรมบำรุง เจ้าหน้าที่วิศวกรรมบำรุง	5	- ดูแลควบคุมระบบต่าง ๆ ภายในอาคาร และ ดำเนินการซ่อมอาคาร ประปาไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ โทรศัพท์ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งหน้าที่ / เจ้าหน้าที่	อัตรากำลัง	หน้าที่
ส่วนทรัพยากรฝึกอบรม ผู้อำนวยการส่วนทรัพยากร ฝึกอบรม ( นักพัฒนาทรัพยากร บุคคล 8 )	1	- ควบคุมดูแลการทำงานของส่วน ดำเนินงานตาม ได้รับมอบหมายจากผู้บริหารและรายงานให้ เจ้าหน้าที่ และยื่นเสนอโครงการ
ฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ หัวหน้าฝ่าย	1	- ควบคุมดูแล จัดเตรียมด้านข้อมูล การฝึกอบรม และร่วมมือกับฝ่ายต่างๆ ในการจัดทำหนังสือ เผยแพร่
เจ้าหน้าที่ฐานข้อมูลการ ฝึกอบรม	2	- ช่วยหัวหน้าฝ่ายจัดเตรียมและเรียบเรียงข้อมูล ในการฝึกอบรมและประสานงานในการจัดทำ หนังสือเผยแพร่
เจ้าหน้าที่ทะเบียนประวัติ	1	- จัดทำบัตรประจำตัว บัตรอนุญาตต่าง ๆ รวบรวมข้อมูลและหลักฐานต่าง ๆ ของพนักงาน เช่น วุฒิ อัตราเงินเดือน ตำแหน่ง จัดทำปรับปรุง และเก็บรักษาทะเบียนประวัติของพนักงาน ให้ เป็นปัจจุบัน
ฝ่ายเจ้าหน้าที่แผนงานและ ติดตามผล หัวหน้าฝ่าย	1	- มีหน้าที่รับผิดชอบด้านการวางแผนพัฒนาการ ฝึกอบรม จัดทำตั้งงบประมาณ ข้อมูล ตลอดจน การวิเคราะห์อัตรากำลัง
เจ้าหน้าที่ฝ่ายผลิตและเผยแพร่ การสอน	1	- เป็นคนดำเนินงานที่รับผิดชอบ และช่วยใน การ เสนอและวางแผนงานและผล ตลอดจน จัดทำคำขอทั้งงบประมาณ ข้อมูลและการ วิเคราะห์กรอบอัตรากำลัง
หัวหน้าฝ่ายผลิตและเผยแพร่ การสอน	1	- ควบคุมดูแลการทำงานของฝ่าย ประสานงาน ภายในและภายนอกโครงการ และรวมถึง ประสานงาน กับบริษัทเอกชนที่เข้ามาดูแลในส่วน ของนิทรรศการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งหน้าที่ / เจ้าหน้าที่	อัตรากำลัง	หน้าที่
แผนกผลิตและจัดหาสื่อ หัวหน้าแผนกผลิตเผยแพร่ และจัดหาสื่อ เจ้าหน้าที่ผลิตเผยแพร่และ จัดหาสื่อ	1  4	- มีหน้าที่ควบคุมการทำงานการจัดทำหนังสือ  - มีหน้าที่จัดทำหนังสือ รายงานการสัมมนา วิชาการ การประชุม พิมพ์ข่าวสาร รวบรวม จัดทำและเผยแพร่เอกสารทางวิชาการ ด้าน พลังงาน และประสานงานกับฝ่ายต่าง ๆ ในการ สนับสนุนด้านข้อมูลข่าวสาร
แผนกนิทรรศการ หัวหน้าแผนกนิทรรศการ หัวหน้าเจ้าหน้าที่นิทรรศการ	1 3	- ควบคุมดูแลการจัดนิทรรศการ - จัดนิทรรศการแสดงผลงานความก้าวหน้า ใหม่ๆ ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยี ด้านพลังงาน และ นำไปใช้สำหรับผู้สนใจ และควบคุมดูแล และ ร่วมมือกับบริษัทเอกชนที่เข้าควบคุม นิทรรศการภายในอาคาร
ฝ่ายประสานงานและความ ร่วมมือด้านพัฒนาบุคลากร หัวหน้าฝ่าย	1	- ควบคุมดูแลตารางจัดเตรียมหนังสือ และ เอกสารเผยแพร่และตารางการจัดการฝึกอบรม และจัดเตรียม แผนงานในการจัดการฝึกอบรม รับมาและประสานงานบุคลากรในการจัด อบรมวิทยากรใหม่ โดยส่งพนักงานไปฝึกฝน เรียนรู้เทคนิคต่าง ๆ ในต่างประเทศ
เจ้าหน้าที่	2	- จัดทำตารางเวลาและแผนงาน รวมทั้ง หนังสือเผยแพร่และจัดเตรียมแผนงานในการ จัดการฝึกอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งหน้าที่ / เจ้าหน้าที่	อัตรากำลัง	หน้าที่
ฝ่ายบรรณสาร หัวหน้าฝ่าย	1	- รับผิดชอบงานห้องสมุดรวมทั้ง โครงการ แลกเปลี่ยนตำราวิชาการกับหน่วยงานอื่น ๆ ทั้ง ภายในและต่างประเทศ
บรรณรักษ์	1	- บริการให้ยืม - คืน หนังสือ และจัดหาสาร วิชาต่างๆ
เจ้าหน้าที่ห้องสมุด	2	- จัดพิมพ์บัตรราชการ ช่อมหนังสือและ จัดเก็บหนังสือ เตรียม คู่มือค้นเอกสาร บริการ เอกสารทางวิชาการแก่ผู้สนใจ
ฝ่ายประชาสัมพันธ์ หัวหน้าฝ่าย	1	- ควบคุมดูแลฝ่ายประชาสัมพันธ์และ ให้บริการติดต่อสอบถามและทำหน้าที่อำนวยความสะดวกอันเป็นประโยชน์แก่สาธารณะ แผนกต่าง ๆ
เจ้าหน้าที่ประชาสัมพันธ์	3	- ต้อนรับและบริการติดต่อสอบถามให้กับผู้ เข้าชมและช่วยจัดการต่าง ๆ ภายในโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งหน้าที่ / เจ้าหน้าที่	อัตรากำลัง	หน้าที่
<p>ส่วนพัฒนาทรัพยากรบุคคล ด้านการอนุรักษ์พลังงาน นักพัฒนาทรัพยากร 8.</p>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ศึกษาค้นคว้าและวิจัยเสนอแนวทางกลยุทธ์หรือวิธีการในการพัฒนาบุคลากร ให้สอดคล้องกับนโยบายการอนุรักษ์พลังงาน</li> <li>- ศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนาหลักสูตรและประเมินผลการจัดโครงการการพัฒนาบุคลากร</li> <li>- ประสานงานวิชาการกับผู้เชี่ยวชาญ บริษัทที่ปรึกษา หน่วยงานศึกษาวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ</li> <li>- กำกับและแนะนำการปฏิบัติงานกับทางเจ้าหน้าที่ในส่วนกลุ่มงานด้านการอนุรักษ์พลังงาน</li> </ul>
<p>นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 7</p>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปฏิบัติงานในส่วนรับผิดชอบควบคุมตรวจสอบให้คำปรึกษา แนะนำเกี่ยวกับการศึกษา วิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการในฐานะผู้ช่วย และวางแผนพัฒนาบุคลากร การจัดหลักสูตรและกิจกรรมในการศึกษาอบรมสัมมนาและการประชุมวัดและประเมินผลการพัฒนาบุคลากร ด้านการอนุรักษ์พลังงาน</li> </ul>
<p>นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 6</p>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปฏิบัติงานช่วยในการพัฒนาบุคลากร วิเคราะห์สภาพปัญหา วางแผนจัดหลักสูตรจัดกิจกรรม การศึกษาอบรมสัมมนาประชุมและวัดผล และประเมินผลบุคลากร รวมทั้งประสานงาน การศึกษาดูงานนอกสถานที่ในการพัฒนาบุคลากร ด้านการอนุรักษ์พลังงาน</li> </ul>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งหน้าที่ / เจ้าหน้าที่	อัตรากำลัง	หน้าที่
<p>เจ้าหน้าที่ทรัพยากรบุคคล 4</p> <p>ส่วนพัฒนาทรัพยากรบุคคล ด้านพลังงาน</p> <p>นักพัฒนาทรัพยากร 8.</p>	<p>1</p> <p>1</p>	<p>- ปฏิบัติงานในฐานะเจ้าหน้าที่ ระดับปฏิบัติ รับผิดชอบงานในโครงการ การอนุรักษ์ พลังงาน ช่วยศึกษาวิเคราะห์ปัญหาและความ ต้องการในการพัฒนาบุคลากร จัดกิจกรรม การศึกษาอบรม สัมมนาประชุม รวมทั้งวัดผล และประเมินบุคลากร ประสานงานการศึกษาดู งานนอกสถานที่ อำนวยความสะดวกแก่ วิทยากร และผู้ทรงคุณวุฒิ จัดเตรียมเอกสาร ประกอบการฝึกอบรม และสัมมนาด้านการ อนุรักษ์พลังงาน ในโรงงาน / อาคารควบคุม ฯลฯ</p> <p>- ศึกษาค้นคว้าและวิจัยเสนอแนวทางกลยุทธ์ หรือวิธีการในการพัฒนาบุคลากร ให้สอดคล้อง กับนโยบายด้านเทคโนโลยีพลังงานโดยมุ่งเน้น ด้านเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน เช่น ระบบเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ มาตรฐาน ข้อกำหนดการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า การอนุรักษ์ พลังงาน ในภาคอุตสาหกรรม ฯลฯ</p> <p>- ศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนาหลักสูตรและ ประเมินผลการจัดโครงการการพัฒนาบุคลากร</p> <p>- ประสานงานวิชาการกับผู้เชี่ยวชาญ บริษัทที่ ปรึกษา หน่วยงาน ศึกษาวิจัยทั้ง ภายในประเทศและต่างประเทศ</p> <p>- กำกับแนะนำการปฏิบัติงานกับทางเจ้าหน้าที่ ในส่วนกลุ่มงานด้านเทคโนโลยีพลังงาน</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งหน้าที่ / เจ้าหน้าที่	อัตรากำลัง	หน้าที่
นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 7	1	- ปฏิบัติงานในส่วนรับผิดชอบควบคุมตรวจสอบให้คำปรึกษา แนะนำเกี่ยวกับการศึกษา วิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการในฐานะผู้ช่วย และวางแผนพัฒนาบุคลากร การจัดหลักสูตรและกิจกรรมในการศึกษาอบรมสัมมนาและการประชุมวัดผล และประเมินผลการพัฒนาบุคลากร ด้านเทคโนโลยีพลังงาน
นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 6	1	- ปฏิบัติงานช่วยในการพัฒนาบุคลากร วิเคราะห์สภาพปัญหา วางแผนจัดหลักสูตร จัดกิจกรรม การศึกษาอบรมสัมมนาประชุมและวัดผล และประเมินผลบุคลากร รวมทั้งประสานงาน การศึกษาดูงานนอกสถานที่ในการพัฒนาบุคลากร ด้านการเทคโนโลยีพลังงาน
เจ้าหน้าที่ทรัพยากรบุคคล 4	1	- ปฏิบัติงานในฐานะเจ้าหน้าที่ รับผิดชอบงานในโครงการ ด้านเทคโนโลยีพลังงาน ช่วยศึกษาวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการในการพัฒนาบุคลากร จัดกิจกรรม การศึกษาอบรม สัมมนาประชุม รวมทั้งวัดผล และประเมินบุคลากร ประสานงานการศึกษา ดูงานนอกสถานที่ อำนวยความสะดวกแก่ วิทยากร และผู้ทรงคุณวุฒิ จัดเตรียมเอกสาร ประกอบการฝึกอบรม และสัมมนาด้านเทคโนโลยีพลังงาน เช่น ระบบปรับอากาศ ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าลารกอนุรักษ์ในภาคอุตสาหกรรม อาหาร สิ่งทอ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งหน้าที่ / เจ้าหน้าที่	อัตรากำลัง	หน้าที่
ส่วนพัฒนาทรัพยากรบุคคล ด้านพลังงานทดแทน นักพัฒนาทรัพยากร 8	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ศึกษาค้นคว้าและวิจัยเสนอแนวทางกลยุทธ์หรือวิธีการในการพัฒนาบุคลากร ให้สอดคล้องกับนโยบายด้านพลังงานทดแทน</li> <li>- ศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนาหลักสูตรและประเมินผลการจัดโครงการการพัฒนาบุคลากร</li> <li>- ประสานงานวิชาการกับผู้เชี่ยวชาญ บริษัทที่ปรึกษา หน่วยงาน ศึกษาวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ</li> <li>- กำกับแนะนำการปฏิบัติงานกับทางเจ้าหน้าที่ในส่วนกลุ่มงานด้านพลังงานทดแทน</li> </ul>
นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 7	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปฏิบัติงานในส่วนรับผิดชอบควบคุมตรวจสอบให้คำปรึกษา แนะนำเกี่ยวกับการศึกษา วิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการในฐานะผู้ช่วย และวางแผนพัฒนาบุคลากร การจัดหลักสูตรและกิจกรรมในการศึกษา อบรมสัมมนาและการประชุมวัดผลและประเมินผลการพัฒนาบุคลากร ด้านพลังงานทดแทน</li> </ul>
นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 6	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปฏิบัติงานช่วยในการพัฒนาบุคลากร วิเคราะห์สภาพปัญหา วางแผนจัดหลักสูตรจัดกิจกรรม การศึกษาอบรมสัมมนาประชุมและวัดผล และประเมินผลบุคลากร รวมทั้งประสานงาน การศึกษาดูงานนอกสถานที่ในการพัฒนาบุคลากร ด้านพลังงานทดแทน</li> </ul>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งหน้าที่ / เจ้าหน้าที่	อัตราค่าจ้าง	หน้าที่
<p>เจ้าหน้าที่ทรัพยากรบุคคล 4</p> <p>ส่วนพัฒนาทรัพยากรบุคคล ด้านบริหาร</p> <p>นักพัฒนาทรัพยากร 8</p>	<p>1</p> <p>1</p>	<p>- ปฏิบัติงานในฐานะเจ้าหน้าที่ ระดับปฏิบัติ รับผิดชอบงานในโครงการ ด้านพลังงาน ทดแทน ช่วยศึกษาวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการในการพัฒนาบุคคลกร จัดกิจกรรม การศึกษาอบรม สัมมนาประชุม รวมทั้งวัดผล และประเมินบุคลากร ประสานงานการศึกษา ดู งานนอกสถานที่ อำนวยความสะดวกแก่ วิทยากร และผู้ทรงคุณวุฒิ จัดเตรียมเอกสาร ประกอบการฝึกอบรม และสัมมนาด้าน พลังงานทดแทน</p> <p>- ศึกษาค้นคว้าและวิจัยเสนอแนวทางกลยุทธ์ หรือวิธีการในการพัฒนาบุคลากร ให้สอดคล้อง กับนโยบายด้านบริหาร โดยมุ่งเน้นด้านการ พัฒนาด้านการพัฒนาองค์กร ทักษะการบริหาร การจัดการประสานงาน ทักษะภาษาและ คอมพิวเตอร์ ฯลฯ</p> <p>- ศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนาหลักสูตรและ ประเมินผลการจัดโครงการการพัฒนา ทรัพยากรบุคคล</p> <p>- ประสานงานวิชาการกับผู้เชี่ยวชาญ บริษัทที่ ปรีกษา หน่วยงาน ศึกษาวิจัยทั้งภายในประเทศ และต่างประเทศ</p> <p>- กำกับและแนะนำการปฏิบัติงานกับทางเจ้าหน้าที่ ในส่วนกลุ่มงานด้านบริหาร</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งหน้าที่ / เจ้าหน้าที่	อัตรากำลัง	หน้าที่
นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 7	1	- ปฏิบัติงานในส่วนรับผิดชอบควบคุม ตรวจสอบให้คำปรึกษา แนะนำเกี่ยวกับการ การศึกษา วิเคราะห์สภาพปัญหาและ ความ ต้องการในฐานะผู้ช่วย และวางแผนพัฒนา บุคลากร การจัดหลักสูตรและกิจกรรมใน การศึกษา อบรมสัมมนาและการประชุมวัดผล และประเมินผลการพัฒนาบุคลากร ด้านการ บริหาร
นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 6	1	- ปฏิบัติงานช่วยในการพัฒนาบุคลากร วิเคราะห์สภาพปัญหา วางแผนจัดหลักสูตรจัด กิจกรรม การศึกษาอบรมสัมมนาประชุมและ วัดผล และประเมินผลบุคลากร รวมทั้ง ประสานงาน การศึกษาดูงานนอกสถานที่ใน การพัฒนาบุคลากร ด้านการบริหาร
เจ้าหน้าที่ทรัพยากรบุคคล 4	1	- ปฏิบัติงานในฐานะเจ้าหน้าที่ ระดับปฏิบัติ รับผิดชอบงานในโครงการ ด้านการบริหาร ช่วยศึกษาวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการใน การพัฒนาบุคลากร จัดกิจกรรมการศึกษา อบรม สัมมนาประชุม รวมทั้งวัดผลและ ประเมินบุคลากร ประสานงานการศึกษา ดูงาน นอกสถานที่ อำนวยความสะดวกแก่วิทยากร และผู้ทรงคุณวุฒิ จัดเตรียมเอกสาร ประกอบการฝึกอบรม และสัมมนาด้านการ บริหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งหน้าที่ / เจ้าหน้าที่	อัตรากำลัง	หน้าที่
<p>ส่วนพัฒนาทรัพยากรบุคคล ด้านไฟฟ้า</p> <p>นักพัฒนาทรัพยากร 8</p>	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ศึกษาค้นคว้าและวิจัยเสนอแนวทางกลยุทธ์หรือวิธีการในการพัฒนาบุคลากร ให้สอดคล้องกับนโยบายด้านบริหาร โดยมุ่งเน้นการให้การสนับสนุนภาคการศึกษา เช่นการจัดหลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า การอนุรักษ์พลังงานสำหรับครู</li> <li>- ศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนาหลักสูตรและประเมินผลการจัดโครงการการพัฒนาทรัพยากรบุคคล</li> <li>- ประสานงานวิชาการกับผู้เชี่ยวชาญ บริษัทที่ปรึกษา หน่วยงาน ทบวงมหาวิทยาลัย สถาบันการศึกษา หน่วยงาน ศึกษาวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ</li> <li>- กำกับแนะนำการปฏิบัติงานกับทางเจ้าหน้าที่ในส่วนกลุ่มงานด้านไฟฟ้าและแสงสว่าง</li> </ul>
นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 7	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปฏิบัติงานในส่วนรับผิดชอบควบคุมตรวจสอบให้คำปรึกษา แนะนำเกี่ยวกับการการศึกษา วิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการในฐานะผู้ช่วย และวางแผนพัฒนาบุคลากร การจัดหลักสูตรและกิจกรรมในการศึกษา อบรมสัมมนา และการประชุมวัดผลและประเมินผลการพัฒนาบุคลากร ด้านไฟฟ้าและแสงสว่าง</li> </ul>
นักพัฒนาทรัพยากรบุคคล 6	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปฏิบัติงานช่วยในการพัฒนาบุคลากรวิเคราะห์สภาพปัญหา วางแผนจัดหลักสูตรจัดกิจกรรม การศึกษาอบรมสัมมนาประชุมและวัดผล และประเมินผลบุคลากร รวมทั้งประสานงาน การศึกษาดูงานนอกสถานที่ในการพัฒนาบุคลากร ด้านไฟฟ้าและแสงสว่าง</li> </ul>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งหน้าที่ / เจ้าหน้าที่	อัตรากำลัง	หน้าที่
เจ้าหน้าที่ทรัพยากรบุคคล 4	1	- ปฏิบัติงานในฐานะเจ้าหน้าที่ ระดับปฏิบัติ รับผิดชอบงานในโครงการ ด้านไฟฟ้าและแสง สว่าง ช่วยศึกษาวิเคราะห์ปัญหาและความ ต้องการในการพัฒนาบุคลากร จัดกิจกรรม การศึกษาอบรม สัมมนาประชุม รวมทั้งวัดผล และประเมินบุคลากร ประสานงานการศึกษา ดู งานนอกสถานที่ อำนวยความสะดวกแก่ วิทยากร และผู้ทรงคุณวุฒิ จัดเตรียมเอกสาร ประกอบการฝึกอบรม และสัมมนาด้านไฟฟ้า และแสงสว่าง

