

**สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง**

โครงการปรับปรุงศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เอกมัย  
**RENOVATION OF SCIENCE CENTER FOR  
EDUCATION EKKAMAI**

สุรศักดิ์ กิ่งวาท  
**SURASAK KUNGWAN**  
รหัส 46020109

เลขานุ.....  
เลขทะเบียน.....**84015**  
วัน,เดือน,ปี.....**ก.ย. 2551**

b. **11988149**  
i. ....

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (สถาปัตยกรรมภายใน)  
ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2550-2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติ  
ให้นักศึกษานិพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์  
บัณฑิต (สถาปัตยกรรมภายใน)

.....คณะบดีสถาปัตยกรรมศาสตร์  
(ผศ.นพพล สุวจนานนท์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ผศ.นพพล สุวจนานนท์

รศ.พรชัย บุญชัยวัฒนา

อาจารย์อเส สุขยางค์

อาจารย์พวงเพชร รัตนรามา

อาจารย์นรินทร์ เลขะกุล

ประธานกรรมการ

รองประธานกรรมการ

กรรมการ

กรรมการ

กรรมการ

กรรมการและเลขานุการ

.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์พวงเพชร รัตนรามา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์   โครงการปรับปรุงศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เอกมัย  
(Renovation of Science Center for Education Ekkamai)  
ชื่อนักศึกษา         นายสุรศักดิ์ กังวาท  
ภาควิชา               สถาปัตยกรรมภายใน  
คณะ                  สถาปัตยกรรมศาสตร์  
ปีการศึกษา         2550-2551

#### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ที่สำคัญของการศึกษาโครงการนี้ เพื่อทำการศึกษาค้นคว้า วิจัย และเน้นให้เห็นถึงบทบาทความสำคัญของการออกแบบสถาปัตยกรรมภายใน เพื่อนำความรู้มาใช้ในการปรับปรุงและเสนอแนะรูปแบบของศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาที่สมบูรณ์แบบ และทำให้เกิดแหล่งการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่พร้อมทั้งด้านเนื้อหาและบรรยากาศที่เหมาะสม สามารถให้บริการแก่นักเรียน นักศึกษา และประชาชนทั่วไปได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงเห็นสมควรที่จะดำเนินการงานศึกษาโครงการนี้เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายดังกล่าว

#### วิธีการดำเนินงาน

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย และลักษณะความต้องการของพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เอกมัย จึงได้ทำการศึกษารายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลและนโยบายการบริหาร และการบริการของโครงการจากหน่วยงานของโครงการ
2. ศึกษาลักษณะการใช้สอยของพื้นที่และส่วนประกอบต่างๆจากโครงการศึกษาเปรียบเทียบ
3. ศึกษาความต้องการพื้นฐานทางกายภาพที่จะประกอบขึ้นเป็นศูนย์วิทยาศาสตร์
4. ศึกษาองค์ประกอบและแนวทางการตกแต่งของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์จากโครงการศึกษาเปรียบเทียบ
5. ศึกษาสภาพแวดล้อมและทำเลที่ตั้งของโครงการทั้งอดีตและปัจจุบัน
6. ศึกษางานระบบต่างๆที่จำเป็นในโครงการ
7. ศึกษารายละเอียดของวัสดุต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการดำเนินการ

1. การศึกษาข้อมูลและนโยบายการบริหารต่างๆของโครงการ ส่งผลให้การออกแบบตอบสนองความต้องการและประโยชน์ใช้สอยได้ตามเป้าหมายขององค์กร
2. การศึกษาพฤติกรรมของผู้ให้บริการและผู้รับบริการ รวมถึงจำนวนคนที่เข้าใช้อย่างละเอียด ทำให้เข้าใจความต้องการและพฤติกรรมการใช้สอยต่างๆในแต่ละพื้นที่ และส่งผลให้การออกแบบสามารถตอบสนององการใช้พื้นที่นั้นๆได้อย่างสะดวกสบาย
3. การศึกษาโครงการเปรียบเทียบ ส่งผลให้เกิดความเข้าใจในผลดี ผลเสียของการออกแบบที่มีอยู่ก่อนของโครงการที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน แล้วจึงนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ และนำมาปรับใช้ในการออกแบบของโครงการ
4. การศึกษาสภาพแวดล้อมและทำเลของสถานที่ตั้งโครงการทั้งในอดีตและปัจจุบัน ช่วยให้การออกแบบโครงการสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพต่างๆในพื้นที่นั้นๆ
5. การศึกษางานระบบต่างๆช่วยให้การออกแบบสามารถตอบสนององการใช้ประโยชน์ทั้งในด้านทัศนียภาพและประโยชน์ใช้สอยจริง
6. การศึกษารายละเอียดของวัสดุต่างๆ ช่วยให้การเลือกใช้วัสดุเป็นไปอย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์นี้สามารถประสบความสำเร็จได้ตามที่คาดหมายไว้ ต้องอาศัยบุคคลต่างๆช่วยเหลือตลอดกระบวนการทั้งในเรื่องของการค้นคว้าและการทำงานออกแบบ ซึ่งข้าพเจ้าต้องขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์และทำให้วิทยานิพนธ์ประสบความสำเร็จได้ ดังนี้

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์พวงเพชร รัตนรามา (อ.ปิ) เป็นอาจารย์คนสำคัญที่สุดที่คอยให้คำแนะนำต่างๆ แนวคิดที่สามารถนำมาปรับใช้ในงานได้ ตั้งแต่เริ่มขั้นตอนเสนอโครงการขั้นตอน Research จนถึงขั้นตอนการออกแบบ ถึงท่านจะมีงานยุ่งมากแต่ก็ยังสละเวลามาช่วยตรวจงานให้เสมอๆ และยังคงเป็นห่วงเรื่องการทำงานและการรักษาสุขภาพเป็นประจำ

อาจารย์ฉัตรชัย อินทร โชติ ถึงแม้ว่าอาจารย์จะเกษียณก่อนส่งวิทยานิพนธ์นี้ ในเทอมแรกท่านก็ยังช่วยดูแลขั้นตอนในเรื่อง Research ทั้ง Book และ Chart ให้ หลายๆครั้งข้าพเจ้าจะขี้เกียจทำงานบ้างแต่ก็มีอาจารย์ฉัตรชัยทำให้ขั้นตอนการ Research สำเร็จออกมาได้เกือบ 100%

อาจารย์กลุ่มตรวจแบบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน อ.นรินทร์ (อ.นิค) อ.อเส และอ.พรชัย ที่คอยให้คำแนะนำ และวิธีการแก้ปัญหาต่างๆของการทำวิทยานิพนธ์

พี่โคม พี่แอม ที่คอยให้กำลังใจ และถามความคืบหน้า ให้คำแนะนำคำปรึกษาเกี่ยวกับงาน และยังช่วยเรื่องหาแม่ที่เรียลมาใช้ในการปริ้นคีย์คีย์

เพื่อนๆปี 5 กาย เปิ้ล แบล็ค เคย เค้ เพื่อนสนิทที่อยู่ด้วยกันเสมอๆ คอยช่วยเรื่องต่างๆหลายๆเรื่อง แนะนำงานดีไซน์ให้ออกมาดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ ช่วยคิดหาวัสดุ และช่วยบริจาควัสดุทำโมเดล รวมถึงแม่ที่เรียลบางส่วน

มือตัดโมเดล น้องรหัสปี 4 ชูช กำถึงสำคัญที่ช่วยทำให้โมเดลแสนดีออกมาเป็นรูปเป็นร่างได้สมบูรณ์แบบ ถึงจะขี้บ่นและชอบดุด่าไปหน่อยแต่ก็ตั้งใจทำงานมากๆ จนรู้สึกประทับใจสุดๆ

มือตัดโมเดลอีกคน เพื่อน สด.4 ชุ่น ที่สละเวลาทำโปรเจกมาช่วยตัดโมเดล ช่วยให้งานคืบหน้าไปได้มาก

น้องรหัสทุกปี น้องเพนกวิน (ฝ่าย) ปี3 มักจะแวะมาหาบ่อยๆ ช่วยลงสีแปลน กับช่วยตัดโมเดล น้องนาเคีย ปี2 ถึงจะไม่ได้ช่วยงานอะไรมากเพราะคิดโปรเจกที่ส่งวันเดียวกัน แต่ก็คอยถามถึงความคืบหน้าและงานต่างๆเสมอ น้องกีฟ ปี1 คอยช่วยงานเล็กๆน้อยๆที่จริงๆแล้วก็ไม่เล็กเท่าไร อย่างเช่นแม่ที่กับคัตชาร์ทเกือบ 60 แผ่น และตัดเก้าอี้โมเดลอีก 100 กว่าตัว

สุดท้ายก็ต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกๆท่านที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้ประสบความสำเร็จ และขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลืองานต่างๆจนงานเสร็จสิ้นไปได้ด้วยดีครับ

นายสุรศักดิ์ กังวาท

10 กุมภาพันธ์ 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตร ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (สถาปัตยกรรมภายใน) ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2550-2551 ที่ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบปรับปรุงศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เอกมัย ซึ่งเป็นพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บริเวณถนนสุขุมวิทฝั่งขาเข้า เขตคลองเตย กรุงเทพฯ เป็นแหล่งการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งที่อยู่ในย่านใจกลางเมืองกรุงเทพฯ และมีประวัติความเป็นมาในการก่อตั้งและการให้บริการทางด้านวิทยาศาสตร์และดาราศาสตร์มาอย่างยาวนาน

การศึกษาและการออกแบบปรับปรุงในครั้งนี้ จุดประสงค์เพื่อให้ตัวโครงการเกิดการพัฒนาให้ทันต่อโลกยุคปัจจุบันที่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทั้งในด้านความรู้จากเนื้อหาในนิทรรศการ บรรยายภาพ และสภาพโดยรวมของโครงการ เพื่อรองรับกลุ่มนักเรียน นักศึกษา และประชาชนทั่วไปที่จะเข้ามาศึกษาเรียนรู้เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและดาราศาสตร์ ให้ได้รับความรู้ใหม่ๆที่จะเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของคนในสังคม

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้เวลาในการจัดทำต่อเนื่องกันตั้งแต่ ปี 2550 -2551 ข้อมูลที่ศึกษาและเก็บรวบรวมมาจึงเป็นข้อมูลที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งอาจมีข้อมูลบางอย่างที่ได้รับการปรับปรุงและแก้ไขหลังจากที่ได้ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมไปแล้วบ้าง ดังนั้นข้าพเจ้าจึงขอภัยในข้อผิดพลาดบางประการที่เกิดขึ้น ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ไว้ ณ ที่นี้ด้วย ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะสามารถทำประโยชน์ให้กับการศึกษาในด้านนี้ต่อไป

นายสุรศักดิ์ กังวาท

มีนาคม 2551

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

กิตติกรรมประกาศ

คำนำ

## บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.1.1 เหตุผลในการปรับปรุงโครงการ	2
1.1.2 สภาพปัจจุบัน	3
1.1.3 ปัญหาที่เกิดขึ้น	3
1.2 กลุ่มเป้าหมาย	4
1.3 วัตถุประสงค์	4
1.4 สถานที่ตั้งโครงการ	5
1.4.1 ตำแหน่งที่ตั้งโครงการ	5
1.4.2 การเข้าถึงโครงการ	5
1.4.3 สภาพแวดล้อมของโครงการ	7
1.4.4 ลักษณะของโครงการ	9
1.5 ขอบเขตของโครงการ	15
1.5.1 องค์กรประกอบของโครงการ	15
1.5.2 ขอบข่ายของโครงการ	15
1.5.3 ขอบเขตของโครงการ	16

## บทที่ 2 ข้อมูลทั่วไป

2.1 ประวัติความเป็นมา	18
2.2 ที่มาของโครงการ	20
2.2.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์-ดาราศาสตร์	20
2.3 ความหมายและลักษณะของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์-ดาราศาสตร์	23
2.4 กรณีศึกษาโครงการที่เกี่ยวข้อง	24
2.5 วิธีการจัดแสดงนิทรรศการ	41
2.6 เรื่องราวที่จัดแสดง	61
2.6.1 หัวเรื่องนิทรรศการ	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2	พื้นที่การจัดและรายละเอียดนิทรรศการ	63
2.7	สายการบริหารและอัตรากำลัง	67
<b>บทที่ 3</b>	<b>พฤติกรรมและพื้นที่ที่ต้องการ</b>	
3.1	พฤติกรรม	72
3.1.1	ผู้รับบริการ	72
3.1.2	ผู้ให้บริการ	77
3.2	สรุปขนาดพื้นที่ใช้สอย	79
<b>บทที่ 4</b>	<b>ระบบสภาพแวดล้อมภายในโครงการ</b>	
1.1	การออกแบบสภาพแวดล้อมภายใน	83
1.1.1	ระบบปรับอากาศและการหมุนเวียนอากาศ	83
1.1.2	ระบบแสงภายในพิพิธภัณฑ์	85
1.1.3	ระบบเสียงภายในพิพิธภัณฑ์	92
1.1.4	ระบบรักษาความปลอดภัยและป้องกันอัคคีภัย	98
1.1.5	ระบบอุปกรณ์พิเศษที่ใช้ภายในโครงการ	111
4.2	วัสดุและอุปกรณ์	113
<b>บทที่ 5</b>	<b>การวิเคราะห์และการออกแบบ</b>	
5.1	การวิเคราะห์	129
5.1.1	การวิเคราะห์ที่ตั้ง	129
5.1.2	การวิเคราะห์อาคาร	131
5.1.3	การวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ของพื้นที่	134
5.1.4	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	135
5.1.5	การวิเคราะห์ขนาดพื้นที่	135
5.1.6	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์การใช้สอย	136
5.1.7	การวิเคราะห์การแบ่งอาณาเขต	136
5.2	แนวความคิดในการออกแบบ	138
<b>บทที่ 6</b>	<b>รายละเอียดการออกแบบ</b>	139
<b>บรรณานุกรม</b>		154

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาของโครงการ

เนื่องจากปัจจุบันวิวัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็วจากในอดีตมาก ซึ่งข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบันเป็นเรื่องที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตประจำวันของคนเรามากขึ้น ทำให้ข้อมูลความรู้ทางด้านนี้เป็นเรื่องที่ทุกคนควรจะศึกษาหาความรู้ไว้เพื่อเป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิตและเพื่อให้ทันต่อโลกยุคปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา นอกจากนี้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังมีความสำคัญต่อการศึกษาของเยาวชนอีกด้วย เนื่องจากเป็นวิชาความรู้แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญ และเป็นรากฐานในการพัฒนาทักษะต่างๆ

การที่จะให้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเผยแพร่ไปสู่กลุ่มคนในสังคมได้ ต้องอาศัยสื่อกลางในการเผยแพร่ความรู้ทางด้านนี้ ซึ่งพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ถือเป็นศูนย์กลางในการให้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้คือแห่งหนึ่งที่ประชาชนสามารถศึกษาถึงเรื่องราวในทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ง่าย และสามารถเป็นสถานที่ท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจที่มีสาระความรู้ได้อีกด้วย

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ในประเทศไทยปัจจุบันไม่ค่อยมีผู้คนสนใจศึกษาและเข้าชมมากเท่าไรนัก เมื่อเทียบสถิติการเข้าใช้พิพิธภัณฑ์กับพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ เช่น

- พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์สิงคโปร์ มีผู้เข้าชมในปี 2549 เป็นจำนวน 950,000 คน จากประชากรทั้งหมด 800,000 คน คิดเป็น 118.75% ซึ่งแสดงให้เห็นว่านอกจากประชากรในประเทศแล้วยังมีนักท่องเที่ยวจากต่างชาติเข้ามาชมเป็นจำนวนมาก

- พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ญี่ปุ่นมีผู้เข้าชมในปี 2548 เป็นจำนวน 1,744,577 คน จากประชากรทั้งหมด 127,708,050 คน คิดเป็น 1.37% ของประชากรทั้งหมด

ในขณะที่ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เอกมัย มีผู้เข้าชมนิทรรศการในปี พ.ศ. 2548 เป็นจำนวน 222,516 คน จากประชากรทั้งหมด 62,418,054 คน คิดเป็น 0.36% ของประชากรทั้งหมด ซึ่งการที่คนเข้าชมพิพิธภัณฑ์น้อยอาจเป็นเพราะเนื้อหาที่จัดแสดงเก่าไม่ทันต่อความรู้ใหม่ที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาในปัจจุบัน (บางนิทรรศการเปิดให้บริการมาตั้งแต่ พ.ศ. 2539 จนถึงปัจจุบันและไม่ได้มีการปรับปรุง) กิจกรรมต่างๆในพิพิธภัณฑ์ไม่ค่อยน่าสนใจ หรือบรรยากาศภายในพิพิธภัณฑ์ไม่น่าสนใจและเป็นจุดดึงดูดผู้คนที่เข้าชม เป็นต้น พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์จึงควรที่จะมีการปรับปรุงทั้งเนื้อหาที่จัดแสดง บรรยากาศต่างๆภายใน หรือกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้เป็นที่ดึงดูดผู้คนที่หันมาสนใจเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ด้วยความเป็นมาและเหตุผลข้างต้นจึงได้จัดทำโครงการปรับปรุงศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เอกมัย ขึ้น เพื่อส่งเสริมให้เยาวชนและบุคคลทั่วไปหันมาสนใจความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพิ่มมากขึ้น

### 1.1.1 เหตุผลในการปรับปรุงโครงการ

อาคารภายในศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา ประกอบด้วยอาคารทั้งหมด 13 หลัง โดยมีอาคารที่ใช้แสดงนิทรรศการทั้งหมด 7 อาคาร ซึ่งอาคาร 1 ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพฯ และอาคาร 2 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น เป็นอาคารเก่าที่ก่อสร้างขึ้นมาพร้อมกับศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา สร้างเมื่อปี พ.ศ. 2505 และ พ.ศ. 2517 ตามลำดับ เหตุผลในการปรับปรุงโครงการจึงเกิดขึ้นเนื่องจาก

1. การจัดนิทรรศการไม่ค่อยได้รับการปรับปรุงเท่าที่ควร จากสถิติข้อมูลการปรับปรุงนิทรรศการภายในศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา พบว่าเรื่องราวนิทรรศการที่จัดแสดงส่วนใหญ่ไม่ได้รับการปรับปรุงเนื้อหาให้ทันสมัยกับสภาพสังคมปัจจุบันที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว และตัวนิทรรศการในหลายๆจุดก็ไม่สามารถให้บริการได้เนื่องจากอุปกรณ์ชำรุด

2. การตกแต่งภายในตัวอาคารทั้ง 2 อาคาร ในบางจุดมีลักษณะที่เป็นชอกหรือเป็นที่อับซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายกับผู้เข้าชมนิทรรศการได้



ภาพที่ 1.1 พื้นที่ที่เป็นจุดอับ



ภาพที่ 1.2 พื้นที่ที่เป็นจุดอับ

- งานระบบต่างๆภายในนิทรรศการ โดยเฉพาะระบบปรับอากาศที่มีปัญหา เนื่องจากไม่สามารถให้ความเย็นภายในตัวอาคารได้ ทำให้ภายในอาคารมีอากาศที่ค่อนข้างร้อน และระบบแสงสว่าง เนื่องจากแสงในบางจุดไม่เพียงพอต่อการใช้งาน



ภาพที่ 1.3 ปัญหาเรื่องการส่องสว่างในพื้นที่

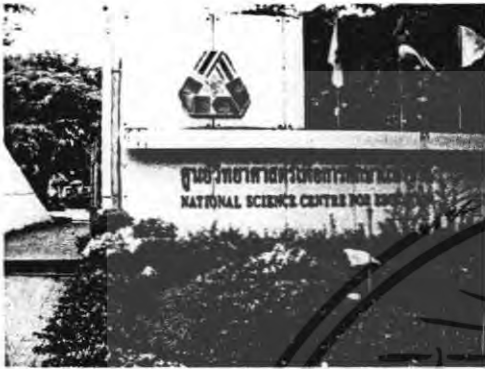


ภาพที่ 1.4 ปัญหาระบบปรับอากาศ

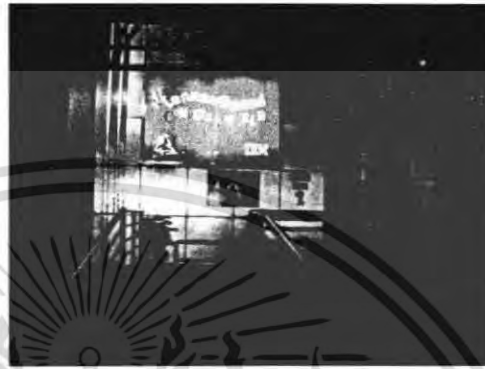
การดำเนินงานโดยศูนย์วิทยบริการ  
เปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา  
โดยศูนย์วิทยบริการ  
การนำเสนอเนื้อหา

### 1.1.2 สภาพปัจจุบัน

สภาพศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาในปัจจุบัน ก่อนช่วงทรุดโทรมเนื่องจากเปิดให้บริการมาเป็นเวลานาน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2505 และได้รับการปรับปรุงเพียงบางจุดทำให้สภาพโดยรวมนั้นดูเก่า ทรุดโทรมไม่สามารถให้บริการกับผู้เข้าชมได้เต็ม 100% โดยเฉพาะสภาพต่างๆภายในอาคารจัดแสดงนิทรรศการดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อข้างต้นถึงปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นซึ่งสมควร ได้รับการปรับปรุง



ภาพที่ 1.5 สภาพทรุดโทรมบริเวณทางเข้า



ภาพที่ 1.6 สภาพทรุดโทรมของนิทรรศการ

### 1.1.3 ปัญหาที่เกิดขึ้น

- ปัญหาด้านงานระบบปรับอากาศซึ่งเป็นเพียงระบบท้อลมธรรมดาเท่านั้น ไม่สามารถให้ความเย็นได้ดีเท่าที่ควรทำให้สภาพอากาศภายในตัวอาคารค่อนข้างร้อน อาคารภายในไม่ได้มีการตีฝ้าเพดาน และผนังด้านทิศเหนือเป็นกระจกใสทำให้ความร้อนจากภายนอกแผ่เข้ามาภายในตัวอาคารได้มาก



ภาพที่ 1.7 ปัญหาระบบปรับอากาศและฝ้าเพดาน

- ปัญหาด้านความปลอดภัย ซึ่งมีหลายประการด้วยกัน คือ

1. ปัญหาในเรื่องของแสงสว่างในบางจุดที่ค่อนข้างมืด ไม่เพียงพอต่อการใช้งานทำให้เป็นอันตรายต่อการสัญจร หรืออาจเกิดปัญหาอาชญากรรมอื่นๆตามมาได้

2. ปัญหาหมอบหรือชอกต่างๆที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้เข้าชมนิทรรศการได้ เนื่องจากพื้นที่นิทรรศการบางจุดมีพื้นที่ค่อนข้างแคบและเป็นชอกเล็กๆ โดยเฉพาะนิทรรศการดวงดาวภายในอาคาร

นอกจากนี้ยังเป็นเอกสารที่ลงนามไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เยี่ยมชมเว็บไซต์ประจำศูนย์ฯ ด้านการค้าไม่ผ่านการใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องฟ้าจำลองที่มีพื้นที่แคบและลึกเข้าไปทางด้านหลังของอาคารซึ่งทำให้เกิดจุดอับสายตาจากภายนอกได้

3. ปัญหาเรื่องระบบอัคคีภัย ซึ่งจากการสังเกตภายในอาคารจัดแสดงนิทรรศการ ไม่มีการวางระบบอัคคีภัย เช่น ระบบ Sprinkle และ Smoke detector ไว้ภายในอาคาร อาจเนื่องมาจากเป็นอาคารเก่าจึงไม่มีระบบดังกล่าว ส่วนถังดับเพลิงและทางหนีไฟ มีจำนวนน้อยและไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน ทำให้เมื่อเกิดอัคคีภัยขึ้นอาจทำให้ทำการป้องกันไม่ทันท่วงที



ภาพที่ 1.8 ทางหนีไฟ

## 1.2 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่จะเข้ามาใช้บริการภายในศูนย์ฯ นี้ สามารถเข้าใช้บริการได้ทุกเพศทุกวัย เนื่องจากความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นความรู้ที่มีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องตลอดเวลา ซึ่งทุกคนควรจะรู้เรื่องราวต่างๆเหล่านี้ไว้เพื่อเป็นประโยชน์ในการดำเนินชีวิตในโลกยุคปัจจุบัน

แต่กลุ่มเป้าหมายของศูนย์ฯ จะเน้นกลุ่มเด็กประถมศึกษา – มัธยมศึกษาตอนต้น เนื่องจากเป็นวัยที่มีการศึกษาเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งข้อมูลต่างๆที่จัดแสดงในพิพิธภัณฑ์จะสามารถให้ประโยชน์ต่อการเรียนการสอนของเด็กในวัยนี้และครู-อาจารย์ผู้สอนได้เป็นอย่างดี

## 1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมต่างๆภายในพิพิธภัณฑ์ให้สามารถใช้งานได้เหมาะสมกับพฤติกรรมของผู้ให้บริการและผู้เข้าใช้บริการ

2. เพื่อปรับปรุงเนื้อหาข้อมูลของนิทรรศการให้ทันต่อข้อมูลปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เพื่อให้เกิดบรรยากาศใหม่ๆ ช่วยเป็นการกระตุ้นผู้คนให้สนใจเข้ามาศึกษาวิวัฒนาการและเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้นกว่าเดิม

4. เพื่อส่งเสริมให้เยาวชนและบุคคลทั่วไปมีความสนใจในเรื่องราวของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการสะสมความรู้ใหม่ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์โดยตรงจากการเข้าชมพิพิธภัณฑ์ ช่วยให้มีความรู้ เป็นผู้ที่ก้าวทันต่อเทคโนโลยีและความรู้ใหม่ๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งที่จะช่วยให้ประเทศชาติเจริญก้าวหน้ามากขึ้น

## 1.4 สถานที่ตั้งโครงการ

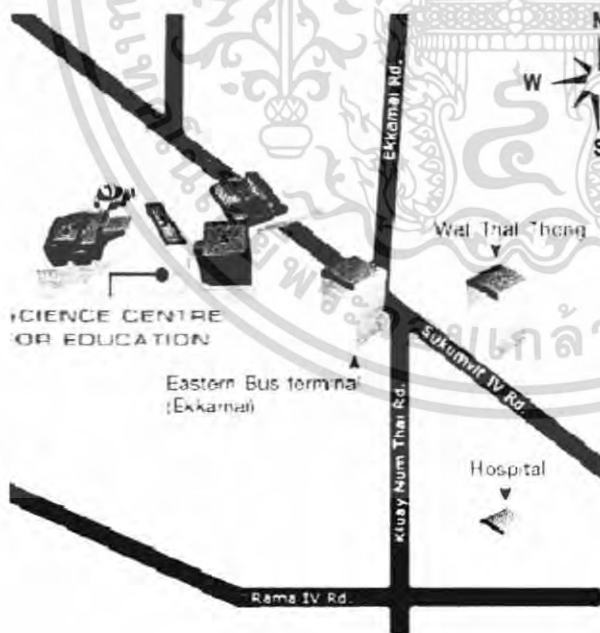
### 1.4.1 ตำแหน่งที่ตั้งโครงการ

ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เอกมัยตั้งอยู่ริมถนนสุขุมวิทฝั่งขาเข้าบนพื้นที่ 15 ไร่ 2 งาน เลขที่ 928 ถนนสุขุมวิท เขตคลองเตย กรุงเทพฯ 10110

### 1.4.2 การเข้าถึงโครงการ

การเข้าถึงโครงการสามารถเข้าถึงตัวโครงการได้ง่ายเนื่องจากศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาตั้งอยู่ริมถนนสุขุมวิทฝั่งขาเข้า โดยสามารถเข้าถึงโครงการได้จาก

- รถยนต์ส่วนตัว
- รถโดยสารประจำทาง สาย 2, 25, 38, 40, 72, 501, 511, 513, 508
- รถโดยสาร บขส. สายตะวันออก
- รถไฟฟ้าบีทีเอส (ลงที่สถานีเอกมัย)



ภาพที่ 1.9

แผนที่ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา

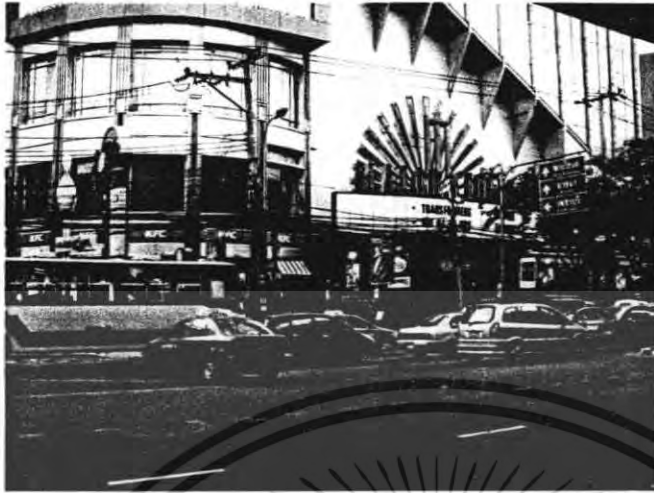
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### 1.4.3 สภาพแวดล้อมของโครงการ

ทิศเหนือ

ติดกับถนนสุขุมวิท



ภาพที่ 1.10 ถนนสุขุมวิท บริเวณด้านทิศเหนือ

ทิศใต้

ติดกับโรงเรียนคาราคาม สังกัดสำนักงานประถมศึกษาแห่งชาติ  
กระทรวงศึกษาธิการ  
ติดกับสถาบันส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)



ภาพที่ 1.11 โรงเรียนคาราคาม



ภาพที่ 1.12 อาคาร สสวท.

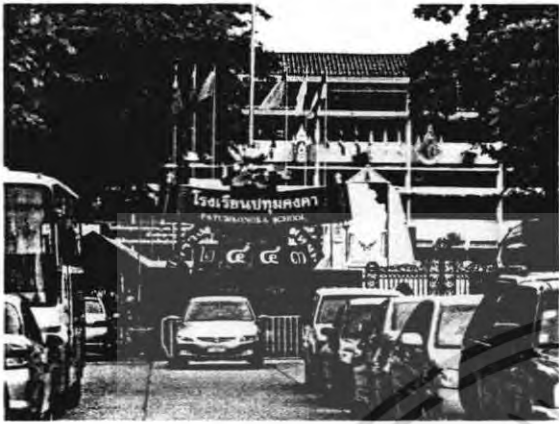
ทิศตะวันออก - ติดกับสถานีขนส่งผู้โดยสารสายตะวันออก (เอกมัย)



ภาพที่ 1.13 สถานีขนส่ง เอกมัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาและวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากพบความผิดพลาดประการใด ขออภัยเป็นอย่างสูง ขอสงวนสิทธิ์ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศตะวันตก ติดกับโรงเรียนปทุมคงคา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ  
ติดกับองค์การรัฐมนตรีศึกษาแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast  
Asian Ministers of Education Organization) หรือซีมีโอ (SEAMEO)



ภาพที่ 1.14 โรงเรียนปทุมคงคา



ภาพที่ 1.15 องค์การ SEMEO

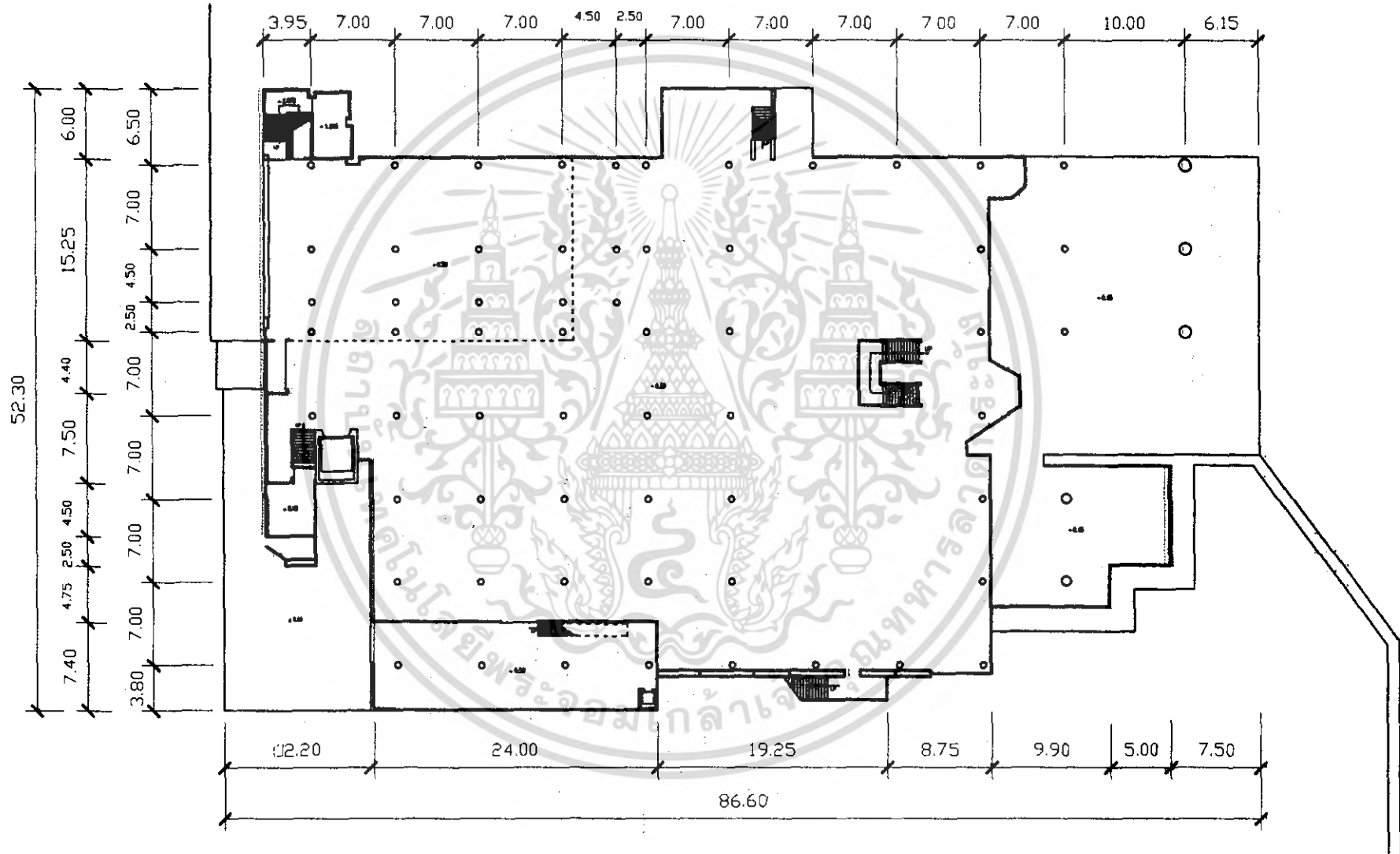


ภาพที่ 1.16 แผนที่ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา และพื้นที่บริเวณข้างเคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4 ลักษณะของโครงการ

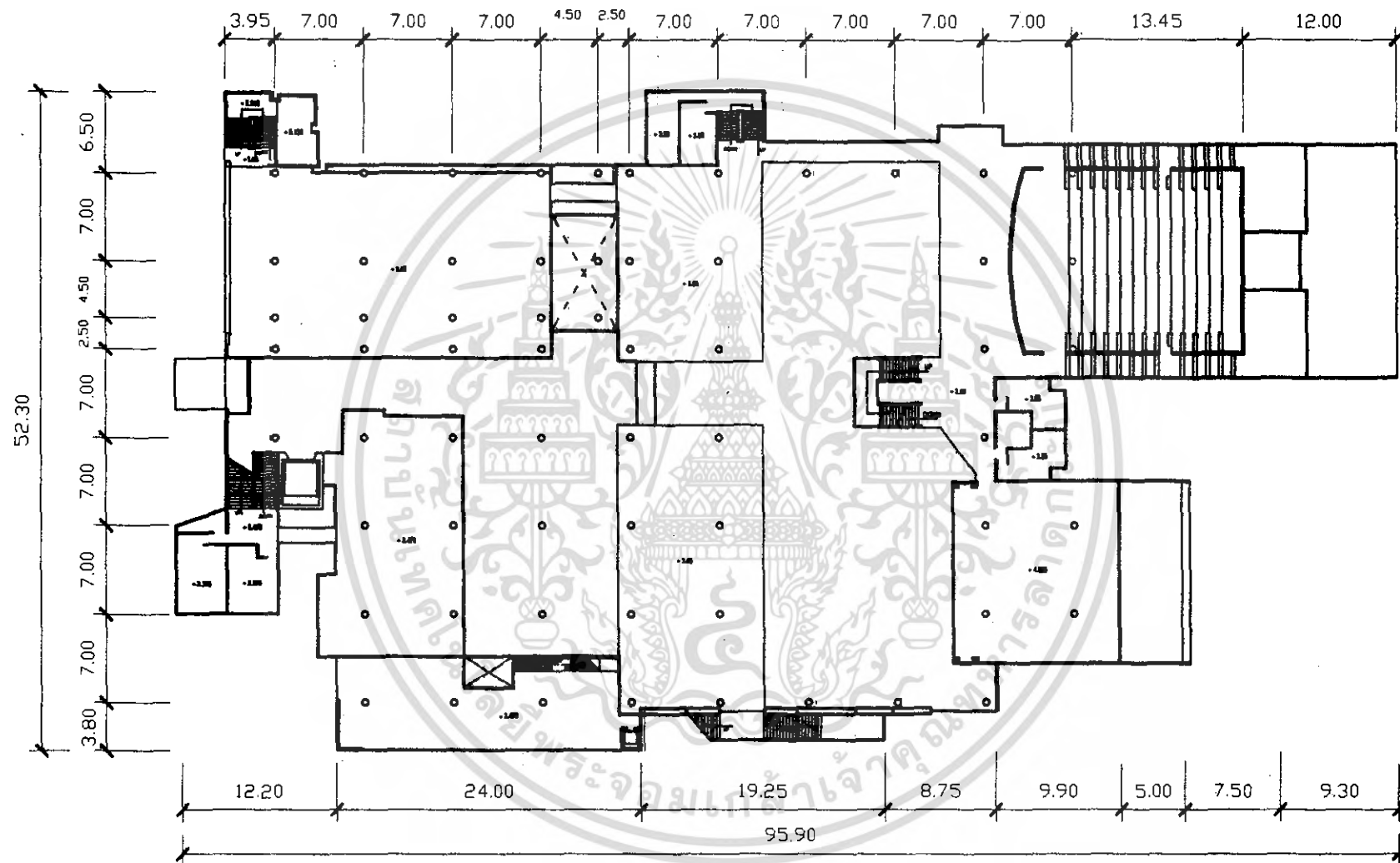
- แปลนอาคาร 2 นิทรรศการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



1st FLOOR PLAN

SCALE

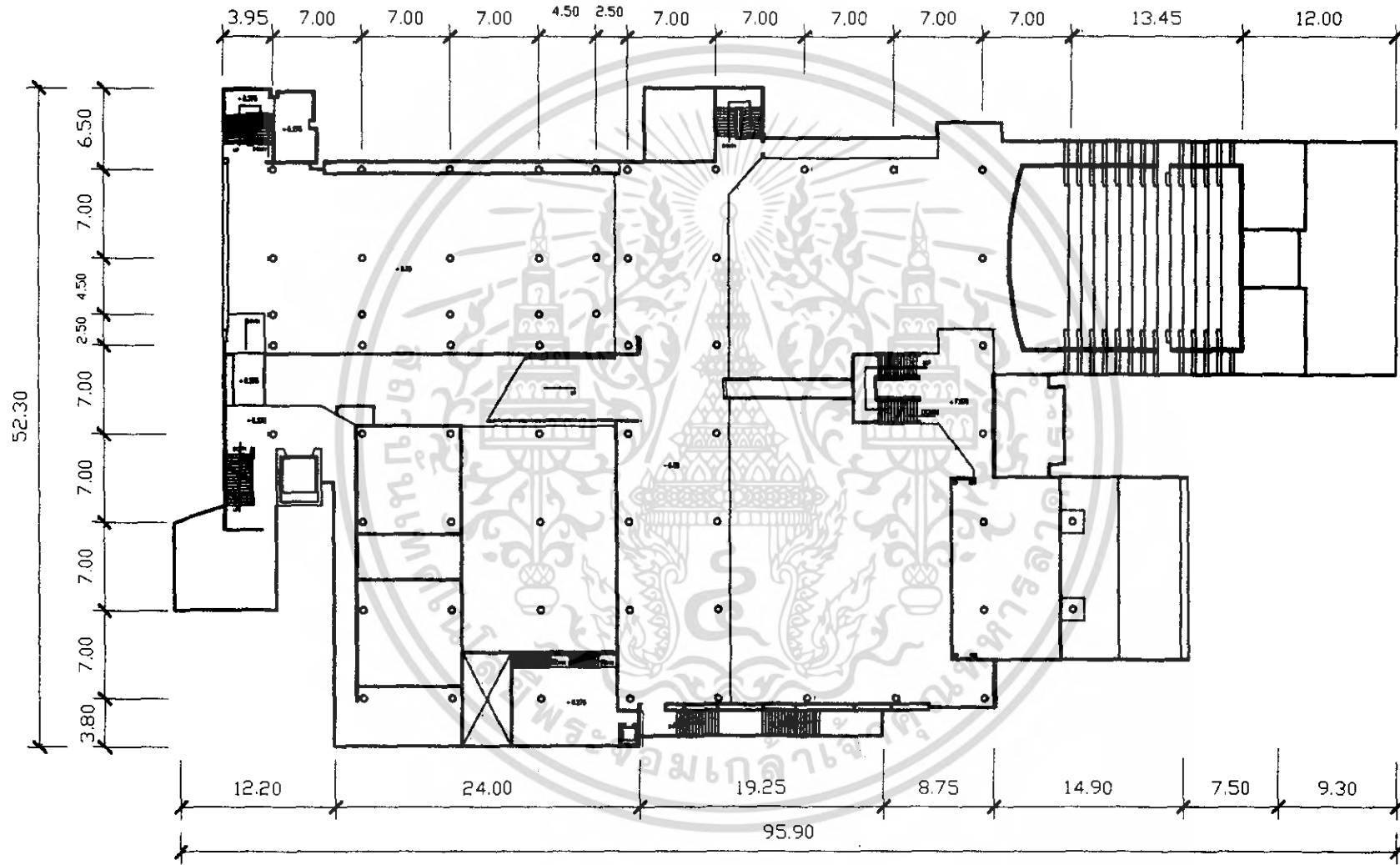
1:500



# 2nd FLOOR PLAN

SCALE

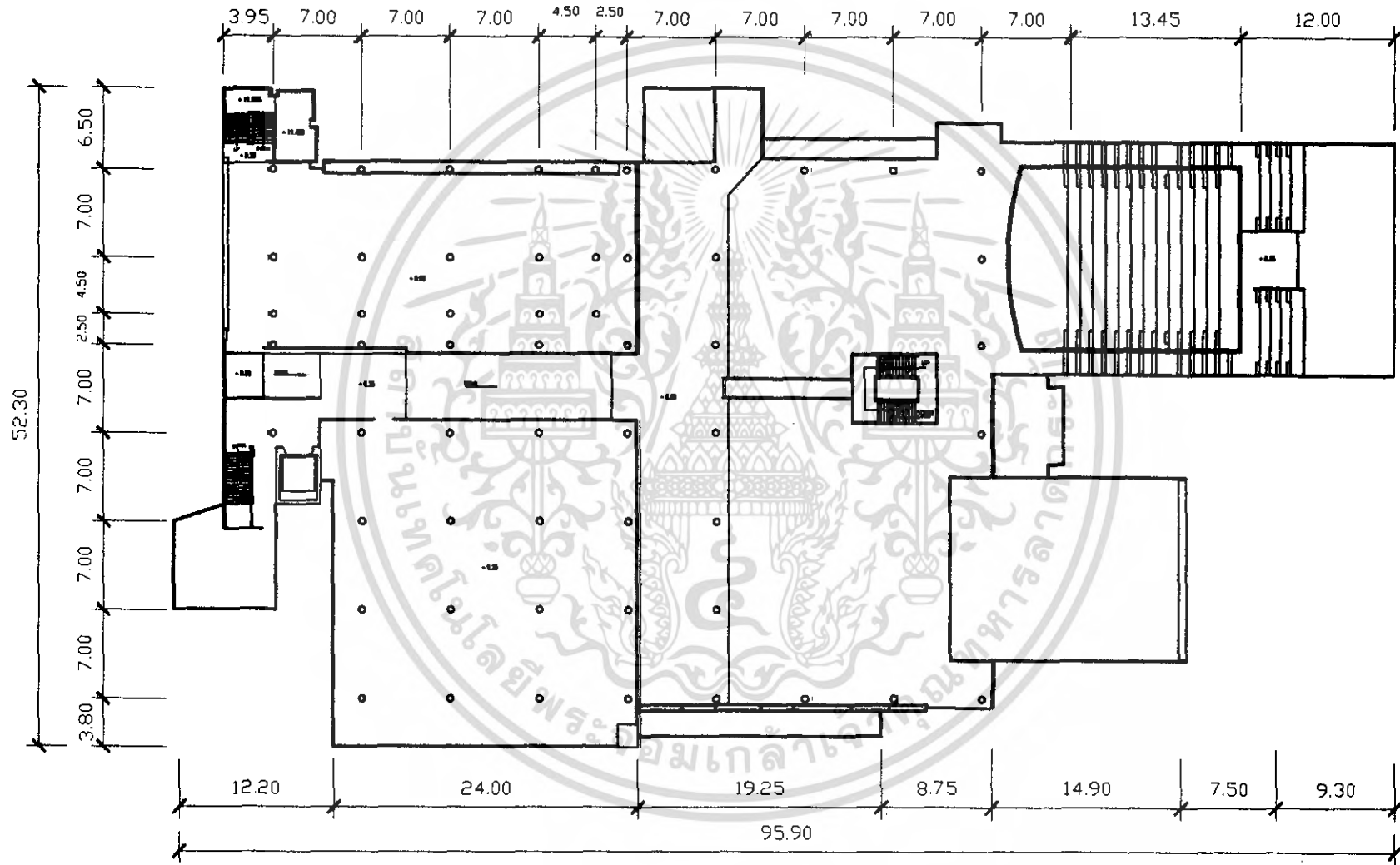
1/500



### 3rd FLOOR PLAN

SCALE

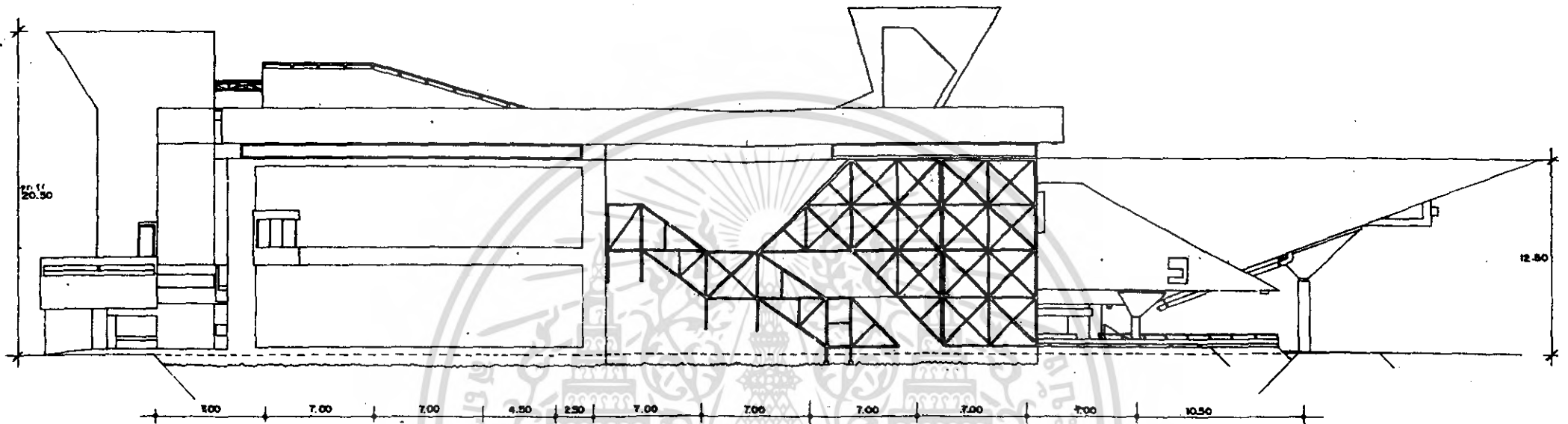
1:500



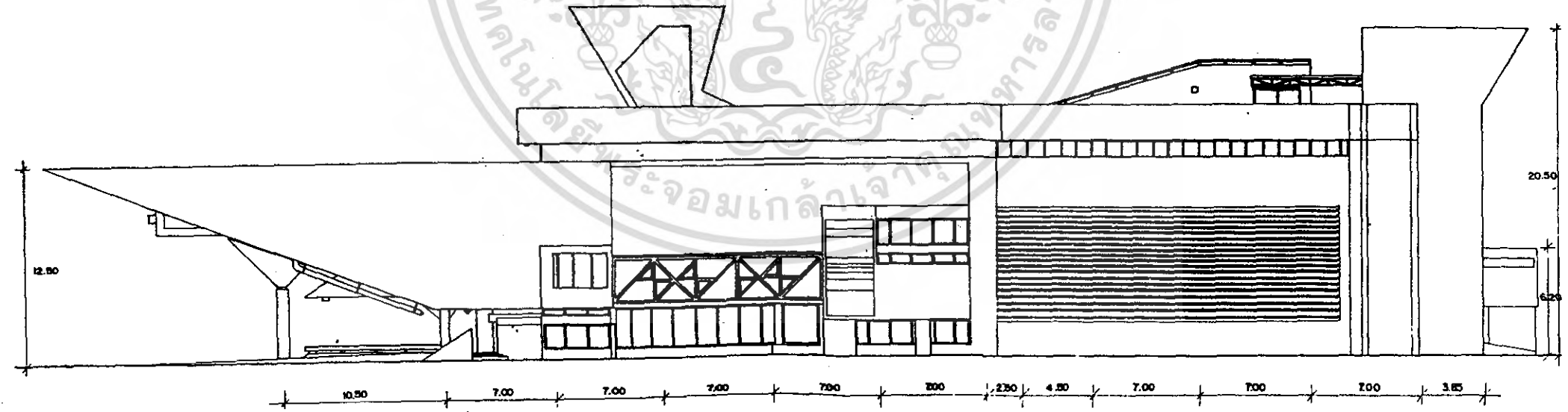
# 4th FLOOR PLAN

SCALE

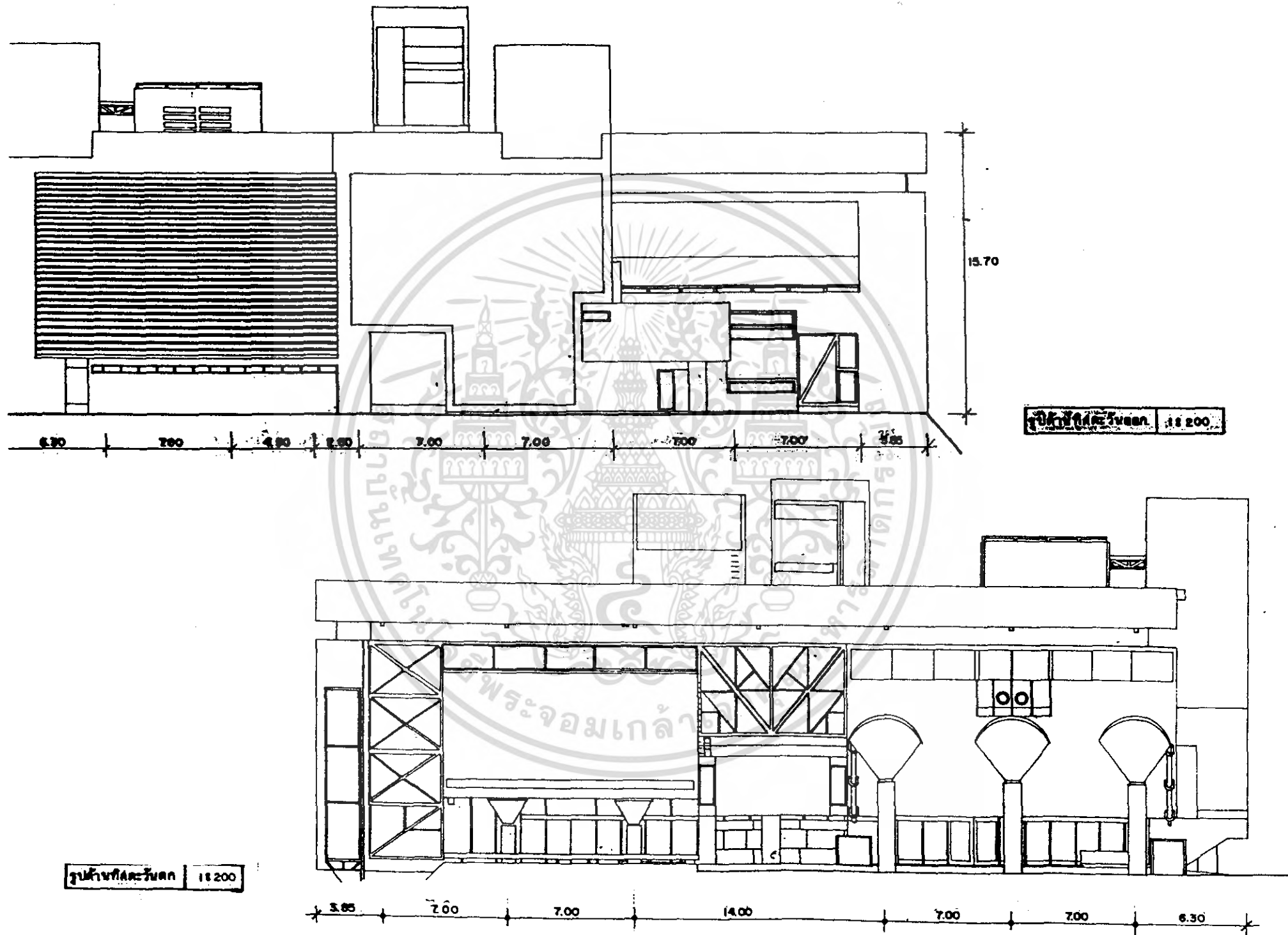
1:500



รูปด้านที่เห็น 1:200



รูปด้านที่เห็น 1:200



## 1.5 ขอบเขตของโครงการ

### 1.5.1 องค์ประกอบของโครงการ

#### ตารางที่ 1.1 องค์ประกอบของโครงการ

วัตถุประสงค์	กิจกรรม	องค์ประกอบของโครงการ
ให้ข้อมูล-ประชาสัมพันธ์ ด้านต่างๆ	จุดให้บริการผู้เข้าใช้	Information / Reception
ให้บริการจำหน่ายบัตรเข้าชมศูนย์ฯ	จำหน่ายบัตรเข้าชม	จุดขายบัตรเข้าชมศูนย์ฯ
เป็นส่วนที่นั่งพักคอย / จุดนัดพบบริเวณทางเข้าส่วนนิทรรศการ	จุดนัดพบ	ส่วนพักคอย
ให้บริการจำหน่ายสินค้าจากพิพิธภัณฑ์	ขายของที่ระลึก	ร้านขายของที่ระลึก
ให้บริการรับฝากสัมภาระของผู้เข้าใช้	รับฝากของ	ส่วนรับฝากของ
ให้บริการด้านเครื่องดื่มและขนม	จำหน่ายเครื่องดื่มและขนม	Coffee Shop
เป็นส่วนที่ให้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ผู้เข้าชม	แสดงนิทรรศการด้านวิทยาศาสตร์	Exhibition Area
เป็นศูนย์การเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์จากการทำงานทดลองด้วยตนเอง	แหล่งทดลองทางวิทยาศาสตร์	ส่วน Work Shop
ให้ความบันเทิงพร้อมกับสาระความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ที่เหมือนจริง	ฉายภาพยนตร์วิทยาศาสตร์ในรูปแบบ 3 มิติ	โรงภาพยนตร์ 3 มิติ

### 1.5.2 ขอบข่ายของโครงการ

#### 1. ส่วนต้อนรับและบริการ

- Reception / Information
- ส่วนขายบัตรเข้าชมพิพิธภัณฑ์
- ส่วนรับฝากของ
- ส่วนพักคอย
- ร้านขายของที่ระลึก
- Parking

#### 2. ส่วนบริการอาหารและเครื่องดื่ม

- โรงอาหาร
- Kiosk
- Coffee shop

#### 3. ส่วนจัดนิทรรศการ

- Exhibition area
  - อาคาร1 อาคารท้องฟ้าจำลอง กรุงเทพฯ
  - อาคาร2 อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อาคาร 3 อาคาร โลกได้นำ
- อาคาร 4 อาคาร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- อาคาร 5-6 อาคาร วิทยาศาสตร์สุขภาพ
- อาคาร 7 อาคาร พลังงาน

- โรงภาพยนตร์ (ห้องมหรรม (ภายในอาคาร 2))
- ห้องฟิฟ่าจำลอง
- ส่วน Work shop
- ห้องสมุด

#### 4. ส่วนกิจกรรมและส่วนพักผ่อน

- ลานกิจกรรมกลางแจ้ง
- สวนวิทยาศาสตร์
- ส่วนพักผ่อน/ สวนหย่อม
- ส่วนกิจกรรมออกกำลังกาย (สนามกีฬา สระว่ายน้ำ ฯลฯ)

#### 5. ส่วนสำนักงาน

##### 1.5.3 ขอบเขตของโครงการที่จะทำวิทยานิพนธ์

##### 1. ส่วนต้อนรับและบริการ

- Reception / Information
- ส่วนขายบัตรเข้าชมพิพิธภัณฑ์
- ส่วนรับฝากของ
- ส่วนพักผ่อน
- ร้านขายของที่ระลึก

##### 2. ส่วนบริการอาหารและเครื่องดื่ม

- Coffee shop

##### 3. ส่วนจัดนิทรรศการ

- Exhibition area อาคาร 2 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- โรงภาพยนตร์ (ห้องมหรรม)
- ส่วน Work shop

#### 1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. พิพิธภัณฑ์มีลักษณะที่ทันสมัยขึ้นทั้งการตกแต่ง เนื้อหาที่จัดแสดง รวมถึง Facility ต่างๆ ภายใน สามารถดึงดูดผู้คนให้เข้ามาใช้พิพิธภัณฑ์ได้มากขึ้น
2. เป็นศูนย์กลางในการเผยแพร่ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่นักเรียน นักศึกษา และประชาชนที่สนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำให้คนไทยหันมาสนใจเรื่องราวทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น
4. ช่วยเสริมสร้างเยาวชนไทยให้มีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์มากขึ้นจากการเข้ามาศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองในพิพิธภัณฑ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่ **84015** เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ข้อมูลทั่วไป

#### 2.1 ประวัติความเป็นมา

ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพฯ เป็นหน่วยงานสังกัด สำนักบริหารงานการศึกษาออกโรงเรียน สังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ เริ่มการก่อสร้างขึ้นตั้งแต่ปี 2505 ด้วยวัตถุประสงค์สำคัญ เพื่อสร้างแหล่งที่ลี้ภัยกับเยาวชน ได้ไปขุมขุมหาความรู้ และใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ กับทั้ง ส่งเสริมการศึกษา วิชาดาราศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภูมิศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้เรียนจากของจำลองซึ่งก่่ายจริง

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว และสมเด็จพระนางเจ้า พระบรมราชินีนาถ ได้เสด็จพระราชดำเนิน ทรงประกอบพิธีเปิด อาคารท้องฟ้าจำลองกรุงเทพฯ เมื่อวันที่ 18 สิงหาคม 2507 และเปิดบริการแสดงให้นักเรียนและประชาชนได้เข้าชมได้ ตั้งแต่วันที่ 19 สิงหาคม 2507 เป็นต้นมา

#### ตารางที่ 2.1 ประวัติความเป็นมา

ลำดับ	ความเป็นมา	สังกัด
พ.ศ. 2501	- คณะกรรมการจัดงานฉลองวันเด็กแห่งชาติ มอบอาคารศาลาวันเด็ก ในบริเวณสนามเสือป่า	กรมวิชาการ
พ.ศ. 2505	- คณะรัฐมนตรี อนุมัติให้กระทรวงศึกษาธิการ โดย มล. ปิ่น มาลากุล รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ สร้างอาคาร ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพฯ	กรมวิชาการ
18 สิงหาคม 2507	- พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ และสมเด็จพระนางเจ้า พระบรมราชินีนาถ เสด็จพระราชดำเนินทรงประกอบพิธีเปิดอาคารท้องฟ้าจำลองกรุงเทพฯ	
พ.ศ. 2514	- สภาคณะปฏิวัติ มีมติเห็นชอบให้กระทรวงศึกษาธิการ ดำเนินการจัดตั้ง พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์	
สิงหาคม 2518	- เริ่มก่อสร้างอาคารพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ความเป็นมา	สังกัด
กุมภาพันธ์ 2520	- การก่อสร้างอาคารแล้วเสร็จ	
9 สิงหาคม 2522	พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เสด็จพระราชดำเนิน ทรงเปิดพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์	
เมษายน 2519	- ประกาศพระราชกฤษฎีกาแบ่งส่วนราชการใหม่ จัดตั้งหน่วยงานระดับกองหน่วยใหม่ คือ “ศูนย์บริรักษ์เพื่อการศึกษา” ประกอบด้วยหน่วยงานหลักคือ ศาตราวันเด็ก ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพ และพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์	กรมวิชาการ
24 มีนาคม 2522	- ประกาศจัดตั้งกรมการศึกษานอกโรงเรียน โดยมีศูนย์บริรักษ์ เพื่อการศึกษา เป็นหน่วยงานในสังกัด	กรมการศึกษานอกโรงเรียน
พ.ศ. 2537	- เปลี่ยนชื่อหน่วยงานเป็น “ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา” ในสังกัดกรมการศึกษานอกโรงเรียน	
พ.ศ. 2545	- เปลี่ยนชื่อกรมการศึกษานอกโรงเรียนเป็น สำนักบริหารงานการศึกษานอกโรงเรียน	สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ

### วิสัยทัศน์ขององค์กร

มุ่งมั่นความเป็นเลิศในการพัฒนาระบบและมาตรฐานการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ศึกษาสำหรับเด็ก นักเรียน นักศึกษาและประชาชนผ่านสื่อ นวัตกรรมและการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ

### พันธกิจขององค์กร

1. พัฒนากลไกเพื่อส่งเสริมสังคมไทยให้เห็นความสำคัญ มีความเข้าใจที่ถูกต้อง ความตระหนักและมีจิตสำนึกเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
2. สร้างกลไกสนับสนุนการเรียนรู้ และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรมทางการศึกษา ด้วยสื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการศึกษาหลากหลายรูปแบบ และเทคโนโลยีสารสนเทศ แก่เยาวชนและประชาชนทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พัฒนาและยกระดับศักยภาพบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาทุกระดับ
4. ส่งเสริม สนับสนุน และร่วมมือกับเครือข่ายและภาคี ทั้งภายในและต่างประเทศ เพื่อประโยชน์ด้านวิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา
5. พัฒนาสู่องค์การเอื้อการเรียนรู้ ที่สามารถบริหาร จัดการองค์กร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2.2 ที่มาของโครงการ

### 2.2.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์-คาราศาสตร์

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติ และกระบวนการค้นหาความรู้ อย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอน วิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ (Pure science) เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่ได้จากการค้นพบในธรรมชาติ ได้แก่ ข้อเท็จจริง หลักการ กฎ ทฤษฎี ได้แก่ วิชาการต่างๆ เช่น ชีววิทยา ฟิสิกส์ เคมี ฯลฯ เราเรียกนักวิทยาศาสตร์ด้านนี้ว่า นักวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ แพทย์ศาสตร์ เกษตรศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2. วิทยาศาสตร์ประยุกต์ (Applied science) หรือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการนำความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์และอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เรียกนักวิทยาศาสตร์ด้านนี้ว่า นักวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ประกอบด้วย วิศวกร แพทย์ เกษตรกร เกษตรกร เป็นต้น

ดาราศาสตร์ คือ วิชาแขนงหนึ่งในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับความและวัตถุท้องฟ้าอื่น รวมทั้งปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากสิ่งเหล่านี้ เช่น อุปราดา, ดาวหาง, ดาวตก เป็นต้น ดาราศาสตร์น่าจะเป็นวิชาที่เก่าแก่ที่สุด เพราะนับแต่มีมนุษย์อยู่บนโลก เขา ย่อมได้เห็นได้สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติเสมอมาแต่ก็เริ่มตั้งเหตุผลจำและเล่าต่อๆ กัน นอกจากนั้นยังมีการสังเกตดวงดาวและปรากฏการณ์ที่เกิดจากดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์มาแต่ดึกดำบรรพ์ จึงมี รูปเขียนเป็นหลักฐานไว้ตามผนังถ้ำ รอยสลักบนแผ่นดินเหนียวเผา แผ่นไม้ หรือแผ่นหินให้เราได้ใช้เป็นหลักฐานไว้ใน การศึกษาค้นคว้า

ดังนั้นดาราศาสตร์จึงเป็นการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ว่าด้วยจักรวาลและทุกสิ่งทุกอย่างภายใน จักรวาล เช่น ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ ดาวหาง เนบิวลา และกาแล็กซี่ นักดาราศาสตร์จึงพยายามศึกษาเพื่อให้เข้าใจความเคลื่อนไหวของสิ่งต่างๆ ในท้องฟ้า ระยะทางระหว่างสิ่งเหล่านั้น ซึ่งรวมทั้งรังสีต่างๆ ของเทหวัตถุเหล่านั้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.1 ความเป็นมาของวิทยาศาสตร์และดาราศาสตร์ในประเทศไทย

วิทยาศาสตร์ได้เข้ามาในไทยตั้งแต่สมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ซึ่งการวิทยาศาสตร์ในเมืองไทยนั้นได้เข้ามาพร้อมกับวิชาดาราศาสตร์ โดยเริ่มแรกนั้นจะเป็นวิชาแขนงดาราศาสตร์ก่อนแล้วจึงเริ่มมีการพัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์ตามมา

ปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่สำคัญบันทึกไว้ในประวัติศาสตร์ของชาติไทยย้อนอดีตไปได้ประมาณกว่า 300 ปี สมัยกรุงศรีอยุธยาจนถึงกรุงรัตนโกสินทร์ ในรัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ได้มีคณะราชทูตจากฝรั่งเศส อัญเชิญพระราชสาส์นของพระเจ้าหลุยส์ที่ 14 มาถวายแด่สมเด็จพระนารายณ์มหาราช ในปีพุทธศักราช 2228

ในระหว่างปีพุทธศักราช 2228 - 2230 รัชสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราชคณะบาทหลวงเยซูอิตชาวฝรั่งเศส ได้มาเผยแพร่ดาราศาสตร์ไทยในประเทศไทย มีสิ่งก่อสร้าง เช่น หอดูดาววัดสันเปาโล เป็นหอดูดาวแห่งแรกในประเทศไทย

นอกจากนี้ในวันที่ 30 เมษายน พุทธศักราช 2231 สมเด็จพระนารายณ์มหาราชได้ทอดพระเนตรสุริยุปราคาเต็มดวงที่พาดผ่านแม่น้ำกฤษณะในประเทศอินเดีย พม่า จีน ไชบีเรีย ไปสิ้นสุดในทวีปอเมริกา สำหรับประเทศไทยเห็นเป็นสุริยุปราคาบางส่วนดังภาพเขียนโดยชาวฝรั่งเศส



ภาพที่ 2.1 สมเด็จพระนารายณ์มหาราชทรงรับพระราชสาส์นของพระเจ้าหลุยส์ที่ 14 จากอัครราชทูตฝรั่งเศสทูตเกล้าถวาย



ภาพที่ 2.2 ซากหอดูดาววัดสันเปาโล ที่จังหวัดลพบุรี หอดูดาวแห่งแรกในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 อาคารที่พัก โบสถ์ฝรั่ง และหอคูดาววัดสันเปาโล ณ เมืองละโว้ จังหวัดลพบุรี ตามแบบที่ชาวฝรั่งเศสวาดไว้

ภาพที่ 2.4 ภาพแกะไม้ของชาวฝรั่งเศส แสดงสมเด็จพระนารายณ์มหาราชทรงกลองทอดพระเนตรจันทร์ปราศรัยเต็มดวงในคืนวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ.2228 ร่วมกับคณะบาทหลวงชาวฝรั่งเศส ณ พระตำหนักทะเลชุบศร เมืองลพบุรี (ภาพนี้เป็นต้นแบบของตราสมาคมคาราศาสตร์ไทย)



ภาพที่ 2.5 ภาพเขียนโดยชาวฝรั่งเศส แสดงสมเด็จพระนารายณ์มหาราชทอดพระเนตรการเกิดสุริยุปราคา ในเวลาตอนเช้าของวันที่ 30 เมษายน พ.ศ.2231 ณ พระที่นั่งเย็นทะเลชุบศร เมืองลพบุรี

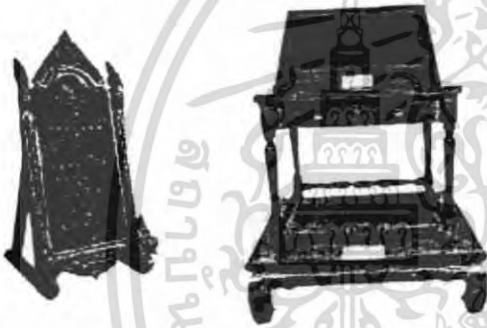
ในสมัยสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พระอัจฉริยภาพ พระปรีชาสามารถ และสัมฤทธิ์ผลทางดาราศาสตร์ของพระองค์ เป็นที่ประจักษ์แก่ชาติมหาอำนาจ เช่น อังกฤษและฝรั่งเศส เพราะวิชานี้ เป็นวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นสูงและทันสมัยที่สุดในยุคนั้น การที่จะมีความรู้ความสามารถเป็นที่ประจักษ์ได้นั้น จะต้องผ่านกระบวนการวิชาทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติอย่างเข้มงวดและเข้มข้นหลายวิชา เช่น วิชาภาษาอังกฤษชนิดใช้งานได้ทั้งอ่านและเขียน วิชาคณิตศาสตร์ วิชาตรีโกณมิติ ทรงกลม วิชาพีชคณิต วิชาลอการิทึม วิชาภูมิศาสตร์ คัมภีร์สุริยศาสตร์ คัมภีร์ดารัมภ์ คัมภีร์เกอเดลฐาน และคัมภีร์สุริยสถิตานตะ เพื่อเข้าสู่วิชาดาราศาสตร์สมัยใหม่ กระบวนวิชาเหล่านี้ พระองค์ทรงศึกษาค้นคว้าด้วยความวิริยะอุตสาหะอย่างขยันขันแข็งด้วยพระองค์เอง จึงเป็นการเสี่ยงต่อการเสื่อมเสียดพระเกียรติยศเป็นอย่างสูง ถ้าหากการเสด็จพระราชดำเนินไปทอดพระเนตรสถานที่ที่พระองค์กำหนดที่ตำบลหว้ากอ เพื่อสังเกตสุริยุปราคาเต็มดวง ตามเวลาที่ทรงคำนวณไว้ผิดพลาดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าเจ้าเมืองสิงคโปร์ และนักดาราศาสตร์ฝรั่งเศส ดังที่ทราบมาภายหลังว่า โหรสมัยนั้นและเจ้านายชั้นสูงหลายพระองค์ไม่เชื่อว่าจะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวงจริง ๆ จึงไม่เอาใจใส่และไม่ยอมพัฒนาวิชาการเข้าสู่สมัยใหม่ด้วย



ภาพที่ 2.6 หนังสือดาราศาสตร์ในพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวที่ทรงใช้ศึกษาวิชาดาราศาสตร์ด้วยพระองค์เอง



ภาพที่ 2.7 โต๊ะทรงค้ำนวมในพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว เป็นโต๊ะไม้สัก กว้าง 0.80 เมตร ยาว 0.90 เมตร สูง 0.75 เมตร 2 ด้านข้างด้านบนของโต๊ะมีบานปิด พื้นบนบานปิดเป็นกระดานชนวน ปัจจุบันตั้งแสดงอยู่ ณ พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ กรุงเทพมหานคร

และปฏิทินปักคณา ซึ่งพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงคิดค้นวิธีคำนวณปักเพื่อประโยชน์ในการกำหนดกรรมสวนะให้พระภิกษุสงฆ์ให้ถูกต้อง ตามคติของดวงจันทร์ ปัจจุบันยังใช้กันอยู่ในคณะสงฆ์ฝ่ายธรรมยุติกนิกาย



ภาพที่ 2.8 พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงฉายร่วมกับคณะชาวต่างประเทศหน้าพลับพลาที่ประทับค่ายหลวง ณ หัวก้อ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในการเสด็จทอดพระเนตรสุริยุปราคาเต็มดวง 18 สิงหาคม 2411

### 2.3 ความหมายและลักษณะของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์-ดาราศาสตร์

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ – ดาราศาสตร์ คือสถานที่รวบรวมความรู้และวัตถุต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวิชาแขนงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ซึ่งอันที่จริงแล้วพิพิธภัณฑ์ลักษณะนี้จะเหมือนกับพิพิธภัณฑ์เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยาศาสตร์โดยทั่วไป คือมีการแสดงเนื้อหาเรื่องราวต่างๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่จะแตกต่างกันตรงที่ พิพิธภัณฑ์นี้จะมีการแสดงเนื้อหาที่ให้ความสำคัญทางด้านดาราศาสตร์มากกว่า พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ทั่วไป

เมื่อเราพูดคำว่าวิทยาศาสตร์ ดูเหมือนจะเป็นคำที่กว้างมากทีเดียว เพราะไม่ว่าเรื่องราวการคิดค้นทางเคมี ชีววิทยา การอุตสาหกรรม การคิดค้นเรื่องการคมนาคม การศึกษาเรื่องดวงดาว หรือดาราศาสตร์ ล้วนแต่เป็นเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น เพราะเหตุนี้เองจึงไม่ใช่ของง่าย ในการที่จะสรุปความให้กะทัดรัดเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ว่าเป็นอย่างไร ถึงแม้ว่าพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์จะเป็นวิทยาศาสตร์สาขาใดก็ตาม ย่อมแสดงให้เห็นเรื่องราวการคิดค้นเกี่ยวกับการประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ในการผ่อนแรงมนุษย์ทั้งสิ้น

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ เป็นสถาบันที่แสดงให้เห็นถึงภาวะเศรษฐกิจ และสถานการณ์ของสังคมในปัจจุบันที่แท้จริง ประเทศจะเจริญก้าวหน้าไปได้เพียงไรนั้นขึ้นอยู่กับเทคนิคของงานด้านต่างๆ ตลอดจนวัสดุทางธรรมชาติหรืองานสาขาต่างๆ ที่สัมพันธ์กับเศรษฐกิจประจำวัน พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์จึงเป็นศูนย์รวมที่แสดงให้เห็นวิทยาการของโลก ตลอดจนความก้าวหน้า และเป็นเสมือนห้องแสดงพิเศษทางวิทยาศาสตร์ในด้านการคิดค้นตัวอย่างที่ซับซ้อนให้เห็นได้อย่างชัดเจน

วัตถุและการจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ไม่ใช่การรวบรวมวัตถุที่เหลือใช้หรือเลิกใช้เพียงอย่างเดียว แต่ยังมีรวบรวมสิ่งของวัตถุ เครื่องจักรกลต่างๆ ที่ทันสมัยด้วย เพื่อชี้ให้เห็นถึงวิวัฒนาการของการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ตั้งแต่สมัยก่อนจนถึงปัจจุบัน ในการแสดงวัตถุเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์นี้ ส่วนใหญ่นิยมจัดในรูปของการวางหมวดหมู่ ทั้งนี้เพื่อให้เห็นวิวัฒนาการการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภทตามลำดับสมัย แต่เนื่องจากวัตถุทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา และมีจำนวนมาก จึงต้องมีการคัดเลือกเฉพาะวัตถุที่ชี้ให้เห็นวิวัฒนาการอย่างชัดเจน

## 2.4 กรณีศึกษา โครงการที่เกี่ยวข้อง

### 2.4.1 กรณีศึกษานิทรรศการเฉลิมศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เอกมัย

นิทรรศการภายในอาคาร 2 วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี แบ่งออกทั้งหมดเป็น 4 ชั้น โดยจัดส่วน Service ไว้บริเวณภายนอกติดกับทางเข้าตัวอาคาร ซึ่งประกอบด้วย ส่วน Information จุดนัดพบ และที่ฝากของ ภายในอาคารมีการจัดแสดงนิทรรศการดังนี้

#### นิทรรศการชั้นที่ 1

1. โลกของการสื่อสารผ่านดาวเทียม
2. ห้องแสดงทางวิทยาศาสตร์เลเซอร์มหัศจรรย์
3. วิทยาศาสตร์พื้นฐาน สามารถจับต้องและทดลองได้
4. พิพิธภัณฑ์สื่ออิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. จักรวรรดิเทคโนโลยี

นิทรรศการชั้นที่ 2

- 1. คอมพิวเตอร์เพื่อชุมชน
- 2. เทคโนโลยีชีวภาพ
- 3. ชีวิตกับเวลา
- 4. สิ่งแวดล้อมเพื่อชีวิต
- 5. สภาวะแวดล้อมเป็นพิษ

นิทรรศการชั้นที่ 3

- 1. เทคโนโลยีหุ่นยนต์
- 2. ท่องแดนปีโตรเลียม

นิทรรศการชั้นที่ 4

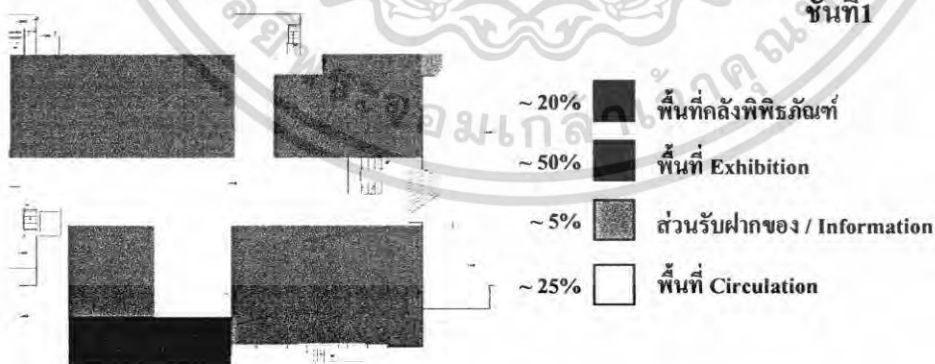
- 1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
- 2. โลกคอมพิวเตอร์

การใช้พื้นที่ภายในอาคาร

พื้นที่ใช้สอยภายในอาคารจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ

- ส่วน Service เป็นส่วนที่อยู่ภายนอกและบริเวณทางเข้าของตัวอาคาร เช่น Information (~ 9 ตารางเมตร) ที่รับฝากของ (~ 22 ตารางเมตร) เป็นต้น
- ส่วนนิทรรศการ
- ส่วนคลังพิพิธภัณฑ์ และสำนักงาน เป็นส่วนสำหรับเก็บวัตถุจัดแสดงและอุปกรณ์ต่างๆ (~ 400 ตารางเมตร) รวมถึงสำนักงานของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานภายในพิพิธภัณฑ์ (~ 260 ตารางเมตร) (ปัจจุบันส่วนสำนักงานในอาคารนี้ไม่ได้ใช้งาน เนื่องจากทางศูนย์ได้ย้ายสำนักงานไปที่อาคาร 4 แทน)
- ส่วนห้องแสดงกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ ห้องมหรรม (~ 355 ตารางเมตร) (ปัจจุบันไม่ได้เปิดใช้แล้ว) ห้องแสดงทางวิทยาศาสตร์ (~ 355 ตารางเมตร) เป็นต้น

ชั้นที่ 1

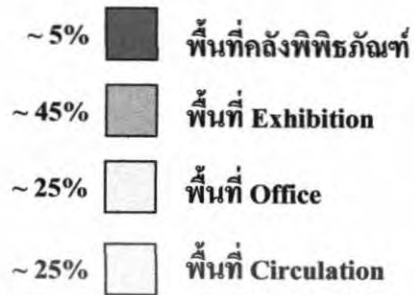
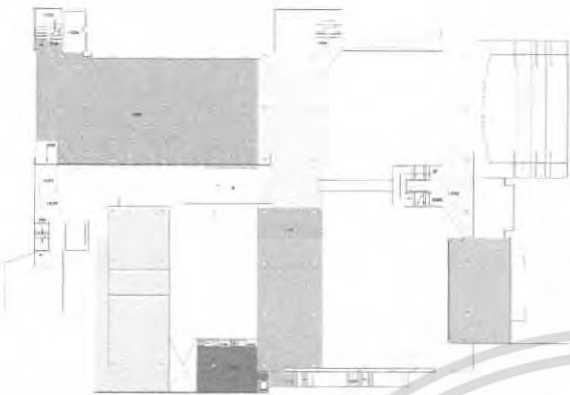


ชั้นที่ 2



เป็นเอกฉันท์... งานวิจัย... การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า... ไม่... เดๆ ทั้ง... ทั้งห้ามมิ... แปลงเนื้อหา และต้องอาศัย... เจ้าของของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

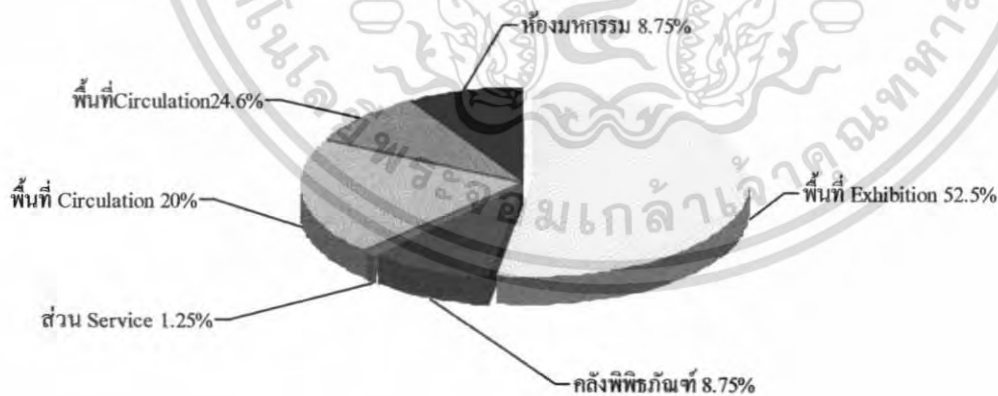
ชั้นที่3



ชั้นที่4



สรุปการใช้พื้นที่ภายในพิพิธภัณฑ์



#### 2.4.2 กรณีศึกษาองค์การพิพิธภัณฑ์ฯ วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.)

สถานที่ตั้งโครงการ

อยู่บริเวณพื้นที่ของเทคโนโลยี ค. คลองห้า อ. คลองหลวง จ. ปทุมธานี

ลักษณะตัวอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นอาคารรูปทรงเรขาคณิตรูปลูกบาศก์จำนวน 3 รูปยึดติดกัน ตัวอาคารมีทั้งหมด 5 ชั้น  
พื้นที่ในการจัดแสดงนิทรรศการและส่วน Service ทั้งหมด ประมาณ 10,000 ตารางเมตร  
นิทรรศการที่จัดภายในอาคารมีการแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหาออกตามแต่ละชั้นของอาคาร  
ซึ่งประกอบด้วย

#### ชั้นที่ 1 ส่วนต้อนรับและแนะนำการเข้าชม

1. ความเป็นมาของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์
2. นักวิทยาศาสตร์รุ่นบุกเบิก

#### ชั้นที่ 2 ประวัติความเป็นมาของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. การกำเนิดมนุษย์และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
2. ประวัติการค้นพบทางวิทยาศาสตร์
3. ทศวรรษนักวิทยาศาสตร์เด่นของโลก
4. โลกที่ประหลาด
5. ห้องกิจกรรมเสริมศึกษา

#### ชั้นที่ 3 วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและพลังงาน

- |                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| 1. เสียง               | 7. แรงเสียดทาน     |
| 2. คณิตศาสตร์          | 8. ความร้อน        |
| 3. แสง                 | 9. สสารและโมเลกุล  |
| 4. ไฟฟ้า               | 10. อุโมงค์พลังงาน |
| 5. แม่เหล็ก            | 11. เคมี           |
| 6. แรงและการเคลื่อนที่ | 12. โรงภาพยนตร์    |

#### ชั้นที่ 4 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย

1. ที่ตั้งและภูมิทัศน์ของประเทศไทย
2. นิเวศวิทยาของประเทศไทย
3. การผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรม
4. ภูมิศาสตร์ของประเทศไทย
5. สิ่งก่อสร้างและโครงสร้าง
6. ธรณีวิทยาของประเทศไทย
7. โครงสร้างโลกและภูมิอากาศ

#### ชั้นที่ 5 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน

- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| 1. ร่างกายและสุขภาพ | 4. บ้านและสำนักงาน    |
| 2. การคมนาคมขนส่ง   | 5. วิสัยทัศน์ต่ออนาคต |
| 3. คุณภาพชีวิต      | 6. กิจกรรมสาธิต       |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ชั้นที่ 6 เทคโนโลยีภูมิปัญญาไทย

1. ส่วนเทิดพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ
2. เทคโนโลยีการแกะสลัก
3. เทคโนโลยีเครื่องปั้นดินเผา
4. เทคโนโลยีหัตถกรรม
5. เทคโนโลยีเครื่องจักสาน
6. เทคโนโลยีสิ่งทอ
7. ใจบ้าน
8. วิถีชีวิตไทย
9. โรงละครหุ่น

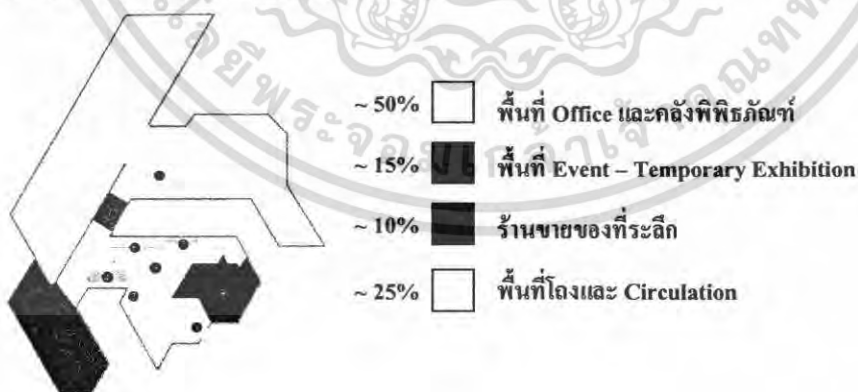
### Facility ต่างๆภายในพิพิธภัณฑ์

1. ส่วนจำหน่ายบัตรและให้ข้อมูลต่างๆ
2. ส่วนแสดงนิทรรศการถาวร
3. ส่วนแสดงนิทรรศการชั่วคราว
4. ร้านอาหารและเครื่องดื่ม
5. ร้านขายของที่ระลึก
6. ห้องแสดงกิจกรรม
7. จุดนัดพบ
8. ห้องอินเตอร์เน็ต
9. ที่ฝากของและล็อกเกอร์
10. โรงภาพยนตร์เล็ก

### การใช้พื้นที่ภายในพิพิธภัณฑ์

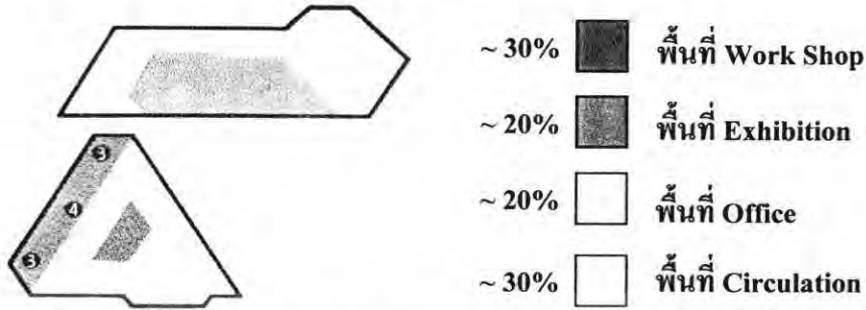
พื้นที่ใช้สอยภายในพิพิธภัณฑ์จะแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ พื้นที่ส่วนต้อนรับและบริการ พื้นที่ส่วนนิทรรศการ และพื้นที่ส่วนสำนักงานและคลังพิพิธภัณฑ์ ซึ่งตัวอาคารพิพิธภัณฑ์นี้ได้จัดส่วนสำนักงาน คลังพิพิธภัณฑ์ ส่วนต้อนรับ และส่วนบริการ ไว้ที่บริเวณชั้นล่างของอาคารทั้งหมด ส่วนของนิทรรศการจะใช้พื้นที่ของอาคารทั้งหมดตั้งแต่ชั้น 2 ขึ้นไปจนถึงชั้น 5 สรุปการแบ่งพื้นที่ใช้สอยของส่วนต่างๆคร่าวๆได้ดังนี้

### ชั้นที่ 1 ส่วนต้อนรับและแนะนำการเข้าชม

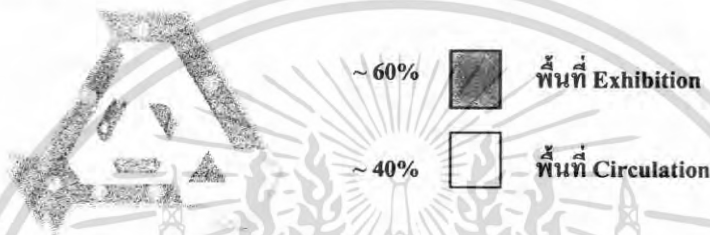


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นที่ 2 ประวัติความเป็นมาของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ชั้นที่ 3 วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและพลังงาน



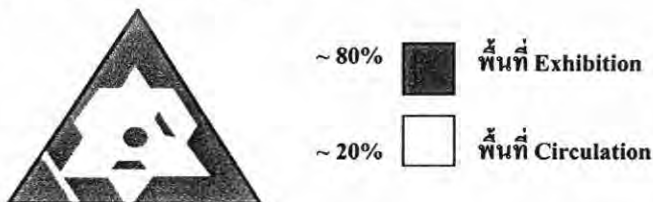
ชั้นที่ 4 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย



ชั้นที่ 5 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน



ชั้นที่ 6 เทคโนโลยีภูมิปัญญาไทย

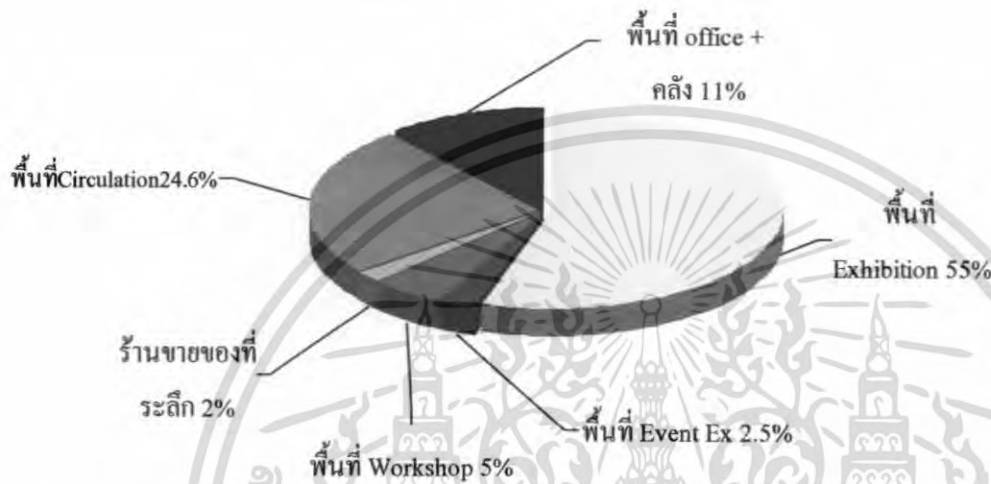


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปการใช้พื้นที่ภายในพิพิธภัณฑ์

### ลักษณะเด่นของพิพิธภัณฑ์ที่น่าสนใจ

1. บริเวณส่วนจำหน่ายบัตรด้านหน้าทางเข้าตัวอาคารเป็น โถงค่อนข้างกว้างทำให้สามารถรองรับคนได้มาก
2. มีการจัดส่วนบริการต่างๆ ไว้ค่อนข้างครบ เช่น ห้องอินเทอร์เน็ต ที่ฝากของ จุดนัดพบ



ร้านอาหาร ร้านขายของที่ระลึก เป็นต้น

3. บริเวณชั้นล่างซึ่งเป็นโซนของส่วนบริการต่างๆ มีการจัดนิทรรศการเล็กน้อยซึ่งเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์ต่างๆ เป็นการเกริ่นนำก่อนที่จะเข้าชมนิทรรศการช่วยดึงดูดความสนใจ

4. การวางแผนเนื้อหาของนิทรรศการ มีการจัดแบ่งหัวข้อต่างๆ ไว้ตามแต่ละชั้นของอาคารทำให้ผู้เข้าชมสามารถชมนิทรรศการได้อย่างเป็นระบบ ไม่สับสนกับเนื้อหาที่จัดแสดง

### 2.4.3 กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติญี่ปุ่น

(The National Science Museum Tokyo Japan)

อาคารพิพิธภัณฑ์นี้แบ่งออกเป็น 3 อาคาร ประกอบด้วย

1. อาคารหลัก (Main Building) ซึ่งเป็นส่วนแรกที่เข้ามาจากภายนอก อาคารนี้ประกอบด้วย ส่วน service เป็นหลัก เช่น ส่วนขายบัตร ให้ข้อมูล แจกอุปกรณ์ ร้านขายของที่ระลึก ร้านอาหาร และ Lounge

2. อาคารเล็ก (Midori building) เป็นส่วนจัดแสดงนิทรรศการ

3. อาคารใหม่ (New Annex) เป็นส่วนจัดแสดงนิทรรศการหลัก

### นิทรรศการที่จัดแสดง

#### 1. ธรรมชาติในปี

- ต้นไม้ หิน ชีวิตสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การปรับตัวของสัตว์เนื่องถูกช่วยนม

## 2.พีสิคส์

- แรง การเคลื่อนไหว
- ไฟฟ้า แม่เหล็ก
- วิวัฒนาการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีญี่ปุ่น

## 3..พัฒนาการของสัตว์

- ทีวีซีดี ลักษณะ ประเภทของสัตว์โค โนเสาร์-ปัจจุบัน

## 4.พัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

- ความลับของโคโนเสาร์
- การกำเนิดโลก – มนุษย์

## 5.ธรรมชาติ

- จักรวาล อวกาศ
- กฎต่างๆทางพีสิคส์
- ตัวอย่างการทำงานพิพิธภัณฑ

### Facility ภายในพิพิธภัณฑ

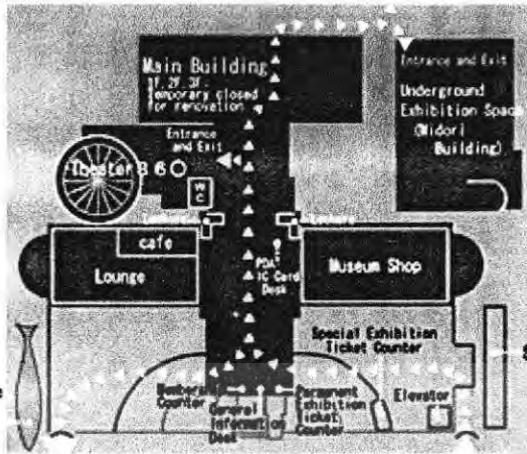
- |  |                            |
|--|----------------------------|
| 1. ส่วนจำหน่ายบัตรและให้ข้อมูลต่างๆ            | 6. ร้านขายของที่ระลึก      |
| 2. เคาน์เตอร์แจกเครื่องมือในการเข้าชมพิพิธภัณฑ | 7. ส่วนพักผ่อน             |
| 3. ส่วนแสดงนิทรรศการถาวร                       | 8. ส่วนติดต่อสำหรับคนพิการ |
| 4. ส่วนแสดงนิทรรศการชั่วคราว                   | 9. พื้นที่สูบบุหรี่        |
| 5. ร้านอาหารและเครื่องดื่ม                     | 10. ที่ฝากของและถือกระเป๋า |
|  | 11. ถานจัดกิจกรรม          |

(Restaurant & Lounge)

### การใช้พื้นที่ภายในพิพิธภัณฑ

เนื่องจากพิพิธภัณฑมีอาคารหลักทั้งหมด 3 อาคารด้วยกัน พื้นที่ภายในพิพิธภัณฑจึงแบ่งลักษณะของ Facility ออกไปตามกลุ่มของอาคาร โคอาคารหลัก Main Building จะเป็นส่วนของโถงต้อนรับ มี Facility ของการให้บริการต่างๆครบครัน อาคาร Midori Building จะเป็นส่วนแสดงนิทรรศการย่อยที่มีเนื้อหาแตกต่างไปจากนิทรรศการในอาคารใหม่ ส่วนอาคารใหม่ New Annex จะเป็นพื้นที่แสดงนิทรรศการหลักของพิพิธภัณฑ สรุปการใช้พื้นที่ทั้งหมดได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Main Building ใช้พื้นที่ส่วน Service ต่างๆ 100%

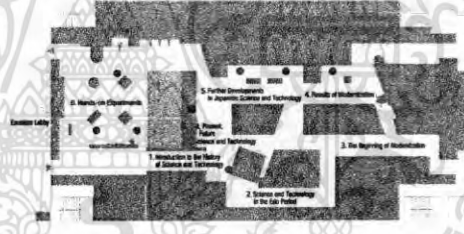
1F



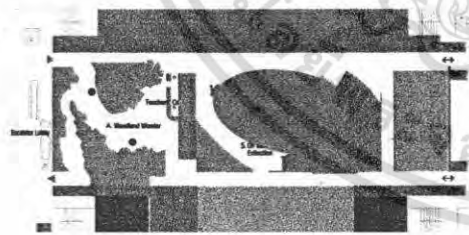
- ~ 35% พื้นที่ Exhibition
- ~ 15% พื้นที่ Relax Area / ห้องนั่ง
- ~ 25% ส่วน office + คลังพิพิธภัณฑ์
- ~ 25% พื้นที่ Circulation

- พื้นที่ Exhibition ~ 30%
- พื้นที่ Relax Area / ห้องนั่ง ~ 5%
- ส่วน office + คลังพิพิธภัณฑ์ ~ 25%
- พื้นที่ Circulation ~ 40%

2F



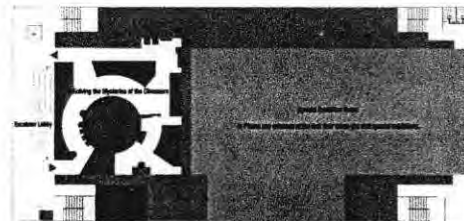
3F



- ~ 20% พื้นที่ Exhibition
- ~ 5% พื้นที่ Relax Area / ห้องนั่ง
- ~ 5% ห้องสมุด
- ~ 15% ห้อง Lecture
- ~ 25% ส่วน office + คลังพิพิธภัณฑ์
- ~ 30% พื้นที่ Circulation

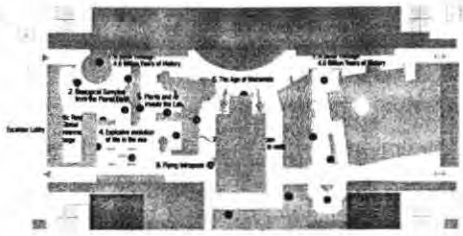
- พื้นที่ Exhibition ~ 15%
- พื้นที่ Temporary Exhibition ~ 35%
- พื้นที่ Relax Area / ห้องนั่ง ~ 3%
- ส่วน office + คลังพิพิธภัณฑ์ ~ 27%
- พื้นที่ Circulation ~ 20%

B1F



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

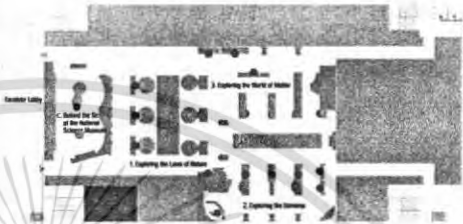
B2F



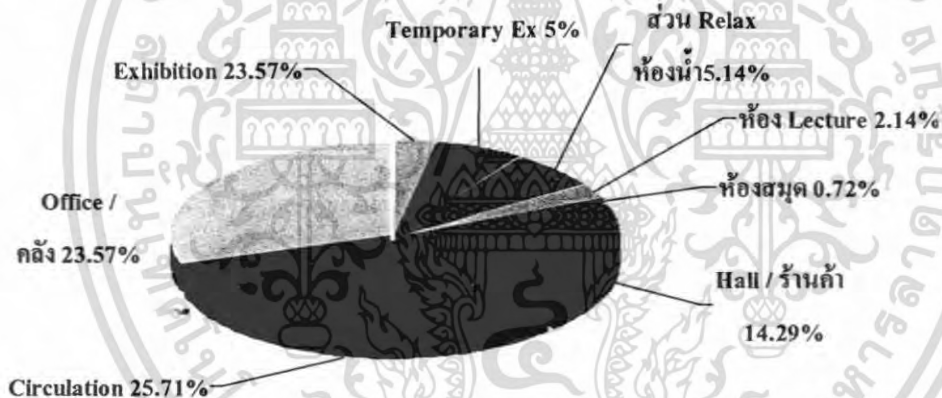
- ~45% พื้นที่ Exhibition
- ~5% พื้นที่ Relax Area / ห้องน้ำ
- ~25% ส่วน office + คลังพิพิธภัณฑ์
- ~25% พื้นที่ Circulation

- พื้นที่ Exhibition ~20%
- พื้นที่ Relax Area / ห้องน้ำ ~3%
- ส่วน office + คลังพิพิธภัณฑ์ ~37%
- พื้นที่ Circulation ~40%

B3F



### สรุปการใช้พื้นที่ภายในพิพิธภัณฑ์



### ลักษณะเด่นของพิพิธภัณฑ์ที่น่าสนใจ

1. ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาใช้ทำให้การชมพิพิธภัณฑ์น่าสนใจและผู้เข้าชมสามารถรับรู้อย่างละเอียดข้อมูลต่างๆ ได้อย่างครบถ้วน ซึ่งมี 3 ประเภทด้วยกันคือ
    - 1.1 ป้าย-ปุ่มอิเล็กทรอนิกส์บริเวณนิทรรศการในแต่ละจุด
    - 1.2 IC Card ใช้บันทึกข้อมูลนิทรรศการสำหรับเป็นข้อมูลออนไลน์ส่วนตัวเมื่ออยู่ที่บ้านได้
    - 1.3 PDA ใช้บอกรายละเอียดต่างๆ ในพิพิธภัณฑ์ เช่น แผนที่ ข้อมูลต่างๆ เป็นต้น
  2. มีส่วนพักผ่อนทั้งภายในและภายนอกอาคาร โดยเป็นจุดพักในขณะที่เดินชมนิทรรศการมีทั้งที่นั่งภายใน-ภายนอกอาคาร และยังมีการจัดเป็นสวนรูปแบบต่างๆ ให้เข้าไปเดินพักผ่อนได้
  3. แบ่งส่วนของร้านค้าออกเป็นโซนอย่างชัดเจน โดยเฉพาะร้านอาหารและเครื่องดื่ม ผู้เข้าชมสามารถเข้าใช้บริการได้สะดวกทั้งก่อนเข้าชมระหว่างชมและหลังเข้าชม โดยตั้งอยู่ระหว่างทางเดินเข้า-ออกซึ่งอยู่บริเวณทางเข้าด้านหน้า และด้านข้างของอาคารแสดงนิทรรศการ
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น, อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ให้ความสำคัญกับคนพิการ โดยจัดให้มีอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆที่อำนวยความสะดวกแก่คนพิการ เช่น รถ wheel chair ทางลาดและลิฟต์สำหรับคนพิการ ศูนย์นำทางชมพิพิธภัณฑ์ เป็นต้น

#### 2.4.4 กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี Miraikan

(National Museum of Emerging Science and Innovation)

อาคารพิพิธภัณฑ์จะแบ่งออกเป็น 5 ชั้น โดยแบ่งส่วน Exhibition ออกเป็น 5กลุ่ม มีส่วนของโรงขนาดใหญ่ เป็นส่วน Highlight และจัดส่วน Service ไว้ที่ชั้นบนสุด



#### นิทรรศการที่จัดแสดง

วิทยาศาสตร์เพื่อสิ่งแวดล้อม

- การดำรงชีวิตมนุษย์ที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อม
- เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม
- เทคโนโลยีเพื่อสังคมที่ยั่งยืน
- บ้านอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
- สภาพแวดล้อมทางทะเล-อากาศ
- Lab นิเวศวิทยา / ภูมิศาสตร์
- การค้นพบ
- เวลาและอวกาศ

นวัตกรรมแห่งโลกอนาคต

- วิทยาศาสตร์-เทคโนโลยีในสังคมปัจจุบัน

พันธุศาสตร์-เวชศาสตร์

- การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิต

Facility ภายในพิพิธภัณฑ์

1. ส่วนให้ข้อมูลต่างๆ เครื่องขยายบัตรอัตโนมัติ
2. ห้องประชุมขนาดเล็กและใหญ่
3. ส่วนแสดงนิทรรศการถาวร
4. ส่วนแสดงนิทรรศการชั่วคราว
5. ร้านอาหารและเครื่องดื่ม (Restaurant & Lounge)

เอกสารนี้เผยแพร่เพื่อส่งเสริมความรู้และการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

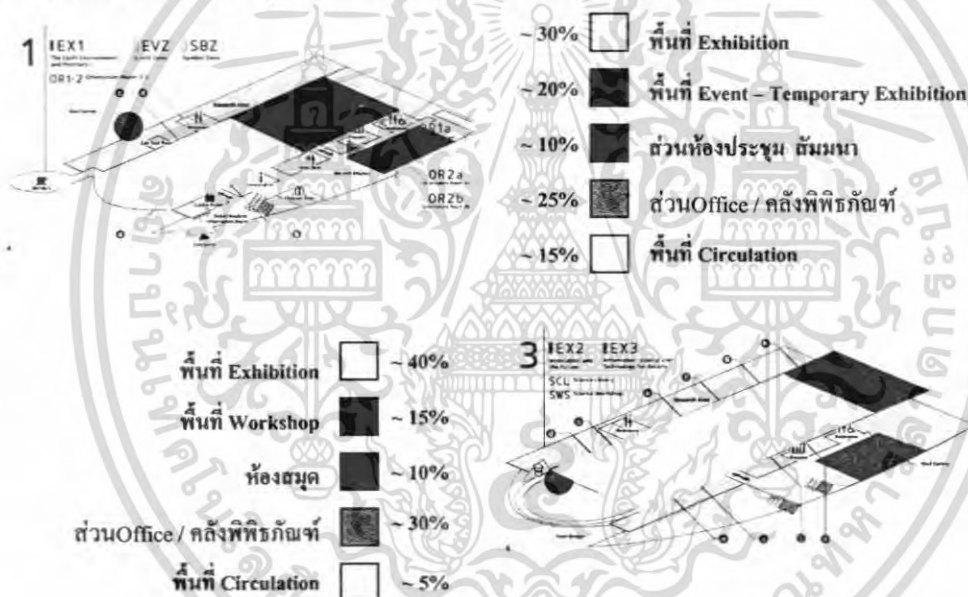
7. ส่วนพักผ่อน
8. ส่วนติดต่อสำหรับคนพิการ
9. Dome Theater
10. ที่ฝากของและลิฟต์เกอร์
11. ส่วน Workshop และห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์

### การใช้พื้นที่ภายในพิพิธภัณฑ์

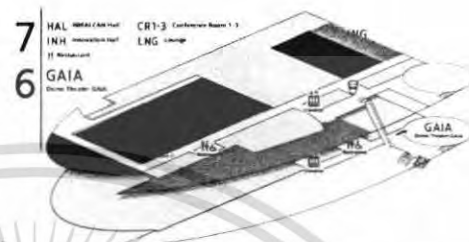
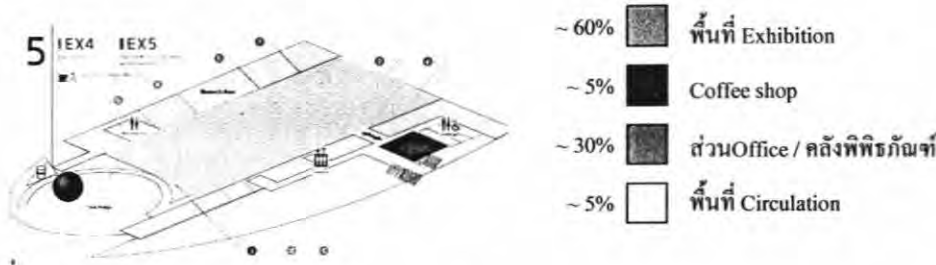
พื้นที่ภายในพิพิธภัณฑ์จะแบ่งโซนแยกกันอย่างชัดเจน โดยจะแยกส่วนต่างๆ ไว้ตามแต่ละชั้น ซึ่งแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

- ส่วนทางเข้า ประกอบด้วย Hall / Information / ส่วนขายบัตร ฝากของ เป็นต้น
- ส่วนแสดงนิทรรศการ
- ส่วน Service เช่น ร้านอาหาร ห้องประชุม เป็นต้น
- ส่วนโถงบันได อยู่บริเวณด้านหน้าของห้องแสดงนิทรรศการ เป็นโถงบันไดขนาดใหญ่

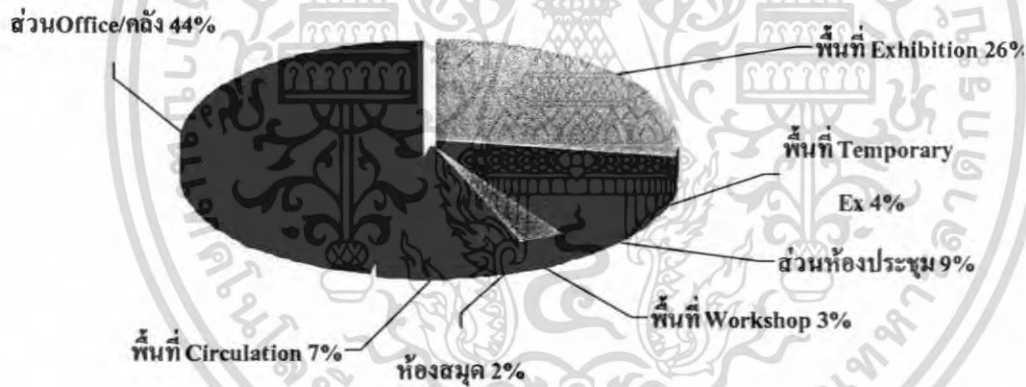
เชื่อมต่อนิทรรศการถึงชั้นบนสุดสรุปการใช้พื้นที่ของพิพิธภัณฑ์ได้ ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สรุปการใช้พื้นที่ภายในพิพิธภัณฑ์



ลักษณะเด่นของพิพิธภัณฑ์ที่น่าสนใจ

1. มีจุด Highlight เป็นลูกโลกที่สามารถเปลี่ยนภาพได้ ช่วยดึงดูดความสนใจ และทำให้เป็นสัญลักษณ์ของพิพิธภัณฑ์
2. มีส่วน Information ให้ข้อมูลทุกชั้นที่มีการจัดแสดงนิทรรศการ
3. มีส่วน Facility สำหรับเด็กทารกและแม่ ช่วยอำนวยความสะดวก
4. จัดส่วน Service ไว้ด้านบนสุดของอาคาร ทำให้เป็นจุดพักผ่อนและชมวิวได้ด้วย
5. มีห้องประชุมและห้องโถงขนาดใหญ่ สามารถจัดกิจกรรมต่างๆ ได้เช่น การสัมมนา เป็นต้น
6. ใช้เครื่องขยับเข้ามนิทรรศการทำให้สะดวกรวดเร็ว
7. บริเวณด้านหน้ามีโถงบันไดที่เชื่อมต่อไปถึงชั้นบนสุด ทำให้ผู้เข้าใช้สามารถเลือกชม

นิทรรศการชั้นที่ต้องการได้โดยไม่ต้องผ่านตัวนิทรรศการทุกๆชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 2.4.5 กรณีศึกษาพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ลอนดอน (Science Museum London)

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ลอนดอนตั้งอยู่บนถนน Exhibition Road เขต South Kensington London ประเทศอังกฤษ ตัวอาคารมีลักษณะเป็นอาคารคอนกรีตเก่า มีทั้งหมด 7 ชั้น (รวมชั้นใต้ดิน) ลักษณะการตกแต่งภายในพิพิธภัณฑ์มีลักษณะที่แตกต่างจากรูปลักษณ์ของอาคารภายนอกโดยใช้ Modern Style ในการตกแต่งและใช้แสงสีสร้างบรรยากาศภายในพิพิธภัณฑ์

##### นิทรรศการที่จัดแสดง

ชั้น G จากทางเข้าหลักจะเป็นโถงสำหรับส่วน Service ต่างๆ ประกอบด้วย

- Information
- ร้านอาหารและเครื่องดื่ม
- ร้านขายของที่ระลึก
- ทางเข้าส่วนนิทรรศการชั่วคราว

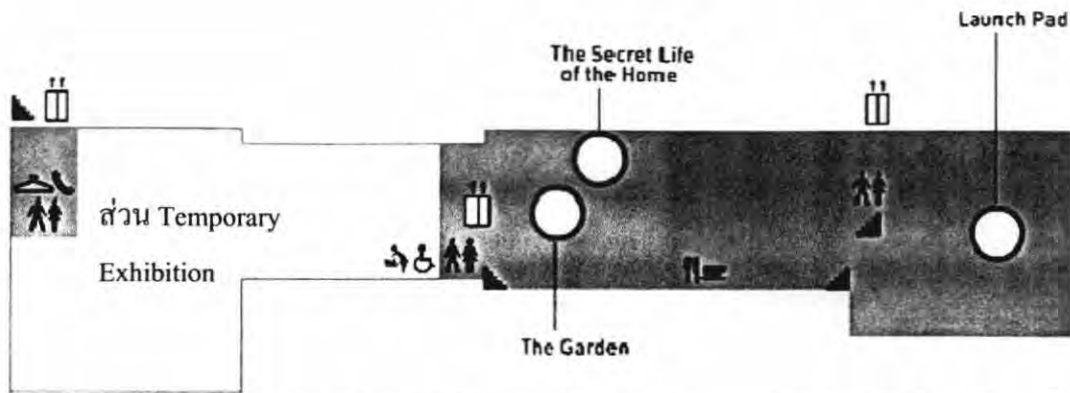
ส่วนแสดงนิทรรศการด้านในจะเป็นโถงของโรงภาพยนตร์ 3 มิติซึ่งประกอบด้วยเคาน์เตอร์ Information ขายบัตร และทางขึ้น โรงภาพยนตร์สามมิติ



ส่วนแสดงนิทรรศการภายในชั้นนี้ ประกอบด้วย

1. Making Modern World แสดงอุปกรณ์เทคโนโลยีสมัยเก่าต่างๆ เช่น เครื่องบิน รถยนต์ รถไฟ เป็นต้น
2. Exploring Space แสดงข้อมูลเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีด้านอวกาศ เช่น จรวด กระจวอวกาศ ดาวเทียม ระบบสุริยจักรวาล เป็นต้น
3. Energy Hall แสดงเรื่องราวเกี่ยวกับพลังงานประเภทต่างๆตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน
4. The Theater ห้องฉายภาพยนตร์และแสดงการทดลองทางวิทยาศาสตร์
5. Talking Point ส่วนแสดงงานศิลปะ
6. Pattern Pod ส่วนแสดงนิทรรศการวิทยาศาสตร์สำหรับเด็ก 5-8ปี สามารถให้เด็กทำการทดลองหยิบจับได้
7. Antenna ส่วนแสดงข่าวสาร และข้อมูลใหม่ๆด้านวิทยาศาสตร์
8. Sim Ex Simulator Ride ห้องจำลองบรรยากาศเสมือนจริง แสดงภาพและเอฟเฟกต์ต่างๆเกี่ยวกับเรื่องราววิทยาศาสตร์ต่างๆที่เหมือนจริง เช่น ลม ไฟ อากาศ ไดโนเสาร์ เป็นต้น

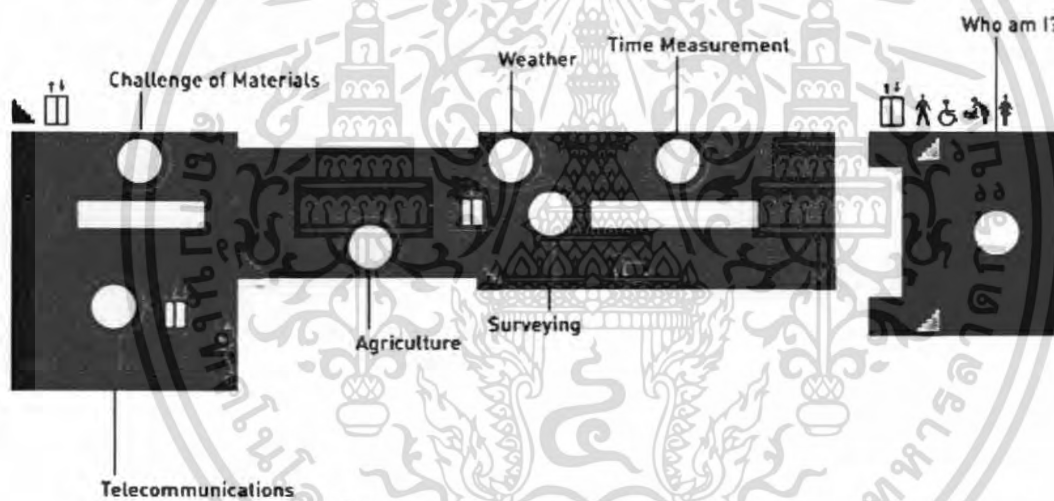
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ชั้น B ชั้นใต้ดิน ภายในชั้นนี้นอกจากส่วนนิทรรศการแล้วจะเป็นที่ตั้งของร้านค้าและร้านอาหารต่างๆ นิทรรศการในชั้นนี้ประกอบด้วย

1. Launch Pad ส่วนแสดงนิทรรศการที่สามารถจับต้อง ทดลองได้
2. The Secret Life of the Home แสดงเทคโนโลยีใหม่ๆที่เข้ามาอยู่ในบ้าน
3. The Garden ส่วนแสดงเรื่องราววิทยาศาสตร์สำหรับเด็ก 3-6 ปี สามารถทดลองได้

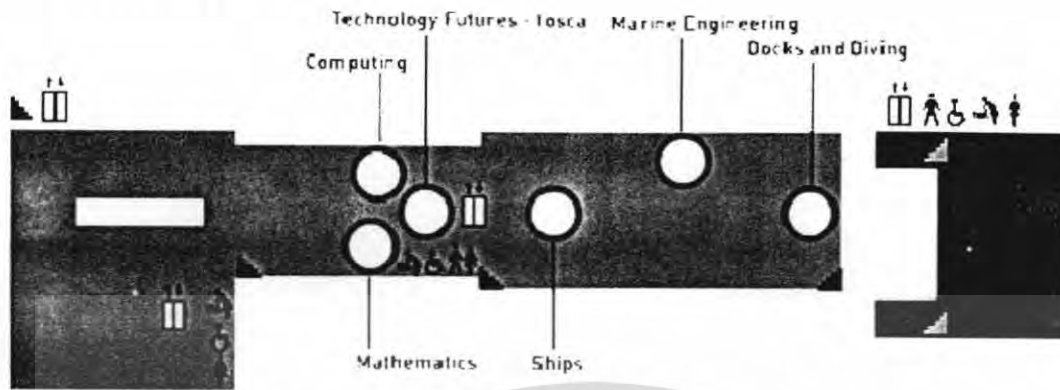
#### นิทรรศการชั้น 1



1. Who am I? แสดงส่วนต่างๆในร่างกายมนุษย์
2. Whether แสดงเรื่องราวเกี่ยวกับอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลด้านการพยากรณ์อากาศและอุปกรณ์ต่างๆ
3. Surveying แสดงนิทรรศการและอุปกรณ์ด้านการสำรวจต่างๆ เช่น การทำแผนที่แบบต่างๆ การวัดระยะความลึก ความสูง เป็นต้น
4. Agriculture แสดงอุปกรณ์เทคโนโลยีที่เข้ามาใช้ในการเกษตร
5. Telecommunication แสดงเรื่องราวการติดต่อสื่อสารตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน รวมทั้งอุปกรณ์และข้อมูลเทคนิคต่างๆ เช่น เคเบิล ระบบดาวเทียม โทรศัพท์ เป็นต้น
6. Challenge of Materials ห้องแสดงวัสดุใหม่ๆที่เกิดจากเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์

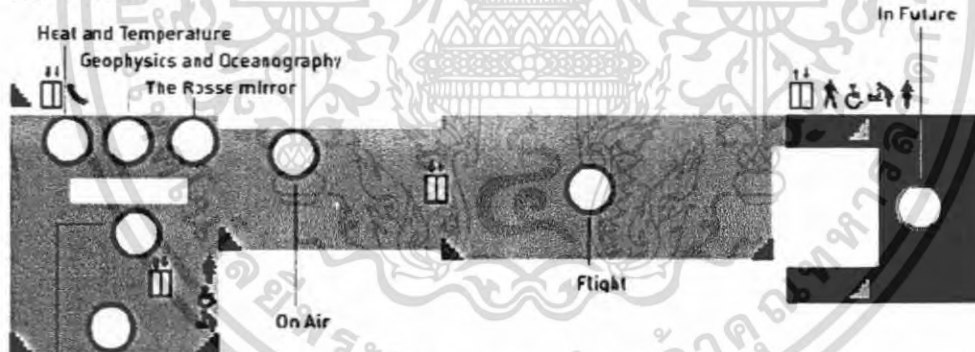
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**นิทรรศการชั้น 2**



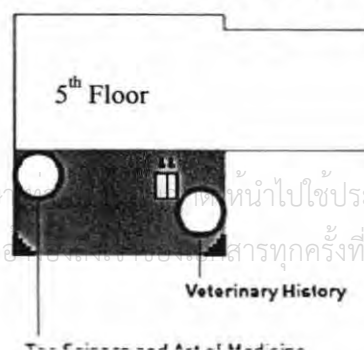
1. Docks and Diving แสดงเรื่องราวเกี่ยวกับการสำรวจใต้ทะเลโดยสร้างบรรยากาศให้ผู้ชมเหมือนเข้าสู่โลกใต้ทะเล
2. Shipping แสดง โมเดลของเรือเดินทะเลในสมัยก่อน และรายละเอียด
3. Computing แสดงประวัติของคอมพิวเตอร์ตั้งแต่สมัยแรก
4. Mathematics แสดงเรื่องราวทางคณิตศาสตร์ และอุปกรณ์การคำนวณต่างๆ ในสมัยโบราณ
5. Inside the Spitfire แสดง โครงสร้างของเครื่องบิน

**นิทรรศการชั้น 3**



1. In Future แสดงนิทรรศการที่บอกถึงวิทยาศาสตร์ที่จะเข้ามามีอิทธิพลในอนาคต
2. Health Matters แสดงเรื่องราวของเครื่องบิน
3. Motionwide Simulators เครื่องจำลองบรรยากาศการบินบนเครื่องบินเจ็ท
4. Science in the 18<sup>th</sup> Century แสดงการคิดค้นด้านวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 18
5. Health Matters แสดงการพัฒนาและการคิดค้นของยาตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

**นิทรรศการชั้น 4 Glimpses of Medical History แสดงวิธีการรักษาทางการแพทย์**



เอกสารนี้เป็นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น ออกทงห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องออกเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## นิทรรศการชั้น 5

1. The Science and Art of Medicine แสดงวัตถุต่างๆกว่า 5000 ชิ้น ที่แสดงถึงที่มาของยารักษาโรคชนิดต่างๆ
2. Veterinary History แสดงเรื่องราวเกี่ยวกับการรักษาโรคต่างๆของสัตว์

### Facility ภายในพิพิธภัณฑ์

1. ส่วนจำหน่ายบัตรและให้ข้อมูลต่างๆ
2. ห้องรับฝากของ (Clock Room)
3. ส่วนแสดงนิทรรศการถาวร
4. ส่วนแสดงนิทรรศการชั่วคราว
5. ร้านอาหาร (Restaurant)
6. ร้านขายของที่ระลึก
7. โรงภาพยนตร์ IMAX

### การใช้พื้นที่และลักษณะการสัญจรภายในพิพิธภัณฑ์

พื้นที่ภายในพิพิธภัณฑ์จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือส่วน Service และส่วน Exhibition

- ส่วน Service จะแบ่งเป็น 2 โซนคือโซนด้านหน้าทางเข้าของพิพิธภัณฑ์ และโซนโรงภาพยนตร์ 3 มิติ

- ส่วน Exhibition จะกำหนดทางสัญจรของผู้ชมให้เดินไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้ โดยแบ่งพื้นที่ของอาคารออกเป็นส่วนต่างๆ และเรียงเนื้อหาการจัดแสดงไปตามลำดับชั้นตอนจนจบ