สรุปอัตรากำลังเจ้าหน้าที่โครงการอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ

- ผู้อำนวยการ	1	คน
- รองผู้อำนวยการ	1	คน
- เลขานุการ	1	คน
- ฝ่ายบริหารทั่วไป	7	คน
- ฝ่ายอาคารสถานที่	16	คน
- ส่วนทรัพยากรฝึกอบรม	28	คน
- ส่วนนักพัฒนาทรัพยากรบุคคล	20	คน
<b>รวมทั้งสิ้น</b>	<b>74</b>	<b>คน</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3 การวิเคราะห์หาปริมาณผู้ใช้โครงการ

การวิเคราะห์หาปริมาณผู้ใช้โครงการนั้นได้ทำการศึกษาจากโครงการที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ซึ่งได้นำปริมาณผู้เข้าชมจากศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา ท้องฟ้าจำลอง มาเป็นกรณีศึกษาปริมาณผู้ใช้โครงการ ดังตาราง

ปี	จำนวนผู้เข้าชม
2541	133,707
2542	194,930
2543	227,159
2544	176,439
2545	174,098

จากสถิติผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ท้องฟ้าจำลองในปี 2541- 2545 สามารถแจกแจงได้ดังนี้

ปี 2541	133,707 คน
ปี 2542	194,730 คน + 61223 คน
ปี 2543	227,159 คน + 32229 คน
ปี 2544	176,439 คน - 50720 คน
ปี 2545	174,018 คน - 2421 คน

$$\begin{aligned} \text{ค่าเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย} &= \frac{\text{จำนวนเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยในแต่ละปี}}{\text{จำนวนช่วง}} \\ &= 40311 / 4 \\ &= 10078 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการคาดคะเนจำนวนผู้เข้าใช้โครงการ  
ปี 2546 - 2550 คิดแบบอัตราก้าวหน้า

ปี 2546	184,096 คน
ปี 2547	194,174 คน
ปี 2548	204,252 คน
ปี 2549	214,330 คน
ปี 2550	224,408 คน

เนื่องจากพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์มีพื้นที่ทั้งโครงการประมาณ 9,277 ตร.ม. จึงได้เทียบเคียง  
สัดส่วนผู้เข้าใช้โครงการคือ

สัดส่วนพื้นที่โครงการ 9,277 ตร.ม. มีผู้เข้าโครงการ 234,486 คน / ปี  
สัดส่วนพื้นที่โครงการ 14,000 ตร.ม. มีผู้เข้าโครงการ 353,864 คน / ปี

เฉลี่ย 1 เดือน มี 29,488 คน

โครงการปิดเฉลี่ยเดือนละ 23 วัน

เฉลี่ย 1 วัน มี 1,282 คน

โครงการเปิดเฉลี่ยวันละ 8 ชม.

1 ชม. มีผู้เข้าโครงการ 160 คน / ชม. เป็นผู้เข้าใช้มากที่สุดของโครงการ \*\*\*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.4 การวิเคราะห์และประเมินขนาดพื้นที่ใช้สอยโครงการ

## นิทรรศการภาคอาคารธุรกิจ (BUSINESS TECHNOLOGY DISPLAY)

จุดประสงค์				
ศูนย์แสดงเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานภาคอาคารธุรกิจ ประกอบด้วยชุดสาธิตเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร ครอบคลุมตั้งแต่การออกแบบคุณลักษณะอาคารที่เหมาะสม การออกแบบติดตั้งระบบการใช้งานวิศวกรรมต่าง ๆ และระบบการจัดการอาคารที่จะช่วยสนับสนุนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ				
<b>1. INTRODUCTION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความสำคัญของการอนุรักษ์พลังงาน</li> <li>- ปัจจัยที่ทำให้เกิดอาคารประหยัดพลังงาน</li> <li>- การออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน</li> </ul>	VDO WALL	24	3
<b>2. BUILDING FEATURES</b>	เรื่องราวของคุณลักษณะอาคาร โดยใช้กรณีตัวอย่างจากอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ	MODEL + MULTIMEDIA BOARD	28	2
<b>3. AIR CONDITION</b>	เรื่องราวของการเน้นให้เกิดความเข้าใจถึงการทำงานในระบบปรับอากาศซึ่งมีส่วนการใช้พลังงานมากที่สุดในอาคาร	ห้องจำลองระบบพื้นฐานของการปรับอากาศ	70	2
		VDO WALL ระบบปรับอากาศประสิทธิภาพพลังงาน	40.5	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		ห้องจำลองระบบการ ส่งจ่ายลมเย็นCAV VAV	80	4
		ห้องจำลองระบบ การนำความเย็น กลับมาใช้ใหม่	80	4
<b>4.LIGHTING</b>	เครื่องรวมของระบบ เทคโนโลยีแสงสว่าง ภายในอาคาร การใช้อุปกรณ์ ประสิทธิภาพสูง	MODEL + MULTIMEDIA BOARD ระบบแสงสว่าง ประสิทธิภาพสูงสลับ การใช้แสงธรรมชาติ ภายในอาคาร	160	4
	การใช้ประโยชน์จากแสง ธรรมชาติ	COMPUTER BOOTH SENSORระบบ ควบคุมแสงสว่าง	5.25	2
	การใช้ระบบควบคุม แสงสว่าง	ห้องควบคุมแสงสว่าง	75	3
<b>5.POWER DISTRIBUTOR</b>	การนำเสนอเพื่อสร้าง ความเข้าใจถึงการสูญเสีย พลังงานในระบบจ่าย กำลังไฟฟ้า	MODEL POWER DISTRIBUTOR + COMPUTER BOOTH	17.64	4
			5.25	
<b>6.REDUCING PC ENERGY</b>	การนำเสนอถึง แนวทางการลดการใช้ พลังงานคอมพิวเตอร์ ส่วนบุคคลด้วย FUNCTION ENERGY STAR COMPLIANT	COMPUTER BOOTH+ MODEL	10.5	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ESCALATOR	การนำเสนอถึง แนวทางการประหยัด พลังงานในระบบ บันไดเลื่อนโดยใช้ชุด การสาธิตจริง	MODELจำลอง ระบบบันไดเลื่อน	30	4
8. BAS	การนำเทคโนโลยี ระบบการจัดการ อาคารมาใช้ติดตาม ควบคุมระบบต่างๆ ภายในอาคารเพื่อให้ เกิดการใช้พลังงาน อย่างมีประสิทธิภาพ ชุดสาธิตนี้ทำหน้าที่ เป็นบทสรุปของ อาคารอนุรักษ์ พลังงานภาคอาคาร ธุรกิจ	BAS จำลอง	75	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### นิทรรศการภาคบ้านพักอาศัย (E - HOUSE)

จุดประสงค์				
<p>ศูนย์แสดงเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานภาคบ้านพักอาศัย ประกอบด้วยชุดสาธิตเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร การนำเสนอถึงแนวทางผสมผสาน แนวคิดการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน ระบบต่าง ๆ ภายในบ้านเข้าด้วยกัน เนื้อหาการจัดแสดงจะกระจายไปตามส่วนต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นภายในบ้าน</p>				
หัวข้อ	เนื้อหา	เทคนิคจัดแสดง	พื้นที่	เวลา
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน</li> <li>- ระบบแสงสว่างประหยัดพลังงาน</li> <li>- เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน</li> <li>- ระบบปรับอากาศ</li> <li>- ระบบแสงสว่าง</li> <li>- ระบบการควบคุมการทำงานภายในบ้าน</li> </ul>	บ้านจำลอง	225	20
	รวม		225	20

พื้นที่นิทรรศการถาวรรวม	$1073 + 225 = 1298$ ตร.ม.
พื้นที่ช่องทางเข้า 15 %	194 ตร.ม.
พื้นที่ทางสัญจร 30 %	389 ตร.ม.
***รวมพื้นที่นิทรรศการถาวร	1881 ตร.ม.

#### การคิดพื้นที่ใช้สอยส่วนนิทรรศการชั่วคราว

เป็นการจัดแสดงในลักษณะนิทรรศการหมุนเวียน โดยมีหลักในการจัดแสดงโดยมีหัวข้อหลัก คือ การนำเสนอเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ทางการประหยัดพลังงาน โดยการแสดงตัวอย่าง และข้อมูลข่าวสารประกอบ

ส่วนสาธิตอุปกรณ์ใหม่	ชุดสาธิต + MODEL + BOARD	41.28 ตร.ม.
ส่วนสาธิตข้อมูลข่าวสาร	MULTIMEDIA BOARD	33 ตร.ม.
ทางสัญจร 30 %		53.66 ตร.ม.
*** รวมพื้นที่ส่วนนิทรรศการชั่วคราว		93.56 ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.5 ตารางสรุปพื้นที่ใช้สอยโครงการ

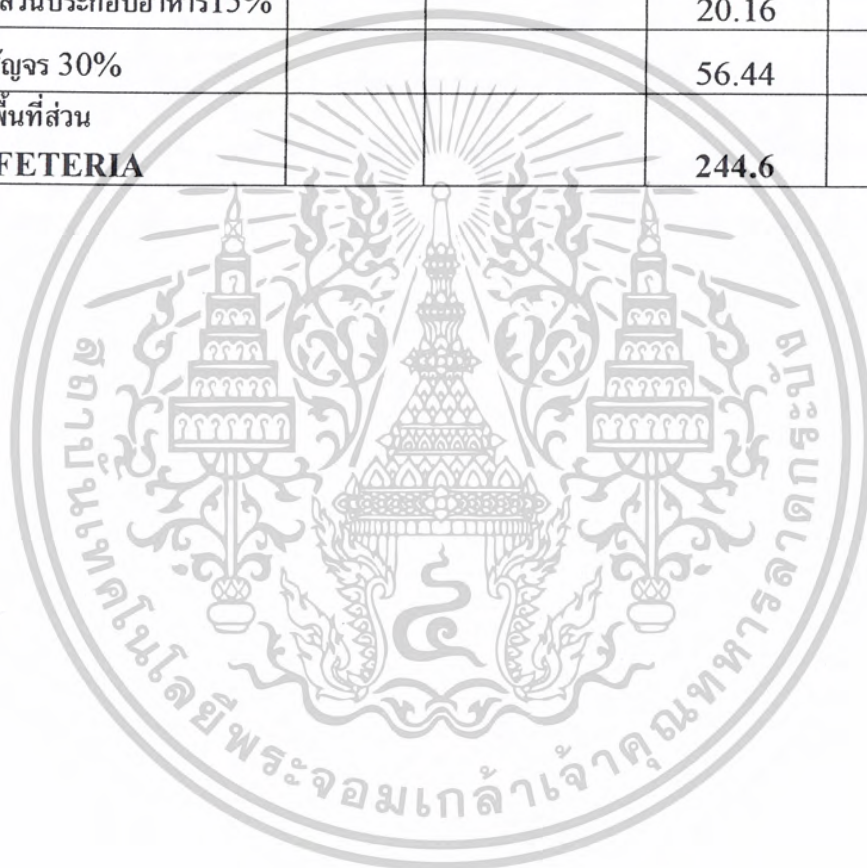
## MAIN EXHIBITION HALL

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่ / ตร.ม.	พื้นที่ (M <sup>2</sup> )	หมายเหตุ
โถงทางเข้า	160	0.64	102.4	160 คน max
พื้นที่พักคอย	48	1.2	57.6	30% ผู้ใช้
ประชาสัมพันธ์	2	2.6	5.2	TIME SAVER
จำหน่ายบัตร	1	2.6	2.6	TIME SAVER
ฝากสัมภาระ	80	0.52	41.6	50% ผู้ใช้
ร้านขายของที่ระลึก 25%			52.83	
โทรศัพท์สาธารณะ	3	0.64	1.92	TIME SAVER
ห้องน้ำ			26	
ทางสัญจร 30%			87	
<b>รวมพื้นที่ MAIN EXHIBITION HALL</b>			<b>377.19</b>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## CAFETERIA

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่ / ตร.ม.	พื้นที่ (M <sup>2</sup> )	หมายเหตุ
พื้นที่ส่วนทานอาหาร	96	1.4	134.4	50% หนาแน่น
				25% เบาบาง
พื้นที่ส่วนบริการ 25%			33.6	
พื้นที่ส่วนประกอบอาหาร 15%			20.16	
ทางสัญจร 30%			56.44	
รวมพื้นที่ส่วน CAFETERIA			244.6	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### MULTI PURPOSE TRAINING ROOM

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่ / ตร.ม.	พื้นที่ (M <sup>2</sup> )	หมายเหตุ
พื้นที่นั่งฟังบรรยาย	75	0.5	37.5	
พื้นที่ทางเดินรอบ			90	
พื้นที่ผู้บรรยาย 20%			11.5	
โถงพักคอย	75	0.64	48	
พื้นที่ห้องควบคุม			20	
พื้นที่ห้องประชุม			117	
ทางสัญจร 30%			35.1	
รวมพื้นที่ส่วนห้อง <b>TRAINING ROOM</b>			<b>242.1</b>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## COMPUTER TRAINING

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่ / ตร.ม.	พื้นที่ (M <sup>2</sup> )	หมายเหตุ
จำนวนนักเรียน	20 - 40			กรณีศึกษา
จำนวนนักเรียนโครงการ	30			ค่ากลาง
พื้นที่ส่วนห้องเรียนรวม	30	1.2	36	
พื้นที่สำหรับผู้บรรยาย			10	30%พื้นที่
พื้นที่สำหรับเก็บอุปกรณ์			5	15%พื้นที่
พื้นที่ส่วนห้องเรียนรวม			51	
พื้นที่ทางสัญจร คิด 30%			15	
<b>รวมพื้นที่COMPUTER TRAINING</b>			<b>117</b>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## AUDITORIUM

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่ / ตร.ม.	พื้นที่ (M <sup>2</sup> )	หมายเหตุ
โถงพักคอย	80	0.64	51.2	50% ผู้ใช้
ห้องเตรียมการบรรยาย	1	3.0x4.0	12	
พื้นที่นั่งฟัง	80	0.5	40	50% ผู้ใช้
พื้นที่ผู้บรรยาย 20%			8	
ห้องควบคุม			20	
ห้องเก็บของ 10%			13.12	
ทางสัญจร 50%			65.6	
รวมพื้นที่ส่วน <b>AUDITORIUM</b>			<b>209.92</b>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

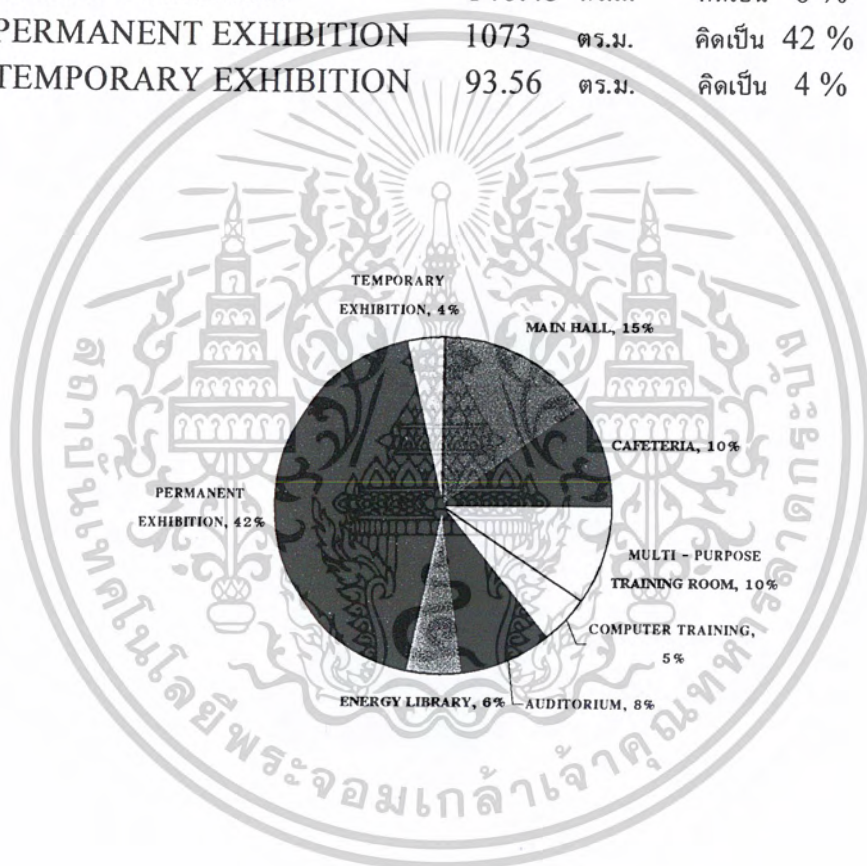
## ENERGY LIBRARY

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่ / ตร.ม.	พื้นที่ (M <sup>2</sup> )	หมายเหตุ
พื้นที่นั่งอ่าน	32	1.4	44.8	20% ผู้ใช้
พื้นที่เก็บหนังสือ	1250 เล่ม	70 เล่ม	17.85	
ตู้บัตรรายการ	1	3.15	3.15	TIME SAVER
บรรณารักษ์	1	8.25	8.25	TIME SAVER
เจ้าหน้าที่สารนิเทศ	3	3.36	10.08	TIME SAVER
ช่องแช่หนังสือ	1	5.85	5.85	TIME SAVER
พื้นที่รับฝากของ	1	6.3	6.3	TIME SAVER
ส่วนบริการถ่ายเอกสาร	1	1.5	1.5	TIME SAVER
ล็อกเกอร์	1	5.76	5.76	TIME SAVER
คอมพิวเตอร์สืบค้น	2	1.36	2.72	TIME SAVER
ทางสัญจร 30%			32.41	
รวมพื้นที่ส่วน <b>ENERGY LIBRARY</b>			<b>140.45</b>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปการใช้พื้นที่ทั้งหมดของโครงการ

1. MAIN HALL	377.19 ตร.ม.	คิดเป็น 15 %
2. CAFETERIA	244.10 ตร.ม.	คิดเป็น 10 %
3. MULTI - PURPOSE TRAINING ROOM	242.10 ตร.ม.	คิดเป็น 10 %
4. COMPUTER TRAINING	117 ตร.ม.	คิดเป็น 5 %
5. AUDITORIUM	209.92 ตร.ม.	คิดเป็น 8 %
6. ENERGY LIBRARY	140.45 ตร.ม.	คิดเป็น 6 %
7. PERMANENT EXHIBITION	1073 ตร.ม.	คิดเป็น 42 %
8. TEMPORARY EXHIBITION	93.56 ตร.ม.	คิดเป็น 4 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บทที่ 6 แนวความคิดสู่การออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR NAJESTY OF THE KING

7 OF THE KING  
CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR NAJESTY OF THE KING

# INTRODUCTION



จากการที่มีความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วในระยะเวลาที่ ก่อให้เกิดปัญหาความต้องกรทางด้านพลังงานของประเทศไทย เพื่อแก้ปัญหาความขาดแคลนพลังงาน พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๒๒ ซึ่งมีความประสงค์ที่จะกำหนดและส่งเสริมการใช้พลังงานในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้รับมอบหมายให้เป็นหน่วยงานกำกับดูแลและส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ให้การสนับสนุนทางด้านการเงิน การให้ความรู้ และสร้างจิตสำนึกให้แก่สถาปนิก วิศวกร ตลอดจนเจ้าของอาคารและผู้สนใจ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน จึงได้สร้างอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติขึ้นเพื่อสาธิตเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่สุดในปัจจุบันและมีความเหมาะสมกับสภาพอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย และเป็นการเฉลิมฉลองในวโรกาสที่ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงครองสิริราชสมบัติครบรอบ 50 ปี โดยก่อสร้างขึ้นบริเวณเทคโนโลยี ๕ โดยมีชื่อเรียกว่า "อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ"



CODE: 42020096

BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN  
KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRAKANG

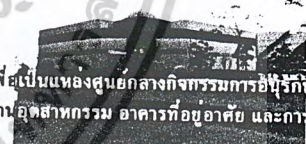
ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR NAJESTY OF THE KING