การชมนิทรรศการจะจัดให้ชมนิทรรศการบริเวณ โซนนิทรรศการใหญ่ชั้น G จากโถงทางเข้าไปจนถึงโซนของโถงโรงภาพยนตร์ 3 มิติ ขึ้นไปถึงชั้น 3 แล้วจึงเข้าสู่ส่วนโซนนิทรรศการใหญ่โดยเดินชมจากชั้น 3, 4, 5 และย้อนลงมาถึงชั้นต่ำสุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ลักษณะเด่นของพิพิธภัณฑ์ที่นำสนใจ

1. ในส่วนของนิทรรศการในแต่ละโซนสามารถเชื่อมต่อกับส่วนพักผ่อนและร้านอาหารได้ทันที (โดยผ่านทางลิฟต์)
2. จากจุดขายบัตรบริเวณทางเข้าสามารถเข้าไปเลือกชมนิทรรศการเฉพาะโซนได้โดยไม่ต้องเดินผ่านทุกโซนนิทรรศการ
3. การจัดแบ่งเนื้อเรื่องแสดงของพิพิธภัณฑ์นี้จะไม่แยกประเภทกลุ่มของเนื้อหาเหมือนกับพิพิธภัณฑ์อื่น แต่ใช้ความต่อเนื่องของเรื่องราวจัดแสดงที่สัมพันธ์กัน ไปตลอดทั้งหมด ทำให้ผู้ชมสามารถเข้าใจเนื้อหาของนิทรรศการได้เป็นลำดับขั้นคอนและไม่ดับสน
4. มี Facility ต่างๆสำหรับคนพิการ ช่วยอำนวยความสะดวก เช่น ลิฟต์ ห้องน้ำสำหรับคนพิการ เป็นต้น
5. การจัดเส้นทางสัญจรภายในส่วนนิทรรศการเป็นระบบ ทำให้การสัญจรภายในต่อเนื่องไปตามนิทรรศการที่จัดแสดง และทำให้เมื่อชมนิทรรศการจนหมดผู้ชมจะกลับไปที่โถงทางเข้าพอดี ไม่ต้องเดินย้อนผ่านนิทรรศการ หรือเดินกลับมายังส่วนโถงทางเข้าเพื่อออกจากพิพิธภัณฑ์

### 2.5 วิธีการจัดแสดงนิทรรศการ

การจัดนิทรรศการภายในพิพิธภัณฑ์ในสมัยแรกๆนั้น ไม่มีการวางหลักเกณฑ์อย่างแน่นอน คือมีวัตถุจัดแสดงเท่าไรก็จะนำออกจัดแสดงเท่านั้น ต่อมาจึงมีการจัดวางวัตถุแสดงต่างๆแบ่งแยกตามประเภท หมวดหมู่ การทำจัดแสดง ต่างๆก็ยังไม่มีการคำนึงถึงความสวยงามหรือฟังก์ชันต่างๆมากนัก จุดประสงค์คือ เพียงแค่ป้องกันวัตถุไม่ให้สูญหายเท่านั้น

ปัจจุบันนิทรรศการต่างๆ ได้มีการพัฒนาไปมาก มีการใช้แสง สี เสียง เข้ามาประกอบกับวัตถุจัดแสดง ทำให้นิทรรศการกลายเป็นสื่อประชาสัมพันธ์ชนิดหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาระชาชนเป็นอย่างยิ่ง มีการสรุปเรื่องราวเป็นฉากเป็นคอน และใช้วิทยาการสมัยใหม่เข้าประกอบการจัดแสดง ทำให้ห้องแสดงของพิพิธภัณฑ์มีชีวิตชีวา เราความสนใจให้แก่ผู้เข้าชม และอำนวยความสะดวกต่อการศึกษาระชาชนมากยิ่งขึ้น การบริการทางการศึกษาของประชาชนในรูปแบบการจัดแสดง จึงมีอิทธิพลต่อชีวิตประจำวันมากขึ้น รวมถึงการศึกษาในโรงเรียน และสถานศึกษาอื่นๆ จนนิทรรศการกลายเป็นสื่อในการเผยแพร่เรื่องราวของการสื่อสารที่สำคัญในปัจจุบัน พิพิธภัณฑ์จะได้รับความสนใจจากประชาชนมากขึ้นเรื่อยๆ ขึ้นอยู่กับมาตรฐานของการจัดนิทรรศการ การจัดนิทรรศการจึงเป็นการบวนการสื่อสารที่สำคัญยิ่ง

พิพิธภัณฑ์หลายๆแห่งได้จำแนก การจัดนิทรรศการตามกลุ่มประชาชนออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ 3 กลุ่ม โดยอาศัยความรู้และระดับของผู้ชม ออกเป็น

**กลุ่มที่ 1** สำหรับเด็กอายุประมาณ 12 ปี เน้นให้ลักษณะห้องแสดงตามความนึกคิดของเด็ก โลกของความคิดค้นค้นมหัศจรรย์ โดยคำนึงถึงจิตวิทยาทางการศึกษาของเด็กเป็นหลักสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 2 สำหรับผู้ชมทั่วไป ซึ่งไม่มีความรู้เป็นพิเศษที่เชี่ยวชาญโดยเฉพาะ ต้องใช้อุปกรณ์ประกอบเรื่องการจัดแสดงที่เชื่อมโยงข้อเท็จจริง เพื่อโน้มน้าวให้ผู้ชมได้เห็นคุณค่า มีการใช้สื่อเพื่อดึงดูดความสนใจและวิธีการจัดเป็นแบบศิลปะ และบางครั้งต้องใช้เสียงช่วย คำบรรยายบนแผ่นป้าย ต้องมีข้อความที่น่าสนใจ วัตถุต้องถูกต้องตามความเป็นจริงและสัมพันธ์กับผู้ศรัทธาต่างๆ

กลุ่มที่ 3 สำหรับผู้เข้าชมที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ มีความรู้ทั้งทางทฤษฎีและการปฏิบัติ ทั้งมีความรู้เฉพาะวิชาเป็นพิเศษ ผู้ชมประเภทนี้สนใจในการวิเคราะห์เนื้อหาของวัตถุอย่างละเอียด ต้องการดูวัตถุหลายๆ เพื่อประกอบการศึกษาของผู้ชมกลุ่มนี้ ผู้ชมประเภทนี้ไม่ต้องการการจัดแสดงแบบศิลปะ เพราะต้องการดูวัตถุและเรื่องราวมากกว่าผลการตีความและคำบรรยายในห้องแสดง และพร้อมที่จะทักท้วง โน้มน้าวเจ้าหน้าที่ให้คัดลอกความคิดเห็นของผู้ชมกลุ่มนี้ การจัดควรเน้นหนักเรื่องระเบียบและการเปรียบเทียบวัตถุเป็นหลักสำคัญ

### ชนิดของการจัดนิทรรศการ

การจัดนิทรรศการในพิพิธภัณฑ์มีลักษณะของการจัดอยู่ 3 ประเภทด้วยกัน คือ

#### 1. นิทรรศการถาวร (Permanent Exhibition)

นิทรรศการถาวร เป็นการจัดที่แน่นอนตายตัว อยู่กับที่ มักจัดอยู่ ณ ที่แห่งเดียวเป็นเวลาค้างคานาน ๆ หรือตลอดไป หากมีโอกาสโยกย้ายบ้างก็เป็นเพียงบางส่วน หรืออาจสะสมเข้ามาใหม่ หรือขยายการจัดแสดงเพิ่มเติมขึ้นอีกตัวอย่างนิทรรศการถาวรเช่น พิพิธภัณฑ์ เป็นนิทรรศการเพื่อสาธารณชน จะได้ชมพิพิธภัณฑ์สาธารณะนั้น ถือว่าเป็นที่รวบรวม และจัดแสดงสิ่งต่าง ๆ โดยเฉพาะ วัตถุสิ่งของที่แสดงเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ สังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และ ศิลปะ เช่น พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ ทั้งในกรุงเทพมหานครและต่างจังหวัด พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ เป็นต้น

#### 2. นิทรรศการชั่วคราว (Temporary Exhibition)

นิทรรศการชั่วคราว (Temporary Exhibition) เป็นการจัดแสดงเรื่องราวเฉพาะกิจในโอกาสพิเศษบางโอกาส จัดขึ้นชั่วคราวแล้วก็เลิกไป จัดขึ้นตาม โอกาส ตามกำลังทรัพย์พิพิธภัณฑ์เองก็ยังจัดนิทรรศการประเภทนี้ขึ้นบ่อย ๆ เพื่อแสดงวัตถุหรือสิ่งของที่สะสมมาได้ใหม่ ๆ หรือหัวข้อที่ประชาชนบางกลุ่มสนใจ หรือในสิ่งที่นิทรรศการถาวรไม่มี

นิทรรศการถาวร อาจใช้นิทรรศการชั่วคราวอุดช่องว่างการแสดงผลของตนเองหรือเสริมการแสดงผลที่จัดอยู่เดิม เป็นการสร้างความสนใจ ให้ประชาชนชมนิทรรศการ ถาวรที่จัดอยู่ ดร.เกรช มอร์เลย์ กล่าวว่า "นิทรรศการชั่วคราวช่วยสร้างความสนใจให้คนมาชมสิ่งแปลกใหม่ เป็นการเชิญชวนผู้ชมกลุ่มใหม่ ๆ เข้ามาชมพิพิธภัณฑ์

ไปในตัว เป็นการเชิญชวนที่สนับสนุนการประชาสัมพันธ์ในรูปแบบอื่น ๆ เช่น เชิญประชุมชี้แจง การเปิดงาน ไปสเตอร์ การแสดงข่าวหนังสือพิมพ์ ออกราชการ โทรทัศน์"

### 3. นิทรรศการเคลื่อนที่ หรือนิทรรศการสัญจร (Traveling Exhibition)

นิทรรศการเคลื่อนที่ (Traveling Exhibition) หรือนิทรรศการสัญจรเป็นการจัดนิทรรศการที่เปลี่ยนสถานที่จัดไป แต่เนื้อหายังคงเป็นเนื้อหาเดียวกัน นิทรรศการสัญจรเป็นการนำเอา นิทรรศการเคลื่อนที่ไปหาผู้ชม แต่นิทรรศการถาวรนั้น ผู้ชมต้องเคลื่อนที่มาหานิทรรศการ

พิพิธภัณฑ์ทุกแห่ง มักเป็นเจ้าภาพของนิทรรศการเคลื่อนที่บ่อย ๆ พิพิธภัณฑ์แห่งชาติอาจ จัดให้พิพิธภัณฑ์อื่น เช่น จากประเทศอื่น หรือต่างจังหวัด นำนิทรรศการเคลื่อนที่มาแสดงเพื่อเสริม นิทรรศการที่มีอยู่ของคน หรือเพื่อหาทุนมาช่วยเหลือการจัดนิทรรศการถาวรของคน โดยเก็บค่าชม เล็ก ๆ น้อย ๆ

ข้อดีประการสำคัญของนิทรรศการสัญจรก็คือ สามารถเดินทางไปตามที่ต่าง ๆ เพื่อพบปะ ประชาชน เพื่อประกาศตนเองให้ผู้คนรู้จัก ดึงดูดความสนใจของคนเหล่านั้นให้มารวมกัน และทำ เช่นนี้ไปทุก ๆ สถานที่ ที่ไปแสดง จากการเปลี่ยนการแสดงผลไปตามสถานที่ดังกล่าวนิทรรศการ สัญจรจึงเป็นเครื่องมือที่ทรงศักยภาพหากจัดให้ดี มันจะสามารถนำมาซึ่งความรู้และความบันเทิงแก่ คนจำนวนมากมาย นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือชั้นเยี่ยมสำหรับส่งเสริมการขายและบริการอีกด้วย

#### องค์ประกอบสำคัญที่ควรรำพึงถึงในการจัดนิทรรศการ

1. ผู้ชม การออกแบบนิทรรศการจะต้องออกแบบให้ผู้ชมที่เป็นเป้าหมาย รับรู้ได้ถูกต้องและ ง่าย ในด้านจิตวิทยาสังคม สิ่งที่จะจัดจะต้องสอดคล้องกับอารมณ์ ความรู้สึก ความต้องการของผู้ชม จึงจะได้ผลดีการจัดนิทรรศการ

2. เนื้อหา เนื้อหาของการจัดนั้น ต้องนึกถึงผู้ชมว่า จะให้ประโยชน์แก่ผู้ชมแค่ไหน ชื่อเรื่อง ของนิทรรศการหรือหัวข้อใหญ่ นับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง เพราะมันเป็นตัวแจ้งแก่ผู้คนที่ ว่า นิทรรศการนี้จัดเกี่ยวกับอะไร ตรงกับความต้องการหรือความสนใจของเขาที่ควรจะไปดูหรือไม่ และเป็นกำหนดสำหรับผู้จัดว่า ภายใต้อำนาจหัวข้อใหญ่ จะมีเนื้อหาย่อยอะไรบรรจุอยู่บ้าง หัวเรื่อง ใหญ่ หรือชื่อเรื่องของนิทรรศการ ต้องตั้งชื่อให้น่าสนใจ และให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด

#### 3. ขนาดของนิทรรศการ เราอาจแบ่งนิทรรศการออกเป็น 3 ขนาด ดังนี้

1. Display เป็นการจัดนิทรรศการเล็ก ๆ น้อย ๆ เช่น จัดบอร์ด เผยแพร่ความรู้ นำสิ่งของมาจัด วาง หรือจัดคิทช์นึ่ง ที่ว่างคามห้องโถง ที่ว่างทางเดิน ระหว่างอาคาร, บริเวณใต้ถุนตึก เป็นต้น เป็น การจัดที่ไม่ใหญ่โตมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **Exhibition** เป็นการจัดที่ค่อนข้างซับซ้อน ใหญ่โตกว่า Display ครอบคลุมเนื้อหามากขึ้น การจัดกว้างขวางขึ้น เหมือนกับเป็นการนำเอา Display หลาย ๆ Display มารวมกัน มีเรื่องราวที่ต้องเรียนรู้มากขึ้น ใช้พื้นที่กว้างขวาง เช่น ในสนามกีฬา ในบริเวณโรงเรียน ในลานวัด ในมหาวิทยาลัย หรือสถานที่อื่นใดที่มีพื้นที่กว้างขวาง

3. **Exposition** หรือที่มักเรียกกันว่า **EXPO** เป็นการจัดนิทรรศการที่ใหญ่โตมหึมาเลขที่เดียว อาจเป็นระดับชาติ หรือนานาชาติ

4. การออกแบบการจัด รูปแบบของการจัดนิทรรศการจะเป็นเช่นไร ย่อมขึ้นอยู่กับเนื้อหาของนิทรรศการเอง กับผู้ที่จะมาชม นิทรรศการเกี่ยวกับสงคราม การรบ อาจจะมีรูปแบบการจัด การให้แสง ที่แตกต่างจากนิทรรศการเกี่ยวกับการแพทย์ การพยาบาล สาธารณสุข และย่อมแตกต่างจากนิทรรศการเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ หรือเครื่องจักรกล เป็นต้น การออกแบบการจัดเป็นแบบใด ย่อมแล้วแต่เนื้อหาของเรื่อง และวัตถุประสงค์ของที่จะนำมาแสดง หัวข้อพิจารณาเพื่อวางแผนออกแบบการจัดที่ควรคำนึงถึง ได้แก่

1. สถานที่ จะต้องรู้ว่า จัดที่ไหน ถ้าเป็นในอาคารต้องรู้ว่า ครงไหน ห้องใด มีเนื้อที่เท่าใด ลักษณะพื้นห้องเป็นอย่างไร อยู่กลางอาคาร หรือหัวอาคาร มีประตูเข้า ออก อย่างไร ทิศทางของแสงที่เข้ามาทางประตู หน้าต่าง เป็นอย่างไร (หากเป็นเวลากลางวัน)
2. ลักษณะของเนื้อที่และการแบ่งส่วน อาจเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือ สี่เหลี่ยมคางหมู สามเหลี่ยม หกเหลี่ยม ควรแบ่งส่วนอย่างไร จึงจะมีเนื้อที่ภายในเพียงพอกับการแสดงเรื่องราว
3. เส้นทางเดินของผู้ชม จัดทาง เข้า - ออก ให้ดี สิ่งที่น่าสนใจมาก ไม่ควรคิดคั่งไว้ตรงหัวเดียว หรือที่แคบ ผู้คนจะแออัด สัตว์จร ไม่สะดวก ควรคำนึงถึงที่ว่าง เพื่อให้คนเดิน ได้อย่างสบาย ถ้าเป็นจุดอับ ควรคิดตั้งสิ่งที่แสดงไว้ในที่สูง ควรมีลูกศรบอกทางเดิน สิ่งของที่ต้องการวางในที่ต่ำ ควรวางในที่มิดชิดกว้าง ควรมีที่ว่างนอกเหนือจากช่องทางเดิน เพราะบางครั้งแทนที่ผู้ชมจะเคลื่อนไปคามความพอใจของเขา แต่ต้องกลับกลายเป็นต้องเคลื่อนที่ไปเพราะถูกคนข้างหลังดัน จำเป็นต้องเคลื่อนไป ทั้ง ๆ ที่กำลังสนใจในสิ่งที่กำลังดูอยู่ ทำให้ไม่ได้รับความรู้ในสิ่งที่ต้องการ
4. ควรมีเก้าอี้ ม้านั่ง เพื่อให้ผู้ชมนั่งพัก เพราะอาจเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าจากการเดินชม นิทรรศการ และควรมีจุดบริการ เครื่องดื่ม หรืออาหารว่างไว้อย่างเพียงพอ พร้อมทั้งมีที่ทิ้งขยะ คัดทิ้งไว้ในที่อันควรและเพียงพอด้วย

5. สิ่งของที่จะนำมาแสดงและการคิดตั้ง สิ่งของที่จะนำมาแสดง ควรผ่านการพิจารณาในด้านคุณสมบัติบางประการเสียก่อน เพื่อให้นิทรรศการมีผลดีที่สุด เท่าที่จะคิดทำให้เป็นไปได้ เป็นธรรมดาการเลือกจะนำวัตถุชนิดใดมาแสดงในนิทรรศการ ย่อมต้องแล้วแต่ว่าเรามีอะไรอยู่เท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีเนื้อที่สำหรับจัดเท่าใด ตลอดจนเรื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง วัตถุที่นำมาแสดงแบ่งกว้าง ๆ ได้ 2 พวกคือ วัตถุ 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ วัตถุ 2 มิติ เช่น ภาพต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็ภาพถ่ายหรือภาพวาด แผนภูมิ แผนสถิติแผนภาพ เป็นต้น วัตถุ 3 มิติ เช่น หุ่นจำลอง ของจริง ของที่คองไว้ ไคโอรามา (Diorama) การจัดแสดงต้องให้ผู้ชมทราบว่ ถึงนั้นคืออะไร มีคุณสมบัติอย่างไร

**การคิดตั้งวัตถุตั้งของที่นำมาแสดง** การออกแบบคิดตั้งสำหรับนิทรรศการแบบชั่วคราว หรือแบบเคลื่อนที่ หากทำเป็นคราว ๆ ไป ถือว่า ดี หากคิดว่าทำแล้วจะปรับใช้ในโอกาสอื่นได้ด้วย การออกแบบมักซับซ้อน คนที่ไม่รู้จักระบบการคิดตั้ง อาจจะงง ทำให้เสียเวลาในการคิดตั้ง

**6. ศิลปะการจัด ศิลปะการจัด** หมายถึง การเตรียมวัตถุตั้งของที่นำมาแสดงให้อยู่ใน สภาพที่คิดตั้งได้ และคิดตั้งให้ถูกหลักศิลปะด้วย การต่อสู้สำหรับนิทรรศการ ควรค่อ โดยเฉพาะ สำหรับวัตถุที่จะนำมาแสดง ไม่ใช่ให้นำอะไรก็ได้มาใส่ก็ใช้ได้ การเตรียมวัตถุ 2 มิติ ควรใส่กรอบ หรือทำให้แข็งแรงทนทาน ทำให้มีศิลปะ สวยงาม มีคุณค่า อย่างน้อยก็ควรหมั่นลงบนกระดาษแข็ง หรือแบบโฟม ก็ได้ แล้วตกแต่งกรอบให้เรียบร้อยสวยงาม ของแข็งก็มีหลายอย่าง เช่น เป็นผง เป็น ไม้ เป็นก้อน การตั้งแสดงต้องให้ผู้ดูรู้ว่าถึงนั้นเป็นของแข็งหรือของเหลว

สำหรับการจัดป้ายนิเทศ ไม่ใช่ทำอะไรค่ออะไรมาคิดเต็มไปหมดทั้งภาพและคำบรรยาย โดย เกรงว่า จะมีเนื้อที่ว่างมากเกินไป เป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้องนัก การจัดป้ายนิเทศควรคำนึงถึง

1. ให้มีจุดสนใจ (Center Interest) อาจใช้สี, ขนาด, ฟอรั่มแปลก ๆ, ที่ว่าง, ถูกครนำทิศทางของ สายตา เป็นต้น
2. สมดุลย์ (Balance) อาจจัดให้สมดุลย์ด้วยความรู้สึก ใช้สี ขนาด การเว้นระยะ อาจจัดเป็นรูป คัว L, N, C หรือ U หรือแบบอื่น ๆ
3. เอกภาพ (Unity) หรือความเป็นหนึ่ง เป็นกลุ่มก้อน ไม่แตกแยก ค้องอาศัยสิ่งเชื่อมให้เป็น พวกเดียวกัน เช่น ใช้สี เส้น การวางระยะให้เป็นแบบเดียวกัน ฟอรั่มเหมือนกัน อาจใช้เส้นสาย เชื่อมโยงก็ได้
4. การใช้สีตัดกัน (Contrast) ค้องมีสีตัดกันระหว่างสีรองรับ กับวัตถุที่นำมาแสดง สีรองรับ ไม่ควรเด่นกว่าวัตถุ พื้นค้องตั้งให้วัตถุเด่นขึ้น สีเทาสนับสนุนให้สีอื่นเด่นขึ้นเกือบทุกสี
5. พื้นผิว (Texture) อาจเป็นวัตถุธรรมชาติ หรือสิ่งที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นก็ได้

**7. คำบรรยายและอักษรที่ใช้** คำที่ใช้ในป้ายมี 2 แบบคือ

1. ชื่อเรื่อง
2. คำบรรยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง ควรเป็นคำถาม และคำถามนั้น เจาะถามผู้ดู หรือใช้สรรพนามของผู้ดูใส่ลงไป  
นั้นด้วยก็ได้ หรือ ชื่อเรื่อง อาจเป็นการเล่นอักษร เล่นสระ เล่นพยัญชนะ เป็นคำกลอน  
อุปมาอุปไมย ก็ได้ สำหรับคำบรรยายควรใช้คำธรรมดา อ่านแล้วเข้าใจง่าย

การทำป้ายอักษรต้องมี Readability คือ ต้องก่อให้เกิดการอ่านได้ จับใจความได้เป็นที่เข้าใจ  
โดยใช้ให้เหมาะกับระดับความสามารถ และประสบการณ์พื้นฐานของผู้ชม ยกเว้นศัพท์เทคนิคที่ไม่  
สามารถหลีกเลี่ยงได้ ควรใช้คำบรรยายสั้นๆ ใช้เท่าที่จำเป็น นิทรรศการมีไว้ให้ดู ไม่ใช่มีไว้ให้  
อ่าน (Exhibition is seen not read) แต่ก็มิใช่ไม่มีคำบรรยายเสียเลย ควรมีบ้าง แต่อย่าถึงกับน่าเบื่อ  
หน่าย การอ่านเป็นรองจากการดู การอ่านจะทำให้เข้าใจลึกซึ้ง การอ่านจะช่วยนำทางการดู ข้อความ  
ควรกะทัดรัด ได้ใจความ

Readability ทางด้านเทคนิค ได้แก่ แบบของอักษร ขนาด สีตัดกัน ความสว่างของตัวอักษร คำ  
บรรยาย ควรใช้อักษรแบบราชการ อ่านง่าย เรียบร้อย อักษรแบบตลกไม่เหมาะที่จะใช้บรรยายใน  
นิทรรศการ แต่เหมาะสำหรับทำ ไปสเคอร์ นอกจากนี้มีความเรียบร้อยแล้ว ควรคำนึงถึงความบรรจุ  
อ่านง่าย เว้นช่องไป เว้นบรรทัดให้เหมาะสม ขนาดของอักษรขึ้นอยู่กับระยะทางระหว่างผู้ดูกับ  
ตัวอักษร ซึ่งได้เคยกล่าวไว้ในเรื่องการผลิตสื่อการสอนแล้ว แต่เพื่อไม่ให้ท่านต้องเสียเวลากลับ ไปดู  
อีก จะขอมาเสนอในที่นี้ด้วยคือ

ระยะห่างของผู้ชม	ความสูงของตัวอักษร
8 ฟุต	1/4 นิ้ว
16 ฟุต	1/2 นิ้ว
32 ฟุต	1 นิ้ว
64 ฟุต	2 นิ้ว

การใช้สีระหว่างพื้นและอักษร ควรใช้พื้นสีอ่อนตัดกับอักษร ให้ตัวอักษรเด่นขึ้น บางทีอาจใช้  
อักษรเปล่งแสงได้ สีของอักษรไม่ควรกลมกลืนกับสีของ Background จะทำให้ข้อความไม่เด่น เช่น  
ใช้อักษรสีเหลืองอ่อนบนพื้นสีขาว สีพื้นไม่ควรใช้สีสดใสกว่าอักษรหรือภาพที่นำเสนอ

ป้ายในนิทรรศการ อย่าให้ใหญ่โตรุงรังมากนัก เรื่องเดียวกันควรทำให้เป็นอันหนึ่งอัน  
เดียวกัน เช่น ฟอร์มเดียวกัน ใช้สีกลุ่มเดียวกัน ขนาดของป้ายขึ้นอยู่กับข้อความว่ามากน้อยเพียงใด

๘. การให้แสง บางครั้ง การให้แสงที่เหมาะสมแก่วัตถุที่จัดแสดงในนิทรรศการ จะทำให้สิ่งที่  
ที่แสดงอยู่นั้น โดดเด่น มีความสำคัญ มีคุณค่า และดึงดูดความสนใจจากผู้ชมได้ไม่น้อย การให้แสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เป็นจุด เน้นเฉพาะจุด เรียกว่า Spot Light ให้เงารุนแรงมาก ถ้าไฟอยู่ที่สูง เงาจะเอียงลงตามมุม มีความแข็งกร้าวมาก ให้ High Contrast แต่ไม่เห็นรายละเอียดมากนัก ส่วนที่ถูกแสงจะสว่างจ้า ส่วนที่เป็นเงาจะมีคามาก แสงลักษณะนี้ ทำให้วัตถุที่แสดงนั้นแข็งกร้าว แข็งแกร่ง เข้มแข็ง ถ้าต้องการให้เห็นเป็นมิติ และเห็นรายละเอียด ต้องใช้ไฟดวงอื่นเข้ามาช่วย เพื่อลดความทึบความเข้มของเงาที่ทอดขึ้น อย่าให้แสงเข้าตรงหน้าวัตถุตรง ๆ จะทำให้วัตถุนั้นดูแบน ควรให้แสงเข้าทางด้านข้าง ประมาณ 45 องศา จะทำให้ดูเป็น 3 มิติ

ไฟ Flood ให้แสงที่แรงกว่า Fluorescent กินบริเวณกว้างกว่า Spot Light ไฟ Flood นิยมใช้ในการถ่ายภาพบุคคล โทรทัศน์ เหมาะสำหรับนิทรรศการที่เป็นกลุ่มรวม

การให้วัตถุ Contrast กับฉากหลัง เรียกว่า Background Lighting คือให้ไฟส่องฉากหลัง เพื่อให้เห็นฟอร์มของสิ่งที่แสดงเท่านั้น ทำให้เหมือนมิตทมิน ถ้าต้องการให้เห็นรายละเอียดชนิดหน้อย ก็ให้แสงซดเซยที่อ่อนกว่า Background

Back Lighting คือการให้แสงเข้าทางด้านหลังของวัตถุนั้น ถ้าวัตถุไม่มีแสงในตัวเองก็ต้องใช้แสงส่อง ถ้าวัตถุมีสีขาวหรือสีดำ การให้แสงจะค่อนข้างลำบาก ต้องพิจารณาให้ดี ถ้าเป็นวัตถุแวววาว เรืองแสง ควรให้ Background มีค เช่น ของเหลว (น้ำ) ให้แสงส่องเข้าทางด้านล่างจะดีที่สุด บางส่วนของนิทรรศการ อาจใช้ไฟที่ไม่ได้เปิดไว้ จะเปิดไฟก็ต่อเมื่อต้องการดูเท่านั้น เมื่อไม่ดูก็ปิดไฟ

#### เทคนิคการจัดนิทรรศการในพิพิธภัณฑ์

การจัดนิทรรศการ ในพิพิธภัณฑ์ต่างๆ มีหลายชนิด ซึ่งแต่ละพิพิธภัณฑ์ได้พัฒนาเทคนิคเฉพาะขึ้นตามความเหมาะสมของพิพิธภัณฑ์นั้นๆ มีการปฏิรูปทั้งทางด้านเนื้อหาสาระและการเน้นความสำคัญของวัตถุที่จัดแสดง โดยการให้แสง สี และเสียงเข้ามาประกอบด้วย มีการประยุกต์สื่อประเภทโสตทัศนศึกษาเข้ามาประกอบด้วย ทำให้ผู้เข้าชมมีความจำได้นาน เป็นผลให้ห้องแสดงและการจัดนิทรรศการประสบความสำเร็จตามเป้าหมายมากขึ้น

ระบบการจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์ต่างๆ อาจจำแนกเป็นหมวดหมู่ได้ ดังนี้

1. การจัดแสดงวัตถุตามแบบธรรมชาติ วิธีการนี้ส่วนใหญ่จะนิยมในพิพิธภัณฑ์ประเภทธรรมชาติวิทยา เพราะพิพิธภัณฑ์ประเภทนี้จะแสดงให้เห็นถึงความงามแลความมหัศจรรย์ของธรรมชาติ บางครั้งอาจทำเป็นห้องไดโอรามาซึ่งเป็นห้องที่มีการทำให้เหมือนกับธรรมชาติที่แท้จริง บางแห่งอาจมีการอัดเสียง กลิ่นของป่าไม้ประกอบ ทำให้ห้องแสดงมีชีวิตชีวามากขึ้น บางแห่งมีการปรับอุณหภูมิของห้องให้เหมือนกับสภาพแวดล้อมจริงๆด้วย

2. การจัดห้ข้ตามอิริยาบถของสัตว์ ลักษณะทั่วไปเหมือนกับ การจัดแสดงตามธรรมชาติ แต่แทนที่จะแสดงวัตถุ โคลเด็วก็ จะทำการรวมวัตถุเป็นหมู่ เป็นกลุ่มตามลักษณะของวัตถุประเภทนั้นๆ เช่น ผุ่นกเกาะอยู่บนกิ่งไม้ เป็นต้น การจัดประเภทนี้จะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับอิริยาบถของสัตว์ และสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ เป้าหมายสำคัญของการจัดแบบนี้เพื่อให้ผู้ชมได้เห็นชีวิตจริงๆของสัตว์แต่ละชนิด

3. การจัดแสดงตามสภาพแวดล้อมทางนิเวศวิทยา เป็นการแสดงให้เห็นสภาพแวดล้อมของวัตถุที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมทางนิเวศวิทยา มีทะเล ป่าเขาถ้ำเนาไพรอันเร้าความสนใจของผู้ชม เป็นต้นว่า การแสดงเกี่ยวกับชีวิตของชาวอินเดียนแดง ที่อาศัยตามทะเลทราย เป็นต้น ทำให้ผู้ชมมีความรู้ลึกเข้าใจเรื่องราวและสภาพแวดล้อมของกลุ่มชนต่างๆ ได้มากกว่าการนำวัตถุโคลเด็วมาจัดแสดงในตู้

4. การจัดแสดงตามความเป็นจริง การแสดงดังกล่าว ได้แก่ การเคลื่อนย้ายวัตถุจริงๆมาแสดงในพิพิธภัณฑ์ เช่น การย้ายหลุมขุดค้นทางโบราณคดีมาจัดแสดง ซึ่งแทนที่จะแยกวัตถุหรือชิ้นดินต่างๆออกจากกัน ก็ยกเคลื่อนย้ายวัตถุตามสภาพเดิมมาจัดแสดง การแสดงทับหลังซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโบราณสถาน จะจำลองส่วนของโบราณสถานจริงๆ แล้วจัดแสดงขึ้นในห้องแสดง หรือนำสัตว์ศพมาจัดแสดงในตู้ เป็นต้น

**เทคนิคการพิพิธภัณฑ์**

เทคนิคการพิพิธภัณฑ์ หมายถึง วิธีการดำเนินงานเกี่ยวกับการจัดวัตถุในห้องแสดง การออกแบบอาคาร การออกแบบห้องแสดง การออกแบบครุภัณฑ์ ตลอดจนการก่อสร้างและติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ การจัดการแสดงประเภทต่างๆ

ในสมัยที่เริ่มมีการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์ ความรู้ทางด้านเทคนิคยังไม่ค่อยมีความจำเป็นมากนัก เพราะกิจการพิพิธภัณฑ์ในสมัยนั้น อยู่ในกลุ่มคนเพียงไม่กี่คนซึ่งส่วนมากจะเป็นกลุ่มขุนนาง เมื่อได้รับวัตถุมาก็เก็บรักษาไว้ในพระราชวังหรืออาคารส่วนหนึ่ง มีเพียงเจ้าของและกลุ่มคนเพียงไม่กี่คนเท่านั้นที่เข้าใช้ แต่เมื่อเวลาผ่านไปประชาชนได้เข้ามามีส่วนเป็นเจ้าของและร่วมมีบทบาทคือกิจการพิพิธภัณฑ์มากขึ้น การปรับปรุงพิพิธภัณฑ์จึงค่อยๆเจริญขึ้นตามลำดับ เทคนิคความรู้ใหม่ๆ ที่เกี่ยวกับการออกแบบและจัดแสดงจึงได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับกิจการพิพิธภัณฑ์มากขึ้นด้วย จนปัจจุบันนี้เทคนิคเกี่ยวกับกิจการพิพิธภัณฑ์มีมากขึ้น และเป็นที่ยอมรับของนักการพิพิธภัณฑ์ทั่วโลกว่าเป็นวิทยาการส่วนสำคัญที่จะสร้างพิพิธภัณฑ์ให้มีเสน่ห์ดึงดูดประชาชนมากขึ้น

ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการพิพิธภัณฑ์ในปัจจุบันต้องอาศัยผู้ชำนาญการหลายๆฝ่ายเข้ามาร่วมรับผิดชอบ เช่น สถาปนิกผู้ออกแบบอาคารและปรับปรุงสถานที่ วิศวกรที่ทำหน้าที่ด้านการคำนวณโครงสร้าง นักขนานกรเป็นผู้ออกแบบห้องแสดงและจัดนิทรรศการร่วมกับภัณฑารักษ์ นักวิทยาศาสตร์ ช่างเทคนิค ฯลฯ ต่างก็มีส่วนช่วยงานเทคนิคสาขาต่างๆที่เกี่ยวข้องกับพิพิธภัณฑ์แทบทั้งสิ้น จนพิพิธภัณฑ์บางแห่งที่มีขนาดใหญ่มีการจัดหน่วยงานเพิ่มขึ้นอีกโดยเฉพาะ หน่วยงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล่านี้ก็ยังมี การแตกแขนงออกเป็นหน่วยงานเล็กๆอีกหลายสาขา เช่น งานด้านอาคาร ด้านการ ออกแบบ ด้าน โรงงาน เป็นต้น ในบรรดา งานเทคนิคพิเศษต่างๆของพิพิธภัณฑ์นั้น การออกแบบ อาคารพิพิธภัณฑ์ถือเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดและเป็นเทคนิคประการแรกที่พิพิธภัณฑ์แต่ละแห่งจะต้อง ทราบ

#### **มาตรฐานการจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์**

พิพิธภัณฑ์ทุกชนิด จะต้องเปิดบริการให้ประชาชนเป็นปกติ แม้พิพิธภัณฑ์จะมีเงินทุน อาคาร วัตถุ และผู้บริการจำนวนมาก แต่พิพิธภัณฑ์จะเป็นที่นิยมหรือไม่ขึ้นอยู่กับการบริการ และจัดการด้านต่างๆว่า ได้กระตุ้นและโน้มน้าวประชาชนให้มาชมได้มากน้อยเพียงใด พิพิธภัณฑ์ที่มีอาคารใหญ่โตหรูหรา มีวัตถุมากมาย แต่ถ้ามาตรฐานในห้องแสดงไม่ดี ก็อาจมีประชาชนเข้าชมน้อยกว่าพิพิธภัณฑ์ขนาดเล็กที่มีการจัดการดีก็ได้ เพราะฉะนั้นมาตรฐานการจัดแสดงจึงเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่ง

การจัดนิทรรศการจะต้องพิจารณาวัตถุประสงค์และความต้องการของประชาชนเป็นหลัก คนเรานั้นย่อมต้องการ ได้รับความรู้สืบเนื่องจากผู้อ้อทอด ไปให้กับผู้ที่ไม่รู้บางสิ่ง วัตถุชิ้นหนึ่งไป ยังวัตถุอีกชิ้นหนึ่ง

ผู้ใช้พิพิธภัณฑ์จะต้อง ได้รับความดึงดูดความสนใจจากการชักชวนและการกระตุ้นที่จะชม สิ่งของ และนึกคิดในสิ่งนั้น ผู้ที่เข้าชมจะศึกษา มีอิสระในการเลือกดูส่วนที่ต้องการ และจาก ไปเมื่อ เข้าใจในสิ่งที่ได้ชมแล้ว ฉะนั้นห้องแสดงทุกแห่งจะต้องพิจารณาองค์ประกอบรองรับพื้นฐานของ ประชาชน คือ

- กลุ่มสำหรับเด็กอายุประมาณ 12 ปี
- กลุ่มสำหรับผู้ชมทั่วไป
- กลุ่มสำหรับผู้เข้าชมที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ

ฉะนั้นองค์ประกอบของห้องแสดงจะต้องมีมาตรฐานดังนี้

1. ห้องแสดงจะต้องมีความงาม
2. ห้องแสดงจะต้องมีความเพลิดเพลิน
3. ห้องแสดงจะต้องมีวัตถุครบตามชั้นคอนและกระบวนการที่เป็นประ โยชน์ตามเรื่องราว

แสดง

4. คำอธิบายจะต้องชัดเจน และ โน้มน้าวผู้ชมให้มีความสนใจร่วม
5. มีแสงสว่างพอสมควร

#### **มาตรฐานในการจัดเตรียมนิทรรศการ**

การจัดเตรียมแนวนิทรรศการ ประกอบด้วย การเตรียมเอกสาร เรียบเรียงและการจัดแสดง ซึ่งมีรายละเอียดปลีกย่อยต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ศึกษาขนาดและจำนวนวัตถุที่จะจัดแสดง เพื่อจะได้กำหนดเรื่องราวต่างๆ ได้ว่า แต่ละคอนของนิทรรศการนั้น จะเขียนคำอธิบายและคำบรรยายว่าอย่างไร ใช้วัตถุอะไรจัดแสดง วัตถุที่จัดแสดงทั้งหมดเป็นสมบัติของพิพิธภัณฑ์หรือยืมมาจากเอกชน หรือพิพิธภัณฑ์แห่งอื่น ทั้งนี้ภัณฑารักษ์จะต้องเป็นเจ้าของเรื่อง และนายทะเบียนของพิพิธภัณฑ์เป็นผู้ช่วยเหลือ

2. การเขียนเรื่องและคำบรรยาย การผูกเรื่องและการเขียนคำบรรยายประกอบนิทรรศการนั้นอาจประกอบด้วยหนังสือนำชมและข้อความอธิบายวัตถุ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบของช่างศิลป์หรือสถาปนิก โดยปกติในการจัดนิทรรศการต่างๆ จะต้องมีคำบรรยายเรื่องราว 4 ประเภทคือ

- **ชื่อนิทรรศการ (Title)** เป็นชื่อนิทรรศการ ซึ่งข้อความจะต้องสั้น กระชับ กระจ่างแจ้ง อ่านแล้วเข้าใจข้อความทันที เช่น เครื่องถ้วยในประเทศไทย ประติมากรรมไทย เป็นต้น

- **หัวข้อย่อย (Subtitle)** เป็นป้ายเรื่องย่อย เป็นการขยายเรื่องราวของหัวข้อที่จัดนิทรรศการเพื่อความสะดวกของประชาชนที่จะทำความเข้าใจ นิทรรศการชุดหนึ่งอาจประกอบด้วยหัวเรื่องย่อย 5-10 หัวข้อ เช่น นิทรรศการเรื่อง ประวัติศาสตร์อยุธยา อาจมีหัวข้อย่อยดังต่อไปนี้

- สถาปัตยกรรมศาสตร์
- การเจริญเติบโตของบ้านเมือง
- เศรษฐกิจของอยุธยา
- การปกครองและชนชั้นในสังคม
- พระมหากษัตริย์และพระราชวงศ์
- การสงครามและการป้องกันประเทศ
- ศาสนาและศิลปกรรม
- ความหายนะของอาณาจักร ฯลฯ

การจำกัดจำนวนมากขึ้นของหัวข้อย่อยนั้น ขึ้นอยู่กับหลักการและเหตุผล ตลอดจนความสามารถของภัณฑารักษ์ นิทรรศการที่ไม่มีหัวข้อย่อย อาจสร้างความยุ่งยากในการติดตามเรื่องและความเข้าใจของผู้ชม การเขียนหัวข้อย่อยควรกระชับ และสะดวกในการทำความเข้าใจ

= **คำบรรยายเรื่อง (Subtext)** คือ คำบรรยายสรุปของหัวข้อย่อยหรือหัวข้อใหญ่ว่า สาระของเรื่องนั้นๆเป็นอย่างไร เพื่อเป็นการสรุปแนวความคิดให้เกิดขึ้นแก่ผู้ชม ใช้วิจารณ์ญาณแปลความ และทำความเข้าใจกับเรื่องราวที่จัดแสดง ซึ่งความควรเป็นภาษาง่ายๆที่เข้าใจของประชาชนทั่วไป ไม่ควรเป็นภาษาและศัพท์เฉพาะของนักวิชาการ

- **ป้ายเฉพาะวัตถุ (Individual Label)** คือ ป้ายคำอธิบายที่บอกให้ทราบว่าวัตถุที่แสดงแต่ละชิ้นนั้นเป็นอะไร สมัยไหน อายุประมาณเท่าไร พบที่ไหน เป็นต้น

### มาตรฐานการออกแบบห้องแสดงในพิพิธภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบห้องแสดง (Graphic & Design) หน้าที่মনการออกแบบและจัดแสดงเป็นของมัณฑนากรหรือช่างตกแต่ง โดยความร่วมมือของภัณฑารักษ์ หลักสำคัญที่จะต้องพิจารณา คือ

1. ศึกษาแนวเรื่อง ที่ภัณฑารักษ์เรียบเรียงให้เป็นที่น่าสนใจ ทั้งวัตถุประสงค์และการดำเนินเรื่อง แล้วจึงดำเนินการวางผังรูปห้อง พิพิธภัณฑสถานแห่งใช้การประชุมระหว่างสถาปนิกและภัณฑารักษ์อย่างใกล้ชิด

2. ศึกษาสภาพการณ์ของสังคมแวดล้อม สถาปนิกผู้ออกแบบห้องแสดงจะต้องเข้าใจจิตวิทยาของผู้ชมพอสมควร และจะต้องทราบว่าประชาชนเหล่านั้นมีระดับการศึกษาขนาดไหน มีทัศนคติอย่างไร ทัศนนิยมแบบไหน จำนวนคนเข้าชมแต่ละครั้งเป็นอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการวางรูปห้อง และการจัดบรรยากาศในห้องแสดงและอุปกรณ์ในการจัดนิทรรศการ

3. องค์ประกอบของห้องแสดงและผู้แสดง เมื่อศึกษาปัญหาต่างๆพร้อมแล้ว สถาปนิกผู้ออกแบบจะต้องทำแบบแปลนผังห้องและผู้แสดง โดยเริ่มจากชื่อนิทรรศการ ไปยังหัวข้อย่อย ทีละชั้นตอนจนจบสิ้นการแสดงผล ตามแนวเรื่องที่ภัณฑารักษ์เรียบเรียงไว้

หลังจากนั้นจึงพิจารณาแต่ละชั้นตอนว่า ข้อความควรอยู่ตอนไหน วัตถุต่างๆที่นำมาใช้ในการจัดนิทรรศการมีองค์ประกอบอย่างไร ควรใช้แสงสี และอุปกรณ์อะไรบ้าง จึงจะทำให้คนที่เข้าชมเข้าใจสาระเรื่องราวดีขึ้น นอกจากการจัดทำผังและองค์ประกอบแล้ว ควรจะได้จัดทำอุปกรณ์ต่างๆประกอบห้องแสดงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น

- แสงสว่าง จำนวนไฟที่ติดตั้งและแสงสว่างควรใช้ชนิดใด จำนวนเท่าไร อย่างไร
- ภาพประกอบ สำหรับประกอบเรื่องราวในการจัดแสดง
- หุ่นและการทำไดโอรามา นิทรรศการบางครั้งต้องการความเพลิคเพลินและความสะดวกในการชม จำเป็นจะต้องจัดทำหุ่นจำลองประกอบตามความเป็นจริง
- อุปกรณ์กลไกต่างๆ ในห้องจัดแสดง เช่น มีเครื่องทำความอบอุ่นในห้องแสดงสำหรับเมืองที่มีอากาศหนาว
- โสตทัศนอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้เกี่ยวกับโสตทัศนศึกษามีอะไรบ้างที่ควรนำมาประกอบการจัดแสดงเพื่อให้ประชาชนเข้าใจเพิ่มขึ้น
- การอนุรักษ์ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับวัตถุจัดแสดงของพิพิธภัณฑสถาน วัตถุบางชิ้นจะต้องทำการรักษาเสียก่อน จึงจะนำออกแสดงได้ เพราะหากวัตถุอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม อาจทำให้ประชาชนที่มาชมวิพากษ์วิจารณ์ได้

**เกณฑ์มาตรฐานห้องแสดงนิทรรศการในพิพิธภัณฑสถาน**

การออกแบบห้องแสดงเป็นงานของมัณฑนากร แต่เนื่องจากพิพิธภัณฑสถานจำนวนมากมีกำลังเจ้าหน้าที่น้อย งานออกแบบห้องแสดงจึงเป็นหน้าที่ของภัณฑารักษ์ที่จะต้องจัดทำเอง การออกแบบห้องแสดงนั้นจะต้องจัดทำหลังการวางเรื่องต่างๆเสร็จแล้ว ตามที่ได้กล่าวในข้างต้น แต่เป็นการขาด

ที่จะอธิบายให้ทราบถึงความสำเร็จของการออกแบบที่ดี เพราะห้องแสดงของพิพิธภัณฑ์มีหลายเรื่องและหลายความคิด

โดยปกติ ห้องแสดงของพิพิธภัณฑ์ต่าง ๆ นั้น มักจะมีการเปลี่ยนแปลงเรื่องราวและแบบลักษณะของห้องแสดงอยู่เสมอ เนื่องจากห้องแสดงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นมักจะไม่ได้รับความสนใจจากผู้เข้าชม การเปลี่ยนแปลงห้องแสดงบ่อยๆรวมทั้งวัตถุประสงค์แสดงนั้น เป็นส่วนหนึ่งที่จะกระตุ้นให้ผู้เข้าชมให้อยากเข้าชมพิพิธภัณฑ์มากยิ่งขึ้น เมื่อมีการจัดการแสดงหมุนเวียนเร็วๆ เช่นนี้ มีขบวนการผู้ออกแบบจะต้องปล่อยให้ผู้และห้องแสดงมีความเป็นอิสระ สามารถเปลี่ยนแปลงสภาพภายในห้องได้อย่างสะดวก

#### เกณฑ์มาตรฐานในการออกแบบห้องแสดง

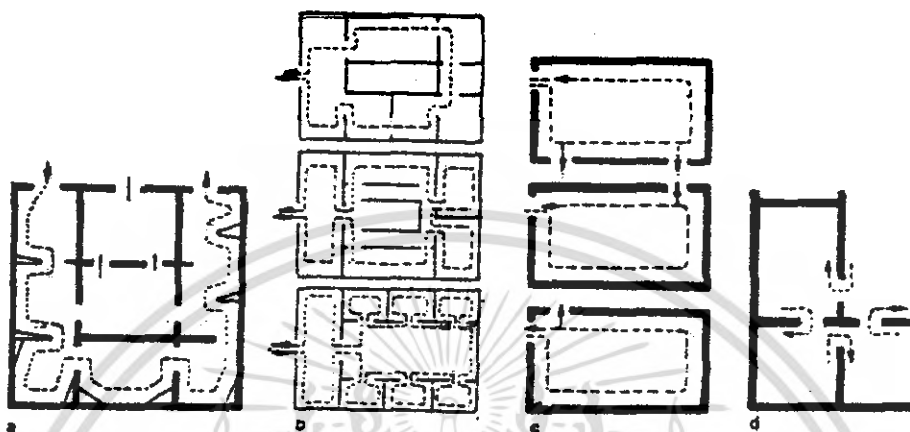
หลักในการวางผังรูปห้องแสดงนั้น ไม่มีหลักการจำกัดรูปลักษณะแน่นอนแต่อย่างใด โดยปกติผังคอนหนึ่งจะใช้ไปในการจัดแสดงเรื่องราวเพียงคนเดียวเท่านั้น ไม่ควรจัดเรื่องราวหลายคอนไว้ในผังเดียวกัน เพราะจะทำให้ผู้ชมเกิดความสับสนในการชม ผังชั่วคราวอาจทำเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ ซึ่งอีกเรื่องเป็นรูปแบบต่างๆหลายรูปแบบ แต่ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงหลักสำคัญๆต่างๆ เช่น

1. การจัดตู้หรือแผงในห้องแสดงประจำหรือห้องแสดงชั่วคราวก็ตาม ไม่ควรปล่อยให้ห้องโล่งจนมองดูเกิดความอ้างว้าง เพราะหากห้องแสดงโล่งแล้วจะเป็นการดึงผู้ชมให้รีบเดินผ่านไปอย่างรวดเร็ว โดยไม่ได้พิจารณาเรื่องราวและวัตถุประสงค์ต่างๆ มากเท่าที่ควร การวางแผนจัดแสดงมากนักยอเท่าไรนั้นต้องพิจารณาจากหัวข้อย่อในนิทรรศการนั้นว่ามีมากน้อยเพียงใด และมีวัตถุประสงค์อะไรบ้างที่ควรแยกออกจัดแสดง โดดเดี่ยวเพื่อเพิ่มความสนใจ
2. การวางแผนอีกเรื่องไปอย่างไรก็ตามควรจะได้เรียงลำดับเรื่องราวที่จัดแสดง ซึ่งอาจอยู่ในดุลยพินิจของภัณฑารักษ์ว่าจะอะไรเป็นเรื่องที่ 1, 2, 3 ฯลฯ ตามลำดับ จนถึงที่สุดการแสดงผล
3. ขนาดของแผงตลอดจนสีที่ใช้ทาแผงจะมีความหนักเบาเล็กน้อยเพียงไรนั้น ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของห้องแสดง ควรจะได้มีการเปลี่ยนแปลงสีของแผงต่างๆบ้างตามความเหมาะสม แต่ชนิดของสีไม่ควรฉูดฉาด ควรเป็นสีที่มองแล้วมีความสบายตาชวนแก่การมอง
4. เนื้อที่ระหว่างแผงแต่ละคอน ไม่ควรน้อยจนผู้เข้าชมต้องเบียดเสียดอัดกันเดิน หากแต่ควรมีช่องว่างให้ผู้ชมเดินได้อย่างสะดวก และเดินไปตามรูปแบบของแผงที่เป็นตัวชักนำคนให้เดินต่อไปตามเส้นทางโดยอัตโนมัติ ซึ่งปัญหาการสัญจรของผู้ชมนั้น จะต้องศึกษาให้ถี่ถ้วนก่อนที่จะวางผัง เพราะหากจัดห้องแสดงบังคับจนเกินไปจะทำให้ผู้ชมรู้สึกวุ่นเหมือนถูกขังและเดินไปตามแถวเหมือนนักโทษ
5. ผังของห้องแสดง แม้จะมีการอีกเรื่องเพื่อสร้างความสนใจของผู้ชมก็ตาม แต่ต้องไม่อีกเรื่องมากเกินไปจนทำให้เกิดความรู้สึกว่าหลงทาง และไม่ทราบว่าตนเองอยู่จุดไหนของอาคารและห้องแสดง เพราะหากผู้ชมเกิดความรู้สึกเช่นนั้น จะขาดความตั้งใจในการชมนิทรรศการทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ควรให้ผนังห้องแสดงแต่ละคอนมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยที่ผู้ชมมีอิสระที่จะเดินชมได้ตามความต้องการของภัณฑารักษ์ หรือเลือกชมเอาตามความสนใจของตัวเอง ระหว่างแผงแต่ละแผงควรมีเนื้อที่มากพอที่จะหมุนตัวหรือเดินออกมาได้สะดวก โดยที่ไม่รู้สึกรบกวนการบีบบังคับ

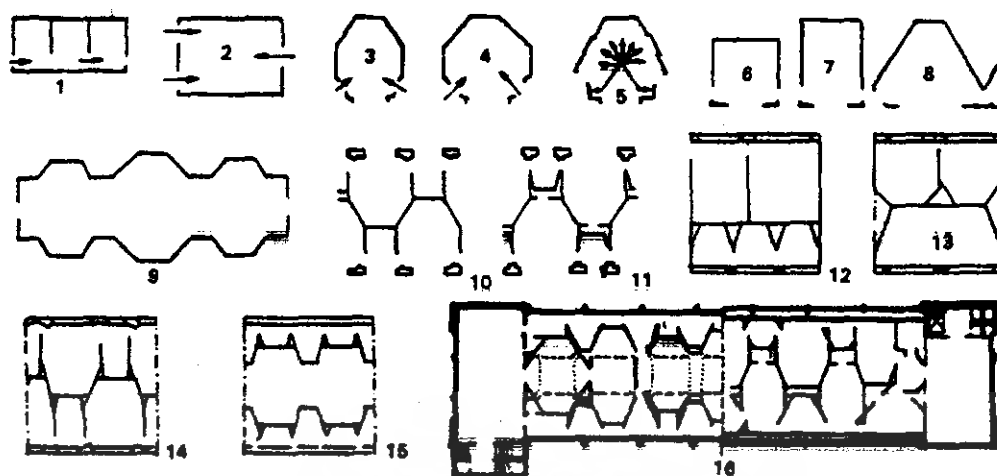
ตัวอย่างการจัดผังห้องแสดงแบบต่างๆ



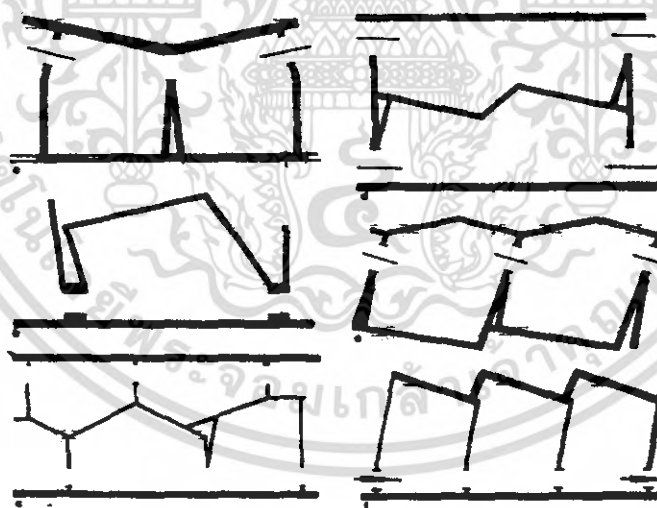
ผังห้องแสดงแบบ a เป็นการออกแบบห้องแสดงที่เหลื่อมจักรวาล ซึ่งมีขนาดกว้างพอสมควร ห้องแสดงนี้มีทางเข้า 2 ประตู แทนที่จะใช้ผนังทั้ง 4 ด้านของห้องเป็นที่จัดแสดง ซึ่งสะดวกได้ไม่น้อยขึ้น อาจมีการแบ่งห้องออกเป็นห้องเล็กๆหลายๆห้อง โดยใช้แผงหรือตู้เข้ามาติดตั้งให้มีเนื้อที่สำหรับการจัดแสดงเพิ่มขึ้น และคงให้ผู้ชมให้เดินชมเรื่องราวได้ตามลำดับเหตุการณ์

ผังห้องแสดงแบบ b แสดงให้เห็นการแบ่งซอยห้องแสดงภายในหลายๆห้องที่ติดต่อกัน ห้องแบบนี้มีทางเข้า-ออกเพียงทางเดียว แต่อาศัยการออกแบบภายในที่สามารถคงผู้ชมไปสู่ทิศทางต่างๆตามที่ต้องการได้ดี

ผังห้องแสดงแบบ c และ d แสดงให้เห็นการแบ่งซอยผนังห้องด้วยประตูทางเข้าแบบต่างๆ วิธีนี้สะดวกในการรักษาความปลอดภัย แต่จะมีปัญหาในการจัดนิทรรศการเนื่องจากเป็นห้องโล่งขนาดใหญ่ จะทำให้ไม่ดึงดูดความสนใจของผู้ชมมากนัก

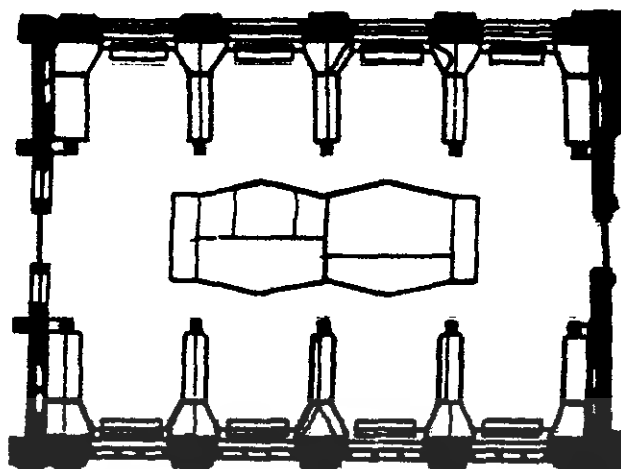


ภาพผังที่ 1 เป็นการแสดงให้เห็นประตูทางเข้าห้องแสดงที่ผ่านไปที่หลายๆห้อง เหมาะสำหรับการติดตั้งตู้หรือภาพเขียน เพราะห้องแสดงบังคับให้ผู้ชมเดินตามลำดับไปเรื่อยๆ ส่วนรูปที่ 2-8 เป็นประตูทางเข้า-ออกคู่ โดยการวางผังเป็นรูปต่างๆ เพื่อหลบผนังที่เหลี่ยมที่จำเจ เป็นการเปลี่ยนสายตาและความจำของผู้ชม สำหรับผังรูปห้องที่ 8-15 มีการยึดเชิงองค์ประกอบของห้องแสดงแบบต่างๆ ซึ่งเน้นในเรื่องการเคลื่อนไหวของผู้ชม ให้นั่งเรื่องราวเป็นตอน สำหรับผังที่ 16 ด้านซ้ายเป็นผังที่นั่งชั้นต่าง ด้านขวาเป็นผังที่นั่งชั้นบน ซึ่งสังเกตได้ว่าการประยุกต์ผังที่ 9-15 มาจัดทำขึ้น

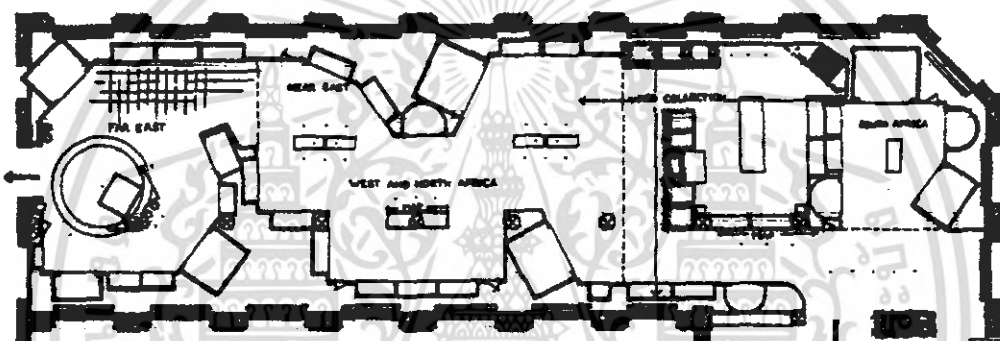


การจัดผังห้องแสดงในภาพนี้ แสดงให้เห็นว่าการวางผังห้องแสดงนั้น ไม่จำเป็นต้องจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมเสมอไป การออกแบบอาจบิดเป็นรูปได้หลายแบบ ตามความเหมาะสมของเรื่องราว สภาพภูมิอากาศ และทิศทางของแสง ซึ่งหากพิถีพิถันจัดจำเป็นจะต้องเปลี่ยนผังห้องหลายๆแบบ เพื่อเป็นการเปลี่ยนแปลงความจำของรูปแบบ และเรื่องราวที่จัดแสดง โดยไม่ต้องทำแผ่นป้ายประกาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผังข้างบนนี้ มีการแบ่งห้องแสดงออกเป็นคูหาเล็กๆ สำหรับจัดแสดงในเรื่องต่างๆ โดยจัดทำแท่นและตู้ไว้กกลางห้อง ให้ผู้เข้าชมได้ศึกษาเรื่องราวได้ตามลำดับ



สำหรับผังข้างบนนี้ มีการจัดนิทรรศการยกเอียงภายในห้องจัดแสดง ซึ่งทำให้เกิดความน่าสนใจในการชมนิทรรศการ และทำให้ห้องแสดงไม่โง่งงจนเกินไป  
มาตรฐานในการออกแบบตู้จัดแสดง

การออกแบบตู้จัดแสดงเป็นสิ่งสำคัญให้การจัดนิทรรศการให้มีประสิทธิภาพ การเตรียมตู้จัดแสดงให้เหมาะสม สถาปนิกควรเป็นผู้ออกแบบให้เป็นพิเศษ ข้อควรคำนึงในการออกแบบตู้จัดแสดงให้มีประสิทธิภาพ มีดังนี้

1. การเคลื่อนย้าย ตู้แสดงถ้าสามารถเคลื่อนย้าย ได้ยิ่งดี เพราะจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงห้องแสดงได้อย่างเสมอ