7 OF THE KING  
CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR NAJESTY OF THE KING

# INTRODUCTION

วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อเป็นสำนักงานของกองฝึกอบรมศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย
2. เป็นอาคารอนุรักษ์พลังงานที่ได้ดีกว่ามาตรฐานที่กำหนดโดยกฎหมาย และสามารถแสดงผลที่จะได้จากอาคารอนุรักษ์พลังงานที่ก่อสร้างให้เป็นที่ประจักษ์แก่สายตาประชาชน
3. เพื่อเป็นศูนย์สาธิตและถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการอนุรักษ์พลังงาน (DISPLAY CENTER) เช่น ศูนย์เทคโนโลยีภาคอุตสาหกรรม ศูนย์เทคโนโลยีภาคอาคารธุรกิจ ศูนย์เทคโนโลยีวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีและแม่เหล็กไฟฟ้า
4. เพื่อเป็นแหล่งศูนย์กลางกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย ทั้งด้านอุตสาหกรรม อาคารที่อยู่อาศัย และการคมนาคมขนส่ง



CODE: 42020096

BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN  
KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRAKANG

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

7 OF THE KING

# INTRODUCTION



1. ความร้อน

- การเพิ่มขึ้นของป่าคอนกรีต ความร้อนจากดวงอาทิตย์
- การเผาไหม้เชื้อเพลิงรถยนต์ ความร้อนจากกระแสไฟฟ้า
- และความร้อนจากประชากรแออัด
- 2. เสียง
- มลภาวะทางเสียงจากยานพาหนะ
- 3. อากาศ
- ปริมาณสารพิษปนเปื้อนในอากาศ
- 4. แสงธรรมชาติ
- ความแออัดของอาคารสูงทำให้เกิดการ
- เปลี่ยนแปลงช่องเปิดในอาคาร
- 5. ทัศนวิสัย
- ความแออัดของอาคารสูงทำให้เกิด
- มุมมองที่ไม่น่าดู
- 6. ความไม่ปลอดภัย
- การอัคคีภัย สารพิษต่างๆในอากาศ
- 7. น้ำและการระเหยของน้ำ
- ประเทศไทยมีความชื้นสัมพัทธ์สูง
- ประกอบด้วยไม่เหนือของและไม่เพียงพอ
- ต่อการปรับสภาพแวดล้อมให้เป็นอง

CODE : 42020096

**BY MR. SURAPONG VIVATPORN BUN**

KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRAKANG

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

7 OF THE KING

# SCOPE

## S SCOPE OF PROJECT

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| <b>BASEMENT FLOOR</b>                       | <b>GROUND FLOOR</b>          |
| - HALL & TEMPORARY EXHIBITION               | - MAIN HALL                  |
| - AUDITORIUM                                | - WAITING AREA               |
| - EXHIBITION AREA 1 (BUILDING TECHNOLOGY)   | - MULTIPURPOSE TRAINING ROOM |
| - EXHIBITION AREA 2 (HOUSING TECHNOLOGY)    | 1. TRAINING MAIN HALL        |
| - EXHIBITION AREA 3 (INDUSTRIAL TECHNOLOGY) | 2. COMPUTER TRAINING         |
| - RESTROOM                                  | - ENERGY SHOP                |
| - SYSTEM ROOM                               | - NEW TECHNOLOGY DISPLAY     |
|   | - OFFICE                     |
|   | - CAFETERIA                  |
|   | - ENERGY LIBRARY             |
|   | 2 ND AND 3RD FLOOR           |
|   | - OFFICE SPACE               |

## S SCOPE OF WORK

- MAIN EXHIBITION HALL
- MULTIPURPOSE TRAINING ROOM
- 1. TRAINING MAIN HALL
- 2. COMPUTER TRAINING
- CAFETERIA
- ENERGY LIBRARY
- AUDITORIUM
- SUVENIOR SHOP
- EXHIBITION AREA 1 (BUILDING TECHNOLOGY)
- EXHIBITION AREA 2 (HOUSING TECHNOLOGY)

CODE : 42020096

**BY MR. SURAPONG VIVATPORN BUN**

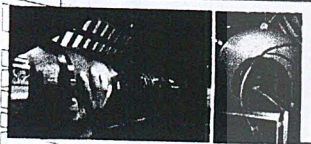
KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRAKANG

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

70% OF THE ENERGY CONSUMPTION IN THE BUILDING IS PROVIDED BY THE SOLAR ENERGY SYSTEM

# CASE STUDY

## NATIONAL SCIENCE MUSEUM



การใช้ SPACE IN SPACE ประกอบการจัดแสดง เพื่อสร้างความน่าสนใจ



แสดงการนำเอาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันมาช่วยอำนวยความสะดวกด้วยการสร้าง SPACE เสมือนจริง เพื่อให้เรียนรู้จากของจริง และใช้เป็นต้นแบบส่วนนิทรรศการบ้านประหยัดพลังงาน

การจัดแสดงลักษณะแบบ VIDEO WALL ใช้ภาพเคลื่อนไหวประกอบการเล่าเรื่อง

แสดงเทคนิคการใช้สีเขียวสร้างจุดเด่นให้องค์ประกอบวัตถุจัดแสดงขนาดเล็ก เพิ่มความน่าสนใจ



CODE : 42020096

BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN

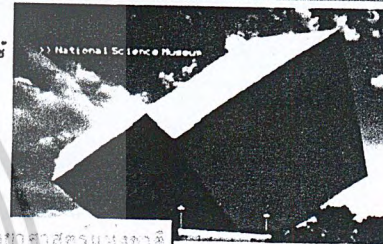
KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

70% OF THE ENERGY CONSUMPTION IN THE BUILDING IS PROVIDED BY THE SOLAR ENERGY SYSTEM

# CASE STUDY

## NATIONAL SCIENCE MUSEUM



สิ่งที่น่าศึกษา  
1. รูปแบบและเทคโนโลยีที่นำมาใช้  
ในการจัดแสดง  
2. มีการใช้ space in space ประกอบการจัดแสดง  
ทำให้รูปแบบที่น่าสนใจ

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์จันทบุรี

ที่ตั้ง : บริเวณ เทศบาลตำบล 5 ปทุมธานี  
เวลาเปิด : 9.30 - 17.00 น. อังคาร - อาทิตย์  
กลุ่มเป้าหมาย : เด็ก เยาวชน ชาวต่างประเทศ

ส่วนประกอบภายในโครงการ

1. พื้นที่จัดแสดงนิทรรศการถาวร
2. ร้านจำหน่ายของที่ระลึก
3. ห้องรับฝากของก่อนเข้าชมนิทรรศการ
4. ร้านอาหาร
5. สอบถ่านข้อมูลเบื้องต้น
6. ห้องอินเทอร์เน็ต

ส่วนประกอบภายนอกโครงการ

1. สวนกิจกรรม
2. ส่วนบริการจอดรถ



CODE : 42020096

BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN

KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

# CASE STUDY



ตัวอย่างการใช้ MODEL และ BOARD ร่วมกันในการประกอบการจัดแสดง

## สิ่งที่นำมาศึกษา

1. รูปแบบและเทคนิคการจัดแสดง
2. area requirement
3. functional diagram

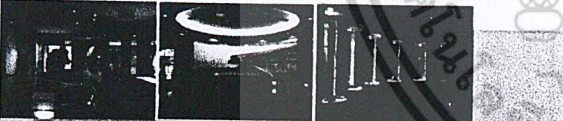
ลักษณะการจัดแสดงแบบ DIODRAMA จำลองสถานการณ์จริงเพื่อให้เห็นลักษณะ และสภาพแวดล้อมประกอบกัน เพิ่มความสมบูรณ์ให้กับเนื้อหา



## THEATRE ฉายภาพยนตร์ขนาดสั้น

3-5 นาที ซอขอมอธิบายภาพรวมเนื้อหา ได้อย่างรวดเร็ว และ ประหยัดพื้นที่

การจัดแสดงโดยแบบจำลองหรือของจริง



CODE : 42020086

BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRAHANG

# CASE STUDY



เจ้าของโครงการ : สำนักพิพิธภัณฑ์เฉลิมพระเกียรติ

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ที่ตั้งโครงการ : ตำบลคลอง 1 อ.คลองหลวง จ. ปทุมธานี

พื้นที่โครงการ : ประมาณ 500 ไร่

เวลาเปิดบริการ : 9.00 - 16.00 น. ทุกวันเว้นวันจันทร์

กลุ่มเป้าหมาย : นักเรียน นักศึกษา ประชาชนผู้สนใจ



## ส่วนประกอบภายในโครงการ

1. พื้นที่จัดแสดงนิทรรศการถาวร
2. พื้นที่จัดแสดงนิทรรศการชั่วคราว
3. ร้านจำหน่ายของที่ระลึก
4. ห้องสัมมนา
5. ห้องอาหาร



CODE : 42020086

BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRAHANG



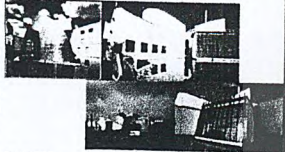
ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

70F  
ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

# CASE STUDY

## ENERGY FORUM INNOVATION

ARCHITECT : FRANK O. GEHRY  
SITE : BAD OEYHAUSEN  
GERMANY  
OWNER : EMR The local electric supply company  
AREA : 4500 m<sup>2</sup>



Frank O. Gehry  
Energie-Forum-Innovation  
Bad Oeynhausen

- OFFICE SPACE
- CONFERENCE FACILITIES
- EXHIBITION AREA
- ELECTRIC SUPPLY CENTER
- POWER STATION



CODE: 42020006

BY MR. SURAPONG VIVATPORN BUN

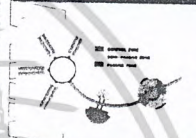
KING MONUMT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

70F  
ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

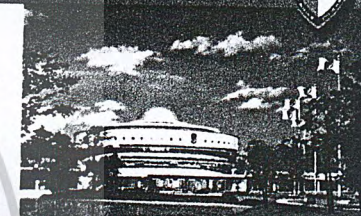
# CASE STUDY

## SHINAWATRA UNIVERSITY



LECTURE CENTER

- LECTURE CENTER
- RESEARCH CENTER
- CANTEEN
- LIBRARY



RESEARCH CENTER

ARC GARDEN

สิ่งที่นำมาศึกษา

1. การออกแบบห้องสมุด และห้อง auditorium ที่ใช้ concept ของการประหยัดพลังงาน
2. space and area requirement

CODE: 42020006

BY MR. SURAPONG VIVATPORN BUN

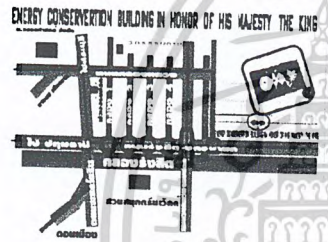
KING MONUMT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

7 OF THE KING

# SITE LOCATION

การเข้าถึงโครงการ



ถนนพหลโยธิน (ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1)  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
ถนนแหวนรอบนอก โดยการเดินทางเข้าสู่โครงการ  
สามารถเข้าตัวโครงการได้ ดังนี้  
- ถนนรังสิต-นครนายก บริเวณทางแยกกลางวงเวียน  
การสัญจรเข้าโดยรถประจำทาง รังสิต-นครนายก 5  
รังสิต-นครนายก 7116-สีจุก  
- ถนนคลองพระยา-พหลโยธิน เชื่อมต่อกับถนนวงแหวน  
รอบนอก

CODE: 42020096

BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG

# SITE LOCATION



- ติดกับบริเวณถนนทางเข้าภายในเทคโนโลยีและเป็นทางเข้าโครงการ
- ติดกับพื้นที่ก่อสร้างของอาคารวิภาวดี
- ติดกับสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
- ติดกับบ้านประหยัดพลังงานตัวอย่าง

CODE: 42020096

BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG

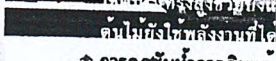
ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

7 OF THE

# SITE ANALYSIS



เพื่อลดความร้อนจากแสงแดดโดย  
ใช้วัสดุที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ และใช้เทคนิคการปลูกต้นไม้ที่ช่วยลดอุณหภูมิ



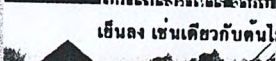
การดูดซับน้ำจากดินแล้วแปรสภาพเป็นไอน้ำ ทำให้ลดอุณหภูมิ  
รอบๆอาคาร



เพื่อช่วยลดการสะท้อนของแสงแดด  
จากพื้นผิวคอนกรีตและสีผนังอาคาร



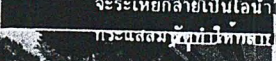
โดยการปลูกต้นไม้ที่บังแดดและบังลม  
โดยตรงจากอาคาร



โดยเจาะสระน้ำที่มีความลึก  
ประมาณ 0.60 ม. จากผิวดินจะมีอุณหภูมิที่ต่ำและค่อนข้างคงที่มาก



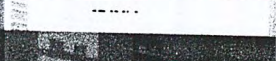
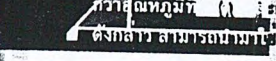
จะระเหยกลายเป็นไอน้ำสร้างความเย็นให้กับสภาพแวดล้อม เมื่อ  
แสงแดดส่องถึงน้ำก็จะระเหยเป็นไอน้ำ



ในช่วงเวลากลางวัน ดินที่มีความลึก  
ประมาณ 0.60 ม. จากผิวดินจะมีอุณหภูมิที่ต่ำและค่อนข้างคงที่มาก