2. การออกแบบในลักษณะค้ำเป็นมุมฉาก ตู้ลักษณะค้ำเป็นมุมฉากใช้ประโยชน์ได้มากที่สุด เนื่องจากสามารถจัดวางตู้จัดผนังได้ ส่วนด้านข้างและด้านหลังอาจเป็นแผ่นไม้เรียบแข็ง สามารถแขวนวัตถุได้

3. กระจกเปิด-ปิดหน้าตู้ กระจกตู้ด้านหน้าควรเปิดได้ เมื่อคิดตั้งวัตถุที่จัดแสดงก็จะสามารถทำได้สะดวกจากด้านหน้าตู้ กระจกด้านหน้าตู้ควรทำเป็นบานเลื่อนเพราะสะดวกและคงทนกว่าบานเปิด และสามารถติดตั้งกับตู้ขนาดใหญ่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การรักษากวามมันคงและความปลอดภัย ผู้แสดงควรคิดทบทวนแจ้งที่มีคุณภาพดีเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการถักถอบขโมยวัตถุ ถักขณะชนิดของกระจกอาจเป็นกระจกชนิดพิเศษที่มีความปลอดภัยและคงทนต่อการกระแทกได้

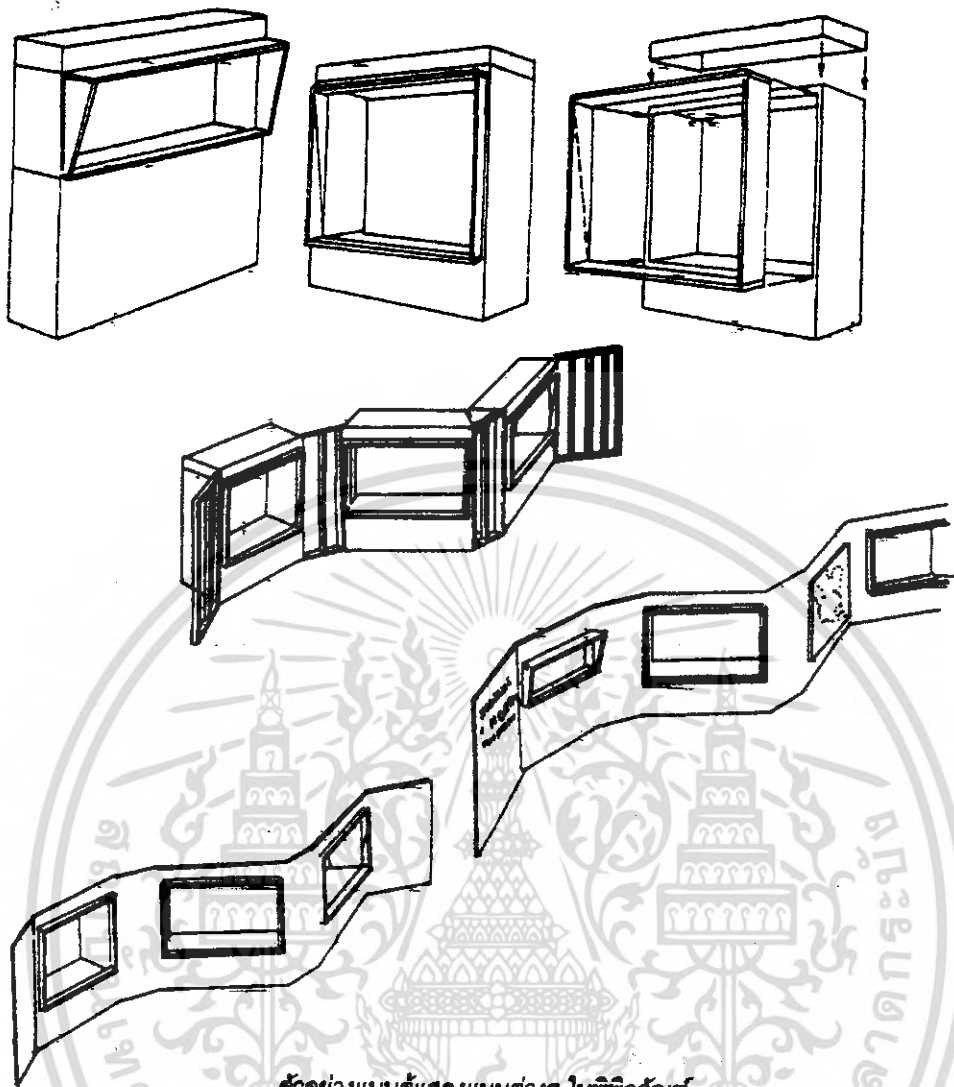
5. ขนาดของผู้ที่เหมาะสม ขนาดของผู้แตกต่างกันไปตามขนาดของวัตถุที่จัดแสดง ความยาวของผู้โดยทั่วไปจะมีขนาด 4, 6 หรือ 8 ฟุต ผู้ควรมีความถักอย่างน้อย 2 ฟุต หรือ 2 ฟุต 6 นิ้ว กระจกด้านหน้าผู้ควรมีความสูง 4 ฟุต 6 นิ้ว ถึง 5 ฟุต 6 นิ้ว

ฐานล่างของผู้ควรสูงประมาณ 2 ฟุต เพื่อให้เด็กเล็กสามารถมองเห็นวัตถุภายในผู้ได้ อย่างไรก็ตามถ้าใช้ผู้กระจกเปิดปิดด้านหน้า ถ้าผู้มีขนาดใหญ่การเปิดปิดจะค่อนข้างลำบาก เหตุนี้จึงทำให้การทำความสะดวกและเปลี่ยนวัตถุแสดงน้อยลง ดังนั้นควรใช้บานเลื่อนจึงจะสะดวกกว่า

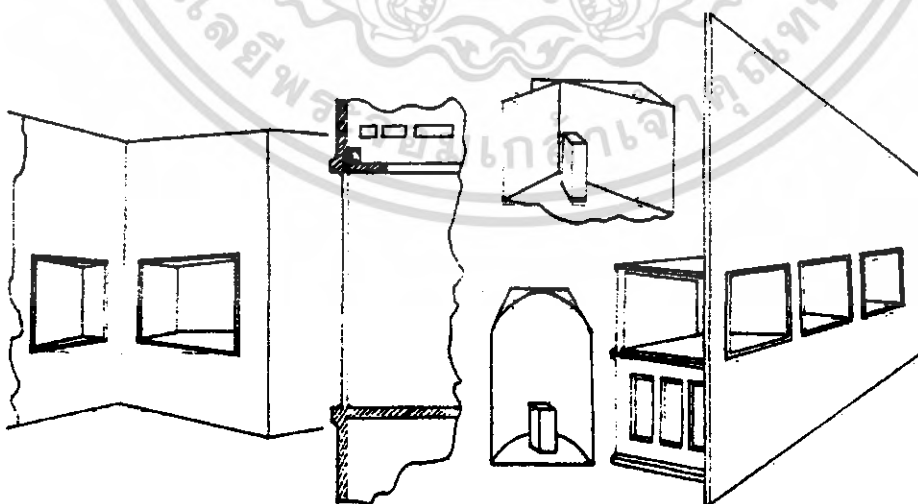
6. แสงสว่าง ควรติดตั้งแสงไฟฟ้าในด้านบนของผู้ และวางแผ่นกระจกกรองแสงภายในผู้ไม่ให้รับกวนสายตาผู้ชม และลดแสง UV ที่จะไปทำลายวัตถุที่จัดแสดง หลอดไฟควรติดเป็นกลุ่มให้เพียงพอและสม่ำเสมอทั่วผู้ ด้านบนของผู้ควรทำเป็นฝาปิด-ปิดได้เพื่อใช้เปลี่ยนหลอดไฟในผู้จัดแสดง อาจต้องใช้ไฟ 2 ส่วน คือ ส่วนสเปคโกลท์ และส่วนไฟนีออน สายไฟควรเดินออกไปทางมุมหลังผู้ ที่เปิดไฟอาจติดอยู่ด้านบน ด้านข้างของผู้ หรือเดินสายไปยังแผงควบคุมหลักก็ได้

7. การป้องกันฝุ่นละออง ขอบกระจกผู้และฝาด้านบนที่ติดบานพับตลอดจนโครงสร้างทั้งหมดของผู้ ควรทำให้แน่นหนา เพื่อไม่ให้ฝุ่นละอองและแมลงเข้าไปในผู้ ควรมียาป้องกันและขับไล่แมลงไว้ในผู้ด้วย

8. การออกแบบผู้ สิ่งสำคัญที่ช่วยเสริมสร้างพิพธิภคณาให้ทันสมัยอย่างเห็นได้ชัด คือ ความสวยงามขององค์ประกอบในห้องแสดงนิทรรศการ ซึ่งประกอบด้วยขนาดของผู้ที่สัมพันธ์กับขนาดพื้นที่ การออกแบบผู้และรูปแบบการตกแต่งที่กลมกลืนกัน สามารถใช้งานได้ดี ง่ายต่อการรักษา และมีความเหมาะสม



ตัวอย่างแบบตู้แสดงแบบต่างๆ ในพิพิธภัณฑ์



ตู้หนังสือใช้กันห้องและเป็นตู้แสดงไปในตัวด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### เทคนิคอื่นๆเกี่ยวกับการจัดแสดง

ในการจัดนิทรรศการ ในพิพิธภัณฑ์ นอกจากปัญหาหลักสำคัญต่างๆแล้ว ยังมีปัญหาปลีกย่อยอื่นๆอีกหลายอย่าง เช่น การจัดทำองค์ประกอบในแต่ละตู้แสดงว่า วัตถุชิ้นใดควรตั้งอยู่บริเวณใด เรียงลำดับเรื่องราวอย่างไร ควรทำแท่นฐานที่รองรับอย่างไรจึงจะทำให้วัตถุดูเด่นและมองดูไม่จืดชืด ตู้แต่ละตู้ควรเป็นสีเดียวกันหรือควรจะใช้สีพื้นบ้าง การตกแต่งมากน้อยแค่ไหน ฯลฯ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัญหาสำคัญที่ภัณฑารักษ์จะต้องเตรียมการเอาไว้ให้พร้อม

เทคนิคเหล่านี้จำเป็นจะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญทางด้านกราฟิกเป็นผู้ช่วยจัดทำทั้งสิ้น เพราะเพียงแต่เรื่องเล็กๆ น้อยๆ หากไม่ระมัดระวังในเรื่องความละเอียดถี่ถ้วน อาจทำให้นิทรรศการดังกล่าวไม่เป็นที่น่าสนใจ การจัดนิทรรศการที่สมบูรณ์จึงต้องอาศัยความประณีตอย่างมาก เพราะความประณีตย่อมมีส่วนช่วยให้นิทรรศการนั้นๆมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และช่วยเพิ่มคุณค่าของนิทรรศการได้

ในการทำป้ายอักษรอธิบายตัวนิทรรศการ ปัจจุบันมีกรรมวิธีการผลิตงานกราฟิกหลายอย่าง เช่น การทำตัวอักษรบน พิมพ์ตัวอักษรบนแผ่นพลาสติก การทำตัวอักษรเรืองแสง การใช้จอภาพขนาดเล็กแสดงตัวหนังสือที่สามารถเคลื่อนไหวได้ การใช้จอมอนิเตอร์แบบสัมผัส เป็นต้น ซึ่งงานกราฟิกเหล่านี้จะช่วยดึงดูดความสนใจและเน้นเรื่องราวในการจัดแสดงนิทรรศการได้ดียิ่งขึ้น

นอกจากการจัดทำป้ายแล้ว การแสดงรูปถ่าย ภาพเคลื่อนไหวหรือภาพยนตร์ประกอบเรื่องราวจัดแสดง การทำอุปกรณ์ต่างๆประกอบการจัดแสดง การให้แสงแก่วัตถุ ฯลฯ ยังต้องอาศัยช่างเทคนิคผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆมาช่วยเหลือดำเนินการอีกด้วย

นอกจากการจัดแสดงแล้ว ยังมีงานระบบอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการจัดนิทรรศการด้วย เช่น การติดตั้งสัญญาณเตือนภัยต่างๆ การติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัย การติดตั้งระบบรักษาความปลอดภัย เป็นต้น ซึ่งจะต้องเตรียมการติดตั้งให้พร้อมก่อนที่จะเปิดห้องแสดงให้เข้าชม เนื่องจากวัตถุที่นำมาแสดงหลายๆชนิดเป็นวัตถุที่มีความสำคัญ การควบคุมรักษาความปลอดภัยจึงเป็นเรื่องสำคัญไม่น้อยไปกว่าเรื่องอื่นๆ

### การศึกษาค้นคว้าภายในพิพิธภัณฑ์

การศึกษาค้นคว้าภายในพิพิธภัณฑ์มีความสำคัญมากในการออกแบบ เพื่อความสะดวกสบายในการเดินชมงานแสดง แผนผังจัดผู้ชมก็สนใจ แต่ถ้าให้ผู้ชมต้องเดินชมงานแสดงอย่างวกไปวนมา จะทำให้เกิดอาการเหนื่อย ความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าของผู้ชม เป็นปัญหาใหญ่อีกอย่างหนึ่งในการจัดงานแสดง เพื่อแก้ไขปัญหานี้ให้ลดน้อยลงก็คือน่าจะจัดอาศักระบบไฟฟ้าช่วยให้มาก อังมื่ออาคารแสดงหลายๆอาคาร ห้องแสดงหลายๆ จึงมีความจำเป็นมาก ระบบไฟฟ้าจะต้องช่วยให้ผู้ชมมองเห็นงานแสดงในระยะไกลๆได้ เพื่อจะทำให้ผู้ชมไม่จำเป็นต้องเดินมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดต่อสื่อสารภายในพิพิธภัณฑ์มีด้วยกัน 3 กรณี คือ

1. การติดต่อทั่วไป (Public Circulation) เป็นการติดต่อสำหรับประชาชน โดยรวมทั้งนักเรียนและผู้เข้าชมทั่วไปด้วย
2. การติดต่อของส่วนบริการ (Service Circulation) เป็นการติดต่อสำหรับขนส่งวัสดุสิ่งของไปวางที่ที่ได้รับไปยังที่เก็บหรือที่จัดแสดง ตลอดจนการติดต่อบริการแก่หน่วยงานต่างๆของพิพิธภัณฑ์
3. การติดต่อของเจ้าหน้าที่ (Staff Circulation) เป็นการติดต่อสำหรับภัณฑารักษ์ เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหาร ชามรักษาการณ

### การติดต่อทั่วไป (Public Circulation)

Dr. Allan ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านพิพิธภัณฑ์ได้เขียนบทความเรื่องหน้าที่ของพิพิธภัณฑ์สถาน กล่าวถึงหน้าที่ที่มีต่อประชาชน และแบ่งกลุ่มของประชาชนผู้ชมออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. กลุ่มเด็กชั้นประถมปลาย อายุไม่เกิน 12 ปี
2. กลุ่มผู้ใหญ่หรือเด็ก หรือเด็กหนุ่มสาวทั่วไป ซึ่งไม่ได้มีความรู้เชี่ยวชาญในแขนงใดแขนงหนึ่งโดยเฉพาะ หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นประชาชนทั่วไปนั่นเอง

การจัด Public Circulation ควรจัดให้มีการติดต่อโดยเฉพาะสำหรับทางเข้าของประชาชน ซึ่งสามารถที่จะมองเห็นได้โดยง่าย และจัดเป็นทางเดียวสำหรับผู้เข้าชม โดยเฉพาะการสัญจรแบบเดินทางเดียว ผู้ชมต้องเดินตามทางที่กำหนดไว้ และไม่เดินสวนกลับออกมาได้ ซึ่งเป็นผลดีที่ผู้เข้าชมสามารถเข้าชมได้อย่างทั่วถึง และไม่เกิดความแออัด ในห้องแสดงงานเจ้าหน้าที่ของพิพิธภัณฑ์สามารถควบคุมผู้เข้าชมได้ง่าย ส่วนผลเสีย คือ จะทำให้ผู้ชมเกิดความเบื่อหน่าย ในการที่จะต้องเดินชมโดยตลอดเป็นเวลานาน (Museum Fatigue) และไม่สะดวกต่อผู้ชมที่ต้องการเจาะจง เลือกรชมอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งจะต้องเดินผ่านตลอด ดังนั้นการออกแบบจึงแก้ปัญหโดยการจัด Circulation Pattern ที่สะดวก คล่องแคล่ว โดยรอบ Interior Court of Tropic Subtropical Plats ผู้ชมซึ่งไม่ต้องการเดินชม ติดต่อไปโดยตลอด สามารถกลับออกมาจากห้องแสดงงานสู่ Circulation Pattern ที่จัดไว้ และสามารถเข้าสู่ห้องแสดงงานต่อไปได้ โดยวิธีนี้ผู้ชมสามารถอยู่นอกส่วนห้องแสดงงาน หรือสามารถเลือกรชมเฉพาะงานที่แสดงต่างๆ ตามที่มุ่งหมายไว้ได้โดยง่าย นอกจากนี้ยังเป็นการผ่อนคลายสายตา และความตึงเครียดของประสาท จากการที่ต้องเดินชมติดต่อกันเป็นระยะเวลาาน ซึ่งจะทำให้ผู้ชมเกิดความพลัดพลิน และได้รับการพักผ่อนอย่างเต็มที่ไปพร้อมๆกัน การแสดงงานของพิพิธภัณฑ์จะไม่ได้หมดเต็มทีถ้าหากจัด Circulation ให้จำเป็นต้องอ่านห้องแสดงทุกส่วนโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลอดระยะเวลาทั้งหมดของห้องแสดงที่จำเป็นต้องเดินผ่าน ซึ่งจะทำให้ผู้ชมเกิดความเบื่อหน่ายเมื่อขลุ่ยแล้ว การแสดงงานครั้งนี้ก็จะไม่ได้ผลเท่าที่ควร

สิ่งสำคัญอีกอย่างคือ จุดจบของการเดินชมนิทรรศการ (Dead Ends) ซึ่งถ้าหากไม่ได้จัดให้มีการติดต่อสัมพันธ์กันแล้ว จะทำให้ผู้เข้าชมงานทั้งหมดต้องมาอยู่รวมกันอย่างหนาแน่น ซึ่งจะทำให้เกิดความสับสนวุ่นวาย ในกรณีนี้แก้ปัญหาโดยการจัดให้มีเส้นทางโดยตรง (Direct Return Route) เพื่อสามารถให้ผู้ชมกลับออกไปได้ทันที เมื่อไม่ต้องการชมสิ่งแสดงต่อไป

#### การติดต่อของส่วนบริการ (Service Circulation)

จัดให้มีทั้งทางแนวคืบและทางแนวระดับของส่วนบริการ อันได้แก่ การขนส่ง ทางเข้าควรจัดเตรียมไว้ในด้านข้างหรือด้านหลังของอาคาร เพื่อไม่ให้สับสนปะปน วุ่นวายกับประชาชนทั่วไป และสามารถนำไปสู่ห้องแสดง ห้องประกอบ หรือห้องเก็บของได้โดยสะดวก ถ้าหากเป็นอาคารหลายชั้น ก็ควรให้มีลิฟต์ช่วยผ่อนแรง และจะให้ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายจากแผนกซ่อมถึงส่วนแสดงงาน โดยง่าย

#### การติดต่อของเจ้าหน้าที่ (Staff Circulation)

ทางเข้าสำหรับฝ่ายบริหาร จัดให้มีทางเข้าโดยเฉพาะแยกจากทางเข้าใหญ่โดยเด็ดขาด สำหรับผู้บริหารสามารถที่จะติดต่อได้อย่างสะดวกระหว่างทางเข้ากับแผนกซ่อมแซม ออกแบบ และส่วนเก็บของสิ่งแสดง เพื่อการติดต่อได้โดยง่ายในการควบคุมดูแล สำหรับทางเข้าของส่วนบริหาร ถ้าหากเป็นพิพิธภัณฑ์ขนาดเล็กก็อาจจัดให้มีทางเข้าของส่วนบริหาร รวมกับทางเข้าใหญ่ได้

**การใช้สัญลักษณ์ภายในอาคาร**

เนื่องจากในอาคารพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์นี้ มีองค์ประกอบต่างๆอยู่มากมาย ดังนั้น เพื่อความสะดวกแก่ผู้มาใช้อาคาร จึงจำเป็นต้องมีป้ายสัญลักษณ์ เพื่อนำทางไม่ให้เกิดความสับสน

สัญลักษณ์ คือ ภาษาภาพที่ทำหน้าที่แทนการอธิบาย หรือ ประโยคที่ช่วยขจัดปัญหาในการเข้าใจผิดอันเกี่ยวกับความหมายของภาษา สามารถแบ่งออกได้อย่างกว้างๆ เป็น 2 ลักษณะคือ

1. แบบรูปธรรม (Pictural) เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงภาพของสิ่งที่สัมผัสได้ด้วยตา เช่น สัญลักษณ์โทรศัพท์ ไปรษณีย์ เป็นต้น
2. เครื่องหมายแบบนามธรรม (Abstract) ได้แก่ ความหมายของอาการต่างๆที่ออกมาเป็นสัญลักษณ์แทนความรู้สึก หรืออาการนั้นๆ เช่น เย็น ร้อน พลัง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หลักเกณฑ์ของสัญลักษณ์สาธารณะที่ดี

ในการใช้สัญลักษณ์ในแง่ของการบริการสาธารณะนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของผู้ที่มาสื่อความหมายสัญลักษณ์นั้น ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งการศึกษา ความสนใจ วัย ดังนั้นป้ายสัญลักษณ์จึงควรมีลักษณะดังนี้

1. ความหมายสัญลักษณ์ ควรมีความหมายที่สามารถทำให้เข้าใจได้ทันทีโดยไม่ต้องแปลอีก
2. มีลักษณะตรงไปตรงมา เรียบง่ายที่สุด
3. มีรูปทรงที่เข้าใจง่าย และง่ายต่อการจดจำ
4. มีเอกลักษณ์ที่มีความหมายแยกออกจากสัญลักษณ์ที่มีความหมายต่างกันในทุกเคส

## ความสำคัญของสัญลักษณ์สาธารณะ

1. ทำหน้าที่นำทาง บอกสถานที่ ที่ตั้ง โดยใช้ภาษาภาพเป็นสื่อให้คนเข้าใจ
2. เป็นส่วนช่วยเสริมให้ความสวยงามแก่สถานที่
3. เป็นส่วนช่วยยกระดับสนิมหรือสุนทรียภาพของเยาวชนให้ดีขึ้น
4. สร้างความสนใจและดึงดูดให้มีผู้มาใช้บริการมากขึ้น

## 2.6 เรื่องราวที่จัดแสดง

### 2.6.1 หัวเรื่องนิทรรศการ

#### 1. Intro Exhibition องค์ประกอบต่างๆในเอกภพ

##### 1.1 การเกิดของเอกภพ

##### 1.2 ระบบต่างๆในอวกาศ

##### 1.3.1 ความหมายของกาแล็กซี่

##### 1.3.2 กาแล็กซี่ทางช้างเผือก

##### 1.3.3 การค้นพบกาแล็กซี่อื่นๆ

##### 1.4 การเกิดของระบบสุริยะ

#### 2. วิวัฒนาการของโคมและตึ่มมีชีวิต

##### 2.1 การกำเนิดของโลก

##### 2.1.1 การกำเนิดของโลก

##### 2.1.2 วิวัฒนาการของโลกในยุคแรก

##### 2.1.3 การกำเนิดของตึ่มมีชีวิต

##### 2.2 วิวัฒนาการของตึ่มมีชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.2.1 วิวัฒนาการของพืชจากอดีต – ปัจจุบัน
- 2.2.2 โครงสร้างของพืช
- 2.2.3 การแบ่งประเภทของพืช
- 2.2.4 วิวัฒนาการของสัตว์จากอดีต – ปัจจุบัน
- 2.2.5 ซुकต่างๆของสัตว์
- 2.2.6 การแบ่งประเภทของสัตว์
- 2.2.7 การเกิดของมนุษย์ และวิวัฒนาการ
- 2.2.8 ระบบในร่างกาย
- 2.2.9 พันธุกรรม

### 3. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

#### 3.1 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

- 3.1.1 ประวัตินักวิทยาศาสตร์และการคิดค้น
- 3.1.2 พลังงาน
- 3.1.3 กลิ่น
- 3.1.4 เสียง
- 3.1.5 แสง
- 3.1.6 ไฟฟ้า แม่เหล็ก
- 3.1.7 การเคลื่อนที่
- 3.1.8 ดาว และดาวเคมี
- 3.1.9 โครงสร้างอะตอม

#### 3.2 วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีรอบๆตัว

- 3.2.1 วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน
- 3.2.2 การคมนาคมขนส่งและการสื่อสาร
- 3.2.3 เทคโนโลยีชีวภาพ
- 3.2.4 นาโนเทคโนโลยี
- 3.2.5 วิทยาศาสตร์การแพทย์
- 3.2.6 เทคโนโลยีในอนาคต

#### 3.3 วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

- 3.3.1 ระบบนิเวศ
- 3.3.2 การใช้พลังงานของมนุษย์ในปัจจุบัน
- 3.3.3 มลพิษและปัญหาที่เกิดขึ้น
- 3.3.4 ภาวะโลกร้อน
- 3.3.5 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
- 3.3.6 พลังงานทดแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6.2 พื้นที่การจัดและรายละเอียดกิจกรรมการ

หัวข้อเรื่อง	วัตถุแสดง		วิธีการแสดง									พื้นที่ (คร.ม.)	เวลาใน การชม
	2 มิติ	3 มิติ	การทดลอง กิจกรรม	รูปภาพ จำลอง	จำลอง ปรากฏ	จอภาพ LCD	จอภาพ ระบบสัมผัส	Projector	โรงภาพ ทัศน์	Effect ประกอบ	อุปกรณ์ Interactive		
<b>1. วิวัฒนาการของโลกและสิ่งมีชีวิต</b>													
1.1 การกำเนิดของโลก													
1.1.1 การกำเนิดของโลก	X	X				X						200	2 นาที
1.1.2 วิวัฒนาการของโลกในยุคแรก	X	X				X							2 นาที
1.1.3 การกำเนิดของสิ่งมีชีวิต	X					X							40
รวม													6 นาที
1.2 วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	X	X											
1.2.1 วิวัฒนาการของพืชจากอดีต- ปัจจุบัน		X			X	X				X		200	3 นาที
1.2.2 โครงสร้างของพืช	X	X			X					X		50	2 นาที
1.2.3 การแบ่งประเภทของพืช	X				X							150	3 นาที
1.2.4 วิวัฒนาการของสัตว์จากอดีต-ปัจจุบัน	X					X						20	5 นาที
1.2.5 สัตว์ต่างๆของสัตว์		X	X		X					X		200	3 นาที
1.2.6 การแบ่งประเภทของสัตว์	X	X	X							X		150	3 นาที
1.2.7 การเกิดของมนุษย์ และวิวัฒนาการ	X	X							X			200	3 นาที
1.2.8 ระบบในร่างกาย	X	X									X	100	3 นาที
1.2.9 พันธุกรรม	X	X				X	X						
รวม													25 นาที
<b>2. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</b>													
2.1 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน *													
2.1.1 ประวัตินักวิทยาศาสตร์และการคิดค้น	X					X						80	3 นาที
2.1.2 พลังงาน	X									X	X	80	2 นาที
2.1.3 คลื่น	X						X					50	3 นาที
2.1.4 เสียง	X		X				X					100	1 นาที

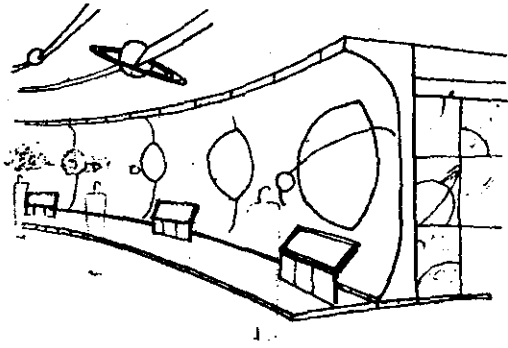
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 แสง	X		X					X					X	150	1 นาที	
2.1.6 ไฟฟ้า แม่เหล็ก	X		X											200	2 นาที	
2.1.7 การเคลื่อนที่	X		X			X									3 นาที	
2.1.8 สสาร และสารเคมี	X		X			X								30	1 นาที	
2.1.9 โครงสร้างอะตอม	X	X						X					X	100	5 นาที	
รวม															21 นาที	
หัวข้อเรื่อง	วัตถุประสงค์			วิธีการแสดง									พื้นที่ (ตร.ม.)	เวลาใน การชม		
	๑	๒	๓	๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙			๑๐	
2.2 วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีรอบๆตัว																
2.2.1 วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน	X	X												100	2 นาที	
2.2.2 การคมนาคมขนส่งและการสื่อสาร	X	X	X		X								X	170	2 นาที	
2.2.3 เทคโนโลยีชีวภาพ	X	X		X										150	1 นาที	
2.2.4 นาโนเทคโนโลยี	X	X		X				X						150	2 นาที	
2.2.5 วิทยาศาสตร์การแพทย์	X	X						X						80	1 นาที	
2.2.6 เทคโนโลยีในอนาคต	X		X		X									200	3 นาที	
รวม															11 นาที	
2.3 วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม																
2.3.1 ระบบนิเวศ		X		X										400	2 นาที	
2.3.2 การใช้พลังงานของมนุษย์ในปัจจุบัน	X	X		X									X	70	1 นาที	
2.3.3 มลพิษต่างๆและปัญหาที่เกิดขึ้น		X						X					X	100	2 นาที	
2.3.4 ภาวะโลกร้อน	X	X						X	X		X			300	8 นาที	
2.3.5 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	X							X			X			50	1 นาที	
2.3.6 พลังงานทดแทน	X	X		X									X	X	50	1 นาที
รวม															15 นาที	
รวมเวลาทั้งหมด														3960	78 นาที	

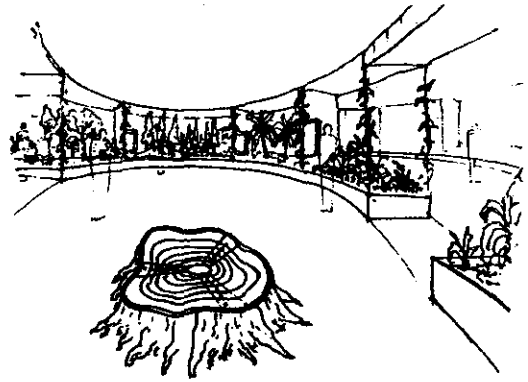
\* นิทรรศการหมวดวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มีส่วน WORKSHOP วิทยาศาสตร์ 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. การกำเนิดโลก



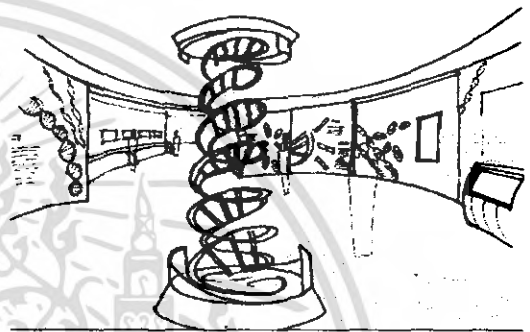
## 2. วิวัฒนาการสิ่งมีชีวิต



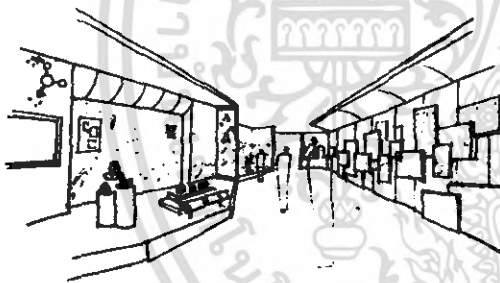
## 3. วิวัฒนาการมนุษย์



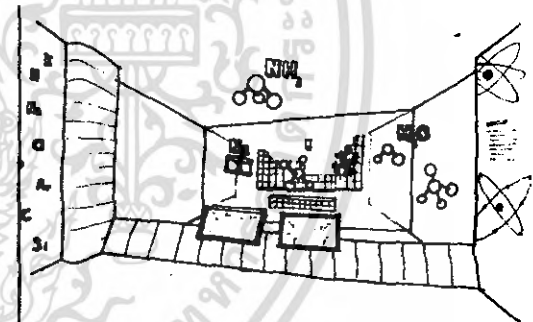
## 4. ระบบในร่างกาย



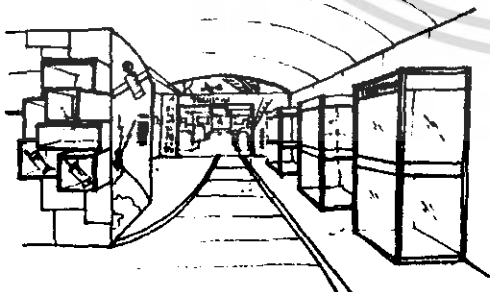
## 5. ประวัตินักวิทยาศาสตร์



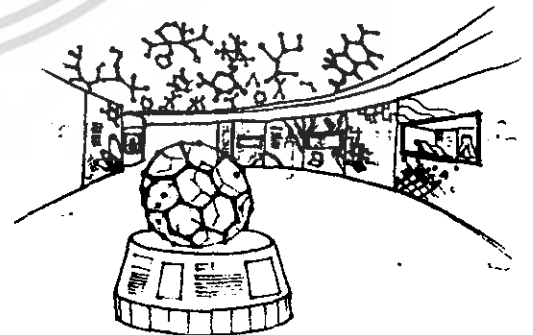
## 6. วิทยาศาสตร์พื้นฐาน



## 7. การคมนาคมขนส่งและการสื่อสาร

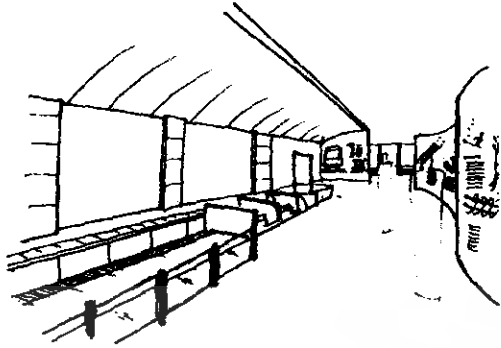


## 8. นาโนเทคโนโลยี

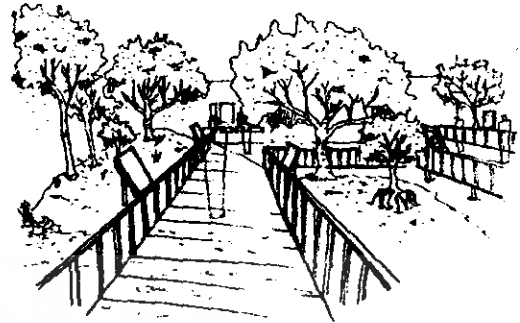


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

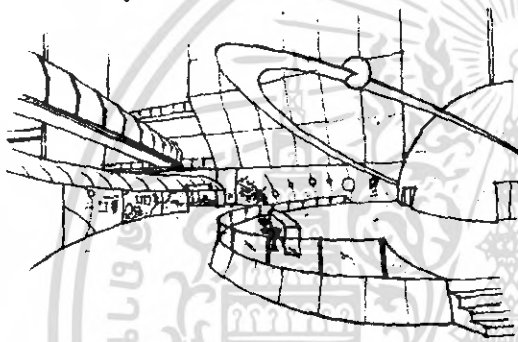
### 9.เทคโนโลยีในอนาคค



### 10.ระบบนิเวศ



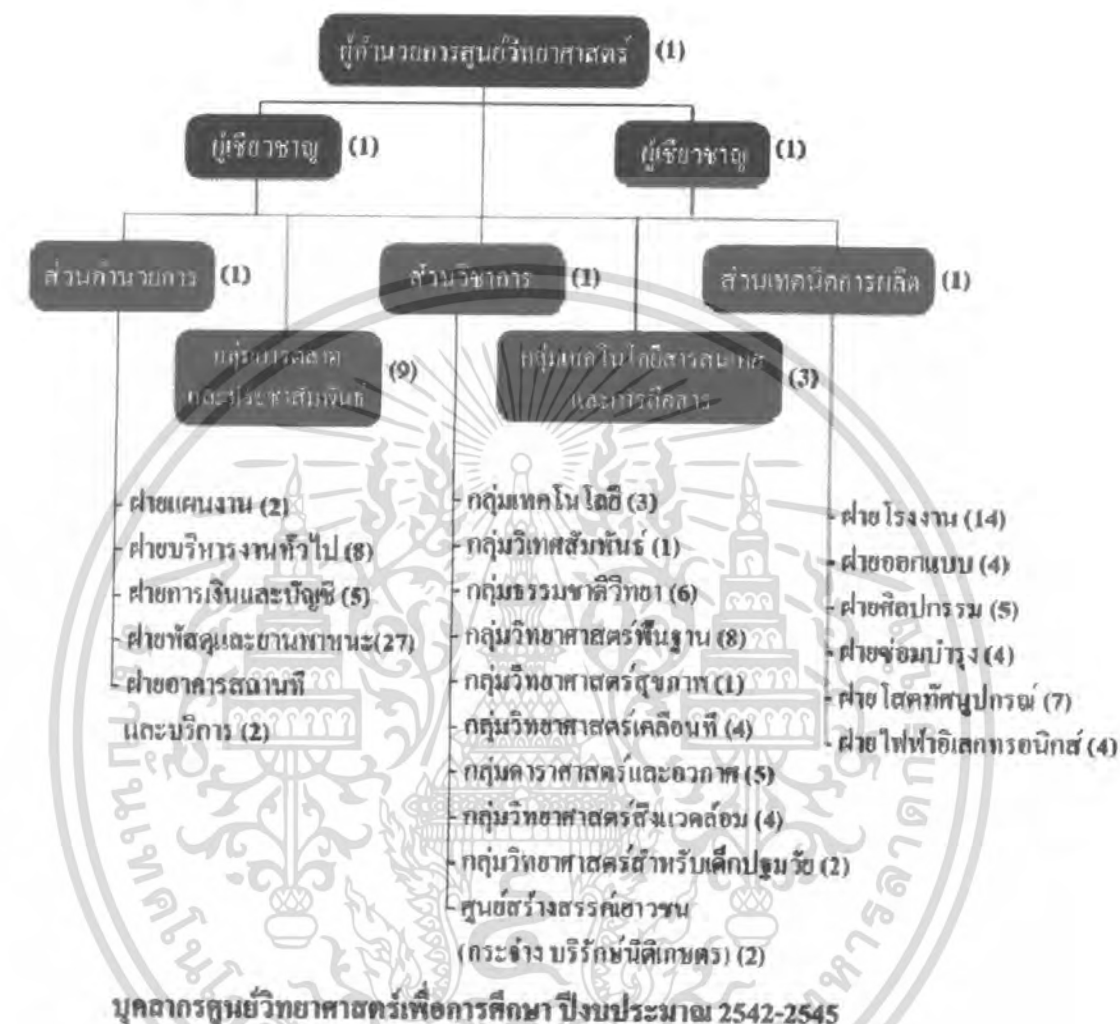
### 11.การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 สายการบริหารและอัตราค่าจ้าง

แผนผังโครงสร้างบุคลากรศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา รวมจำนวนบุคลากรทั้งข้าราชการ และลูกจ้างประจำทั้งหมด จำนวน 133 คน



บุคลากร	พ.ศ. 2542 (คน)	พ.ศ. 2543 (คน)	พ.ศ. 2544 (คน)	พ.ศ. 2545 (คน)
1. ข้าราชการ	92	86	84	79
2. ลูกจ้างประจำ	56	55	55	53
3. ลูกจ้างชั่วคราว	5	5	5	6
4. วิทยากรนำชม	15	15	15	15
รวมบุคลากรปฏิบัติงาน	168	161	159	153

จากตารางสรุปได้ว่า

1. จำนวนข้าราชการมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในระยะ 4 ปีติดต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จำนวนลูกจ้างประจำมีแนวโน้มคงที่ต่อเนื่องในระยะ 4 ปีติดต่อกัน
3. จำนวนลูกจ้างชั่วคราวและวิทยากรนำชมมีความคงที่ต่อเนื่องในระยะ 4 ปีติดต่อกัน
4. ในปี 2545 บุคลากรส่วนใหญ่ของศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เป็นข้าราชการ คิดเป็นอัตราร้อยละ 51.63 มีลูกจ้างประจำ ร้อยละ 34.64 บุคลากรอัตราจ้าง ร้อยละ 13.72

#### บุคลากรด้านรักษาความปลอดภัยและทำความสะอาดจากภาคเอกชน

บุคลากร	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2544	พ.ศ. 2545	บริษัทเอกชน
1. เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย	20	18	18	22	- บริษัทเจ็ดเพชรหนึ่ง 2542 - องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก 2543-2545
2. พนักงานทำความสะอาด	20	22	22	22	- บริษัทชาติยา จำกัด 2542 - ห้างหุ้นส่วนจำกัด เฮลเวีย คตินิ่ง 2543-2544 - บริษัทโปรแคร์สเปเชียลตี้ จำกัด 2545
รวมบุคลากรภาคเอกชน	40	40	40	44	

#### ระดับอายุบุคลากรของศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา ในปีพ.ศ. 2545

บุคลากร	20-30 ปี	31-40 ปี	41-50 ปี	51-60 ปี	รวม (คน)
1. ข้าราชการ	3	15	35	27	79
2. ลูกจ้างประจำ	-	12	23	18	53
3. ลูกจ้างชั่วคราว	6	-	-	-	6
4. วิทยากรนำชม	15	-	-	-	15
รวม	24	26	58	45	153

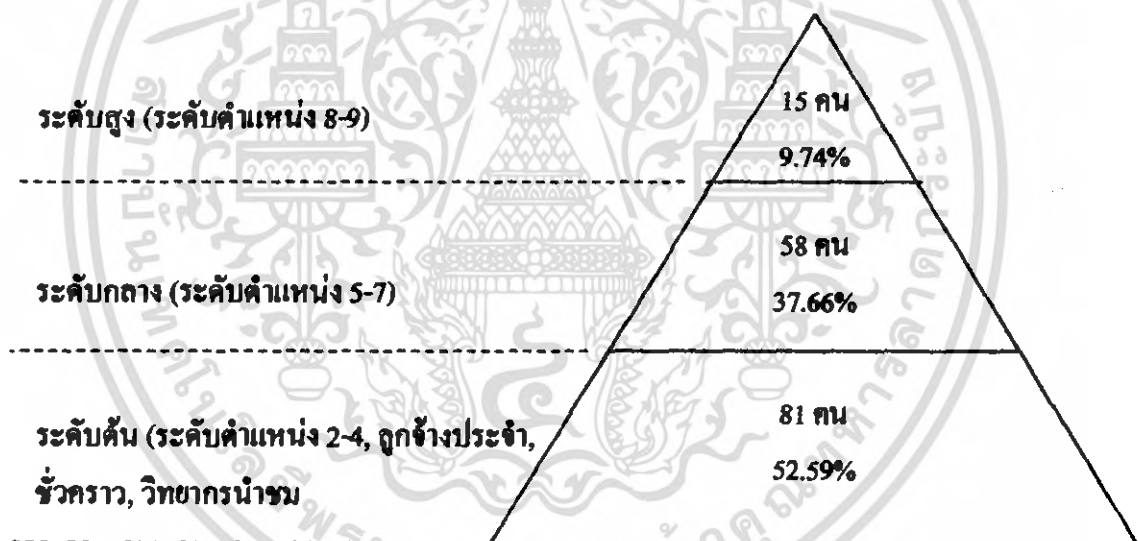
#### ข้อสรุป

1. บุคลากรศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาโดยเฉลี่ย มีอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นอัตราร้อยละ 37.90 รองลงมาคือ อายุระหว่าง 51-60 ปี ร้อยละ 29.41 และระดับต่ำกว่า 40 ปี เป็นร้อยละ 36.27
2. บุคลากรศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาประเภทข้าราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.1 ข้าราชการ โดยเฉลี่ยมีอายุระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นอัตราร้อยละ 22.87 ของจำนวนบุคลากรทั้งหมด และคิดเป็นอัตราร้อยละ 44.30 ของกลุ่มข้าราชการ
- 2.2 ข้าราชการที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป มีจำนวนคิดเป็นอัตราร้อยละ 40.52 ของจำนวนบุคลากรทั้งหมด และคิดเป็นร้อยละ 78.48 ของกลุ่มข้าราชการ
3. บุคลากรศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาประเภทลูกจ้างประจำ
  - 3.1 ลูกจ้างประจำ โดยเฉลี่ยมีอายุอยู่ระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นอัตราร้อยละ 15.03 ของจำนวนบุคลากรทั้งหมด และคิดเป็นอัตราร้อยละ 43.39 ของกลุ่มลูกจ้างประจำ
  - 3.2 ลูกจ้างประจำที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป มีจำนวนคิดเป็นอัตราร้อยละ 26.79 ของจำนวนบุคลากรทั้งหมด และคิดเป็นร้อยละ 77.35 ของกลุ่มลูกจ้างประจำ

ระดับตำแหน่งของบุคลากรศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา ในปีพ.ศ. 2545 จำนวนบุคลากรรวม 154 คน จำแนกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับสูง ระดับกลาง และระดับต้น มีโครงสร้างดังนี้



ข้อสรุป ประมาณครึ่งหนึ่งของบุคลากรศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เป็นบุคลากรระดับต้น ได้แก่ ลูกจ้างประจำ และอัตราจ้างรายปี คือ ลูกจ้างชั่วคราว และวิทยากรนำชม คิดเป็นอัตราร้อยละ 52.59 มีบุคลากรระดับกลาง ร้อยละ 37.66 และบุคลากรระดับสูง ร้อยละ 9.74

**บุคลากรศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กลุ่มข้าราชการอำนาจตามโครงสร้าง  
องค์กรและระดับตำแหน่ง**

กลุ่มข้าราชการ อำนาจตาม ส่วนต่างๆ	ระดับ 2-4	ระดับ 5-7	ระดับ 8-9	รวม (คน)
1. ส่วนอำนวยการฯ	-	19	2	21
2. ส่วนเทคนิคการผลิต	6	22	1	28
3. ส่วนวิชาการ	-	17	12	27
<b>รวม</b>	<b>6</b>	<b>58</b>	<b>15</b>	<b>79</b>

**ข้อสรุป**

1. ข้าราชการส่วนใหญ่อยู่ในระดับตำแหน่ง 5-7 คิดเป็นร้อยละ 73.42 ของกลุ่มข้าราชการ
2. ข้าราชการระดับสูงตำแหน่ง 8-9 มีจำนวนมากกว่าข้าราชการระดับต้นตำแหน่ง 2-4 โดยคิดเป็นร้อยละ 18.99 และร้อยละ 7.59 ตามลำดับ

**ระดับวุฒิการศึกษาของบุคลากรศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา ในปี พ.ศ.2545**

วุฒิการศึกษา ของบุคลากร	ป.4	ป.7	ม.ศ. 3	ม.ศ. 5	ม.ศ. 6	ปวช.	ปวท.	ปวส.	ป.ตรี	ป.โท	ป.เอก	รวม
ข้าราชการ			1			4		5	53	15	1	79
ลูกจ้างประจำ	15	7	11	1	6	4	1	1	7			53
ลูกจ้าง ชั่วคราว						3		2	1			6
วิทยากรนำชม								3	12			15
<b>รวม</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>73</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>153</b>

**ข้อสรุป**

1. ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อศึกษามีบุคลากรที่มีการศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47.71 ของบุคลากรทั้งหมด รองลงมาคือ ประถมศึกษาปีที่ 4 และระดับปริญญาโท มีจำนวนเท่ากันคือ ร้อยละ 9.80
2. ข้าราชการส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 92.40 ของกลุ่มข้าราชการ
3. ลูกจ้างประจำส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาระดับประถมศึกษาปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 28.30 ของกลุ่มลูกจ้างประจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สำหรับอัตราจ้างรายปี มีการกำหนดระดับการศึกษาเป็นคุณสมบัติเบื้องต้น คือ ถูกจ้างชั่วคราวและวิทยากรนำชม วุฒิปวศ. และวุฒิปริญญาตรี

พื้นฐานการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของบุคลากรระดับผู้บริหารและนักวิชาการศูนย์  
วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา แยกตามสายวิชาการของวุฒิการศึกษา

ผู้บริหารและนักวิชาการ (ระดับปริญญาตรี/โท/เอก) รวม 30 คน			
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ / คณิตศาสตร์	จำนวน (คน)	สาขาวิชาสังคมศาสตร์ และ เทคโนโลยีการศึกษา	จำนวน (คน)
1. วิทยาศาสตร์	2	1. การศึกษาผู้ใหญ่	1
2. ฟิสิกส์	3	2. วัฒนธรรมศึกษา	1
3. เคมี	4	3. ประวัติศาสตร์	1
4. ชีววิทยา	1	4. เทคโนโลยีทางการศึกษา	1
5. ธรณีวิทยา	1	5. รัฐศาสตร์	1
6. คณิตศาสตร์	3	6. เศรษฐศาสตร์	1
7. วิทยาศาสตร์ศึกษา	1	7. โภชนวิทยา	1
8. สัตววิทยา	1	8. บรรณารักษ์	1
9. พฤษศาสตร์	1	9. ภาษาไทย	1
10. การพลังงาน	1	10. บริหารการศึกษา	1
11. สิ่งแวดล้อม	1		
12. ครุศาสตร์อุตสาหกรรม	2		
<b>รวมนักวิชาการสายวิทย์</b>	<b>21</b>	<b>รวมนักวิชาการสายสังคม</b>	<b>10</b>

ข้อสรุป สัดส่วนจำนวนบุคลากร ที่มีพื้นฐานการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ : ด้านสังคมศาสตร์ คิดเป็น  
21: 10 หรือ 1: 0.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### พฤติกรรมและพื้นที่ที่ต้องการ

#### 3.1 พฤติกรรม

##### 3.1.1 พฤติกรรมผู้รับบริการ

ตารางที่ 3.1 สถิติจำนวนผู้ใช้ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา และท้องฟ้าจำลองกรุงเทพ

ปี	นิทรรศการศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา			ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพ		
	เด็ก (คน)	ผู้ใหญ่ (คน)	รวม (คน)	เด็ก (คน)	ผู้ใหญ่ (คน)	รวม (คน)
2522	209447	40570	250017	99930	18558	1184488
2523	274798	53732	328530	194182	34773	228955
2524	191517	42160	233677	159840	40189	200029
2525	241273	70539	311812	195467	56468	251935
2526	178013	400086	218099	165354	43458	208812
2527	253617	44503	298120	166312	48318	214630
2528	232520	69545	302065	174109	57447	231556
2529	267385	62243	329628	198641	62955	261596
2530	267385	47645	3155030	132279	37940	170219
2531	332506	19676	352182	132898	30711	163609
2532	252774	68344	321118	123168	32979	156147
2533	220280	29888	250168	145339	31660	176999
2534	207267	57678	264945	111564	33502	145066
2535	152739	41490	194229	54860	26546	81406
2536	145705	34939	180644	134646	34075	168721
2537	280461	67368	347829	273624	82409	356033
2538	189878	59227	249105	172497	60727	233224
2539	137750	61223	198973	110405	41430	151835
2540	164064	56236	220296	101252	41430	142682
2541	98341	35366	133707	79786	38087	117873
2542	138104	56826	194930	121211	62907	184118
2543	146008	81151	227159	117639	60193	177832
2544	126108	50331	176439	134241	46207	180448
ปี	นิทรรศการศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา			ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการดำเนินงานเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่หรือใช้ข้อมูลในเอกสารนี้ในทางอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	เด็ก	ผู้ใหญ่	รวม	เด็ก	ผู้ใหญ่	รวม
2545	129958	44060	174018	33636	20163	53799
2546	174966	48337	223303	93687	34183	127870
2547	259755	69337	329092	181522	56223	237745
2548	176141	46375	222516	159275	53868	213143
รวม	5448756	1398875	6847631	3767364	1187406	4954770

จากตาราง 3.1 ในปี 2548 สามารถสรุปจำนวนผู้เข้าใช้ค่อวัน ได้ดังนี้

- นิทรรศการศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เฉลี่ยมีผู้เข้าชมค่อวัน 610 คน แบ่งเป็น เด็ก 483 คน และผู้ใหญ่ 127 คน
- ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพ เฉลี่ยมีผู้เข้าชมค่อวัน 584 คน แบ่งเป็นเด็ก 436 คน และผู้ใหญ่ 148 คน

พิพิธภัณฑ์หลายแห่งได้ดำเนินการจัดนิทรรศการตามกลุ่มประชาชนออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ 3 กลุ่ม โดยอาศัยความรู้และระดับของผู้ชม ออกเป็น

กลุ่มที่ 1 สำหรับเด็กอายุประมาณ 12 ปี เน้นให้ลักษณะห้องแสดงคามความนึกคิดของเด็ก โลกของความคิดค้นค้นมหัศจรรย์ โดยคำนึงถึงจิตวิทยาทางการศึกษาของเด็กเป็นหลักสำคัญ

กลุ่มที่ 2 สำหรับผู้ชมทั่วไป ซึ่งไม่มีความรู้เป็นพิเศษที่เชี่ยวชาญโดยเฉพาะ ต้องใช้อุปกรณ์ประกอบเรื่องการจัดแสดงที่เชื่อมโยงข้อเท็จจริง เพื่อโน้มน้าวให้ผู้ชมได้เห็นคุณค่า มีการใช้สื่อเพื่อดึงดูดความสนใจและวิธีการจัดเป็นแบบคิดปะ และบางครั้งต้องใช้เสียงช่วย คำบรรยายบนแผ่นป้าย ต้องมีข้อความที่น่าสนใจ วัตถุต้องถูกต้องตามความเป็นจริงและสัมพันธ์กับผู้ครุภัณฑ์ต่างๆ

กลุ่มที่ 3 สำหรับผู้เข้าชมที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ มีความรู้ทั้งทางทฤษฎีและการปฏิบัติ ทั้งมีความรู้เฉพาะวิชาเป็นพิเศษ ผู้ชมประเภทนี้สนใจในการวิเคราะห์เนื้อหาของวัตถุอย่างละเอียด ต้องการดูวัตถุมากๆ เพื่อประกอบการศึกษาของผู้ชมกลุ่มนี้ ผู้ชมประเภทนี้ไม่ต้องการการจัดแสดงแบบคิดปะ เพราะต้องการดูวัตถุและเรื่องราวมากกว่าผลการตีความและคำบรรยายในห้องแสดง และพร้อมที่จะทักท้วงโน้มน้าวเจ้าหน้าที่ให้คล้อยตามความคิดเห็นของผู้ชมกลุ่มนี้ การจัดควรเน้นหนักเรื่องระเบียบและการเปรียบเทียบวัตถุเป็นหลักสำคัญ

จากพฤติกรรมการใช้บริการสามารถแบ่งกลุ่มคนเข้าใช้บริการ ได้เป็นประเภทต่างๆกัน ดังนี้

### 1. แบ่งกลุ่มตามพฤติกรรมการเข้าใช้

จากการวิเคราะห์ตารางสถิติผู้เข้าใช้บริการ พบว่ากลุ่มคนที่เข้าใช้บริการภายในศูนย์ส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มคนใน 2 กลุ่มแรก คือ เด็กอายุประมาณ 12 ปี และผู้ชมทั่วไป ดังนั้นจึงสามารถสรุปประเภทของผู้เข้าใช้บริการทั้งหมดได้ 6 ประเภท คือ

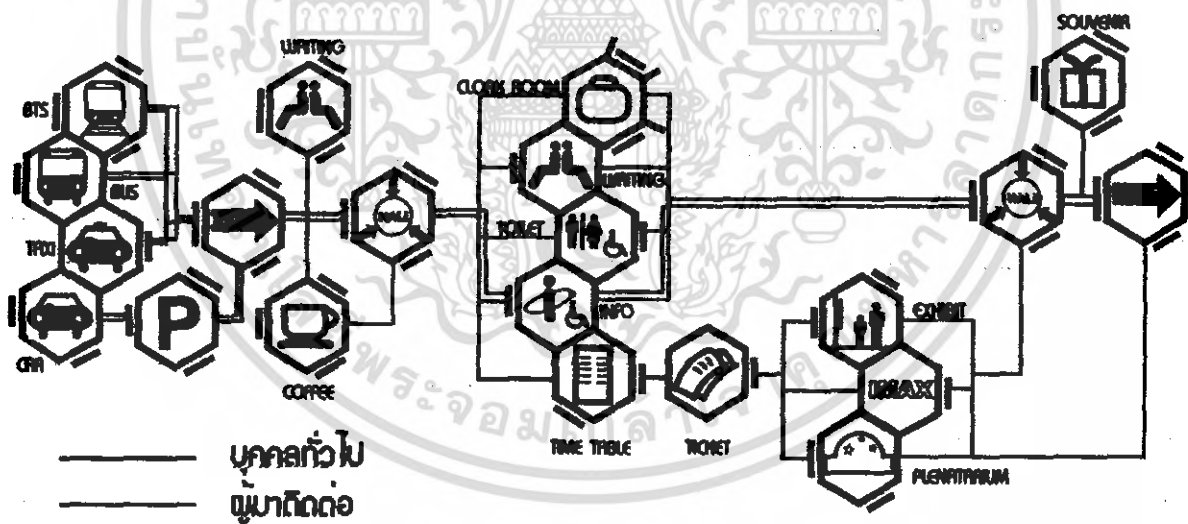
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ประชาชนทั่วไป นิยมเข้ามาในวันหยุดสุดสัปดาห์ หรือวันหยุดงาน ส่วนใหญ่ผู้ชมกลุ่มนี้จะไม่ค่อยให้ความสนใจกับเนื้อหาที่จัดแสดงมากนัก จุดประสงค์ของคนกลุ่มนี้เพื่อเข้ามาชมพิพิธภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่ น่าสนใจหรือไม่เคยพบเห็นมาก่อน โคนสรุปแล้วกลุ่มนี้จะสนใจในเรื่องของเทคนิคการจัดแสดงบรรยากาศภายในพิพิธภัณฑ์และวัตถุจัดแสดงมากกว่า

2. นักท่องเที่ยว เป็นกลุ่มคนที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มแรก แต่ส่วนใหญ่แล้วนักท่องเที่ยวจะมาชมพิพิธภัณฑ์ในลักษณะเป็นหมู่คณะ จุดประสงค์ในการเข้าชมนอกจากเพื่อความเพลิดเพลินแล้วยังเพื่อมาศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม แต่จะไม่เฉพาะเจาะจงกับเนื้อหาจัดแสดงมากเท่ากับกลุ่มนักเรียน นักศึกษา หรือกลุ่มนักวิชาการ

3. นักเรียนนักศึกษา ผู้เข้าชมประเภทนี้มักจะมาเป็นหมู่คณะจำนวนมาก และมีความต้องการการบริการมากกว่าผู้ชมกลุ่มอื่นๆ เช่น วิทยากรนำชม เป็นต้น กลุ่มผู้ชมกลุ่มนี้มีจุดประสงค์เพื่อเข้ามาศึกษาหาความรู้ในเรื่องราวต่างๆที่จัดแสดงอย่างละเอียด การจัดการแสดงที่มีการบรรยายทางวิชาการ จะเป็นประโยชน์มากสำหรับผู้ชมกลุ่มนี้

4. นักวิชาการ เป็นผู้ชมที่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเนื้อหาการจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์เป็นอย่างดี จุดประสงค์ในการเข้าใช้พิพิธภัณฑ์ คือ เพื่อเข้ามาทำการศึกษาวิจัยหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องที่ตนเองศึกษาอยู่ กลุ่มนี้จะสนใจเฉพาะเนื้อหาของการจัดแสดงเท่านั้น ไม่สนใจในเรื่องของลักษณะการจัด หรือบรรยากาศของพิพิธภัณฑ์



5. ผู้มาติดต่อ เป็นกลุ่มผู้ใช้ที่ไม่ได้เน้นการเข้าชมนิทรรศการ แต่เข้ามาเพื่อติดต่อกับทางศูนย์ฯ ในเรื่องต่างๆ เช่น การจองการเข้าชมเป็นหมู่คณะ การขอเข้าใช้สถานที่ การขอข้อมูลกับทางศูนย์ฯ เป็นต้น ซึ่งคนกลุ่มนี้จะเข้ามาติดต่อกับทางส่วนประชาสัมพันธ์ของพิพิธภัณฑ์ก่อน

6. ผู้เข้าใช้กิจกรรมพิเศษของศูนย์ฯ เป็นกลุ่มคนที่เข้ามาใช้บริการเมื่อมีกิจกรรมต่างๆที่ศูนย์ฯ จัดขึ้น เช่น กิจกรรมวันวิทยาศาสตร์ ค่ายวิทยาศาสตร์ การจัดการประกวดแข่งขันสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น กลุ่มคนกลุ่มนี้มีจุดประสงค์ในการมาร่วมกิจกรรมของทาง

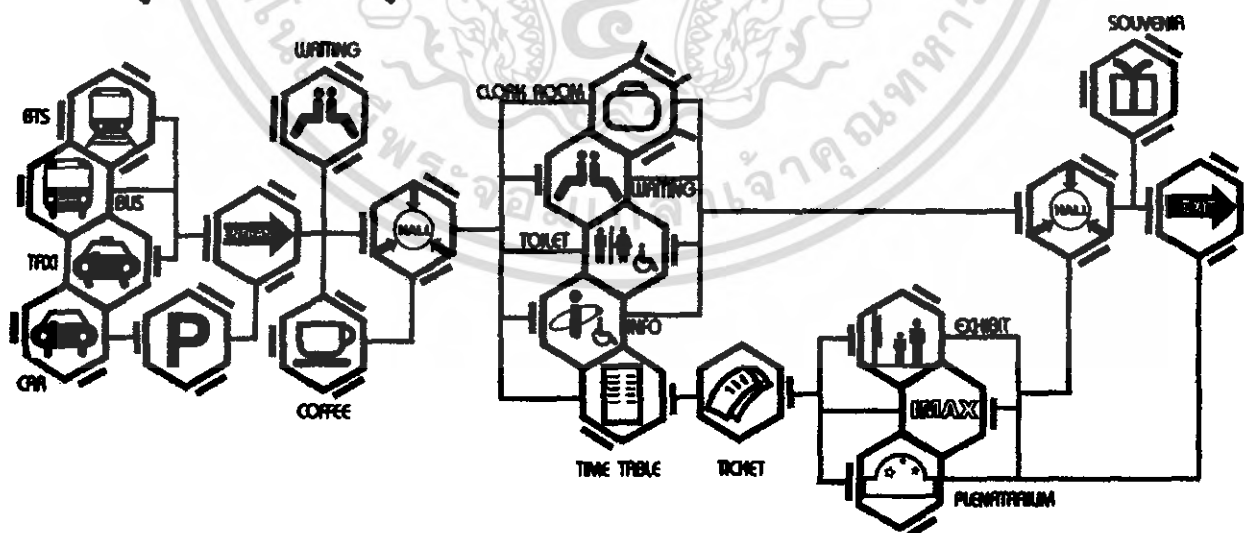
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์ซึ่งถ้าหากมีการจัดงานภายในตัวอาคาร อาจจะมีทางเข้าเฉพาะ โดยไม่ต้องผ่านเข้าตัวนิทรรศการ  
ถาวรภายในอาคาร