กว่าผิวดินที่ 1 เมตร อุณหภูมิอากาศในช่วงเวลาเดียวกัน ความเย็น  
ดังกล่าว สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการทำให้ลดอุณหภูมิของผิวอาคาร



BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN

KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

CODE: 42020096

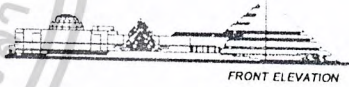
ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

# BUILDING ANALYSIS

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ เป็นอาคารขนาดใหญ่สูง 4 ชั้น  
ผสมผสานด้วยรูปทรงปิรามิด หลังคาทรงจั่ว อาคารทรงโดม ประกอบด้วย  
การใช้งานหลายประโยชน์ใช้สอย (MIX USE COMPLEX)  
โครงสร้างพื้นอาคารเป็นแบบ POST TENSION เปลือกนอกอาคาร  
เป็นอลูมิเนียม หน้างานนอกเป็น CURTAIN WALL ใช้ระบบผนังแบบ EIFS  
ที่ออกแบบให้มีการป้องกันสะพานความร้อนได้เป็นอย่างดี



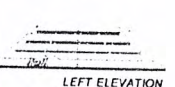
SECTION ELEVATION



FRONT ELEVATION



RIGHT ELEVATION



LEFT ELEVATION



EIFS

BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN

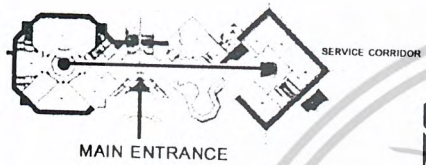
KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

CODE: 42020096

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

# BUILDING ANALYSIS

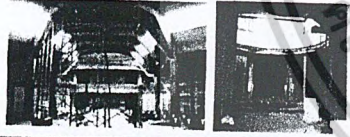
7 THE KING



## SPACE

การเข้าถึงอาคารมีทางเข้าหลัก 1 ทางคือ MAIN ENTRANCE บริเวณหัวอาคารงั่ว เป็นทางเข้าหลักของอาคาร

- ทางสัญจรหลักในแนวราบเชื่อมอาคารทั้ง 3 ส่วนเข้าด้วยกัน เป็นแนวแกนเชื่อมส่วนต่าง ๆ ในอาคาร มี service corridor เป็นตัวเชื่อมทางสัญจรรอบนอกอาคาร เป็นที่รวมงานระบบ ภายในอาคาร และเป็นฉนวนอากาศให้กับอาคารอีกด้วย
- ทางสัญจรหลักในแนวตั้งแยกเป็น 2 ส่วน บริเวณอาคารทรงโดม มีการเปิด court ตรงกลางเป็น atrium เชื่อมระหว่างชั้น คานล่าง จัดแสดง exhibition ชั่วคราวได้ ส่วนบริเวณอาคารทรงปรางมีใช้ core lift เป็นตัวเชื่อมทางสัญจรทางตั้งที่มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของโครงสร้างภายในอาคาร



CODE: 42020006

BY MR. SURAPONG VIVATPORN BUN

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

# BUILDING ANALYSIS

7 THE KING

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติมีการออกแบบให้มีระบบป้องกันการรั่วซึมของอากาศ จากการที่อากาศภายนอกนำความร้อนและความชื้นเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดภาวะฝ้าความเย็นสูง คือ

1. การใช้ประตู 2 ชั้น เพื่อลดอากาศร้อนชื้นเข้าสู่อาคาร
2. การเลือกทิศทางเข้าออกเพื่อหลบลมและลดพลังงาน



CODE: 42020006

BY MR. SURAPONG VIVATPORN BUN

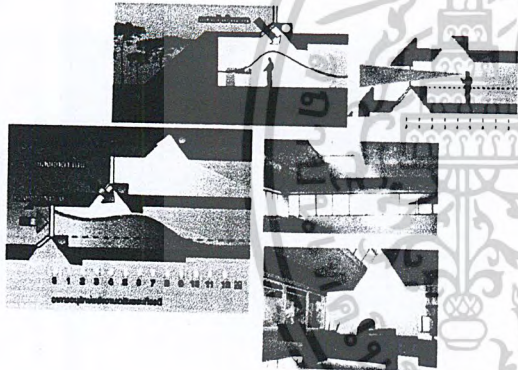
KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

# BUILDING ANALYSIS

การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร

1. การออกแบบโดยให้แสงมาในระดับเหนือสายตา
2. ช่องรับแสงธรรมชาติด้านบน
3. การออกแบบช่องเปิดโดยคำนึงถึงปริมาณแสงที่แท้จริง
4. การออกแบบช่องเปิดในส่วนสำนักงาน
5. การออกแบบช่องเปิดในส่วนแสดงงาน



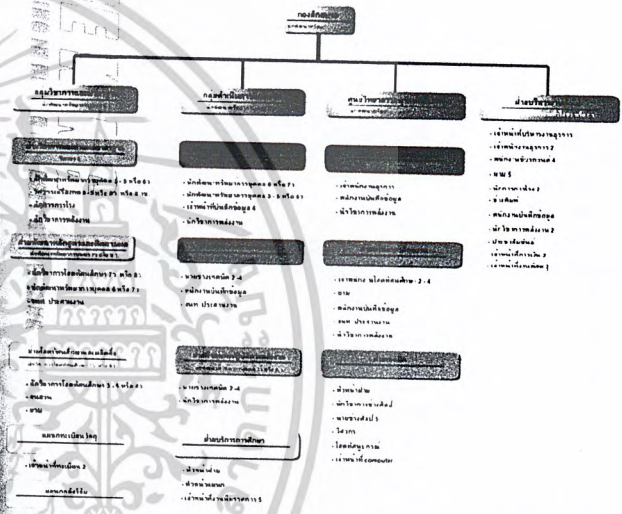
BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

CODE: 42020006

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

# ORGANIZATION



TOTAL 85 PERSON

BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

CODE: 42020006

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

7 OF THE KING

CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

# TIME TABLE

USER	TIME TABLE
นักศึกษา	1.00 - 2.00
บุคลากร	2.00 - 3.00
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	3.00 - 4.00
ศาสตราจารย์	4.00 - 5.00
ศาสตราจารย์พิเศษ	5.00 - 6.00
คณาจารย์	6.00 - 7.00
คณาจารย์พิเศษ	7.00 - 8.00
คณาจารย์พิเศษ	8.00 - 9.00
คณาจารย์พิเศษ	9.00 - 10.00
คณาจารย์พิเศษ	10.00 - 11.00
คณาจารย์พิเศษ	11.00 - 12.00
คณาจารย์พิเศษ	12.00 - 13.00
คณาจารย์พิเศษ	13.00 - 14.00
คณาจารย์พิเศษ	14.00 - 15.00
คณาจารย์พิเศษ	15.00 - 16.00
คณาจารย์พิเศษ	16.00 - 17.00
คณาจารย์พิเศษ	17.00 - 18.00
คณาจารย์พิเศษ	18.00 - 19.00
คณาจารย์พิเศษ	19.00 - 20.00
คณาจารย์พิเศษ	20.00 - 21.00
คณาจารย์พิเศษ	21.00 - 22.00
คณาจารย์พิเศษ	22.00 - 23.00
คณาจารย์พิเศษ	23.00 - 24.00

CODE: 42020006

BY MR. SURAPONG VIVATPORN BUN

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

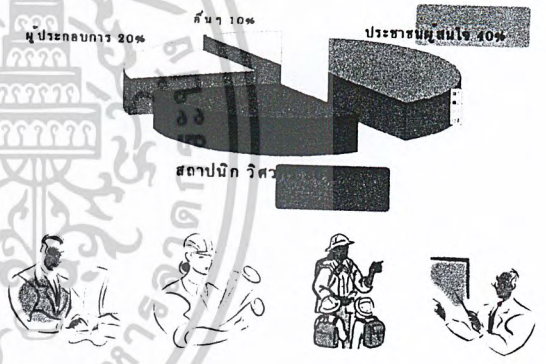
ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

7 OF THE KING

CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

# USER BEHAVIOR

- ผู้ที่เข้ามาใช้โครงการ
1. ผู้ที่อยู่ในแวดวงการออกแบบอาคาร สถาปนิก วิศวกร เจ้าของอาคาร
  2. ประชาชน ตลอดจนผู้สนใจเรื่องงานอนุรักษ์พลังงาน
  3. ผู้ที่ต้องการเรียนรู้ฝึกฝนทักษะทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน



CODE: 42020006

BY MR. SURAPONG VIVATPORN BUN

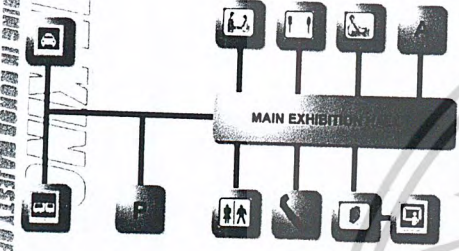
KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

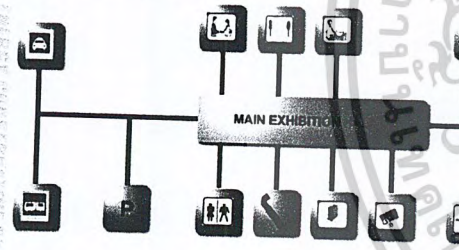
7 OF THE KING

# USER BEHAVIOR

ผู้เข้าชมนิทรรศการ



ผู้มาศึกษาค้นคว้า



CODE: 42020006

BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN

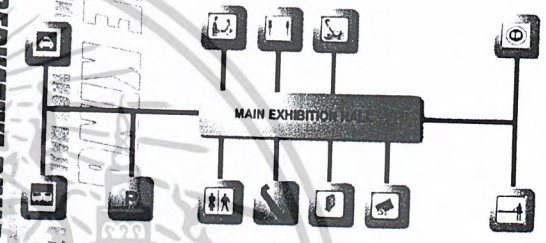
KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

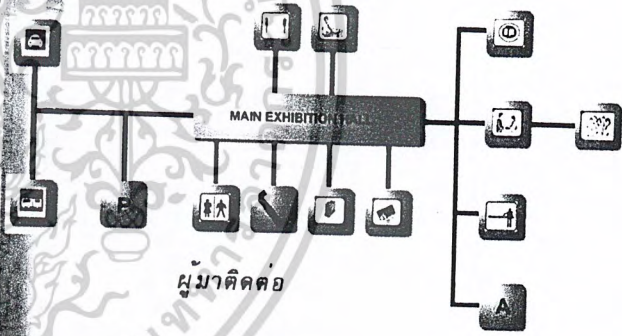
7 OF THE KING

# USER BEHAVIOR

ผู้เข้ามาฝึกอบรม



ผู้มาติดต่อ



CODE: 42020006

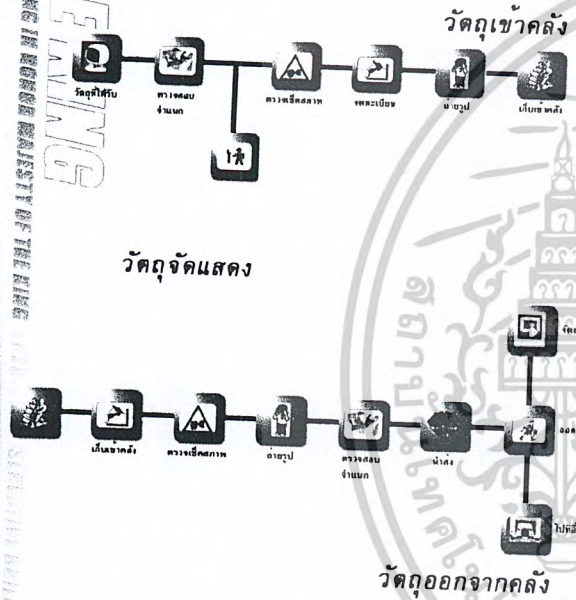
BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN

KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

7 OF THE KING

# USER BEHAVIOR



BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN  
KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG

CODE: 4202006

# INTERACTION MATRIX

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

7 OF THE KING

USER				AREA
ไม่สนใจ (Not interested)	สนใจเล็กน้อย (Slightly interested)	สนใจปานกลาง (Moderately interested)	สนใจมาก (Highly interested)	
				MAIN EXHIBITION HALL
				MULTI-PURPOSE TRAINING ROOM
				CAFETERIA
				ENERGY LIBRARY
				TEMPORARY EXHIBITION HALL
				AUDITORIUM
				EXHIBITION AREA
				RESTROOM
				SYSTEM ROOM
				OFFICE

- ความสัมพันธ์มาก (High relationship)
- ความสัมพันธ์ปานกลาง (Moderate relationship)
- ความสัมพันธ์น้อย (Low relationship)

BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN  
KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG

CODE: 4202006

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

# AREA REQUIREMENT

## MAIN EXHIBITION HALL

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่ / ตร.ม.	พื้นที่ (M <sup>2</sup> )	หมายเหตุ
โถงทางเดิน	160	0.64	102.4	160 ตร.ม. max
พื้นที่พักผ่อน	48	1.2	57.6	30% ที่นั่ง
ประชาสัมพันธ์	2	2.6	5.2	TIME SAVER
จำหน่ายบัตร	1	2.6	2.6	TIME SAVER
สำนักงาน	86	0.52	44.6	50% ที่นั่ง
ร้านอาหารที่ระดับ 25%			52.83	
โทรศัพท์สาธารณะ	3	0.64	1.92	TIME SAVER
ห้องน้ำ			26	
รวมอื่นๆ 30%			87	
รวมพื้นที่ MAIN EXHIBITION HALL			377.19	

## CAFETERIA

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่ / ตร.ม.	พื้นที่ (M <sup>2</sup> )	หมายเหตุ
พื้นที่จำหน่ายอาหาร	96	1.4	134.4	96% พยายาม
พื้นที่จำหน่ายเครื่องดื่ม 20%			32.6	25% ที่นั่ง
พื้นที่จำหน่ายอาหาร 15%			20.76	
รวมอื่นๆ 30%			96.44	
รวมพื้นที่ CAFETERIA			244.6	

CODE : 42020096

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG

# AREA REQUIREMENT

## AUDITORIUM

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่ / ตร.ม.	พื้นที่ (M <sup>2</sup> )	หมายเหตุ
โถงพักผ่อน	80	0.64	51.2	30% ที่นั่ง
พื้นที่จำหน่ายอาหาร	1	3.0x4.0	12	
พื้นที่นั่ง	80	0.5	40	50% ที่นั่ง
พื้นที่ที่บรรจุ 10 20%			8	
พื้นที่ควบคุม			20	
พื้นที่รับชม 10%			13.12	
รวมอื่นๆ 50%			65.6	
รวมพื้นที่ AUDITORIUM			203.92	

## ENERGY LIBRARY

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่ / ตร.ม.	พื้นที่ (M <sup>2</sup> )	หมายเหตุ
พื้นที่นั่ง	32	1.4	44.8	20% ที่นั่ง
พื้นที่จำหน่าย	1250	7.0	17.85	
ตู้บริการ	2	3.15	6.3	TIME SAVER
รวมอื่นๆ	1	8.25	8.25	TIME SAVER
เจ้าหน้าที่บริการ	1	3.36	3.36	TIME SAVER
คอมพิวเตอร์	1	5.85	5.85	TIME SAVER
พื้นที่จำหน่าย	1	6.3	6.3	TIME SAVER
ส่วนบริการด้านเอกสาร	1	1.5	1.5	TIME SAVER
คอมพิวเตอร์	4	1.36	5.44	TIME SAVER
รวมอื่นๆ 30%			20	
รวมพื้นที่ ENERGY LIBRARY			105.14	

CODE : 42020096

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG



**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

7 OF THE KING  
 CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING ENERGY CONSERVATIVE BUILDING

**STORY BOARD**



การนำเสนอถึง การออกแบบ และรายละเอียดของพื้นที่  
 ที่เกี่ยวข้องทั้งงาน ภายนอก ภายใน และพื้นที่  
 ภายใต้อาคารที่จะประกอบไปด้วยพื้นที่ของ  
 ชั้นวางของในชั้น

ชั้นวางของ ในชั้นวาง  
 ชั้นวางของ ในชั้นวาง  
 ชั้นวางของ ในชั้นวาง  
 ชั้นวางของ ในชั้นวาง  
 ชั้นวางของ ในชั้นวาง  
 ชั้นวางของ ในชั้นวาง

225

CODE: 42020096

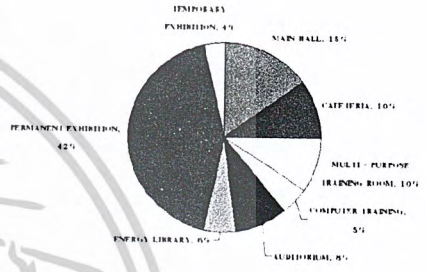
**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG

**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

7 OF THE KING  
 CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

**AREA REQUIREMENT**



MAIN HALL	377.19 ตร.ม.	คิดเป็น 15 %
CAPETERIA	244.10 ตร.ม.	คิดเป็น 10 %
MULTI - PURPOSE TRAINING ROOM	242.10 ตร.ม.	คิดเป็น 10 %
COMPUTER TRAINING	117 ตร.ม.	คิดเป็น 5 %
AUDITORIUM	209.92 ตร.ม.	คิดเป็น 8 %
ENERGY LIBRARY	140.45 ตร.ม.	คิดเป็น 6 %
PERMANENT EXHIBITION	1070 ตร.ม.	คิดเป็น 42 %
TEMPORARY EXHIBITION	33.56 ตร.ม.	คิดเป็น 1 %

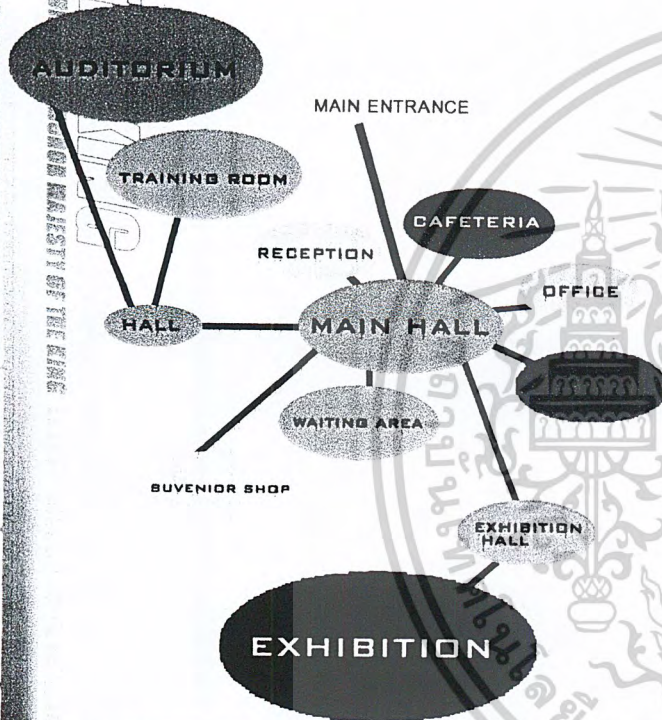
CODE: 42020096

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

# BUBBLE DIAGRAM



CODE: 42020096

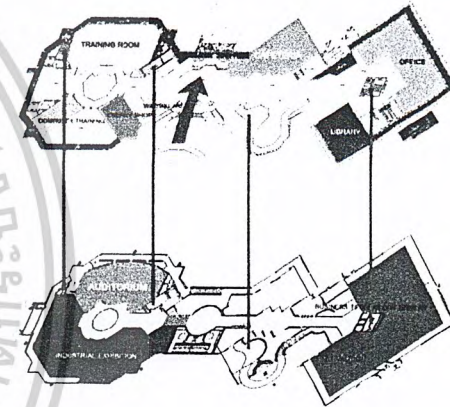
BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG

# ZONING DIAGRAM

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

GROUND FLOOR PLAN



BASEMENT FLOOR PLAN

CODE: 42020096

BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

# CONCEPT DESIGN

โจทย์ : ศูนย์เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงาน

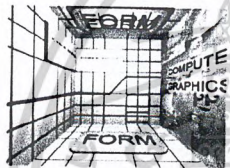
WORDING : ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี



ทำให้เกิดอาคารรูปแบบใหม่  
ที่มีประสิทธิภาพพลังงาน

พลังงาน

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

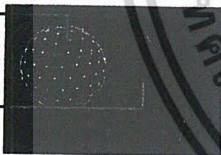


วิวัฒนาการทางคอมพิวเตอร์ CYBER SPACE

อาคารรูปแบบใหม่ NEW FORM



COMPUTER PROCESS



ทรงพีรามิด  
ทรงจั่ว  
ทรงโดม

CODE : 42020006

BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN

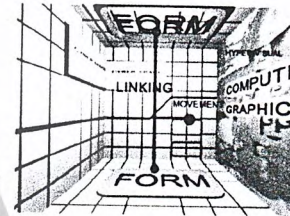
KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

# CONCEPT DESIGN

CONCEPTUAL IMAGE

- : MODERN
- : MOVEMENT
- : TECHNOLOGY
- : HYPER VISUAL
- : LINKING



INTERIOR SPACE  
เปรียบเสมือนโลกเสมือน  
มีลักษณะเหมือนจริงเชื่อมโยง  
ด้วยข้อมูล

THEME

- PYRAMID CYBER ZONE PASSIVE ZONE
- ENERGY CYBER DOME CONTROL ZONE



CODE : 42020006

BY MR. SURAPONG VIVATPORNUN

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG



## บทที่ 7   สรุปผลงานออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

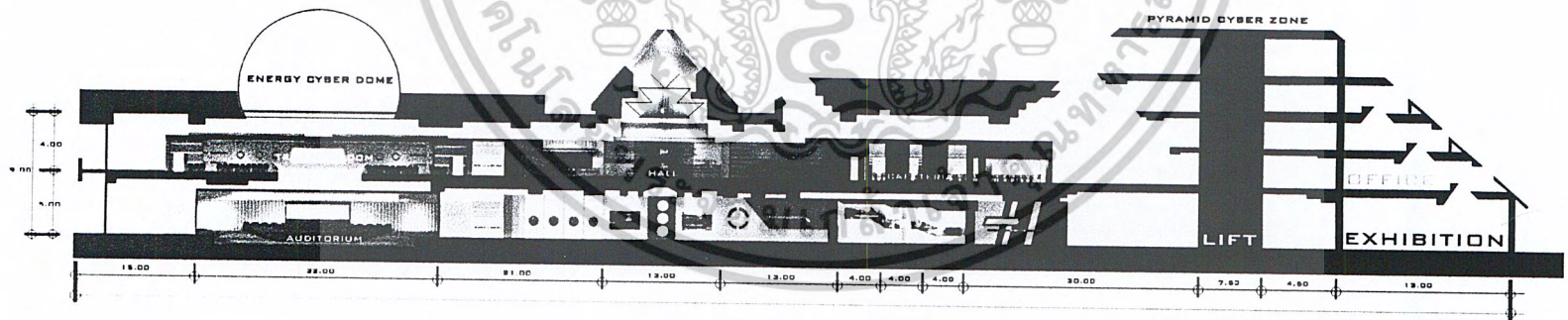


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

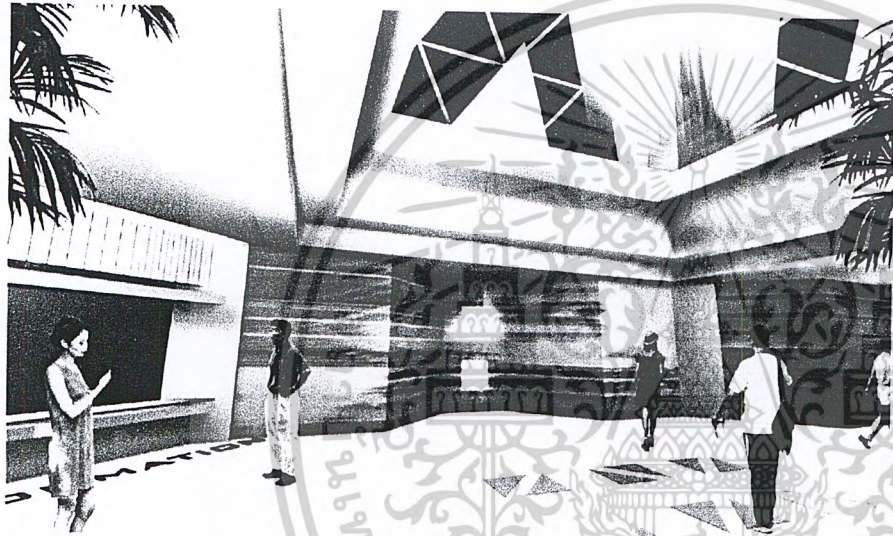


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**SECTION**  
SCALE 1:75



www.stark.com.th & www.stark.com.sg  
**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN URBAN DENSITY OF THE KING**  
LEED GOLD CERTIFICATION



# HALL

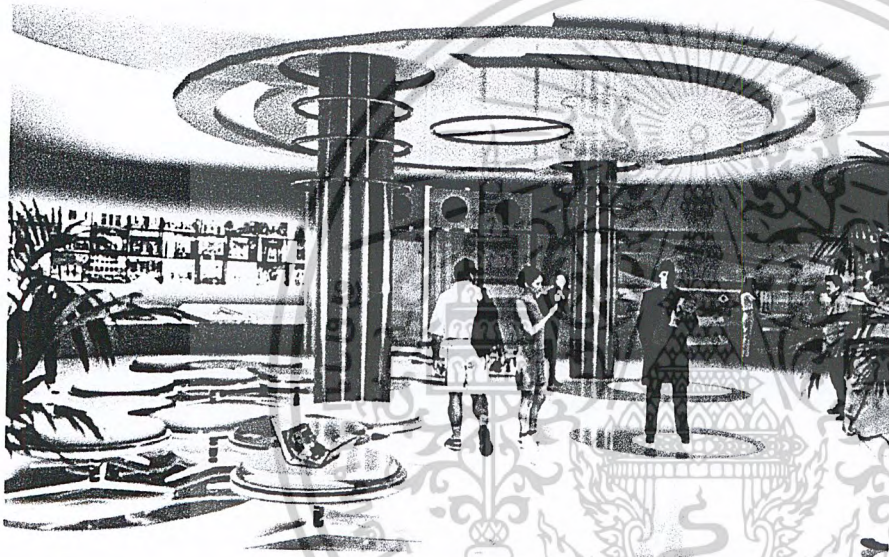
CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