## 2. แบ่งกลุ่มตามจำนวนคน

### 2.1 ผู้เข้าชมกลุ่มเล็ก ตั้งแต่ 1-30 คน

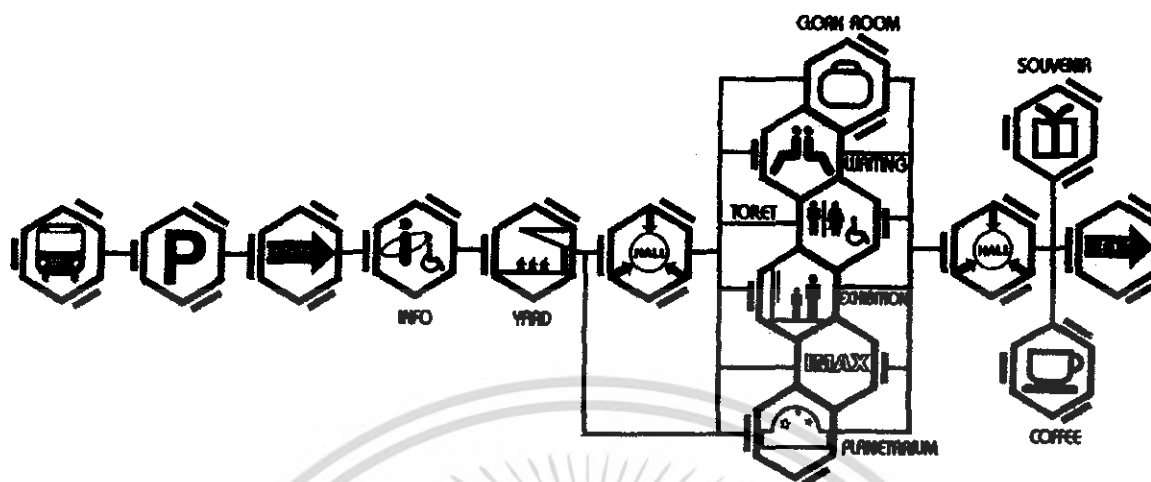
- มาโดยรถยนต์ส่วนตัว โดยการจอดรถบริเวณลานจอดรถหน้าอาคาร 5  
วิทยาศาสตร์การกีฬา แล้วเดินเข้าสู่ส่วนอาคาร 2 ทางประตูด้านทิศตะวันตก
- มาโดยรถประจำทาง รถโดยสารสาธารณะส่วนบุคคล (Taxi) โดยการลงรถที่ป้าย  
รถประจำทางบริเวณริมถนนสุขุมวิท แล้วเดินเข้าสู่ตัวโครงการทางประตูด้านทิศเหนือที่อยู่ติดกับ  
บริเวณป้ายรถประจำทาง
- มาโดยรถไฟฟ้าบีทีเอส โดยการลงที่สถานีเอกมัย แล้วเดินผ่านสถานีขนส่งเอกมัย  
มาเข้าสู่ตัวโครงการทางประตูด้านทิศเหนือ



### 2.2 ผู้เข้าชมกลุ่มใหญ่ ตั้งแต่ 31 คนขึ้นไป

ผู้ชมกลุ่มนี้จะมาในลักษณะของรถบัสโดยสาร ปกติแล้วจะมีการติดต่อจองการเข้า  
ชมกับทางศูนย์ฯ ไว้ล่วงหน้าแล้ว การเข้าตัวศูนย์ฯ โดยการจอดรถไว้บริเวณริมถนนในซอยศูนย์  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยาศาสตร์ จากนั้นกลุ่มผู้เข้าชมจะเดินเข้าสู่ตัวโครงการทางประตูด้านทิศตะวันตก แล้วไปรวมกลุ่มเพื่อฟังวิทยากรของศูนย์วิทยาศาสตร์กล่าวต้อนรับบริเวณลานด้านหน้าอาคาร 2



ผู้เข้ารับบริการภายในศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาในลักษณะเป็นกลุ่มคณะ จากสถิติการเข้าชมในปี 2545 พบว่ามีการจองการเข้าชมนิทรรศการดังนี้

เดือน	จำนวนคณะผู้เข้าชม จากเขตกรุงเทพ	คณะผู้เข้าชมจากเขตภูมิภาค		หมายเหตุ
		จำนวนจังหวัด	จำนวนคณะผู้เข้าชม	
มกราคม	27	23	31	จำนวน จังหวัดที่ทำ การจองการ เข้าชมมีส่วน ที่ซ้ำซ้อนกัน
กุมภาพันธ์	15	15	21	
มีนาคม	8	7	8	
เมษายน	14	-	-	
พฤษภาคม	1	1	1	
มิถุนายน	40	10	10	
กรกฎาคม	47	15	21	
สิงหาคม	87	34	68	
กันยายน	64	5	5	
ตุลาคม	10	9	11	
พฤศจิกายน	9	4	4	
ธันวาคม	13	16	19	
รวม	345 คณะ	139	199 คณะ	รวม 544 คณะ

จากตารางสรุปได้ว่า มีผู้เข้าชมเป็นหมู่คณะจากในกรุงเทพมหานครเป็นจำนวนที่มากกว่าคณะผู้เข้าชมจากต่างจังหวัด สาเหตุอาจเนื่องมาจากระยะทางในการเดินทางมายังศูนย์วิทยาศาสตร์ ทำให้คณะผู้เข้าชมจากต่างจังหวัดมีจำนวนน้อยกว่า และการจองการเข้าชมเกือบทั้งหมดเป็นการ

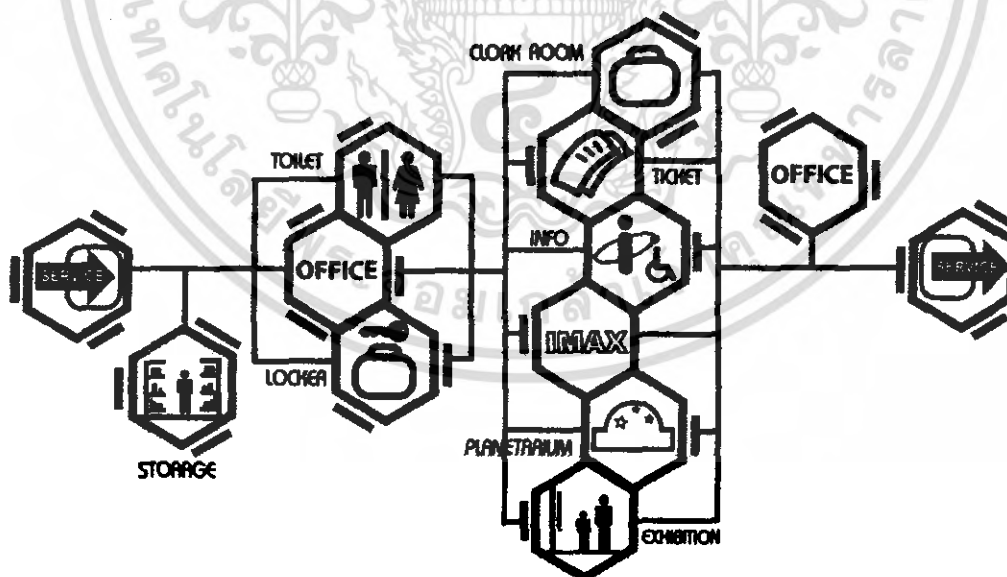
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จองการเข้าชมจากโรงเรียนต่างๆ สรุปคณะผู้เข้าชมต่อวัน ได้ 2 คณะ / วัน โดยเป็นคณะผู้เข้าชมจาก กรุงเทพฯ 1-2 คณะ /วัน และเป็นคณะผู้เข้าชมจากต่างจังหวัด 1 คณะ / 2วัน

### 3.1.2 ทฤษฎีกรนผู้ให้บริการ

บุคลากรภายในศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา ประกอบด้วยข้าราชการ ลูกจ้างประจำ ลูกจ้างชั่วคราว และวิทยากรนำชม ซึ่งแบ่งแยกออกไปตามหน่วยงานต่างๆ และมีบุคลากรส่วนหนึ่ง ทำหน้าที่ให้บริการภายในศูนย์วิทยาศาสตร์ แบ่งหน้าที่ได้ดังนี้

- พนักงานส่วนประชาสัมพันธ์ ทำหน้าที่ให้บริการด้านข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับ พิพิธภัณฑ์กับผู้ที่มาติดต่อ ประสานงานต่างๆระหว่างผู้มาติดต่อและเจ้าหน้าที่ภายในศูนย์ฯ รวมถึง ทำหน้าที่ประกาศประชาสัมพันธ์เสียงตามสายในพิพิธภัณฑ์
- พนักงานรับฝากของ ทำหน้าที่รับฝากสัมภาระต่างๆที่ผู้เข้าชมนำติดตัวมา
- พนักงานขายบัตรเข้าชมพิพิธภัณฑ์ ทำหน้าที่ขายบัตรเข้าชมพิพิธภัณฑ์และบัตรเข้าชมการแสดงภายในห้องฟ้าจำลอง
- พนักงานตรวจบัตรเข้าชมพิพิธภัณฑ์ ทำหน้าที่ตรวจบัตรเข้าชมพิพิธภัณฑ์และการแสดงห้องฟ้าจำลอง บริเวณประตูทางเข้าของอาคารแสดงนิทรรศการตามจุดต่างๆ
- วิทยากรนำชม ทำหน้าที่ให้บริการบรรยายรายละเอียดคร่าวๆและนำชมส่วนต่างๆ ภายในพิพิธภัณฑ์ในกรณีที่ผู้เข้าชมต้องการการนำชม หรือบริการผู้เข้าชมที่มาเป็นหมู่คณะ วิทยากรนำชมจะรวมไปถึงเจ้าหน้าที่ประจำจุดต่างๆของนิทรรศการเพื่อดูแลความเรียบร้อยและให้ข้อมูลความรู้เพิ่มเติมแก่ผู้ชมด้วย



ตารางบุคลากรต่อจำนวนผู้ใช้บริการภายในศูนย์ฯ

ปีงบประมาณ	จำนวนบุคลากร	จำนวนผู้ชม	บุคลากร : ผู้ชม (คน)	ร้อยละของการเปลี่ยนแปลง
2542	141	379,048	1:2,688	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เช่าได้เห็นว่าใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่าการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2543	134	404,991	1:3,022	+6.84%
2544	132	224,121	1:1,697	-44.66%
2545	125	227,817	1:1,822	+164%

จากตารางแสดงจำนวนบุคลากรต่อจำนวนผู้รับบริการภายในศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา พบว่าสัดส่วนของบุคลากรต่อผู้รับบริการเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอ ในขณะที่จำนวนบุคลากรที่ให้บริการมีอัตราการลดลงอย่างต่อเนื่องทุกปี

ตารางพื้นที่และพฤติกรรมของพนักงานในส่วนนิทรรศการ (จำนวนพนักงาน 30 คน)

ตำแหน่ง	หน้าที่	พฤติกรรม	อุปกรณ์	พื้นที่
Information (2)	-บริการให้ข้อมูลผู้เข้าชม -แจกแผ่นพับนิทรรศการ -อำนวยความสะดวกคนพิการ -ติดต่อวิทยากร (ผู้เข้าชมมาเป็นหมู่คณะ) -บริการรับจองการเข้าชมเป็นหมู่คณะ	-หอบแผ่นพับนิทรรศการให้แก่ผู้ที่มาติดต่อ -ให้บริการ Wheel Chair -โทรศัพท์ติดต่อวิทยากร -บันทึกการจองการเข้าชมลงในคอมพิวเตอร์	- ตู้เก็บแผ่นพับ - ที่เก็บ Wheel Chair - โทรศัพท์ - คอมพิวเตอร์	
รับฝากของ (2)	-ให้เข้า Locker	-รับฝากหรืออุทธรณ์ Locker	- เคาน์เตอร์ - ที่เก็บเงิน	
เจ้าหน้าที่นิทรรศการ (3)	-เจ้าหน้าที่นิทรรศการ 3 มิติ และห้องฟ้าจำลอง	-ลงที่นั่งในคอมพิวเตอร์ (โรงภาพยนตร์และห้องฟ้าจำลอง) -พิมพ์บัตรออกทางเครื่องพิมพ์ -เก็บเงิน	- คอมพิวเตอร์ - ปริ้นเตอร์ - ที่เก็บเงิน - ตู้เซฟ	
ตรวจบัตรเข้าชมนิทรรศการ (2)	-ตรวจบัตรเข้าชม	-ฉีกค้นตั๋วบัตรเข้าชมที่ทางเข้า	- Counter ขนาดเล็ก - ถังเก็บตั๋วบัตรเข้าชม - โทรศัพท์	
ตำแหน่ง	หน้าที่	พฤติกรรม	อุปกรณ์	พื้นที่
ตรวจบัตรเข้าชมนิทรรศการ 3 มิติ (4)	-ตรวจบัตรเข้าชม	-ฉีกค้นตั๋วบัตรเข้าชมที่ทางเข้า -แจกและรับคืนแว่นตา 3 มิติ	- Counter ขนาดเล็ก - ถังเก็บตั๋วบัตรเข้าชม - ที่เก็บแว่นตา	

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

			- โทรศัพท์	
วิทยากรนำ ชม (6)	- คือนับผู้เข้าชมที่มาเป็นหมู่ คณะ - ให้ข้อมูลและ หมายกำหนดการ - นำชมนิทรรศการ (ถ้า ต้องการ)	- กล่าวต้อนรับและให้ข้อมูล หมายกำหนดการแก่ผู้เข้า ชมหมู่คณะที่ถนัดด้านหน้า อาคาร - แจกแผ่นพับที่รับมาจาก เคาน์เตอร์ Information	-	-
วิทยากร บรรยายผู้เข้า ชมหมู่คณะ (3)	- บรรยายเรื่องราว วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่ผู้ เข้าชมสนใจ	- บรรยายในห้องบรรยาย	- Microphone - Stand สำหรับชุด - Projector - Computer	ห้องบรรยาย
เจ้าหน้าที่ดูแล นิทรรศการ (8)	- แนะนำและช่วยเหลือการ ทดลองในนิทรรศการ	- แนะนำและช่วยเหลือผู้ เข้าชมในการทำการ ทดลองในนิทรรศการ	-	-

### 3.2 ทรัพย์สินที่ใช้ถอย

จากพื้นที่นิทรรศการ ภูมิศึกษา สาขาการบริหารและอัตรากำลัง พุทธิกรรมผู้รับบริการ และพุทธิกรรมผู้ให้บริการ สามารถสรุปพื้นที่ของส่วนต่างๆของโครงการ ได้ดังนี้

- พื้นที่นิทรรศการในอาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งหมด 4340 ตารางเมตร ใช้  
เวลาในการชมทั้งหมด 52 นาที

- จากภูมิศึกษา สามารถสรุปพื้นที่ส่วนต่างๆ ของแต่ละ โครงการ เพื่อนำมาใช้เป็น  
แนวทางในการจัดแบ่งพื้นที่ของ โครงการ ได้ดังนี้

ภูมิศึกษา	Office/ Storage	Event/ theater	Shop	Exhibition	Work shop	Circulation	Relax	Hall
องค์การพิพิธภัณฑ์ วิทยาศาสตร์แห่งชาติ	11.67%	2.5%	1.67%	55%	5%	24.16%	-	-
ภูมิศึกษา	Office/ Storage	Event/ theater	Shop	Exhibition	Work shop	Circulation	Relax	Hall
พิพิธภัณฑ์ วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ญี่ปุ่น	23.43%	5%	4.29%	23.5%	3.56%	25.71%	5.14%	10%

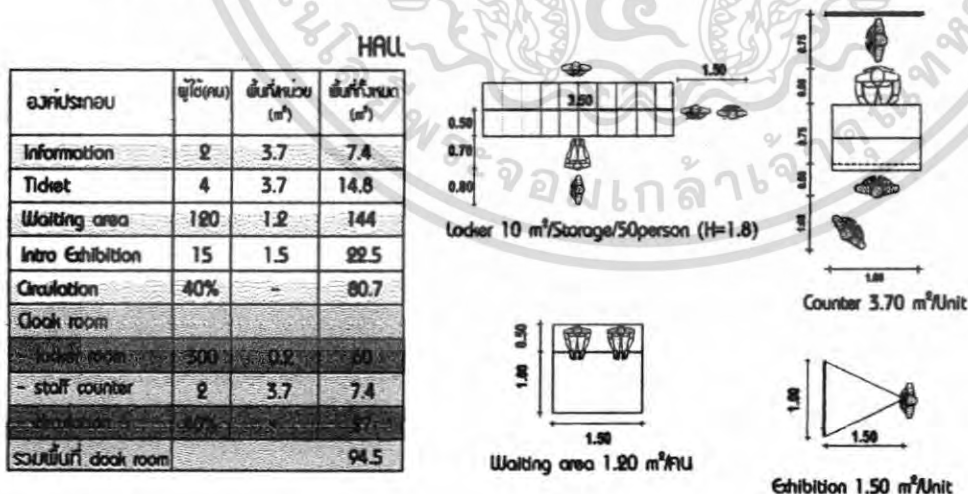
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิพิธภัณฑ์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ภูเก็ต	44%	7%	2%	52.5%	5%	7%	9%	-
ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อ การศึกษา เอกมัย	17.5%	8.75%	-	26%	-	20%	-	1.25%
เฉลี่ยรวม	24.15%	5.812%	2.65%	39.25%	4.52%	19.21%	7.07%	5.625%
พื้นที่โครงการ (ตร.ม.)	2044.01	355.48	266.61	3377.06	355.48	1599.66	533.22	355.48

จากตารางเปรียบเทียบสามารถสรุปพื้นที่ส่วนต่างๆภายในพิพิธภัณฑ์ออกมาเป็นแนวทางคร่าวๆ ดังนี้

- ส่วนโถง 355 ตารางเมตร
- ส่วนพื้นที่พักผ่อน ส่วนพักผ่อน และห้องน้ำ 533 ตารางเมตร
- ส่วนทางสัญจรภายใน 1600 ตารางเมตร
- พื้นที่นิทรรศการ 3377 ตารางเมตร
- พื้นที่ส่วน Workshop 355 ตารางเมตร
- พื้นที่โรงภาพยนตร์ 355 ตารางเมตร
- ส่วนสำนักงานและคลังพิพิธภัณฑ์ 2044 ตารางเมตร
- ส่วนร้านค้า และร้านขายของที่ระลึก 266 ตารางเมตร

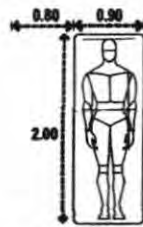
พื้นที่ส่วนต่างๆของโครงการข้างต้น



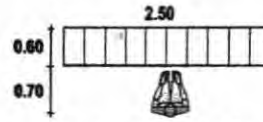
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**HALL**

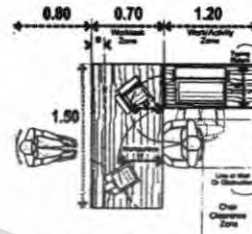
องค์ประกอบ	ผู้ใช้(คน)	พื้นที่หน่วย (m <sup>2</sup> )	พื้นที่ทั้งหมด (m <sup>2</sup> )
First Aid			
- bed	4	3.4	13.6
- staff working	1	4	4
- Storage	1	2.4	2.4
- circulation	40%	-	9.36
รวมพื้นที่ first aid			29.36



Bed 3.40 m<sup>2</sup>/Unit



Storage 2.40 m<sup>2</sup>

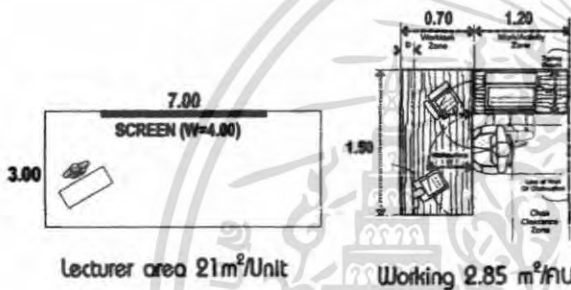


Staff Waiting 4.00 m<sup>2</sup>/FU

รวมพื้นที่ Hall ทั้งหมด 393

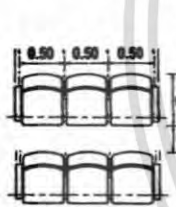
**Orientation room**

องค์ประกอบ	ผู้ใช้(คน)	พื้นที่หน่วย (m <sup>2</sup> )	พื้นที่ทั้งหมด (m <sup>2</sup> )
Seat	190	0.60	114
Lecturer area	3	21	42
Circulation	40%	-	62
รวม			218

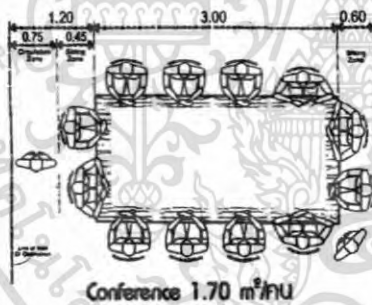


Lecturer area 21m<sup>2</sup>/Unit

Working 2.85 m<sup>2</sup>/FU



Seat 0.60 m<sup>2</sup>/FU

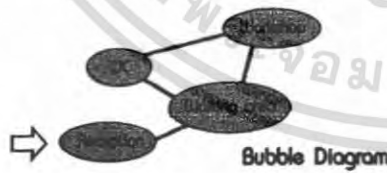


Conference 1.70 m<sup>2</sup>/FU

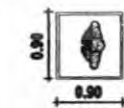
**Office**

องค์ประกอบ	ผู้ใช้(คน)	พื้นที่หน่วย (m <sup>2</sup> )	พื้นที่ทั้งหมด (m <sup>2</sup> )
Working area	30	2.85	85.5
Conference area	12	1.71	20.52
Relax area	15	1.67	25
Circulation	30%	-	39.3
รวม			170.32

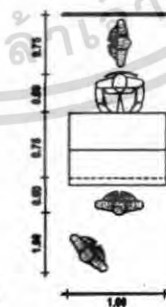
**Workshop**



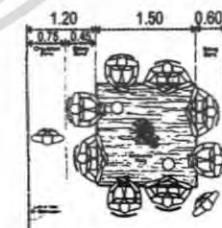
องค์ประกอบ	ผู้ใช้(คน)	พื้นที่หน่วย (m <sup>2</sup> )	พื้นที่ทั้งหมด (m <sup>2</sup> )
Reception	1	3.70	3.70
Waiting area	30	1.20	36
Workshop			
- experiment	112	1.36	152
- stage	3	8	24
- storage	3	4.80	14.4
- shower	3	0.81	2.43
- circulation	40%	-	125
รวม			325.53



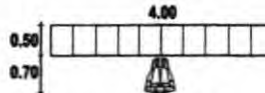
Shower 0.81 m<sup>2</sup>



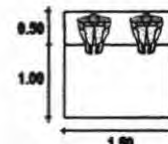
Reception 3.70 m<sup>2</sup>



Experiment 1.36 m<sup>2</sup>/FU

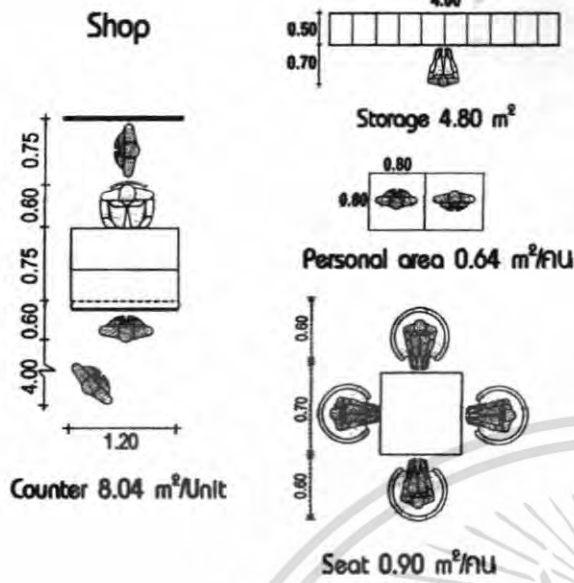


Storage 4.80 m<sup>2</sup>



Waiting 1.20 m<sup>2</sup>/FU

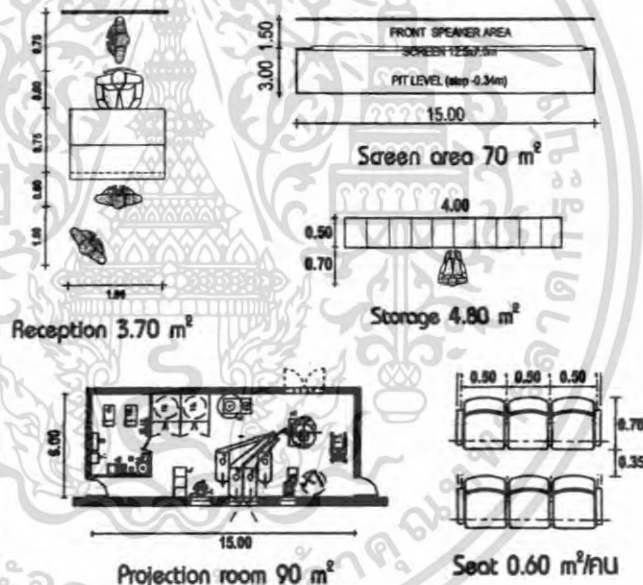
รวมพื้นที่อาคารเรียนรวม 325.53 ตารางเมตร ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เช่าใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่วารณี่ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



องค์ประกอบ	ผู้ใช้(คน)	พื้นที่หน่วย (m <sup>2</sup> )	พื้นที่ทั้งหมด (m <sup>2</sup> )
Coffee shop			
- Seat	60	1.20	72
- Counter	3	8.04	24.12
- Storage	1	4.80	4.80
- Circulation	40%	-	41.46
รวมพื้นที่ coffee			142.28
Souvenir shop	25	0.64	16
- Cashier	1	3.70	3.70
- Stock	1	10	10
- Shelf & Display	25	0.40	10
- Circulation	40%	-	14.28
รวมพื้นที่ souvenir			54
รวมพื้นที่ทั้งหมด			338

3D Theater

องค์ประกอบ	ผู้ใช้(คน)	พื้นที่หน่วย (m <sup>2</sup> )	พื้นที่ทั้งหมด (m <sup>2</sup> )
Reception	2	3.70	7.40
3D Theater			
- seat	180	0.60	108
- screen	1	70	70
- projection room	1	90	90
- glasses cleaning rm	1	35	35
- glasses storage	1	2.40	2.40
- circulation	40%	-	114
รวม			425



สรุปพื้นที่ใช้สอยภายในโครงการทั้งหมดได้ ดังนี้

- ส่วนโถง 393 ตารางเมตร
- ส่วนพื้นที่พักผ่อน ส่วนพักคอย และห้องน้ำ 356 ตารางเมตร
- ส่วนทางสัญจรภายใน 2041 ตารางเมตร
- พื้นที่นิทรรศการอาคารวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี 3960 ตารางเมตร
- พื้นที่ส่วน Workshop 3226 ตารางเมตร
- พื้นที่โรงภาพยนตร์ 425 ตารางเมตร
- ส่วนสำนักงาน 170 ตารางเมตร
- ส่วนคลังพิพิธภัณฑ์ 660 ตารางเมตร
- ส่วนร้านค้า และร้านขายของที่ระลึก 338 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ระบบสภาพแวดล้อมภายในโครงการ

#### 4.1 การออกแบบสภาพแวดล้อมภายใน

##### 4.1.1 ระบบปรับอากาศและการหมุนเวียนอากาศ

###### - ระบบระบายอากาศสำหรับอาคาร

การออกแบบอาคารทั่วไปจำเป็นต้องคำนึงถึงการถ่ายเทอากาศที่ศึกษาในอาคาร และถ่ายเทอากาศเสียพร้อมๆกับถ่ายความร้อนออกจากอาคาร การระบายอากาศสำหรับอาคารอาจอาศัยการติดตั้งพัดลมดูดอากาศ หรือการติดตั้งหน้าต่างช่องลม

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการระบายอากาศ

ในบรรยากาศทั่วไปของโลกจะมีส่วนผสมของอากาศดังนี้

- ก๊าซไนโตรเจน	78%	โดยปริมาตร
- ก๊าซออกซิเจน	21%	โดยปริมาตร
- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	0.03%	โดยปริมาตร
- ก๊าซเฉื่อยอื่นๆ และฝุ่นละออง	0.97%	โดยปริมาตร

ในการระบายอากาศภายในห้อง จะอาศัยอากาศที่ไหลจากแหล่งความกดอากาศสูงสู่ความกดอากาศต่ำ ซึ่งทำให้เกิดลมพัดอ่อนๆภายในห้อง และเพื่อจะทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศที่เหมาะสมที่สุดภายในห้อง จะต้องมีช่องทางลมออกเท่ากับช่องทางลมเข้า และถ้าต้องการเพิ่มความเร็วลมจะต้องมีช่องทางลมออกใหญ่กว่าช่องทางลมเข้า

หลักการออกแบบระบบระบายอากาศสำหรับอาคารทั่วไป

ในการออกแบบระบบระบายอากาศต้องมีระบบที่ทำให้มีปริมาณอากาศสะอาดเพียงพอไม่ให้มีอากาศสกปรกไหลผ่านแม้เพียงเล็กน้อยก็ตาม และติดตั้งพัดลมดูดอากาศใกล้กับแหล่งอากาศสกปรกที่ต้องการดูดออก หลักการออกแบบระบบระบายอากาศที่ดีมีดังนี้

1. ในห้องปรับอากาศควรมีการนำอากาศบริสุทธิ์เข้าไปให้น้อยที่สุดสำหรับการปรับสภาวะอากาศที่กำลังสบายพอดี
2. สำหรับอาคารธุรกิจ ควรมีขนาดหน้าต่างประมาณ 15% เพื่อให้มีแสงสว่างและการระบายอากาศเพียงพอ โดยใน 50% ของขนาดหน้าต่างนี้ควรเป็นลักษณะที่เปิดปิดได้สำหรับการระบายอากาศ
3. ต้องมีช่องทางลมทั้ง 2 แบบคือ ช่องทางลมเข้าและช่องทางลมออก โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

- ช่องทางลมเข้ามีขนาดใหญ่กว่าช่องทางลมออก จะทำให้แรงลมที่เข้ามาในห้องมีน้อย
  - ช่องทางลมเข้ามีขนาดเท่ากับช่องทางลมออก จะทำให้มีปริมาณลมเข้ามาในห้องในขนาดที่เหมาะสม
  - ช่องทางลมเข้ามีขนาดเล็กกว่าช่องทางลมออก จะทำให้แรงลมที่เข้ามาในห้องมีความเร็วมากขึ้น
4. ภายในอาคารบางแห่งอาจไม่มีทางระบายอากาศอย่างทั่วถึง อาจนำฉากมากั้นบริเวณทางลมเข้าเป็น Wind Break เพื่อให้ลมกระจายได้อย่างทั่วถึง
  5. อาคารบางแห่งอาจอยู่ในที่แออัด โดยไม่ได้รับลมเลย อาจใช้วิธีระบายอากาศทางปล่องขึ้นบนหลังคา
  6. ต้นไม้รอบๆอาคารจะช่วยให้ลมที่พัดเข้ามาเย็นสบายขึ้น
  7. การวางอาคารควรให้ด้านยาวของอาคารอยู่ในแนวทิศเหนือ-ใต้ และให้ด้านกว้างของอาคารอยู่ในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก เพื่อให้สามารถรับลมได้เต็มที่ และไม่ถูกแสงแดดมากเกินไป
  8. อาคารที่ปลูกสร้างใกล้ๆกันควรมีระยะห่างซึ่งกันและกันอย่างน้อยประมาณ 2 เท่าของความสูงอาคารที่บังลมอยู่
  9. ภายในห้องต่างๆ ไปควรมีการผลัดเปลี่ยนอากาศทุกๆ 2 ชั่วโมงต่อครั้ง  
อัตราการระบายอากาศภายในอาคารที่ไม่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ

ลักษณะการใช้งานของอาคาร	อัตราการระบายอากาศใน 1 ชั่วโมง (เท่าของปริมาตรห้อง)
ห้องน้ำ ห้องส้วมที่พักอาศัย/ สำนักงาน	2
ห้องน้ำห้องส้วมของอาคารสาธารณะ	4
ที่จอดรถที่อยู่ต่ำกว่าระดับพื้นดิน	4
โรงงาน	4
ร้านอาหารทั่วไป	7
สำนักงาน	7
ห้องพักในโรงแรมหรืออาคารชุด	7
ห้องครัวที่พักอาศัย	12
ห้องครัวของร้านอาหาร	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิฟต์ทั่วไป	30
-------------	----

#### อัตราการระบายอากาศภายในอาคารที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ

ลักษณะการใช้งานของอาคาร	อัตราการระบายอากาศ (ลบ.ม./ชม.)
ห้างสรรพสินค้า	2
สำนักงาน	2
ห้องปฏิบัติการ	2
โรงพยาบาล	4
ห้องเรียน	4
ห้องประชุม	6
ห้องน้ำ ห้องส้วม	10
ร้านอาหารทั่วไป	10
ไนต์คลับ / บาร์	10
ห้องครัว	30

#### 4.1.2 ระบบแสงภายในพิพิธภัณฑ์

##### -ระบบแสงสว่างทั่วไปภายในอาคาร

แสงสว่างเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อสุขภาพร่างกาย จิตใจและอารมณ์ของผู้ใช้อาคาร ปัญหาที่พบมากมักเกิดจาก แสงสว่างไม่เพียงพอ การเกิดแสงสะท้อน การเกิดเงา แสงสว่างมากเกินไป เป็นต้น การจัดแสงสว่างให้เหมาะสมภายในอาคารจะให้มีผลต่อการทำงานและการมองเห็นดีขึ้น นอกจากนี้แสงสว่างยังทำให้เกิดความรู้สึกต่างๆ ในด้านจิตใจและอารมณ์ เช่น แสงสีที่สวดยาม สว่างไสวจะทำให้รู้สึกสนุกสนาน พลุไฟต่างๆ ทำให้เกิดความรู้สึกเร้าใจ เป็นต้น

การให้แสงสว่างสำหรับอาคารสามารถกระทำได้ 2 แบบ คือ แสงสว่างจากธรรมชาติ และแสงประดิษฐ์

1. แสงสว่างจากธรรมชาติ เป็นแสงสว่างที่มาจากดวงอาทิตย์ สำหรับประเทศไทยสามารถใช้แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ได้ตลอดทั้งปี แต่โดยปกติแล้วแสงสว่างที่ส่องลงมาจากดวงอาทิตย์โดยตรงจะพาความร้อนมากับแสงสว่างด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องทำการออกแบบที่สามารถรับแสงสว่างแต่ลดความร้อนไปในตัวได้ด้วย เช่น การใช้กันสาด ต้นไม้กรองแสง ที่บังแดด เป็นต้น

2. แสงประดิษฐ์ เป็นแสงสว่างที่ได้จากหลอดไฟฟ้า โดยปกติหลอดไฟฟ้าที่มีใช้กันอยู่สามารถแบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่

- หลอดไส้ (Incandescent Lamp) จะใช้ไส้ที่ทำด้วยทั้งสแตนมีทั้งกระเปาะแก้วใส และกระเปาะแก้วขุ่น หลอดชนิดนี้มีอายุการใช้งานค่อนข้างสั้น ประมาณ 1000 ชั่วโมง นิยมใช้กับงานที่ต้องการความสว่างไม่มาก ส่องเฉพาะจุด หรือใช้เพื่อสร้างบรรยากาศ

- หลอดใช้สารเรืองแสง (Fluorescent Lamp) จะอาศัยการเรืองแสงของสารที่ฉาบไว้รอบๆผิวของหลอด โดยเมื่อหลอดกระทบกับรังสี UV จากไอปรอทในหลอดแล้วจะเปล่งแสงสว่างออกมา หลอดชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพมากกว่าหลอดไส้ถึง 4 เท่า และมีอายุการใช้งานที่ยาวกว่า 10 เท่า นิยมใช้กับงานที่ต้องการความสว่างในบริเวณกว้าง เช่น ห้องทำงานทั่วไป เป็นต้น

- หลอดไอโอดีน (Mercury or Sodium Lamp) เป็นหลอดไฟที่มีไส้เป็นไอโอดีนปรอทมีลักษณะคล้ายหลอดนีออน แต่ให้กำลังส่องสว่างมากกว่า ในขนาดหลอดที่เท่ากัน หลอดนี้นิยมใช้กับงานที่ต้องการความสว่างมากๆ เช่น บริเวณทางเดินภายนอกอาคาร สนามกีฬา เป็นต้น

กำลังการส่องสว่าง (Illuminating Power) คือ ปริมาณแสงสว่างจากหลอดไฟหลอดหนึ่งทีส่องบนผิวที่มีพื้นที่ 1 ตารางหน่วย ซึ่งวางตั้งฉากกับแนวแสง และอยู่ห่างจากจุดกำเนิด 1 หน่วย

การออกแบบระบบแสงสว่างเบื้องต้น

- ขนาดช่องแสงสำหรับห้องต่างๆ โดยปกติควรเปิดช่องแสงได้ไม่น้อยกว่า 20% ของพื้นที่ห้อง

- การสะท้อนแสงสว่าง โดยทั่วไปการสะท้อนแสงสว่างของห้องต่างๆขึ้นอยู่กับสีของห้อง ห้องที่มีสีอ่อนก็จะสะท้อนแสงได้ดีกว่าห้องที่มีสีเข้ม ดังนั้นการออกแบบแสงสว่างจึงต้องให้มีแสงสว่างภายในห้องที่เหมาะสม ไม่สร้างความรำคาญแก่สายตา ซึ่งการออกแบบควรมีค่าเปอร์เซ็นต์ของการสะท้อนแสงของระนาบต่างๆภายใน และสีต่างๆดังตาราง

ตารางค่าเปอร์เซ็นต์การสะท้อนแสงของห้องทั่วไป

บริเวณภายในห้อง	การสะท้อนแสง (%)
พื้นห้อง	20-30
เพดานห้อง	80
ผนังห้องบริเวณตั้งแต่เพดานถึงขอบหน้าต่าง	70-80
ผนังห้องบริเวณตั้งแต่ขอบหน้าต่างลงมาถึงพื้น	50-60
โต๊ะ	25-40
กระดานดำ	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางข้อมูลการสะท้อนแสงของสีต่างๆภายในห้อง

ชนิดของสี	การสะท้อนแสง%	ชนิดของสี	การสะท้อนแสง%
ขาว	80-90	งาช้าง	70-80
เหลือง	65-75	ครีม	65-75
ชมพูอ่อน	60-65	เหลืองออกน้ำตาล	55-65
ชมพู	40-70	เทา	35-50
ฟ้า	35-50	เขียวอ่อน	25-50
เขียวแก่	15-25	น้ำเงินแก่	10-20
น้ำตาล	8-12	แดง	15-25
แดงเข้ม	7	ดำ	2-5

- ความเข้มของแสงสว่างสำหรับลักษณะงานต่างๆ ความเข้มของแสงสว่างเป็นปัจจัยหนึ่งของการพิจารณาในการจัดแสงสว่างในที่ทำงาน ไม่ว่าจะความเข้มของแสงจะมีมากหรือน้อยเกินไปหรือไม่เป็นผลดีต่อการปฏิบัติงานและดวงตา การจัดความเข้มของแสงสว่างให้เหมาะสมในที่ทำงานต้องคำนึงถึงลักษณะงานและความเหมาะสมดังนี้

### ตารางข้อมูลปริมาณความเข้มของแสงสำหรับงานลักษณะต่างๆ

ลักษณะงาน	ปริมาณความเข้มของแสงสว่างขั้นต่ำ (LUX)
งานที่ไม่ต้องการความละเอียด เช่น การขนย้าย การบรรจุ เป็นต้น	ไม่น้อยกว่า 50
งานที่ต้องการความละเอียดเล็กน้อย เช่น การผลิตหรือประกอบชิ้นงานอย่างหยาบ กระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น	ไม่น้อยกว่า 100
งานที่ต้องการความละเอียดปานกลาง เช่น การเย็บผ้า การเย็บหนัง การประกอบภาชนะ เป็นต้น	ไม่น้อยกว่า 200
งานที่ต้องการความละเอียดสูง เช่น การกลึง การซ่อมแซมเครื่องจักร เป็นต้น	ไม่น้อยกว่า 300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานที่ต้องการความละเอียดมากเป็นพิเศษ เช่น งาน เขียนโปรแกรม ผลิต การเย็บผ้าสีมืดทึบ เป็นต้น	ไม่น้อยกว่า 1000
---	------------------

ตารางข้อมูลความเข้มของแสงสว่างที่ควรใช้สำหรับห้องชนิดต่างๆ

ชนิดของห้อง	ปริมาณความเข้มของแสงสว่างที่ ควรใช้ (LUX)
ส่วนที่ใช้สายตาไม่มาก เช่น ห้องเก็บของ	50
ส่วนที่ใช้สายตาเป็นครั้งคราว เช่น ห้องรับแขก ห้องน้ำ บันได	100
ส่วนที่ใช้สายตาพอสมควร เช่น กีฬาในร่ม โรงยิม ห้องนอน ทางเดิน	200
ส่วนที่ใช้สายตาธรรมดา เช่น ห้องเรียน ห้องสมุด ห้อง ประชุม ห้องทำงาน โรงอาหาร ห้องดนตรี ห้องปฏิบัติการ ทางเข้าโรงแรม	300
ส่วนที่ใช้สายตามาก เช่น ห้องรีดผ้า ออกแบบ ทำบัญชี	500
ส่วนที่ต้องการความเด่นของวัตถุ เช่น ตู้โชว์สินค้า	2000

ตารางการให้แสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับลักษณะการใช้งานประเภทต่างๆ

ลักษณะการใช้งานของอาคาร	ค่าความสว่างที่มากที่สุด (วัตต์/ตารางเมตร)	ค่าความสว่างที่เหมาะสม (วัตต์/ตารางเมตร)
ลานจอดรถ	5	3
บริเวณบันได	10	5
ห้องโถง	10	5
ห้องทำงานหรือสำนักงาน	20	10
ห้องเรียน	20	10
ห้องประชุม	25	10
ห้างสรรพสินค้า	30	20
ร้านค้าทั่วไป	30	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข้อพิจารณาในการออกแบบระบบแสงสว่าง

ในการออกแบบระบบแสงสว่างควรคำนึงถึงหลายๆปัจจัยดังนี้ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด คือ สามารถมองเห็นได้สบายตา ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย และความร้อนจากแสงสว่างน้อย หลักในการออกแบบแสงสว่างมีดังนี้

- พยายามใช้แสงที่ไม่ได้ส่องลงมาโดยตรง
- ไม่ให้เกิดแสงสะท้อนเข้าตา หรือแสงจ้าเกินไป
- พยายามใช้สีห้องที่เป็นโทนสีอ่อนเพื่อช่วยในการให้แสงสว่างมากขึ้น
- จักรยะดวงไฟ และเลือกชนิดของดวงไฟให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน
- พิจารณาถึงชนิดของดวงไฟว่ามีความร้อนมากหรือไม่ เพราะหลอดไฟที่มีความร้อนมากอาจส่งผลกระทบต่อระบบปรับอากาศได้
- ถ้าระดับความสูงของอาคาร ไม่เกิน 8 เมตร ควรใช้หลอดสารเรืองแสง (Fluorescent) ถ้าระดับความสูงของอาคารมากกว่า 8 เมตร อาจเลือกใช้หลอดโซเดียมความดันสูง
- การจัดแสงภายในห้องมี 3 แบบ คือ
  1. แบบส่องเฉพาะจุด จะนิยมใช้กับห้องอาหาร ห้องนอน ตู้โชว์สินค้า หรือส่วนที่ต้องการตกแต่งสร้างบรรยากาศ
  2. แบบส่องกระจาย จะนิยมใช้กับสำนักงาน โรงงาน โรงเรียน เป็นต้น
  3. ส่องกระจายและเฉพาะจุด จะนิยมใช้กับอาคารที่ต้องการแสงสว่างเพื่อการใช้งานและต้องการบรรยากาศด้วย เช่นห้างสรรพสินค้า โรงพยาบาล โรงแรม เป็นต้น
- ควรพิจารณาค่าแห่งของดวงไฟที่ติดตั้งให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน เช่น ติดดวงไฟบริเวณตำแหน่งของโต๊ะทำงาน เป็นต้น
- ควรเลือกแบบดวงไฟให้เหมาะสม โดยการคำนึงถึงความเข้มของการส่องสว่าง ขอบเขตของแสง และความสวยงาม

### ระบบแสงที่ใช้ในพิพิธภัณฑ์ (Lighting System)

การให้แสงสว่างในพิพิธภัณฑ์สถานนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องคำนึงถึงให้มาก โดยเฉพาะในส่วนแสดงงานซึ่งมีความจำเป็นต้องจัดแสงให้เหมาะสม ทั้งนี้ก็เพื่อการมองเห็นอย่างชัดเจน ตลอดจนการให้บรรยากาศของสิ่งจัดแสดง นอกจากนี้การเลือกใช้ชนิดของพลังแสง ยังมีความจำเป็นมาก เพื่อไม่เป็นการทำลายสายตาของผู้เข้าชมงานแสดง และไม่ทำให้สิ่งแสดงเกิดความเสียหายได้

การให้แสงของห้องแสดงงานไม่จำเป็นต้องสว่างเท่าๆกัน โดยตลอด พิพิธภัณฑสถานบางชนิดก็ต้องการแสงสว่างแบบมีคเคิร์ม เพื่อการจัดที่ได้บรรยากาศและมีความรู้สึกต่างกับภายนอก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาของเรื่องและสิ่งแสดง

การให้แสงสว่างโดยทั่วไปของพิพิธภัณฑสถานวิทยาศาสตร์นี้ คือใช้ทั้งแสงธรรมชาติในบางส่วน และแสงวิทยาศาสตร์ในบางส่วนที่สมควรและเหมาะสม การจะใช้แสงธรรมชาติอย่างเดียวนั้นไม่เหมาะสม เพราะแสงธรรมชาติเป็นแสงที่ยากแก่การควบคุม ส่วนแสงวิทยาศาสตร์เราสามารถควบคุมได้ตามต้องการ พิพิธภัณฑสถานวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ในห้องแสดงจะเลือกใช้แสงวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อบรรยากาศและการควบคุมให้ได้ผล

อย่างไรก็ตามการให้แสงในพิพิธภัณฑสถาน ในส่วนแสดงยังไม่มีความเหมาะสมที่แน่นอน การให้แสงวิธีหนึ่งวิธีใดนั้นย่อมมีทั้งข้อดีและข้อเสียอยู่เสมอ แสงวิทยาศาสตร์นั้นแม้จะดีเพียงไรก็ไม่แรงเท่าแสงธรรมชาติ และทำให้นัยน์ตาเหนื่อยง่าย เพราะไปกระตุ้นเรตินา แต่การจะใช้แสงธรรมชาติย่อมเป็นไปได้โดยตลอดเวลา เราจึงจำเป็นต้องใช้แสงวิทยาศาสตร์เข้าช่วย

ทางที่ดีในการให้แสง ควรเป็นแบบผสมระหว่างแสงธรรมชาติกับแสงวิทยาศาสตร์ เพราะจะได้ไม่ต้องกังวลถึงถึงความเปลี่ยนแปลงของแสงธรรมชาติซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามวัน เวลา และฤดู ซึ่งมีผลไปถึงเรื่องความเข้มของแสงด้วย การผสมของแสงย่อมมีการคิดเทียบไป แต่ถ้าใช้แต่แสงวิทยาศาสตร์ในทางที่ถูกและเหมาะสมแล้ว ผู้เข้าชมงานก็คงไม่คัดค้านในการที่ไม่นำเอาแสงธรรมชาติมาช่วย

#### หลักสำคัญในการให้แสง

แสงไฟฟ้า แสงไฟฟ้าหรือแสงวิทยาศาสตร์ถ้าจะว่ากัน โดยแท้จริงแล้วไม่ควรนำมาใช้ในการจัดแสดงในพิพิธภัณฑสถาน เพราะเป็นการสิ้นเปลือง แต่แสงวิทยาศาสตร์สามารถคิดแปลงมาใช้ในมุมต่างๆได้สะดวกและมีปริมาณสม่ำเสมอ แสงวิทยาศาสตร์จึงเป็นแสงที่ใช้กันแพร่หลายในพิพิธภัณฑสถานต่างๆ ทุกวันนี้

ตามธรรมดาการใช้แสงไฟฟ้ามักนิยมติดตามเพดาน ให้ปริมาณของแสงกระจายลงไปในห้องแสดง แต่ในกรณีที่เป็นตู้แสดงส่วนใหญ่นิยมซ่อนแสงไฟฟ้าไว้ชั้นบนของตู้ แล้วกรองด้วยกระจกรองฝ้าอีกชั้นหนึ่ง เกี่ยวกับการใช้แสงไฟฟ้าประกอบการแสดงในพิพิธภัณฑสถานนี้คิดแยกกันไปตามความเหมาะสมในการแสดง

คุณสมบัติของแสงสว่างประดิษฐ์แตกต่างจากแสงธรรมชาติมาก แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แสงไฟฟ้าธรรมดา มีความร้อนและแสงมีกำลังส่องสว่างของสีแดงมากกว่าแสงจากดวงอาทิตย์ แสงจากดวงอาทิตย์จะมีสีน้ำเงินมากกว่า เพื่อแก้ไขข้อแตกต่างนี้จึงใช้หลอดสีขาวปนกับหลอดสีน้ำเงิน

2. แสงไฟ Fluorescent เคยใช้แค่เฉพาะร้านค้าและห้องถนน ไม่เหมาะกับงานประเภทจัดแสดง เพราะเป็นแสงสว่างที่ไม่มีเงา เหมาะกับงานที่เกี่ยวกับภาพเขียน สีของไฟทั่วไปคล้ายแสงธรรมชาติมาก และอาจคิดแปลงให้เหมาะกับศิลปะวัตถุได้ และเป็นแสงที่ดีที่สุดสำหรับแสงประดิษฐ์

การใช้แสงประดิษฐ์ทางตรง มีข้อเสียคือแสงที่ส่องออกมาไม่เท่ากัน ทำให้เกิดแสงสะท้อนและคาพรั่า โดยเฉพาะประติมากรรม โดยทั่วไปใช้ร่วมกับแสงสว่างทางอ้อม เพื่อแก้ไขซึ่งกันและกัน

1. ไฟฟ้าธรรมดา เช่น มีโคมไฟ มีข้อเสียมากเพราะทำให้คาพรั่า แสงกระจายออกไปไม่เท่ากัน แต่บางครั้งเราก็อาจใช้หลอดไฟฟ้าที่ทำให้แสงกระจายออกไฟได้เท่ากันก็ได้ โดยการใช้การสะท้อนจากฉากอีกทีหนึ่ง

2. ไฟฟ้าที่ส่องออกมาโดยเฉพาะ ไม่เหมาะกับงานที่เป็นภาพเขียน แต่ถ้าจะวางเรียงเป็นแนวอยู่บนพื้น และส่องแสงจากต่ำขึ้นไปหาสูงก็อาจใช้ได้ แต่ต้องระวังไม่ให้ผู้ชมมาเดินผ่านไปบนไฟนี้ เพราะอาจทำให้คาพรั่า โดยมากนิยมให้วัตถุอยู่ในความมืดและใช้แสงไฟพวกนี้ส่องโดยรอบ

Fluorescent ได้เปรียบกว่า Incandescent ในเรื่องการกระจายแสงออกทางกว้างและให้ประกายต่ำ แต่มีสีออกมาด้วยซึ่งไม่ถูกต้อง ในปัจจุบันจึงจำเป็นต้องรวมหลอดสีต่างๆ เพื่อจะลดข้อเสียให้น้อยลง Incandescent Light เป็นอีกแบบหนึ่งที่ทำให้ Tone ออกมาอย่างนุ่มนวลและชัดกว่า Fluorescent จึงเหมาะสำหรับการให้แสงเน้นจุดสำคัญ ความเข้มของแสงได้ปรับปรุงให้เหมาะสมและแตกต่างกันไปตามลักษณะความต้องการของงานแสดงนิทรรศการแต่ละแห่ง เมื่อต้องการความเข้มมาก ก็เน้นที่แห่งนั้นให้เด่นกว่าที่อื่น โดยการให้แสงที่มากกว่ารอบๆ

ความเข้มของแสงในระดับธรรมดา แสงจะต้องดีกว่าระดับสูงขึ้นไป จากการค้นคว้าภายหลัง แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการมองเห็น ซึ่งได้จากการอ่านค่าตัวพิมพ์ด้านบนพื้นขาว จะต้องให้แสงที่มีความเข้มประมาณ 25-30 แรงเทียน ถ้าต้องการความชัดเจนมากก็เพิ่มความเข้มมากขึ้นไป

### 4.1.3 ระบบเสียงภายในพิพิธภัณฑ์

#### ระบบเสียงที่ใช้ในโรงภาพยนตร์

จริงๆ แล้วการแบ่งระบบเสียงนั้น ส่วนมาก ผู้พัฒนาระบบเสียงจะเป็นผู้ที่คิดค้นระบบเสียง ออกมาอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้เราเห็นระบบเสียงต่างๆ ออกมา อยู่เรื่อย เช่น ระบบเสียงแบบ THX ระบบเสียงแบบ Dolby รวมทั้งระบบเสียงแบบ DTS โดยระบบเสียงต่างๆ นั้น ส่วนมากสามารถสนับสนุนระบบเสียงแบบ โสมเรียเตอร์ได้ทั้งสิ้น

#### ระบบเสียงแบบ Stereo

ระบบเสียงแบบ Stereo นี้ เป็นระบบเสียงที่มีมานานแล้วและหลายคนคงคุ้นเคย กันเป็นอย่างดี โดยระบบเสียงที่ได้จากระบบนี้นั้นเป็นระบบเสียงที่ให้เสียงที่ไม่ดีมากนัก ถ้าเปรียบเทียบกับระบบเสียงในปัจจุบันนี้ แต่ก็ถือเป็นระบบที่ดีที่สุดเมื่อหลายปีที่ผ่านมา การสร้างเสียงของระบบ Stereo นี้ จะสังเคราะห์เสียงออกทางลำโพงที่มีการทำงานแบบ 2 แชนแนล ซึ่งจะมีเสียงออกทั้งทาง ซ้ายและทางขวาเท่านั้น สัญญาณเสียงที่ได้ส่วนมากจะเป็นสัญญาณ เสียงแบบอะนาล็อก ในการติดตั้งลำโพง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพเพียงวางลำโพง ไว้ด้านซ้าย-ขวา เท่านั้น



#### ระบบ Dolby Surround

ระบบเสียงนี้เป็นระบบเสียงดั้งเดิมอีกระบบหนึ่งที่ สามารถสร้างระบบสามมิติแบบหลายแชนแนล ที่คล้ายกับการได้ยินในโรงภาพยนตร์ เทคโนโลยีนี้เป็น การเข้ารหัสเสียงแบบ 4 ช่องสัญญาณเสียง คือ ซ้าย เซ็นเตอร์ ขวาและตัวเซอร์ราวด์ ทำให้เสียงที่ได้มีการกระจายออกสู่ลำโพงทั้ง 4 ช่องสัญญาณเสียง เกิดมิติ ของเสียงขึ้น ระบบเสียงแบบ Dolby Surround นี้ส่วนมาก จะพบใน อุปกรณ์จำพวก วีซีโอคาสเซต, ดีวีดี หรือฟิล์ม เป็นต้น แต่ในช่วงหลังๆ นี้ระบบเสียง แบบนี้ เริ่มจางหายไป อันเนื่องมาจากถูกระบบเสียงใหม่ๆ เข้ามาแทนที่



#### ระบบ Dolby Digital (AC-3)

เทคโนโลยีของ ระบบนี้คือ กระบวนการสร้าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเสียงแบบ เซอร์ราวด์ที่ให้คุณภาพเสียงในรูปแบบของสัญญาณดิจิทัลที่มีคุณภาพ และรองรับ ช่องสัญญาณเสียงที่มากถึง 5.1 ช่องสัญญาณเสียง โดยมาจากช่องสัญญาณเสียงทางซ้าย เซ็นเตอร์ ขวา เซอร์ราวด์ซ้าย เซอร์ราวด์ขวาและซับวูเฟอร์ที่ให้ความถี่ต่ำ (คิดเป็น 0.1 เท่านั้น) ซึ่งระบบ Dolby Digital นี้ เป็นมาตรฐานของระบบเสียงที่ได้จากระบบ DVD มีเสียงที่แยกจากกันอย่างเห็นได้ชัดและมีการกระจายของเสียงที่ดี ระบบเสียงแบบนี้สามารถรับฟังได้จากเครื่องเล่น DVD, เครื่องเล่นวีดีโอ, Microsoft Xbox Game Consoles, Digital TV หรือการเชื่อมต่อร่วม กับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผ่านสายส่ง ข้อมูลแบบดิจิทัล เป็นต้น

### ระบบ Dolby Digital Surround EX

เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่เห็นได้บ่อยครั้ง โดยระบบเสียง

Dolby Digital Surround EX นี้ได้ถูกพัฒนามากจากระบบเสียง Dolby Digital 5.1 ผู้ผลิตระบบเสียงได้เพิ่มช่องสัญญาณเสียงแบบเซอร์ราวด์เข้ามาอีกหนึ่งตัว ซึ่งเป็นการเพิ่มมิติของเสียงให้ดียิ่งขึ้น และเพิ่มความสมจริงมากยิ่งขึ้น ดังนั้นช่องสัญญาณเสียงทั้งหมดจะมาจากทางซ้าย เซ็นเตอร์ ขวา เซอร์ราวด์ซ้าย เซอร์ราวด์ขวา เซอร์ราวด์ด้าน หลังและ ซับวูเฟอร์ เราสามารถที่จะพบและได้ยินระบบ เสียงแบบนี้ในระบบ Home Entertainment จาก เครื่องพีซีที่ได้นำเอาระบบเสียงจาก DVD มาใช้ ในการเล่น เกมหรือในระบบเครื่องเสียงรถยนต์คุณภาพดี



ระบบ Dolby Digital Surround EX ที่ถูกนำมาใช้ในโรงภาพยนตร์

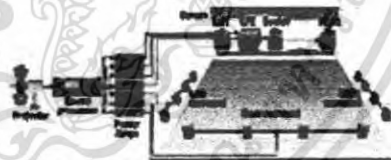


Figure 6. Dolby Digital Surround EX playback

### ระบบ Dolby Pro Logic

ระบบเสียงแบบ Dolby Pro Logic นี้เป็นอีกระบบเสียงหนึ่งที่โด่งดังมากเมื่อไม่นานนี้ แต่ตอนนี้ได้ถูกระบบเสียงใหม่ๆ เข้ามาแทนที่ เนื่องจากยังมีข้อ จำกัดของเสียงอยู่ โดยระบบเสียงนี้เป็นระบบเสียงที่มีการส่งสัญญาณเสียงแบบหลายช่องทาง เหมือนระบบเสียงที่ได้จากระบบ โสมเรีย เซ็นเตอร์ ซึ่งจะทำการถอดรหัสเสียงจากลำโพงทางด้านซ้าย ขวา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซ็นเตอร์และเซอร์ราวด์ ระบบเสียงแบบนี้ สามารถที่จะรับฟังได้จากระบบ โสมออดิโอทั่วไป (เน้น ช่องเสียงทางด้าน ซ้ายและขวาเป็นหลัก)

### ระบบ Dolby Pro Logic II

เป็นระบบเสียงสมัยใหม่ที่พัฒนามาจากระบบเสียง Dolby Pro Logic ที่ใช้เทคโนโลยีการถอดรหัสเสียงแบบ เมทริกโดยรับสัญญาณเสียงมาจาก 2 ช่องสัญญาณเสียงหลัก เช่น จากเครื่องเล่น CD วิดีโอคาสเซตหรือวิดีโอเกม เป็นต้น และจะกระจายเสียงที่ได้นั้นออกเป็น 5 ช่องสัญญาณเสียง ได้แก่ ช่องเสียงทางซ้าย เซ็นเตอร์ ทางขวา เซอร์ราวด์- ซ้ายและเซอร์ราวด์ขวา ซึ่งให้เสียงที่มีมิติและมี การกระจายของเสียงที่ดีมากยิ่งขึ้น สามารถ ครอบคลุมบริเวณ รอบๆ ของผู้ฟัง



### DTS NEO:6

ระบบ DTS นี้ย่อมาจากคำว่า Digital Theater Systems ซึ่งเป็น เครื่องหมายการค้าของ Digital Theater Systems, Inc ระบบนี้ เป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับ โรง ภาพยนตร์ สามารถส่งสัญญาณ ใน รูปแบบของสัญญาณ ดิจิตอล โดยระบบ DTS NEO:6 นี้จะเป็นการ ส่ง สัญญาณเสียงที่เน้นลำโพงแบบ 2 ช่องสัญญาณเป็นหลัก คือ ลำโพงทั้งซ้ายและขวา ผสมผสานกับช่องสัญญาณเสียง เซอร์ราวด์รอบข้างในแบบ 5.1 แชนแนล ทำให้เกิดเสียงที่มีมิติรอบตัวของผู้ฟัง ระบบเสียงนี้สามารถที่จะรับฟังได้จากต้นกำเนิดเสียงอย่างเครื่องเล่นซีดีทั่วไป เทปและอุปกรณ์อื่นๆ ที่หลากหลายรวมทั้ง ระบบโสมเซ็คเตอร์และระบบออดิโอโนรธ



### DTS 5.1 Discrete

ส่วนระบบ DTS 5.1 Discrete นี้มันจะมีการทำงาน ในแบบ 5.1 แชนแนล คือช่องสัญญาณเสียงที่มาจาก ด้านซ้าย เซ็นเตอร์ ขวา เซอร์ราวด์ซ้าย เซอร์ราวด์ ขวาและ ซับวูเฟอร์ โดยแต่ละช่องสัญญาณ เสียงจะส่งคลื่นเสียงมายัง รอบๆ ตัวผู้ฟัง ซึ่งจะให้เสียงที่เซอร์ราวด์โดย ระบบเสียง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบนี้สามารถสร้าง ความบันเทิง ได้จากการฟังเพลงและการชมภาพยนตร์

### DTS ES

ระบบเสียงแบบ DTS ES นี้ การทำงานนั้นจะ คล้ายๆ กับระบบ DTS 5.1 Discrete แต่จะมีการเพิ่ม ช่องสัญญาณ เสียงทางด้านหลังเข้ามาอีกตัวเพื่อมิติของเสียง คียิ่งขึ้น โดยจะผสมผสานกับช่องสัญญาณเสียงจากตัวเซ็นเตอร์ และลำโพงตัวอื่นๆ ระบบเสียงนี้จะมี การทำงานใน แบบ 6.1 แชนแนล