CODE: 4202096

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

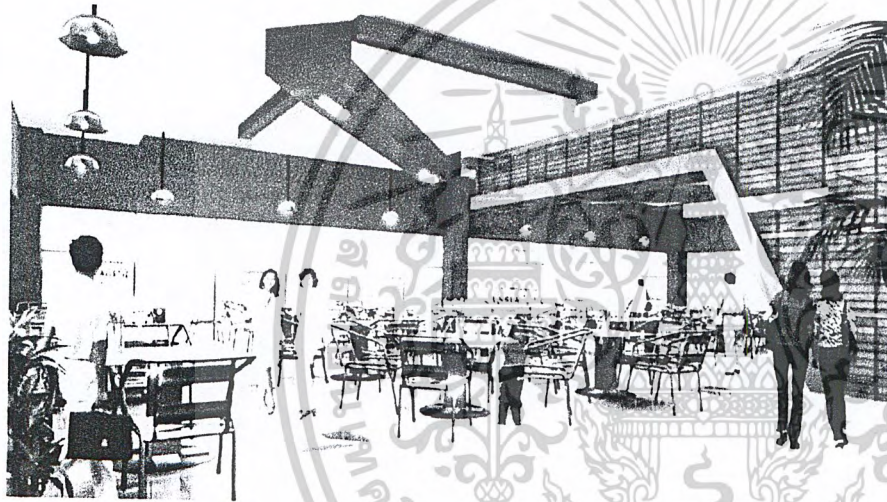


# WAITING AREA

CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

CODE: 4202096  
**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**  
KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG



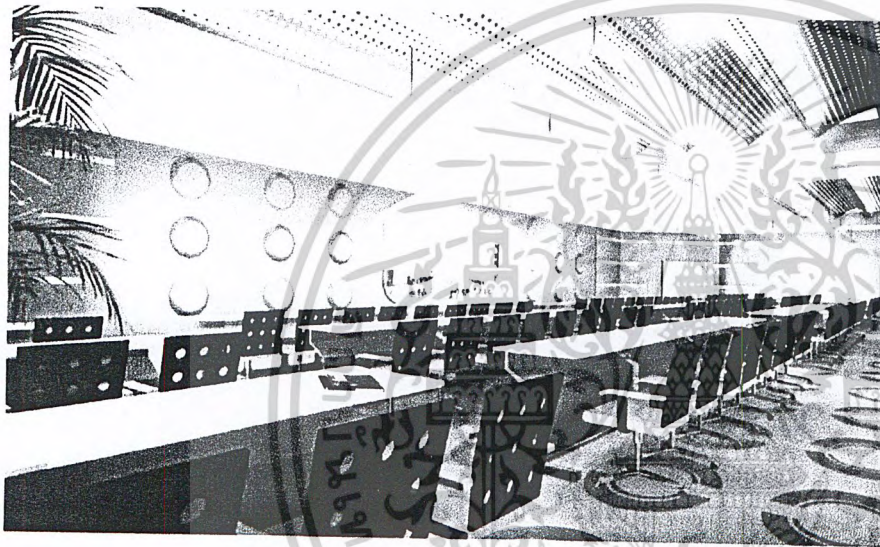
# CAFETERIA

**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

Case: 422006

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

**KING MONSOT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LABKABANG**



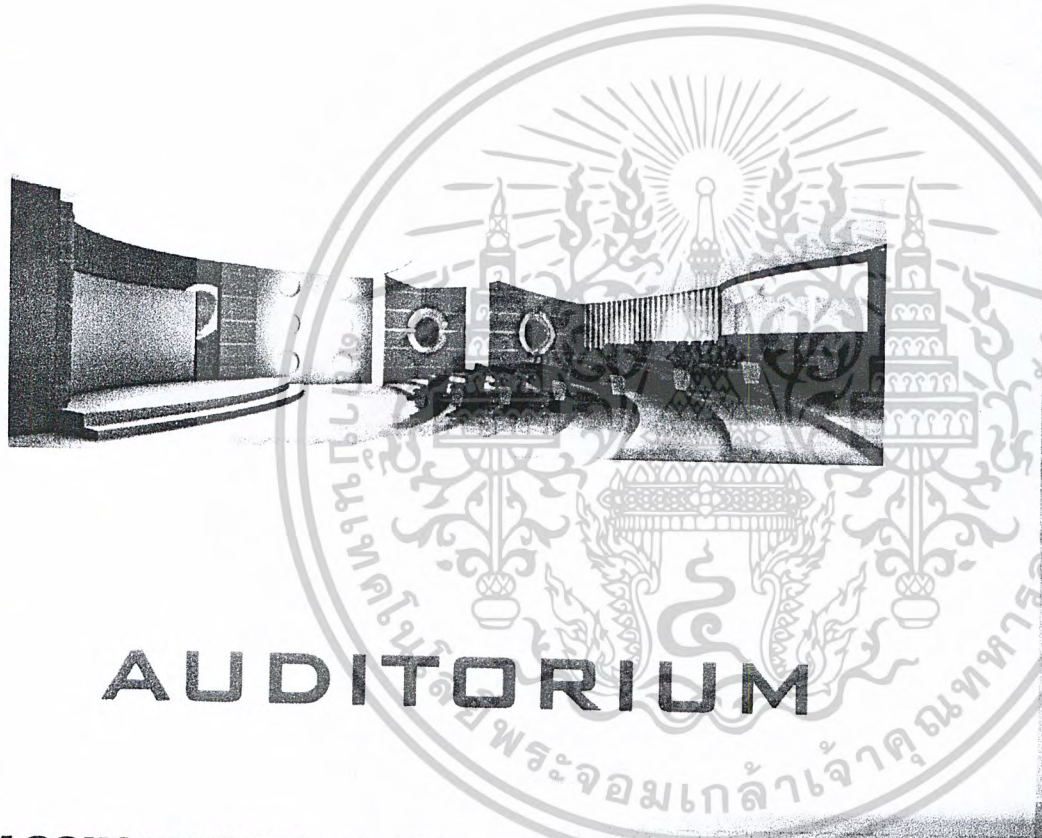
## TRAINING ROOM

**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

CODE: 4222096

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

**KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**



# AUDITORIUM

**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

CONE: 42020096

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

**KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG**



# ENERGY LIBRARY

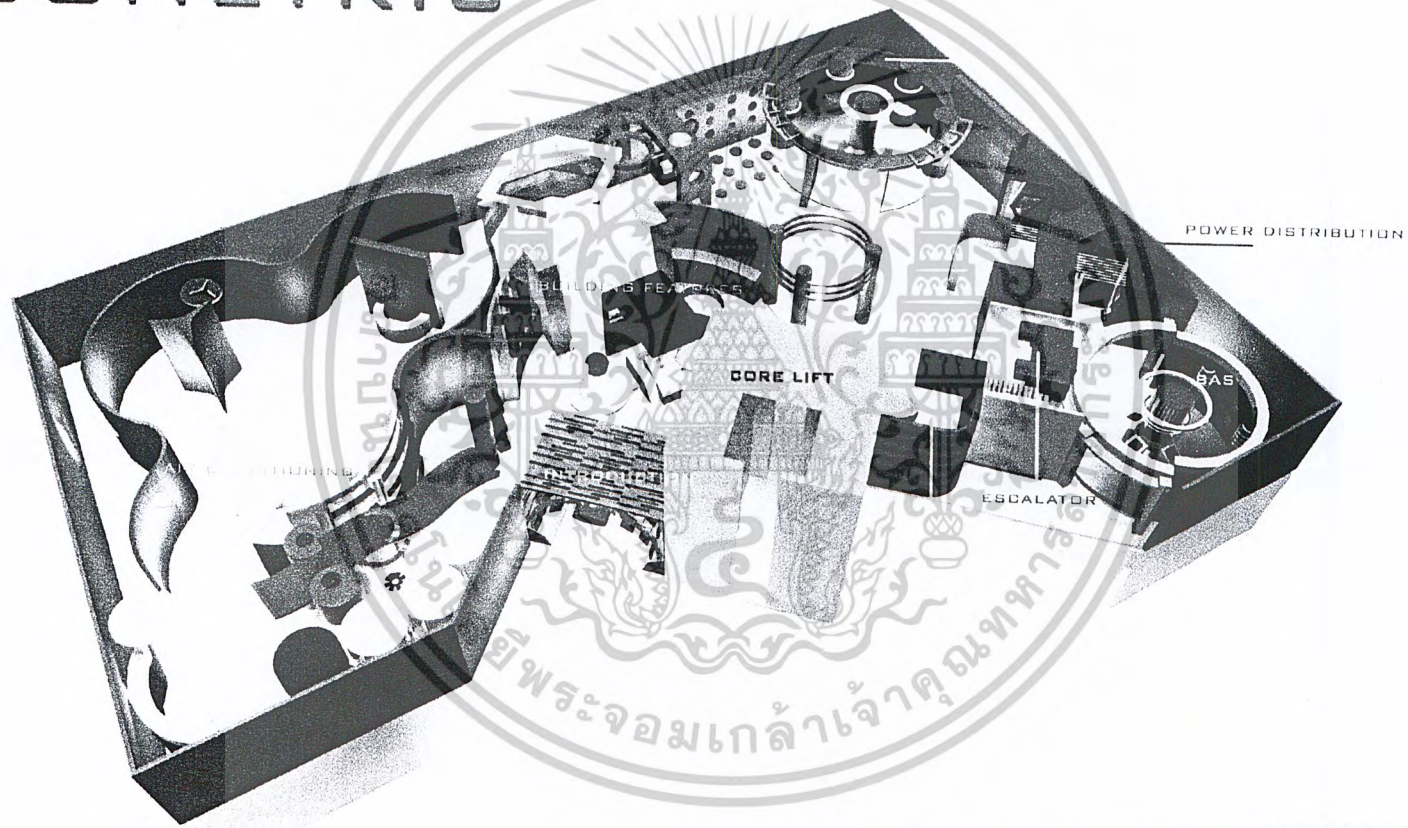
**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