ที่

### DTS 96/24

ระบบเสียงแบบ DTS 96/24 ถือเป็นระบบเสียง แบบ 5.1 แชนแนลที่มีการส่งสัญญาณเสียงอย่างเต็ม กำลัง และมีระบบเสียงที่เซอร์라운드รอบทิศทาง ให้เสียงที่มีมิติ อีก ทั้งระบบเสียงนี้สามารถที่จะให้เสียงที่มีพลังและมีความ คมชัดที่ดี เพราะมีคุณภาพเสียงแบบ 96kHz/24 บิต ซึ่งเป็น ระบบเสียงคุณภาพสูงและมีอยู่ในอุปกรณ์ราคาแพง ระบบ เสียงแบบนี้จะพบ ได้ในระบบ DVD เหมาะสำหรับระบบ โฮมเธียเตอร์ใน ปัจจุบัน



### ระบบ THX

ระบบเสียงนี้ถูกพัฒนาขึ้น โดย Lucasfilm ซึ่งย่อมา จากคำว่า Tomlinson Holman's eXperiment ระบบเสียง ส่วนมากเราสามารถที่จะรับฟังได้จากโรงภาพยนตร์ โดยทั่วไป การที่ระบบนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาก็เพราะว่า ใน โรงภาพยนตร์ที่ต่างที่กันนั้น จะมีการจัดวางลำโพงและ ระบบเสียงที่แตกต่างกัน ทำให้เสียงที่ออกมานั้นมี ความผิดกันออกไปในแต่ละที่ ดังนั้นจึง ได้กำหนดมาตรฐานนี้ขึ้นมาเพื่อให้โรงภาพยนตร์แต่ละแห่งมี ระบบ เสียงที่เหมือนๆ กัน



มี

มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

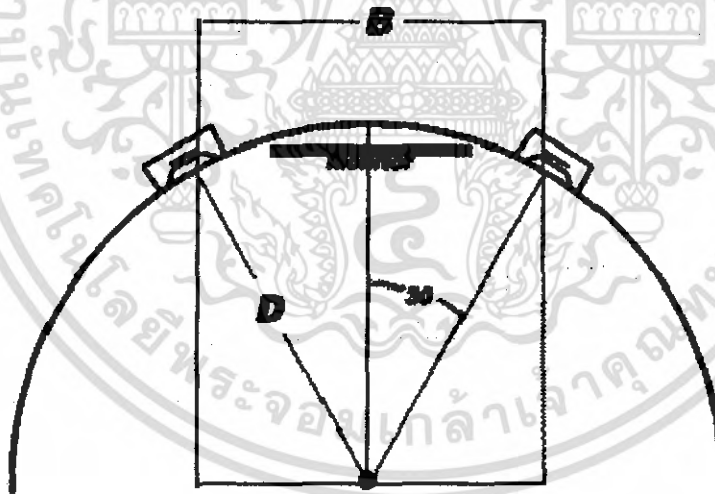
### การวางตำแหน่งของลำโพง

ระบบเสียง ที่นอกเหนือจาก Mono แล้ว จะประกอบด้วย ลำโพง และช่องทางเสียง มากกว่า 1 ช่องทาง ดังนั้น เราจึงต้องมีการจัดวางตำแหน่งลำโพงที่ถูกต้อง เพื่อให้ทิศทางของเสียง ในแต่ละช่องทาง เดินทางมาสู่ผู้ฟัง ในทิศทางที่ถูกต้อง

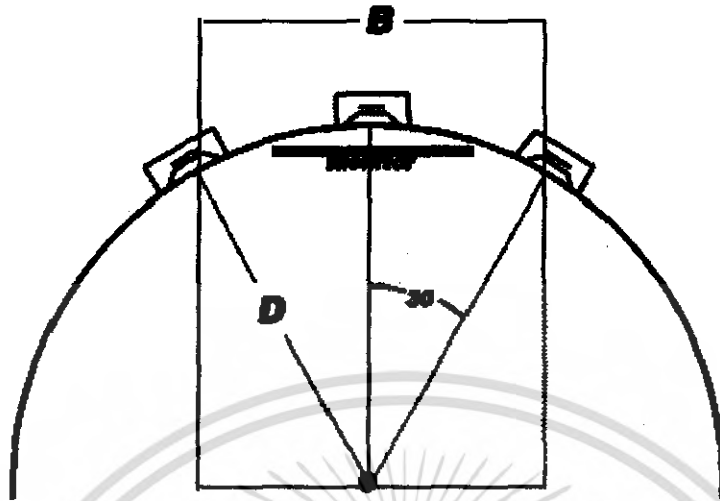
สำหรับลำโพงที่ใช้ ให้ใช้ลำโพงเหมือนกันทุกตัว (ยกเว้น sub-woofer) หรือหากไม่สามารถใช้ลำโพงรุ่นเดียวกันทุกตัวได้ ในส่วนของ surround สามารถใช้ลำโพงขนาดเล็กกว่าได้ แต่ควรจะเป็นลำโพงจากผู้ผลิตเดียวกัน เพื่อให้ลำโพง มีการตอบสนองต่อคลื่นเสียงไปในแนวเดียวกันทั้งหมด

ห้องที่ใช้ ไม่ควรมีมุม หรือห้องแยกมากเกินไป เพราะการมีเหลี่ยมมุมของกำแพงมาก ทำให้เสียงมีการสะท้อนมากขึ้น และจะทำให้เสียงมีอาการก้อง (การปูพรม หรือติดแผ่นซับเสียง จะช่วยแก้ปัญหาได้) และไม่ควรเลือกห้องที่มีขนาดเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือมีขนาดกว้างยาว เป็นสัดส่วน 1:2 เพราะขนาดทั้งสองแบบนี้ ทำให้เสียงเกิดการก้ำก๋อ (resonance)

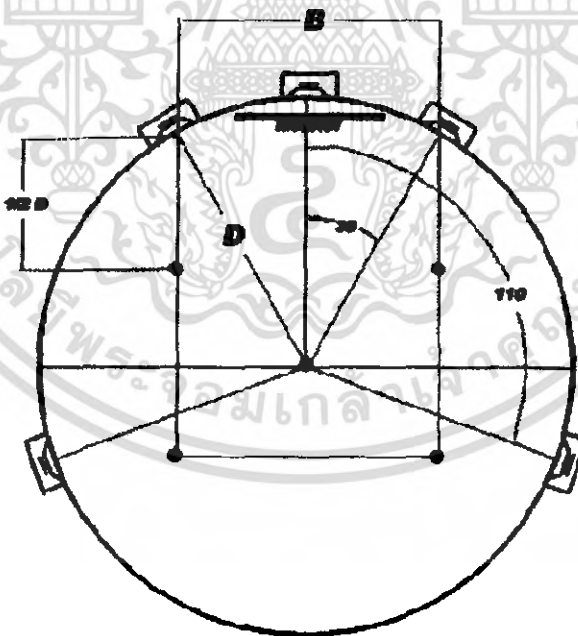
ความสูงของการวางลำโพงให้อยู่ในระนาบเดียวกัน กับแนวหูของผู้ฟัง และการต่อสาย ต้องต่อสายให้ลำโพงทุกตัว มี phase ตรงกันทั้งหมด



ระบบแรก ระบบ Stereo เป็นการจัดวางลำโพง 2 ตัว กับเสียง 2 ช่องทาง จุดสีดำ คือตำแหน่งของผู้ฟัง โดยระยะห่างของลำโพงสองข้าง จะเท่ากัน (ระยะห่างของลำโพง = รัศมีของวงกลม) เพื่อให้เสียงจากลำโพงทั้งสองข้าง มาถึงผู้ฟังพร้อม ๆ กัน ระยะห่างของลำโพงทั้งสองตัว เท่ากับ ระยะห่างจากลำโพงถึงผู้ฟัง ( $D=B$ ) ลำโพงทั้งสอง จะวางที่ตำแหน่งประมาณ 30 องศา เยื้องไปจากเส้นตั้งฉากจากจอภาพมายังผู้ฟัง



ระบบนี้เหมือนกับระบบ Stereo แต่เป็นการเพิ่มลำโพง Center เข้าไปอีกตัว ซึ่งระยะห่าง ก็ต้องรักษาระยะของรัศมีเอาไว้ เพื่อให้เสียงจากลำโพงทั้งสาม มาถึงผู้ฟังพร้อมกัน สำหรับลำโพง center นั้น จะเอียงไปอยู่หลังจอ สามารถเลือกได้ว่า จะวางไว้ด้านบน หรือด้านล่างจอ แต่จะทำให้แนวระนาบของเสียงเปลี่ยนไป (จากที่อยู่ระดับเดียวกับหูผู้ฟัง)



การวางลำโพงแบบครบชุด 5 ตัว สำหรับระบบเสียง Dolby Stereo, Dolby Surround, Dolby Surround Pro-Logic, Dolby Digital เราจะยังคงวางกลมสมมติไว้ เพื่อรักษาระยะห่างระหว่างลำโพงแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละตัว กับผู้ฟังเอาไว้ จะเห็นได้ว่า ลำโพง surround นั้น จะไม่ได้วางไว้ด้านหลังตรง ๆ แต่จะเพียงแค่อู้อยู่ด้านข้าง เอียงไปด้านหลัง ทำมุมประมาณ 110 องศา จากเส้นตั้งฉากระหว่างจอภาพ กับผู้ฟัง

ในการรับฟังเสียง กับห้องที่มีการจัดลำโพงแบบนี้ จุดรับฟัง จะอยู่ระหว่าง จุดสี่ด้านสี่จุด รอบ ๆ ผู้ฟัง คือ ระยะเวลาครึ่งหนึ่งของระยะทางระหว่าง ลำโพงกับผู้ฟัง เอียงไปทางด้านหน้า หรือด้านหลัง และไปทางด้านซ้ายกับขวา

สำหรับช่องเสียง LFE ซึ่งไม่นับเป็นทิศทางเสียงหลักนั้น จะต่อเข้ากับ Sub-Woofers ซึ่งตำแหน่งการวาง Sub-Woofers ก็จะต่างกันไปในแต่ละห้อง ซึ่งต้องใช้ประสบการณ์และการฟัง เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมกันเอง แต่จะแนะนำว่า ให้เริ่มจากวางไว้ บริเวณใกล้ผู้ฟังก่อน แล้วค่อย ๆ เลื่อนหาตำแหน่ง ที่ทำให้เสียงความถี่ต่ำ กลมกลืนไปกับทิศทางที่มา จากลำโพงทั้ง 5

#### 4.1.4 ระบบรักษาความปลอดภัยและป้องกันอัคคีภัย

##### ระบบรักษาความปลอดภัย

จากพฤติกรรมต่างๆ เกี่ยวกับความเสียหายที่เกิดขึ้นในพิพิธภัณฑ์ สามารถจำแนกออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้เป็นความเสียหายจากการทำลายของคน ความเสียหายจากการเกิดอัคคีภัย และความเสียหายจากภัยสงครามและการก่อการร้าย ซึ่งปัญหาทั้ง 3 นี้ทำให้มีความจำเป็นต้องมีการรักษาความปลอดภัยขึ้น

##### ระบบป้องกันอัคคีภัย

ระบบดับเพลิงภายในอาคารมีอยู่หลายแบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้สอยของอาคารแต่ละประเภท และวัสดุเชื้อเพลิงที่อาจเกิดเพลิงไหม้ขึ้น ซึ่งอาศัยองค์ประกอบ 3 ประการที่ทำให้เกิดการลุกไหม้ขึ้น คือ เชื้อเพลิง ความร้อน และออกซิเจน ดังนั้นในการดับเพลิงควรทำการกำจัดองค์ประกอบดังกล่าวทั้งหมดหรืออย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อสามารถให้ควบคุมเพลิงไหม้ได้ ระบบดับเพลิงสามารถแยกได้หลายชนิด ดังนี้

1. ระบบสายฉีดน้ำดับเพลิง (Fire Hose Reel System)
2. ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinkle System)
3. ระบบโฟม (Foam System)
4. ระบบก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
5. ระบบก๊าซ Halon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ระบบเคมีแห้ง (Dry Chemical System)

7. ระบบเคมีเปียก (Wet Chemical System)

การออกแบบระบบดับเพลิงภายในอาคารจะใช้มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย และของ NFPA (National Fire Protection Association) ของสหรัฐอเมริกา

### ระบบสายฉีดน้ำดับเพลิง

ระบบสายฉีดน้ำดับเพลิงประกอบด้วยตู้สายฉีดน้ำดับเพลิง (Fire Hose Cabinet หรือ FHC) และท่อยื่น (Stand pipe) น้ำที่ใช้ในการดับเพลิงอาจใช้น้ำจากถังเก็บน้ำบนหลังคา จากเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่ชั้นล่าง หรือจากหัวรับน้ำดับเพลิงสำหรับตำรวจดับเพลิง (Siamese Connection)

- ตู้สายฉีดน้ำดับเพลิง FHC จะมีความยาวของสายฉีดน้ำ 15 เมตร 23 เมตร และ 30 เมตร ดังนั้นในการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของตู้ดับเพลิง ต้องให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ง่ายต่อการมองเห็น และสามารถทำการดับเพลิงได้ครอบคลุมพื้นที่ของแต่ละชั้นได้หมด โดยพิจารณาจากรูปลักษณะผังของอาคารในสถานที่นั้นๆ

- ระบบท่อยื่น มีอยู่ 2 ระบบใหญ่ๆ คือ ระบบท่อเปียก และระบบท่อแห้ง

ระบบท่อเปียกจะมีน้ำอยู่ภายในท่อตลอดเวลา เพื่อรักษาความดันของน้ำในท่อให้คงที่ ระบบนี้เมื่อเกิดเพลิงไหม้ขึ้นจะสามารถจ่ายน้ำออกมาได้ทันที

ระบบท่อแห้ง จะไม่มีน้ำอยู่ภายในท่อ จะอาศัยตัว Smock Detector หรือตัวตรวจจับอุณหภูมิเป็นตัวส่งสัญญาณเพื่อปล่อยน้ำเข้าสู่ท่อเมื่อเกิดเพลิงไหม้ ระบบท่อแห้งนี้จะใช้กับประเทศที่มีภูมิอากาศแห้งแล้ง เพื่อประหยัดน้ำ หรือประเทศที่มีอากาศหนาว เนื่องจากไม่สามารถใช้ระบบท่อเปียกได้เพราะอาจเกิดการแข็งของน้ำในท่อทำให้ท่อดับเพลิงไม่สามารถใช้งานได้

### ตารางข้อมูลออกแบบตู้สายฉีดน้ำดับเพลิง FHC

ประเภทของการใช้งาน	ขนาดของวาล์วหัวน้ำดับเพลิง	ขนาดสายฉีดน้ำดับเพลิง
1. สำหรับพนักงานดับเพลิงหรือผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมแล้ว	2 ½ นิ้ว	2 ½ นิ้ว
2. สำหรับผู้อยู่อาศัยภายในอาคาร	2 ½ นิ้ว 1 นิ้ว*	2 ½ นิ้ว 1 นิ้ว*
3. สำหรับพนักงานดับเพลิงหรือผู้ที่ได้รับการฝึกอบรม และสำหรับผู้อยู่อาศัยภายในอาคารด้วย	1 ½ และ 2 ½ นิ้ว* 1* และ 2 ½ นิ้ว*	1 ½ นิ้ว 1 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

\* สำหรับสายฉีดน้ำดับเพลิงชนิดยางแข็ง

+ สำหรับข้อต่อสวมเร็ว

ตาราง ข้อมูลออกแบบขนาดท่อดับเพลิง

จำนวนแนวของท่อยื่น	อัตราการไหลของน้ำ (ลิตร/วินาที)	ขนาดของท่อดับเพลิง (นิ้ว)
1	30	6
2	45	6
3	60	8
4	75	8
5	90	10
6	105	10
7	120	10
8	135	10
9	150	12
10	165	12

ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง คือการติดตั้งระบบท่อน้ำดับเพลิง และหัวกระจายน้ำดับเพลิงซึ่งควบคุมด้วยกระเปาะของเหลววัดอุณหภูมิในหัวกระจายน้ำดับเพลิง หากภายในตัวห้องมีอุณหภูมิสูงผิดปกติจนถึงอัตราที่กำหนด กระเปาะของเหลวในหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะแตก ทำให้หัวกระจายน้ำดับเพลิงกระจายน้ำลงบนพื้นที่เกิดเพลิงไหม้ การเดินท่อจะแขวนท่อเหนือพื้นที่ห้องต่างๆ ตามแต่ละชั้นของอาคาร ระบบหัวกระจายน้ำแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือระบบหัวกระจายน้ำแบบเปียก และระบบหัวกระจายน้ำแบบแห้งซึ่งมีหลักการเดียวกันกับระบบท่อน้ำดับเพลิง ลักษณะของหัวกระจายน้ำสามารถแบ่งออกได้หลายประเภท ดังนี้

- Pendent Sprinkle ระบบหัวกระจายน้ำที่ใช้ภายในอาคารทั่วไป

- Upright Sprinkle ระบบหัวกระจายน้ำที่ใช้ภายในที่จอดรถ ลักษณะหัวจะหงายขึ้นด้านบน

เพื่อป้องกันรถยนต์เฉี่ยวชนถูกตัวหัวกระจายน้ำ

- Side Wall Sprinkle เป็นระบบหัวกระจายน้ำที่ใช้ติดผนัง ใช้ในส่วนที่ไม่สามารถติดตั้งหัวกระจายน้ำบนฝ้าเพดานได้

ประเภทของอาคารที่ทำการออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง

อาคารประเภทต่างๆ	ลักษณะของความรุนแรงเมื่อเกิดเพลิงไหม้และตัวอย่างของอาคาร
ประเภทที่ 1	มีปริมาณของเชื้อเพลิงน้อย มีอัตราการลุกไหม้และการขยายตัวของเพลิง ช้า ได้แก่ บ้าน ไม้อยู่อาศัย บ้านอยู่อาศัยครึ่งตึกครึ่งไม้ อาคารพาณิชย์อุหา เดียว หรือหลายอุหา ความสูงไม่เกิน 4 ชั้น สำนักงานขนาดเล็ก ร้านขาย ของชำ ร้านค้าขนาดเล็ก ร้านขายอาหาร หรือภัตตาคารทั่วไป สโมสร โบสถ์ วัด สถานประกอบพิธีกรรมทางศาสนา โรงแรม โรงพยาบาล สถาน พักฟื้น โรงภาพยนตร์ สถานแสดงมหรสพ สถานศึกษาทั่วไป พิพิธภัณฑ์ ขนาดเล็ก เรือนจำ อาคารสูงประเภทสำนักงาน อาคารสูงประเภทอยู่ อาศัย
ประเภทที่ 2	มีปริมาณเชื้อเพลิงปานกลาง มีอัตราการลุกไหม้ และการขยายตัวของ เพลิงปานกลาง ได้แก่ โรงจอดรถยนต์ (เหนือพื้นดินและเปิดโล่ง) โรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โรงงานผลิตเครื่องดื่ม โรงงานทำ ขนมปัง โรงงานอัดอาหารกระป๋อง ร้านซักผ้า โรงงานผลิตแก้วและวัสดุ ที่ทำจากแก้ว ภัตตาคาร (ส่วนบริการ) โรงงานผลิตเครื่องประดับ โรงงานผลิตเครื่องหนัง โรงงานผลิตลูกกวาดและลูกอม โกดังห้องเย็น โรงงานทอผ้า โรงงานยาสูบ โรงงานประกอบผลิตภัณฑ์ไม้ โรงพิมพ์ โรงงานผลิตสารเคมี โรงสีข้าว โรงกลึง โรงเก็บรถยนต์ชั้นใต้ดิน โรงงานผลิตกระดาษ ท่อเรือ และสะพานส่วนที่ยื่นไปในน้ำ
ประเภทที่ 3	มีปริมาณของเชื้อเพลิงสูง มีอัตราการลุกไหม้และการขยายตัวของเพลิง สูง ได้แก่ โรงงานผลิตไม้อัดและแผ่นไม้ โรงงานผลิตสีซึ่งใช้สารระเหย ที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 37°C โรงเลื่อย โรงเก็บเครื่องบิน โรงงานผลิต รถยนต์ โรงซ่อมเครื่องบิน ตู้ต่อเรือ โรงงานผลิตภัณฑ์พลาสติก โรงงาน ถลุงแร่ โรงงานทำสารละลาย โรงกลั่นน้ำมัน

ระยะห่างระหว่างหัวกระจายน้ำดับเพลิง โดยกำหนดให้จำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงบนท่อ  
ย่อยแต่ละแนวจะต้องมีไม่เกิน 8 หัวสำหรับอาคารประเภทที่ 1 และ 2 และต้องมีไม่เกิน 6 หัวสำหรับ  
อาคารประเภทที่ 3

ตาราง พื้นที่ดับเพลิงสูงสุดต่อหัวและระยะห่างที่สุกระหว่างหัวกระจายน้ำดับเพลิงของอาคาร  
ประเภทต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทอาคาร	พื้นที่ค้ำเพลิงสูงสุดต่อหัวกระจายน้ำ ค้ำเพลิง (ตร.ม./หัว)	ระยะห่างที่สุดระหว่างหัว กระจายน้ำค้ำเพลิง (ม.)
ประเภทที่ 1	16	4.5
ประเภทที่ 2	12	4.5
ประเภทที่ 3	8.5	3.7

ขนาดท่อสำหรับหัวกระจายน้ำค้ำเพลิง การออกแบบขนาดท่อดังกล่าวสามารถใช้ข้อมูลที่ได้  
แสดงไว้ในตาราง สำหรับอาคารประเภทที่ 1-3 ตามลำดับ

ตาราง ขนาดท่อสำหรับจำนวนหัวกระจายน้ำค้ำเพลิงต่างๆ ของอาคารประเภทที่ 1

ขนาดที่ที่มีขนาดเท่ากับหรือ มากกว่า (นิ้ว)	จำนวนหัวกระจายน้ำ ค้ำเพลิงที่มีเท่ากับหรือน้อย กว่า สำหรับท่อเหล็กเหนียว	จำนวนหัวกระจายน้ำค้ำเพลิงที่ มีเท่ากับหรือน้อยกว่า สำหรับ ท่อทองแดง
1	2	2
1 ¼	3	3
1 ½	5	5
2	10	12
2 ½	30	40
3	60	65
3 ½	100	115
4	>100	>115

ตาราง ขนาดท่อสำหรับจำนวนหัวกระจายน้ำค้ำเพลิงต่างๆ ของอาคารประเภทที่ 2

ขนาดที่ที่มีขนาดเท่ากับหรือ มากกว่า (นิ้ว)	จำนวนหัวกระจายน้ำ ค้ำเพลิงที่มีเท่ากับหรือน้อย กว่า สำหรับท่อเหล็กเหนียว	จำนวนหัวกระจายน้ำค้ำเพลิงที่ มีเท่ากับหรือน้อยกว่า สำหรับ ท่อทองแดง
1	2	2
1 ¼	3	3
1 ½	5	5
2	10	12
2 ½	20	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3	40	45
3 ½	65	75
4	100	115
5	160	180
6	275	300
8	> 275	> 300

**ตาราง ขนาดท่อสำหรับจำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงต่างๆ ของอาคารประเภทที่ 3**

ขนาดที่ที่มีขนาดเท่ากับหรือมากกว่า (นิ้ว)	จำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่มีเท่ากับหรือน้อยกว่า สำหรับท่อเหล็กเหนียว	จำนวนหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่มีเท่ากับหรือน้อยกว่า สำหรับท่อทองแดง
1	= 1	= 1
1 ¼	2	2
1 ½	5	5
2	8	8
2 ½	15	20
3	27	30
3 ½	40	45
4	55	65
5	90	110
6	150	170
8	> 150	> 170

อุณหภูมิสำหรับหัวกระจายน้ำดับเพลิง การเลือกอุณหภูมิที่หัวกระจายน้ำดับเพลิง ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิสูงสุดของฝ้าเพดานที่ติดตั้งหัวฉีดติดตั้งอยู่ ถ้าห้องที่จะติดตั้งมีอุณหภูมิสูง จะต้องเลือกชนิดของหัวกระจายน้ำดับเพลิงที่มีอุณหภูมิสูงกว่ามากพอสมควร เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาหัวกระจายน้ำทำงานในขณะที่ไม่มีเพลิงไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตาราง ข้อมูลหัวกระจายน้ำดับเพลิงสำหรับเพดานที่มีอุณหภูมิต่างๆ**

อุณหภูมิสูงสุดของเพดาน (°C)	อุณหภูมิของหัวกระจายน้ำดับเพลิง (°C)
38	57-77
66	79-107
107	121-149
149	163-190
190	204-246
246	260-302

ระดับความดันของน้ำที่ออกจากหัวกระจายน้ำดับเพลิง ระดับความดันของน้ำที่จะทำการดับเพลิงควรมีขนาดประมาณ 11 Bar สำหรับอาคารประเภทที่ 1 และ 2 สำหรับอาคารประเภทที่ 3 จะให้วิศวกรออกแบบเป็นผู้พิจารณาร่วมกับตำรวจดับเพลิง เนื่องจากเป็นอาคารที่มีความเสี่ยงสูง

อัตราการไหลของน้ำดับเพลิง ขนาดอัตราไหลของน้ำดับเพลิงควรมีอัตรา 30-45 ลิตร/วินาที สำหรับอาคารประเภทที่ 1 และ 42-90 ลิตร/วินาที สำหรับอาคารประเภทที่ 2 สำหรับอาคารประเภทที่ 3 จะให้วิศวกรออกแบบเป็นผู้พิจารณาร่วมกับตำรวจดับเพลิง เนื่องจากเป็นอาคารที่มีความเสี่ยงสูง

ระยะเวลาของการดับเพลิง ระยะเวลาของการดับเพลิงด้วยหัวกระจายน้ำดับเพลิงสำหรับอาคารประเภทที่ 1 ควรมีระยะเวลา 30-60 นาที อาคารประเภทที่ 2 ควรมีระยะเวลา 120 นาที สำหรับอาคารประเภทที่ 3 จะให้วิศวกรออกแบบเป็นผู้พิจารณาร่วมกับตำรวจดับเพลิง เนื่องจากเป็นอาคารที่มีความเสี่ยงสูง

ระบบจ่ายน้ำให้แก่ท่อน้ำดับเพลิงมีด้วยกันหลายวิธี ได้แก่

1. จากท่อเมนสาธารณะ โดยตรง
2. จากเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบเปิด-ปิดอัตโนมัติ
3. จากเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบใช้พนักงานเปิด-ปิด
4. จากระบบถังอัดความดัน
5. จากถังเก็บน้ำสูงบนหลังคา หรือหอดึงสูงภายนอกอาคาร

จากวิธีดังกล่าวข้างต้นจะเห็นว่า เครื่องสูบน้ำดับเพลิงเป็นเครื่องมือที่มีความจำเป็นสำหรับการส่งจ่ายน้ำดับเพลิง ไปทั่วอาคารและต้องมีประสิทธิภาพมาก ระบบต่างๆของเครื่องสูบน้ำจึงเป็นสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่ควรคำนึงถึงในระบบดับเพลิง

**ชนิดของเครื่องสูบน้ำดับเพลิง (Fire Pump)** เครื่องสูบน้ำดับเพลิงสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

- เครื่องสูบน้ำหอขังแกนนอน เป็นเครื่องสูบน้ำแบบ Split Case หรือ End Suction ชนิดติดตั้งอยู่กับที่ ควรออกแบบให้เครื่องสูบน้ำมีความสามารถสูบน้ำได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของปริมาณสูบน้ำที่ต้องการ และมีแรงดันไม่ต่ำกว่า 65% ของแรงดันที่กำหนด แต่ต้องมีไม่เกิน 1.2 เท่าของแรงดันที่กำหนดสำหรับเครื่องสูบน้ำแบบ Split Case และไม่เกิน 1.4 เท่าของแรงดันที่กำหนดสำหรับเครื่องสูบน้ำแบบ End Suction

- เครื่องสูบน้ำหอขังแกนนตั้ง เป็นเครื่องสูบน้ำที่มีลักษณะเป็นท่อยาวจุ่มอยู่ในน้ำ โดยมีเครื่องขับเคลื่อนอยู่บนแท่นเหนือหน้า นิยมใช้กับงานที่มีแหล่งน้ำอยู่ต่ำกว่าเครื่องสูบน้ำ เช่น อังเก็บน้ำใต้ดิน สระน้ำ แม่น้ำ เป็นต้น ควรออกแบบให้เครื่องสูบน้ำมีความสามารถสูบน้ำได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของปริมาณสูบน้ำที่ต้องการ และมีแรงดันไม่ต่ำกว่า 65% ของแรงดันที่กำหนด แต่ต้องมีไม่เกิน 1.4 เท่าของแรงดันที่กำหนด แหล่งน้ำที่จะสูบน้ำขึ้นมาต้องมีระดับน้ำไม่ลึกกว่า 6 เมตร จากเครื่องสูบน้ำ

ระบบควบคุมเครื่องสูบน้ำดับเพลิง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ระบบควบคุมด้วยคน (Manual Control) ระบบนี้จะไม่นิยมใช้กับอาคารที่มีขนาดใหญ่ แต่จะใช้กับอาคารขนาดเล็ก

2. ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic Control) ระบบนี้จะนิยมใช้กับอาคารขนาดใหญ่ เพื่อให้มีน้ำในท่อดับเพลิงตลอดเวลา และมีความดันพร้อมที่จะใช้งานตลอดเวลา ดังนั้นระบบนี้จะมีการติดตั้งเครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก (Jockey Pump) เพื่อช่วยรักษาความดันในระบบท่อให้คงที่ เครื่องสูบน้ำนี้จะมีขนาดเพียง 1.6 ลิตร/วินาที เพื่อทำหน้าที่สูบน้ำทดแทนส่วนที่รั่วออกภายในท่อดับเพลิง หรือทดแทนน้ำส่วนที่ใช้ในการทดสอบระบบ เพื่อลดการทำงานของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงไม่ให้ทำงานบ่อยเกินไป เนื่องจากเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะมีกำลังในการสูบน้ำมากถ้าหากใช้เครื่องสูบน้ำดับเพลิงในการรักษาความดันในระบบ เครื่องจะใช้เวลาในการสูบน้ำสั้นมาก จึงต้องเปิด-ปิดในช่วงสั้นๆ บ่อยครั้ง ทำให้กินกำลังไฟฟ้ามาก หรือหากเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเป็นระบบที่ใช้เครื่องชนิดในการเปิด-ปิด จะทำให้เกิดอาการน้ำมันท่วมห้องเครื่องชนิด ซึ่งเป็นสาเหตุให้เครื่องสูบน้ำดับเพลิงไม่ทำงานได้

โดยปกติจะตั้งระดับความดันของ Jockey pump ให้มีค่าสูงกว่าระดับควบคุมความดันของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงประมาณ 3-4 Bar

ระบบขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำดับเพลิง มีอยู่ด้วย 2 ประเภท คือ

- ระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ระบบนี้ควรใช้ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟที่แยกเป็นพิเศษจากวงจรไฟฟ้าอื่น ถ้าเป็นไปได้ควรจ่ายโดยตรงจากหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดหากเกิดเพลิงไหม้

- ระบบขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนตืเซล ระบบนี้ควรมีกำลังขับเคลื่อนของเครื่องสูบน้ำมากกว่าของระบบมอเตอร์ไฟฟ้าอย่างน้อย 20% และควรมีเครื่องอัดไฟฟ้าแบบเคอร์รี่อัตโนมัติ เพื่อให้แบบเคอร์รี่มีไฟเต็มและพร้อมที่จะใช้สตาร์ทเครื่องยนตืได้ตลอดเวลา

#### ท่อและอุปกรณ์สำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

เครื่องสูบน้ำดับเพลิงทั่วไปจะมีระบบท่อ ระบบวาล์ว และมาตรวัดน้ำ ซึ่งในการออกแบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ควรทำการออกแบบระบบต่างๆข้างต้นด้วย สำหรับวัสดุของท่อน้ำดับเพลิงภายในอาคารควรเป็นท่อเหล็กหล่อ ท่อเหล็กกล้าอบเหนียว หรือท่อทองแดงก็ได้ ห้ามใช้ท่อที่ไม่สามารถทนความร้อนสูงๆ ได้ เช่น ท่อ PVC ท่อ PE เป็นต้น

#### ตารางข้อมูลออกแบบขนาดท่อและวาล์วต่างๆ สำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงขนาดต่างๆ

อัตราการสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำ (ลิตร/วินาที)	ท่อดูด (นิ้ว)	ท่อส่งจ่าย (นิ้ว)	วาล์วระบายน้ำ (นิ้ว)	ท่อออกวาล์วระบายน้ำ (นิ้ว)	มาตรวัดน้ำ (นิ้ว)	หัวรับน้ำดับเพลิง		
						จำนวน	ขนาดของหัว (นิ้ว)	ขนาดท่อ (นิ้ว)
1.6	1	1	¾	1	1 ¼	1	1 ½	1
3	1 ½	1 ¼	1 ¼	1 ½	2	1	1 ½	1 ¼
6.3	2	2	1 ½	2	2 ½	2	1 ½	2
9.5	2 ½	2 ½	2	2 ½	3	1	2 ½	2 ½
12.6	3	3	2	2 ½	3	3	2 ½	2 ½
15.8	3 ½	3	2	2 ½	3 ½	1	2 ½	3
19	4	4	2 ½	3 ½	3 ½	1	2 ½	3
25.2	4	4	3	5	4	2	2 ½	4
28.4	5	5	3	5	4	2	2 ½	4
31.5	5	5	3	5	5	2	2 ½	4
47.3	6	6	4	6	5	3	2 ½	6
63	8	6	4	8	6	4	2 ½	6
79	8	8	6	8	6	6	2 ½	6
94.6	8	8	6	8	8	6	2 ½	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

126	10	10	6	10	8	6	2 ½	8
158	10	10	6	10	8	8	2 ½	10
189	12	12	8	12	8	12	2 ½	10
221	12	12	8	12	10	12	2 ½	12
252	14	12	8	14	10	16	2 ½	12
284	16	14	8	14	10	16	2 ½	12
315	16	14	8	14	10	20	2 ½	12

### ระบบดับเพลิงแบบมือถือ

ระบบดับเพลิงแบบมือถือจะนิยมติดตั้งไว้ในอาคารประเภทต่างๆ แม้จะมีการติดตั้งระบบดับเพลิงในอาคารอยู่แล้ว ทั้งนี้เพื่อสามารถต่อสู้กับเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นในระยะ แรกได้ และสามารถใช้ได้สะดวกทันที ก่อนจะเลือกใช้เครื่องมือดับเพลิงแบบมือถือจึงควรทราบประเภทและการนำไปใช้งานเสียก่อน ซึ่งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือมีอยู่หลายแบบ ขึ้นอยู่กับประเภทของเพลิงที่เกิดขึ้น ประเภทของเพลิงแบ่งออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

- ประเภท ก. (Class A) หมายถึง เพลิงที่เกิดจากวัสดุติดไฟปกติ เช่น ไม้ ผ้า กระดาษ ยาง และพลาสติก
- ประเภท ข. (Class B) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากของเหลวติดไฟ เช่น น้ำมัน อารบี น้ำมันผสมสี น้ำมัน น้ำมันชักเงา น้ำมันดิน และแก๊สติดไฟต่างๆ
- ประเภท ค. (Class C) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ไฟฟ้าลัดวงจร
- ประเภท ง. (Class D) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากวัตถุที่เผาไหม้ได้ เช่น แมกนีเซียม จีนโค รเมียม โซเดียม ลิเทียม และโพแทสเซียม

### ตารางการเลือกใช้นิคมของเครื่องดับเพลิงกับเพลิงประเภทต่างๆ

ชนิดของเครื่องดับเพลิง	ประเภทของเพลิง			
	ประเภท ก.	ประเภท ข.	ประเภท ค.	ประเภท ง.
น้ำ	X			
กรด-โซดา	X			
โฟม (Foam)	X	X		
Aqueous Film Forming Foam (AFFF)	X	X		
ผงเคมีแห้ง ABC	X	X	X	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผงเคมีแห้ง (โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต)		X	X	
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO <sub>2</sub> )		X	X	
เครื่องดับเพลิงชนิดพิเศษ				X

เครื่องดับเพลิงชนิดพิเศษนี้ให้พิจารณาจากชื่อเพลิงที่ใช้ และเลือกชนิดของสารดับเพลิงที่เหมาะสม

#### ขนาดและการติดตั้งเครื่องดับเพลิงสำหรับประเภท ก. (Class A)

ขนาดของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ จะต้องมีความไม่เล็กกว่าความสามารถเทียบเท่าที่กำหนด และการติดตั้งสามารถครอบคลุมพื้นที่ป้องกันได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนด โดยมีระยะทางเข้าถึงตัวเครื่องดับเพลิงไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ ในกรณีพื้นที่ที่ป้องกันแต่ละพื้นที่หรือแต่ละชั้น น้อยกว่าที่กำหนดให้มีเครื่องดับเพลิงแบบมือถืออย่างน้อยที่สุด 1 เครื่องติดตั้งไว้

#### ตาราง พื้นที่ป้องกันสูงสุดต่อเครื่องดับเพลิง 1 เครื่อง

ความสามารถเทียบเท่า (UL Rating) ของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ Class A	อาคารประเภทที่ 1 (ตารางเมตร)	อาคารประเภทที่ 2 (ตารางเมตร)	อาคารประเภทที่ 3 (ตารางเมตร)
1A	-	-	-
2A	557	280	-
3A	836	418	-
4A	1045	557	372
6A	1045	836	557
10A	1045	1045	930
20A	1045	1045	1045
30A	1045	1045	1045
40A	1045	1045	1045

หมายเหตุ ระยะทางเข้าถึงสูงสุดไม่เกิน 23 เมตร

#### ขนาดและการติดตั้งเครื่องดับเพลิงสำหรับประเภท ข. (Class B)

ขนาดของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือจะต้องมีความไม่น้อยกว่าความสามารถเทียบเท่าที่กำหนด และการติดตั้งสามารถครอบคลุมพื้นที่ป้องกันได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนด โดยมีระยะทางเข้าถึงตัวเครื่องดับเพลิงไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้

ไม่ให้ใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่มีความสามารถเทียบเท่าต่ำกว่าจำนวน 2 เครื่อง หรือมากกว่า เพื่อให้ได้ความสามารถป้องกันตามที่กำหนดไว้ในตาราง ยกเว้น

เครื่องดับเพลิงชนิดโฟม ขนาด 9.47 ลิตร (2.50 แกลลอน) จำนวน 3 เครื่อง อาจใช้ได้เพิ่มความป้องกันสำหรับอาคาร หรือพื้นที่ครอบครองอันครายน้อย

เครื่องดับเพลิงชนิด AFFF ขนาด 9.46 ลิตร (2.50 แกลลอน) จำนวน 3 เครื่อง อาจใช้ได้เพิ่มความป้องกันสำหรับอาคารหรือพื้นที่ครอบครองอันครายมาก

ในกรณีที่ใช้เครื่องดับเพลิงที่มีความสามารถเทียบเท่าสูงกว่าที่ระบุไว้สำหรับป้องกันในอาคารหรือพื้นที่ป้องกันที่กำหนด ระยะทางเข้าถึงตัวเครื่องดับเพลิงจะลดลงโดยไม่ให้เกินกว่า 15 เมตร

**ตาราง ขนาดและการติดตั้งเครื่องดับเพลิงสำหรับประเภท ข**

ประเภทของอาคาร	ความสามารถของเครื่องดับเพลิงที่เทียบเท่า	ระยะทางเข้าถึงเครื่องดับเพลิงสูงสุด (เมตร)
อาคารประเภทที่ 1	5B	9
	10B	15
อาคารประเภทที่ 2	10B	9
	20B	15
อาคารประเภทที่ 3	40 B	9
	80B	15

**ขนาดและการติดตั้งเครื่องดับเพลิงสำหรับประเภท ค. (Class C)**

เครื่องดับเพลิงแบบมือถือ ซึ่งมีความสามารถเทียบเท่า Class C ให้ใช้กับเพลิงที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งสารเคมีที่ใช้จะคงไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า ในกรณีนี้รวมถึงเพลิงที่เกิดขึ้นบริเวณตัวอุปกรณ์ไฟฟ้าเองด้วย

เครื่องดับเพลิงแบบมือถือชนิดใช้คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นสารเคมีดับเพลิงและใช้หัวฉีดปากแตรทำด้วยโลหะ ไม่พิจารณาให้มีความสามารถเทียบเท่าใช้กับเพลิงประเภท ค. (Class C) นี้

**ขนาดและการติดตั้งเครื่องดับเพลิงสำหรับประเภท ง. (Class D)**

สารเคมีสำหรับเครื่องดับเพลิงแบบมือถือที่มีความสามารถเทียบเท่าเพลิง Class D ให้เลือกใช้เหมาะสมกับเพลิงชนิดนั้นๆ

ตำแหน่งติดตั้งเครื่องดับเพลิงชนิดดังกล่าวจะต้องมีระยะทางเข้าถึงไม่เกินกว่า 23 เมตร ขนาดของเครื่องดับเพลิงให้พิจารณาพื้นที่ครอบคลุมที่จะป้องกันปริมาณของวัสดุติดไฟ และจากคำแนะนำของผู้ผลิต

### ข้อกำหนดในการติดตั้งเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ

- จำนวนของเครื่องดับเพลิงสำหรับดับเพลิงประเภทต่างๆจะต้องมีจำนวนเพียงพอไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ข้างต้น
- การพิจารณาเลือกชนิดของเครื่องดับเพลิงที่นำมาใช้ จะต้องเลือกชนิดของเครื่องดับเพลิงที่ถูกต้องด้วย โดยทั่วไปเครื่องดับเพลิงสำหรับป้องกันพื้นที่ที่ประกอบด้วยวัสดุที่ติดไฟ จะเป็นเครื่องดับเพลิงประเภท ก. และอาจมีเครื่องดับเพลิงสำหรับเพลิงประเภท ข. ในบริเวณที่มีของเหลวติดไฟหรือเครื่องดับเพลิงสำหรับเพลิงประเภท ก. ในบริเวณห้องไฟฟ้า เป็นต้น
- การติดตั้งเครื่องดับเพลิง จะต้องติดตั้งอยู่ในบริเวณที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน และสามารถหยิบฉวยเพื่อนำไปใช้ในการดับเพลิงได้โดยสะดวก เครื่องดับเพลิงจะต้องติดตั้งไม่สูงกว่า 1.50 เมตรจากระดับพื้นจนถึงหัวของเครื่องดับเพลิง
- การกำหนดความสามารถ (Rating) ของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือตามมาตรฐานของ Under Writer's Laboratories Inc. สหรัฐอเมริกา ให้สถาบันที่เชื่อถือได้เป็นผู้ทำการทดสอบหรือตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องดับเพลิงยกหัวชนิดผงเคมีแห้งฉบับล่าสุด
- เครื่องดับเพลิงแบบมือถือทุกเครื่องที่นำมาใช้จะต้องสร้างจากถังเหล็กกล้า หรือเหล็กหล่อที่ทนความดันสูง อุปกรณ์ทุกชิ้นจะต้องมีคุณภาพสูง และออกแบบโดยเฉพาะสำหรับนำมาใช้ประกอบเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ การทดสอบถังเครื่องดับเพลิง และอุปกรณ์ประกอบ จะใช้วิธีทดสอบด้วยความดันน้ำ (Hydrostatic Testing) โดยจะทดสอบในโรงงานผลิต และอาจมีการทดสอบเป็นระยะๆ หลังจกนำไปใช้งานแล้ว เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องดับเพลิงยังคงอยู่ในสภาพที่ดี และยังคงสามารถทนต่อความดันใช้งานได้อย่างปลอดภัย

#### ตาราง ความดันทดสอบเครื่องดับเพลิงและอุปกรณ์ประกอบ

ชนิดของเครื่องดับเพลิง	ความดันทดสอบ กิโลปาสกาล (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
- น้ำ กรด โซดา และเครื่องดับเพลิงอื่นๆ ที่มีความดันใช้งานไม่เกิน 1344 กิโลปาสกาล (195 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	2413 (350)
- คาร์บอนไดออกไซด์	20679 (3000)
- ชุดอุปกรณ์สายฉีดของเครื่องดับเพลิงผงเคมีแห้ง	2068 (300)
- ชุดสายฉีดน้ำดับเพลิงคาร์บอนไดออกไซด์	8616 (1250)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.5 ระบบอุปกรณ์พิเศษที่ใช้ภายในโรงภาพยนตร์

##### การออกแบบสำหรับโรงภาพยนตร์ตามมิติ (IMAX)

ภาพยนตร์ IMAX (IMAX Experience) มีลักษณะที่แตกต่างจากภาพยนตร์ทั่วไปซึ่ง IMAX ใช้เทคโนโลยีการสร้างภาพยนตร์ที่ใช้ฉากรอบและกระบวนการในการผลิตที่ต่างจากการผลิตภาพยนตร์ทั่วไปทำให้ได้ภาพที่มีความคมชัดสูงและเสียงรอบทิศทางที่มีความคมชัดและสมจริงกว่า จอฉายภาพยนตร์ IMAX จึงมีขนาดใหญ่เพื่อให้มุมมองที่กว้างเต็มสายตาผู้ชม การกำหนดขนาดและสัดส่วนของจอฉายภาพยนตร์จะขึ้นกับมุมมองของเครื่องฉายภาพยนตร์และสัดส่วนของฟิล์มที่นำมาใช้ในการฉาย

ปัจจัยสำคัญในการออกแบบโรงภาพยนตร์ IMAX ไม่ใช่การตกแต่งภายในที่สวยงามเพียงอย่างเดียว เพราะเมื่อภาพยนตร์เริ่มฉายแล้ว สิ่งตกแต่งต่างๆก็จะมองเห็นได้ไม่ชัดเจน สิ่งสำคัญที่สุดในการออกแบบคือ ความปลอดภัยภายในโรงภาพยนตร์ ตั้งแต่ผู้ชมเข้ามาใช้บริการจนออกจากโรงภาพยนตร์

การทำให้ภาพยนตร์ IMAX ออกมามีความสมจริงต้องอาศัยเทคนิคเฉพาะต่างๆ ดังนี้

- จอภาพยนตร์ขนาดใหญ่ ทำให้ภาพที่ฉายออกไปมีความกว้างและใหญ่สุดสายตาของผู้ชมทั้งด้านแนวกิ่งและแนวนอน ซึ่งเป็นมุมมองที่ให้ความรู้สึกสมจริงเนื่องจากภาพที่เคลื่อนไหวไปบนจอภาพยนตร์ขนาดใหญ่จะทำให้ผู้ชมเคลื่อนไหวดวงตาและศีรษะไปตามการเคลื่อนไหวของภาพบนจอ เหมือนกับการชมวัตถุที่เคลื่อนไหวในธรรมชาติ

- ที่นั่งในโรงภาพยนตร์ ลักษณะของแถวที่นั่งจะมีความลาดเอียงมากกว่าโรงภาพยนตร์ทั่วไป เพื่อให้ผู้ชมได้ชมภาพยนตร์ในมุมมองที่กว้างได้ชัดเจน ซึ่งความลาดเอียงของแต่ละแถวจะมีความเอียง  $19^{\circ}$  -  $25^{\circ}$  ซึ่งแถวที่นั่งล่างสุดจะต้องมองเห็นขอบล่างของจอภาพยนตร์ในมุมก้ม ตำแหน่งที่ดีที่สุดโรงภาพยนตร์คือแถวที่นั่งที่อยู่ในตำแหน่งตรงกับเส้นแนวนอนกึ่งกลางของจอภาพยนตร์ ซึ่งจะให้ผู้ชมมองเห็นภาพที่สมจริงที่สุด

- ความเข้มและความสว่างของภาพ ได้รับการดูแลรักษาในมาตรฐานระดับสูง ซึ่งความเข้มและความสว่างของภาพจะขึ้นกับปัจจัย 2 ประการคือ เครื่องฉายภาพยนตร์และจอฉายภาพ อุปกรณ์ทั้ง 2 อย่างจะต้องมีการดูแลรักษาให้ผู้ชมในสภาพที่สมบูรณ์

- ระบบเสียง เป็นปัจจัยที่สำคัญมากกับระบบการฉายภาพยนตร์ ระบบเสียงในโรงภาพยนตร์ IMAX มีการออกแบบระบบพิเศษกว่าโรงภาพยนตร์ทั่วไป โดยใช้ระบบเสียง digital surround รอบ

ทิศทาง และลำโพงที่มีช่องสัญญาณเสียงมากกว่า ทำให้ผู้ชมรู้สึกเหมือนกับเข้าไปอยู่ในเหตุการณ์จริง วัสดุกันเสียงสะท้อนเป็นปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งซึ่ง IMAX ได้เลือกใช้วัสดุกันเสียงสะท้อนพิเศษที่มีคุณภาพสูง

### ระบบในโรงภาพยนตร์ IMAX ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. ระบบเครื่องฉายภาพยนตร์ ใช้เครื่องฉายภาพยนตร์แบบ 7 kW Air-cooled SR Projection System สำหรับโรงภาพยนตร์ IMAX ขนาดเล็กถึงขนาดกลาง หรือเครื่องฉายภาพยนตร์ 15 kW Water-cooled GT Projection System สำหรับโรงภาพยนตร์ IMAX ขนาดใหญ่

2. ระบบเสียง ใช้ระบบเสียง multi-channel digital sound system

3. จอฉายภาพยนตร์ เป็นจอ ไวเมทิล ลักษณะมีรูพรุนบนพื้นผิวของจอ ลักษณะพื้นผิวของจอฉายภาพยนตร์จะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

- จอฉายภาพยนตร์ 2 มิติ จะทำพื้นจอด้วยสีขาวด้านบนพื้นผิว
- จอฉายภาพยนตร์ 3 มิติ จะทำพื้นจอด้วยสีเงิน metallic

#### รูปแบบของโรงภาพยนตร์สามมิติ

1. IMAX 3D SR เป็นโรงภาพยนตร์ขนาดกลางสำหรับฉายภาพยนตร์ได้ทั้ง 2 และ 3 มิติ ลักษณะจอฉายภาพจะเป็นแบบ Flat Screen อัตราส่วนภาพ 4 : 3 ขนาดของจอภาพสามารถมีขนาดได้ถึง 21.3 m x 16 m สามารถจุผู้ชมได้สูงสุด 300 คน สำหรับภาพยนตร์แบบ 3 มิติ และ 340 คน สำหรับภาพยนตร์ 2 มิติ

2. IMAX 3D GT เป็นโรงภาพยนตร์ขนาดใหญ่สำหรับฉายภาพยนตร์ได้ทั้ง 2 และ 3 มิติ ลักษณะจอฉายภาพจะเป็นแบบ Flat Screen อัตราส่วนภาพ 4 : 3 ขนาดของจอภาพสามารถมีขนาดได้ถึง 29 m x 21.6 m สามารถจุผู้ชมได้สูงสุด 500 คน

3. IMAX MPX เป็นโรงภาพยนตร์ขนาดเล็กสำหรับฉายภาพยนตร์ได้ทั้ง 2 และ 3 มิติ รูปแบบ MPX นี้เป็นรูปแบบของโรงภาพยนตร์ที่ใช้ในลักษณะของการปรับปรุงพื้นที่โรงภาพยนตร์ธรรมดาเป็นโรงภาพยนตร์สามมิติ ลักษณะจอฉายภาพจะเป็นแบบ Flat Screen อัตราส่วนภาพ 16 : 9 ขนาดของจอภาพสามารถมีขนาดได้ถึง 21.3 m x 13.3 m สามารถจุผู้ชมได้สูงสุด 350 คน

#### ส่วนประกอบต่างๆของโรงภาพยนตร์ 3 มิติ

นอกจากห้องฉายภาพยนตร์แล้วยังต้องมีส่วนงานระบบและส่วนบริการต่างๆภายในโรงภาพยนตร์ 3 มิติ ซึ่งประกอบด้วย

- ห้องโปรเจกเตอร์และห้องเก็บอุปกรณ์ฉายสำรอง

- พื้นที่สำหรับแจกแวนคาสามมิติ และพื้นที่เก็บแวนคา
- พื้นที่สำหรับทำความสะอาดแวนคา

## 4.2 วัสดุและอุปกรณ์

### 4.2.1 วัสดุตกแต่ง

วัสดุที่ใช้กับอาคารสาธารณะจะต้องมีคุณสมบัติที่สะอาดตา คงทนถาวรและราคาไม่แพงนัก จะต้องเป็นวัสดุที่ดูแลรักษาทำความสะอาดได้ง่าย เพื่อประหยัดค่าดูแลรักษา เช่น วัสดุประเภทหิน ไม้ อีฐ โลหะ กระamik เป็นต้น

1. วัสดุประเภทหิน เหมาะสำหรับผนังภายในและภายนอก หินที่ใช้ควรเป็นหินประเภทเนื้อละเอียดสามารถขัดให้เป็นมันได้ ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศ และใช้กับผนังหรือพื้นที่มีอายุการใช้งานสมบูรณ์ เหตุผลสำคัญที่เลือกใช้หินเนื่องจาก หินมีคุณสมบัติที่ให้ความคงทนน่าประทับใจ มีค่าและดูหรูหรา ดังนั้นสถานที่ที่เหมาะสมกับการใช้หินมากที่สุดในอาคาร ได้แก่ บ้านโถงทางเข้า บริเวณโถงทางเข้า หินที่นิยมใช้กันมากได้แก่

- หินอ่อน เป็นหินที่สามารถทนต่อความสกปรกได้ดี มักใช้กับผนังและพื้นภายในอาคาร ให้ความรู้สึกที่มีค่ามากกว่าหินประเภทอื่นๆ มีสีและลวดลายให้เลือกมากมายตามความต้องการ
- หินแกรนิต ส่วนมากใช้กรุผนังและพื้นทางเดินส่วนต่างๆ เนื่องจากเป็นหินที่มีความทนทานมากที่สุด เมื่อขัดเงาจะมีลักษณะคล้ายหินอ่อน และบำรุงรักษาทำความสะอาดได้ง่าย

2. วัสดุประเภทดินเผา เช่น อีฐ กระเบื้อง และ Terra Cotta สามารถใช้กรุพื้นและผนังได้ ราคาถูกกว่าหิน ทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศและการสึกกร่อน บำรุงรักษาง่าย มีสีสันทนและลวดลายให้เลือกมากมายหลายแบบ

3. กระเบื้องยาง เป็นวัสดุปูพื้นรูปแบบใหม่ ไม่มีส่วนผสมของใยหิน (แอสเบสตอส) มีลวดลายเลียนแบบธรรมชาติ เช่น ลายหินอ่อน หินแกรนิต หินทราย หินภูเขา และลายไม้ เพื่อใช้ทดแทนการใช้วัสดุจริงจากธรรมชาติ ขนาดของกระเบื้องยางลายธรรมชาติ เช่น หินอ่อน หินแกรนิต หินทราย หินภูเขา ลายไม้ มีขนาด 45.5 x 45.5 ซม. กระเบื้องยางลายไม้ ขนาด 10 x 91.6 ซม.

**คุณสมบัติ** น้ำหนักเบา สามารถเก็บเสียงได้ดี ดูแลรักษาง่าย เป็นฉนวนกันไฟ และหมดปัญหาเรื่องปลวก

**ข้อแนะนำการใช้** กระเบื้องความหนา 2.0 มม. ใช้สำหรับพื้นภายในบ้านทั่วไป สำนักงาน ฯลฯ

กระเบื้องยางความหนา 2.5 มม. สำหรับพื้นที่ทางสรรพสินค้า โรงแรม โรงพยาบาล ฯลฯ

การติดตั้ง กระเบื้องยาง ใช้ปูพื้นต่างๆ ได้ดี เช่น พื้นคอนกรีต พื้นหินขัด พื้นไม้เก่าหรือใหม่ เป็นต้น โดยที่พื้นจะต้องมีผิวหน้าเรียบ แข็ง แห้ง และสะอาด ลักษณะผิวหน้าของพื้นมีส่วนช่วยให้กระเบื้องยางที่ปูนั้น ดูสวย เรียบ และทนทานขึ้น ขอแนะนำให้ใช้กาวขาว ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะกับงานปูพื้นกระเบื้องยาง

### การระงับรักษาพื้น

- ห้ามเทน้ำหรือน้ำสกปรกเพื่อล้างพื้นโดยตรง บนพื้นที่ปูกระเบื้องยางใหม่ๆ ประมาณ 1 อาทิตย์
- รอยกาวเปื้อนให้ใช้ผ้าชุบน้ำมันก๊าดผสมน้ำคอกซๆ เช็ดทำความสะอาด
- แนะนำให้ใช้แว็กซ์ชนิดน้ำ เคลือบผิวกระเบื้อง เดือนละ 1-2 ครั้ง
- ห้ามใช้ทินเนอร์ เบนซิน เช็ดล้างทำความสะอาดพื้นกระเบื้องยาง

### 4.วัสดุประเภทผสมเหลวที่หน้างาน

- คอนกรีตเปลือย ปัจจุบันอาคารต่างๆ มักนิยมใช้คอนกรีตเปลือยในการตกแต่งผนังและพื้น ดังนั้นคอนกรีตเปลือยในอดีต จึงใช้เป็นเพียงวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง ปัจจุบันมีบทบาทมากในการตกแต่ง ให้ความรู้สึกทนทาน แข็งแรง และแสดงสไตล์ของวัสดุ แต่ข้อเสียคือ ดูแลรักษายาก ถ้าถูกสัมผัสบ่อยๆ แต่ปัจจุบันมีน้ำยาเคลือบผิวเพื่อให้ง่ายต่อการทำความสะอาด ส่วนใหญ่คอนกรีตเปลือยจะใช้ภายนอกอาคาร ถ้าใช้ภายในอาคารมักจะมีการขัดผิวเรียบ

- หินขัด คือการนำเอาเม็ดหินอ่อนผสมกับปูนขาว เเทลงในส่วนที่ต้องการตกแต่งแล้วขัดด้วยเครื่องให้เรียบ มีการฝังเส้นทองเหลือง อลูมิเนียม หรือพลาสติกลงไปเป็นแนว เพื่อป้องกันการแตกร้าวของพื้นที่ขนาดใหญ่ สามารถออกแบบลวดลายพื้นได้ตามชอบ โดยการผสมสีลงไปปูนขาว

4. ไม้ เป็นวัสดุที่สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุกรุผนัง พื้น เพดาน คลอดจนเฟอร์นิเจอร์และอุปกรณ์ต่างๆ ประโยชน์สำคัญที่ได้จากการใช้วัสดุประเภทไม้ คือ มีความยืดหยุ่นในการใช้งานได้ดี สามารถก่อสร้างได้รวดเร็ว ให้ความรู้สึกที่เป็นธรรมชาติ ไม้สามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

ไม้ธรรมชาติ สามารถแปรรูปให้เข้ากับงานได้ง่าย มีลวดลายธรรมชาติที่สวยงามสามารถนำมาใช้เป็นโครงผนัง และกรุผนังภายในอาคาร

ไม้อัด มีคุณสมบัติพิเศษ คือ โครงสร้างแข็งแรง สามารถนำมาขอมสีเคลือบแลกลหรือพ่นสีให้มีสภาพคงทนถาวรได้

5. วัสดุกรุผนัง วัสดุเหล่านี้ได้แก่ Wall paper แผ่นวีเนียร์ ไม้อัด แผ่นวีวับอร์ด เป็นต้น วัสดุเหล่านี้สามารถนำมาตกแต่งบางส่วนของผนัง เพื่อดึงดูดความสนใจ

6. โลหะ ปัจจุบันโลหะได้รับความนิยมมากในการตกแต่งอาคาร ไม่ว่าจะเป็นวัสดุที่ใช้เป็นโครงสร้างและใช้ในการตกแต่งอาคาร โลหะที่ใช้กันมากได้แก่ เหล็กกล้า สแตนเลส อลูมิเนียม โลหะผสม เช่น ทองเหลือง บรอนซ์ เป็นต้น ซึ่งสามารถทำการขึ้นรูป รีดเป็นแผ่น หรือหล่อเป็นรูปแบบต่างๆ

เหล็กกล้า โดยทั่วไปจะใช้ในโครงสร้างอาคารทั่วไป เช่น เสา คาน พื้น มีทั้งแบบเป็นโครงสร้างเหล็ก ซึ่งสามารถใช้เป็นส่วนตกแต่งให้ดูทันสมัยได้ และแบบเป็นโครงหล่อปูนซีเมนต์

สแตนเลส สามารถทนต่อสภาพอากาศได้ทุกชนิดได้ดี ทำความสะอาดง่าย มีความเงางาม ให้ความสวยงาม ทันสมัย สามารถใช้กรุผนังและเสา เป็นที่นิยมใช้ตกแต่งทั้งภายในและภายนอกอาคาร

อลูมิเนียม นำมาใช้กับส่วนประกอบต่างๆ ในอาคาร เช่น กรอบกระจก กรอบหน้าต่าง เป็นต้น

บรอนซ์ ให้สีที่เป็นธรรมชาติ ภูมิคุณค่าราคาแพง ดูแลรักษายาก ใช้เพื่อแสดงความหรูหรา พุ่มเพื่อย

7. กระจก มี 2 แบบคือกระจกใส และกระจกเงา

กระจกใสมักนำมาใช้ในการตกแต่งในส่วนที่ต้องการความรู้สึกโปร่ง ไม่ทึบ

กระจกเงา ใช้เพื่อลดความทึบตันของวัสดุ เช่น เสา หรือใช้เพื่อเพิ่มพื้นที่ภายในให้ดูมีขนาดกว้างขึ้นกว่าความเป็นจริง

8. พลาสติก เป็นวัสดุที่ทนทานต่อสภาพต่างๆ ทำความสะอาดง่าย และมีให้เลือกหลายแบบแล้วแต่สภาพการใช้งานประเภทต่างๆ เป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่นสูง เหมาะสำหรับการกรุผนัง ประตู พื้น โต๊ะ เป็นต้น

วัสดุที่ใช้ตกแต่งภายในอาคารในประเทศไทย ที่มีอากาศร้อนชื้น ควรเป็นวัสดุที่สามารถป้องกันความชื้น แมลง ปลวก และเชื้อราที่จะเกิดขึ้นได้ ต้องมีการคำนึงถึงการป้องกันความร้อนจากแสงแดด และแสงสะท้อนของวัสดุ ลักษณะทางกายภาพ และคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ เพื่อการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน

#### 4.2.2 วัสดุก่อสร้างและฉนวนกับการประหยัดพลังงาน

เมื่อก้าวถึงเรื่องการใช้พลังงานภายใน คนทั่วไปส่วนมากจะมีความเข้าใจเฉพาะการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวเนื่องจากสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย และเห็นเป็นรูปธรรมอย่างชัดเจน แต่แท้ที่จริงแล้วยังมีอีกหลายวิธีที่สามารถช่วยให้เกิดมีการใช้พลังงาน

ไฟฟ้าที่ลดลงได้ ซึ่งหนึ่งในวิธีนั้นก็คือ “การเลือกใช้วัสดุประกอบอาคาร” หรือที่เรียกทั่วไปว่า วัสดุก่อสร้าง ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ และมีขั้นตอนการใช้งานอย่างถูกวิธี

สาเหตุเนื่องจากวัสดุประกอบอาคาร โดยเฉพาะวัสดุที่ใช้ภายนอก เปรียบเสมือนเป็นเปลือกหุ้มอาคารเหล่านั้นไว้ ถ้าเลือกใช้วัสดุที่สามารถป้องกันความร้อนได้ดี ผู้อยู่อาศัยภายในบ้านก็จะไม่รู้สึกร้อน และภายในอาคารก็จะอยู่ในสภาวะน่าสบายได้ตลอด และเมื่อมีการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ มาวิเคราะห์แล้วพบว่า พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ภายในอาคารพักอาศัยถูกใช้ไปกับการลดความร้อนภายในอาคารเป็นสัดส่วนที่มากที่สุดนั่นก็คือ การใช้ระบบปรับอากาศเข้ามาเสริมเมื่อต้องการให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย ที่ผ่านมานี้ขั้นตอนของการออกแบบก่อสร้างจะมีผู้ที่คำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนไม่มากนัก หากมีการเตรียมการป้องกันในขั้นต้นอย่างเหมาะสมแล้ว ก็จะไม่ทำให้ภาระในการลดความร้อนตกไปอยู่กับระบบทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศซึ่งเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานมากชนิดหนึ่งในการทำงานของระบบ

เมื่อทราบถึงความสำคัญของการเลือกใช้วัสดุประกอบอาคารให้มีความเหมาะสมแล้ว ก็ควรที่จะทำการศึกษาหรือมีความเข้าใจพื้นฐานของวัสดุบ้างในระดับหนึ่ง เพื่อใช้ประกอบในการพิจารณาเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม และก่อนที่จะกล่าวถึงคุณสมบัติและการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างแล้ว สิ่งหนึ่งที่จะเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการทำความเข้าใจ คือความรู้ทางด้านทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้อง ระหว่างวัสดุก่อสร้าง ความร้อน และพลังงานในระดับเบื้องต้น อันจะเป็นประโยชน์ในการทำความเข้าใจคุณสมบัติต่างๆของวัสดุต่อไป

#### การถ่ายเทความร้อนสู่อาคาร

ความร้อนที่อยู่ภายในอาคารมาจากแหล่งกำเนิดความร้อน 2 ส่วน หลักๆ คือ ความร้อนจากภายนอก และความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารเอง โดยทั่วไปส่วนมากแล้ว ความร้อนรวมในอาคารจะมาจากภายนอกมากกว่าและเป็นความร้อนที่ได้รับอิทธิพลจากรังสีดวงอาทิตย์ โดยการส่งผ่านความร้อนจะมาจากตัวกลางหลายชนิดมาสู่อาคาร และความร้อนเหล่านั้นก็จะส่งผ่านทางเปลือกอาคารสู่ภายในอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งการถ่ายเทความร้อนสู่อาคารมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- ที่มาของความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร
- อิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์
- คุณสมบัติความเป็นฉนวน
- การถ่ายเทความร้อน
- การเลือกใช้วัสดุเพื่อการประหยัดพลังงาน
- ภาระความร้อนและระบบปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ลักษณะและคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคาร

สาเหตุของความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารมาจากภายนอกมากกว่าที่เกิดขึ้นภายในอาคาร การที่จะลดความร้อนรวมลงได้ก็จะต้องมาจากการมีการป้องกันความร้อนที่ติดจากกรอบอาคาร ซึ่งส่วนหนึ่งสามารถทำได้โดยการเลือกใช้วัสดุที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานของแต่ละพื้นที่ ก็จะสามารถช่วยลดความร้อนได้ โดยจะเสนอแนะลักษณะและคุณสมบัติ รวมถึงการนำไปใช้ที่ถูกต้องของวัสดุประกอบอาคารที่มีการใช้อยู่ในปัจจุบัน แต่เนื่องจากวัสดุที่มีการผลิตและจำหน่ายในประเทศขณะนี้มีความหลากหลายมากการที่จะทำการศึกษาวัดทุกชนิดไม่สามารถทำได้ จึงนำเสนอเฉพาะวัสดุที่มีการใช้งานแพร่หลายในประเทศ หรือวัสดุที่มีความเกี่ยวข้องกับการลดการใช้พลังงานซึ่งมีความเหมาะสมกับการใช้งานทั่วไป ที่จะสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกใช้ได้อย่างถูกต้อง และมีความเหมาะสมยิ่งขึ้น โดยจะแยกเป็น 2 กลุ่มหลักตามคุณสมบัติของวัสดุ ดังนี้

#### 1) กลุ่มวัสดุประกอบโครงสร้าง ประกอบด้วย

- อิฐมอญ – คอนกรีตบล็อก
- คอนกรีตมวลเบา
- กระฉกตัดแสง
- อีพซัมบอร์ด

#### 2) กลุ่มวัสดุประกอบฉนวน ประกอบด้วย

- โฟมบอร์ด
- เซรามิก ไลต์ติ้ง - โยแก้ว
- ฉนวนโฟม
- อลูมิเนียมฟอยล์

#### อิฐมอญ (Brick)

ลักษณะทั่วไป อิฐมอญ เป็นวัสดุที่ผลิตมาจากการนำดินเหนียวมาเผาเพื่อให้ได้วัสดุที่คงรูปและมีความแข็งแรง โดยมีการใช้อิฐมอญในระบบการก่อสร้างมากกว่าหลายสิบปี จึงเป็นวัสดุที่เป็นที่รู้จักและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากความเชื่อมั่นในความคงทน และเป็นวัสดุที่ผลิตได้เองในประเทศจากแรงงานท้องถิ่นที่มีกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ ที่ใช้มากเช่น อิฐอบุรยา (อ่างทอง) และอิฐพานทองที่จะเป็นอิฐที่ขนาดใหญ่กว่าอิฐอบุรยา การเผาที่ใช้ไม้ฟืนในการเผา ส่วนอิฐอบุรยาใช้ถ่านในการเผาและก้อนอิฐก็จะมีขนาดเล็กกว่าอิฐพานทอง ราคาอิฐของอบุรยาจึงถูกกว่าอิฐพานทอง คุณสมบัติของอิฐมอญเป็นวัสดุที่ขอมให้ความร้อนถ่ายเทเข้า-ออกได้ง่าย และยังคงเก็บความร้อนไว้ในตัวเองเป็นเวลานานกว่าจะเย็นตัวลง จะสังเกตได้จากเมื่อใช้มือสัมผัสผนังภายในบ้านในตอนบ่ายที่ถูกแดดร้อนจัด ผนังจะร้อนมาก และยังคงร้อนอยู่จนถึงช่วงหัวค่ำแล้วจึงเย็นลงใกล้เคียงกับอากาศปกติ เนื่องจากอิฐมอญมีความจุความร้อนสูงทำให้สามารถกักเก็บความร้อนไว้ในเนื้อวัสดุได้มากก่อนที่จะค่อยๆถ่ายเทสู่ภายนอก จึงเหมาะกับการใช้กับบริเวณที่ใช้งานเฉพาะช่วงกลางวัน คุณสมบัติเฉพาะของอิฐมอญดังตาราง

ตารางแสดงคุณสมบัติของอิฐมอญ

รูปแบบกายภาพ	หน่วย
ราคาต่อหน่วย (บาท)	0.60
ราคารวมต่อคร.ม (บาท).	100 - 190
ค่าวัสดุ+ค่าแรง / ครม. (บาท)	425 - 440
ขนาด (Volume) (cm.3)	7x16x3.5
ความหนาแน่น (kg./m3)	1615 - 1650
จำนวนก้อนต่อคร.ม. (ก้อน, แผ่น)	145
น้ำหนักต่อคร.ม. (kg./m2)	130
น้ำหนักรวมปูนฉาบต่อคร.ม. (kg./m2)	200
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม "Q" (Thermal Transfer) (Watt/m2)	30-45
ค่าการนำความร้อน "K" (Conductivity – K value) (W/m.K)	0.473
ค่าการต้านทานความร้อน "R" (Resistivity – R value) (m2K/W)	0.15
ค่าความจุความร้อน "C" (Thermal Capacity) (J/kg.K)	800-1000

**ข้อดี**

- เป็นที่ยอมรับทั่วไป - ช่างชำนาญ
- แข็งแรง,ทน - ราคาถูก

รูปแบบกายภาพ	หน่วย
ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว (Thermal Expansion / oC)	4.6 x 10-6
	-
การหดตัวเมื่อแห้ง	1.8
การต้านทานแรงอัด (kg./cm2)	35 kg./cm2
ความแข็งแรงทางกล (kg./cm2)	-
การกันเสียง (dB)	36-40
การทนไฟ (ชั่วโมง)	0.5 - 2
การปลดคลิ่น	ไม่มีกลิ่น
ความต้านทานแมลง เชื้อรา และความปลอดกัยต่อธรรมชาติ	-
อัตราการซึมน้ำ (%)	30-40%
การยืดหดตัวของวัสดุ (มม./ม.)	+ 0.18
จำนวนผู้ผลิต	มาก
ปริมาณการผลิตเทียบกับความต้องการ	เพียงพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย
การบำรุงรักษา	ง่าย
อายุใช้งาน	มากกว่า 50 ปี

- มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อน
- หาซื้อง่าย - ไม่เป็นพิษ

**ข้อเสีย**

- คุณภาพและขนาด ไม่แน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้เวลานานในการก่อสร้าง - เสียหายขณะ  
ขนส่ง

- น้ำหนักมาก - ขาดแคลนช่วงฤดูฝน

### คอนกรีตมวลเบา (Autoclaved Aerated Concrete – AAC)

ลักษณะทั่วไป คอนกรีตมวลเบาเป็นวัสดุที่มีกรรมนำมาใช้ และเป็นที่ยอมรับมากที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจากมีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนได้มากกว่าวัสดุชนิดอื่นที่มีมา โดยตัววัสดุเองมีส่วนผสมมาจาก ทราย ซิเมนต์ ปูนขาว น้ำ ยิปซั่ม และผงอลูมิเนียมผสมรวมกัน แต่ส่วนที่สำคัญที่สุดก็คือฟองอากาศเล็กๆ เป็นรูพรุน ไม่ต่อเนื่อง (Disconnecting Voids) ที่อยู่ในเนื้อวัสดุประมาณ 75% ทำให้น้ำหนักเบา ซึ่งผลของความเบาจะช่วยให้ประหยัดโครงสร้าง อีกทั้งฟองอากาศเหล่านั้นยังเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี คุณสมบัติเฉพาะของคอนกรีตมวลเบา ดังตารางแสดงคุณสมบัติของคอนกรีตมวลเบา

รูปแบบกายภาพ	หน่วย	ค่าความจุความร้อน "C" (Thermal Capacity) (J/kg.K)	น้อยกว่า อิฐมอญ 2.5 เท่า
ราคาต่อหน่วย (บาท)	25.21 – 37.80	ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว (Thermal Expansion / °C)	8-10 x10 <sup>-6</sup>
ราคารวมต่อคร.ม (บาท).	315 - 412	การหดตัวเมื่อแห้ง	0.2
ค่าวัสดุ+ค่าแรง / ครม. (บาท)	450 - 646	การต้านทานแรงอัด (kg/cm <sup>2</sup> )	40-50
ขนาด (Volume) (cm.3)	7.5x20x60	ความแข็งแรงทางกล (kg/cm <sup>2</sup> )	23
ความหนาแน่น (kg/m <sup>3</sup> )	550 - 640	การกันเสียง (dB)	38-43
จำนวนก้อนต่อคร.ม. (ก้อน/แผ่น)	8	การทนไฟ (ชั่วโมง)	4
น้ำหนักต่อคร.ม. (kg./m <sup>2</sup> )	46.5	อัตราการซึมน้ำ (%)	30%
น้ำหนักรวมปูนฉาบต่อคร.ม. (kg./m <sup>2</sup> )	90 - 100	การหดตัวของวัสดุ (มม./ม.)	- 0.2
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม "Q" (Thermal Transfer) (Watt/m <sup>2</sup> )	32-42 15	จำนวนผู้ผลิต	มาก
ค่าการนำความร้อน "K" (Conductivity – K value) (W/m.K)	0.089 - 0.132	ปริมาณผลิตเทียบกับความ ต้องการ	กำลังผลิต ไม่ เพียงพอ
รูปแบบกายภาพ	หน่วย	ขั้นตอนการก่อสร้าง	ต้องการช่างเฉพาะ
ค่าการต้านทานความร้อน "R"(Resistivity – R value) (m <sup>2</sup> K/W)	0.58	การบำรุงรักษา	ง่าย
		อายุใช้งาน	ยังไม่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ข้อดี**

- คุณภาพคงที่ - น้ำหนักรวมน้อย
- ป้องกันความร้อนดี

**ข้อเสีย**

- ไม่ค่อยแข็งแรง - ไม่ทนน้ำ
- ราคาสูง - ขึ้นคอนกรีตสร้างยุ่งยาก
- ผู้ผลิตน้อยราย เกิดการผูกขาดทางการตลาด

**- กระจกตัดแสง (Heat Absorbing Glass)**

**ลักษณะทั่วไป** ปัจจุบันอาคารบ้านเรือนส่วนใหญ่นิยมใช้กระจกเป็นส่วนประกอบของผนังอาคารเนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษมากมาย ดังรูปที่ 2.17 อีกทั้งยังมีความสวยงามและช่วยให้สามารถมองออกไปเห็นทัศนียภาพภายนอกได้มากยิ่งขึ้น และยังช่วยให้บ้านดูโล่งไม่ทึบอึดอัด โดยกระจกที่มีการนำมาใช้มีด้วยกันหลายชนิดแตกต่างกันออกไป แต่การเลือกใช้ควรคำนึงถึงความร้อนที่จะเข้ามาภายในด้วย เนื่องจากกระจกทั่วไปจะยอมให้ทั้งแสงและความร้อนผ่านเข้ามาเป็นจำนวนมาก จึงควรเลือกใช้กระจกที่มีคุณสมบัติที่ช่วยลดแสงจ้าและปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้ามาให้มีความเหมาะสม และกระจกบางรุ่นยังสามารถป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตได้อีกด้วย ชนิดของกระจกที่ใช้เพื่อป้องกันแสงจ้าและความร้อนเข้ามาภายในบ้านหรืออาคารนั้นสามารถแบ่ง ออกได้เป็น 5 ประเภท ใหญ่ๆ คือ

1. กระจกใส (Clear Glass)
2. กระจกสี (Color Glass)
3. กระจกตัดแสง (Heat Absorbing Glass)
4. กระจกเคลือบผิวสะท้อนแสง (Reflective Metallic Coating Glass)
5. กระจกฉนวนกันความร้อน (Insulating Glass)

1. กระจกใส (Clear Glass) เป็นกระจกโปร่งใสที่มีผิวทั้งสองด้านเรียบสนิท ให้ภาพในการมองเห็นชัดเจน และมีราคาถูกที่สุด โดยที่กระจกชนิดนี้ยอมให้แสงผ่านเข้ามาสูง (ร้อยละ 88) จึงมีแสงสว่างกระจายเข้ามาภายในห้องเป็นจำนวนมาก แต่ในขณะที่เดียวกันก็จะมีปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้ามาอีกด้วยเช่นกัน (ร้อยละ 83) ดังนั้นส่วนมากในการใช้งานจะใช้ประกอบกับวัสดุอื่น เช่น การติดฟิล์มกรองแสง การใช้อุปกรณ์บังแดดช่วย เป็นต้น แต่เป็นชนิดที่มีราคาถูกที่สุด

2. กระจกสี (Color Glass) เป็นกระจกโปร่งแสงที่ยอมให้แสงผ่านเข้ามาเพื่อช่วยกระจายแสงภายในห้องอย่างเหมาะสม โดยความเข้มของสีจะเพิ่มมากขึ้นตามความหนาของกระจก ซึ่งจะส่งผลทำให้การดูดกลืนความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่สะสมอยู่ในเนื้อกระจกมีมากขึ้นด้วย ฉะนั้นการนำไปใช้งานจึงควรให้ความสนใจและระมัดระวังคุณสมบัติเหล่านี้ด้วย อีกทั้งกระจกชนิดนี้เมื่อมองภายนอกจะมีความคล้ายกับกระจกตัดแสงที่มีสี แต่คุณสมบัติในการป้องกันความร้อนจะต่างกัน จึงควรสอบถามให้แน่ชัดก่อนว่าเป็นชนิดใดก่อนการเลือกซื้อ

3. กระจกสีตัดแสง (Heat Absorbing Glass) จากที่มีผู้ทดสอบกันมาหลายครั้งพบว่าปริมาณความร้อนที่เข้ามาภายในอาคารนั้น มาจากผนังส่วนที่โปร่งแสงมากกว่าผนังทึบแสง ดังนั้นการที่กระจกต้องรับอิทธิพลจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่มีลักษณะเป็นรังสีคลื่นสั้น (Short Wave Radiation) จึงสามารถทะลุผ่านเข้าไปในอาคารได้ และเมื่อรังสีคลื่นสั้นกระทบกับวัสดุต่างๆภายในอาคาร เช่น ผนัง กระจก ฯลฯ ซึ่งดูดซับคลื่นรังสีเอาไว้แล้วเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาว (Long Wave Radiation) หรือพลังงานความร้อนซึ่งไม่สามารถทะลุผ่านวัสดุโปร่งแสงอย่างกระจกกลับออกมาภายนอกอาคารได้ ดังนั้นความร้อนดังกล่าวจึงสะสมอยู่ภายในอาคารและกลายเป็นส่วนหนึ่งของภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ค่อนข้างมาก

กระจกสีตัดแสง เป็นกระจกโปร่งใสที่สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดยสีต่างๆ ที่เห็นนั้น เกิดจากการเติมออกไซด์ของโลหะ เช่น เหล็ก โคบอลต์ หรือซีลีเนียมลงในส่วนผสมของเนื้อกระจก จึงช่วยลดพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่จะผ่านเข้ามา ด้วยคุณสมบัติที่สามารถดูดกลืนพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ (รังสีคลื่นสั้น) ที่ส่องมากระทบชั้นผิวกระจกได้ประมาณร้อยละ 40-50 จึงมีส่วนช่วยในการลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศลงได้ นอกจากนี้ยังช่วยลดความจ้าของแสงที่ส่องผ่านเข้ามา ทำให้ได้แสงที่นุ่มนวลสบายตาขึ้น โดยมีสีให้เลือกใช้หลายสี เช่น สีบรอนซ์ สีเขียว สีฟ้า ฯลฯ แต่สีที่เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดในประเทศไทยจะเป็นสีเขียว

4. กระจกเคลือบผิวสะท้อนแสง (Reflective Metallic Coating Glass) มีคุณสมบัติคล้ายกระจกเงา ทำหน้าที่สะท้อนความร้อนของแสงอาทิตย์ได้ประมาณร้อยละ 60 โดยคุณสมบัติในการสะท้อนจะมีมากกว่าการดูดกลืน ซึ่งเมื่อแสงส่องมากระทบกระจกแล้ว ชั้นผิวกระจกที่เคลือบสารสะท้อนแสงไว้จะสะท้อนแสงจ้าและความร้อนออกไป แต่ปริมาณความร้อนที่ยังเหลือบางส่วนก็จะเข้าสู่ภายในอาคาร การเลือกใช้กระจกชนิดนี้ควรศึกษาด้วยว่า ปริมาณแสงธรรมชาติที่ส่องเข้ามาจะถูกลดทอนลงไปด้วย จึงอาจต้องมีการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้เพียงพอกับการใช้งานในแต่ละจุดด้วย

กระจกชนิดนี้เหมาะกับอาคารที่ใช้งานตอนกลางวัน หรืออาคารสูงที่ต้องการลดความจ้าของแสงอาทิตย์เป็นหลัก โดยสามารถลดปริมาณแสงสว่างได้มากกว่า 80% และจากคุณสมบัติในการสะท้อนทำให้คนที่อยู่นอกอาคารที่สว่างกว่ามองเห็นภายในไม่ชัดเจน ซึ่งกลับกันในตอนกลางคืนที่ภายในสว่างกว่าก็จะทำให้คนภายนอกมองเห็นเข้ามาภายในได้อย่างชัดเจน จะทำให้เสียความเป็นส่วนตัวไปสำหรับอาคารพักอาศัย และข้อที่ควรระวังสำหรับกระจกชนิดนี้คือแสงที่สะท้อนกลับนั้นจะมีผลกระทบต่ออาคารหรือยานพาหนะข้างเคียงได้ นอกจากนี้ยังมีประสิทธิภาพในการดูดกลืนความร้อนไว้สูงด้วย ดังนั้นอาจเกิดปัญหาการแตกร้าวของกระจกเนื่องจากความร้อนสะสม (Thermal Breakage) ขึ้นได้ จึงควรศึกษาความเหมาะสมก่อนการนำไปใช้

5. กระจกฉนวนกันความร้อน (Insulating Glass) มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า กระจก 2 ชั้น (Doubled Glazing) มีคุณสมบัติในการแผ่รังสีความร้อนต่ำ สามารถป้องกันการถ่ายเทความร้อนระหว่างภายในและภายนอกอาคารได้ดี สามารถแบ่งตามชนิดของฉนวนกันความร้อนได้ ดังนี้

1) กระจกกันความร้อนชนิดใช้อากาศแห้งเป็นฉนวนได้จากการนำกระจกแผ่นเรียบธรรมดา 2 แผ่น มาประกบกัน โดยมีเฟรมอลูมิเนียมที่บรรจุสารลดความชื้นคั่นกลาง จากนั้นปิดขอบกระจกให้สนิทผลที่ได้ก็คือ อากาศภายในช่องว่างระหว่างกระจกทั้ง 2 แผ่นจะเป็นอากาศแห้ง ซึ่งอากาศแห้งมีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนป้องกันความร้อนที่ดี นอกจากนี้ยังช่วยลดเสียงรบกวนจากภายนอกได้มากกว่ากระจกธรรมดาอีกด้วย

2) กระจกกันความร้อนชนิดใช้ก๊าซเป็นฉนวนคล้ายกับแบบใช้อากาศแห้งคือ การใช้กระจกแผ่นเรียบ 2 แผ่นประกบกับเฟรมอลูมิเนียมแต่ชนิดนี้จะบรรจุก๊าซเฉื่อยลงไปแทนคั่นรูปที่ 2.23 ซึ่งมีคุณสมบัติในการนำความร้อนต่ำ มีประสิทธิภาพดีกว่าแบบใช้อากาศแห้ง และในกรณีที่นำกระจกนิรภัยมาประกอบเป็นกระจกฉนวนกันความร้อน (Airless Laminated Insulating Glass) ก็จะทำให้ความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น แต่จะมีราคาสูงขึ้นไปจากเดิมที่มีราคาสูงอยู่แล้ว การใช้กระจก 2 ชั้น โดยที่มีช่องว่างอากาศและก๊าซป้องกันความร้อนคั่นอยู่ตรงกลางนี้ สามารถช่วยลดความร้อนได้ประมาณ 70-80% ในขณะที่ยอมให้แสงธรรมชาติผ่านได้ในปริมาณสูง จึงให้ความสว่างที่ปลอดภัย และในกรณีที่ติดฟิล์มด้านในของกระจกทั้ง 2 แผ่น ก็จะช่วยป้องกันรังสีอุลตราไวโอเลต (UV) เข้ามาทำลายวัสดุต่างๆ ภายในอาคารได้อีกด้วย

โดยทั่วไป ข้อควรระวังในการใช้กระจก คือ ไม่ควรให้ลมเย็นจากเครื่องปรับอากาศเป่ากระทบผิวหน้าของกระจกโดยตรง รวมทั้งไม่ควรติดผ้าม่านหนาทึบ หรือวางตู้เหล็กและตู้อื่นๆ จิกกับแผ่นกระจกที่ติดคั้ง เพราะจะทำให้เกิดปัญหากระจกแตกร้าว (Thermal Breakage) เนื่องจากอุณหภูมิภายในและภายนอกแตกต่างกันมาก และเกิดการสะสมความร้อนในตัวกระจกเพราะมีการนำสิ่งของมาปิดที่ผิวกระจกทำให้ไม่สามารถถ่ายเทความร้อนออกมาได้ สำหรับคุณสมบัติของกระจกเขียวตัดแสง เป็นดังตาราง

ตารางแสดงคุณสมบัติของกระจกเขียวตัดแสง

รูปแบบกายภาพ	หน่วย	รูปแบบกายภาพ	หน่วย
ราคารวมต่อตารางฟุต (บาท)	50 – 70	ค่าการส่งผ่านรังสี UV Tuv (%)	23
ราคาค่าแรง / ตร.ฟ. (บาท)	8	ค่าสะท้อนแสงภายนอก Rvis-out (%)	7
ค่าวัสดุ+ค่าแรง / ตรม. (บาท)	83	ค่าการถ่ายเทความร้อน(เขต ร้อน) U-value (W/m <sup>2</sup> K)	150 hr.ft <sup>2</sup> oF/Btu
ความหนา (mm.)	6	ค่าการส่องผ่านแสง Tvis / การ ส่องผ่านพลังงานแสงอาทิตย์ Tsol	1.72
ค่าส.ป.ส.การบังเงา(SC)	0.67	จำนวนผู้ผลิต	มาก
ค่าส.ป.ส.การดูดกลืนความร้อนของกระจก	0.578	ปริมาณการผลิตเทียบกับ ความต้องการใช้	มากพอ
ค่าการสะท้อนความร้อน (%)	5	ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย
ค่าการดูดกลืนความร้อน	52%	การบำรุงรักษา	ง่าย
ค่าการนำความร้อน (Conductivity – K value) (W/m.K)	5.7	อายุใช้งาน	นาน
ค่าการส่องผ่านแสง Tvis (%)	74		
ค่าการส่องผ่านพลังงานแสงอาทิตย์	43		

**ข้อดี**

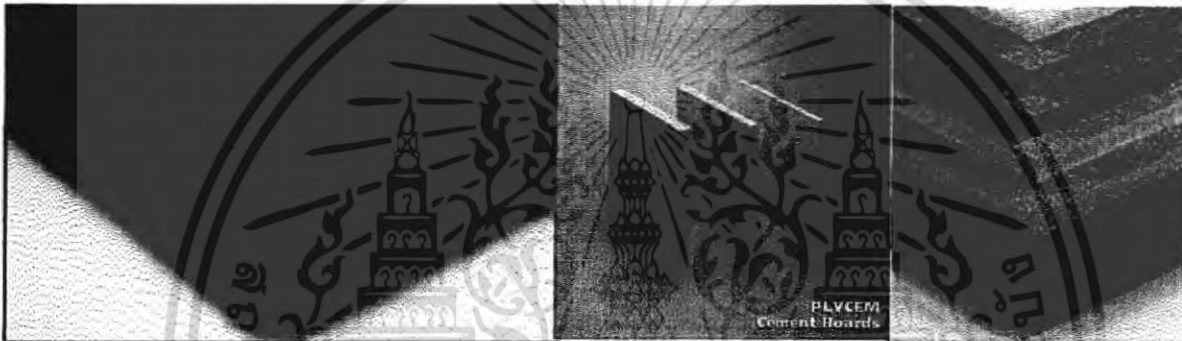
- ลดความร้อนเข้าสู่อาคารมากกว่ากระจกใส
- โดยสีต่างๆ เกิด
- จากการ เค็มออกไซด์ของ โลหะในเนื้อกระจก
- โดยไม่ส่งผล
- กระทบกับแสงที่เข้ามา
- ฮอมให้แสงธรรมชาติผ่านเข้ามาได้สูง
- ลดเสียงรบกวน
- เห็นทัศนียภาพภายนอกได้ชัดเจน

**ข้อเสีย- ราคาค่อนข้างสูง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

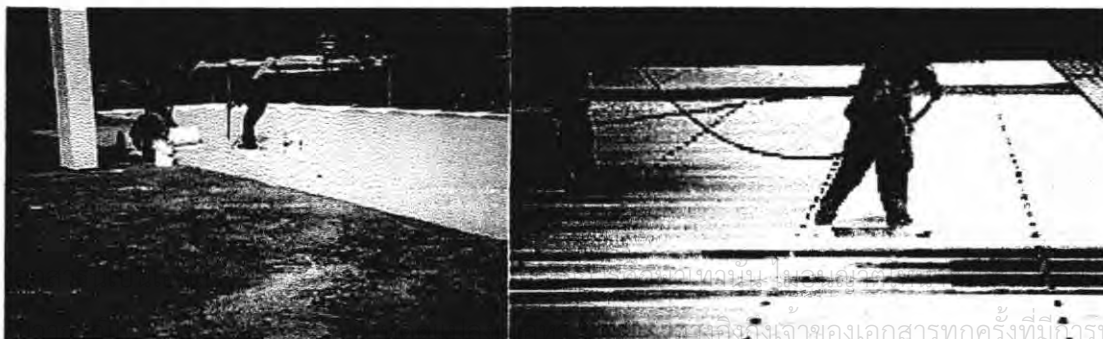
### - ไฟเบอร์บอร์ด (Fiber Board)

ลักษณะทั่วไป วัสดุหลักได้มาจากเส้นใยไม้ที่ผ่านการย่อยสลายเป็นเส้นใยเซลลูโลส นำมาอัดติดกันเป็นแผ่นด้วยกาวชนิดพิเศษ ด้วยคุณสมบัติของเส้นใยที่ประสานกันอยู่ทำให้สามารถใช้เป็นวัสดุป้องกันความร้อนได้ระดับหนึ่ง แต่เนื่องจากขาดความแข็งแรงทนทานจึงมักนิยมใช้เป็นฝ้าเพดานหรือผนังภายในเท่านั้น แต่ในปัจจุบันมีผู้นำเส้นใยเซลลูโลสเหล่านี้มาผสมกับปูนซีเมนต์โดยใช้สารเคมีบางชนิดเป็นตัวประสาน ซึ่งเมื่อนำมาอัดแรงขึ้นเป็นแผ่นแล้วนอกจากจะมีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนแล้ว ยังเพิ่มความแข็งแรงทนทานให้กับวัสดุมากขึ้น ด้งรูป สามารถนำไปใช้กับภายนอกโดยการทำเป็นผนังอาคารได้ ปัจจุบันมีการผลิตได้เองในประเทศแต่ก็ยังไม่มากนัก ทั้งคุณภาพก็ยังไม่เท่าของที่นำเข้า



### -เซรามิกโคตติ้ง (Ceramic Coating)

ฉนวนชนิดนี้มีสารประกอบหลักมาจากอนุภาคเซรามิก ซึ่งมีคุณสมบัติในการสะท้อนความร้อนได้สูงแต่ดูดซับความร้อนต่ำ สามารถกระจายความร้อนได้เร็ว มีความยืดหยุ่นในตัวเองสูง ยึดเกาะกับพื้นผิวได้ดี จึงสามารถใช้ฉนวนเซรามิกโคตติ้งเคลือบภายนอกในส่วนที่ต้องการป้องกันความร้อนโดยตรงจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ เช่น ผนังนอกของหลังคา คานฟ้า หรือผนังอาคาร โดยทำหน้าที่สะท้อนความร้อนจากแสงอาทิตย์ออกไปก่อนที่จะกระทบผิวอาคาร เป็นการช่วยลดความร้อนให้กับอาคารและความร้อนที่จะสะสมในเนื้อวัสดุเปลือกอาคาร และยังช่วยลดความเสียหายของโครงสร้างที่เกิดจากการยึดหดตัวเนื่องจากความร้อน จึงช่วยยืดอายุการใช้งานของหลังคาอีกด้วย อีกทั้งยังมีความสะดวกและปลอดภัยเนื่องจากเป็นฉนวนที่ใช้ภายนอกอาคาร การบำรุงรักษาจึงทำได้ง่าย



ด้านการค้า

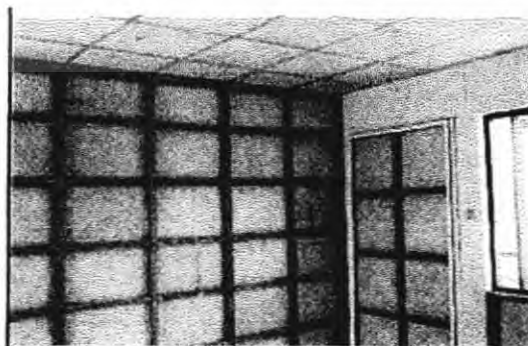
เรื่องนางเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

ลักษณะทั่วไป โยแก้วเป็นฉนวนที่ผลิตจากการหลอมแก้วแล้วปั่นออกมาเป็นเส้นใยสีขาว จัดอยู่ในกลุ่มฉนวนเซลลูโลส ดังรูปที่ 2.32 โยแก้วมีความหนาแน่นต่างกันตั้งแต่  $10 \text{ kg/m}^3$  ไปถึงมากกว่า  $64 \text{ kg/m}^3$  อาจผลิตในรูปแผ่นแข็ง แบบม้วน หรือขึ้นเป็นรูปทรงต่างๆกัน ตัวเส้นใยจะถูกเคลือบไว้ด้วยตัวประสาน (Binder) เช่น ฟีนอลิกเรซิน ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมระหว่างเส้นใย ที่พบมากจะเป็นฟีนอลฟอร์มอัลดีไฮด์ ซึ่งจะให้สีเหลืองหลังการผลิต

ตัวโยแก้วเป็นสารอนินทรีย์จึงไม่ติดไฟ แต่ตัวประสานจะติดไฟได้ จึงควรพิจารณาคุณสมบัติในการใช้งาน และการดูดซับความชื้น จะทำให้ความสามารถในการต้านทานความร้อนลดลง จึงต้องมีแผ่นมาประกบเพื่อช่วยต้านทานไอน้ำ เช่น แผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ หรือ พลาสติกห่อหุ้มขณะใช้งานจริง ซึ่งต้องพิจารณาคุณภาพและคุณสมบัติการติดไฟในการเลือกใช้งานด้วยและจากการที่ขนาดของเส้นใยแก้วที่เล็กและยาวทำให้มีคุณสมบัติในการคืนรูป หรือคืนความหนาได้ดี คุณสมบัตินี้จะช่วยในการคืนสภาพของฉนวนจากการบรรจุและการขนส่งที่มักมีการบีบอัดและสุดท้ายคือเรื่องของกลิ่นที่มาจากตัวประสานจึงควรจัดเก็บในพื้นที่เปิดโล่ง คุณสมบัติของโยแก้ว การใช้งานโดยทั่วไป จะวางฉนวนโยแก้วที่มีการหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์เหนือฝ้าเพดาน ซึ่งเป็นพื้นที่การใช้งานโดยตรง

การประยุกต์การใช้งานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุ

ในการเลือกใช้งานฉนวนโยแก้วที่มีประสิทธิภาพดีให้พิจารณาจากความหนาแน่นของฉนวน และยังมีควมหนาแน่นมากยิ่งดี แต่ควรเลือกใช้ชนิดที่มีวัสดุอื่นหุ้มผิวโดยรอบ เพราะต้องป้องกันความชื้นให้แก่ฉนวนโยแก้ว ที่นิยมใช้จะเป็นอลูมิเนียมฟอยล์ ซึ่งฉนวนโยแก้วจะไม่มี ความแข็งแรงเพียงพอที่จะใช้เป็นวัสดุโครงสร้างได้ด้วยตนเอง จึงจำเป็นต้องใช้ร่วมกับวัสดุอื่นๆ ซึ่งก็เสมือนเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนให้เพิ่มขึ้นอีกระดับหนึ่งแต่การที่จะยืดอายุการใช้งานให้นานยิ่งขึ้น จะต้องระวังเรื่องของความชื้นที่จะทำให้โยแก้วเสื่อมสภาพ และความชื้นที่เกิดขึ้นโดยมากจะเริ่มจากบริเวณรอยต่อที่ขาดการระมัดระวังขณะทำงาน หรือการวางฉนวนบนฝ้าเพดานที่มีการใช้ไฟแบบฝังในฝ้า ซึ่งความร้อนจากหลอดไฟก็จะทำความเสียหายได้เช่นกัน



รูปแสดงการติดตั้งฉนวนโยแก้วภายใน โครงสร้าง เป็นผนังประกอบด้วยวัสดุอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

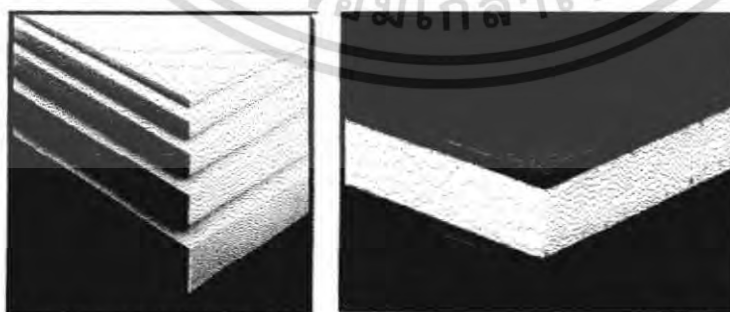
### ฉนวนโฟม (Foam)

**ลักษณะทั่วไป** ฉนวน โฟมมีด้วยกันหลายชนิด ขึ้นอยู่กับสารประกอบทางเคมีที่นำมาใช้ รูปแบบที่นำมาใช้มีทั้งแบบพ่น และแบบสำเร็จรูปใช้ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร น้ำหนักเบา ไม่ก่อให้เกิดปัญหาให้กับโครงสร้าง และไม่เป็นมลภาวะหรือเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม สามารถป้องกันความร้อนได้ดี มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูง โดยเฉพาะแบบฉีดพ่นเพราะจะใช้กับส่วนใดของอาคารก็ได้ และประหยัดเวลาในการติดตั้ง โดยชนิดของฉนวน โฟมที่นิยมใช้กันมากมีดังนี้

**ฉนวนโพลีสไตรีนโฟม (Polystyrene, PS – Foam)** จัดอยู่ในกลุ่มฉนวนแบบกึ่งเซลล์ปิด มี 2 ลักษณะ คือ

1. ฉนวนโพลีสไตรีนแบบอัดรีด (Extruded Polystyrene)ผลิตโดยขบวนการอัดรีด ทำให้มีเซลล์ที่ละเอียดซึ่งมีอากาศผสมกับก๊าซฟลูออโรคาร์บอน (ปัจจุบันมีการใช้ก๊าซประเภทอื่นเพื่อหลีกเลี่ยงปรากฏการณ์เรือนกระจก) อยู่ภายใน ทำให้มีสภาพในการนำความร้อนที่ต่ำกว่าโพลีสไตรีนแบบหลอ มีโครงสร้างและรูปร่างที่แข็งแรงคงที่มากกว่า ทำให้สามารถทนต่อแรงกดทับและด้านทานไอน้ำได้ดี แต่ข้อเสียคือ ติดไฟได้ และหากสัมผัสกับรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV) ในบรรยากาศจะมีการเสื่อมสภาพได้ จึงควรมีวัสดุปิดผิวในการใช้งาน ปัจจุบันยังคงต้องนำเข้าจากต่างประเทศจึงมีราคาค่อนข้างสูง

2. ฉนวนโพลีสไตรีนแบบหลอหรือขยายตัว (Molded or Expanded Polystyrene)เป็นสไตรีนโพลิเมอร์เช่นกัน แต่ผลิตโดยขบวนการหลอหรือขยายตัว ผลก็คือเซลล์จะหยาบกว่า และมีอากาศบรรจุอยู่ภายใน เมื่อเทียบกับแบบอัดรีดแล้วจะมีสภาพการนำความร้อนสูงกว่า ความหนาแน่นต่ำกว่า ด้านทานไอน้ำได้พอใช้ ติดไฟและก่อให้เกิดคาร์บอนมอนอกไซด์(CO) แต่มีราคาถูกกว่า มีการเสื่อมสภาพจากการสัมผัสรังสี UV ในบรรยากาศได้เช่นกัน จึงควรเลือกใช้ในโครงเคร่าปิดหรือมีแผ่นปิดผิว โดยมีการขึ้นรูปประกอบเป็นผนังมีแผ่นปิด 2 ด้านเพื่อป้องกันรังสี UV และใช้งาน ได้สะดวก ปัจจุบันมีการผลิตจำหน่ายในประเทศไทยแล้ว



รูปแสดงลักษณะของฉนวน โพลีสไตรีน โฟม (Polystyrene, PS – Foam)

**ฉนวนพอลิยูเรเทนโฟม (Polyurethane, PU – Foam)**เป็นพลาสติกโพลิเมอร์ประเภทหนึ่งพ่นให้เกิดเป็นโฟม $\alpha 3617$  ลักษณะแข็ง อาทิ การพ่นเพื่อป้องกันความร้อนได้ดังคา ดังรูปที่ 2.38 จัดอยู่ในกลุ่มฉนวนแบบกึ่งเซลล์ปิด เซลล์ภายในจะบรรจุด้วยก๊าซฟลูออโรคาร์บอน ซึ่งเป็นก๊าซที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ไม่ว่องไวใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าการนำความร้อน (k) ค่ากว่าอากาศ ทำให้ฉนวนประเภทนี้มีสภาพการนำความร้อนต่ำ อย่างไรก็ตามการนำความร้อนของฉนวนประเภทนี้จะเพิ่มขึ้นหรือค่าการต้านทานความร้อน (R-Value) จะลดลงตามอายุการใช้งาน เนื่องมาจากการแพร่กระจายของอากาศเข้าไปในเซลล์ โดยเฉพาะกรณีที่สัมผัสกับรังสียูวี จะทำให้สีของฉนวนเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและเสื่อมสภาพลง โดยเฉพาะโฟมที่ไม่ได้ปิดผิว การดูดซับน้ำจะมีบ้างเนื่องจากไม่ให้เซลล์ปิดทั้งหมด และในกรณีเกิดเพลิงไหม้แม้ว่าจะมีการผสมสารป้องกันการติดไฟแล้ว แต่ก็ยังก่อให้เกิดก๊าซที่มีองค์ประกอบของไซยาไนด์ซึ่งเป็นอันตราย เมื่อฉนวนมีการขยายและหดตัวจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ หากใช้โครงเคร่าปิด เช่น ผนังห้องเย็น หรือ มีวัสดุปิดผิวที่แข็งแรงพอก็จะเป็นฉนวนที่ดีมาก

ฉนวนโพลีเอทิลีนโฟม (Polyethylene, PE – Foam) เป็นเอทเรลีน โพลีเมอร์รีดขึ้นรูปเป็นแผ่นมีฟองละเอียดของก๊าซอยู่ด้านใน จัดอยู่ในกลุ่มของฉนวนแบบเซลล์ปิด มีลักษณะอ่อนนุ่ม จึงไม่ควรใช้กับงานที่มีการกดทับ การต้านทานไอน้ำอยู่ในเกณฑ์สูง มีการเสื่อมสภาพได้จากรังสียูวี จึงควรมีแผ่นปิดผิวขณะใช้งาน หรือไม่สัมผัสกับรังสียูวีโดยตรง การเลือกใช้งานป้องกันความร้อนในระบบหลังคาในประเทศไทย ต้องพิจารณาความหนาของฉนวน ให้มีค่าการต้านทานความร้อน (R-Value) ที่เพียงพอ คือมีความหนาไม่น้อยกว่า 40 มม. ในการใช้ติดได้แผ่นหลังคา ซึ่งความหนาดังกล่าวจะต้านทานการไหลผ่านของพลังงานความร้อนได้น้อย และเนื่องจากเป็นโพลีเมอร์พลาสติกประเภทหนึ่งจึงก่อให้เกิดควันปริมาณมากและก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่เป็นอันตรายเมื่อเกิดเพลิงไหม้

#### การประยุกต์การใช้งานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุ

ปัจจุบันฉนวนโฟมเป็นฉนวนที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนได้ดีที่สุด อีกทั้งยังมีความยืดหยุ่นในการทำงานสูงเนื่องจากมีชนิดที่สามารถฉีกพันได้ และใช้ประกอบกับวัสดุอื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพได้อีก ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งบริเวณผนังและหลังคา แต่สิ่งหนึ่งที่ทำให้คุณสมบัตินั้นลดลงอย่างรวดเร็ว นั่นก็คือ รังสีอุลตราไวโอเล็ต (UV) จากดวงอาทิตย์ ทางเคียวที่จะสามารถคงประสิทธิภาพของวัสดุให้นานที่สุดคือ ควรที่จะมีวัสดุปิดผิวอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันรังสียูวี

#### -อลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminium Foil)

ลักษณะทั่วไปของอลูมิเนียมฟอยล์เป็นชนิดหนึ่งของฉนวนประเภทสะท้อนความร้อน และเป็นที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน โดยทั่วไปเป็นแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ทากาวประกบกับแผ่นกระดานคราฟท์มีเส้นใยเสริมแรงบางชนิดอาจมีชั้นของบิทูเมน (Bitumen) อยู่ด้วย ซึ่งถ้ามีการพิจารณาคุณสมบัติการติดไฟด้วยการใช้งานทั่วไปจะคิดได้แผ่นหลังคา อาศัยความหนาของช่องอากาศระหว่างแผ่นหลังคา และแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์เป็นตัวลดสภาพการนำความร้อน และความมั่นคงของอลูมิเนียมฟอยล์เป็นตัวลดการแผ่รังสี ทำให้ความร้อนผ่านเข้าสู่อาคารได้น้อยลง ปัญหาที่พบคือฝุ่นที่มาเกาะบนผิวทำให้คุณสมบัติการต้านทานการแผ่รังสีความร้อนลดลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การประยุกต์การใช้งานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของวัสดุ

อลูมิเนียมพอลิเมอร์เป็นวัสดุที่มีการใช้งานมานาน แต่โดยมากจะใช้ร่วมกับวัสดุชนิดอื่น ๆ เช่น โยแก้ว หรือซีพซีเมนต์ แต่ในปัจจุบันมีผู้ผลิตให้สามารถนำมาใช้เดี่ยวได้ โดยเพิ่มชั้นความหนา และส่วนประกอบอื่นๆเข้าไป ให้มีความเหนียวมากยิ่งขึ้นเพื่อป้องกันการฉีกขาดได้ง่าย แต่การใช้งานให้มีประสิทธิภาพสูงนั้น จะต้องไม่ลืมถึงคุณสมบัติเฉพาะของวัสดุชนิดนี้ นั่นก็คือ การสะท้อน ซึ่งการสะท้อนความร้อนจะสามารถทำได้คือนั้นวัสดุจะต้องมันวาวและเรียบ ซึ่งหากไม่มีการดูแลรักษาปล่อยให้ฝุ่นละอองมาจับที่ผิววัสดุ หรือการติดตั้งที่ไม่ได้มาตรฐานทำให้เกิดการหย่อนหรือฉีกขาด ก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการสะท้อนความร้อนนั้นหมดไป ตัวอย่างการใช้งาน และการติดตั้ง ดังแสดงในรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

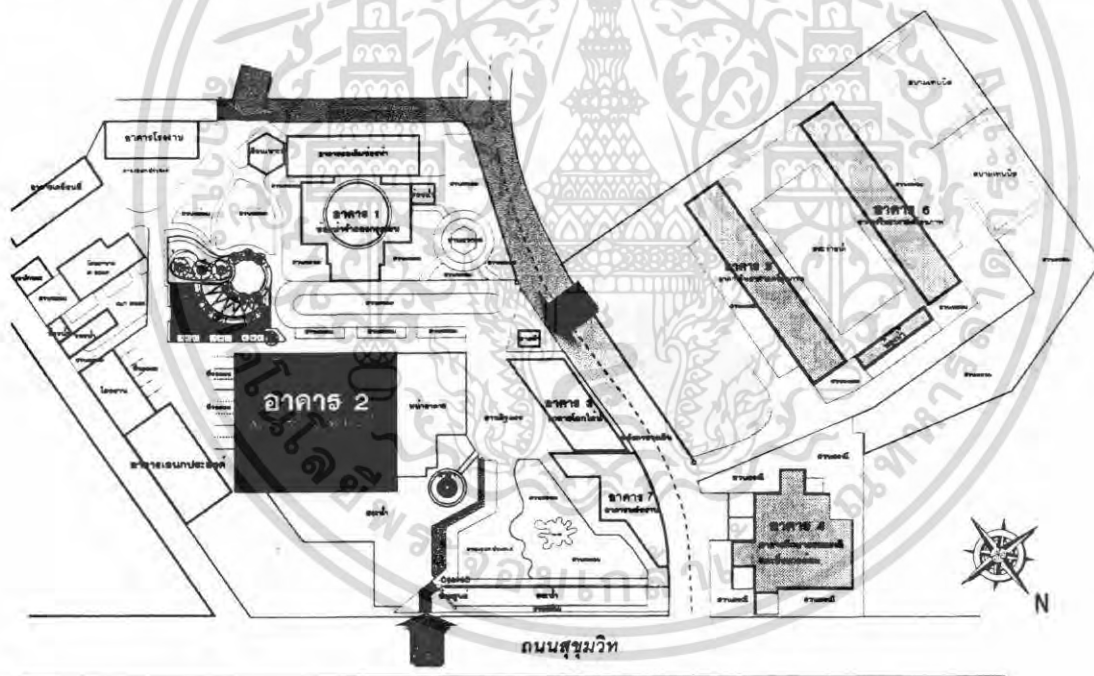
## บทที่ 5






### การวิเคราะห์และการออกแบบ

#### 5.1 การวิเคราะห์

##### 5.1.1 การวิเคราะห์ที่ตั้ง

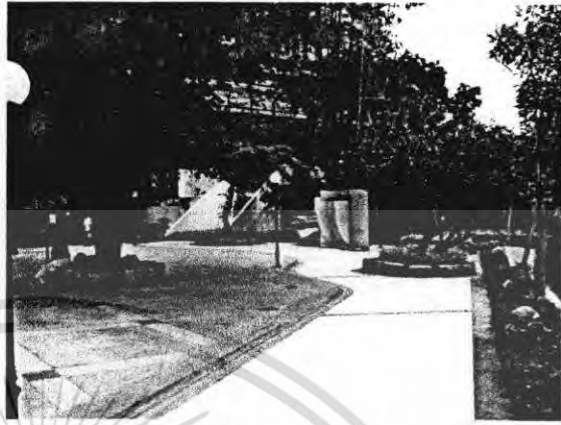
เนื่องจากศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เอกมัย ตั้งอยู่ริมถนนสุขุมวิทจึงง่ายต่อการเข้าถึงตัวโครงการ โดยการคมนาคมต่างๆทั้งรถยนต์ส่วนตัว หรือระบบขนส่งสาธารณะหลายวิธีตามที่ได้อธิบายมาแล้วในบทที่ 1 การเข้าสู่ตัวโครงการจะมีทางเข้าหลัก 2 ทาง คือ ทางเข้าบริเวณริมถนนสุขุมวิท (ทางเข้าด้านทิศเหนือ) และทางเข้าภายในถนนทางเข้าด้านข้างของโครงการ (ทางเข้าด้านทิศตะวันตก) และทางเข้ารองอีก 1 ทาง คือ ทางเข้าบริเวณซอยข้าง สสวท. (ทางเข้าด้านทิศใต้) ซึ่งโดยปกติทางเข้าด้านนี้จะใช้สำหรับเป็นทาง Service ให้รถยนต์ของศูนย์ฯ เข้า-ออก ซึ่งเข้าผู้ชมพิพิธภัณฑสถานส่วนใหญ่แล้วจะไม่ใช้ทางนี้ในการเข้าสู่ตัวโครงการ



-  ทางเข้าหลักด้านทิศเหนือ
-  ทางเข้าหลักด้านทิศตะวันตก
-  ทางเข้ารอง (ทาง Service) ด้านทิศใต้
-  ที่จอดรถภายในโครงการ
-  ถนนทางเข้าโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเข้าสู่ตัวอาคารจากทางเข้าด้านทิศเหนือ ริมถนนสุขุมวิท จะผ่านสวนหย่อม สระน้ำ และลานกลางแจ้งก่อนเข้าถึงตัวอาคารหลัก



ทางเข้าบริเวณด้านทิศเหนือ

สวนหย่อมบริเวณทางเข้าด้านทิศเหนือ

การเข้าสู่ตัวอาคารจากทางเข้าด้านทิศตะวันตก จะผ่านส่วนที่นั่งพักผ่อนนอกอาคารก่อนเข้าถึงตัวอาคาร



ทางเข้าบริเวณด้านทิศตะวันตก

ส่วนพักผ่อนนอกอาคาร

ทางเข้าด้านทิศใต้ จะเป็นทาง Service ของโครงการ จะผ่านโรงอาหารและด้านข้างของอาคารห้องฟ้าจำลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า... ไม่ว่ารณิใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงอาหาร

สำหรับบริเวณจุดจอดรถจะจอดรถบริเวณลานอเนกประสงค์ด้านหน้าอาคารวิทยาศาสตร์ การกีฬา ใกล้กับปากทางเข้าของถนนภายในโครงการ บริเวณลานจอดรถนี้สามารถรองรับได้ทั้ง รถยนต์เล็กและรถบัสขนาดใหญ่ แต่โดยส่วนใหญ่แล้วรถบัสขนาดใหญ่ จะจอดบริเวณริมถนน ทางเข้าตัวโครงการ เนื่องจากสะดวกกว่าการจอดภายในลานจอดรถ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นที่จอดของ บุคลากร และผู้ชมที่มาด้วยรถยนต์ส่วนตัว ทำให้เหลือพื้นที่น้อยไม่สะดวกในการสัญจรของรถบัส ขนาดใหญ่ และในเวลาเปิดของศูนย์ฯ จะไม่มีรถสัญจรเข้าออกมากนัก ทำให้ไม่เกิดปัญหาเรื่อง การจราจรภายในถนนทางเข้าโครงการ



ถนนทางเข้าตัวโครงการ

รถบัสที่จอดริมถนนโครงการ

#### 5.1.2 การวิเคราะห์อาคาร

ตัวอาคาร 1 ท้องฟ้าจำลอง และอาคาร 2 วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี จะอยู่ในพื้นที่หลักของตัวโครงการทั้งหมด มีส่วนทางเดินที่เชื่อมต่อกันระหว่างอาคารทั้ง 2 ทำให้สามารถเดินทางได้อย่างสะดวก

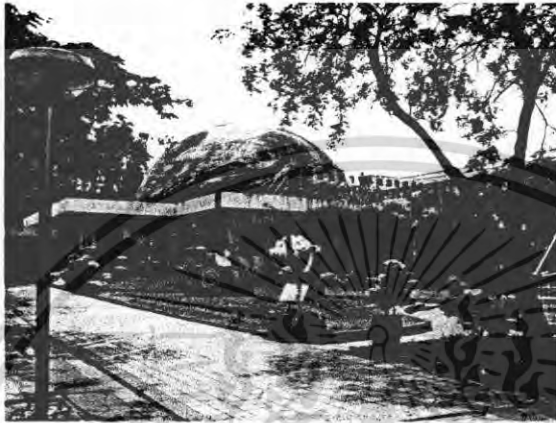


ทางเชื่อมระหว่างอาคาร 1 และ 2

อาคารท้องฟ้าจำลอง เป็นอาคารชั้นเดียวลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หลังคาเพลาทผสม โคม โครงสร้างอาคารเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก บริเวณภายในอาคารส่วนกลางจะเป็นห้องฉายดาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20.60 เมตร เพดานเป็น โคมทรงครึ่งวงกลม สูง 13 เมตร มีพื้นที่ใช้สอย ๑๐๐๐ ตารางเมตร ไม่ว่างกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในทั้งหมด 1559 ตารางเมตร โคครอบของห้องฉายดาวเป็นพื้นที่แสดงนิทรรศการถาวร และด้านหลังอาคารเป็นส่วนอาคารต่อเติมใหม่ซึ่งปัจจุบันปิดไม่ได้ใช้ประโยชน์ในส่วนนี้

สภาพโคครอบตัวอาคารมีการปลูกต้นไม้และจัดเป็นสวนหย่อมโคครอบ ด้านหลังอาคารจะติดกับซอยทางเข้า สสวท. และเส้นทางเข้าส่วน Service ซึ่งโดยปกติจะไม่มีรถสัญจรผ่านไปมา ทำให้บริเวณรอบอาคารท้องฟ้าจำลองไม่ได้รับผลกระทบทางด้านเสียงรบกวนจากภายนอก



อาคารท้องฟ้าจำลอง

อาคารวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี เป็นอาคารหลักของศูนย์วิทยาศาสตร์ ลักษณะรูปทรงแบบ Modern 4 ชั้น หลังคาเพดาน โครงสร้างอาคารเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก และโครงสร้างรูปพรรณ มีพื้นที่ใช้สอยภายในทั้งหมด 8887.45 ตารางเมตร เดิมภายในเป็นส่วนแสดงนิทรรศการถาวร มีส่วนของสำนักงาน ห้องสมุด ห้องมหกรรม คลังพิพิธภัณฑ์ และห้องเก็บสิ่งแสดง ภายหลังบุคลากรมีจำนวนมากขึ้นเนื่องจากได้รับโอนอาคารจากกรมพลศึกษา บริเวณฝั่งตรงข้ามอาคารวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ทำให้อาคารนิทรรศการมีจำนวนมากขึ้น จำเป็นต้องเพิ่มจำนวนบุคลากรในองค์กรเพื่อรองรับ จึงมีการสร้างอาคาร 4 เพื่อเป็นสำนักงานของศูนย์วิทยาศาสตร์ และได้ย้ายห้องสมุด และห้องเก็บสิ่งแสดงมาไว้ภายในอาคารนี้ด้วย ทำให้ปัจจุบันอาคารวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีใช้สำหรับแสดงนิทรรศการถาวร เพียงอย่างเดียว ส่วนห้องมหกรรมปัจจุบันไม่ได้เปิดให้บริการ

สภาพโคครอบตัวอาคารวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมีลักษณะดังนี้

- ทิศเหนือเป็นบริเวณสระน้ำและสวนหย่อมด้านทางเข้าริมถนนสุขุมวิท

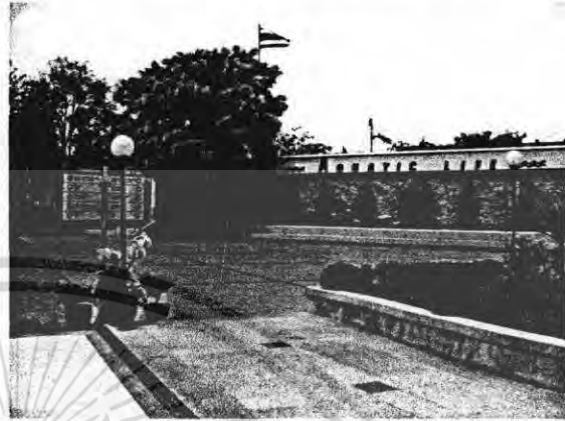


สระน้ำด้านทิศเหนือ



ส่วนพักผ่อนด้านทิศใต้

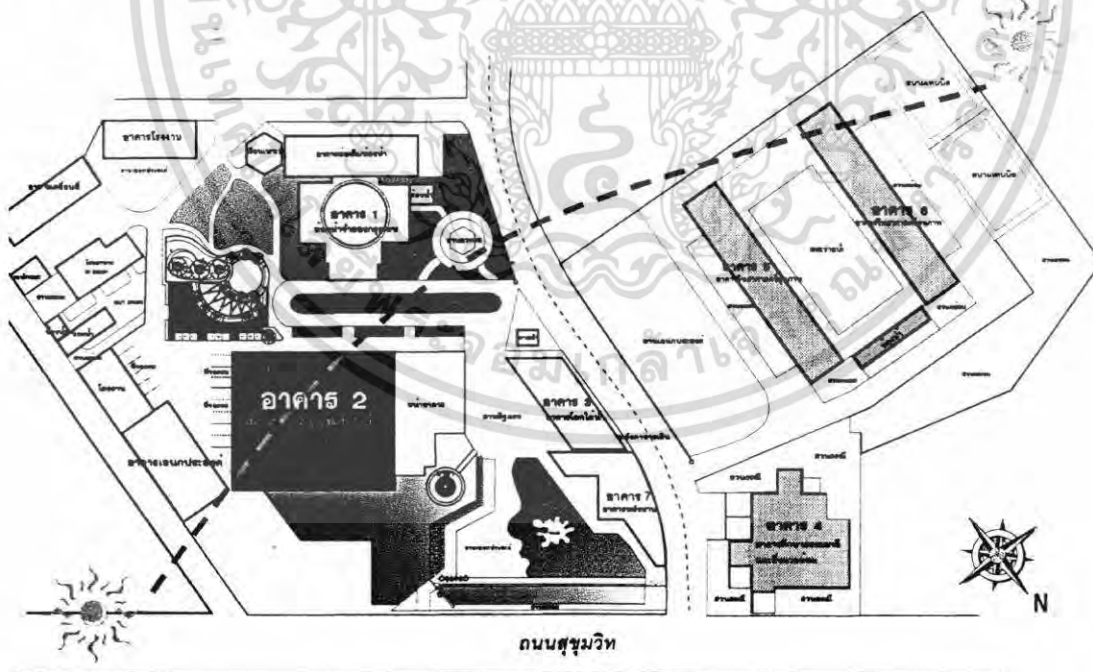
- ทิศใต้ เป็นส่วนที่นั่งพักผ่อนภายนอกอาคาร และเป็นส่วนติดกับอาคารท้องฟ้าจำลอง
- ทิศตะวันออก เป็นลานจอดรถสำหรับส่วน Service ของศูนย์วิทยาศาสตร์
- ทิศตะวันตก เป็นด้านหน้าของอาคาร เป็นส่วนของลานกลางแจ้งและอาคาร โลกใต้น้ำ



ลานจอดรถของศูนย์วิทยาศาสตร์

ลานกลางแจ้งและอาคาร โลกใต้น้ำ

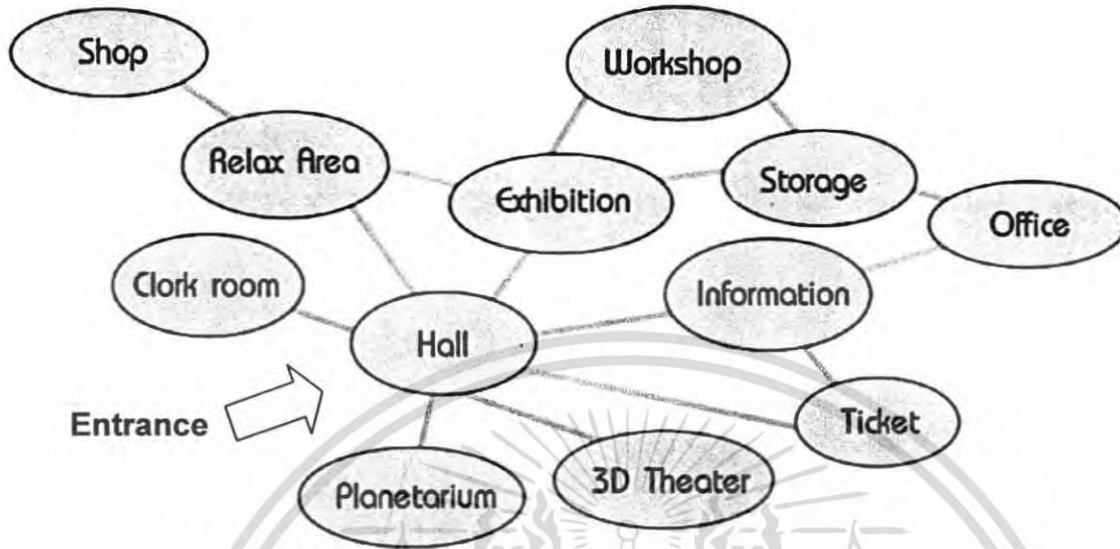
เนื่องจากตัวอาคารวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมีสระน้ำและสวนหย่อมอยู่ทางทิศเหนือซึ่งเป็นส่วนที่ติดกับถนนสุขุมวิท ช่วยลดเสียงรบกวนจากยานยนต์ที่สัญจรอยู่บนถนนได้มาก ทำให้ตัวอาคารไม่มีปัญหาเรื่องเสียงรบกวนจากถนนใหญ่ ส่วนด้านอื่นของอาคารเป็นส่วนในพื้นที่ใช้สอยภายในโครงการซึ่งไม่เกิดเสียงรบกวน อาคารนี้จึงไม่ได้รับผลกระทบในเรื่องของเสียง



จากผังจะเห็นว่าภายในตัวโครงการมีส่วนของสวนหย่อมอยู่บริเวณรอบๆอาคารทั้ง 2 อาคาร และยังมีสระน้ำในสวนด้านหน้าริมถนนสุขุมวิท ซึ่งเป็นทิศที่มีแสงอาทิตย์ส่องเข้าตัวอาคารวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และส่วนนี้เป็นส่วนของผนังกระจกแสงแดดจึงสามารถส่องเข้าตัวอาคารได้มากกว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

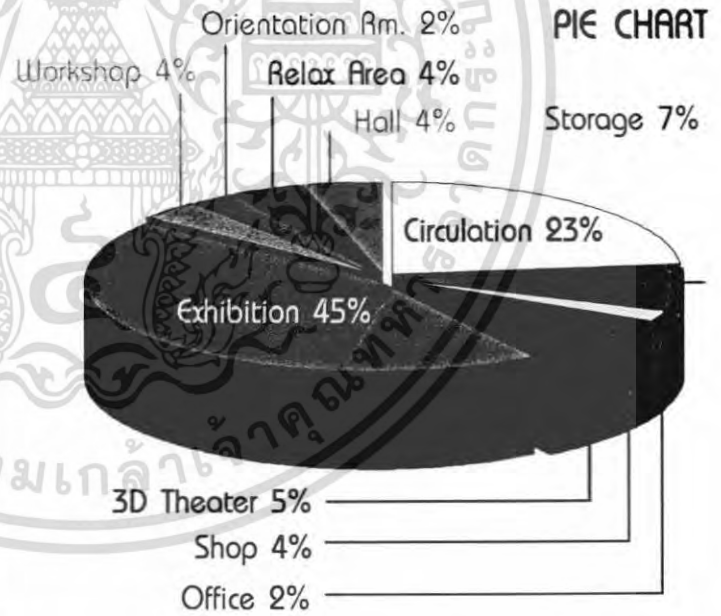


5.1.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่อเนื่อง



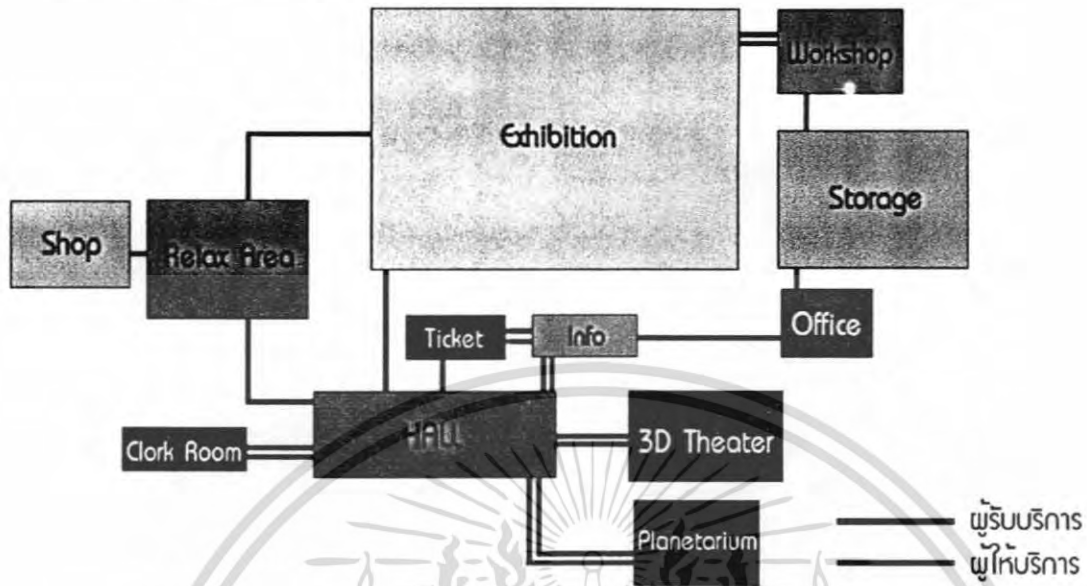
5.1.5 การวิเคราะห์ขนาดพื้นที่

องค์ประกอบ	พื้นที่ (m <sup>2</sup> )
Hall	393
Relax Area	356
Circulation	2041
ส่วน Workshop	326
ส่วนนิทรรศการ	3960
โรงภาพยนตร์ 3 มิติ	425
Orientation room	218
ร้านค้า	338
สำนักงาน	170
คลังพิพิธภัณฑ์	660
<b>รวมพื้นที่ทั้งหมด</b>	<b>8887</b>

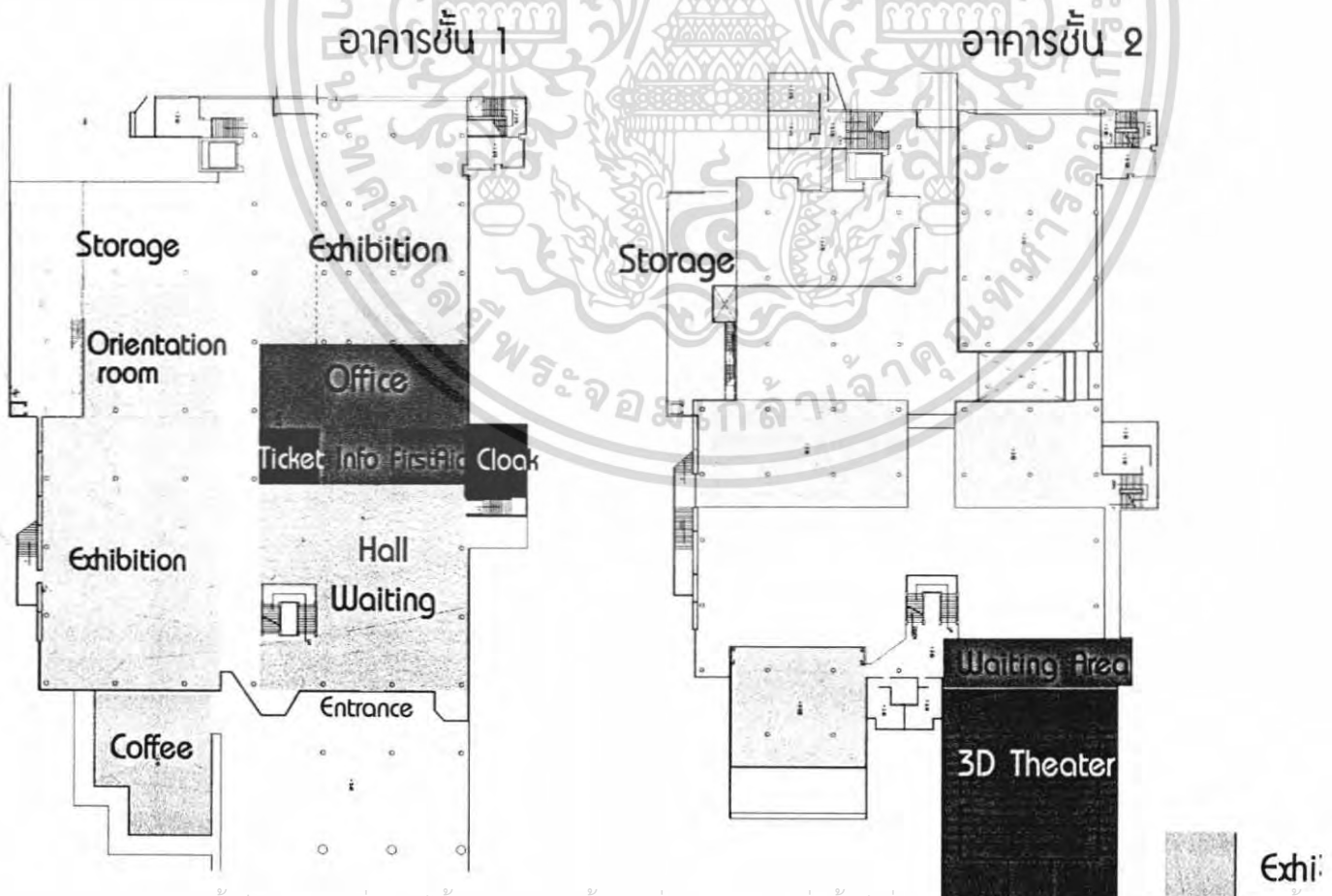


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

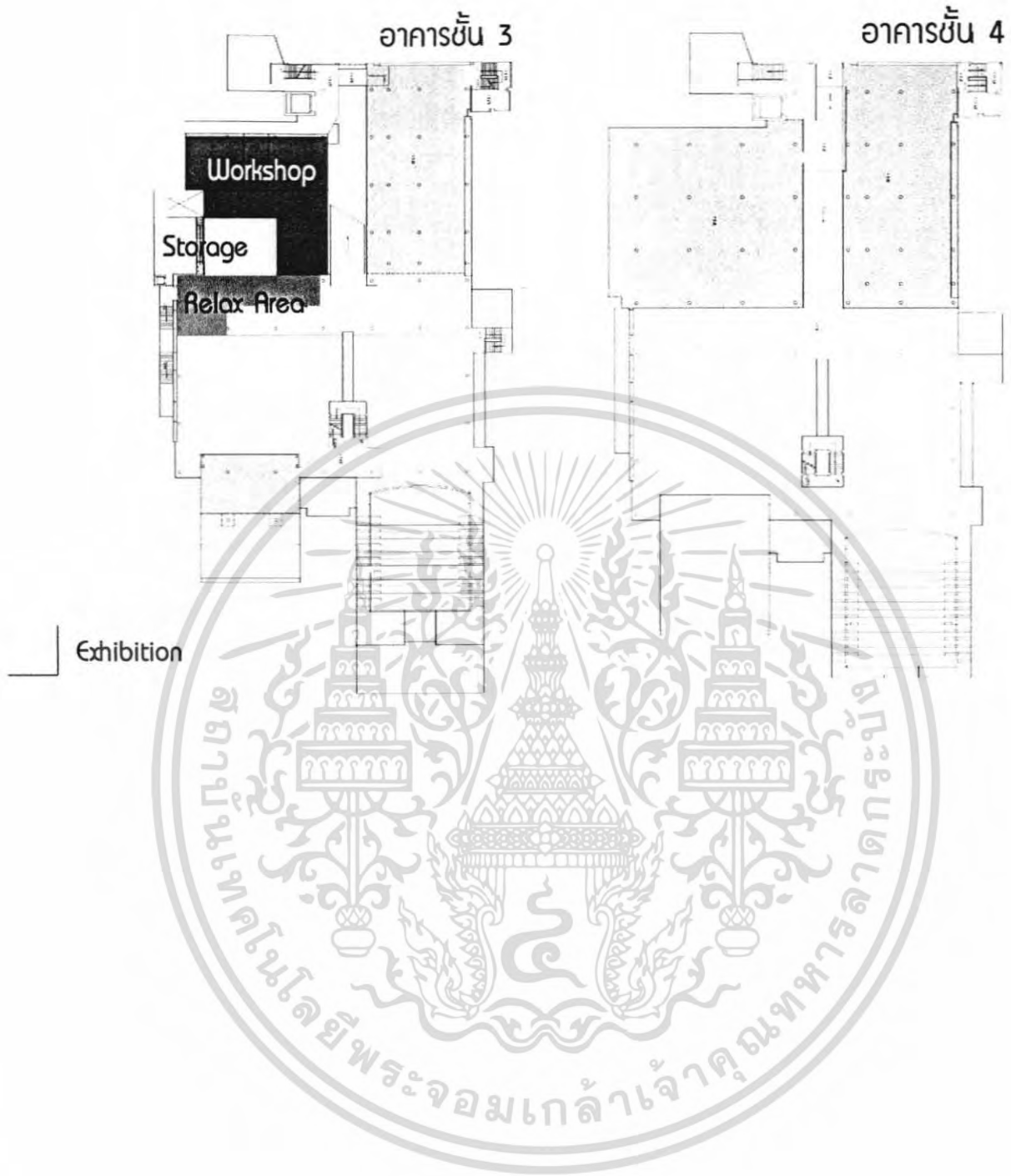
5.1.6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์การใช้สอย



5.1.7 การวิเคราะห์การแบ่งอาณาเขต



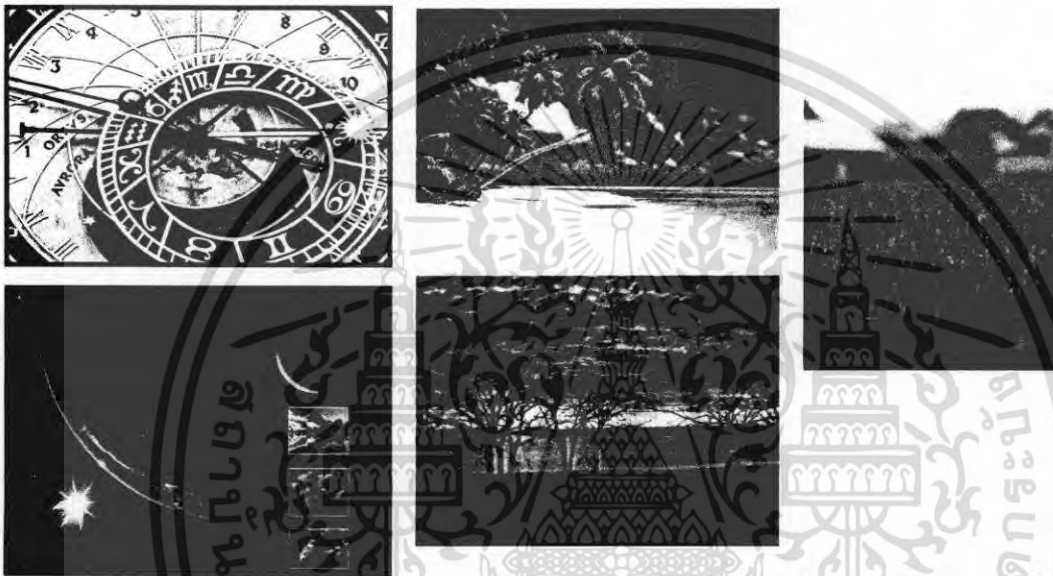
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้เผยแพร่บนเว็บไซต์ การค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 แนวความคิดในการออกแบบ

แนวความคิดหลักในการออกแบบโครงการปรับปรุงศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา คือ การปรับเปลี่ยนสภาพปัจจุบันที่เก่าและทรุดโทรมให้ทันสมัยต่อปัจจุบัน โดยใช้วัสดุและการตกแต่งที่เน้นให้รู้สึกถึงอวกาศ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เช่น วัสดุจำพวกโลหะที่มีความมันวาว หรือวัสดุที่มีสีสันทันต่างๆ ใช้แนวความคิดซึ่งสื่อถึง “การเปลี่ยนแปลงและวิวัฒนาการของธรรมชาติ (Natural Evolution)” เพื่อให้ผู้เข้าชมรู้สึกถึงเรื่องราวต่างๆทางวิทยาศาสตร์ที่มีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจากอดีตมาจนถึงปัจจุบัน



การตกแต่งภายในจะใช้แสงและสีเข้ามาช่วย โดยจะเป็นจุดหลักของการตกแต่ง เนื่องจากเทคนิคการใช้แสงสีจะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้ชม และยังทำให้ตัวนิทรรศการดูลึกลับน่าค้นหา ซึ่งเข้ากับหลักการของวิทยาศาสตร์ที่มีการคิดค้น วิจัย ศึกษา เพื่อหาคำตอบจากสิ่งต่างๆ

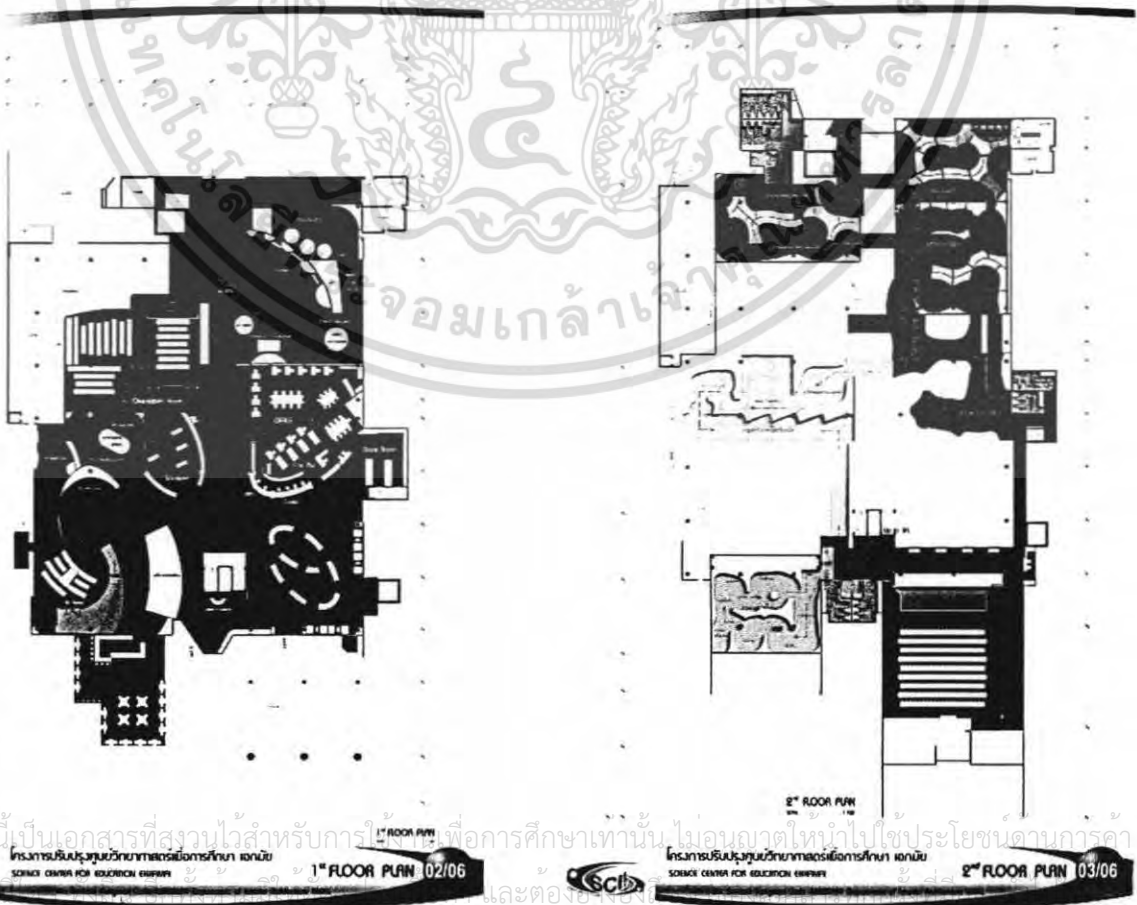
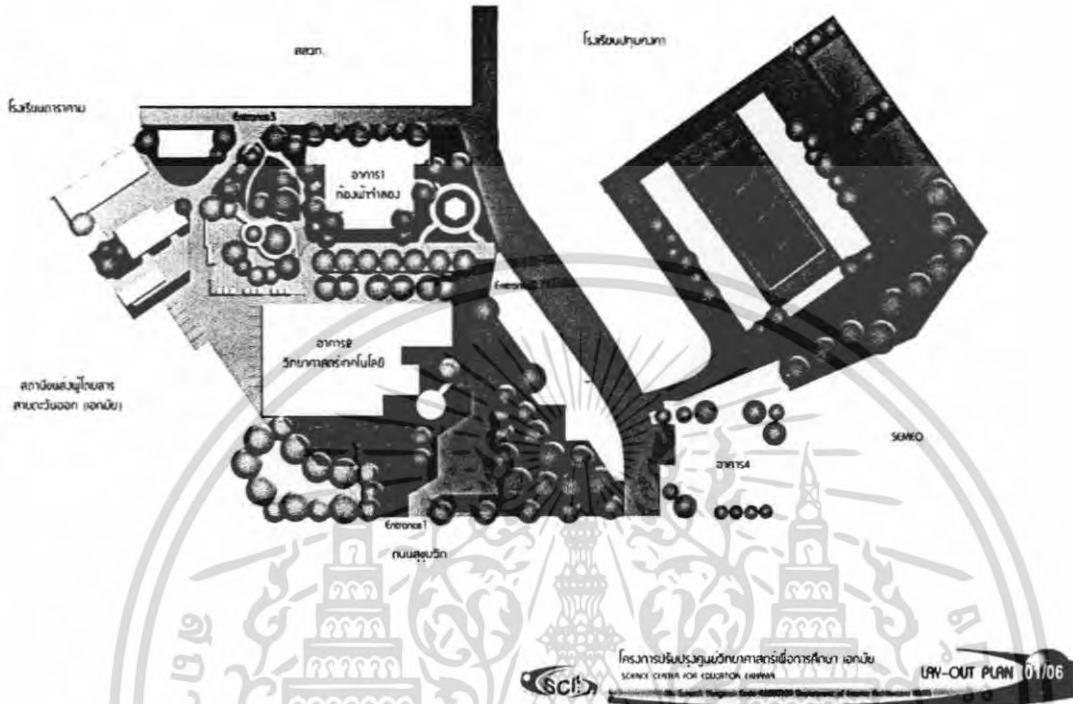
### ลักษณะภาพรวมของโครงการ



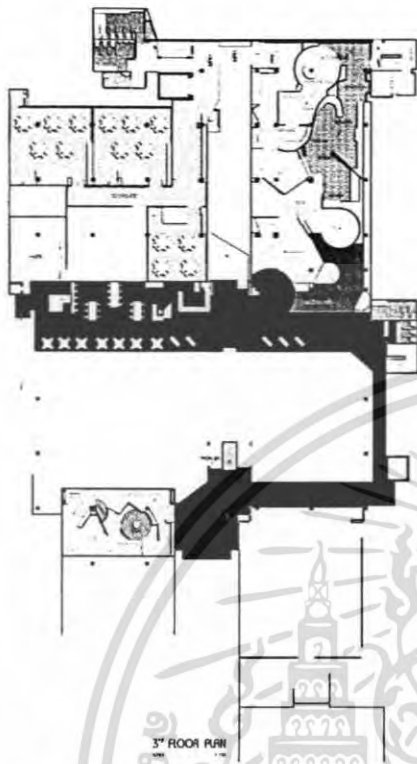
ชนด้านการค้า  
การนำไปใช้

# บทที่ 6

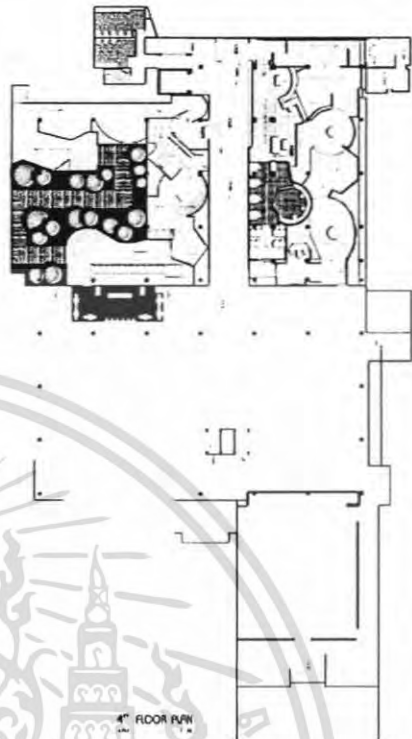
## รายละเอียดการออกแบบ



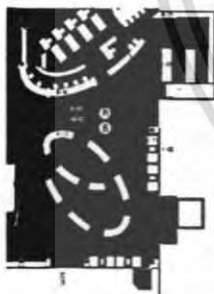
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า และต้องอ้างอิง



3<sup>rd</sup> FLOOR PLAN 04/06  
 โครงการศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 SCIENCE CENTER FOR EDUCATION ENERGY



4<sup>th</sup> FLOOR PLAN 05/06  
 โครงการศูนย์วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 SCIENCE CENTER FOR EDUCATION ENERGY



FLOOR PLAN 02/14



REFLECTING CEILING PLAN 03/14

NO	SYMBOL	AREA	UNIT	NO	SYMBOL	AREA	UNIT
1.01	Wall	1.18	sqm	1.01	Wall	1.18	sqm
1.02	Column	0.48	sqm	1.02	Column	0.48	sqm
1.03	Door	0.18	sqm	1.03	Door	0.18	sqm
1.04	Window	0.18	sqm	1.04	Window	0.18	sqm
1.05	Stair	0.18	sqm	1.05	Stair	0.18	sqm
1.06	Corridor	0.18	sqm	1.06	Corridor	0.18	sqm
1.07	Room	0.18	sqm	1.07	Room	0.18	sqm
1.08	Room	0.18	sqm	1.08	Room	0.18	sqm
1.09	Room	0.18	sqm	1.09	Room	0.18	sqm
1.10	Room	0.18	sqm	1.10	Room	0.18	sqm
1.11	Room	0.18	sqm	1.11	Room	0.18	sqm
1.12	Room	0.18	sqm	1.12	Room	0.18	sqm
1.13	Room	0.18	sqm	1.13	Room	0.18	sqm
1.14	Room	0.18	sqm	1.14	Room	0.18	sqm
1.15	Room	0.18	sqm	1.15	Room	0.18	sqm
1.16	Room	0.18	sqm	1.16	Room	0.18	sqm
1.17	Room	0.18	sqm	1.17	Room	0.18	sqm
1.18	Room	0.18	sqm	1.18	Room	0.18	sqm
1.19	Room	0.18	sqm	1.19	Room	0.18	sqm
1.20	Room	0.18	sqm	1.20	Room	0.18	sqm

COUNTER PLAN 01/14

FRONT ELEVATION 01/14

BACK ELEVATION 01/14

SECTION I 01/14

SECTION A 01/14



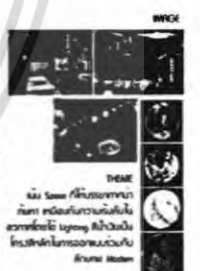
CONCEPT 01/14

CONCEPT 01/14  
 เป็นงานออกแบบที่เน้นความทันสมัยและมีความเป็นสากล  
 เน้นความโปร่งใสและมีความเป็นกันเอง

ELEVATION A 01/14



ELEVATION B 01/14



WING 01/14

**FLOOR PLAN**  
03/14

**REFLECTING CEILING PLAN**  
03/14

**ELEVATION A**  
03/14

**CONCEPT**  
This coffee shop is designed to be a place for students to study and work. It features a modern and minimalist design with a focus on functionality and comfort.

**SCHEMATIC**  
The coffee shop is designed to be a place for students to study and work. It features a modern and minimalist design with a focus on functionality and comfort.

โครงการสนับสนุนวิเทศศาสตร์เพื่อการศึกษาคณะ  
SCIENCE CENTER FOR EDUCATION CENTER

**COFFEE SHOP 03/14**

**LEVEL FLOOR PLAN**  
04/14

**SECTION A**  
04/14

**ELEVATION A**  
04/14

**DETAIL**  
04/14

**COUNTER B-01 PLAN**  
04/14

**FRONT ELEVATION**  
04/14

**CONCEPT**  
This coffee shop is designed to be a place for students to study and work. It features a modern and minimalist design with a focus on functionality and comfort.

โครงการสนับสนุนวิเทศศาสตร์เพื่อการศึกษาคณะ  
SCIENCE CENTER FOR EDUCATION CENTER

**COFFEE SHOP 04/14**

**COMPUTER TABLE B-03 PLAN**  
05/14

**FRONT ELEVATION**  
05/14

**SIDE ELEVATION**  
05/14

**SECTION A**  
05/14

**CONCEPT**  
This coffee shop is designed to be a place for students to study and work. It features a modern and minimalist design with a focus on functionality and comfort.

โครงการสนับสนุนวิเทศศาสตร์เพื่อการศึกษาคณะ  
SCIENCE CENTER FOR EDUCATION CENTER

**COFFEE SHOP 05/14**

**FLOOR PLAN**  
06/14

**SECTION A**  
06/14

**ELEVATION A**  
06/14

**CONCEPT**  
This 3D theater is designed to be a place for students to study and work. It features a modern and minimalist design with a focus on functionality and comfort.

โครงการสนับสนุนวิเทศศาสตร์เพื่อการศึกษาคณะ  
SCIENCE CENTER FOR EDUCATION CENTER

**3D THEATER 06/14**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**FLOOR PLAN**  
1/20

**CONCEPT**  
พื้นที่ภายในอาคารจะเน้นไปที่ความโปร่งใสและเปิดโล่ง

**THEME**  
ห้องเรียนที่เปลี่ยนไป เปลี่ยนพื้นที่ว่างให้เป็นพื้นที่เรียนรู้ ที่มีความยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนพื้นที่ใช้สอยได้ตามความต้องการ

NO.	ITEM	QTY	UNIT	PRICE	TOTAL
1.01	โต๊ะ	140	ตัว	1,200	168,000
1.02	เก้าอี้	280	ตัว	1,200	336,000
1.03	ตู้เก็บของ	20	ตัว	1,000	20,000
1.04	โคมไฟ	140	ตัว	1,000	140,000
1.05	พรม	140	ม.2	1,000	140,000
1.06	โต๊ะ	140	ตัว	1,200	168,000
1.07	เก้าอี้	280	ตัว	1,200	336,000
1.08	ตู้เก็บของ	20	ตัว	1,000	20,000
1.09	โคมไฟ	140	ตัว	1,000	140,000
1.10	พรม	140	ม.2	1,000	140,000
1.11	โต๊ะ	140	ตัว	1,200	168,000
1.12	เก้าอี้	280	ตัว	1,200	336,000
1.13	ตู้เก็บของ	20	ตัว	1,000	20,000
1.14	โคมไฟ	140	ตัว	1,000	140,000
1.15	พรม	140	ม.2	1,000	140,000
1.16	โต๊ะ	140	ตัว	1,200	168,000
1.17	เก้าอี้	280	ตัว	1,200	336,000
1.18	ตู้เก็บของ	20	ตัว	1,000	20,000
1.19	โคมไฟ	140	ตัว	1,000	140,000
1.20	พรม	140	ม.2	1,000	140,000

**ELEVATION A**  
1/20

**WORKSHOP 07/14**

**THEME**  
พื้นที่ภายในอาคารจะเน้นไปที่ความโปร่งใสและเปิดโล่ง

**CONCEPT**  
พื้นที่ภายในอาคารจะเน้นไปที่ความโปร่งใสและเปิดโล่ง

**FLOOR PLAN**  
1/20

**CONCEPT**  
พื้นที่ภายในอาคารจะเน้นไปที่ความโปร่งใสและเปิดโล่ง

**THEME**  
พื้นที่ภายในอาคารจะเน้นไปที่ความโปร่งใสและเปิดโล่ง

NO.	ITEM	QTY	UNIT	PRICE	TOTAL
1.01	โต๊ะ	140	ตัว	1,200	168,000
1.02	เก้าอี้	280	ตัว	1,200	336,000
1.03	ตู้เก็บของ	20	ตัว	1,000	20,000
1.04	โคมไฟ	140	ตัว	1,000	140,000
1.05	พรม	140	ม.2	1,000	140,000
1.06	โต๊ะ	140	ตัว	1,200	168,000
1.07	เก้าอี้	280	ตัว	1,200	336,000
1.08	ตู้เก็บของ	20	ตัว	1,000	20,000
1.09	โคมไฟ	140	ตัว	1,000	140,000
1.10	พรม	140	ม.2	1,000	140,000
1.11	โต๊ะ	140	ตัว	1,200	168,000
1.12	เก้าอี้	280	ตัว	1,200	336,000
1.13	ตู้เก็บของ	20	ตัว	1,000	20,000
1.14	โคมไฟ	140	ตัว	1,000	140,000
1.15	พรม	140	ม.2	1,000	140,000
1.16	โต๊ะ	140	ตัว	1,200	168,000
1.17	เก้าอี้	280	ตัว	1,200	336,000
1.18	ตู้เก็บของ	20	ตัว	1,000	20,000
1.19	โคมไฟ	140	ตัว	1,000	140,000
1.20	พรม	140	ม.2	1,000	140,000

**ELEVATION A**  
1/20

**SOUVENIR SHOP 08/14**

**E-40** วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน

**E-41** เทคโนโลยีอนาคต ระบบนิเวศ ปัญญาประดิษฐ์

**E-30** ประวัติศาสตร์วิทยาศาสตร์

**EW-32** หอสมุดวิทยาศาสตร์

**E-24** ระบบนิเวศชุมชน

**E-23** วิทยาศาสตร์ชุมชน

**E-21** การเกษตรชุมชน

**EF-42** การทำพลังงาน การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การจัดการพลังงานทดแทน

**E-31** วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

**E-22** วิทยาศาสตร์ของสัตว์ การอนุรักษ์ของสัตว์

**E-20** วิทยาศาสตร์ของพืช

**E-01** ภูมิศาสตร์และวิทยาศาสตร์

**EXHIBITION ZONING 09/14**

**START**

1. เริ่มต้น

2. เริ่มต้น

3. เริ่มต้น

4. เริ่มต้น

5. เริ่มต้น

6. เริ่มต้น

7. เริ่มต้น

8. เริ่มต้น

9. เริ่มต้น

10. เริ่มต้น

11. เริ่มต้น

**FINISH**

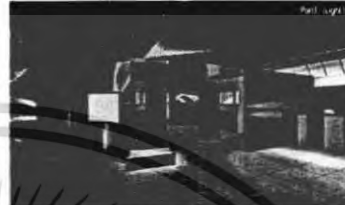
**STORY BOARD 10/14**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**EXHIBITION E-01**  
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 การพัฒนาและนวัตกรรม  
 การศึกษาและการเรียนรู้  
 การศึกษาและการเรียนรู้  
 การศึกษาและการเรียนรู้



**EXHIBITION E-20 - E-24**  
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 การพัฒนาและนวัตกรรม  
 การศึกษาและการเรียนรู้



**EXHIBITION E-31**  
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 การพัฒนาและนวัตกรรม  
 การศึกษาและการเรียนรู้



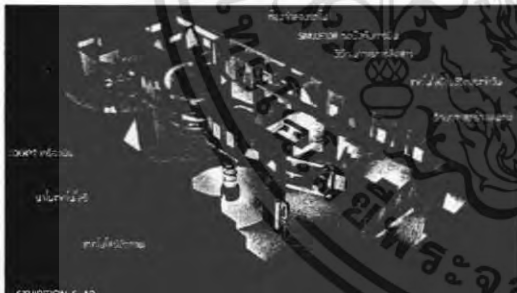
โครงการนิทรรศการวิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษ านนท์  
 SCIENCE CENTER FOR EDUCATION EXHIBIT

EXHIBITION 11/14



โครงการนิทรรศการวิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษ านนท์  
 SCIENCE CENTER FOR EDUCATION EXHIBIT

EXHIBITION 12/14



EXHIBITION E-43



**EXHIBITION E-41**  
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 การพัฒนาและนวัตกรรม  
 การศึกษาและการเรียนรู้

**EXHIBITION E-42**  
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 การพัฒนาและนวัตกรรม  
 การศึกษาและการเรียนรู้



**EXHIBITION E-40**  
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 การพัฒนาและนวัตกรรม  
 การศึกษาและการเรียนรู้



โครงการนิทรรศการวิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษ านนท์  
 SCIENCE CENTER FOR EDUCATION EXHIBIT

EXHIBITION 13/14



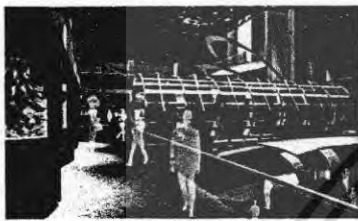
โครงการนิทรรศการวิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษ านนท์  
 SCIENCE CENTER FOR EDUCATION EXHIBIT

EXHIBITION 14/14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนรู้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ORGANIC TUBE



**CONCEPT**  
 เป็นคอนเซ็ปต์ที่เน้นความเรียบง่าย เป็น  
 สถาปัตยกรรมที่เรียบง่ายแต่มีความได้  
 ใจและสวยงาม โดยเน้นการใช้วัสดุไม้  
 และสีโทนอบอุ่น เพื่อให้ความรู้สึก  
 อบอุ่นและสบายตา

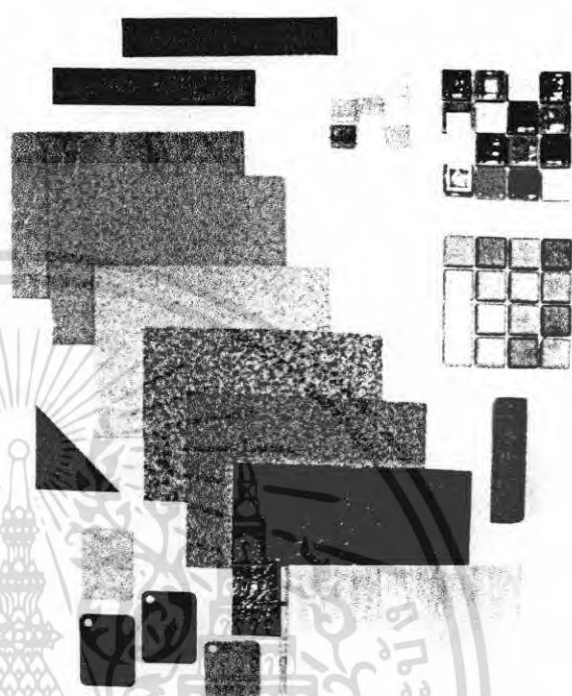
Detail Organic Tube Exhibition Space at Science Center for Education Review



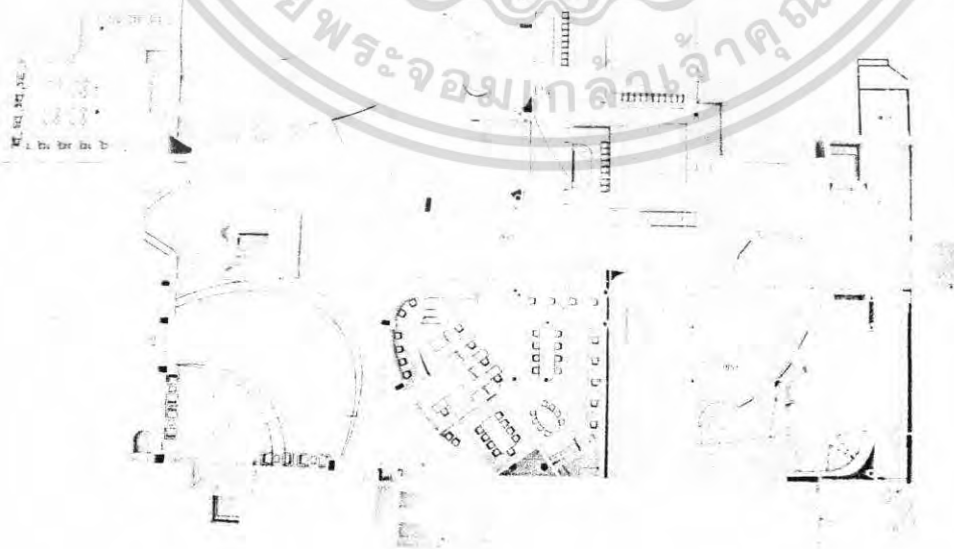
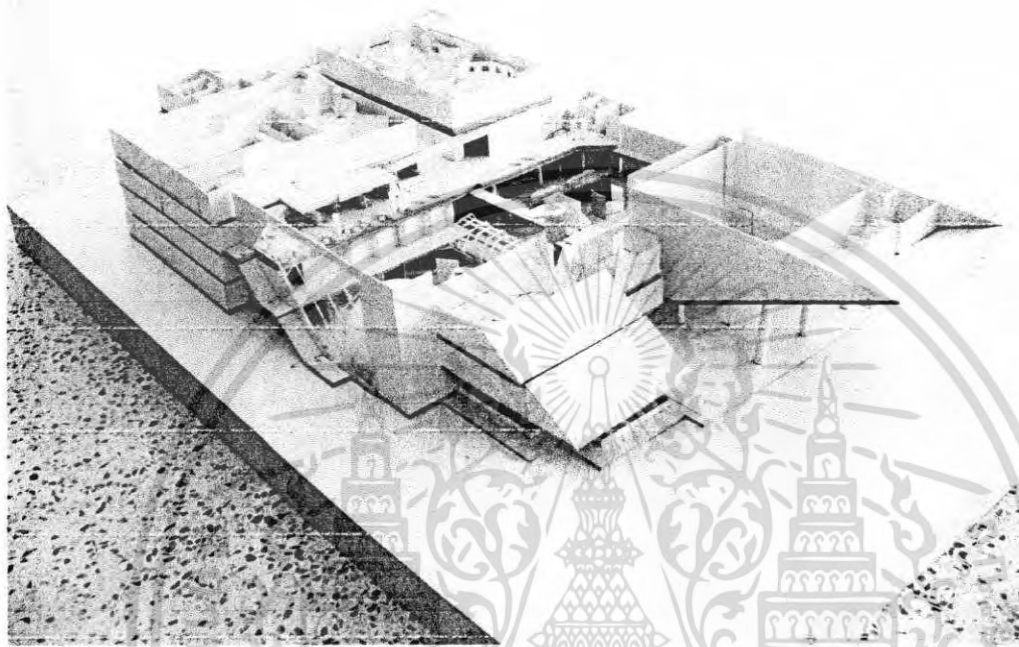
SIDE ELEVATION



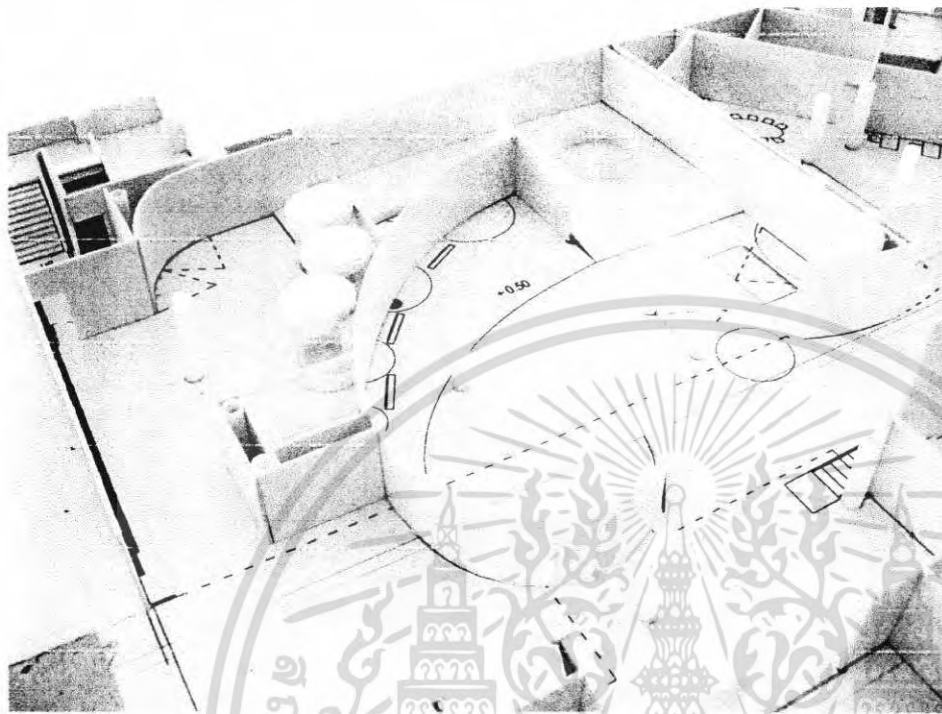
FRONT ELEVATION



เอก... ที่สวยงามไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาด้าน... การออกแบบที่เรียบง่าย ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่วากรณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



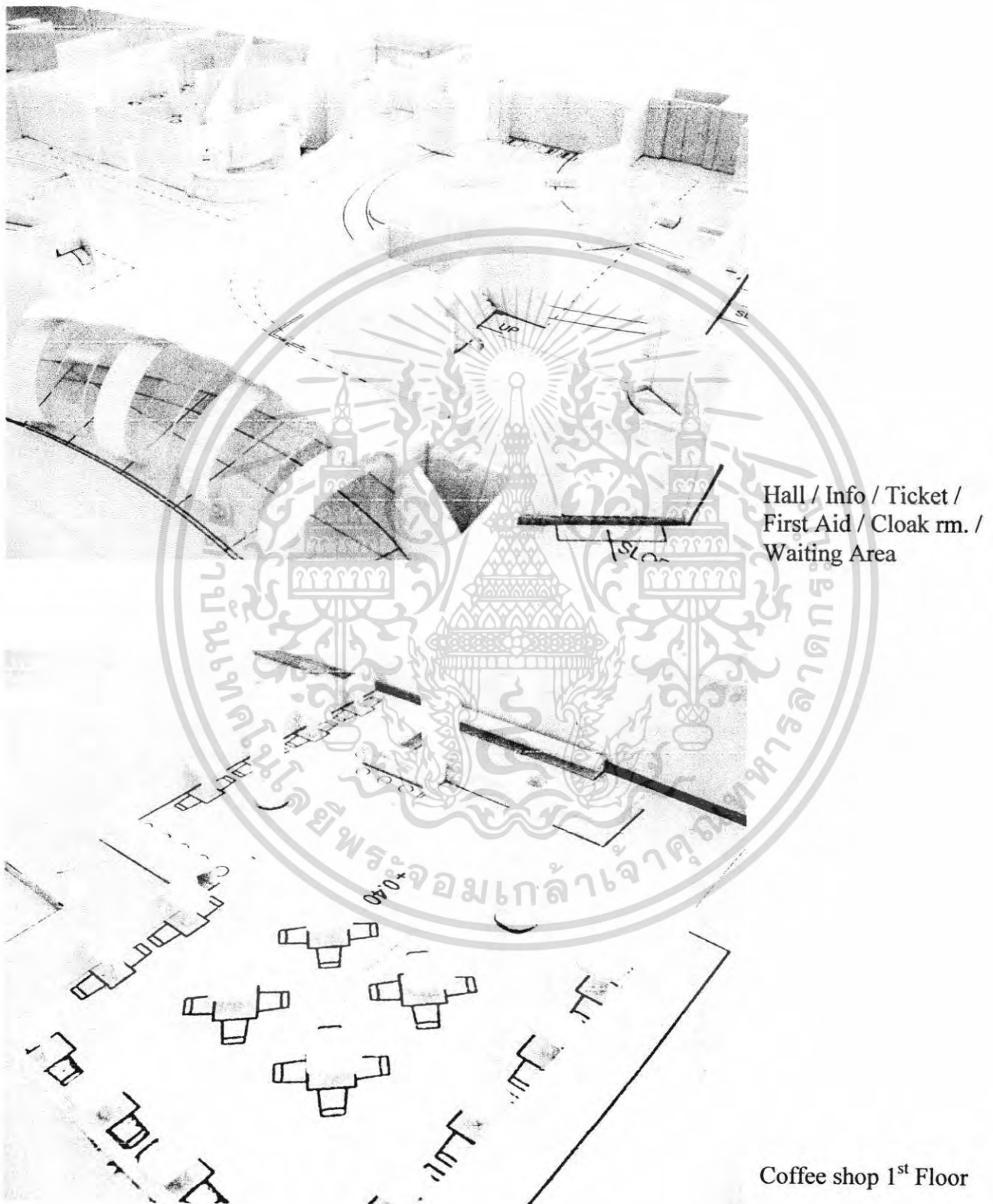
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสาร **1<sup>st</sup> Floor Plan** การนำไปใช้



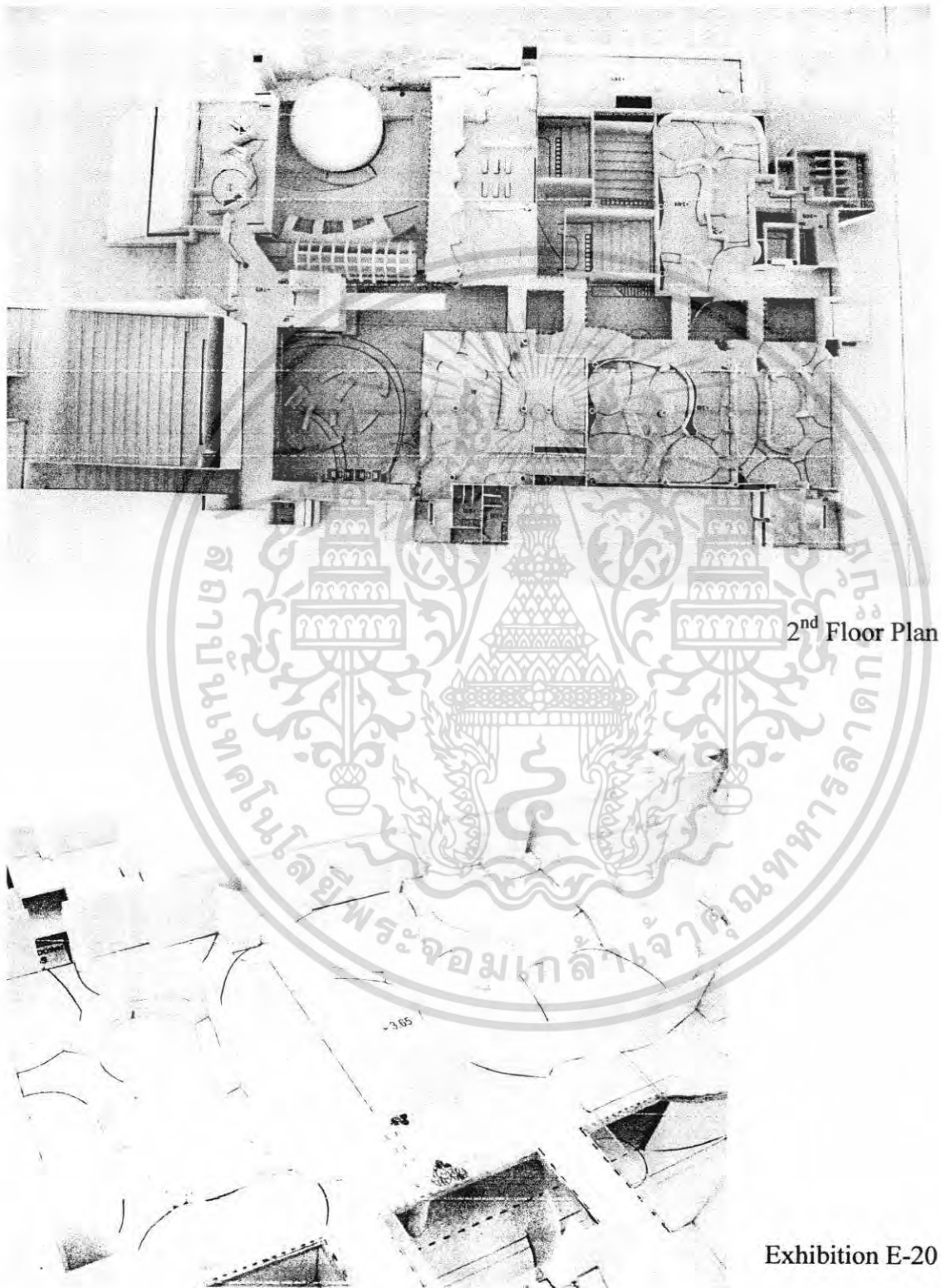
Exhibition E-01

Exhibition EF-42  
/ Souvenir

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Exhibition E-20 / E-22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Exhibition E-21

Exhibition E-22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

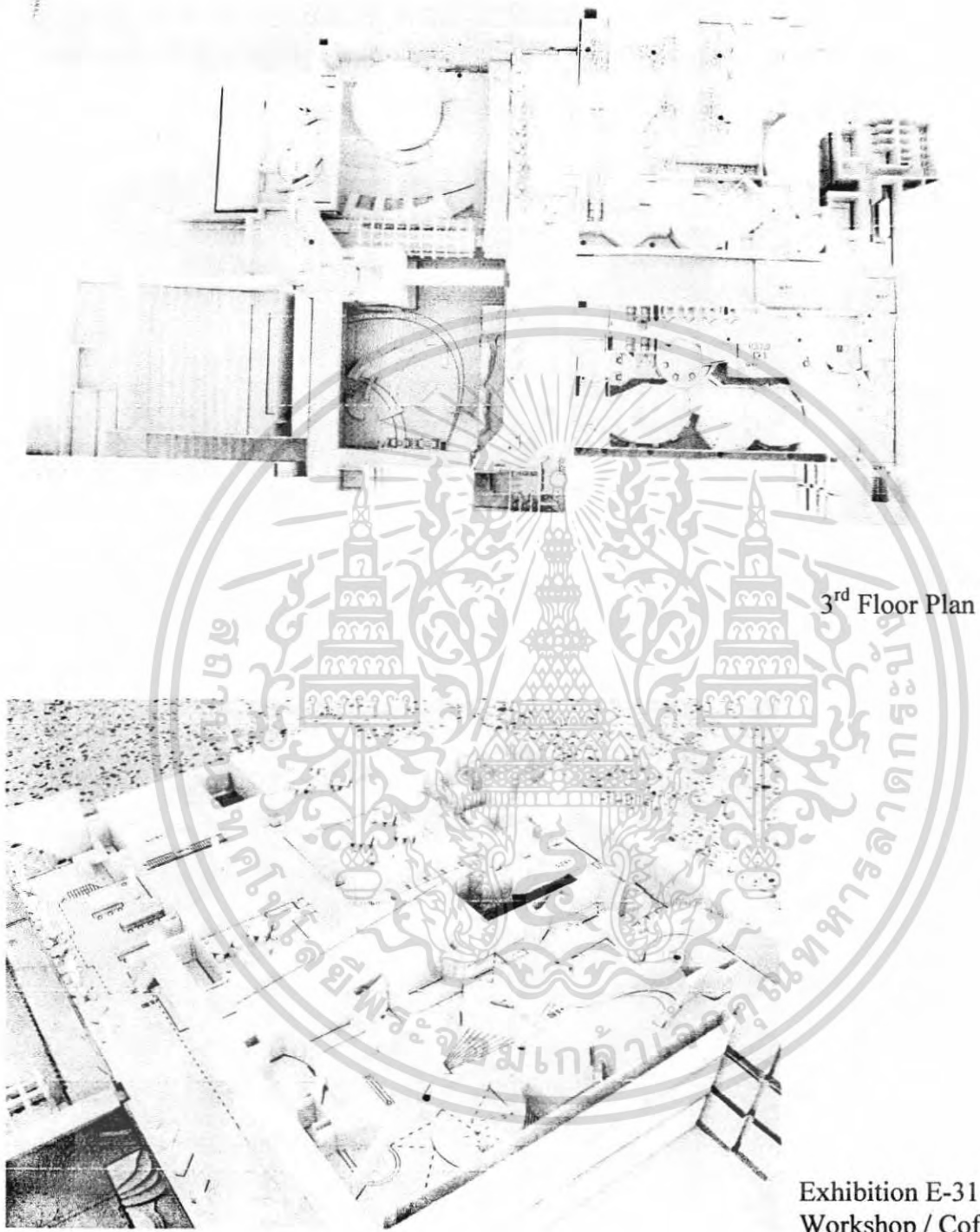


Exhibition E-23



Exhibition E-24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



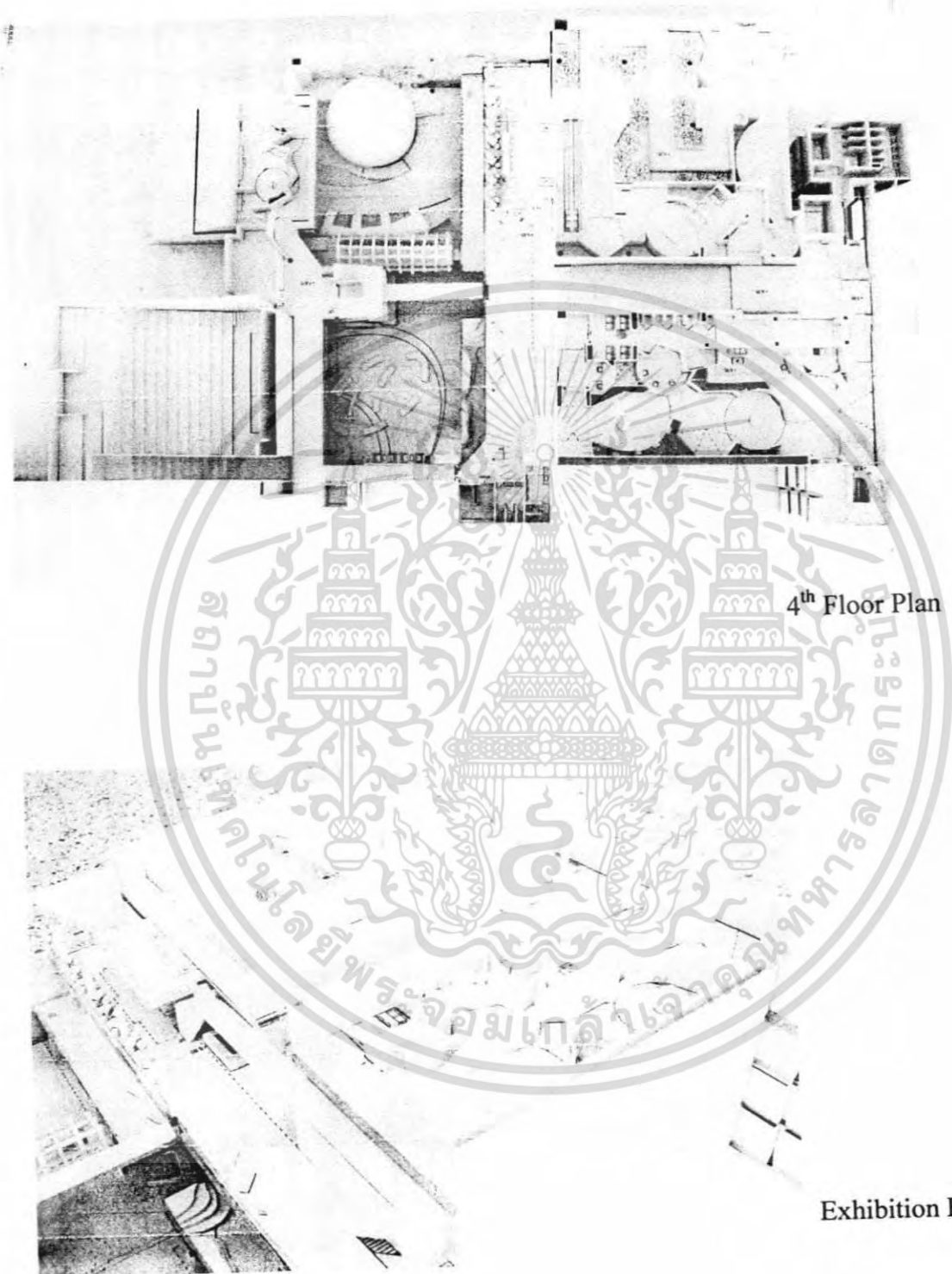
Exhibition E-31 /  
Workshop / Coffee shop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Coffee shop 3<sup>rd</sup> Floor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Exhibition E-40 / E-41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา.  
2546. เอกสารประเมินองค์กร ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ.
- องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ.  
2550. เอกสารเผยแพร่พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ. ปทุมธานี : องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- MUSEUM OF SCIENCE.2007 (June, 15). **MUSEUM OF SCIENCE** [Online]. Available URL : <http://www.mos.org/>
- MUSEUM OF SCIENCE AND INDUSTRY.2007 (June, 15). **MUSEUM OF SCIENCE AND INDUSTRY** [Online]. Available URL : <http://www.msichicago.org/>
- DENVER MUSEUM OF NATURE & SCIENCE.2007 (June, 15). **DENVER MUSEUM OF NATURE & SCIENCE** [Online]. Available URL : <http://www.dmns.org/main/en/>
- THE NATIONAL SCIENCE MUSEUM.2007 (June, 15). **THE NATIONAL SCIENCE MUSEUM** [Online]. Available URL : <http://www.kahaku.go.jp/english/>
- SCIENCE MUSEUM.2007 (June, 15). **SCIENCE MUSEUM** [Online]. Available URL : <http://www.sciencemuseum.org.uk/>
- NATIONAL MUSEUM OF EMERGING SCIENCE AND INNOVATION.2007 (June, 15). **NATIONAL MUSEUM OF EMERGING SCIENCE AND INNOVATION** [Online]. Available URL : [http://www.miraikan.jst.go.jp/index\\_e.html](http://www.miraikan.jst.go.jp/index_e.html)
- องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ.2007 (June, 15). **องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ** [Online]. Available URL : <http://www.nsm.or.th/index.php>
- ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. (June, 15). **ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา** [Online]. Available URL : <http://www.sci-educ.nfe.go.th/main/index.php>
- สมาคมดาราศาสตร์ไทย. (July, 14). **พระมหากษัตริย์ไทยกับดาราศาสตร์** [Online]. Available URL : <http://www.sci-educ.nfe.go.th/main/index.php>
- นิคม มุสิกคามะ.  
2536. คู่มือ : การปฏิบัติงานของภัณฑารักษ์ พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ กรมศิลปากร. จำนวน 3000 เล่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คร. เกรียงศักดิ์ อุคมสิน โรจน์

2542. การออกแบบระบบท่ออาคาร และสิ่งแวดล้อมอาคาร เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 2.  
กรุงเทพฯ : มิตรนราการพิมพ์.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้