CODE: 4222006

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

**KING MONKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

# ISOMETRIC



POWER DISTRIBUTION

CORE LIFT

ESCALATOR

BAS



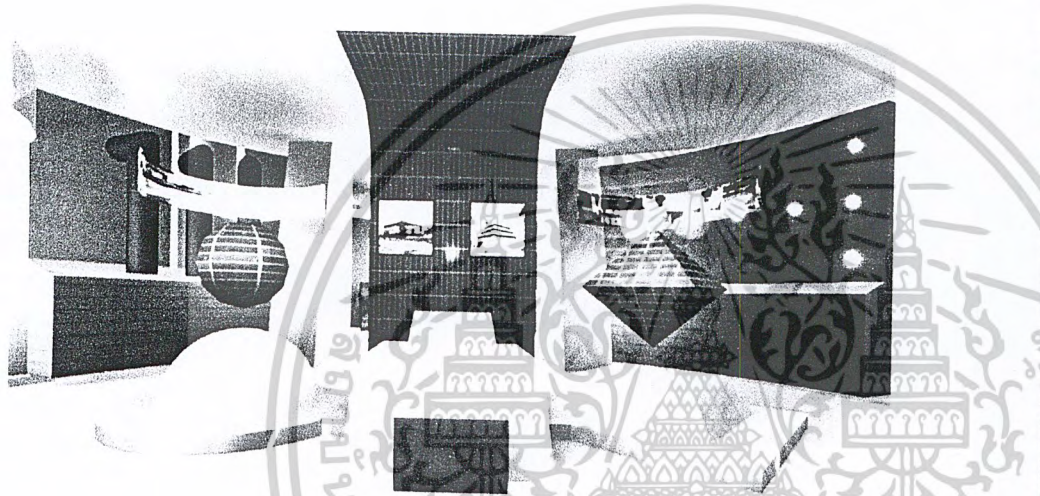
# INTRODUCTION

**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

CODE: 42220066

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

**KING MONIROT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LAKEKABANG**



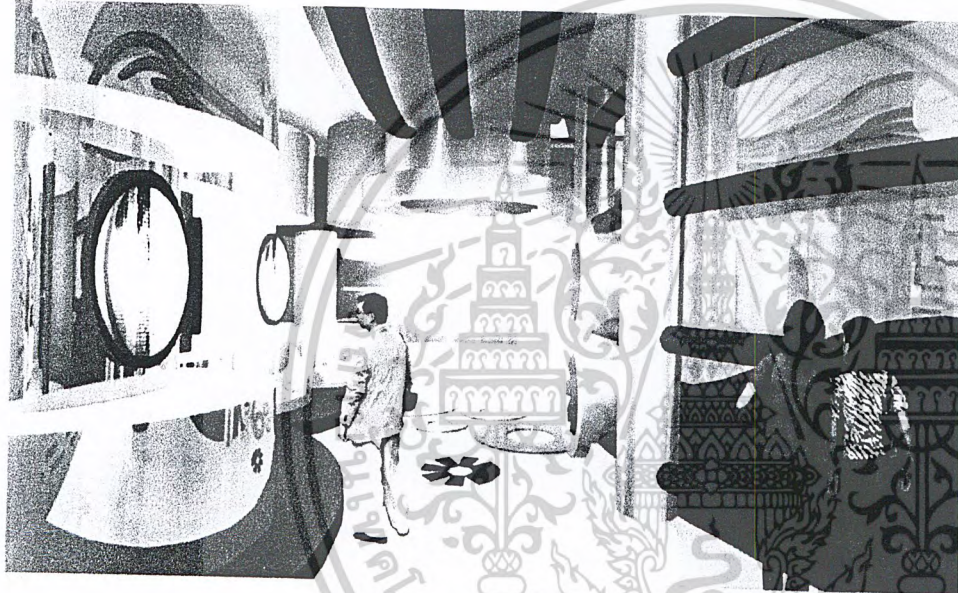
# BUILDING FEATURES

**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

CODE: 422096

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LIBRARY



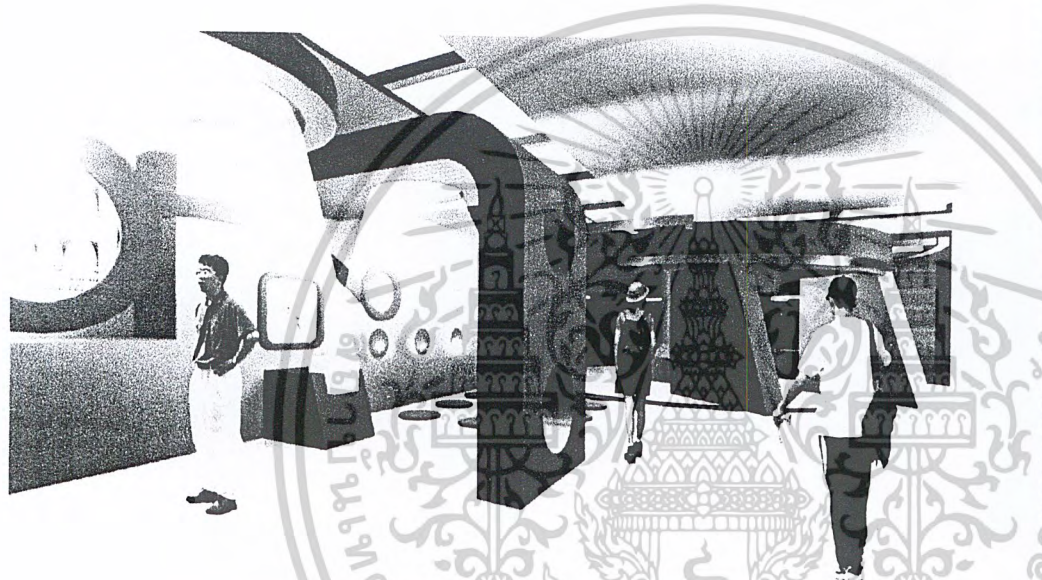
# AIR CONDITION

**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

CODE: 4202006

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG



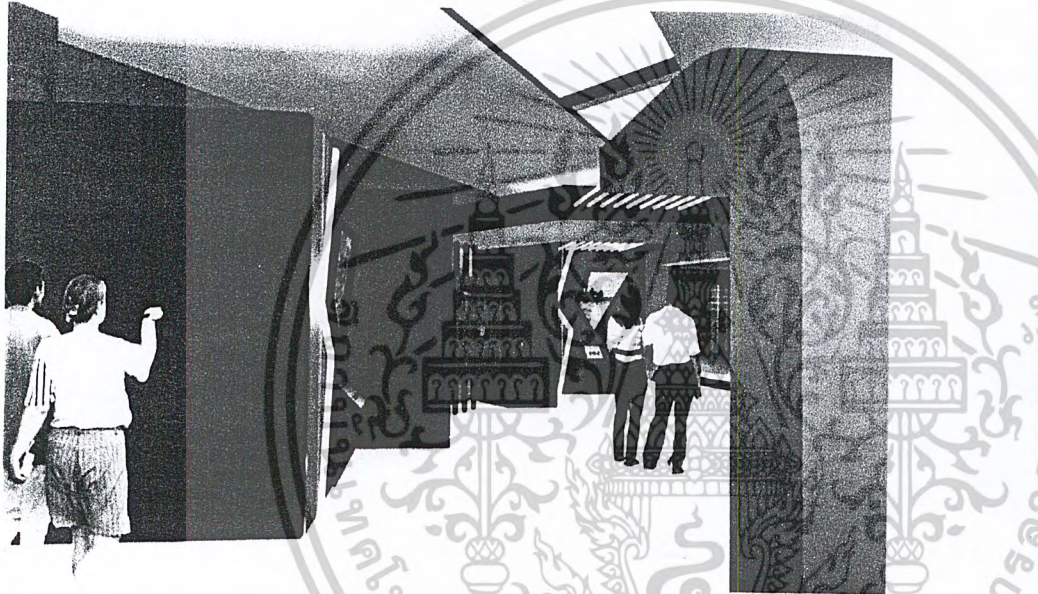
# LIGHTING

**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

CODE: 42220096

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

**KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LABRANG**



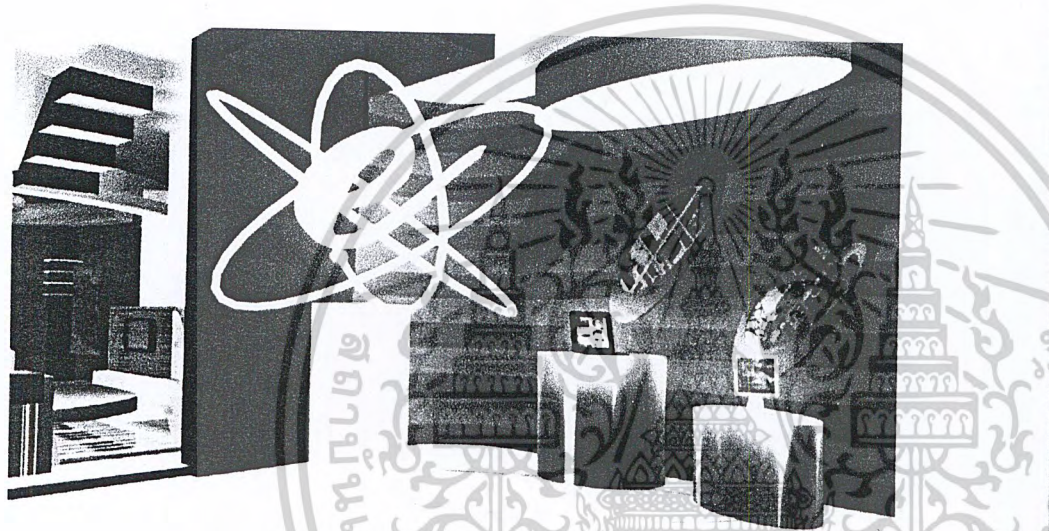
# POWER DISTRIBUTOR

**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

CODE: 4202006

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

**KING MONSIEUR INSTITUTE OF TECHNOLOGY LABKABANG**



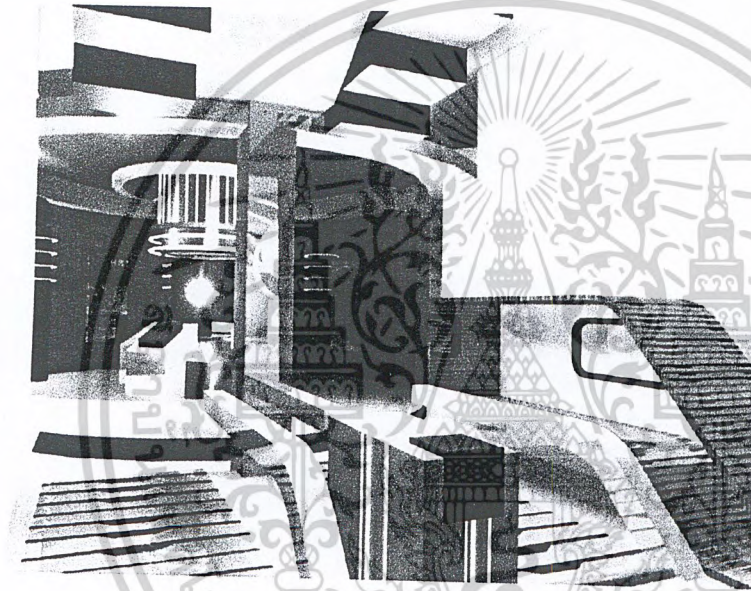
# PC REDUCE ENERGY

**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

CALL: 4220096

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

**KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**



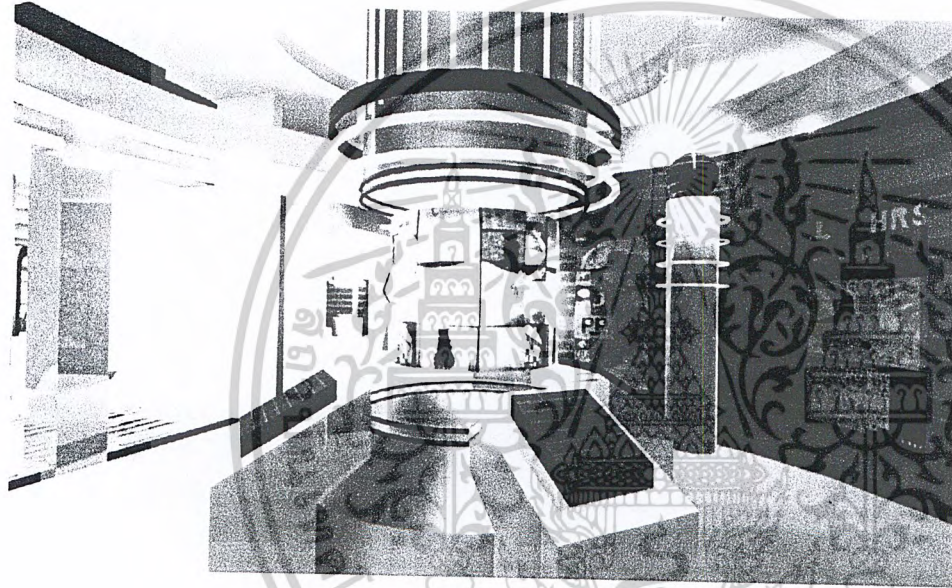
# ESCALATOR

**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

CODE: 4220096

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

**KING MONKOT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARKKABANG**



**BAS**

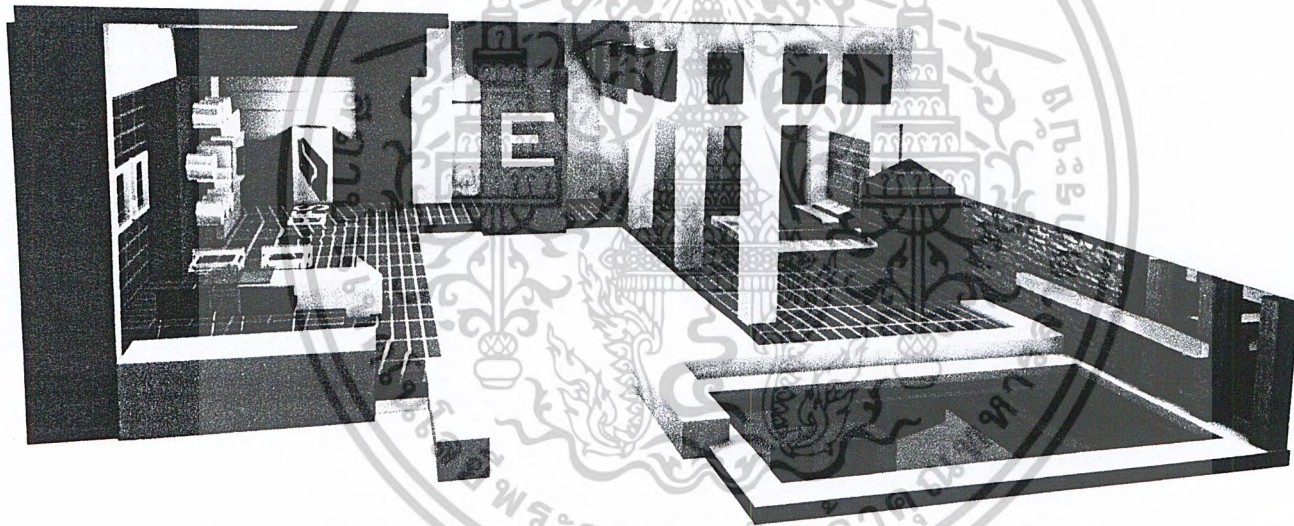
**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

CONE: 4220496

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

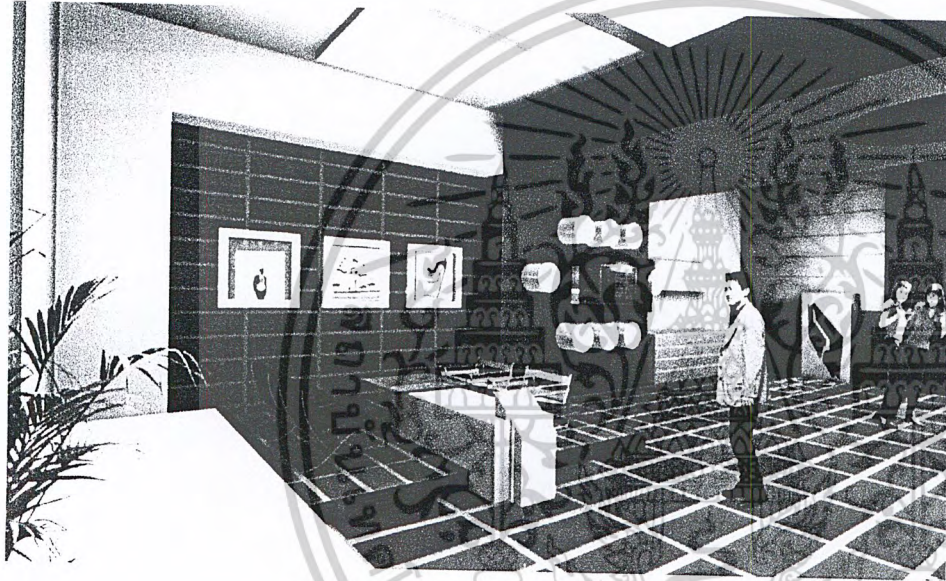
**KING MONKOT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LABKARANG**

# ISOMETRIC



ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING

BY MR. SURAPONG UTHAIRATTHAN  
THE ARCHITECTURE OF THE MAJESTY OF THE KING  
www.surapong.com



# E - HOUSE

**ENERGY CONSERVATIVE BUILDING IN HONOR MAJESTY OF THE KING**

CODE: 4202006

**BY MR. SURAPONG VIVATPORNBUN**

KING MONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG