สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

พิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา

ECOLOGY MUSEUM

T031286

นายพงศ์ศักดิ์ อารีย์สว่างกิจ

T031286

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2540-41

ป.ท.
N137 N1
2541 - 2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 31286
วัน, เดือน, ปี 22 ก.ย. 2541

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต

.....

(ผศ. เอกพงษ์ จุลเสนีย์)

คณบดี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

ผศ. เอกพงษ์ จุลเสนีย์	ประธานกรรมการ
ดร. สมชาย ศรีสมพงษ์	รองประธานกรรมการ
อ. ธีรศักดิ์ อินทรประสงค์	กรรมการ
อ.ปรีชญา รังสิรักษ์	กรรมการ
อ. วัชรี วัชรสินธุ์	กรรมการ
อ. พิเชษฐ์ โสวิทยสกุล	กรรมการ และเลขานุการ

.....

(อ. ลัดดา บุญสวน)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(อ. กุลธร เลื่อนฉวี)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ

กิตติกรรมประกาศ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษาโครงการ

1.4 ขอบเขตของการศึกษาโครงการ

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

บทที่ 2 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโครงการ

2.1 ระบบนิเวศและความสำคัญของระบบนิเวศ

2.2 พลังงานในระบบนิเวศ

2.3 นิเวศวิทยาภาคพื้นดิน

2.4 นิเวศวิทยาแหล่งน้ำจืด

2.5 นิเวศวิทยาทางทะเล

2.6 มลพิษสิ่งแวดล้อม

2.7 การอนุรักษ์ระบบนิเวศ

บทที่ 3 การศึกษาโครงการ

3.1 แนวความคิดในการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา

3.2 การบริหารและการดำเนินงานของโครงการ

3.3 การวิเคราะห์ผู้มาใช้โครงการ

3.3.1 ประเภทของผู้ใช้และพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ

3.3.2 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ

3.3.3 การวิเคราะห์และกำหนดพื้นที่ขององค์ประกอบ

3.3.4 สรุปพื้นที่องค์ประกอบของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การวิเคราะห์สภาพที่ตั้งโครงการ

4.1 ความเป็นมาของที่ตั้งโครงการ

4.2 รายละเอียดสภาพที่ตั้งโครงการ

4.3 การคมนาคมและเส้นทางสัญจรสู่โครงการ

บทที่ 5 การศึกษาตัวอย่างอาคารประเภทเดียวกัน

5.1 ตัวอย่างอาคารในประเทศ

5.2 ตัวอย่างอาคารในต่างประเทศ

บทที่ 6 รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมที่มีผลการออกแบบ

6.1 ระบบสุขาภิบาล

6.2 ระบบการกำจัดน้ำเสีย

6.3 ระบบแสงสว่างภายในอาคาร

6.4 ระบบไฟฟ้า

6.5 ระบบปรับอากาศ

6.6 ระบบโครงสร้าง

6.7 ระบบป้องกันอัคคีภัย

6.8 ระบบเก็บและกำจัดขยะ

6.9 ระบบป้องกันมลพิษทางเสียง

6.10 ระบบป้องกันมลพิษทางอากาศ

6.11 ระบบรักษาความปลอดภัย

6.12 การจัดภูมิทัศน์

6.13 การออกแบบในการประหยัดพลังงาน

6.14การจัดพิพิธภัณฑ์

6.15 กฎหมายและเทศบัญญัติที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 7 สรุปผลการออกแบบ

7.1 แนวความคิดในการออกแบบ

7.2 ผลงานการออกแบบ

บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	พิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา
ชื่อนักศึกษา	นายพงศ์ศักดิ์ อารีย์สว่างกิจ
ภาควิชา	สถาปัตยกรรม
ปีการศึกษา	2540

บทคัดย่อ

โครงการ "พิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา" นี้ เป็นโครงการที่รวบรวมระบบนิเวศต่างๆ ที่มีอยู่ไว้ในอาคารเดียวกัน โดยจะจำลองสภาพและบรรยากาศให้ใกล้เคียงระบบนิเวศจริงมากที่สุด มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อเป็นสถานที่ที่จะให้ความรู้ความเข้าใจในเรื่องของระบบนิเวศแก่นักเรียน นักศึกษาและผู้สนใจทั่วไป นอกจากนี้ยังจะเป็นสถานที่ที่จะปลูกฝังจิตสำนึกให้ผู้ที่เข้าชมโครงการได้ตระหนักถึงความสำคัญของระบบนิเวศและเกิดความรู้สึกรักธรรมชาติ อยากที่จะร่วมอนุรักษ์ธรรมชาติอันงดงามที่ยังมีเหลืออยู่อีกด้วย ซึ่งโครงการนี้จะเป็นโครงการที่จะสร้างขึ้นจริงในอนาคตอันใกล้ในความรับผิดชอบขององค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.) สังกัดกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยได้รับความร่วมมือจาก CANADA INTERNATIONAL DEVELOPMENT AGENCY (CIDA) ในการออกแบบและให้คำปรึกษาด้านระบบต่างๆในอาคาร

พิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยานี้ เป็นหนึ่งในโครงการเทคโนธานี ซึ่งเป็นโครงการที่รวมเอาหน่วยงานต่างๆของรัฐบาลและรัฐวิสาหกิจหลายๆหน่วยงานมารวมไว้ด้วยกัน มีที่ตั้งอยู่ระหว่างคลอง5และคลอง6 ถนนรังสิต-องครักษ์ อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 500 ไร่ มีเส้นทางคมนาคมเข้าถึงโครงการได้โดยสะดวก แต่ในปัจจุบันยังไม่มีรถโดยสารประจำทางสายใดผ่านหน้าโครงการสามารถไปถึงได้ทางรถยนต์ส่วนบุคคลเท่านั้น สำหรับโครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยาจะมีที่ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของเทคโนธานี มีพื้นที่โครงการประมาณ 55.5 ไร่หรือประมาณ 88,900 ตารางเมตร ลักษณะขอบเขตที่ดินเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู กว้างประมาณ 280 เมตร อยู่ติดกับสระเก็บน้ำพระรามเก้าซึ่งจุปริมาณน้ำได้กว่า 3 ล้าน ลูกบาศก์เมตร สามารถสูบน้ำมาใช้ในส่วนจัดแสดงในโครงการบางส่วนที่ต้องใช้ปริมาณน้ำมากได้

ประเภทของผู้มาใช้โครงการ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ เจ้าหน้าที่ของโครงการ , ผู้เข้าชมโครงการ และ ผู้มาติดต่อราชการ ในส่วนของผู้เข้าชมโครงการ คาดว่าจะมีตั้งแต่นักเรียน นักศึกษา ประชาชนทั่วไป รวมถึงชาวต่างประเทศด้วยเนื่องจากที่ตั้งโครงการอยู่ไม่ไกลจากท่าอากาศยานกรุงเทพหรือสนามบินดอนเมืองนัก ในการออกแบบจึงได้คำนึงถึงความเป็นสากลในงานสถาปัตยกรรมด้วย จึงได้วางแนวความคิดข้อหนึ่งว่า คนพิการหรือคนชราที่ต้องนั่งรถเข็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(WHEEL CHAIR) ก็สามารถเข้าชมโครงการนี้ได้ การเปลี่ยนระดับในอาคารจึงใช้ทางลาด (RAMP) และบันไดเลื่อน (ESCALATOR) เป็นทางสัญจร

องค์ประกอบหลักๆของโครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยานี้ มีทั้งหมด 5 ส่วน ได้แก่ ส่วนบริการและธุรการ , ส่วนค้นคว้าวิจัย , ส่วนนิทรรศการและจัดแสดง , ส่วนวิศวกรรมและเทคนิค , ส่วนที่จอดรถ ซึ่งส่วนที่เป็นหัวใจหลักและสำคัญที่สุดของโครงการก็คือ ส่วนนิทรรศการและจัดแสดง ในการจัดแสดงนั้นจะแบ่งได้เป็นส่วนจัดแสดงถาวรและส่วนจัดแสดงชั่วคราว ในส่วนถาวรก็สามารถแบ่งออกได้อีกทั้งหมด 7 ภาค ดังนี้

ภาคที่ 1 : นิทรรศการเฉลิมพระเกียรติ (RAMA 9 & ECOLOGY)

ภาคที่ 2 : ระบบนิเวศเบื้องต้น (ECOLOGY SYSTEM)

ภาคที่ 3 : ไบโอมในทะเล (MARINE BIOMES)

ภาคที่ 4 : ไบโอมแหล่งน้ำจืด (FRESHWATER BIOMES)

ภาคที่ 5 : ไบโอมบนพื้นดิน (TERRESTRIAL BIOMES)

- ชุมชนทะเลทราย (DESERT ECOSYSTEM)
- ชุมชนป่าดงดิบเขตร้อนชื้น (TROPICAL RAIN FOREST)
- ชุมชนป่าเขตอบอุ่น (TEMPERATE FOREST)
- ชุมชนขั้วโลก (THE POLAR)

ภาคที่ 6 : มลพิษและความเสื่อมสลายของระบบนิเวศ (POLLUTION)

ภาคที่ 7 : การอนุรักษ์ระบบนิเวศ (HABITATS & CONSERVATION)

ทั้ง 7 ภาคนี้จะจัดแสดงในรูปแบบของ SPACE ที่น่าตื่นตาตื่นใจและจะใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้าช่วยในการนำเสนอ เพื่อที่ว่า ผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์ นอกจากจะได้ความรู้ความเข้าใจในเรื่องของระบบนิเวศและมีจิตสำนึกอันดีที่จะร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอันมีเหลืออยู่อย่างจำกัดแล้ว ยังจะได้รับความเพลิดเพลินและสนุกสนานในการเข้าชมพิพิธภัณฑ์อีกด้วย

สำหรับระบบต่างๆในโครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยานี้ ได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลของระบบต่างๆที่มีอยู่ในปัจจุบัน และทำการวิเคราะห์เลือกระบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโครงการนี้นำมาใช้ประกอบการออกแบบ สามารถสรุปผลการวิเคราะห์คัดเลือกระบบต่างๆที่นำมาใช้ในโครงการได้ดังนี้

-ระบบสุขาภิบาล ใช้ระบบจ่ายลงเป็นหลัก (DOWN-FEED SYSTEM) และใช้ระบบเพิ่มความดันในเส้นท่อสำหรับพิพิธภัณฑ์บางส่วน โดยทำการสูบน้ำมาจากหอถังน้ำรวมของโครงการเทคโนธานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ระบบกำจัดน้ำเสีย น้ำทิ้งและน้ำโสโครกทั่วไปเลือกใช้ระบบกำจัดแบบ AEROBIC คือใช้ออกซิเจนในการบำบัด เนื่องจากใช้พื้นที่น้อยและมีความสามารถในการบำบัดได้มาก สำหรับน้ำทิ้งในส่วนพิพิธภัณฑ์และส่วนวิจัยที่มีสารเคมีเจือปน ต้องผ่านถังกวนสารเคมีเสียก่อน เพื่อฆ่าเชื้อโรคและปรับสภาพน้ำให้มีค่าเป็นกลางให้มากที่สุด

- ระบบแสงสว่างภายในอาคาร เลือกใช้ผสมกันทั้งแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์ตามความเหมาะสมของส่วนต่างๆในอาคาร

- ระบบไฟฟ้า ออกแบบให้มีการแยกส่วนกันอย่างเด็ดขาดระหว่างระบบไฟฟ้าที่ใช้ทั่วไปในอาคารกับระบบไฟฟ้าที่ใช้รองรับความต้องการในส่วนจัดแสดง โดยส่วนทั่วไปจะมีห้องเครื่องไฟฟ้าไว้สำหรับรองรับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายมาจากหม้อแปลงขนาด 4,000 KVA ของโครงการเทคโนธานี แต่ในส่วนจัดแสดงนอกจากจะต้องมีห้องเครื่องไฟฟ้าแล้วยังต้องมีส่วนผลิตกระแสไฟฟ้าสำรองไว้ใช้ในยามฉุกเฉินอีกด้วย

- ระบบปรับอากาศ ในส่วนห้องทำงานต่างๆ , ห้องประชุม และห้องทั่วไปที่มีระยะเวลาความต้องการปรับอากาศไม่ขึ้นอยู่กับส่วนใดของอาคาร เลือกใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (SPLIT TYPE SYSTEM) ในส่วนที่เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น ส่วนจัดแสดง เป็นต้น เลือกใช้ระบบปรับอากาศแบบส่วนกลาง (CENTRAL STATION SYSTEM)

-ระบบโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นระบบโครงสร้างแบบเสาและคาน(SKELETON SYSTEM) ยกเว้นส่วนพิพิธภัณฑ์ที่ต้องการพาดช่วงเสากว้างมากๆ จะใช้โครงสร้าง TRUSS และโครงสร้างแบบ SPACE FRAME

- ระบบป้องกันอัคคีภัย เลือกใช้ระบบหัวฉีดกระจายน้ำดับเพลิง (SPRINKLER SYSTEM) สำหรับส่วนห้องทั่วๆไปรวมทั้งในส่วนพิพิธภัณฑ์ที่มีความสูงของฝ้าเพดานไม่เกิน 6.40 เมตร ด้วย และใช้ถังดับเพลิงแบบมือถือ (PORTABLE FIRE EXTINGHISHER) ชนิดแก๊ส HALON 1211 ติดตั้งตามจุดต่างๆภายในอาคาร นอกจากนี้ยังติดตั้งระบบตรวจจับและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ชนิด HEAT DETECTOR และ ทางหนีไฟ ไว้ตามจุดต่างๆของอาคารเพื่อส่งสัญญาณเตือนให้ผู้เข้าชมได้รีบหนีออกไปจากตัวอาคารอีกด้วยในกรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้

- ระบบเก็บและกำจัดขยะ จัดให้มีการแยกประเภทของขยะ คือประเภทที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (RECYCLE) และประเภทที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ (NON-RECYCLE) โดยแยกถังใส่ขยะตามแต่ละประเภทแล้วใช้รถขนขยะมาขนไปทิ้งรวมกับบริเวณทิ้งขยะรวมของเทคโนธานีต่อไป

- ระบบป้องกันมลพิษทางเสียง ภายในอาคารเลือกใช้วัสดุที่เก็บเสียงได้ดี เช่น MICRO FIBER , ACOUSTIC BOARD , ชานอ้อย , ผ้า ฯลฯ ส่วนภายนอกเลือกใช้วัสดุที่มันวาวเพื่อสะท้อนเสียงจากภายนอกออกไปไม่ให้เข้าสู่ภายในอาคาร สำหรับกระจกในส่วนพิพิธภัณฑ์เลือกใช้ระบบ DOUBLE GLAZING คือมี AIR POCKET เพื่อลดเสียงจากภายนอกอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ระบบป้องกันมลพิษทางอากาศ เนื่องจากที่ตั้งของโครงการมีฝุ่นและควันค่อนข้างน้อยอยู่แล้ว จึงวางระบบป้องกันในเรื่องของก๊าซพิษชนิดต่างๆเพียงเรื่องเดียว ซึ่งสามารถป้องกันได้จากการติดตั้งพัดลมดูดอากาศไว้ในบริเวณที่เป็นแหล่งกำเนิดของก๊าซพิษ และพยายามหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุก่อสร้างที่มีสารพิษที่มีผลร้ายต่อคุณภาพของอากาศ เช่น ASBESTOS , PARTICLE BOARD

- ระบบรักษาความปลอดภัย นอกจากจะต้องมีพนักงานรักษาความปลอดภัยตามจุดต่างๆแล้ว ยังต้องนำเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น ตู้กระจกกันกระสุน , ระบบโทรทัศน์วงจรปิด , ระบบเทคนิคทางไฟฟ้า ฯลฯ เข้ามาใช้ในส่วนต่างๆที่สำคัญของอาคารอีกด้วย

- การจัดภูมิทัศน์ ออกแบบให้มีความสอดคล้องกลมกลืนกับงานสถาปัตยกรรม และ คำนึงถึงโครงการอื่นๆที่อยู่รอบข้าง และควรมีพื้นที่ส่วนหนึ่งสำรองไว้สำหรับการขยายตัวของโครงการในวันข้างหน้าด้วย

ทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น คือระบบต่างๆที่เลือกใช้ในโครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา นอกจากนี้ยังได้มีการวิเคราะห์ถึงจิตวิทยาของผู้เข้าชมที่มีต่อการจัดห้องแสดงในลักษณะต่างๆ รวมทั้งได้ศึกษาถึงกฎหมายและเทศบัญญัติที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เพื่อความสมบูรณ์ในการออกแบบอาคารประเภทพิพิธภัณฑ์ ซึ่งสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "พิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา" นี้ จะไม่อาจสำเร็จได้เลย ถ้าปราศจาก กำลังกาย กำลังใจ กำลังทรัพย์ และความช่วยเหลือจากบุคคลต่างๆ ดังต่อไปนี้

- คุณโชคชัย-คุณกาญจนา อารีย์สว่างกิจ บิดามารดาผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่าง

- อาจารย์ ลัดดา บุญสวน และ อาจารย์ กุลธร เลื่อนฉวี อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ให้คำแนะนำ และคอยกระตุ้นให้ขยันทำงานอย่างสม่ำเสมอ

- ครูบาอาจารย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และคำแนะนำ ต่างๆ ตลอดเวลา 5 ปี

- เจ้าหน้าที่ศาลากลางจังหวัดปทุมธานี , เจ้าหน้าที่องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ แห่งชาติ, เจ้าหน้าที่ห้องสมุด คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และเจ้าหน้าที่หอสมุดกลาง ทุกท่านสำหรับข้อมูลทางวิชาการ

- คุณสุรศักดิ์-คุณกุลธิดา อารีย์สว่างกิจ ผู้บริจาค คอมพิวเตอร์ให้ในการทำภาคนิพนธ์

- พี่น้อง ร่วมรหัส ทุกท่าน ผู้เป็นแรงงานที่สำคัญยิ่ง

- พี่ภัทรพร ศิลปาจารย์ (พี่พริม), พี่ดวงมาลย์ เดชขันธ์ (พี่อ้อย), คุณชัยสิทธ์ ศรีเมฆ (เด่น), คุณวรศักดิ์ ขันทอง (แก่น), น้อง ประสงค์ สมน้อย (ตุ้ม), น้อง รัตนา แก้วมณี (รัตน์), น้อง ชุติมา สุนทร (จิ๋ม), น้อง อัญชลี ชูรัตน์ (เจี๊ยบ), น้อง ช่อลัดดา เดชชัย (หญิง), น้อง ชัชรี ไทยสุชาติ (เอื้อม), น้อง วุฒิไกร มะลิลา (วุฒิ), น้อง ยุทธนา นาทอง (อู๊ด), ครอบครัวพัฒนพานิชสวัสดิ์, , ครอบครัวลักษณ์ธนากุล. น้อง พาพร สุวรรณวรางกูล (อุ๋ม).....ฯลฯ เพื่อนพี่น้องทั้งในและนอกคณะ ที่ช่วยหยิบโน่น ทำนี่ พิมพ์นั่น จนงานสำเร็จลงด้วยดี

หากภาคนิพนธ์นี้จะเกิดคุณความดี หรือจะเป็นประโยชน์แก่บุคคลใดได้บ้างไม่ว่าจะมากหรือน้อยเพียงใด ข้าพเจ้าขอให้บุญกุศล ที่จะเกิดขึ้นทั้งหมดจงถึงแก่บุคคลผู้มีพระคุณดังได้เอ่ยนามมาแล้วในเบื้องต้นด้วยเทอญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

"โลก" เป็นระบบนิเวศที่ใหญ่ที่สุด โดยมีระบบนิเวศย่อยๆอีกหลายระบบซับซ้อนเชื่อมโยงกันอยู่ซึ่งระบบนิเวศย่อยๆเหล่านี้นอกจากจะมีองค์ประกอบที่เป็นธาตุพลังงานหรือสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตอยู่ภายในระบบนิเวศย่อยๆแล้ว ระบบนิเวศย่อยๆทั้งหลายก็ต้องมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องถึงกันโดยตลอด

พืช จะต้องอาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์มาทำให้ธาตุที่ถูกดูดขึ้นมาจากพื้นดินและน้ำถูกผลิตขึ้นเป็นสารประกอบที่เป็นสารอาหารชนิดต่างๆ การผลิตสารอาหารนี้เรียกว่า "กระบวนการสังเคราะห์แสง" สารอาหารที่พืชผลิตได้นี้จะถูกส่งต่อไปยังสิ่งมีชีวิตอื่นๆในระบบนิเวศและในขณะเดียวกันสารอาหารก็จะถูกย่อยสลายให้กับระบบนิเวศในรูปของธาตุ สารประกอบ และพลังงานชนิดต่างๆ การกินอาหารของคนและสัตว์ นับเป็นการถ่ายทอดธาตุและพลังงานจากระบบนิเวศเช่นกัน

สิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตต่างๆในระบบนิเวศจะต้องเกื้อกูลซึ่งกันและกัน และจะต้องมีปริมาณและคุณภาพที่เหมาะสม จึงเรียกระบบนิเวศที่มีการเกื้อกูลกันขององค์ประกอบในระบบนิเวศอย่างเหมาะสมนี้ว่า "ความสมดุลของระบบนิเวศ" แต่ในขณะเดียวกัน ระบบนิเวศแต่ละระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปเกิดขึ้นเป็นธรรมชาติอยู่เสมอ เช่น ในระบบนิเวศของทุ่งหญ้า ถ้ามีกวางเพิ่มจำนวนมากเกินไป จะทำให้อาหารของกวางขาดแคลนจึงทำให้เกิดการต่อสู้กันจนล้มตายขึ้น จำนวนกวางจึงลดลงเหลือในปริมาณที่พอดีกับอาหารที่มีอยู่ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้มักจะเกิดขึ้นเสมอในระบบนิเวศ

แต่สภาพความเป็นจริงในปัจจุบัน ระบบนิเวศมิได้เปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไปเหมือนอย่างในอดีต เนื่องจากอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์และความต้องการอันไม่มีที่สิ้นสุดที่แฝงอยู่ในตัวของมนุษย์ทุกๆคน จึงปรากฏว่ามีการทำลายสิ่งแวดล้อมอย่างมากมายเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์เอง เช่น การตัดไม้ทำลายป่าอันเป็นแหล่งผู้ผลิตที่ใหญ่และสำคัญที่สุดในระบบนิเวศ , การล่าสัตว์ป่า , เทคโนโลยีที่ทันสมัยต่างๆที่มีผลทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมลง ฯลฯ สาเหตุเหล่านี้ล้วนส่งผลให้ระบบนิเวศเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจนเกิดความไม่สมดุลกันระหว่างองค์ประกอบในระบบนิเวศ

อย่างไรก็ตาม การใช้ทรัพยากรธรรมชาติของมนุษย์ในปริมาณมากเกินไปและการเกิดสารพิษขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศอย่างรวดเร็วจนก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ และมีผลกระทบมาสู่ การดำรงชีวิตของมนุษย์มากยิ่งขึ้น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบัน ทั่วโลกต่างให้ความสำคัญและความสนใจต่อการป้องกันรักษาระบบนิเวศธรรมชาติของแต่ละประเทศมิให้ถูกทำลายมากไปกว่าที่เป็นอยู่ ควบคู่กับการรณรงค์ฟื้นฟูบูรณะสภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรมกันมากขึ้น โดยกำหนดมาตรการด้านกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับต่างๆ มากมายให้ยึดถือปฏิบัติ แต่การดำเนินการประการหนึ่งอันเป็นที่ยอมรับกันว่าน่าจะได้ผลยั่งยืน คือ การสร้างความเข้าใจให้กับประชาชนทุกระดับ เกี่ยวกับระบบนิเวศธรรมชาติ เพื่อให้เกิดจิตสำนึกและมีความรับผิดชอบต่อการกระทำที่จะมีผลเสียหายต่อทรัพยากรสิ่งแวดล้อม

ดังนั้นโครงการ "พิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา" นี้จึงได้รับการนำเสนอขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อกระตุ้นให้มนุษย์ได้มีความรู้และเล็งเห็นถึงความสำคัญของระบบนิเวศมากขึ้น ซึ่งภายในโครงการจะมีการจัดแสดงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญของระบบนิเวศน์ , ระบบห่วงโซ่อาหาร รวมทั้งการทำลายและการอนุรักษ์ระบบนิเวศในรูปแบบของ SPACE ที่น่าตื่นตาตื่นใจภายในงานสถาปัตยกรรม เพื่อที่ว่า ผู้ที่เข้าชมพิพิธภัณฑ์ นอกจากจะได้ความรู้ความเข้าใจในเรื่องระบบนิเวศวิทยาและมีจิตสำนึกอันดีที่จะร่วมอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอันมีเหลืออยู่อย่างจำกัดแล้ว ยังจะได้รับความเพลิดเพลินสนุกสนานในการเข้าชมพิพิธภัณฑ์อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อเป็นสถานที่ฝึกอบรม และ ให้ความรู้ความเข้าใจแก่เยาวชนและผู้ที่สนใจทางด้านระบบนิเวศวิทยารวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2. เป็นศูนย์รวบรวมข้อมูล ข่าวสาร ตลอดจนสื่อประชาสัมพันธ์ต่างๆทางด้านระบบนิเวศ เพื่อเป็นแหล่งศึกษาหาความรู้ทางด้านนิเวศวิทยาแก่บุคคลทั่วไปที่สนใจทางด้านนี้

3. เพื่อเป็นสถานที่ ที่ปลูกจิตสำนึกให้ผู้ที่เข้าชมโครงการได้ตระหนักถึงความสำคัญของระบบนิเวศและเกิดความรู้สึกรักธรรมชาติ อยากที่จะร่วมอนุรักษ์ธรรมชาติอันงดงามที่ยังมีเหลืออยู่

4. เพื่อเป็นสถานที่สำหรับพักผ่อนหย่อนใจที่จะให้ทั้งความรู้และความเพลิดเพลินควบคู่กันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษาโครงการ

การศึกษาโครงการ "พิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา" มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาโครงการดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากเป็นโครงการประเภทพิพิธภัณฑ์ที่ต้องมีระบบเครื่องจักรกลที่ทันสมัยมารองรับในส่วนจัดแสดง จึงทำให้ผู้ศึกษาต้องทำการค้นคว้าถึงกระบวนการจัดการด้านต่างๆรวมทั้งระบบต่างๆ เช่น ระบบไฟฟ้า , ระบบประปา , ระบบปรับอากาศ ฯลฯ ในอาคารประเภทพิพิธภัณฑ์สมัยใหม่

2. ลักษณะเนื้อหาที่จัดแสดงในพิพิธภัณฑ์เป็นเรื่องของธรรมชาติซึ่งมี SPACE ที่คลี่คลายและมีความหลากหลายในความรู้สึกของผู้ที่ได้สัมผัสตามลักษณะที่ตั้งของระบบนิเวศแต่ละระบบ จึงทำให้ผู้ศึกษาได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการประยุกต์ลักษณะสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติมาแสดงเป็น SPACE ในทางสถาปัตยกรรมอันเป็นแนวความคิดหนึ่งในการออกแบบเพื่อความตื่นเต้นแปลกใหม่ของผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์

3. จากวัตถุประสงค์ในข้อ 2 ทำให้ผู้ศึกษาได้ค้นคว้าถึงโครงสร้างงานสถาปัตยกรรมที่แปลกใหม่เพื่อที่จะรองรับแนวความคิดในการออกแบบตามที่ได้ตั้งใจเอาไว้

4. ลักษณะของโครงการจะต้องมีส่วนจัดแสดงธรรมชาติในกลางแจ้ง ซึ่งจะต้องออกแบบให้เหมาะสมกลมกลืนกับส่วนจัดแสดงภายในอาคาร ทำให้ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์ การวางผังการจัดภูมิสถาปัตยกรรม ให้สัมพันธ์กับรูปแบบสถาปัตยกรรม

5. ลักษณะของโครงการเป็นการใช้อาคารร่วมกันของบุคคลหลายประเภท ทำให้ต้องศึกษาพฤติกรรมการอาคารของบุคคลแต่ละประเภท และต้องวิเคราะห์เพื่อสรุปผลการออกแบบให้เหมาะสมกับผู้มาใช้อาคารในแต่ละประเภท

6. เนื่องจากเรื่องของระบบนิเวศ เป็นเรื่องของธรรมชาติและการอยู่อาศัยร่วมกันของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ทำให้ผู้ศึกษาต้องทำการศึกษาในเรื่องของนิเวศวิทยา อันเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญที่จะสามารถนำไปใช้ประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรมซึ่งเป็นวิชาชีพที่ว่าด้วยการออกแบบที่อยู่อาศัยของมนุษย์และมีผลต่อสภาพแวดล้อมโดยตรง

7. เนื่องจากเรื่องของธรรมชาติเป็นเรื่องที่ละเมียดละไม ทำให้ผู้ศึกษาได้รับความสุนทรีในจิตใจและสัมผัสได้ถึงความบริสุทธิ์ อ่อนโยน ซึ่งเป็นสิ่งที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติด้วยใจของผู้ศึกษาเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของการศึกษาโครงการ

1. ศึกษาเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของโครงการ
   - ศึกษาเกี่ยวกับปริมาณและลักษณะผู้มาใช้โครงการ
   - ศึกษาถึงการกำหนดขนาดและจำนวนขององค์ประกอบต่างๆที่จะทำให้โครงการมีความสมบูรณ์
   - ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะการดำเนินกิจการ
2. ศึกษารายละเอียดทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับโครงการ
   - ศึกษาระบบนิเวศวิทยาทั่วไป
   - ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
3. ศึกษารายละเอียดและวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ
   - ศึกษารายละเอียดสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อโครงการ
4. ศึกษารายละเอียดและส่วนประกอบของโครงการ
   - ศึกษารายละเอียดของส่วนประกอบต่างๆที่เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของโครงการ
   - ศึกษาความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่างๆ เพื่อจัดระบบสัญจรทั้งภายในและภายนอกอาคารให้สอดคล้องกับประโยชน์ใช้สอย
   - ศึกษาตัวอย่างของอาคารประเภทนี้หรือที่มีลักษณะใกล้เคียงทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อหาข้อสรุปและแนวทางในการออกแบบโครงการ
5. ศึกษาอิทธิพลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ
   - ศึกษาการวางอาคารให้สอดคล้องกับสภาพดินฟ้า อากาศ ภูมิประเทศ ตลอดจนสภาพแวดล้อมต่าง ๆ
   - ศึกษาระบบโครงสร้างที่เหมาะสมและสอดคล้องกับโครงการ
   - ศึกษาระบบทางวิศวกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบเครื่องกล และอื่น ๆ
   - ศึกษาข้อกำหนดต่าง ๆ กฎหมาย พระราชบัญญัติที่มีผลต่อการออกแบบ
6. ศึกษาและวิเคราะห์ด้านการออกแบบสถาปัตยกรรม และสรุปผลการวิเคราะห์ พร้อมรายละเอียดการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

ทางด้านการศึกษา

- เป็นสถานที่ฝึกอบรม และ ให้ความรู้ความเข้าใจแก่เยาวชนและผู้ที่สนใจทางด้านระบบนิเวศวิทยารวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- เป็นศูนย์รวบรวมข้อมูล ข่าวสาร ตลอดจนสื่อประชาสัมพันธ์ต่างๆทางด้านระบบนิเวศ
- เพื่อเป็นแหล่งศึกษาหาความรู้ทางด้านนิเวศวิทยาแก่บุคคลทั่วไปที่สนใจทางด้านนี้

ทางด้านสิ่งแวดล้อม

- เป็นสถานที่ ที่ปลูกจิตสำนึกให้ผู้ที่เข้าชมโครงการได้ตระหนักถึงความสำคัญของระบบนิเวศและเกิดความรู้สึกรักธรรมชาติ อยากที่จะร่วมอนุรักษ์ธรรมชาติอันงดงามที่ยังมีเหลืออยู่
- จากการที่เป็นศูนย์รวมข้อมูลทางด้านนิเวศวิทยา และเป็นสถานที่ปลูกจิตสำนึกในการอนุรักษ์ธรรมชาติ จึงเป็นจุดที่น่าจะกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาปรับปรุงระบบนิเวศ

ทางด้านสังคม

- เป็นสถานที่สำหรับพักผ่อนหย่อนใจที่จะให้ทั้งความรู้และความเพลิดเพลินควบคู่กันไป
- ช่วยส่งเสริมให้คุณภาพชีวิตของประชาชนให้ดีขึ้น เนื่องจากประชาชนได้รับความรู้ความเข้าใจในระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น
- ช่วยพัฒนาประเทศชาติในด้านรูปแบบของอาคารประเภทพิพิธภัณฑ์และการรณรงค์ในด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้ทัดเทียมกับอารยประเทศ

ทางด้านเศรษฐกิจ

- เป็นสถานที่ท่องเที่ยวแห่งใหม่ของประเทศ ที่สามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ ทำให้เป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่รัฐบาล
- ลดจำนวนนักท่องเที่ยวชาวไทยที่จะเดินทางไปต่างประเทศ เพื่อวัตถุประสงค์การไปชมพิพิธภัณฑ์ หรือกิจกรรมที่ใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของโครงการ

2.1 ระบบนิเวศและความสำคัญของระบบนิเวศ

สภาพแวดล้อมที่อยู่รอบๆตัวเราไม่ว่าจะเป็นบนบก ในน้ำ หรือบริเวณใดๆก็ตาม จะพบสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆอาศัยอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มเสมอ ไม่ใคร่พบสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งแยกตัวอยู่อย่างโดดเดี่ยว การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตเป็นกลุ่มๆ จำแนกระดับตามขนาดของกลุ่มจากเล็กไปหาใหญ่ได้ดังนี้

1) ระดับประชากร (population)

เป็นการอยู่ร่วมกันของกลุ่มบุคคลหรือของสิ่งมีชีวิตแต่ละตัวที่มาจากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน (species) ในที่แห่งใดแห่งหนึ่ง เช่น ประชากรกุหลาบพันปีที่ยอดดอยอินทนนท์

2) ระดับชุมชนชีวิต (community)

หมายถึงประชากรกลุ่มที่อาศัยในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ได้แก่สิ่งมีชีวิตทั้งหลายในสระน้ำเป็นต้น

3) ระดับนิเวศวิทยา (ecosystem)

หมายถึง ความสัมพันธ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในหน่วยของการอยู่ร่วมกันในธรรมชาติของกลุ่มสิ่งมีชีวิตหลายๆกลุ่มกับสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตในบริเวณใดบริเวณหนึ่งซึ่งทำให้เกิดระบบอย่างถาวรของการหมุนเวียนแลกเปลี่ยนสสารและพลังงานเป็นวัฏจักร เช่น ระบบนิเวศของบ่อน้ำจืด ระบบนิเวศป่าไม้ผลัดใบ เป็นต้น

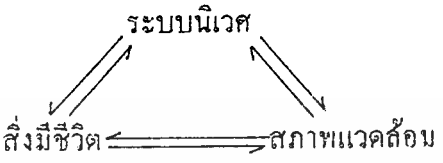
ท่านส์เลย์ (A.G. Tansley. 1935) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ เป็นคนแรกที่ใช้คำว่าระบบนิเวศ หรือ ecosystem

ถ้ากล่าวถึงระบบนิเวศโดยเอาสภาพทางธรรมชาติและภูมิศาสตร์มารวมกันก็จะมีลักษณะเฉพาะของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ เช่น เมื่อกล่าวถึงระบบนิเวศป่าฝนเขตร้อน ก็จะหมายถึงป่าที่มีขนาดใหญ่ปกคลุมหนาแน่นมีสัตว์หลายชนิด เช่น หมี กวาง เสือ เป็นต้น บริเวณดังกล่าวนี้ประกอบด้วยระบบนิเวศหลายระบบต่อเนื่องกันหรือซ้อนกัน เรียกบริเวณและความสัมพันธ์ทางธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตว่า ชีวนิเวศ (biomes) ชีวนิเวศแห่งหนึ่งๆจะมีลักษณะสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตเฉพาะตัวของมัน คืออาจพบสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งในชีวนิเวศแห่งหนึ่งแต่ไม่พบสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันนี้ในอีกชีวนิเวศเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 โครงสร้างของระบบนิเวศ

สิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมของสิ่งมีชีวิต มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องใกล้ชิดแยกกันไม่ออก ดังแสดงในแผนภาพต่อไปนี้



ระบบนิเวศมีอยู่ทั่วไปทั้งบนดินและในน้ำ ขนาดและอาณาเขตของระบบนิเวศมีไม่จำกัด แต่องค์ประกอบสำคัญของระบบนิเวศทุกๆแห่งไม่ผิดแผกกันมากนัก โดยประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

1) สารอชีวัน (abiotic units) หมายถึงส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิต แยกย่อยได้ดังนี้

1.1) องค์ประกอบทางกายภาพ (abotic environment) ได้แก่ อุณหภูมิ แสงสว่าง ความชื้น ที่อยู่อาศัย กระแสน้ำ ภูมิอากาศ ฯลฯ

1.2) สารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ (abotic substance) สารประกอบอินทรีย์ ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรท เกลือแร่ และฮิวมัส ส่วนสารประกอบอนินทรีย์ ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน เป็นต้น สารเหล่านี้เป็นที่มีอยู่ในธรรมชาติ บางอย่างได้จากการสลายเนื้อเยื่อของพืชและสัตว์ องค์ประกอบทั้งสองชนิดข้างต้น จัดเป็นองค์ประกอบไร้ชีวิตที่จำเป็นและสำคัญต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิต เรียกรวมกันว่าเป็นสิ่งแวดล้อมทางกายภาค

2) องค์ประกอบที่มีชีวิต (biotic components) แบ่งตามบทบาทการกินอาหารได้ดังนี้

2.1) ผู้ผลิต (producer organism) หมายถึงสิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตโดยการนำพลังงานแสงอาทิตย์ มาเปลี่ยนวัตถุดิบในธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำให้เป็นสารประกอบแป้ง ถือได้ว่าผู้ผลิตเป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในระบบนิเวศ ผู้ผลิตส่วนใหญ่จึงหมายถึงพืชสีเขียวทุกชิดที่สร้างอาหารได้ด้วยตนเอง(autotrophic organism) ยังมีผู้ผลิตอีกชนิดหนึ่งที่สร้างอาหารเองได้ โดยอาศัยพลังงานจากการออกซิไดซ์สารอนินทรีย์เคมี สิ่งมีชีวิตพวกนี้ ได้แก่ แบคทีเรียบางชนิด

2.2) ผู้บริโภค (consumer organism phagotroph) หมายถึงสัตว์ทุกชนิดที่ไม่สามารถสร้างอาหารด้วยตนเองได้ ดำรงชีวิตโดยบริโภคสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ดังนั้นพลังงานจึงถ่ายทอดต่อๆกัน คือ พลังงานที่ผู้ผลิตเก็บสะสมไว้ในส่วนต่างๆของร่างกายถ่ายทอดมายังผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มผู้บริโภค แบ่งตามลำดับขั้นของการกินอาหารได้ดังนี้

ก. ผู้บริโภคปฐมภูมิ หรือผู้บริโภคอันดับ 1 (primary consumer) ได้แก่ สัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร (herbivore)

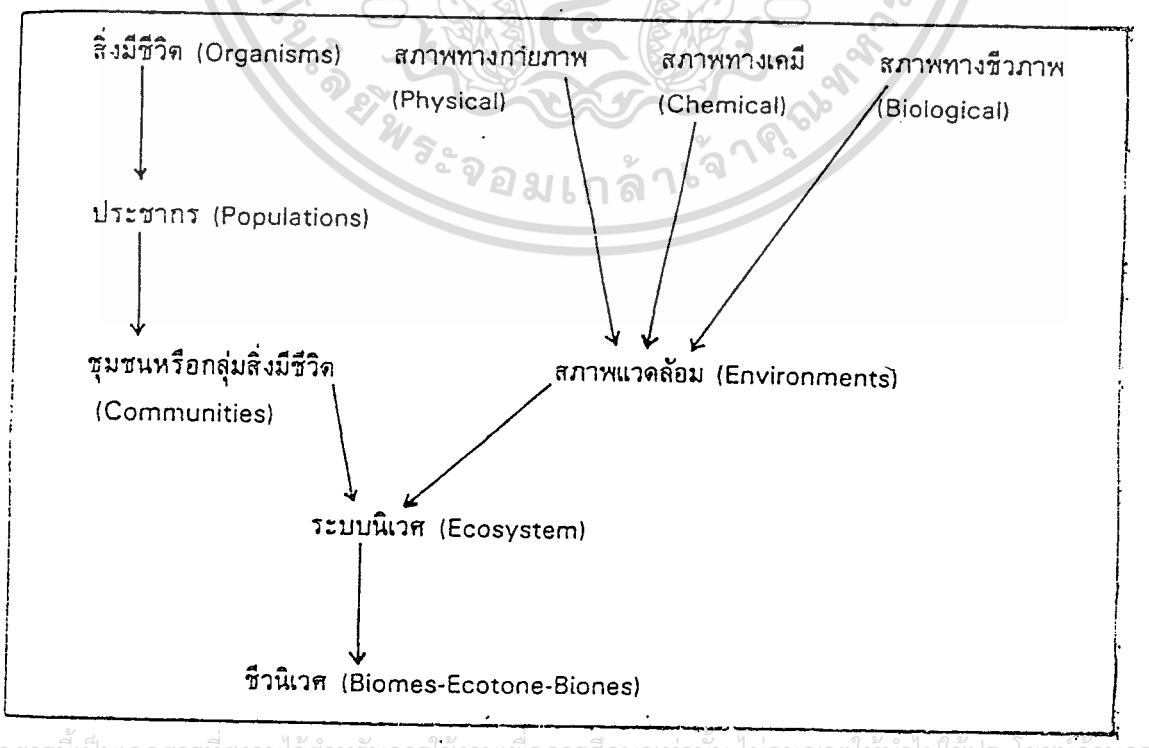
ข. ผู้บริโภคทุติยภูมิ หรือผู้บริโภคอันดับ 2 (secondary consumer) ได้แก่ สัตว์ที่กินสัตว์กินพืชเป็นอาหาร หรือหมายถึงสัตว์ที่กินผู้บริโภคปฐมภูมินั่นเอง

ค. ผู้บริโภคตติยภูมิ หรือผู้บริโภคอันดับ 3 (tertiary consumer) ได้แก่ สัตว์ที่ดำรงชีวิตด้วยการกินผู้บริโภคทุติยภูมิเป็นอาหาร

2.3) ผู้ย่อยอินทรียสารหรือผู้ย่อยสลาย (decomposer organism) สิ่งมีชีวิตชนิดนี้คือพวกที่ได้อาหารจากการสลายเนื้อเยื่อของซากพืชซากสัตว์ แล้วทำให้ซากเหล่านั้นกลายเป็นสารอาหารที่ผู้ผลิตนำไปใช้ปนกับสารอินทรีย์อื่นๆ สิ่งมีชีวิตพวกนี้ได้แก่ แบคทีเรีย รา ยีสต์ และโปรโตซัวบางชนิด เช่น แฟลกเจลเลต

จะเห็นได้ว่า แต่ละส่วนประกอบของระบบนิเวศในธรรมชาติมีสมาชิกอยู่อย่างมากมายก่อให้เกิดความซับซ้อนในเชิงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ความซับซ้อนนี้เป็นผลดีต่อระบบนิเวศเอง เพราะเป็นตัวต้านแรงผลักดันอันเกิดจากปัจจัยภายนอกเพื่อที่จะเปลี่ยนสภาวะสมดุลของส่วนประกอบสำคัญทั้งสองส่วนได้เป็นอย่างดี

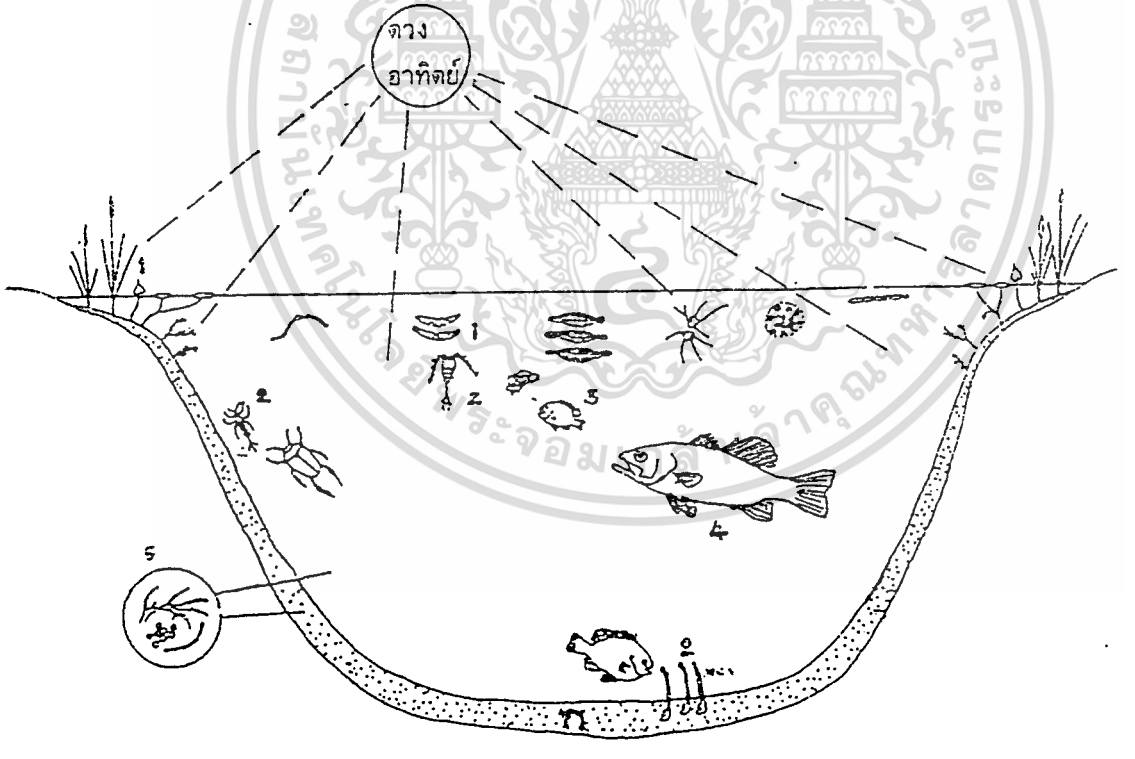
ความเกี่ยวข้องของสิ่งมีชีวิตระดับต่างๆ กับสภาพแวดล้อมสรุปได้ดังแผนภาพต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.1-1 แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตระดับต่างๆ กับสภาพแวดล้อม

ระบบนิเวศทั้งหลายที่ปรากฏทั่วไปในธรรมชาติมีมากมายหลายลักษณะ แต่ละระบบมีขนาดใหญ่น้อยแตกต่างกันออกไป กะลามะพร้าวที่มีน้ำขัง มีตะไคร่น้ำจับ มีลูกน้ำและไรเพียง 2-3 ตุ้ว ก็จัดเป็นระบบนิเวศระบบหนึ่ง ป่าไม้ทั้งป่าตลอดจนมหาสมุทรทั้งมหาสมุทร ล้วนเป็นระบบนิเวศทั้งสิ้น ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีองค์ประกอบพื้นฐานแสดงความสัมพันธ์ต่อกันดังกล่าวแล้ว



ภาพที่ 2.1-2 ระบบนิเวศสระน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.1-2 แสดงให้เห็นองค์ประกอบของระบบนิเวศทั้งมีชีวิตและไม่มีชีวิต

ก. องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต ได้แก่ สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ต่างๆ เช่น น้ำ เกลือแร่ คาร์บอนไดออกไซด์ กรดอมิโน ฯลฯ

ข. องค์ประกอบที่มีชีวิต เรียงลำดับตามลักษณะการกินต่อเป็นทอดๆ ดังนี้

1. ผู้ผลิต ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช พืชที่มีรากหยั่งลงดินและพืชที่มีรากลอยที่ผิวน้ำ เช่น กก เตย แหน สาหร่ายก้านธูป จอก
2. ผู้บริโภคอันดับหนึ่ง : สัตว์กินพืช เช่น หนอนแดง ไรน้ำ ตัวอ่อนแมลง เต่า ปลา
3. ผู้บริโภคอันดับสอง : สัตว์กินสัตว์ เช่น ปลาเข็ม ปลาหางนกยูง
4. ผู้บริโภคอันดับหนึ่ง : สัตว์กินสัตว์อันดับสอง เช่น ปลาหมอ กบ งู
5. ผู้ย่อยอินทรียสาร : ได้แก่ แบคทีเรีย และ รา

2.1.2 ความสมดุลในระบบนิเวศ

ระบบนิเวศใดๆก็ตามย่อมมีขบวนการควบคุมตนเองให้เป็นอิสระจากระบบอื่น และให้อยู่ในสถานะสมดุลย์ (homeostasis) เสมอ การควบคุมดังกล่าวเป็นไปในลักษณะย้อนกลับ เช่น ในแหล่งน้ำที่มีสัตว์เล็กๆชุกชุม ย่อมมีปลาซึ่งกินสัตว์ขนาดเล็กชุกชุมด้วย เมื่อปลามีอาหารสมบูรณ์ การแพร่พันธุ์จะเพิ่มปริมาณมากขึ้น ทำให้มีการกินอาหารเพิ่มขึ้น สัตว์เล็กที่เป็นอาหาร ซึ่งเคยมีชุกชุมนั้นก็จะร่อยหรอลดปริมาณลง ก่อให้เกิดภาวะขาดแคลนอาหารตามมา มีผลให้จำนวนปลาลดลงด้วย นั่นคือ สิ่งมีชีวิตมีการควบคุมกันเองให้มีปริมาณสิ่งมีชีวิต สารอาหาร และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตในภาวะที่พอเหมาะเพื่อให้เกิดภาวะสมดุลย์ของระบบนิเวศ

2.1.3 ลักษณะพื้นฐานของระบบนิเวศ

ระบบนิเวศทั้งหลายทั่วโลก ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ต่างก็มีลักษณะเฉพาะตัวที่ต่างกันออกไปตามสภาพแวดล้อม ของระบบนิเวศนั้นๆ แต่จะมีองค์ประกอบที่เหมือนกัน อย่างน้อย 4 ประการดังนี้

1. มีสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนั้นๆ สารดังกล่าวได้แก่ น้ำ ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ แร่ธาตุต่างๆ เป็นต้น
2. มีพืชเป็นผู้ผลิต ซึ่งมีขนาดตั้งแต่เล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น จนถึงพืชยืนต้นขนาดใหญ่ พืชเหล่านี้ทำหน้าที่นำเอาพลังงานจากแสงแดดมาใช้ในการสังเคราะห์สารอนินทรีย์เพื่อผลิตสารอินทรีย์สำหรับการเจริญเติบโตของพืชเอง และสำหรับเป็นอาหารของผู้บริโภค
3. มีสัตว์ขนาดต่างๆทำหน้าที่เป็นผู้บริโภค โดยบริโภคพืชหรือพลังงานจากพืช ซึ่งก็คือการนำเอาพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่แฝงในเนื้อเยื่อพืชมาใช้อีกทอดหนึ่งนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. มีจุลินทรีย์ทำหน้าที่ย่อยสลายสิ่งขับถ่ายและสารอินทรีย์ที่ตกค้างให้แปรสภาพเป็นสารอนินทรีย์กลับคืนสู่พืชอีกครั้งหนึ่ง

จากลักษณะพื้นฐานดังกล่าว อาจสรุปแบบแผนของระบบนิเวศได้ดังนี้

1. ระบบนิเวศ เป็นลักษณะใดลักษณะหนึ่งทางชีวภาพของสิ่งแวดล้อมที่ประกอบด้วยโครงสร้าง และหน้าที่ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ออก

2. แบบแผนของระบบนิเวศแต่ละระบบ ย่อมมีความแตกต่างกันตามสภาวะธรรมชาติ ภูมิอากาศ สภาพของดิน และองค์ประกอบในดิน

3. สิ่งมีชีวิตแต่ละตัวและแต่ละชนิดในระบบนิเวศ มีความสัมพันธ์กันในการถ่ายทอดพลังงานในรูปใดรูปหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นการถ่ายทอดในทิศทางเดียวหรือเป็นวัฏจักร หรือผสมผสานกันก็ได้

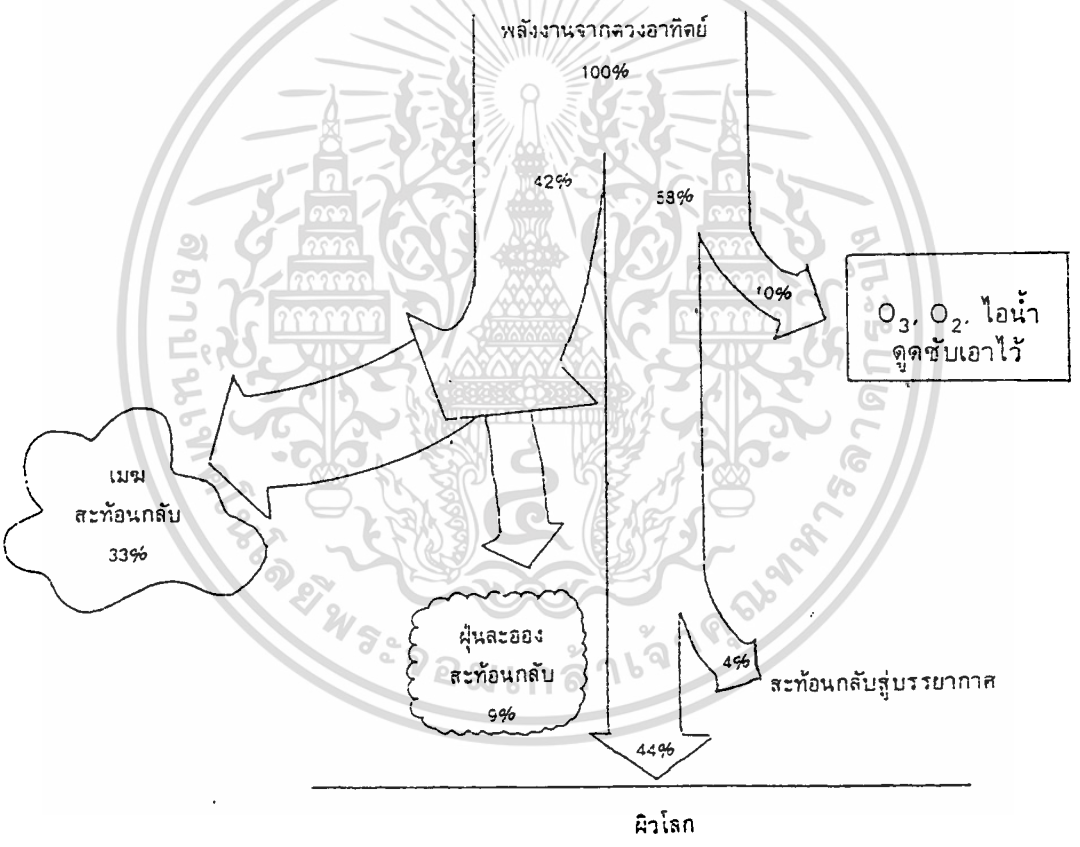
4. สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด (species) ที่ประกอบขึ้นเป็นชุมชน จะมีการเปลี่ยนแปลง โยกย้าย เพิ่มขึ้น ลดลงตลอดเวลาตามฤดูกาล หรือตามสภาวะของอาหาร

5. การเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมตามธรรมชาติอันเนื่องมาจากฤดูกาลลมฟ้าอากาศ ฯลฯ ไม่มีผลให้เกิดการเสียสมดุลของระบบนิเวศ (balancing of nature)แต่อย่างใด ตราบใดที่มนุษย์ยังไม่เข้าไปเกี่ยวข้อง หากมนุษย์เข้าไปมีบทบาทในการร่วมเปลี่ยนแปลงสภาพของสิ่งแวดล้อมเมื่อใดแล้ว สมดุลแห่งธรรมชาติจะสูญเสียไปทันที ทั้งนี้เนื่องจากความต้องการอันไม่มีขอบเขตจำกัด และไม่มีที่สิ้นสุดของมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 พลังงานในระบบนิเวศ (Energy in Ecosystem)

มนุษย์เช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตอื่นในระบบนิเวศ คือ จำเป็นต้องใช้พลังงานในการดำเนินกิจกรรมของชีวิต พลังงานส่วนใหญ่ในระบบนิเวศได้มาจากดวงอาทิตย์ โดยพืชเป็นผู้นำพลังงานแสงมาเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี และจากพลังงานเคมีจะถูกเปลี่ยนต่อไปเป็นพลังงานกลและพลังงานความร้อน มนุษย์ได้รับพลังงานจากอาหารที่กินเข้าไปซึ่งก็มาจากพืชนั่นเอง พลังงานที่แฝงอยู่ในอาหาร คือ พลังงานเคมีหรือพลังงานศักย์ (potential energy) เมื่อถูกนำไปใช้พลังงานศักย์จะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานจลน์ (kinetic energy)อีกทีหนึ่ง



ภาพที่ 2.2-1 พลังงานจากดวงอาทิตย์เข้าสู่และออกจากโลกนิเวศ

(ที่มา:ดัดแปลงจาก Kormondy,1976 หน้า12)

จากภาพ อธิบายได้ว่าพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ส่งมายังบรรยากาศรอบนอกของโลกมีค่าประมาณ 8.4 จูล/ตารางเมตร/นาที แต่ส่วนต่างๆของโลกได้รับพลังงานไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นกับมุมที่แกนของโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

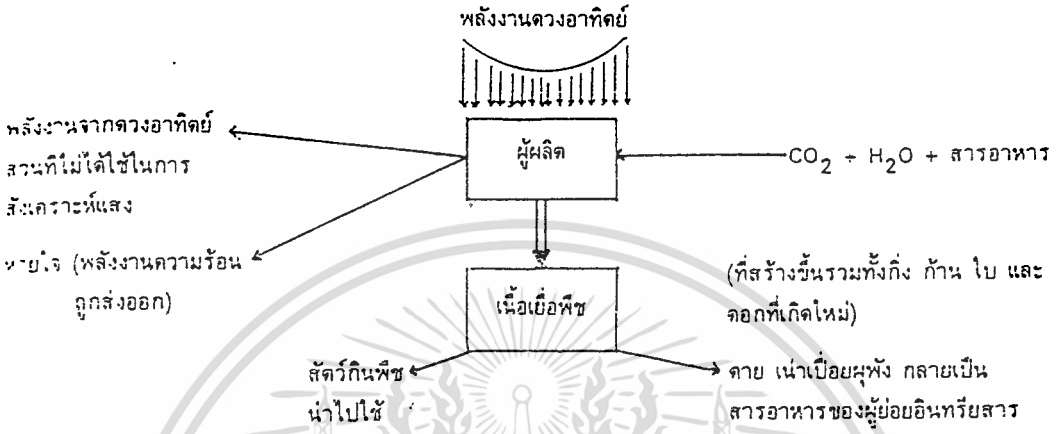
กระทำต่อดวงอาทิตย์ เมื่อแสงส่องลงถึงโลกเรานั้น พลังงานส่วนหนึ่ง คือ ประมาณร้อยละ 42 จะสะท้อนกลับทันที พลังงานร้อยละ 42 นี้ แยกเป็นพลังงานที่ถูกสะท้อนกลับโดยเมฆ ร้อยละ 33 และสะท้อนกลับโดยฝุ่นละอองอีกประมาณร้อยละ 9 พลังงานทั้งหมดที่สะท้อนกลับนี้เรียกว่า อัลเบโด (albeo) ซึ่งเป็นรังสีคลื่นสั้น แสงสีน้ำเงิน รังสีอัลตราไวโอเลต และรังสีเอกซ์ การที่เรามองเห็นสีท้องฟ้าเป็นสีน้ำเงินก็เนื่องจากการสะท้อนกลับของพลังงานส่วนนี้นั่นเอง พลังงานส่วนที่เหลือจะถูกโอโซนออกซิเจน ไอน้ำ ฯลฯ ดูดซับไว้ประมาณร้อยละ 10 ดังนั้นจึงเหลืออีกร้อยละ 48 ที่ตกลงสู่บรรยากาศของโลก ซึ่งประมาณร้อยละ 4 ของพลังงานส่วนนี้จะสะท้อนกลับออกสู่บรรยากาศอีก จึงเหลือเพียงร้อยละ 44 ของแสงทั้งหมดจากดวงอาทิตย์เท่านั้นที่มาถึงผิวโลกจริงๆ พลังงานที่ตกลงสู่ผิวโลกนี้ ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของแสงและความร้อน ซึ่งจะถูกบรรยากาศชั้นต่างๆของผิวโลกดูดเก็บไว้ทำให้บรรยากาศชั้นต่ำของโลกอบอุ่น ทำให้ผิวดินและผิวน้ำอบอุ่น เหมาะแก่การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต นอกจานี้ยังมีผลต่อกาเกิดสภาพภูมิอากาศเขตต่างๆของโลกอีกด้วย สำหรับพลังงานในส่วนร้อยละ 44 ที่เหลือนี้พืชนำมาใช้ในการสังเคราะห์แสงเพียงร้อยละ 0.02 เท่านั้น จะเห็นได้ว่าพลังงานจากดวงอาทิตย์ไม่ถึง 1 เปอร์เซ็นต์ของส่วนที่ตกลงถึงโลกเท่านั้นที่ไหลเข้าสู่ชีวิตทั่วทั้งชีวภาค แต่จัดว่าเป็นพลังงานส่วนน้อยนิดที่มีความสำคัญยิ่งใหญ่ที่สุดสำหรับทุกชีวิตในโลก

2.2.1 ลำดับการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

พลังงานจากดวงอาทิตย์ที่เข้าสู่โลกนิเวศนั้น ในชั้นแรกพืชสีเขียวจะรับไว้ก่อน แล้วจึงแปลงไปเก็บไว้ในสารอินทรีย์ที่สร้างขึ้น พลังงานที่พืชสีเขียวทั้งโลกดูดเก็บไว้ในแต่ละปีนั้น เทียบได้กับน้ำหนักสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นประมาณ 150-200 พันล้านตัน (น้ำหนักแห้ง) ส่วนหนึ่งของพลังงานดังกล่าวจะถูกเก็บไว้เพื่อการเจริญเติบโตและเพื่อกิจกรรมต่างๆ ดังนั้นผลผลิตที่เป็นสารอินทรีย์จึงน้อยกว่าส่วนที่พืชรับไว้ได้จริง

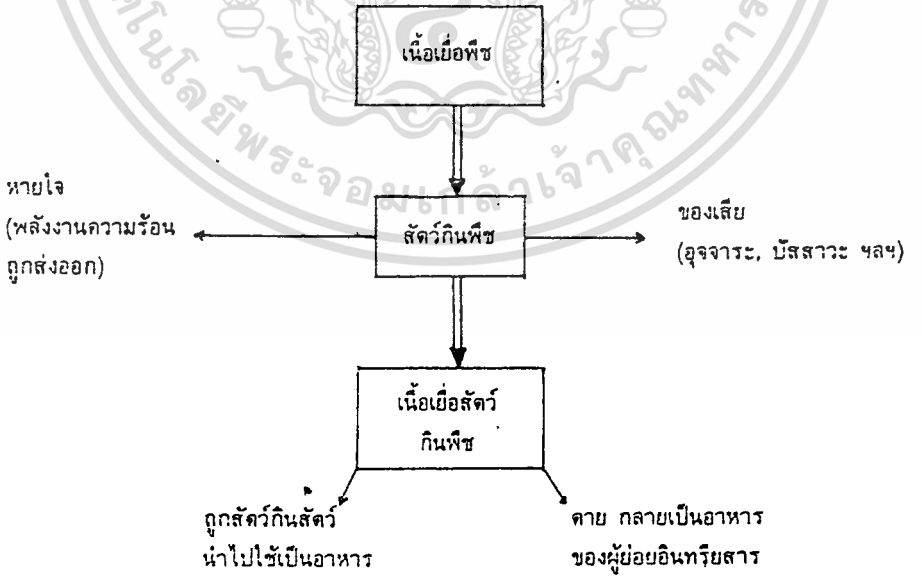
พลังงานที่พืชดูดเก็บไว้ในลำต้นจะใช้ไปในการหายใจระดับเซลล์มากกว่าครึ่งของพลังงานทั้งหมด ส่วนที่เหลือบางส่วนจะสะสมไว้ในโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้น แล้วส่งไปเก็บไว้ใน ลำต้น ผล ใบ ดอก ราก มื่อสัตว์กินพืชพลังงานที่แฝงในเนื้อเยื่อพืช ก็ถ่ายทอดไปยังสัตว์พร้อมอาหารนั้น เมื่อสัตว์อีกชนิดหนึ่งกินสัตว์ชนิดนี้ พลังงานก็ถ่ายทอดไปในลักษะเป็นทอดๆ ลักษณะการกินที่ต่อกันไปเป็นทอดๆนี้เรียกว่า “ห่วงโซ่อาหาร” (food chain) หรือ “ห่วงโซ่ของพลังงานอาหาร” นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2-2 พลังงานเข้าสู่และออกจากผู้ผลิต

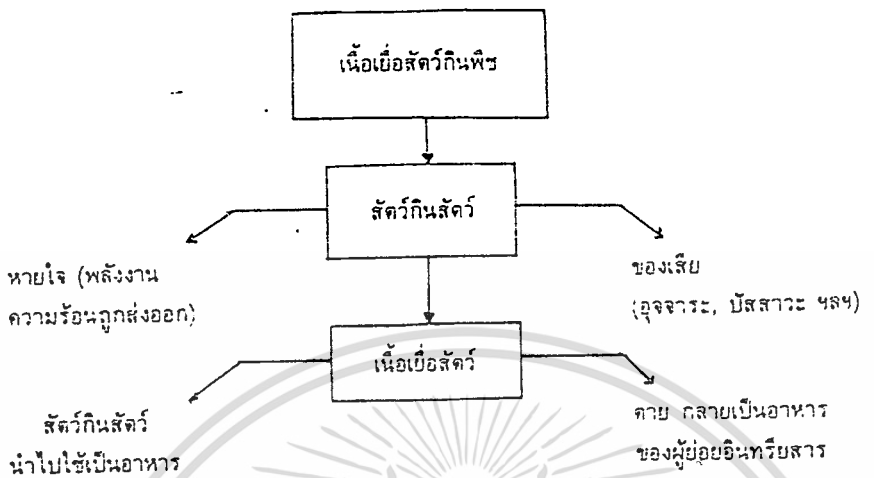
(ที่มา :Sutton & Harmon , 1973 หน้า 49)



ภาพที่ 2.2-3 พลังงานเข้าสู่และออกจากสัตว์กินพืช

(ที่มา : Sutton & Harmon , 1973 หน้า 49)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2-4 พลังงานเข้าและออกจากสัตว์กินสัตว์

(ที่มา : Sutton & Harmon , 1973 หน้า 51)

2.2.2 ห่วงโซ่อาหาร

ห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศใดๆ แบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

1). ห่วงโซ่อาหารแบบจับกิน เริ่มจากผู้ผลิตที่เป็นพืชถูกสัตว์ขนาดเล็กกิน และสัตว์ขนาดเล็กถูกสัตว์ขนาดใหญ่กว่า หรือมีความสามรถกว่าจับกินเป็นทอดๆ เป็นไปในลักษณะผู้ล่าเหยื่อ (predator) กับเหยื่อ(prey) ดังแผนภาพข้างล่าง

ไดอะตอม ⟶ ไรน้ำ ⟶ ตัวอ่อนของแมลง ⟶ ลูกปลา ⟶ ปลา ⟶ งู ⟶ คน

2). ห่วงโซ่อาหารแบบปรสิต (parasitic chain) เริ่มจากผู้อาศัย (host) ไปยังผู้อาศัยลำดับ 1 และจากผู้อาศัยลำดับ 1 ไปยังผู้อาศัยลำดับต่อๆไป ดังนี้

ไก่ ⟶ ไรไก่ ⟶ โปรโตซัว ⟶ แบคทีเรีย ⟶ ไวรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3). ห่วงโซ่อาหารแบบเศษอินทรีย์ (detritus food chain) เริ่มจากสารอินทรีย์ของซากสิ่งมีชีวิต ผ่านไปยังผู้ย่อยสลาย (detritivore) แล้วต่อไปยังผู้ล่าเหยื่อ ห่วงโซ่อาหารชนิดนี้พบในระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในดินที่มีเศษใบไม้ทับถม สิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหารชนิดนี้ได้แก่ แบคทีเรีย ราเมือก เห็ด รา โปรโตซัว แมลง ไร กุ้งเต้น หอยฝาเดียว ไส้เดือนดิน หนอนตัวกลม สัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิด เป็นต้น

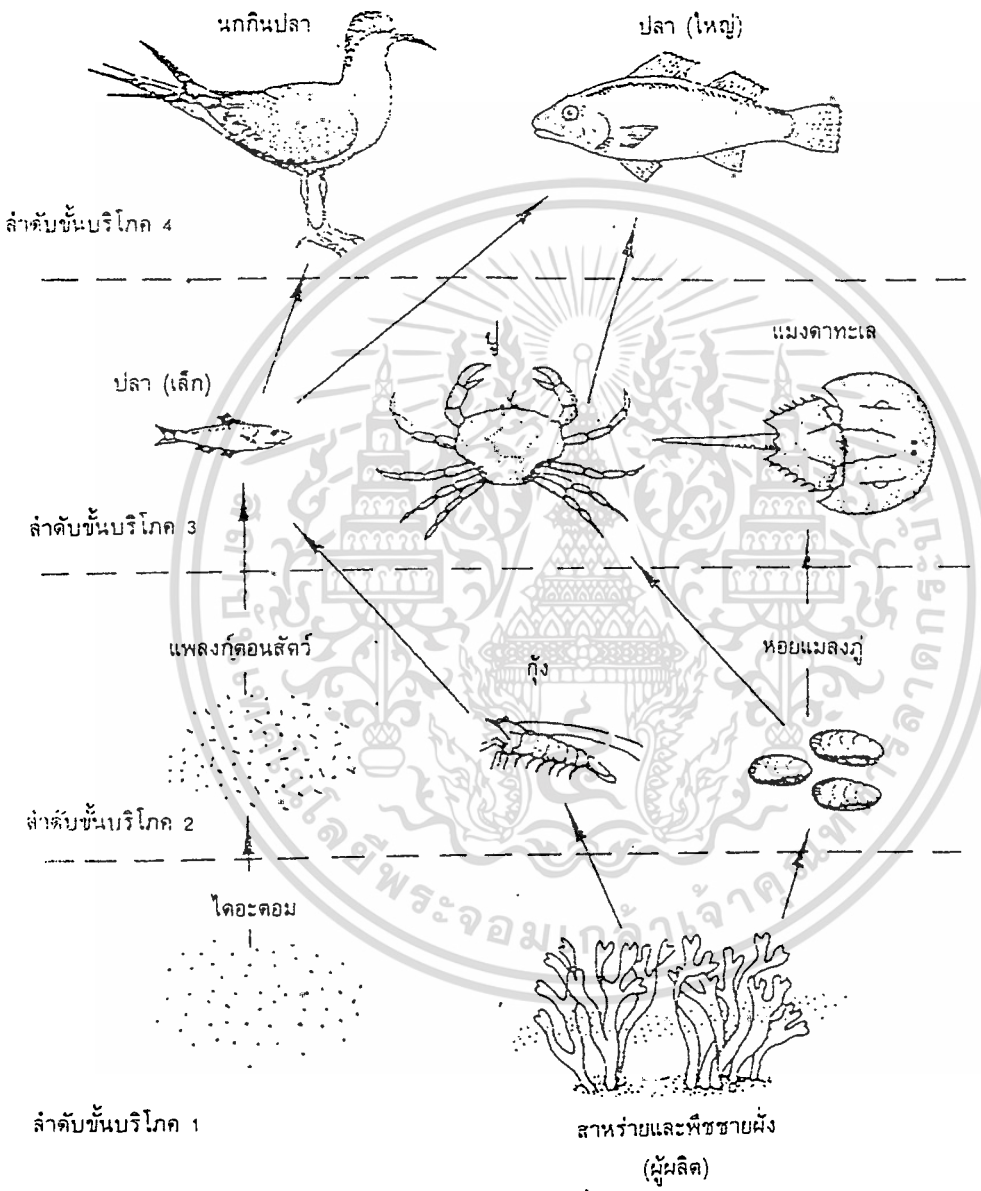


ภาพที่ 2.2-5 ห่วงโซอาหารแบบเศษอินทรีย์ของระบบนิเวศป่าชายเลน

(ที่มา : วิจิตร , 2524 หน้า 68)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



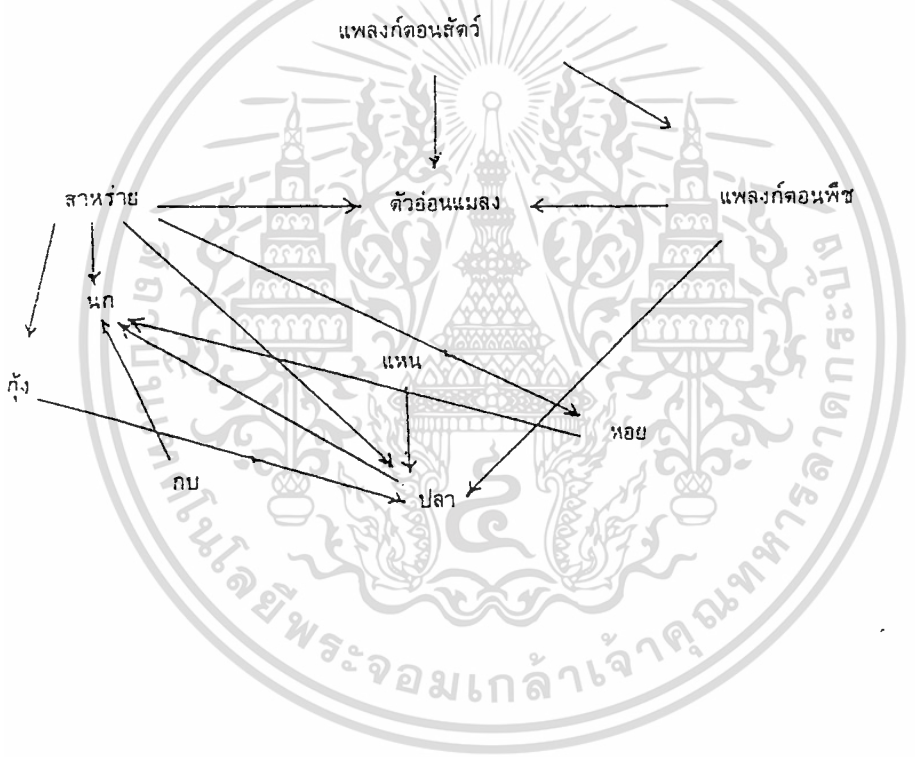
ภาพที่ 2.2-6 ลำดับขั้นการบริโภคในระบบนิเวศแหล่งน้ำตื้น

(ที่มา : Sutton & Harmon , 1973 หน้า 56)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

31286

ในสภาพธรรมชาติที่แท้จริง การกินอาหารของสิ่งมีชีวิตไม่ได้มีลักษณะเป็นลำดับขั้น เช่น ที่พบในห่วงโซ่อาหาร แต่จะโยงไปโยงมา แต่ละส่วนของผู้ผลิตจึงเป็นอาหารของผู้บริโภคต่างชนิดกัน นอกจากนั้นผู้บริโภคแต่ละชนิดไม่ได้กินอาหารและไม่ได้เป็นอาหารของสัตว์อื่นเพียงชนิดเดียว จึงพบลูกศรชี้ไปหลายทิศทางลำดับขั้นของผู้บริโภคเนื้อสัตว์ไม่แน่นอนเสมอไป เปลี่ยนไปตามชนิดของสิ่งมีชีวิตในสายใยอาหารนั้นๆ ความเกี่ยวข้องในแง่การกินอาหารที่ซับซ้อนนี้ เรียกว่า สายใยอาหาร (food web) ดังภาพข้างล่าง

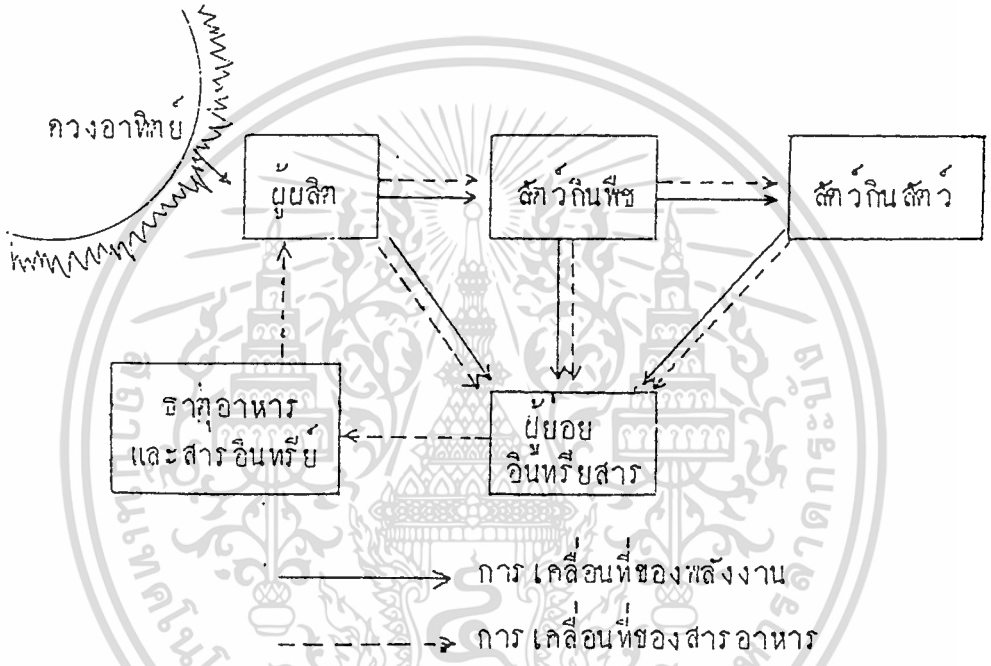


ในการถ่ายทอดพลังงานไปตามลำดับขั้นของห่วงโซ่อาหารนั้น พลังงานจะผ่านไปตามผู้บริโภคระดับต่างๆ แต่ละขั้นของห่วงโซ่อาหาร เรียกว่า ลำดับขั้นบริโภค (trophic level) โดยมีพืชสีเขียวเป็นลำดับขั้นบริโภคที่หนึ่ง สัตว์กินพืชเป็นลำดับที่สอง สัตว์กินพืชเป็นลำดับที่สาม ฯลฯ โครงสร้างของลำดับขั้นบริโภคของแต่ชุมชน เรียกว่า โครงสร้างการบริโภค (trophic structure)

ห่วงโซ่อาหารใดที่มีลำดับขั้นบริโภคสั้น การผลิตมวลชีวภาพ (biomass) จะสูง เนื่องจากสูญเสียพลังงานระหว่างการกินน้อยลง ดังนั้นห่วงโซ่อาหารที่มีประสิทธิการถ่ายทอดพลังงานได้สูงจึงเป็นห่วงโซ่อาหารที่มีลำดับขั้นบริเวณสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การไหลของพลังงานในระบบนิเวศใดๆก็ตาม จะเห็นได้ว่ามีลักษณะการไหลไปในทิศทางเดียวกันเสมอ คือ เริ่มจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคลำดับต่างๆต่อกันไป ขณะเดียวกันก็มีการสูญเสียพลังงานออกในแต่ละลำดับจึงไม่เคลื่อนกลับเป็นวงจร (non cyclic) ส่วนการเคลื่อนที่ของสารอาหาร (nutrient) มีลักษณะเป็นวงจร (cyclic) ดังนี้

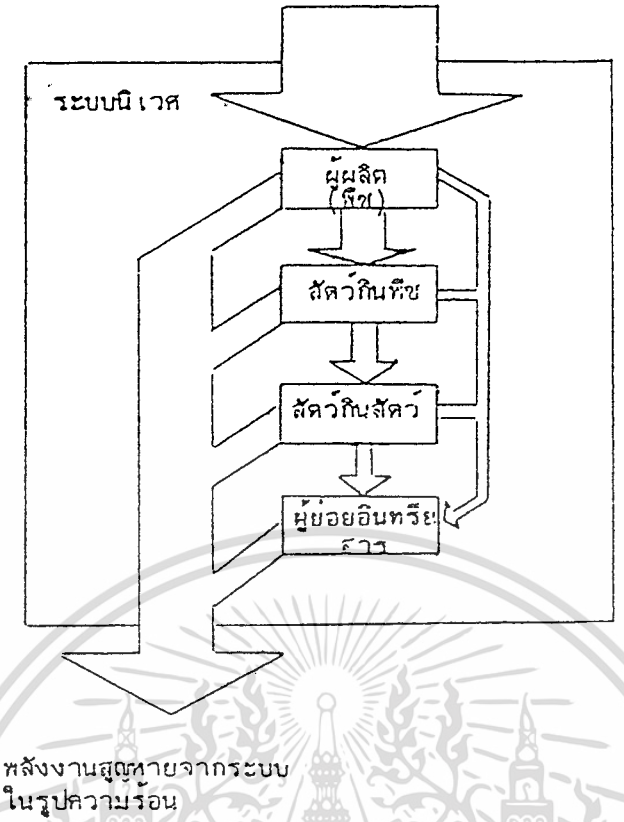


ภาพที่ 2.2-7 การเคลื่อนที่ของพลังงานและสารอาหารในระบบนิเวศ
(ที่มา : Kormondy , 1976 หน้า 4)

2.2.3 การสูญเสียพลังงานในระบบนิเวศ

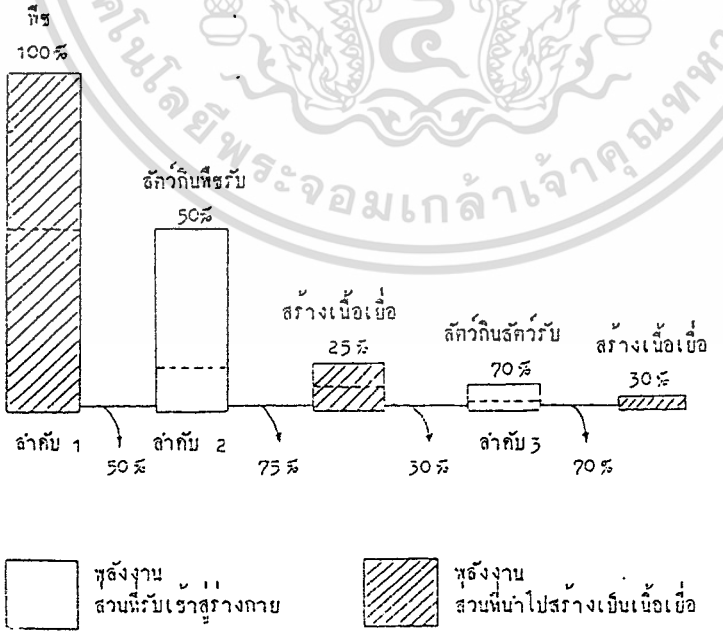
ระหว่างที่พลังงานถ่ายทอดจากชีวิตหนึ่งสู่อีชีวิตหนึ่ง จะมีพลังงานส่วนหนึ่งสูญเสียเสมอ เนื่องจากการเผาผลาญอินทรียสารในร่างกาย ทำให้พลังงานที่เก็บอยู่ในรูปพลังงานเคมีเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนเสียส่วนหนึ่ง ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้จะสูญเสียออกจากระบบเดิม ซึ่งส่วนที่สูญเสียนี้จัดว่าเป็นส่วนที่เสียประโยชน์ เรียกว่า เอนโทรปี (entropy) ระหว่างที่พลังงานไหลไปและเปลี่ยนรูปไป เอนโทรปีจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามลำดับ จึงเป็นไปตามกฎเทอร์โมไดนามิคส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2-8 การสูญเสียพลังงานขณะไหลผ่านขั้นบริโภคลำดับต่างๆ

(ที่มา : Sutton & Harmon , 1973 หน้า 47)



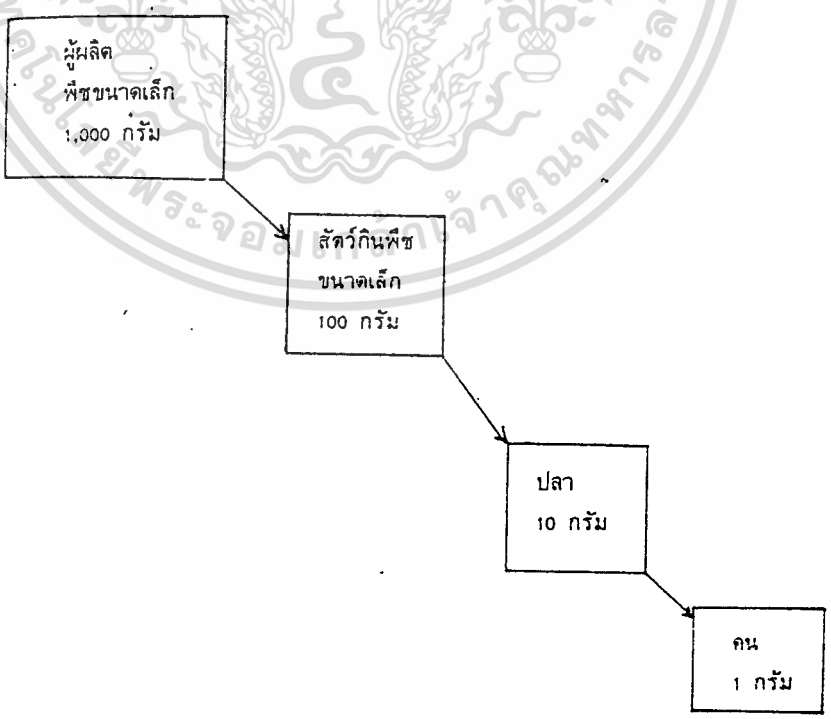
ภาพที่ 2.2-9 การสูญเสียพลังงานระหว่างการถ่ายทอด

(ที่มา : วิจิตร , 2524 หน้า 71)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟในภาพที่ 2.2-9 พลังงานตั้งต้นในพืชเนื้อเยื่อ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสัตว์มากินพืช สัตว์รับพลังงานเข้าไปได้เพียง 50 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ส่วนที่เหลือคือ ส่วนที่สัตว์กินไม่ได้ เช่น ราก ลำต้น พลังงานจำนวน 50 เปอร์เซ็นต์ ที่สัตว์กินเข้าไปในรูปของอาหารนั้น ร่างกายสัตว์สามาถนำมาสร้างเป็นเนื้อเยื่อพืชได้เพียง 25 เปอร์เซ็นต์ของส่วนที่กินเข้าไป และพลังงานที่เข่าไปเก็บอยู่ในเนื้อเยื่อสัตว์นี้ถ้ามีสัตว์อื่นมากินสัตว์นั้นต่อไป สัตว์ในลำดับหลังก็สามารถรับพลังงานเข้าไปได้เพียง 70 เปอร์เซ็นต์ ในจำนวนที่รับเข้าไปนี้ เอาไปสร้างเนื้อเยื่อได้เพียง 30 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือนอกนั้นคิดเป็นส่วนที่สูญเสียนอกระบบ ดังนั้น จากพลังงานตั้งต้นในพืช 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อถ่ายทอดไปจนถึงสัตว์กินสัตว์(ลำดับที่ 3) ก็จะเหลือพลังงานเก็บในเนื้อเยื่อสัตว์ลำดับที่สามเพียง 2.5 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น อีก 79.5 เปอร์เซ็นต์ สูญเสียออกนอกระบบระหว่างการถ่ายทอดไปตามลำดับของห่วงโซ่อาหาร

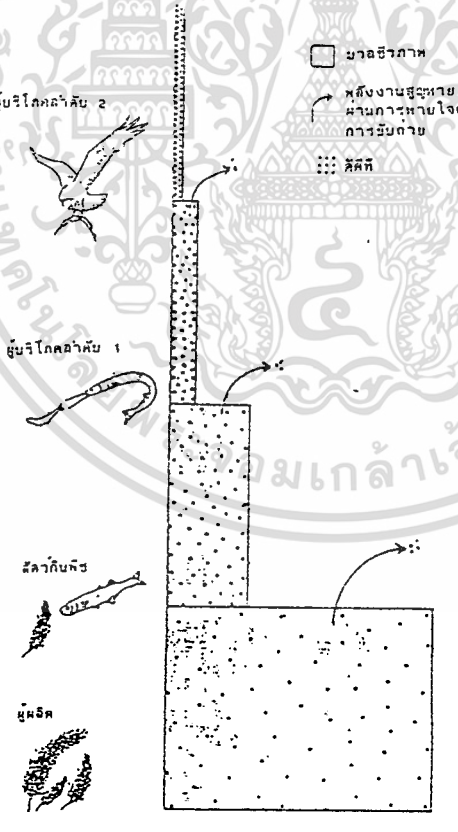
ลินด์แมน (Lindeman : Ecology - Selected Concepts , 1973) อธิบายพลังงานที่เข้าสู่ระบบนิเวศว่า เมื่อพลังงานเข้าสู่ประชากรหมู่หนึ่งแล้ว จะเคลื่อนเข้าสู่ประชากรที่มันกินอีกต่อหนึ่งในอัตราที่ต่างกัน อัตราพลังงานที่ผ่านเข้าแต่ละลำดับขั้นจะอยู่ระหว่าง 10-20 เปอร์เซ็นต์ ของพลังงานที่ผ่านเข้ามา ส่วนพลังงานอีก 80-90 เปอร์เซ็นต์ จะสูญเสียไปในรูปของความร้อนและการหายใจ ทฤษฎีนี้มีชื่อว่า ทฤษฎี 10 เปอร์เซ็นต์ (Ten per cent law) ทฤษฎีนี้แสดงแผนผังได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนภาพดังกล่าว จะเห็นได้ว่าน้ำหนักของสารอาหารจากซ้ายมาขวาจะลดลงตามลำดับ คือ น้ำหนักของอาหารจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคจะลดลงเรื่อยๆ แต่เมื่อพิจารณาอย่างละเอียดแล้ว กาถ่ายทอดพลังงานจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคมิได้ลดลงเป็นร้อยละ 10 ทุกๆลำดับขั้นเสมอไป ทั้งนี้เนื่องจากผู้บริโภคลำดับแรกหรือสัตว์กินพืชไม่สามารถรับถ่ายทอดพลังงานในพืชไปใช้ได้ทั้งหมด และแม้ว่าจะถ่ายทอดไปแล้วก็ไม่สามาถนำพลังงานที่ถ่ายทอดมาไปเสริมสร้างเป็นเนื้อเยื่อของตนได้ทั้งหมด

ลักษณะสำคัญของห่วงโซ่อาหารหรือสายใยอาหาร คือการถ่ายทอดพลังงานไปตามลำดับขั้นบิโภค สิ่งที่ผ่านเข้ามาตามห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหารนั้น มิได้มีเพียงสารอาหารเท่านั้น แต่มีสารอื่นปะปนมาด้วย เช่น ดีดีที ปรอท แคดเมียม ฯลฯ สารดังกล่าวมิได้ถูกนำไปใช้สร้างพลังงานให้แก่เซลล์ สลายไปพร้อมกับการหายใจน้อยมาก จึงสะสมอยู่ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตแล้วถ่ายทอดต่อๆไป ตามลำดับขั้นการบริโภคเข้ามาสู่ผู้บริโภคลำดับสุดท้ายหรือเข้าสู่มนุษย์เรานั่นเอง สารดังกล่าวเรียกว่า ไบออลอจิคอล แมกนิฟิเคชัน (biological magnification) หรือ ฟูด เชน คอนเซนเทรชัน (food chain concentration) ปริมาณที่สะสมไว้นี้อาจมาว่าปริมาณที่มีสะสมอยู่ในสภาพแวดล้อมหลายพันเท่า ดังภาพที่ 2.2-10



ภาพที่ 2.2-10 การเพิ่มปริมาณ ดีดีที ในขณะถ่ายทอดพลังงานผ่านตามห่วงโซ่อาหาร

(ที่มา : Ehrlick , Holdren & Holmm , 1971 หน้า 134)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 นิเวศวิทยาภาคพื้นดิน (Terrestial Ecology)

2.3.1 โครงสร้างของชุมชนภาคพื้นดิน

2.3.1.1. ชนิดของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตบนดินและในดินมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ดังนี้

1).สิ่งมีชีวิตบนดิน

ชุมชนแต่ละชนิดบนพื้นดินมีโครงสร้างแตกต่างกันมาก เนื่องมาจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมแต่ละแห่งที่แตกต่างกัน ดังนั้นชนิดของสิ่งมีชีวิตในแต่ละชุมชนจึงไม่เหมือนกัน แม้ว่าชนิดของสิ่งมีชีวิตในแต่ละชุมชนจะไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อจำแนกตามลักษณะการกินอาหาร จะแบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยอินทรียสาร

ก. ผู้ผลิต การจำแนกชนิดของผู้ผลิต จำแนกได้หลายวิธีแล้วแต่ว่าจะใช้อะไรเป็นเกณฑ์

1.แบ่งตามขนาดความสูงของผู้ผลิต ไม้ยืนต้น (tree) จัดเป็นผู้ผลิตที่มีบทบาทสำคัญมากที่สุดเพราะเป็นผู้ผลิตอาหารให้แก่ชุมชน เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต และมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวโลก นอกจากไม้ยืนต้นขนาดใหญ่แล้ว ผู้ผลิตรองลงมาคือ ไม้พุ่ม (shurb) ไม้ล้มลุก (herb) และหญ้า

2.แบ่งตามปริมาณความชื้นของอากาศ วิธีนี้แบ่งออกเป็นพืชที่ชอบน้ำมาก (hydrophyte) พืชที่ชอบน้ำปานกลาง (mesophyte) พืชในที่แห้งแล้ง (zerophyte) พืชที่ชอบดินเค็ม (harophyte) เป็นต้น

3.แบ่งตามตำแหน่งของการแตกหน่อหรือการเจริญของลำต้นใหม่ของรองเคียร์ (Raunkier , 1943) จำแนกพืชออกเป็น 6 กลุ่ม คือ

3.1 อีปิไฟท์ (epiphyte) เป็นพืชที่เกาะพืชอื่นอยู่โดยรากไม่ฝังลงดิน เช่น กล้วยไม้ ส่วนใหญ่พบในเมืองร้อน

3.2 ฟาเนอโรไฟท์ (phanerophyte) ลำต้นเจริญขึ้นไปในอากาศ รากฝังลงดิน หน่อที่เกิดใหม่เกิดบนลำต้นที่ชูเหนือพื้นดิน เช่น ไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม ไม้เถาไม้เลื้อย

3.3 คามีไฟท์ (chamephyte) เจริญติดผิวดิน หน่อที่เกิดใหม่ที่ผิวดิน ได้แก่ ไม้ล้มลุกที่มีอายุหลายปี

3.4เฮมิคริปโตไฟท์ (hemicryptophyte) เจริญบนผิวดินหน่อที่เกิดใหม่เกิดในดินใต้ผิวเล็กน้อย พบมากในเขตหนาว

3.5คริปโตไฟท์ (cryptophyte) ตาฝังในดินลึกลงไปในดิน หน่อจึงเจริญใต้ดินเกิดเป็นหัว ลำต้นเจริญเหนือดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6ทีโรไฟท์ (therophyte) พืชล้มลุกวงจรชีวิตสั้นผลิตเมล็ดภายใน 1 ปี ฟักตัวในรูปของเมล็ดเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม



ภาพที่ 2.3-1 จำแนกชนิดของผู้ผลิตตามวิธีการของรองเดียร์

1.ฟาเนอโรไฟท์

2-3.คามีไฟท์

4.เฮมิคริปโตไฟท์

5-9.คริปโตไฟท์

ส่วนที่ไม่แรเงา คือ ส่วนที่ตาย ในช่วงที่สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม

ส่วนที่แรเงาสีดำ คือ ส่วนที่ยังคงมีชีวิตอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

(ที่มา : Kormondy , 1976 หน้า 152)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.ผู้บิโภค ผู้บริโภคจำแนกตามลำดับการกินอาหารได้หลายระดับ เริ่มจากผู้บริโภคลำดับแรกหรือพวกกินพืช ตามด้วยพวกกินสัตว์ลำดับที่ 1,2,3 ฯลฯ ตามลำดับ ผู้บริโภคในแต่ละลำดับมีขนาดต่างกันหลายขนาดทั้งใหญ่และเล็ก

ค.ผู้ย่อยอินทรีสาร ทำหน้าที่เปลี่ยนสารอินทรีย์ให้เป็นแร่ธาตุกลับสู่ผู้บริโภคอีกครั้งหนึ่ง สิ่งมีชีวิตประเภทนี้แบ่งได้เป็น 4 ลุ่ม คือ

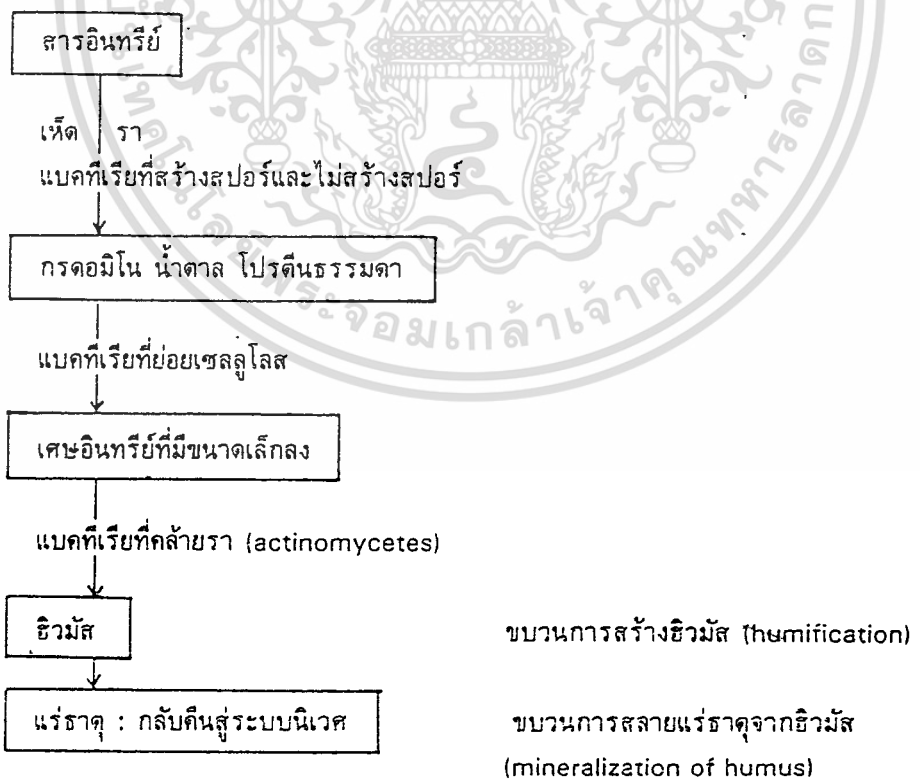
1.เห็ด รา

2.แบคทีเรียพวกที่ปรุงอาหารเองไม่ได้ (heterotrophic bactreria) ได้แก่ แบคทีเรียที่สร้างสปอร์และไม่สร้างสปอร์

3.แบคทีเรียที่เป็นสายคล้ายเห็ดรา (actenomycetes)

4.โปรโตซัวในดิน เช่น อะมีบา หน้าที่การทำงานของโปรโตซัวยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่มีบทบาทสำคัญในการช่วยเร่งการย่อยสลายในดินให้เกิดเร็วขึ้น

ผู้ย่อยอินทรียสารทั้ง 4 กลุ่ม พบมาที่ผิวหน้าดินหรือในซากใบไม้ที่ทับถมกันบนดิน ลำดับการย่อยสลายของจุลินทรีย์ดังกล่าวมีดังนี้



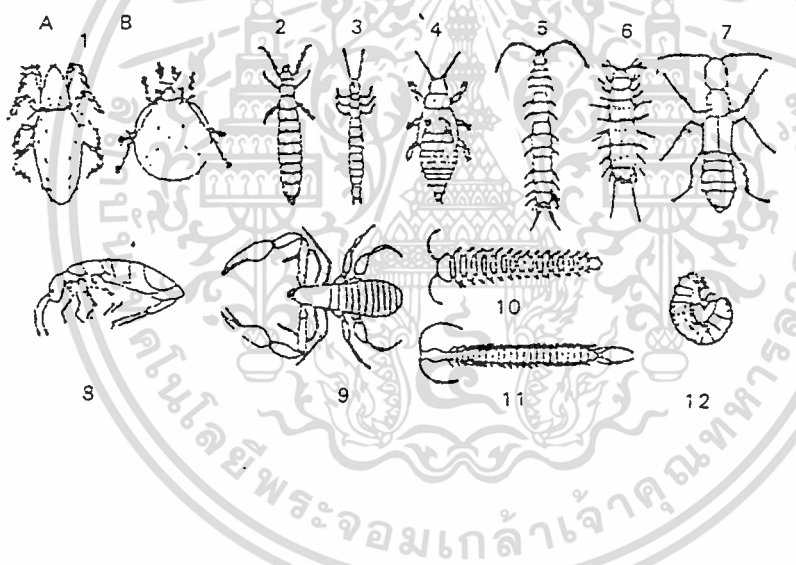
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2). <u>สิ่งมีชีวิตในดิน</u>

สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ในดิน จำแนกออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่

ก.สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (microbiota) ได้แก่ สาหร่ายสีเขียว สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน แบคทีเรีย เห็ด รา ยีสต์ โปโตซัว สิ่งมีชีวิตประเภทนี้มีขนาดไม่เกิน 0.16 มิลลิเมตร

ข.สิ่งมีชีวิตขนาดกลาง (mesobiota) ส่วนใหญ่เป็นสัตว์ ได้แก่ หนอนตัวกลม ไส้เดือน พยาธิ ตัวอ่อนและตัวแก่ของแมลง อาร์โทรพอดขนาดเล็ก ส่วนใหญ่มีขนาด 0.16-10.24 มิลลิเมตร

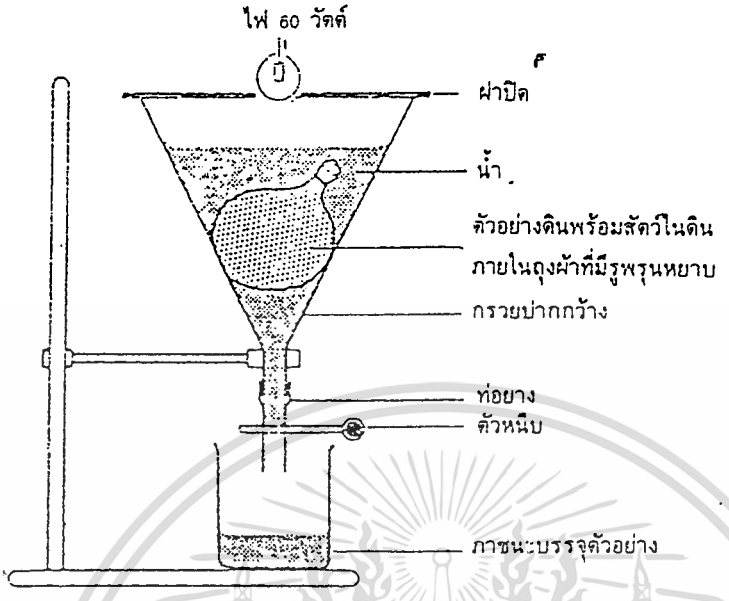


ภาพที่ 2.3-2 สิ่งมีชีวิตขนาดกลาง จับได้โดยกรวยแบบเบอร์ลีส

1.A,B ไรดิน	7.ROVEBEETLE
2.PROTURAN	8.SPRINGTAIL
3.JAPYGID	9.PSEUOSCORPIAN
4.เพลี้ยไฟ(THRIPS)	10.กิ้งกือ
5.SYMPHYLAN	11.ตะขาบ
6.PAUROPOD	12.ตัวอ่อนด้วงดิน

(ที่มา : Odum , 1971 หน้า 369)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



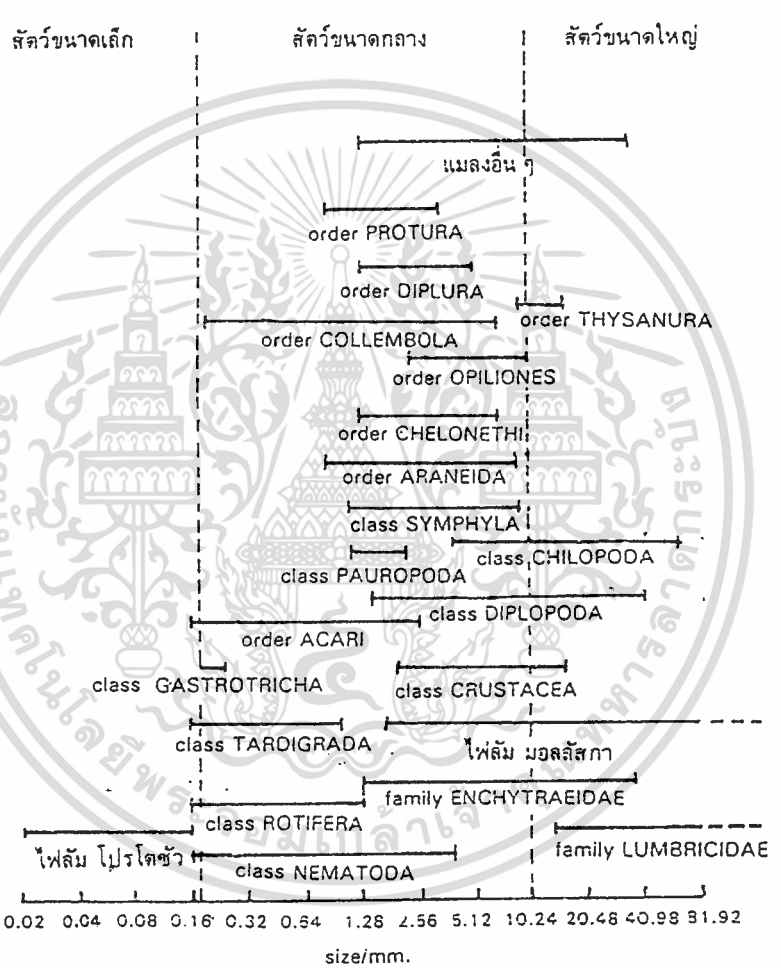
ภาพที่ 2.3-3 เครื่องมือคักจับสัตว์ขนาดกลางในดิน (Beermann funnel)

(ที่มา : Leadley Brown , 1978 หน้า 81)

วิธีใช้เครื่องมือคักจับสัตว์ขนาดกลาง ทำดังนี้ นำดินที่ต้องการศึกษาและทราบปริมาณแน่นอนแล้วมาใส่ในกรวย ใช้ความร้อนหือแสงไล่ให้สัตว์เคลื่อนสู่คอกรวยแล้วตกลงสู่ภาชนะสำหรับเก็บตัวอย่าง ซึ่งมีน้ำยาสำหรับรักษาสภาพสัตว์บรรจุอยู่

ค.สิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ (macrobiota) ได้แก่ รากพืช แมลงขนาดใหญ่ สัตว์ที่ขุดรูอยู่ ไส้เดือน หอยทาก ที่มีขนาดมากว่า 10.24 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3-4 การจำแนกสัตว์ใต้ดิน

(ที่มา : Leadley Brown , 1978 หน้า 21)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 โครงสร้างของดิน

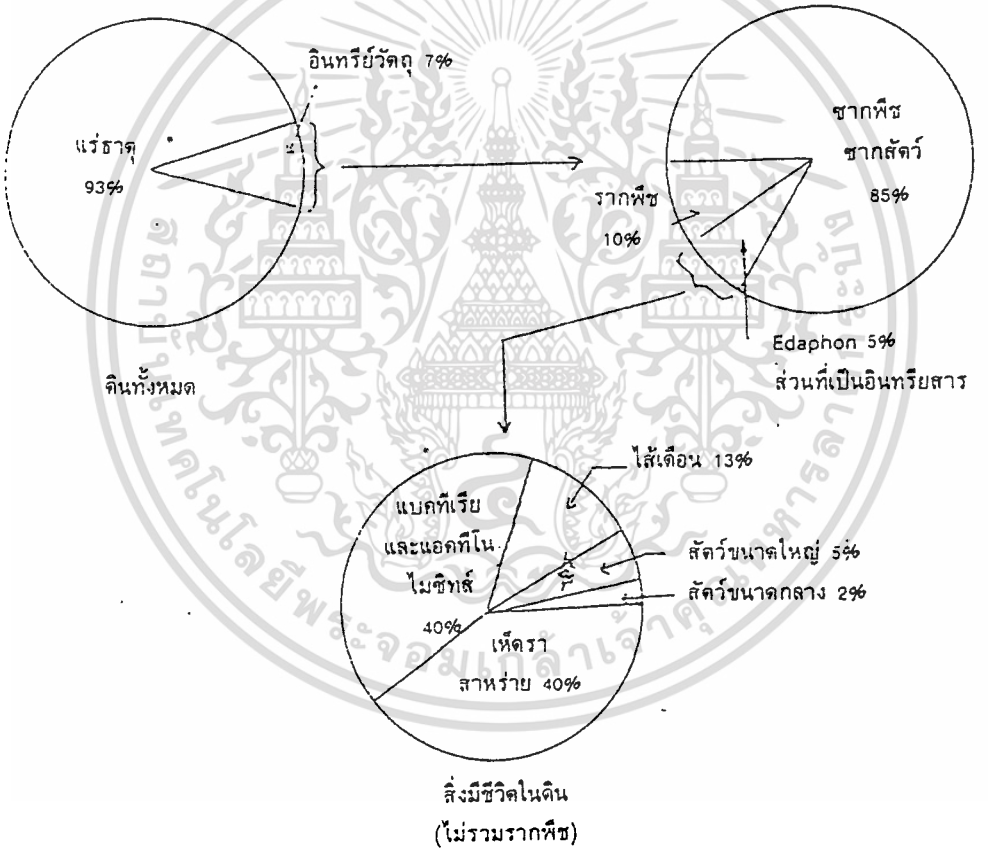
องค์ประกอบพื้นฐานของดินได้แก่ อากาศ น้ำ อินทรียวัตถุ และอนินทรียวัตถุ องค์ประกอบดังกล่าวในดินแต่ละชนิดและแต่ละแห่งมีคุณภาพแตกต่างกัน โครงสร้างของดินเมื่อพิจารณาตามแนวดิ่งประกอบด้วยชั้นต่างๆ ดังภาพที่ 2.3-5



ภาพที่ 2.3-5 โครงสร้างของดินชั้นต่างๆ
(ที่มา : ดัดแปลงจาก Clarke , 1954 หน้า 82)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินแต่ละท้องที่อาจมีจำนวนชั้นไม่ครบตามแผนภาพข้างต้น เนื่องจากมีความแตกต่างกันของสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสภาพทางกายภาพ ทุ่งหญ้ามีชั้นของผิวดินหนาที่สุด แต่ชั้นของแร่ธาตุอาหารไม่หนานัก ส่วนป่าผลัดใบและป่าสนมีชั้นผิวดินบางกว่า



ภาพที่ 2.3-6 องค์ประกอบของดิน (คิดค่าเป็นน้ำหนักแห้ง)

(ที่มา : Odum , 1971 หน้า 371)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ป่าไม้ชนิดต่างๆในประเทศไทย

ป่าไม้ในประเทศไทยมีหลายชนิด ซึ่งอาจแบ่งเป็นประเภทใหญ่แล้วจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

ก.ป่าประเภทผลัดใบ ได้แก่ ป่าซึ่งประกอบด้วยพันธุ์ไม้ส่วนใหญ่ที่มักจะผลัดใบพร้อมๆ กันในฤดูแล้ง ใบไม้ที่ร่วงหล่นและไม้ล้มลุกที่คลุมอยู่ตามพื้นดิน มักจะกลายเป็นเชื้อเพลิงก่อให้เกิดไฟไหม้ลุกลามเป็นไฟป่าอย่างกว้างขวางในป่าประเภทนี้เสมอ แต่เมื่อย่างเข้าหน้าฝนต้นไม้ต่างๆก็จะออกดอกออกใบและไม้ชั้นล่างก็จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วทำให้ป่าดูเขียวชอุ่มเช่นเดิม ป่าซึ่งจัดอยู่ในประเภทนี้ได้แก่ ป่าแดงและป่าเบญจพรรณ

ข.ป่าประเภทไม่ผลัดใบ ได้แก่ ป่าซึ่งปรากฏเห็นเขียวชอุ่มตลอดปี แม้พรรณไม้ชนิดต่างๆที่ขึ้นอยู่จะมีการทิ้งใบตามธรรมชาติ แต่ก็เป็นการทะยอยร่วงหล่นและเกิดใหม่ขึ้นมาทดแทนอยู่ตลอดเวลา ไม่เห็นความแตกต่างเหมือนป่าประเภทผลัดใบ ป่าไม้ชนิดสำคัญที่จัดเป็นป่าประเภทนี้ได้แก่ ป่าดงดิบ ป่าดงดิบเขา ป่าสนเขา ป่าชายเลน และป่าพรุ

ป่าแดง(Dry Deciduous Dipterocraps Forest)

ป่าชนิดนี้มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปหลายชื่อตามความนิยมของแต่ละท้องถิ่น เช่น ป่าเต็งรัง ป่าแพะ ป่าโคก เกิดอยู่แทบทุกภาคของประเทศไทยยกเว้นเฉพาะภาคใต้ ป่าแดงมักจะเกิดขึ้นในบริเวณที่ดินไม่ค่อยจะสมบูรณ์หน้าดินตื้น ตามภูเขาในภาคเหนือ และยอดเนินหรือโคกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งจะเป็นทรายจัด ต้นไม้ที่ขึ้นอยู่แม้จะมีทุกขนาด แต่ส่วนใหญ่จะเป็นไม้ขนาดกลางและขนาดเล็กที่แคะแกรน ยกเว้นบางตอนซึ่งมีหน้าดินหนาและไม้ถูกรบกวนมากนัก จึงจะมีไม้ขนาดใหญ่ผสมอยู่มากขึ้น ป่าชนิดนี้จึงมีลักษณะค่อนข้างโปร่ง และเกิดไฟไหม้ป่าในหน้าแล้งเป็นประจำ

แม้ว่าป่าแดงจะประกอบด้วยพันธุ์ไม้ผลัดใบเป็นส่วนใหญ่และเกิดไฟป่าในหน้าแล้ง จึงให้ประโยชน์ในแง่ของการรักษาต้นน้ำลำธารไม่ดีเท่าที่ควร แต่ป่าแดงก็สามารถอำนวยประโยชน์ให้แก่สัตว์ป่าอย่างยิ่ง และเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยสำคัญของละองหรือละมั่ง เนื้อทราย เก้ง กวาง วัวแดง กระต่ายป่า และนกป่าหลายชนิด เช่น นกแก้ว นกขุนทอง และนกหัวขวานชนิดต่างๆ

ป่าเบญจพรรณ(Mixed Deciduous Forest)

บางครั้งเรียกป่าเบญจพรรณว่า ป่าผลัดใบผสม เนื่องจากเป็นป่าที่มีไม้ชนิดต่างๆขึ้นอยู่มากและส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไม้ชนิดผลัดใบ แม้ว่าป่าเบญจพรรณจะมีลักษะค่อนข้างโปร่งในหน้าแล้ง และเกิดไฟป่าลุกไหม้เช่นเดียวกับป่าแดง แต่โดยที่ป่าชนิดนี้มักจะเกิดตามเนินเขา ซึ่งส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทรายหน้าดินลึกและมีความอุดมสมบูรณ์กว่าบริเวณป่าแดง ต้นไม้ที่ขึ้นอยู่จึงมีขนาดใหญ่และขนาดกลางหลายชนิด ทำให้ป่าดูแน่นทึบและเขียวชอุ่มในฤดูฝน ดูไม่แตกต่างกับป่าดงดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ไม้ที่สำคัญได้แก่ สัก ประดู่ แดง มะค่าโมง ตะแบก เสลา อ้อยช้าง ลมพง ส้าน พยุง ชังชัน ฯลฯ และมักจะมีไม้ไผ่ชนิดต่างๆ เช่น ไผ่ป่า ไผ่บง ไผ่ซาง ไผ่รวก ไผ่ไร่ ขึ้นอยู่ผสมกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป

ป่าเบญจพรรณในภาคเหนือมักจะมีไม้สักซึ่งเป็นไม้มีค่าขึ้นอยู่ทั่วไป ไม้สักที่ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติเหล่านี้มีการกระจายพันธุ์ลงมาถึงจังหวัดกาญจนบุรีในภาคกลาง ส่วนภาคอื่นๆ มีป่าเบญจพรรณไม่มากนัก ส่วนใหญ่จะผสมอยู่กับป่าแดง เนื่องจากเป็นป่าประเภทผลัดใบด้วยกัน

สัตว์ป่าที่ชอบอาศัยอยู่ตามป่าเบญจพรรณได้แก่ ละองหรือละมั่ง เก้ง กวาง เนื้อทราย ช้างป่า กระทิง วัวแดง เสือโคร่ง เสือดาว หมูป่า ลิง ชะนี หมีควาย ค่าง นกยูง ไก่ป่า ไก่ฟ้าหลังเทา นกแก้ว นกขุนทอง และสัตว์อื่นๆอีกหลายชนิด

ป่าดงดิบ (Tropical Evergreen Forest)

ป่าดงดิบ พบอยู่ทั่วไปทุกภูมิภาคของประเทศไทย ที่มีมากที่สุดได้แก่ ภาคใต้และภาคตะวันออกในแถบจังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด เนื่องจากบริเวณนี้มีฝนตกชุกและมีความชุ่มชื้นมาก ในภาคอื่นป่าดงดิบมักเกิดอยู่ตามบริเวณที่มีอากาศชุ่มชื้นมากๆ เช่น ตามหุบเขา ริมแม่น้ำ ลำธาร และใกล้แหล่งน้ำต่างๆ

ลักษณะของป่าดงดิบโดยทั่วไป มักรกทึบด้วยพันธุ์ไม้ขนาดต่างๆ ทั้งขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก ขึ้นเบียดเสียดกันอยู่ และมีเถาวัลย์หรือไม้เลื้อยขึ้นยึดโยงหรือปกคลุมโดยทั่วไป มองดูเขียวชอุ่มตลอดปี ป่าชนิดนี้มีความชื้นสูง โดยเฉพาะในภาคใต้หรือภาคตะวันออกซึ่งมีฝนตกมาก พื้นดินในป่าค่อนข้างจะชื้นแฉะอยู่แทบตลอดปี จัดเป็นป่าดงดิบชื้น ส่วนป่าดงดิบที่ขึ้นอยู่ตามภาคตะวันออกเฉียงเหนือหรือภาคเหนือ มีปริมาณความชื้นน้อยกว่า พันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่อาจเปลี่ยนแปลงไปได้เล็กน้อย และอาจมีพันธุ์ไม้ผลัดใบขึ้นแซมอยู่บ้าง จัดเป็นป่าดงดิบแล้ง

ชนิดพันธุ์ไม้ที่สำคัญและมีค่าในทางเศรษฐกิจซึ่งเกิดในป่าดงดิบมีมากมายหลายชนิด เช่น ยาง ตะเคียน กะบาก เคี่ยม จำปาป่า หลุมพอ มะหาด มะม่วงป่า มะยมป่า ตาเสือ ฯลฯ นอกจากนั้นมีพืชพันธุ์อื่นๆขึ้นอยู่ตามพื้นป่า เช่น ไผ่บง ไผ่หก ระกำ กระวาน หวายชนิดต่างๆ และพืชชั้นต่ำอื่นๆอีกมากมาย

ป่าดงดิบเป็นป่าที่มีคุณค่ามากในทุกด้าน นอกจากจะให้ผลผลิตในรูปไม้และของป่าที่มีราคาแล้ว ป่าดงดิบยังช่วยรักษาต้นน้ำลำธารและดุลย์ธรรมชาติด้วย แต่ในขณะเดียวกันป่าดงดิบก็ถูกทำลายไปมากกว่าป่าชนิดอื่นๆจนปัจจุบันนี้แทบจะไม่มีป่าดงดิบต่ำ ซึ่งเกิดบนที่ราบเหลืออยู่อีกแล้ว หากป่าดงดิบที่เกิดตามเชิงเขาและบนเขาถูกทำลายไปอีกก็จะส่งผลกระทบต่อแหล่งต้นน้ำลำธารและสภาพแวดล้อมโดยรวมยิ่งขึ้น

สัตว์ป่าซึ่งมักจะอาศัยอยู่ตามป่าดงดิบได้แก่ แรด กระซู่ ช้างป่า กระทิง เสือโคร่ง เสือดาวหรือเสือดำ เสือลายเมฆ เลียงผา กวาง เก้ง กระจง หมี ชะนี เม่น ไก่ฟ้า นกหว้า นกแว่น นกชนหิน นกเงือกชนิดต่างๆ และนกป่าอื่นๆอีกหลายชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป่าดงดิบเขา (Hill Evergreen Foresrt)

ป่าดงดิบเขา เป็นป่าดงดิบอีกชนิดหนึ่งซึ่งตามปกติมักจะเกิดขึ้นบนพื้นที่ ซึ่งมีระดับความสูงจากน้ำทะเลตั้งแต่ประมาณ 1000 เมตรขึ้นไป สภาพป่ามองดูเขียวชอุ่มตลอดปี และมีต้นไม้ขึ้นอยู่หนาแน่นเกือบเท่าป่าดงดิบชื้น ป่าชนิดนี้จึงมีมากทางภาคเหนือ ส่วนภาคอื่นๆมักปรากฏตามเทือกเขาสูงๆ เช่น ป่าภูหลวง จังหวัดเลย ป่าเขาใหญ่ จังหวัดนครนายก ป่าเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช

บริเวณป่าดงดิบเขาบางแห่งเป็นที่สันหรือยอดเขาซึ่งเกิดการชะล้างสูง ดินมีความอุดมสมบูรณ์น้อย ลงก็มักมีไม้สนเขาขึ้นอยู่ปะปนทั้งสนสามใบและสนสองใบ บางทีขึ้นอยู่เฉพาะสนเขาล้วนๆเป็นป่าผืนใหญ่เรียกป่านี้ว่า ป่าสนเขา (Pine Forest) ซึ่งมีลักษณะค่อนข้างโปร่ง ไม้พื้นล่างของป่าสนเขามักเป็นพวกผักกูดและกล้วยไม้ดิน หญ้าชนิดต่างๆ ป่าสนเขาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเกิดขึ้นได้ในระดับความสูงต่ำกว่าที่เกิดในภาคเหนือ

สัตว์ป่าที่พบตามป่าดงดิบเขา ได้แก่ เก้ง กวาง กระทิง ช้างป่า กวางผา หมูหริ่ง ไก่ฟ้าหลังขาว ไก่ฟ้าหางลายขวาง กะท่าง ฯลฯ หากป่าดงดิบเขาถูกทำลายนอกจากจะก่อให้เกิดไฟป่าลุกไหม้รุนแรง สัตว์ป่าและพืชป่าได้รับอันตรายถึงขั้นสูญพันธุ์แล้ว ยังเกิดผลกระทบต่อการรักษาต้นน้ำลำธารและสภาพแวดล้อมอีกด้วย

ป่าชายเลน (Mangrove Forest)

ป่าชายเลนบางที่เรียกว่า ป่าเลนน้ำเค็ม หรือป่าเลน ปรากตามชายฝั่งทะเล เกาะ หรือบริเวณปากแม่น้ำซึ่งมีตะกอนดินเลนทับถม และมีน้ำเค็มท่วมถึง มีมากตามชายทะเลภาคตะวันออกโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี ในภาคใต้มีอยู่ตามชายฝั่งทั้งสองด้าน ด้านตะวันออกปากฏอยู่เป็นหย่อมๆ ตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ไปจนถึงจังหวัดปัตตานี ส่วนชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกมีป่าชายเลนขึ้นอยู่หนาแน่น ตั้งแต่จังหวัดระนองไปจนถึงจังหวัดสตูล

พันธุ์ไม้ที่ประกอบกันเป็นป่าชายเลนมีเพียงไม่กี่ชนิด ตามริมทะเลมักจะเป็นพวกโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ ถัดเข้าไปจะเป็นพวกไม้แสม ประสัก ตะบูน โปรง รังกะแท้ ฝาด โดยทั่วไปแล้วป่าชายเลนจะมีพณไม้เหล่านี้ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น และไม่ค่อยมีวัชพืช แต่ตามชายฝั่งตอนในมักจะมีวัชพืชจำพวกเหงือกปลาหมอ ปรงทะเล หวายลิง เถาวัลย์และไม้ล้มลุกอื่นๆ ปรากฏอยู่อย่างหนาแน่นขึ้น

สัตว์ป่าที่พบในป่าชายเลน ส่วนใหญ่เป็นนกชายเลนและนกน้ำ เช่นนกทะเลขาแดง นกหัวโตชนิดต่างๆ นกยาง นกกินเปรี้ยว นกกระปูด ส่วนสัตว์อื่นๆที่พบได้แก่ ลิงแสม เสือปลา อีเห็น ฟังฟอน ฯลฯ

ป่าชายเลน จัดเป็นป่าที่ให้ผลผลิตสูงทั้งทางด้านป่าไม้และประมง ไม้โกงกางให้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจได้รวดเร็วและไม้ชนิดอื่นๆก็นำไปใช้ประโยชน์ได้แทบทั้งหมด ป่ามีการฟื้นตัวเร็ว เนื่องจากมีกาสะสมอาหารและแร่ธาตุอยู่อย่างสม่ำเสมอ ระบบนิเวศของป่าชายเลนช่วยเกื้อกูลต่อการดำรงชีวิตของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัตว์น้ำนานาชนิด วงจรชีวิตของสัตว์น้ำเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กับป่าชายเลนทั้งในด้านเป็นที่อยู่อาศัย แหล่งเพาะพันธุ์ และการเจริญเติบโต หากป่าชายเลนถูกทำลายไป สัตว์น้ำก็จะพลอยมีจำนวนน้อยลงด้วย

ป่าพรุ (Swamp Forest)

ป่าพรุ เป็นป่าซึ่งประกอบด้วย ไม้ไม่ผลัดใบอีกแบบหนึ่ง เกิดจากอิทธิพลของสภาพพื้นดินที่มีน้ำจืดท่วมขังนานๆทำให้เกิดสังคมพืชป่าพรุขึ้น ป่าพุที่แท้จริงปัจจุบันนี้มีเหลืออยู่เพียงไม่กี่แห่ง ที่ยังคงสภาพเป็นป่าพรุดั้งเดมอยู่คือ ป่าพุโต๊ะแดง จังหวัดนาธิวาส ซึ่งสภาพป่ายังคงแน่นทึบด้วยไม้ขนาดต่างๆ ขึ้นอยู่บนพื้นดินที่เกิดจากการทับถมของซากผุพังของพืชพรรณมาเป็นเวลานานเกิดเป็นดินพรุ (Peat and Muck Soil) ที่มีการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุยังไม่สมบูรณ์ อยู่บนชั้นดินที่เป็นดินเหนียวปนทราย เมื่อป่าพุดั้งเดิมถูกทำลายไป ดินพรุก็จะเกิดการยุบตัวและสลายหรือถูกชะล้างไปตามเวลา ขณะเดียวกันก็จะเกิดพันธุ์ไม้ชนิดใหม่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไม้เสม็ดเข้ามาแทนที่กลายเป็นป่าพรุอีกแบบหนึ่ง

พันธุ์ไม้พรุดั้งเดิมส่วนใหญ่ได้แก่ ตังหน ทุเรียนนก อ้ายบ่าว ทองบึ้ง เทียะ ขี้หนอน ชมพู่ป่า ไทหว้า ส่วนไม้ชั้นล่างจะเป็นพวก หวายตะคร้าทอง หมากแดง เต่าร้าง หลุมพี เตย และเฟิร์นชนิดต่างๆ เมื่อป่าพรุดั้งเดิมเปลี่ยนสภาพไปแล้ว พันธุ์ไม้ที่เข่ามาแทนที่ก็จะเป็นพวกเสม็ด อินทนิลน้ำ กุ่มน้ำ จิกน้ำ และไม้พื้นล่างประกอบด้วย กก และหญ้าชนิดต่างๆ เช่น ป่าพรุที่ทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง

สัตว์ป่าส่วนใหญ่ที่พบมากตามป่าพรุมักเป็นนกน้ำชนิดต่างๆ เช่น นกยาง นกกระสา นกกาน้ำ นกเป็ดน้ำ นกบั้งรอก นกตบยุง นกเงือก นกกวัก ฯลฯ สัตว์อื่นๆที่มักพบตามป่าพรุได้แก่ จรเข้ นาก เสือปลา ลิงแสม ค่าง และสัตว์เลื้อยคลานชนิดอื่นๆ

ป่าพรุให้คุประโยชน์ไม่น้อยไปกว่าป่าชนิดอื่นๆ ทั้งในแง่ประโยชน์ในด้านเศรษฐกิจ คือ เนื้อไม้ใช้ในการก่อสร้างและของป่าสำหรับนำไปจำหน่าย เช่น ผลหลุมพี หวาย และน้ำผึ้ง เป็น แหล่งเก็บกักน้ำจืดขนาดใหญ่สำหรับการเกษตรกรรม และที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า ตลอดจนปลาชนิดต่างๆ นอกจากนี้แล้ว ป่าพรุยังเป็นแหล่งพันธุกรรมของพันธุ์ไม้ที่หายากและมีราคาแพงอีกหลายชนิดในประเทศไทย เช่น หวายตะคร้าทอง หมากแดง หมากงาช้าง รัศมีเงินและริ้วเงิน อีกด้วย

นอกจากนี้แล้ว ประเทศไทยยังมีป่าชายหาด ซึ่งปรากฏอยู่ตามหาดทรายชายทะเล ตามทฝั่งดิน และชายเขาริมทะเล มีพันธุ์ไม้จำพวกสนทะเล หูกวาง กระทิง ตีนเป็ดทะเล เป็นไม้ชนิดสำคัญ แต่ปัจจุบันนี้ป่าชายหาดได้ถูกบุกรุก แผ้วถาง หรือพัฒนาเป็นที่อยู่อาศัย และแหล่งท่องเที่ยว จนแทบไม่เหลือเป็นสภาพป่าอีกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4นิเวศวิทยาแหล่งน้ำจืด(Fresh Water Ecology)

2.4.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกาดำรงชีวิตในแหล่งน้ำจืด

1.อุณหภูมิ

อุณหภูมิของแหล่งน้ำจืดโดยทั่วไป โดยเฉพาะในเขตร้อนค่อนข้างคงที่ จึงพบสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆแทบทุกระดับความลึกของน้ำ ด้วยเหตุที่อุณหภูมิค่อนข้างคงที่เช่นนี้ สิ่งมีชีวิตในน้ำจึงทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้น้อย ดังนั้นอุณหภูมิจึงจัดเป็นปัจจัยจำกัดที่สำคัญของแหล่งน้ำ โดยเฉพาะแหล่งน้ำในเขตอบอุ่น ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตลอดฤดูกาล

2.กระแสน้ำ

กระแสน้ำมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพต่างๆของแหล่งน้ำ เช่น เป็นตังการพัดพาตะกอนมาทับถมรวมกันทำให้เกิดความขุนของน้ำ กระแสน้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อการแพร่กระจายสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

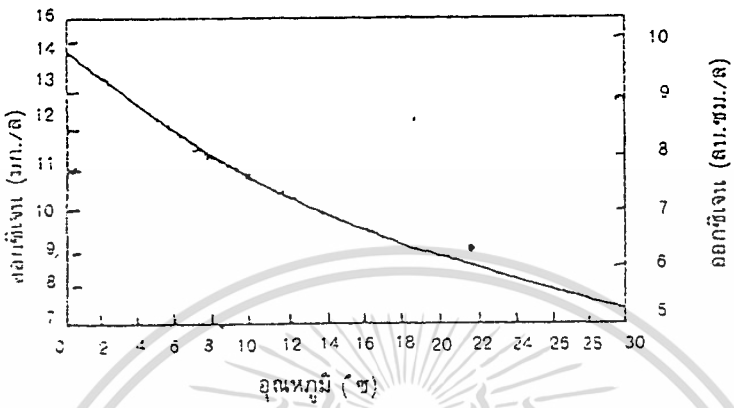
3.ความขุ่นใสของน้ำ

ความขุ่นใสมีผลต่อปริมาณแสงที่ส่องลงสู่แหล่งน้ำ อนุภาคดินเหนียวและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ล่องลอยในน้ำเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้น้ำเกิดความขุ่น

4.แก๊สที่ละลายในน้ำ

แก๊สออกซิเจนที่ละลายในแหล่งน้ำมีปริมาณแตกต่างกันตามแหล่งกำเนิดออกซิเจนในน้ำ เช่น ปริมาณของแสงที่ส่องลงสู่แหล่งน้ำ แสงมีความสำคัญต่อการสังเคราะห์แสง ผลจากการสังเคราะห์แสงทำให้ได้แก๊สออกซิเจน ดังนั้นปริมาณแก๊สออกซิเจนในเวลากลางวันจึงสูงกว่าเวลากลางคืน นอกจากแสงแล้วปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำได้แก่ กะแสน้ำ อุณหภูมิ ความขุ่นใสของน้ำ แหล่งน้ำที่ไหลเชี่ยวจะรับออกซิเจนได้มากกว่าแหล่งน้ำนิ่ง ณ ที่ความดัน 1 บรรยากาศเท่ากัน อัตราการรับออกซิเจนของแหล่งน้ำจะแตกต่างกันถ้าอุณหภูมิต่างกันคือ ที่อุณหภูมิ 5 ซ น้ำ 1 ลิตร รับออกซิเจนได้ 9 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลิตร ในขณะที่อุณหภูมิเพิ่มเป็น 22 ซ จะรับได้เพียง 6 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อลิตรเท่านั้น ดังภาพที่ 2.4-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4-1 ความสามารถในการรับออกซิเจนของน้ำ ณ อุณหภูมิต่างๆ
ณ ที่ความดันปกติ (760 มม.ปรอท)
(ที่มา Brown , 1971 หน้า 134)

สำหรับการขาดออกซิเจนในแหล่งน้ำ เกิดได้หลายสาเหตุ เช่น เกิดการขาดในชั้นของไฮโปลิมเนียมของแหล่งน้ำเขตอบอุ่น หรืออาจเกิดเนื่องจากการปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำในปริมาณมากเกินกว่าที่แหล่งน้ำจะรับไว้ได้ หรือเนื่องมาจากมีวัตถุที่กำลังเน่าเปื่อยสลายตัวอยู่มาก เป็นต้น

2.4.2 สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำจืด

1.แบ่งตามลักษณะการถ่ายทอดพลังงานและสารอาหาร

1.1 ผู้ผลิตได้แก่ แพลงก์ตอนพืช สาหร่าย พืชดอก จุลินทรีย์ที่มีหน้าที่สังเคราะห์เคมี

1.2 ผู้บริโภค ผู้บริโภคอันดับแรกได้แก่ แพลงก์สัตว์ แมลงต่าง และสัตว์กินเศษอินทรีย์ ผู้บริโภคอันดับสอง ได้แก่ ปลา กบ แล้วเรียงลำดับสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามขั้นการบริโภค

1.3ผู้ย่อยอินทรีย์สาร ได้แก่ แบคทีเรีย เห็ด รา แบคทีเรียที่เป็นสายคล้ายรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.แบ่งตามแหล่งที่อยู่อาศัย

2.1 สิ่งมีชีวิตหน้าดิน(benthos) คือ สิ่งมีชีวิตที่เกาะหรือพักอาศัยตามท้องน้ำ หรือฝังตัวในตะกอนท้องน้ำ แบ่งชนิดย่อยตามลักษณะการกินอาหารได้ดังนี้

ก.พวกที่กินโดยการกรอง(filter feeders) ได้แก่ หอยสองกาบ

ข.พวกที่กินเศษอินทรีย์(deposit feeders) ได้แก่ หอยกาบเดียวชนิดต่างๆ

2.2 พวกที่เกาะหรือแขวนตัวอยู่ตามต้นไม้ หือใบไม้ ในน้ำ (periphyton) เช่น ไดอะตอม แอลจี โรติเฟอร์

2.3 แพลงก์ตอน(plankton) เป็นพวกที่ลอยตัวอยู่ในน้ำหรือลอยตัวตามกรระแสน้ำ มีขนาดเล็กมาก

2.4 พวกที่ว่ายน้ำอิสระ(nekton) ว่ายน้ำได้รวดเร็ว แข็งแรง เช่น ปลา แมลงต่างๆ เป็นต้น

2.5พวกที่ลอยตัวที่ผิวน้ำ(neuston) ได้แก่ สิ่งที่มีชีวิตที่ว่ายน้ำหรือพักตัวตามผิวน้ำ เช่น จิงโจ้น้ำ และพืชที่ลอยหน้าน้ำ ได้แก่ จอก แหน ไข่น้ำ

2.4.3 ชนิดของชุมชนแหล่งน้ำจืด

แมคนอตัน และวูลฟ์ (Mc. Naughton & Wolf , 1973) แบ่งชีวนิเวศแหล่งน้ำจืดไว้ดังนี้

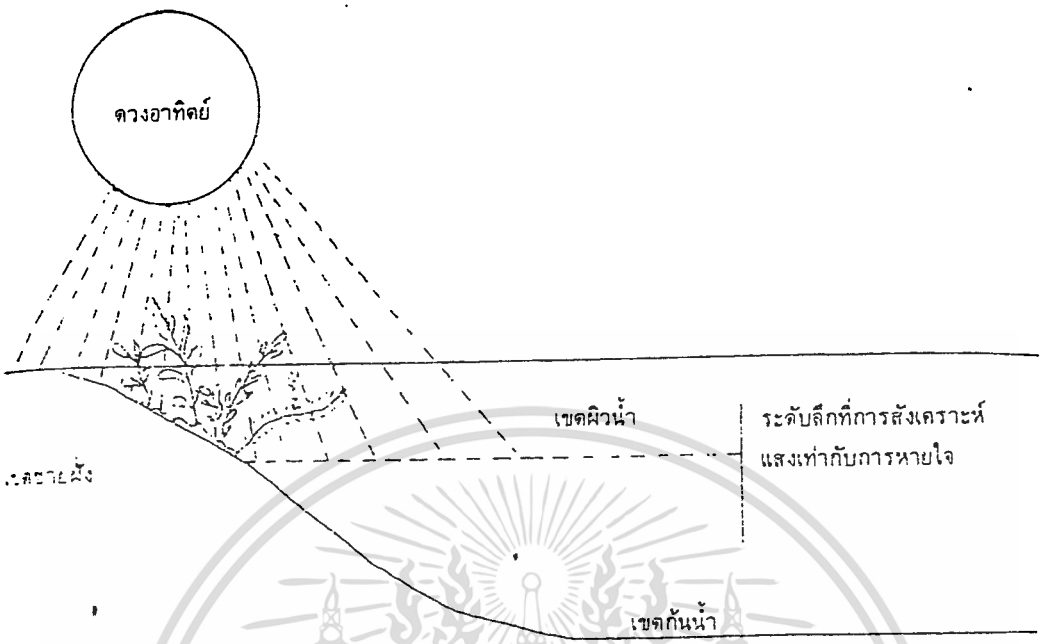
1.แหล่งน้ำนิ่ง(lentc community) ได้แก่ บึง สระน้ำ ทะเลสาบ แบ่งออกเป็น 3 เขต คือ

1.1 เขตชายฝั่ง(littoral zone) เป็นบริเวณรอบๆแหล่งน้ำแสงส่องได้ถึงก้นน้ำ

1.2 เขตผิวน้ำหรือเขตกลางน้ำ(limnetic zone) นับจากชายฝั่งเข้ามาจนถึงระดับลึกที่แสงส่องถึง มีความเข้มของแสงประมาณ 1% ของแสงจากดวงอาทิตย์ ที่ระดับนี้อัตราการสังเคราะห์แสงมีค่าเท่ากับอัตราการหายใจ ในแหล่งน้ำขนาดเล็ก หรือแหล่งน้ำตื้นๆจะไม่ปรากฏเขตนี้เลย

1.3 เขตก้นน้ำ(profundal zone) อยู่ต่อจากเขตคอมเพนเซชั่น ไปจนถึงหน้าดินของพื้นท้องน้ำ กล่าวได้ว่า แหล่งน้ำขนาดเล็กจะไม่มีเขตที่สามนี้ แสงส่องไม่ถึง จึงไม่มีผู้ผลิตเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4-2 การแบ่งอาณาเขตของแหล่งน้ำนิ่ง

(ที่มา Odum , 1971 หน้า 301)

2.แหล่งน้ำไหล(lotic community) ได้แก่ แม่น้ำ ลำธาร น้ำตก โครงสร้างของชุมชนน้ำไหลขึ้นกับความเร็วของกระแสน้ำ ชุมชนชนิดนี้จึงแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 เขตที่มีกระแสน้ำไหลเชี่ยว(rapid zone) เป็นเขตที่กระแสน้ำไหลแรง จึงไม่มีตะกอนสะสมใต้น้ำ

2.2 เขตน้ำไหลเอื่อย(pool zone) เป็นช่วงที่มีความลึก ความเร็วของกระแสน้ำลดลง อนุภาคต่างๆจึงตกตะกอนทับถมกันหนาแน่นในเขตนี้

แหล่งน้ำทั้งสองเขตมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในด้านการหมุนเวียนของพลังงานและสารอาหาร คือ ในเขตน้ำเชี่ยว มีอัตราการผลิตสูงเนื่องจากมีผู้ผลิตที่สามารถยึดเกาะกับวัตถุในน้ำเป็นจำนวนมาก

ส่วนเขตน้ำไหลเอื่อย เป็นเขตที่มีการทับถมซากสิ่งมีชีวิต และมีกระบวนการย่อยสลายธาตุอาหารเพื่อเวียนกลับไปใช้ในผู้ผลิตในเขตน้ำไหลเชี่ยวอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 สภาพทางกายภาพและแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล

1.กระแสน้ำ ความเร็วของกระแสน้ำมีความแตกต่างกันเนื่องจากความลึกของแหล่งน้ำ ความกว้างของก้นน้ำ และความต่างระดับของผิวน้ำ

แม่น้ำลำธารที่มีขนาดใหญ่และลึก ความเร็วของกระแสน้ำอาจลดลงมากจนเกือบเป็นน้ำนิ่งส่วนกระแสคลื่นที่ชายหาดหรือที่ชายฝั่งทะเลสาบอาจรุนแรงกว่าแม่น้ำลำธารบางแห่ง ด้วยเหตุนี้ สิ่งมีชีวิตที่พบทั่วไปในน้ำนิ่ง อาจพบในแหล่งน้ำไหลบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลเอื่อยก็ได้ ทำนองเดียวกันสิ่งมีชีวิตในเขตน้ำไหลเอื่อย ก็อาจพบในเขตที่มีคลื่นแรงของแหล่งน้ำนิ่งก็ได้

แต่อย่างไรก็ตาม กระแสน้ำก็ยังคงเป็นปัจจัยจัดให้เกิดความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหล

2.ปริมาณออกซิเจน ในแหล่งน้ำไหลปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีมากกว่าเขตน้ำนิ่ง เพราะมีการเคลื่อนไหวเป็นประจำ ผิวน้ำจึงสัมผัสกับออกซิเจนได้มากกว่า สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำไหลมากกว่าเขตน้ำนิ่ง

3.การและเปลี่ยนพลังงานกับชุมชนอื่น โดยทั่วไปแล้วแหล่งน้ำไหลมีส่วนเชื่อมต่อกับชุมชนอื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งชุมชนบนบก จึงมีการแลกเปลี่ยนพลังงานกับชุมชนข้างเคียงได้มากกว่าแหล่งน้ำนิ่ง ในทำนองเดียวกันก็มีโอกาสสูญเสียพลังงานให้แก่ชุมชนข้างเคียงได้มากกว่า เช่น มีการย้ายที่อยู่ของตัวอ่อนแมลงจากแหล่งน้ำไปอยู่บนบกเมื่อเป็นตัวเต็มวัย หรือผู้บริโภคจากแหล่งอื่นเข้ามาหากินในลำธารเป็นครั้งคราว เป็นต้น

2.4.5 ตัวอย่างชุมชนน้ำนิ่งและน้ำไหล

1.สระน้ำและทะเลสาบ(ponds and lakes)

น้ำภายในสระและทะเลสาบ มีการหมุนเวียนเฉพาะภายในสระหรือทะเลสาบเอง ขนาดของทะเลสาบมีตั้งแต่ประมาณ 2-3 ฟุต จนถึงขนาดเท่าทะเล ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการดำเนินชีวิตในแหล่งน้ำดังกล่าว ได้แก่ อุณหภูมิ แสง ความลึก และคุณภาพของน้ำ สิ่งมีชีวิตภายในแหล่งน้ำมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดดังในภาพที่ 2.4.5-1

สระและทะเลสาบเป็นระบบนิเวศแบบปิด ชุมชนแหล่งน้ำชนิดนี้จึงเป็นชุมชนที่อุดมสมบูรณ์พืชเจริญเติบโตได้เร็ว แต่มักอ่อนแอต่อสภาพแวดล้อม เช่น ภาวะมลพิษ ถ้าหากมีการซึมซับของสารอาหารหรือปุ๋ยจากบริเวณข้างเคียง เข้าสู่สระ หรือทะเลสาบมากเกินไป จะทำให้เกิดภาวะยูโทรฟิเคชั่นอย่างรวดเร็ว สภาวะความเน่าเสียจะเกิดตามมา และเนื่องจากมีปัจจัยที่ช่วยให้สิ่งมีชีวิตเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงแทนที่จึงเกิดได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทะเลสาบมีความลึกและขนาดแตกต่าง สำหรับทะเลสาบขนาดใหญ่สามารถแบ่งอาณาเขตได้เป็น 3 เขต แต่ละเขตมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแตกต่างกัน จึงเกิดชนิดของสิ่งมีชีวิตในแต่ละเขตแตกต่างกันไปด้วย(ดูหัวข้อเรื่องชุมชนน้ำนิ่ง:บทเดียวกัน)

การแบ่งทะเลสาบเป็นชนิดต่างๆแบ่งได้หลายวิธี เช่น แบ่งตามอุณหภูมิ และผลผลิต เรียกว่า ยูโทรฟิค(eutrophic) ทะเลสาบที่มีความลึกมาก หนาวเย็น ไม่มีผลผลิต เรียกว่า โอลิโกโทรฟิค(oligotrophic) ทะเลสาบชนิดโอลิโกโทรฟิคมีชั้นของไฮโปลิมเนียมกว้างกว่าอีพิลิมเนียม พืชที่จมน้ำมีจำนวนน้อย แพลงก์ตอนมีบ้าง แร่ธาตุและสารอาหารมีปริมาณต่ำ เช่น ทะเลสาบสุพีเรีย

2.ปากน้ำ(estuary)

เป็นบริเวณบรรจบกันระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็ม จึงจัดเป็นชุมชนเชื่อมต่อกันระหว่างสองชุมชนนี้ น้ำบริเวณนี้มีการผสมกันเป็นน้ำกร่อย ลักษณะเฉพาะและสำคัญของปากน้ำคือ

1.มีส่วนประกอบของน้ำคงที่ แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้บ้างตามกระแสน้ำขึ้นน้ำลง และตามการไหลของน้ำที่มาจากแผ่นดิน ความเค็มของน้ำมีค่าตั้งแต่1-3%

2.ปริมาณแร่ธาตุ มีในอัตราสูง เนื่องจากมีการสะสมของสารอินทรีย์ และสารเคมีจากการเกษตรกรรมบนแผ่นดิน

3.อุณหภูมิและกระแสน้ำเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล วัน และชั่วโมง

4.ปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์ เปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด

จากคุณสมบัติดังกล่าว ทำให้ปากน้ำเป็นแหล่งรองรับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และความไม่แน่นอนของสารอาหาร พืชและสัตว์ในบริเวณนี้มีความสามารถในการปรับตัวสูงเพื่อการอยู่รอด ต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาวะมลพิษจากแผ่นดินมาสะสม ณ บริเวณนี้ และต้องปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพดังได้กล่าวแล้วด้วย

เนื่องจากปริมาณแร่ธาตุ และสารอาหารมีมากมายในบริเวณปากน้ำ ปากน้ำจึงเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงตัวอ่อนของสัตว์ทะเลหลายชนิด พืชน้ำที่เป็นอาหารของสัตว์ทะเลมีมากมาย จึงทำให้เป็นแหล่งที่หากินของสัตว์ทะเลอย่างอุดมสมบูรณ์ อัตราการผลิตปฐมภูมิบริเวณปากน้ำจึงค่อนข้างสูง

3.แม่น้ำลำธาร

แม่น้ำลำธารเป็นตัวอย่างชุมชนแหล่งน้ำไหล มีโครงสร้างของระบบนิเวศอย่างง่ายๆ มีอัตราการไหลของน้ำค่อนข้างต่ำ ห่วงโซ่อาหารเป็นพวกสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่กินซากพืชและสัตว์เป็นอาหาร ผลผลิตในแม่น้ำลำธารอยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างต่ำ

คุณภาพของน้ำขึ้นกับแหล่งกำเนิด ถ้าบริเวณข้างเคียงมีความอุดมสมบูรณ์ เช่น ต้นกำเนิดของแม่น้ำลำธารมาจากบริเวณที่ทำการเกษตร น้ำในแหล่งน้ำจะมีความอุดมสมบูรณ์สูง แต่ถ้าหากบริเวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพของน้ำขึ้นกับแหล่งกำเนิด ถ้าบริเวณข้างเคียงมีความอุดมสมบูรณ์ เช่น ต้นกำเนิดของแม่น้ำลำธารมาจากบริเวณที่ทำการเกษตร น้ำในแหล่งน้ำจะมีความอุดมสมบูรณ์สูง แต่ถ้าหากบริเวณข้างเคียงมีสภาพเป็นกรด เช่น เป็น บริเวณที่ทำเหมือง น้ำในแหล่งน้ำจะมีสภาพเป็นกรดด้วย จำนวนของสิ่งมีชีวิตจะน้อย ผลผลิตมีอัตราต่ำ

ปัจจุบันปัญหาที่พบในแม่น้ำลำธารคือ ภาวะมลพิษของแหล่งน้ำ ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ และสารเคมีจากการเกษตรกรรม มักถูกปล่อยทิ้งลงสู่ท้องน้ำ ทำให้คุณภาพน้ำเสียไป โดยธรรมชาติแล้วแม่น้ำลำธารมีความสามารถปรับสภาพน้ำเน่าเสียให้กลับคืนได้เอง ยกเว้นแต่จะมีจำนวนสารมลพิษมากเกินกำลังการปรับตัวของแหล่งน้ำ น้ำนั้นก็จะกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ยาก

2.5 นิเวศวิทยาทางทะเล(Marine Ecology)

ทะเลและมหาสมุทร เป็นแหล่งสร้างอัตราการผลิตที่มีความสำคัญทางนิเวศวิทยาแหล่งหนึ่งของโลกนิเวศ นอกจากนั้นทรัพยากรธรรมชาติที่มีมูลค่ามหาศาล เช่น ทรัพยยากรเชื้อเพลิง และทรัพยากรสัตว์น้ำ ฯลฯ ล้วนแล้วด้มาจากท้องทะเลทั้งสิ้น สิ่งมีชีวิตในแต่ละเขตน่านน้ำมีความแตกต่างกันออกไปตามสภาพแวดล้อมของท้องทะเล แม้แต่ในบริเวณเดียวกันแต่คนละระดับความลึก สิ่งมีชีวิตก็มีความแตกต่างกันทั้งชนิดและจำนวน

2.5.1 <u>แหล่ง ที่อยู่อาศัยในทะเล</u> (Marine habitats)

บริวณที่เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในทะเล คือ ส่วนที่เป็นพื้นน้ำ (pelagic) และส่วนที่เป็นพื้นดิน (benthic) โดยแบ่งย่อยออกดังนี้

ก. เขตทะเลไหล่ทวีป (neritic zone) หมายถึง เขตน้ำตื้นเหนือไหล่ทวีป (continental shelf)

ข. เขตทะเลลึก (oceanic zone) เป็นเขตน่านน้ำที่อยู่ต่อจากเขตไหล่ทวีปออกไป แบ่งย่อยตามระดับความลึกได้ดังนี้

- เขตผิวน้ำจนถึงสุดเขตที่แสงส่องถึง (epipelagic zone) ลึกจากผิวน้ำลงไปประมาณ 200 เมตร แสงและอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงมาก กระแสน้ำไหลเร็ว

- เขตที่มีแสงน้อย (mesopelagic zone) ลึกประมาณ 200 -1,000 เมตร มีแสงน้อยมาก จนเกือบไม่มีเลย อุณหภูมิค่อนข้างคงที่ตลอดปี มีออกซิเจนละลายน้อย แต่มีไนเตรตและฟอสเฟตมาก

- เขตที่ไม่มีแสงเลย (bathypelagic zone) ลึก 1,000-4,000 เมตร แสงในบริวณนี้ถ้าหากมีจะเป็นแสงที่สิ่งมีชีวิตผลิตขึ้น (bioluninescence) เป็นระดับที่ความดันน้ำสูงมาก อุณหภูมิต่อและคงที่ตลอดเวลา

- เขตมืดสนิท (abyssopelagic zone) ลึกตั้งแต่ 4,000 เมตรลงไป หนาวเย็นมากความดันของน้ำสูงมากที่สุด อาหารมีน้อยมาก

- เขตลึกสุดของมหาสมุทร (hadopelagic zone) อยู่ในบริเวณหุบเหวทะเล

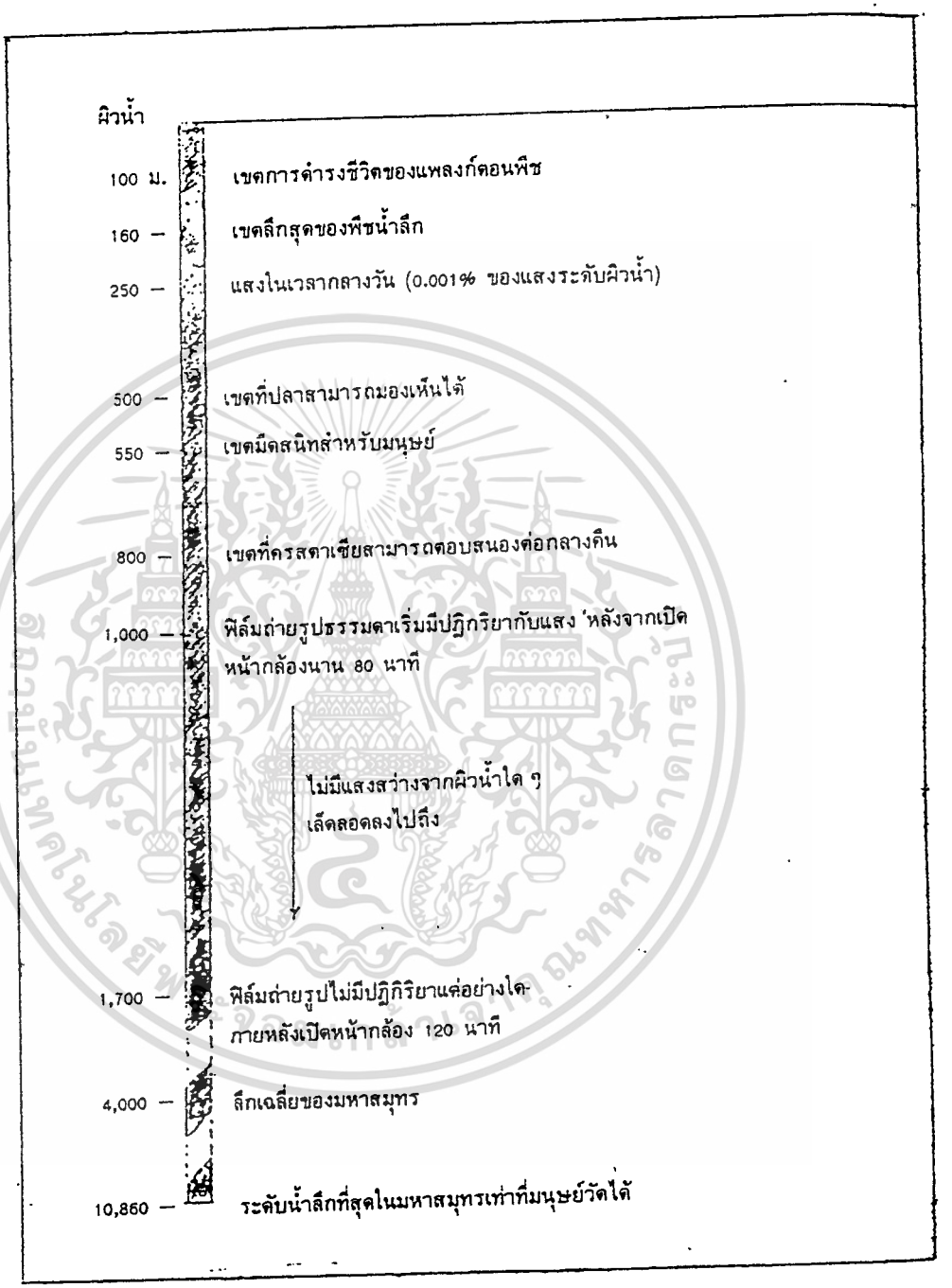
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5-1 เขตที่อยู่อาศัยส่วนที่เป็นน้ำและพื้นท้องทะเล

(ที่มา : Barnes & Hughes , 1982 หน้า 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5-2 ขอบเขตของแสงในแต่ละระดับความลึกของท้องทะเล

(ที่มา : Clarke , 1954 หน้า 240)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 <u>ส่วนที่เป็นพื้นดินใต้ทะเล</u> (benthic division) แบ่งเป็น 3 เขต คือ

ก. เขตชายฝั่งและเขตน้ำลง (littoral zone) เป็นเขตชายฝั่งเหนือระดับน้ำขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุด จำแนกย่อยออกเป็นเขตชายฝั่งตอนบน (supralittoral zone) ซึ่งเป็นเขตตั้งแต่น้ำขึ้นสูงสุดขึ้นไปบนฝั่งจนสุดเขตที่ละอองน้ำขึ้นถึงอีกเขตหนึ่ง คือ เขตน้ำขึ้นลง (littoral zone) เป็นเขตระหว่างน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุด

ข. เขตใต้ระดับน้ำขึ้นลง (sublittoral zone) เป็นเขตตั้งแต่น้ำลงต่ำสุดจนถึงสุดไหล่ทวีป

ค. เขตพื้นทะเลลึก (deep sea zone) อยู่ต่อจากเขตไหล่ทวีปลงไป แบ่งย่อยเป็น 3 เขต คือ

- เขตต่อจากไหล่ทวีปจนถึงระดับลึก 4,000 เมตร (bathybenthic)
- พื้นท้องทะเลในระดับลึกมากกว่า 4,000 เมตร (abyssobenthic)
- พื้นท้องทะเลบริเวณลึกที่สุด (hadobethic) ลึกตั้งแต่ 6,000 เมตรขึ้นไป

ถ้าใช้แสงเป็นเกณฑ์ การแบ่งเขตทะเลตามแนวดิ่งแบ่งได้ดังนี้

1. เขตที่มีแสงส่องถึง (photic zone) เป็นเขตจากผิวน้ำลงไปจนถึงระดับ 1,000 เมตร แบ่งย่อยได้เป็นสองเขต คือ

- เขตที่มีแสงเข้ม (euphotic zone) เป็นเขตที่มีความลึกนับจากผิวน้ำลงไป ประมาณ 100-200 เมตร มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ แพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายทะเลเจริญงอกงามดี
- เขตแสงสลัว (dysphotic zone) อยู่ถัดจากเขตแสงเข้มลงไปจนถึง 1,000 เมตร แสงที่ส่องลงมาเป็นแสงช่วงสั้น ไม่เหมาะแก่การดำรงชีวิตของผู้ผลิต

2. เขตที่แสงส่องไม่ถึง (aphotic zone) อยู่ถัดจากเขตแสงสลัวลงไปจนถึงก้นทะเล มืดทั้งกลางวันและกลางคืน ไม่มีผู้ผลิตอยู่เลย แบ่งย่อยได้ 2 เขต ดังนี้

- เขตที่อยู่ระดับลึก 1,000-2,000 เมตร (gathypelagic zone)
- เขตที่อยู่ถัดจากระดับ 4,000 เมตรจนถึงก้นทะเล (abyssopelagic zone)

2.5.3 <u>สิ่งมีชีวิตในทะเล</u>

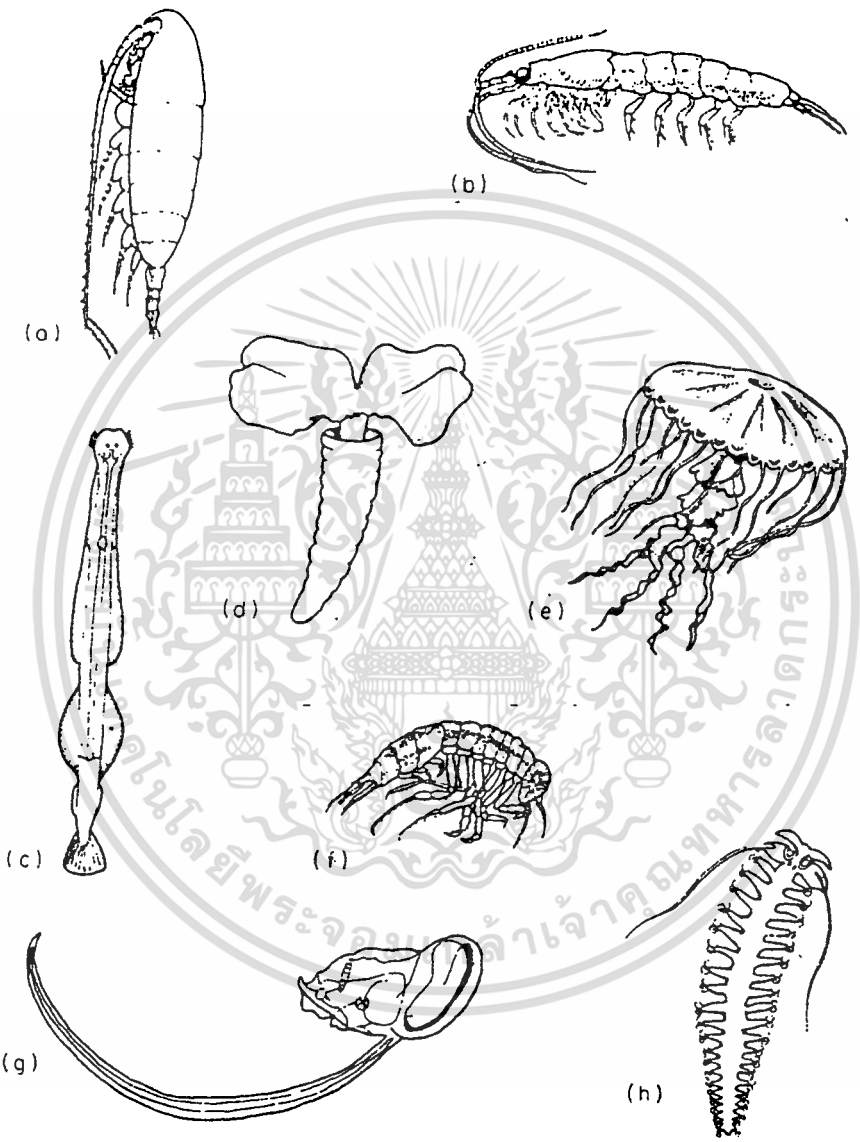
เนื่องจากทะเลมีความกว้างใหญ่ไพศาลมาก จึงมีทั้งพืชและสัตว์มากมายหลายชนิดอาศัยอยู่ในท้องทะเล บางชนิดอาจพบได้ในน้ำเค็มเท่านั้น แต่บางชนิดพบทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม พืชที่พบน้อยมากในทะเลคือ พืชมีดอก และมักขึ้นบริเวณชายฝั่ง

การจำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิตในทะเลตามแหล่งที่อยู่อาศัย จำแนกออกได้เป็นสองพวก คือ พวก ที่อาศัยในมวลน้ำ และอาศัยที่พื้นดินใต้ทะเล

1. พวกที่อาศัยอยู่ที่ผิวหน้าน้ำ (pleustic organims) ได้แก่ จิงโจ้น้ำเค็ม แมงกะพรุนไฟ สัตว์พวกนี้มีโครงสร้างที่ใช้ลอยตัว ได้อย่างดี เช่น มีถุงลมหรือมีทุ่นลอยภายในมีอากาศ ช่วยให้ลอยตัวหรือมีอากาศในกระเพาะเพื่อช่วยให้ตัวเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พวกที่อาศัยในมวลน้ำ (pelaguc organisms) ได้แก่ แพลงก์ตอนทุกชนิดและพวกที่ว่ายน้ำได้อย่างอิสระ เช่น ปูทะเล ปลา กุ้ง กั้ง ปลาหมึก เต่าทะเล และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งได้แก่ พะยูน แมวน้ำปลาวาฬ

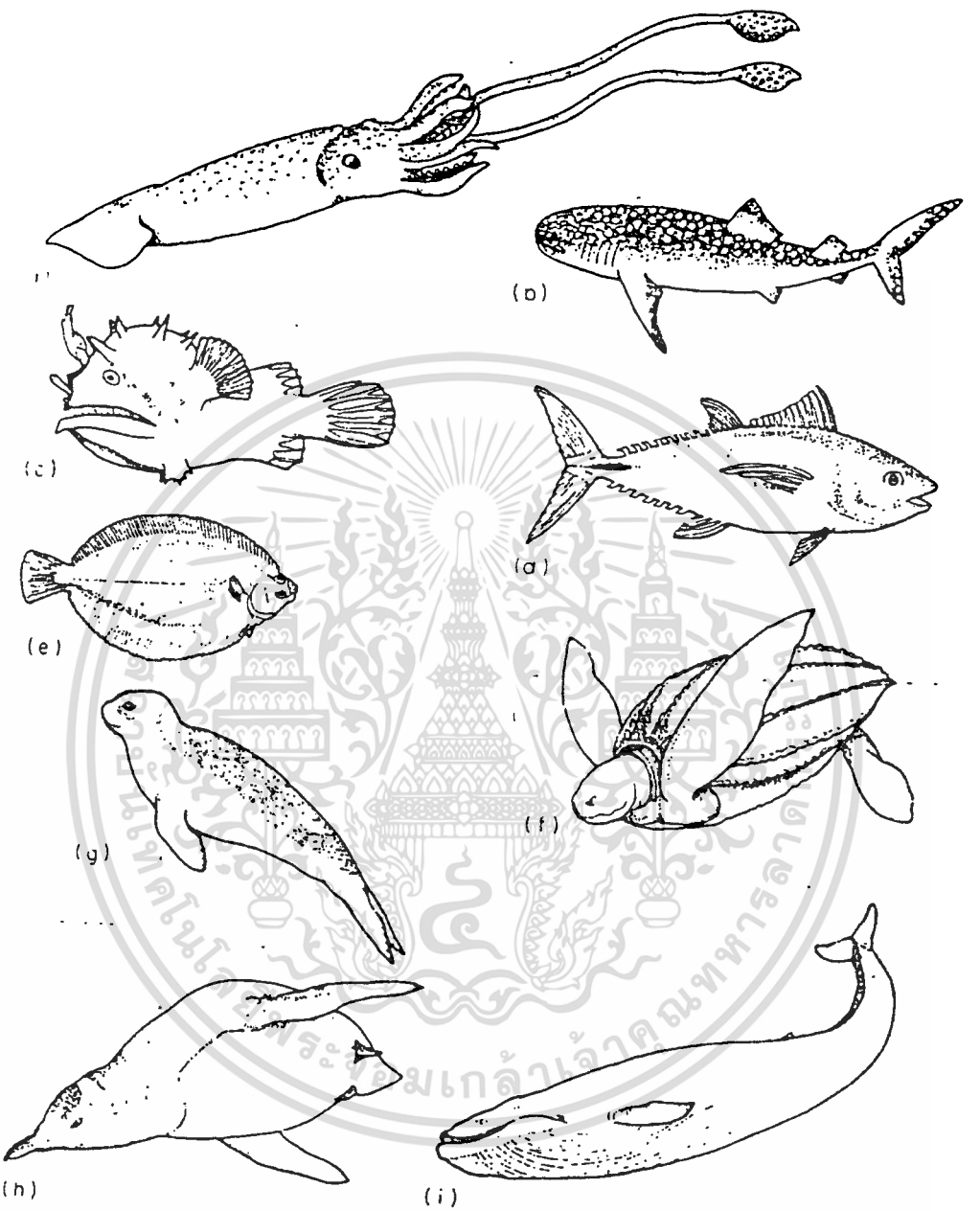


(a) copepod (b) cuphausid (c) หนอนธนู (Chaetognath) (d) pteropod (e) กระพรุน (jellyfish) (f) hyperiid amphipod (g) appendicularian และ (h) polychaete

ภาพที่ 2.5-3 ตัวอย่างที่อาศัยอยู่บนผิวน้ำ

(ที่มา :Barnes &Hughes, 1982 หน้า 19)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5-4 สัตว์ที่อาศัยในมวลน้ำ ว่ายน้ำเป็นอิสระในทะเล

(ที่มา Baunes & Hughes,1982 หน้า 26)

a) ปลาหมึก b) ปลาฉลาม c) ปลานักตกเบ็ด d) ปลาทูน่า e) ปลาซีกเดียว

f) เต่าทะเล g) แมวน้ำ h) นกเพ็นกวิน I) ปลาวาฬ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พวกที่อาศัยตามพื้นท้องทะเล (benthic organism) ได้แก่ พืชและสัตว์ที่อาศัยตามพื้นก้นทะเลส่วนใหญ่จะมีชุกชุมตามชายฝั่ง แต่จะกระจายทั่วไปจนถึงที่ราบก้นทะเล (abyssal plain) รวมทั้งในหุบเหวใต้ทะเลลึก สัตว์เหล่านี้แบ่งได้เป็นสองพวก

ก. พวกที่อยู่ผิวดิน (epifauna) อาศัยตามพื้นผิวที่เป็นโคลน ทราย โคลนปนทราย และหิน แบ่งย่อย ออกเป็น

- พวกที่เกาะนิ่ง (sessile organism) เป็นพวกที่ไม่มีการเคลื่อนที่ มีส่วนยึดติดแน่นกับพื้นผิว พวกที่เป็นพืชได้แก่ สาหร่ายทะเลสีเขียว แดง น้ำตาล สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ไดอะตอม พืชดอกพี่น้อง พืชเหล่านี้กระเกาะตามเขตที่มีแสงแนวชายฝั่งเท่านั้น สัตว์ที่เป็นพวกเกาะนิ่ง ได้แก่ เพรียงหิน หอยนางรม ฟองน้ำ

- พวกที่คืบคลาน (demersal organism) เป็นที่คืบคลานหากินตามพื้นดินได้แก่ ปู กุ้ง ดาวทะเล เม่นทะเล ปลิงทะเล ปาวาฬ

ข. พวกที่อยู่ในดิน (infauna) เป็นพวกที่ฝังตัวหรือขุดรูอยู่ตามก้นทะเลที่เป็นดิน โคลน ทราย เช่น ดอกไม้ทะเล หอยเสียบ หอยแครง หอยกะพง บางชนิดฝังตัวในหิน เช่นหนอนดอกไม้ สัตว์เหล่านี้มีชุกชุมในเขตน้ำขึ้นน้ำลง มักอยู่เฉพาะในเขตแนวใดแนวหนึ่งทำให้เกิดชุมชนแบบเขตแนว



ภาพที่ 2.5-5 พืชที่อาศัยและยึดเกาะพื้นท้องทะเลชายฝั่ง

(ที่มา Baunes & Hughes,1982 หน้า 28)

a) ไดอะตอม b) แอลจี c) คอรอลไลน์ แอลจี d) แร็ค e) เอนเทโรมอร์ฟา

f) สาหร่ายเคลป์ g) ซี-กลาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4ชีวนิเวศในทะเล(marine biomes)

การแบ่งชีวนิเวศเป็นแบบต่าง ๆ นิยมแบ่งโดยใช้แบบของการหมุนเวียนแร่ธาตุอาหารและการใช้พลังงานเป็นเกณฑ์ ทำให้แบ่งออกได้ดังนี้

1. ชีวนิเวศชายฝั่ง (littoral iome) เป็นเขตต่อระหว่างพื้นน้ำและแผ่นดิน ประกอบด้วยชุมชนหาดทราย ชุมชนโขดหิน

2. ชีวนิเวศน้ำตื้น (neritic biome) เป็นเขตน้ำเหนือไหล่ทวีป

3. ชีวนิเวศเขตมวลน้ำผุด (upwelling biome) เป็นเขตที่มีการหมุนเวียนของน้ำที่นำธาตุอาหารจากทะเลลึกขึ้นสู่ผิวน้ำ

4. ชีวนิเวศทะเลเปิด (pelagic biome) ได้แก่ บริเวณทะเลลึกต่อจากไหล่ทวีปลงไปในมหาสมุทรครอบคลุมเนื้อที่ร้อยละ 90 ของพื้นที่มหาสมุทรทั้งหมด

5. ชีวนิเวศแนวหินปะการัง (coral reef bione) พบเฉพาะในเขตร้อน รอบ ๆ เกาะกลางมหาสมุทรเขตร้อน

6. ชีวนิเวศน้ำกร่อย และป่าชายเชน (estuarine bime and the mangrove forest) อยู่บริเวณ ที่น้ำจืดและน้ำเค็มมาพบกัน

2.5.5 ชุมชนหาดทราย (sandy beach)

เป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่ค่อนข้างรุนแรง ปัจจัยจำกัดที่สำคัญในบริเวณหาดทรายคือ คลื่น ในขณะที่น้ำขึ้นและลง

สิ่ง มีชีวิตในบริเวณหาดทรายมีน้อยชนิด แต่จำนวนตัวในแต่ละชนิดมีมาก สัตว์ส่วนใหญ่ในบริเวณนี้ต้องมีความสามารถสูงในการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมขณะน้ำลงในช่วงกลางวัน ซึ่งอุณหภูมิและความชื้นเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัด คือ บริเวณผิวทรายจะร้อนจัดมากและค่อนข้างแห้งขณะที่ลึกลงไปเพียงไม่กี่นิ้ว จะเย็นและชื้น สาหร่ายที่ขึ้นตามผิวทรายมีจำนวนน้อยเพราะทนต่อความแห้งแล้วในช่วงน้ำลงตอนกลางวันไม่ได้ สัตว์ส่วนใหญ่ปรับตัวด้วยการฝังตัวหรือขุดรูอยู่ในทรายสัตว์พวกนี้มีผิวเรียบ แบน เพื่อให้สะดวกในการแทรกตัวลงไปในทราย เช่น หอยเสียบ หอยทับทิม สัตว์ประเภทคืบคลานหน้าดินจะอพยพไปตามระดับน้ำในช่วงน้ำขึ้นน้ำลง เช่นปูลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

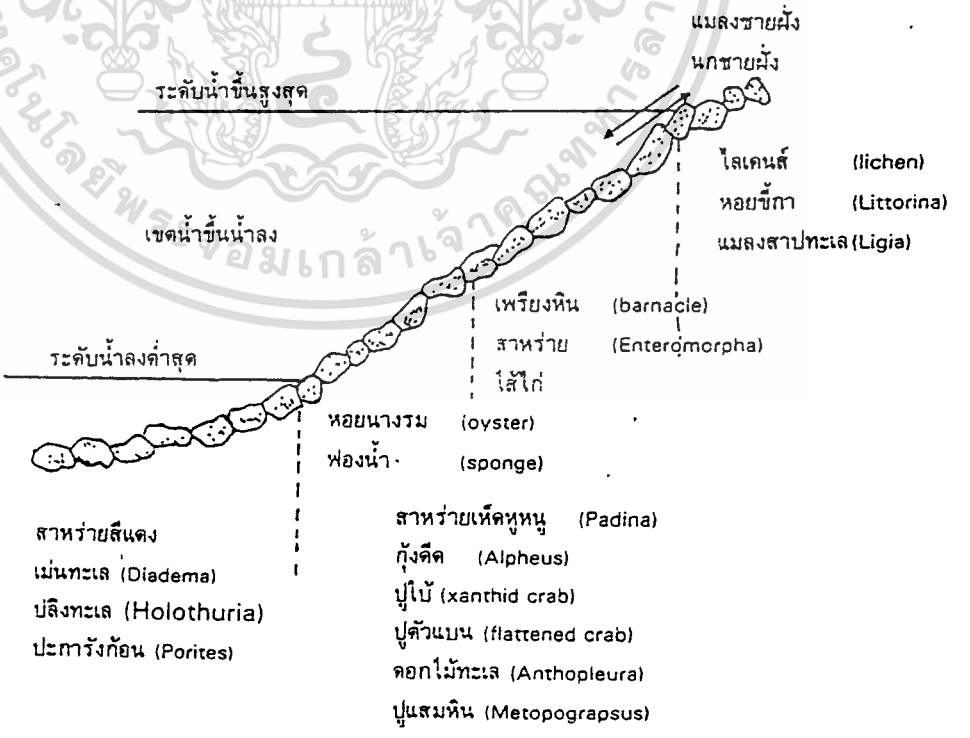
2.5.6 ชุมชนโขดหิน (rocky shore)

เป็นเขตชายฝั่งที่ประกอบด้วยหินเป็นส่วนใหญ่ ได้รับอิทธิพลโดยตรงจากน้ำขึ้นลงเช่นเดียวกับชายฝั่ง สภาพแวดล้อมทั่วไปเหมาะสมกว่าหาดทรายเพราะมีหินเป็นที่กำบังลมและศัตรู สิ่งมีชีวิตบริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นพวกเกาะนิ่งกับบริเวณน้ำขึ้นสูงสุดและบริเวณเขตน้ำซัดถึง ของชุมชนโขดหิน พืชและสัตว์บริเวณช่วงนี้ต้องมีความทนทานสูงต่อความแห้งแล้ว พืชที่ขึ้นได้ในเขตสูงสุดของบริเวณนี้ คือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และไลเคน สาหร่ายชนิดนี้มีสารเจลาตินเคลือบผิวเพื่อรักษาความชื้นและป้องกันการระเหยน้ำ ไลเคนมีราช่วยดูดซับน้ำไว้ใช้ในขณะที่น้ำลง

สัตว์บริเวณดังกล่าวได้แก่ แมลงสาบทะเล (ligia) หอยหมวกเจ๊ก (limpets) หอยขี้กา สัตว์เหล่านี้ปรับตัวให้อยู่ในที่แล้วได้ เพราะมี แมนเทิล (mantle) สำหรับแลกเปลี่ยนแก๊สในขณะที่เหงือกลดรูปลง

บริเวณถัดไปของชุมชนโขดหิน คือ เขตน้ำขึ้นน้ำลงสิ่งมีชีวิตบริเวณนี้ทนแล้งได้น้อยกว่าพวกแรก จึงต้องหลบไปอยู่ตามซอกหินเมื่อน้ำลด หรือคืบคลานไปตามระดับน้ำ เช่น ปูใบ้ ปูแสมหิน สาหร่ายที่พบในบริเวณนี้ เรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ สาหร่ายสีเขียว สีน้ำตาล สีแดง

เขตสุดท้าย ของชุมชนโขดหิน คือ เขตน้ำลงต่ำสุด แสงในเขตนี้มีความเข้มน้อย และถูกดูดกลืนโดยน้ำที่ผิวไปบ้างแล้ว พืชในบริเวณนี้จึงต้องมีเม็ดสีชนิดพิเศษที่ช่วยในการดูดแสงได้ดีขึ้น สาหร่ายสีแดงและสีน้ำตาลจึงพบมากกว่าสีเขียว พืชสัตว์บริเวณนี้ทนต่อความแห้งแล้ง ได้น้อย ต้องอยู่ในน้ำตลอดเวลา



ภาพที่ 2.5-6 การแพร่การกระจายของสิ่งมีชีวิตในชุมชนโขดหิน

(ที่มา : Odum , 1971 หน้า 339)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7 ชุมชนแนวปะการัง (coral reef)

เป็นชุมชนที่กระจายอยู่ ทั่วไปตามชายฝั่งทะเล และรอบเกาะแถบศูนย์สูตรบริเวณแนวปะการังเกิด ได้ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิอยู่ในช่วง 23-25 องศาเซลเซียส แต่ไม่ต่ำหว่า 20 องศาเซลเซียส น้ำค่อนข้างใส ได้รับแสงเพียงพอ ชุมชนปะการัง ที่มีความอุดมสมบูรณ์มาก เพราะสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญของสาหร่ายชนิดต่าง ๆ จึงเป็นแหล่งผลิตอาหารที่ดีมาก ประกอบกับ แนวปะการังเป็นแหล่งดาวทะเล รวมทั้งสัตว์ที่เคลื่อนไหวอย่างอิสระ เช่น ปลา จึงมีมากมายในบริเวณนี้

ชุมชนนี้ประกอบด้วย ปะการังหลายชนิด แต่ละชนิดมีรูปร่างต่าง ๆ กัน ส่วนใหญ่สร้างขึ้นด้วย สารแคลเซียมคาร์บอเนต จำนวนมากน้อยของชนิดจะขึ้นอยู่กับแสงมากกว่าปัจจัยอื่น ที่น้ำลึกซึ่งมีแสงร่วงใกล้กับสาหร่ายซูแซนเทลลี (zooxanthellae) แบบพึ่งพาอาศัยกัน ดังนั้นที่ใดมีแสงไม่พอเพียงก็จะไม่มีสาหร่ายอยู่ด้วย

แนวปะการังมีลักษณะที่แตกต่างกัน 3 แบบ คือ

1. อะทอล รีฟ (atoll reef) ลักษณะคล้ายรูปเกือกม้าที่มีทะเลสาบอยู่ตรงกลาง พบมากบริเวณหมู่เกาะแปซิฟิกตอนใต้

2. แบร์ริเออร์รีฟ (barrier reef) เป็นแนวปะการังแบบกำเพงที่เกิดตามไหล่ทวีปมีผิวหน้ากว้างกว่า แบบอะทอล บริเวณระหว่าง แนวปะการังแบบนี้กับทวีปจะจะเป็นร่องน้ำลึก แบร์ริเออร์รีฟที่สำคัญที่ เกรท แบร์ริเออร์ รีฟ (Great barrier reef) ของทวีปออสเตรเลีย

3. ฟริงจิงรีฟ (fringing reef) มีลักษณะคลายอะทอล รีฟ แต่เกิดใกล้ฝั่งที่มีลักษณะชันและเกิดติด ๆ กับเกาะ ระหว่างเกาะกับแนวปะการังจึงเป็นเพียงร่องน้ำตื้น ๆ เมื่อน้ำทะเลลดมักจะแห้งขอด แนวปะการังแบบนี้พบโดยทั่วไปในน่านน้ำไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 มลพิษสิ่งแวดล้อม

ปัญหาใหญ่ที่โลกกำลังประสบอยู่ขณะนี้ก็คือ ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการกระทำของมนุษย์เอง เนื่องจากมนุษย์ได้ดัดแปลงสภาพแวดล้อม ให้เกิดความสะดวกสบายต่อการดำรงชีวิต และแสวงหาผลประโยชน์ด้านต่างๆมากขึ้น โดยเฉพาะปัจจุบันนี้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่มีความเจริญก้าวหน้าไปมาก ทำให้มนุษย์เอาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ได้ง่ายขึ้น ประกอบกับความต้องการเครื่องมือเครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกที่มีมากกว่าแต่ก่อน ขณะเดียวกันความเสื่อมทางด้านจิตใจก็มีแนวโน้มมากขึ้นเรื่อยๆ การพัฒนาด้านวัตถุจึงมักเล็งเห็นประโยชน์เฉพาะหน้าแต่เพียงอย่างเดียว ไม่ได้เล็งเห็นผลเสียที่จะตามมา ซึ่งอาจหมายถึงการทำลายสภาพแวดล้อมให้เสื่อมลง ดังนั้นในช่วง 20 กว่าปีที่ผ่านมา ทั่วโลกจึงประสบปัญหาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมเป็นพิษกันอย่างมาก และเริ่มมีการต่อต้านการพัฒนาด้านวัตถุที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่างๆ ตัวอย่างเช่น ในประเทศไทยเองได้มีการคัดค้านการสร้างโรงงานผลิตไฟฟ้าปรมาณู และโครงการพัฒนาเศรษฐกิจป่าชายเลน ในประเทศอินเดียประชาชนได้ร่วมกันต่อต้านการสร้างโรงงานอุตสาหกรรม ปุ๋ย นอกจากนี้ยังได้มีการพิจารณากำหนดมาตรฐานสภาพแวดล้อมต่างๆ เป็นต้นว่า มาตรฐานคุณภาพของน้ำ คุณภาพของอากาศ ตลอดจนคุณภาพของอาหาร ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้สภาพสิ่งแวดล้อมเลวลงกว่าที่เป็นอยู่ สำหรับประเทศไทยได้มีหน่วยงานที่ทำหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับหน้าที่นี้โดยตรง คือ สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

"ภาวะมลพิษ" (Pollution) เป็นภาวะของสภาพแวดล้อมที่มีองค์ประกอบไม่เหมาะต่อการนำมาใช้ประโยชน์ แต่กลับเป็นพิษหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือก่อความรำคาญแก่มนุษย์ เช่น อากาศที่มีกาซต่างที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ มลพิษทางเสียง สารที่เป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษเรียกว่า "มลวัตถุ" (Pollutants) เราอาจกล่าวถึงมลพิษตามลักษณะของสิ่งแวดล้อมหรือลักษณะของสารซึ่งเป็นมลพิษวัตถุก็ได้ แต่ในที่นี้จะกล่าวตามลักษณะของสิ่งแวดล้อมดังนี้

2.6.1 มลพิษของน้ำ (Water pollution)

น้ำที่เกิดมลพิษหมายถึงน้ำที่เสื่อมคุณภาพ หรือน้ำที่มีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากธรรมชาติ ทั้งนี้เนื่องจากมีสารต่างๆปะปนอยู่จนทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ การเปลี่ยนแปลงของน้ำอาจกล่าวได้หลายลักษณะคือ

ก. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (physical change) เช่น การมีสารแขวนลอยซึ่งทำให้ขุ่น หรือ การมีสีที่เกิดจากแร่ธาตุต่างๆและเป็นคราบน้ำมันเป็นต้น

ข. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรภาพ (physiological change) เช่น การเปลี่ยนรสชาติที่เกิดจากสารเคมี หรือการสลายตัวของสารเคมีในน้ำ

เอกสารนี้มีไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. การเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ (biological change) โดยมีปริมาณจุลินทรีย์มากไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ประโยชน์ จุลินทรีย์เหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียและสาหร่ายที่จริญแพร่พันธุ์ได้ดีเมื่อมีสารอินทรีย์ต่างอยู่ในน้ำมาก โดยแบคทีเรียจะย่อยสารอินทรีย์เหล่านี้ในสภาวะที่มีออกซิเจนแล้วให้คาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งสาหร่ายจะนำไปเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสงต่อไป

ง. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (chemical change) เกิดจากสารอนินทรีย์ หรือสารอินทรีย์ที่ถูกปล่อยลงสู่น้ำ ทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดหรือเป็นด่างมากเกินไป

<u>มลพิษที่ทำให้น้ำเสีย (Water polution)</u>

1. สารอนินทรีย์ (inorganic substance) ส่วนใหญ่ได้รับจากน้ำที่ปล่อยทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและเหมืองแร่ ผลเสียมีมากน้อยอย่างไรขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณ รวมทั้งระยะเวลาที่ได้รับสารนั้นๆสารอนินทรีย์เหล่านี้จะถ่ายถอดไปตามลูกโซ่อาหาร จนกระทั่งถึงมนุษย์ซึ่งจะได้รับอันตรายถ้ามีการสะสมมาก
2. สารอินทรีย์ (organic substance) มีทั้งพวกที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ เช่น โปรตีน กรดอมิโน และปัสสาวะ รวมทั้งพวกที่ไม่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบได้แก่ สารจำพวกแป้ง คาร์โบไฮเดรทอื่นๆ ไขมัน และน้ำมัน สารอินทรีย์เหล่านี้มีผลอย่างยิ่งต่อการทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง เนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของพวกจุลินทรีย์จะต้องดึงเอาออกซิเจนไปใช้ ถ้าสารนั้นมีปริมาณมากย่อมจะทำให้ขาดแคลนออกซิเจนจนทำให้น้ำเน่าได้ ส่วนน้ำมัน ซึ่งเป็นคราบลอยอยู่หน้าน้ำอาจเป็นต้นเหตุของการลดปริมาณออกซิเจนโดยตรงได้ ทั้งนี้เพราะน้ำมันเป็นตัวกั้นไม่ให้ผิวน้ำสัมผัสกับอากาศ ทำให้อัตราการละลายของออกซิเจนในน้ำลดลง
3. ธาตุอาหารพืช (plant material) ได้แก่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ ผงซักฟอก รวมทั้งพืชและสัตว์ซึ่งถ้ามีมากจะไปร่วงการเจริญเติบโตแก่พืชจนทำให้เกิดการสะพรั่งได้ กระบวนการเพิ่มธาตุอาหารในแหล่งน้ำจนทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตมากจนเสียสมดุลย์ เรียกว่า ยูโทรฟิเคชั่น" (eutrophication)
4. เชื้อโรค (infection agent) ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส รา เชื้อโรคเหล่านี้ก่อให้เกิดโรคต่างๆแก่มนุษย์และสัตว์เลี้ยง
5. สารกัมมันตภาพรังสี (radioactive substance) เป็นผลิตผลจากเตาปฏิกรณ์ปรมาณู สารเหล่านี้สามารถทำลายหรือเปลี่ยนแปลงสารพันธุ์กรรม (genetic material) ได้
6. ความร้อน (heat) เกิดจากน้ำส่วนที่ใช้ช่วยระบายความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันความร้อนนี้มีผลต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำมันโดยตรงหรือโดยทางอ้อม กล่าวคือจะทำให้แหล่งน้ำนั้นมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเคมีและกายภาพทางสรีระของสิ่งมีชีวิตทางแหล่งน้ำโดยตรงอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ตะกอน (particulate) ได้เกิดดินตะกอนที่มาจากการกระทำของมนุษย์ หรือเกิดตามธรรมชาติ ตะกอนเหล่านี้มีผลต่อความขุ่นใสของน้ำ ซึ่งทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชลงน้อยลง จนอาจทำให้พืชตายได้

<u>แหล่งน้ำเสีย</u>

1. แหล่งชุมชน ได้แก่อาคารบ้านเรือน สำนักงาน อาคารพาณิชย์ โรงแรม และโรงพยาบาลเป็นต้น สิ่งที่ปะปนมากับน้ำทิ้งส่วนใหญ่เป็นพวกสารอินทรีย์ และสารที่ใช้ซักฟอก
2. โรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานทำน้ำตาล และน้ำปลาโรงงานซักฟอก ทำสีและโรงงานน้ำอัดลม การปล่อยของเสียลงน้ำจากโรงงานเหล่านี้มักมีมีอัตราสูงจนทำให้น้ำน่าเสียได้ง่าย ของเสียเหล่านี้มักเป็นสารอินทรีย์ต่างๆซึ่งนอกจากจะทำให้ปริมาณออกซิเจนน้อยลงแล้วยังจะเป็นพิษต่อสัตว์น้ำและคนที่บริโภคสัตว์น้ำเหล่านั้นด้วย เพราะโรงงานปล่อยสารพิษจำพวกตะกั่ว ปรอท สารหนู และไซยาไนด์ เป็นต้น
3. แหล่งเกษตรกรรม นิยมใช้ยาปราบศัตรูพืชมากขึ้น ยาที่ล้างตามพืชและผิวดินจะถูกชะไปกับน้ำฝนไหลลงสู่แหล่งน้ำ ยาที่สลายตัวช้าจะเกิดการสะสมในแหล่งน้ำมากขึ้นจนเป็นอันตรายได้
4. แหล่งน้ำเสียโดยธรรมชาติ แหล่งน้ำต่างๆ อาจเกิดการน่าเสียได้เองหากเกิดภาวะขาดออกซิเจน สาเหตุมักมาจากการตายลงพร้อมกันของแพลงตอนจำนวนมาก แล้วถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายซากโดยนำออกซิเจนมาใช้ในการย่อยจนขาดแคลน การน่าเสียอาจเกิดจากน้ำอยู่ในสภาพนิ่ง ไม่หมุนเวียน เช่น ที่เกิดในทะเลสาบในบางฤดู

<u>ผลที่เกิดจากน้ำเสีย</u>

ผลที่เกิดจากน้ำเสียโดยตรงคือ ทำลายระบบนิเวศน์ในแหล่งน้ำ ก่อให้เกิดการเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อเศรษฐกิจ อาจแยกได้ดังนี้

1. ด้านสาธารณสุข เป็นแหล่งแพร่เชื้อโรค ทำให้เกิดโรคระบาด เช่น อหิวาต์ ไทฟอยด์ บิด และเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงที่เป็นพาหะของโรคหลายชนิด ถ้าในน้ำมีสารพิษอยู่มากก็จะสะสมในตัวสัตว์และพืชน้ำ เป็นอันตรายเมื่อบริโภคเข้าไปทำให้เป็นโรคต่างๆได้ เช่น อิไตอิไต มินามาตะ
2. ด้านการประมง น้ำเสียทำให้สัตว์น้ำลดปริมาณลง จนอาจสูญพันธุ์ในที่สุด เพราะไม่อาจดำรงชีวิตและแพร่พันธุ์ได้
3. ด้านการอุปโภคและบริโภค น้ำที่มีวัตถุเจือปนมากต้องเพิ่มระบบการกำจัดความสกปรกมากขึ้นเพื่อผลิตน้ำให้ได้มาตรฐาน ด้านการอุปโภค โรงงานบางอย่างต้องใช้น้ำที่มีวัตถุเจือปนน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ด้านการเกษตร น้ำมีสภาพความเป็นกรดและด่างไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังอาจเป็นพิษต่อสัตว์น้ำอีกด้วย
5. ด้านทัศนียภาพ เป็นการทำลายความสวยงามตามธรรมชาติ ทำให้ไม่เป็นที่น่าพักผ่อนหย่อนใจ

2.6.2 มลพิษของอากาศ (Air pollution)

สภาวะที่อากาศมีสิ่งเจือปนอยู่มากจนถึงขั้นที่จะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ พืชและทรัพย์สิน คือมลพิษของอากาศ สิ่งเจือปนในอากาศมีหลายชนิด เช่น ก๊าซต่างๆ ฝุ่นละออง กลิ่นควัน และกัมมันตรังสี สิ่งเหล่านี้ถ้ามีมากจะทำให้อากาศเสียเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งอาจเกิดขึ้นอย่างฉับพลันหรืออย่างเรื้อรังก็ได้

<u>สาเหตุของอากาศเสีย</u>

สาเหตุของอากาศเสียซึ่งเป็นปัญหามากของเมืองใหญ่ซึ่งมีการจราจรที่หนาแน่น และมีโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่ง รวมทั้งขาดการควบคุมป้องกัน และแก้ไขอาจแยกสาเหตุได้ดังนี้

1. แหล่งกำเนิดอากาศเสียมีมาก โดยมีทั้งรถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรมรวมทั้งสถานประกอบการต่างๆในเมืองหลวง ก๊าซพิษที่ปล่อยจากไอเสียของรถยนต์ ได้แก่ คาร์บอนมอนนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน ออกไซด์ของโลหะ เป็นต้น ส่วนโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ปล่อยสารพิษออกสู่อากาศทั้งสิ้น
2. ขาดมาตรฐานคุณภาพอากาศอากาศที่จะควบคุมป้องกันภาวะอากาศเสีย นอกเหนือจากมาตรฐานควันดำ
3. การทดสอบและควบคุมสภาพยานพาหนะไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ทำให้มียานพาหนะที่ปล่อยควันดำเป็นจำนวนมาก
4. ขาดการควบคุมการใช้ที่ดินตามผังเมือง ทั้งการจราจรและโรงงานอุตสาหกรรม
5. ขาดการปรับปรุงแก้ไขกฎหมายเกี่ยวกับการก่อสร้าง อาคารพาณิชย์ เพื่อช่วยบรรเทาภาวะอากาศเสีย
6. การประสานงานเพื่อควบคุมและป้องกันอากาศเสียระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ

<u>มลวัตถุในอากาศ</u>

มลวัตถุที่ทำให้อากาศเสีย และก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย มีทั้งประเภทกาซและอนุภาคของโลหะต่างๆที่ล่องลอยปะปนอยู่ในรูปของฝุ่นละออง รวมทั้งสารกัมมันตภาพรังสีซึ่งอาจจะแยกกล่าวได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. <u>ก๊าซต่างๆ</u>

เป็นก๊าซซึ่งเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ แหล่งกำเนิดที่สำคัญคือ ยานพาหนะและโรงงานอุตสาหกรรม การเผาผลาญเชื้อเพลิงจากสิ่งเหล่านี้ก่อให้เกิดควันและก๊าซชนิดต่างๆ ตามชนิดของเครื่องยนต์และเชื้อเพลิงที่ใช้ ก๊าซที่เป็นอันตรายและโดยทั่วไปใช้กำหนดคุณภาพอากาศ ได้แก่

1). ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีรส ไม่มีกลิ่น เบากว่าอากาศทั่วไปเล็กน้อย เมื่อหายใจเข้าไป ก๊าซนี้จะรวมตัวกับฮีโมโกลบิน (heamoglobin) ในเม็ดเลือดแดงได้มากกว่าก๊าซออกซิเจนถึง 200-250 เท่า และเกิดเป็นก๊าซคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน ซึ่งลดความสามารถของเลือดในการเป็นตัวนำออกซิเจนจากปอดไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ อาการตอบสนองของมนุษย์ที่มีต่อก๊าซคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน ขึ้นอยู่กับปริมาณและความไวของแต่ละบุคคล ดังแสดงในตาราง 2.6-1

<u>ตารางที่ 2.6-1</u> แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอาการสนองตอบและระดับคาร์บอกซีฮีโมโกลบินอิ่มตัวในเลือด

จำนวนร้อยละของคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน อิ่มตัวในเลือด	อาการสนองตอบของคนปกติ (ผู้ใหญ่)	อาการสนองตอบของผู้ป่วยโรคหัวใจ
0.3-0.7	- ยังไม่ปรากฏอาการใดๆ	
1-5	- กระตุ้นให้หัวใจสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงอวัยวะสำคัญบางส่วนขึ้นเป็นการชดเชย	- หัวใจไม่สามารถที่จะสูบฉีดเลือดชดเชยได้สำหรับผู้ป่วยด้วยโรคหลอดเลือดหัวใจตีบจะมีความสามารถในการออกกำลังกายลดลงเมื่อมีจำนวนคาร์บอกซีฮีโมโกลบินอิ่มตัวในเลือดร้อยละ 2.5-3
5-9	- การเห็นต้องใช้แสงมากขึ้นกว่าปกติ	- การออกกำลังเพียงเล็กน้อยจะทำให้ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจตีบเกิดอาการผิดปกติ เช่น เจ็บหน้าอก
16-20	- ปวดศีรษะ การเห็นพร่ามัวผิดปกติ	- อาจเป็นอันตรายถึงตาย
20-30	- ปวดศีรษะ คลื่นไส้ ลดความสามารถในการทำงานประณีต	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30-40	- ปวดศีรษะรุนแรง คลื่นไส้อาเจียน อ่อนเปลี้ย เป็นลมหมดสติ(syncope)	
50	- หมดสติ(coma) ชัก	
60-70	- ถึงตายหากไม่ได้รับการรักษาในทันที	

หมายเหตุ : ถ้าความเข้มข้นของกาซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศสูงมาก ผู้ที่ได้รับจะมีอาการรุนแรง หมดสติ และถึงตายได้ทันที โดยไม่มีอาการนำก็ได้

2). กาซไนโตรเจน(NO_2)

โดยปรกติในอากาศประกอบไปด้วยออกไซด์ของไนโตรเจนอยู่หลายชนิด ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต่างๆ เช่น กาซ ถ่านหิน และฟืน เป็นต้นตัวที่สำคัญคือ ไนตริกออกไซด์มีอยู่ในอากาศทั่วไป 0-7.4 ไมโครกรัม/ลบ.ม. ไนโตรเจนไดออกไซด์ 0.4-9.4 มิลลิกรัม/ลบ.ม.

ไนตริกออกไซด์เป็นกาซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นเมื่อทำปฏิกริยาเคมีกับออกซิเจนในอุณหภูมิที่สูงๆจะเปลี่ยนเป็นไนโตรเจนไดออกไซด์และอาจมีผลต่อมนุษย์ดังตาราง 2.6-2

ตารางที่2.6-2 ผลของกาซไนโตรเจนไดออกไซด์ต่อมนุษย์

ความเข้มข้น		ระยะเวลาที่ได้รับกาซ	เหตุผล
ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ส่วนในล้าน		
			กลิ่น
230	0.12	-	- ชายปกติและแข็งแรงจำนวน 3 คนใน 9 คน จะได้กลิ่น
230	0.12	-	- ส่วนใหญ่ของจำนวน 14 คน ได้กลิ่นทันทีเมื่อเริ่มต้นการทดลอง
200	0.11	-	- 26 คนในจำนวน 28 คน ได้กลิ่นทันทีเมื่อเริ่มต้นการทดลอง
			ผลต่อการทำงานของปอด
1,300-3,800	0.7 - 2.0	10 นาที	- เพิ่มความต้านทานของระบบทางเดินหายใจทั้งการหายใจเข้าและออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น		ระยะเวลาที่ได้รับกาซ	เหตุผล
ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ส่วนในล้าน		
190	0.1	1 ชม./วัน	- เพิ่มความต้านทานของระบบทางเดินหายใจและเพิ่มอาการตีบตันของทางเดินหายใจในผู้ป่วยเป็นหืด 13 คน จากจำนวน 20 คน
560,000 — 940,000	300 - 500	-	- เป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตด้วยโรคจากอาการปอดบวมน้ำ (Pulmonary Edema) หรือสลบเนื่องจากสมองขาดออกซิเจน
94			ผลต่อชุมชน - เปรียบเทียบผล ซึ่งเกิดต่อชนสองกลุ่มนับถือศาสนาเดียวกันอยู่ต่างเมือง ซึ่งมีความเข้มข้นของมลพิษไม่เท่ากัน ไม่ปรากฏผลต่อการทำงานของปอด และอัตราผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจในผู้ที่ไม่สูบบุหรี่ต่างกันอย่างไร เมื่อใช้ความเข้มข้นกาซไนโตรเจนไดออกไซด์ เป็น 43 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อกลุ่มชนในเมืองซึ่งถือเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ (control group)
940	0.50	1 ชม.	- ไม่ปรากฏว่าเกิดโรคทางเดินหายใจเฉียบพลันต่อแม่บ้าน ซึ่งประกอบอาหารด้วยเตาอบกาซเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้เตาอบไฟฟ้า

(ที่มา : กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2523)

3). กาซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

เป็นกาซที่ไม่มีสีและไม่ไวไฟไม่เป็นวัตถุระเบิดที่ระดับ 0.3-1.0 **ส่วนในล้านส่วน เมื่อทำปฏิกริยากับออกซิเจนในอากาศจะเกิดเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และละอองกรดกำมะถันก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจได้ เมื่อรวมกับฝุ่นทำให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจได้จะระคายต่อระบบทางเดินหายใจมากขึ้นนอกจากนี้ละอองของเฟอรัส แมงกานีส และวานาเดียม ยังเป็นตัวเร่งปฏิกริยาให้กาซซัลเฟอร์ไดออกไซด์กลายเป็นกรดกำมะถันได้เร็วขึ้น ในสภาวะนี้เป็นอันตรายต่อปอดอย่างรุนแรง ตลอดจนเพิ่มความต้านทานการเคลื่อนไหวของอากาศในทางเดินหายใจด้วย ผลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่มีต่อมนุษย์ แสดงไว้ในตาราง 2.6-3**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6-3 ผลของกาซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และควันหรือฝุ่นละออง

ความเข้มข้นของกาซซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นไมโครกรัมต่อลูกบาศ์เมตร (ส่วนในล้าน)	ควันหรือฝุ่นละอองไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ผลที่เกิดขึ้น
1500 (0.52) (24-hour average)	เท่ากับหรือมากกว่า 6	- เพิ่มอัตราตาย
เท่ากับหรือมากกว่า 715 (0.25) (24-hour mean)	750	- อาจเพิ่มอัตราตายต่อวัน
500 (0.19) (24-hour mean)	ต่ำ	- อาจเพิ่มอัตราตาย
300-500 (0.11-0.19) (24-hour mean)	ต่ำ	- เพิ่มอัตราป่วยเข้ารับการรักษาพยาบาลในโรงพยาบาลด้วยโรคทางเดินหายใจเพิ่มอัตราการขาดงาน
715 (0.25) (24-hour mean) 600 (0.21)	มี	- อัตราการป่วยของผู้มีอายุเกิน 54 ปี เพิ่มขึ้นโดยฉับพลัน
600 (0.21) (24-hour mean)	300	- ผู้ป่วยด้วยโรคบ่อดเรื้อรังอาจมีอาการรุนแรง
105-265 (0.037-0.092) (annual mean)	185	- มีอาการโรคทางเดินหายใจบ่อยครั้งขึ้นและอาจเกิดโรคปอด
120 (0.046) (annual mean)	100	- เป็นโรคทางเดินหายใจบ่อยครั้งขึ้นและอาการร้ายแรงขึ้น
115 (0.040) (annual mean)	160	- เพิ่มอัตราตายด้วยโรคหลอดลมอักเสบและมะเร็งในปอด
ผลต่อการเห็น		
265 (0.10)	ใกล้เคียงกับค่าของซัลเฟอร์ไดออกไซด์และความชื้นร้อยละ 50	- การเห็นไกลลดลงประมาณห้าไมล์

(ที่มา : กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4). โฟโตเคมิคัลออกซิแดนท์(photochemical oxidant)

เป็นสารซึ่งเกิดจากปฏิกริยาระหว่างไฮโดรคาร์บอนและออกไซด์ของไนโตรเจน โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่ง สารที่เกิดขึ้นได้แก่ โอโซน ไนโตรเจนไดออกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ อัลดีไฮด์ และคีโทนส์ เป็นต้น

จากรายงานองค์การอนามัยโรค (1978) ระบุว่า ความเข้มข้นของโฟโตเคมิคอลออกซิแดนท์ที่มีค่าระหว่าง 200-500 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ 0.1-0.25 ส่วนในล้านส่วน อาจมีผลต่อปอดของเด็กและระบบทางเดินหายใจ รวมทั้งเกิดการระคายเคืองตา และในระดับ 200-294 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ 0.-0.14 ส่วนในล้านส่วนจะลดความสามารถในการออกกำลังกายและการทำงานปอดของคนป่วยโรคทางเดินหายใจเรื้อรัง

โดยทั่วไปมีการวิเคราะห์แล้วพบว่า ความเข้มข้นสูงสุดของโฟโตเคมิคัลออกซิแดนท์ในรูปโอโซนในแต่ละวันไม่ควรเกิน 200 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ 0.1 ส่วนในล้านส่วนต่อ 1 ชั่วโมง

ข. <u>อนุภาคต่างๆ</u>

ที่สำคัญได้แก่อนุภาคของโลหะและฝุ่นละอองฝุ่นละอองมีทั้งที่เกิดจากธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ที่เกิดจากธรรมชาติส่วนใหญ่มาจากการกระทำของลมหรือพายุที่หอบเอาฝุ่นละอองต่างๆ ให้ปลิวไปในอากาศและการระเบิดของภูเขาไฟ ส่วนที่เกิดจากกระทำของมนุษย์มีหลายกรณี ที่สำคัญได้แก่โรงงานอุตสาหกรรมหรือโรงงานที่มีการบด คลึง และตากแห้ง รวมทั้งโรงงานบางประเภทที่ก่อให้เกิดไอระเหยต่างๆซึ่งเป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ โดยเฉพาะไอระเหยของกรด สำหรับอนุภาคของโลหะ เช่นตะกั่วและปรอทซึ่งมีแหล่งกำเนิดจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ ปัจจุบันเป็นปัญหาสภาพแวดล้อมอยู่ในปัจจุบัน

ค. <u>กัมมันตภาพรังสี</u>

ปัจจุบันมนุษย์ได้นำกัมมันตภาพรังสีมาใช้ประโยชน์มากมาย ทั้งด้านการแพทย์ เกษตร และอุตสาหกรรม แต่การนำมาใช้ประโยชน์เหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมขึ้นมาเนื่องจากกัมมันตภาพรังสีเหล่านี้เป็นอันตรายต่อมนุษย์ โดยเฉพาะผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรง กัมมันตภาพรังสีที่เกิดขึ้นนี้มีทั้งเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น ที่พบในธรรมชาติปัจจุบันมีประมาณ 340 ชนิด ประมาณ 1 ใน 5 เป็นพวกที่มีวงจรครึ่งชีวิตและพบในธาตุที่มีปรมาณูสูงๆมทบทั้งสิ้น เช่น ดิวทีเรียมและทริเดียม แหล่งที่มีกัมมันตภาพมากคือน้ำพุที่มีแร่เรเดียม และ ทอเรียมมาก เช่น โมนาเสท สำหรับกัมมันตภาพรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้นจะได้จากการทดลองระเบิดปรมาณู โดยได้จากการสลายตัวของปรมาณูของธาตุที่หนัก เช่น ยูเรเดียมและสตรอนเดียม หลังจากที่มีการทดลองระเบิดปรมาณูแล้วจะพบว่าในบรรยากาศมีปริมาณรังสีสูงมาก และในที่สุดจะถูกฝนชะลงสู่พื้นดิน ถ้ามี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสลายตัวช้าทำให้โอกาสที่พืชจะดูดซึมเข้าสู่ลำต้นมีมากขึ้น และยังจะคงค้างอยู่ตามลำต้นและใบในที่สุดเมื่อบริโภคเข้าไปก็จะสะสมในกระดูกเป็นอันตรายได้เมื่อมีการแผ่รังสีออกมาภายหลัง สำหรับผลที่เกิดจากการได้รับรังสีเข้าไปคือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกรรมพันธุ์หรือมะเร็งในส่วนต่างๆ โดยเฉพาะมะเร็งในเม็ดโลหิตขาว

<u>ผลเสียที่เกิดจากมลพิษของอากาศ</u>

โดยทั่วไปมีผลเสียดังนี้

1. ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากขึ้นในด้านต่าง ๆ เนื่องจากอากาศเสียก่อให้เกิดความสกปรกแก่เสื้อผ้าและบ้านเรือน ทำให้เสียเวลาในการทำความสะอาดและค่าใช้จ่ายในการซักฟอก ถ้าอากาศเสียเนื่องจากไอระเหยของกรด เช่น กรดกำมะถัน ก็จะทำให้สิ่งก่อสร้างโดยเฉพาะพวกโลหะต่าง ๆ รวมทั้งรถยนต์ผุกร่อนเร็วขึ้น นอกจากนี้การที่มีบรรยากาศมืดมัวจำเป็นต้องใช้แสงสว่างจากไฟฟ้าช่วย ทำให้สิ้นเปลืองมากขึ้น รวมทั้งเป็นการเสี่ยงต่ออุบัติเหตุเมื่อต้องใช้รถถนนด้วย

2. ทำให้ความร้อนบนผิวโลกเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติเนื่องจากการเพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมาก ๆ ก่อให้เกิดอิทธิพลของเรือนกระจก (green house effect)

3. ก่อให้เกิดอันตรายต่อพืช ทำให้พืชการเจริญเติบโตจนถึงแก่ความตายได้

4. เป็นอันตรายต่อชีวิตสัตว์ต่าง ๆและมนุษย์ซึ่งทำให้เสียสุขภาพจนอาจถึงแก่ความตายได้

2.6.3 มลพิษของดิน (Soil pollution)

มลพิษของดินเป็นปัญหาใหญ่อีกอย่างหนึ่งที่มนุษย์กำลังประสบอยู่ในขณะเดียวกับที่มนุษย์ยังต้องใช้ประโยชน์จากดินอีกมาก และสาเหตุที่ทำให้เกิดมลพิษของดินนั้นล้วนแล้วแต่เป็นการกระทำของมนุษย์ทั้งสิ้น โดยเฉพาะการใช้ยาปราบศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ซึ่งซึ่งทำให้เกิดพิษตกค้างอยู่ในดินเป็นเวลานาน การแก้ไขปัญหานี้คงเป็นเช่นเดียวกับปัญหาอื่น คือต้องได้รับความร่วมมือจากประชาชนทั่วไป มีการวางนโยบาย การจัดการที่ดินรวมทั้งออกกฎหมายเกี่ยวกับการอนุรักษ์และพัฒนาที่ดินและป่าไม้ให้มากขึ้น

<u>สาเหตุของการเกิดมลพิษของดินและผลที่เกิดขึ้น</u>

1). การใช้ยาปราบศัตรูพืชและยาฆ่าแมลงที่เป็นพาหะนำโรค เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการใช้ยาปราบศัตรูพืชและยาฆ่าแมลงที่เป็นพาหะนำโรคติดต่อต่างๆ กันอย่างแพร่หลาย โดยส่วนใหญ่ไม่คำนึงถึงผลเสียที่อาจเกิดขึ้นในภายหลัง เนื่องจากยาเหล่านี้มีการสะสมปะปนอยู่ในดิน อากาศและในน้ำ รวมทั้งเข้าไปสะสมในสิ่งมีชีวิตต่างๆ และมีการถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารต่างๆจนถึงมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยาฆ่าแมลงเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด โดยเฉพาะยาออร์กาโนคลอรีน ซึ่งพบว่ามีพิษตกค้าง อยู่ในภาวะแวดล้อมทั่วไป ทั้งนี้ เนื่องจากหลังสงครามโลกครั้งที่สองเป็นต้นมา มีการใช้ยานี้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งสารพิษนี้ได้เข้าไปสะสมในมนุษย์ในระดับสูงจนน่าวิตก ยิ่งในประเทศที่ใช้ ดี .ดี .ที.เพื่อควบคุมมาลาเรีย เช่น อินเดียและอาฟริกา ระดับสารพิษนี้จะตกค้างในคนมากกว่าทั่วๆไป มีรายงานว่า ดี.ดี.ที.เป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็งได้ หากได้รับติดต่อกันเป็นเวลานานและมีการสะสมมากขึ้น

สำหรับยาฆ่าแมลงทั่วไปที่สะสมอยู่ในดิน มีทั้งพวกมลายตัวช้าและเร็ว เช่น พวกออร์กาโนคลอรีนได้แก่ ดี.ดี.ที. ดีลดริน เฮพตาคลอ และแอลดริน จะใช้เวลานานประมาณ 3-5 ปี ในการสลายตัว แต่พวกออร์กาโนฟอสเฟตและคาบาเมต เช่น พาราไธออน และไดอะซินอน จะสลายตัวได้เร็วกว่า โดยใช้เวลาเป็นสัปดาห์หรือเดือนเท่านั้น

ผลของสารพิษที่ตกค้างในดินเหล่านี้มีหลายประการคือ

ก. ทำให้มีการถ่ายทอดไปตามลูกโซ่อาหาร โดยเริ่มจากพืชดูดขึ้นไปสะสมไว้แล้วถ่ายทอดไปตามผู้บริโภคตามลำดับต่อไปจนถึงมนุษย์ จากสถิติของกระทรวงสาธารณสุขประเทศไทย พบว่าจำนวนประชากรที่ป่วยอันมีสาเหตุมาจากสารเป็นพิษมีแนวโน้มจะสูงขึ้นทุกปี ซึ่งเป็นเครื่องชี้ถึงอันตรายของสารพิษดังกล่าว

ข. มีผลต่อแมลงที่เป็นประโยชน์ต่อพืช การใช้ยาแมลงอย่างไม่ถูกหลักวิชาการ จะเป็นการทำลายแมลงที่เป็นประโยชน์ เช่นตัวห้ำ ทำให้ผลิตผลการเกษตรลดลงได้

ค. มีผลต่อจุลินทรีย์ในดิน โดยพบว่าสารพิษที่ตกค้างในดินถ้ามีปริมาณสูงจะทำลายแบคทีเรียและราในดินได้ เช่น พบว่าการใช้อัลดริน ดีลดรินและคลอเดนที่มีความเข้มข้น 100 พี. พี. เอม. (ppm) จะยับยั้งการเจริญของนิตริไฟอิง แบคทีเรียได้ ทำให้ขบวนการสร้างไนเตรทในดินได้รับความกระทบกระเทือน และ 2,4-d ที่มีความเข้มข้น 2 พี.พี. เอม จะทำลายแบคทีเรียที่ปมรากถั่วได้ ดังนั้นจึงเท่ากับว่าสารเหล่านี้เป็นตัวทำลายความอุดมสมบูรณ์ของดิน นอกจากนี้การสะสมอยู่ในดินนาน ๆ จะทำให้คุณภาพของดินเสื่อมอีกด้วย

2). การตัดไม้ทำลายป่า ป่าไม้ทำให้ดินชุ่มชื้นและมีความอุดมสมบูรณ์ การทำลายป่าทำให้ดินเกิดความแห้งแล้งและขาดอินทรียวัตถุ นอกจากนี้ยังทำให้ต้นน้ำลำธารแห้งแล้งและเป็นเหตุให้เกิดอุทกภัยได้ เมื่อฝนตกชุก ความเสียหายอีกประการหนึ่งที่สำคัญคือ ดินที่ไม่มีไม้ปกคลุมทำให้เกิดการชะล้างผิวดินหมดไปเหลือแต่กรวดทราย ซึ่งไม่มีประโยชน์ต่อการเพาะปลูกที่เกิดขึ้นเป็นผลกระทบกระเทือนต่อการเกษตรเป็นอย่างยิ่ง

3). ขาดการทำนุบำรุงดินและการทำไร่เลื่อนลอย การปลูกพืชชนิดเดียวกันโดยไม่มีการพักและการบำรุงดิน ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินหมดไปหรือการทำไร่เลื่อนลอย โดยการเผาป่าเพื่อเพาะปลูก เมื่อดินจืดก็อพยพไปเพาะปลูกที่อื่น เท่ากับเป็นการทำลายป่าและทำให้ทำการเพาะปลูกไม่ได้ผลอีกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4). การใช้ที่ดินอย่างไม่มีประสิทธิภาพ การใช้ที่ดินผิดประเภท เช่น ดินบางแห่งเหมาะที่จะทำสวนหรือปลูกป่า แต่กลับกลายเป็นตัวเมืองหรือสร้างอ่างเก็บน้ำแทน ทำให้ได้ประโยชน์จากดินไม่คุ้มค่า

5). การใช้ปุ๋ยในทางเกษตรกรรมมากเกินไป โดยเฉพาะปุ๋ยไรโตเจนซึ่งถ้ามีมากจะเปลี่ยนกลับเป็นไนตรัสออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศ ไนตรัสออกไซด์นั้นสามารถทำลายโอโซนในบรรยากาศได้ เมื่อมากเกินจำเป็นมีผลทำให้จุลินทรีย์ในดินบางชนิดตายหรือหยุดเจริญการเติบโต ซึ่งกระทบกระเทือนไปถึงการเจริญเติบโตของพืชอย่างมาก

2.6.4 มลพิษของเสียง (Noise pollution)

มลพิษของเสียง เกิดจากเสียงรบกวนต่างๆ ที่ไม่พึงปรารถนาของมนุษย์ และก่อให้เกิดความเสื่อมทางด้านสุขภาพและจิตใจ เช่น ทำให้หูหนวก เปลี่ยนแปลงความดันโลหิตและการชาของกล้ามเนื้อ เป็นต้น

ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท

1. เสียงทุ้มที่เกิดนาน ๆ (steady wide band noise) มีลักษณะดังกระหึ่มก้องเป็นเวลานาน และแผ่กระจายออกไปไกล เช่นเสียงรถยนต์ เสียงเครื่องทอผ้า เสียงเครื่องบดจากโรงน้ำแข็ง เป็นต้น
2. เสียงแหลมเล็กที่เกิดนาน ๆ (steady narrow band) มีลักษณะดังก้อง แต่แหลมเล็กเสียงสูงจนแสบแก้วหู เกิดขึ้นแต่ละครั้งนาน ๆ เช่นเดียวกับเสียงของเลื่อยวงเดือน เสียงกบไสไม้จากโรงไม้ เป็นต้น
3. เสียงที่เกิดจากการกระแทกในช่วงเวลาสั้น ๆ (impact noise) โดยมากมีและมักจะไม่ต่ำกว่า 1/10 วินาที เวลาเกิดแต่ละครั้งมีเสียงดัง อาจเป็นจังหวะสั้นยาว หรือสลับกันก็ได้ เช่น เสียงชั่งตีเหล็ก เป็นต้น
4. เสียงที่เกิดจากการที่กระแทกตัวมากเป็นจังหวะซ้ำๆซาก(repeated impact noise) มีลักษณะเป็นจังหวะสั้นๆยาวๆก็ได้

การวัดความดังของเสียง มีหน่วยที่ใช้กันในปัจจุบันคือเดซิเบล (decibels) และการวัดความดังที่เกิดขึ้นจากเสียงรถหรือเครื่องยนต์ใช้หน่วยเป็น เดซิเบล เอ โดยปรกติเสียงที่เกิดจากการสนทนาอยู่ห่างกันประมาณ 3 ฟุต ระดับความดังของเสียงที่พูดกันจะมีความดังประมาณ 58 เดซิเบล ประเทศที่เจริญแล้วมักมีการกำหนดมาตรฐานเสียงเพื่อไม่ให้เกิดเสียงรบกวนมากเกินไป แต่สำหรับประเทศไทยที่กำหนดความดังไว้อย่างแน่นอนทั้งที่เสียงรบกวนเกิดขึ้นอย่างมากโดยเฉพาะในกรุงเทพฯ

ผลของเสียงรบกวน นายแพทย์อดุลย์ วิริยะเวชกุล ศิริราชพยาบาล ได้ให้ความเห็นว่าเสียงที่เปลี่ยนแปลงความดังในทันที แม้ว่าจะมีความดังน้อยกว่า 90 เดซิเบล เอ ก็มีผลทำให้หยุดการคำนึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานอย่างน้อยก็ชั่วขณะ ลดความถูกต้องแม่นยำของงานลง ด้านสุขภาพนอกจากจะมีผลต่อประสาทหูโดยตรง ยังทำให้มีความผิดปกติทางจิตอีกด้วย เสียงดังผิดปกติทำให้เกิดภาวะเครียดและมีการเปลี่ยนแปลงสรีระตามมา อาจเป็นสาเหตุของโรคต่อมไทรอยด์ หรือต่อมคอพอกเป็นพิษ และโรคแผลในกระเพาะอาหารได้

<u>การแก้ไขมลพิษของเสียง</u>

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ได้เสนอแนวทางแก้ไขมลพิษทางเสียงไว้ดังนี้

1. ปรับปรุงแก้ไขอำนาจหน้าที่ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเรื่องเสียงซึ่งทำงานซ้ำซ้อนกัน เช่น สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กรมโรงงานอุตสาหกรรม และกรมการบินพาณิชย์ เป็นต้น
2. เร่งรัดและสนับสนุนให้ออกกฎหมาย พระราชบัญญัติหรือระเบียบในด้านโรงงานอุตสาหกรรมและยวดยานพาหนะ โดยกำหนดบรรทัดฐานเพื่อใช้ในการตรวจสอบ เป็นการตรวจสอบควบคุมและป้องกัน กำหนดมาตรการทางด้านโรงงานอุตสาหกรรมและยวดยานพาหนะต่าง ๆ เป็นต้น
3. กำหนดให้มีการติดตามผลโดยออกตรวจสอบระดับเสียงตามแหล่งกำเนิดเสียงอีกครั้งต่าง ๆ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

2.5.6 มลพิษจากโลหะบางชนิด

1. <u>ตะกั่ว</u>

ตะกั่วเป็นโลหะที่มีอยู่ตามธรรมชาติทั้งในอากาศและน้ำ มนุษย์รับสารตะกั่ว เข้าสู่ร่างกายโดยทางอาหาร น้ำดื่ม และจากการหายใจ ตะกั่วที่มีในอากาศในสภาพตามธรรมชาติ จะมีปะปนอยู่เพียงเล็กน้อย คือ 0.01 ส่วนในล้านส่วน แต่ถ้าเป็นบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น ความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศอาจมีสูงถึง 44 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สำนักงานป้องกันสิ่งแวดล้อมของอเมริกา ได้ให้ความเห็นว่า ระดับของตะกั่วในอากาศที่มีค่าสูงกว่า 2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็นระดับที่เสี่ยงอันตรายต่อสุขภาพ ในบางประเทศได้กำหนดมาตราฐานของคุณภาพอากาศให้มีตะกั่วอยู่ในขั้นสูงสุดได้ไม่เกิน 1.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรเท่านั้น สำหรับอากาศในประเทศไทย โดยเฉพาะที่กรุงเทพ ได้ตรวจอากาศบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นได้พบว่ามีตะกั่วอยู่ในปริมาณที่สูงมาก คือ 100-108 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งความเข้มข้นระดับนี้ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนได้ง่าย

แหล่งที่ปล่อยตะกั่วเข้าสู่บรรยากาศมากที่สุดคือยานยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีสารประกอบของตะกั่วเจือปน บุคคลที่ทำงานใกล้ชิดกับสารตะกั่วมีโอกาสได้รับสารพิษจากตะกั่วมากกว่าคนอื่น เด็กเล็กๆที่ชอบหยิบของใส่ปากก็อาจกินตะกั่วในสีทาบ้านที่ลอกติดผนัง นอกจากนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาชนะใส่อาหารที่ฉาบด้วยโลหะผสมก็อาจมีสารตะกั่วเจือปนด้วย สัตว์น้ำที่คนบริโภคก็อาจมีสารตะกั่วทำให้สะสมในร่างกายคนได้

ผลของตะกั่วที่มีผลต่อร่างกายคนมีหลายประการ เช่น เป็นตัวยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางชนิด และยับยั้งการสร้าง(heme)ของฮีโมโกลบิน และการใช้เหล็กในร่างกาย การได้รับสารตะกั่วในปริมาณสูงมีผลทำให้ไตถูกทำลายและอาจมีผลร้ายแรงถึงสมองเสื่อมคุณภาพได้

2. ปรอท

ปรอทในธรรมชาติมีอยู่ทั่วไปทั้งในดินและในหิน โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.05ส่วนในล้านส่วน ปริมาณปรอทในแม่น้ำลำธารและทะเลสาบมีค่าเฉลี่ยประมาณ 0.03ส่วนในล้านส่วน แต่ในแหล่งน้ำที่อยู่ใกล้แหล่งของปรอทอาจมีมากถึง 100 ส่วนในล้านส่วนได้ สำนักงานคณะกรรมการป้องกันสิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกาได้กำหนดมาตรฐานสำหรับน้ำดื่มไว้ว่า ไม่ควรมีปรอทมากกว่า 2 ไมโครกรัม

สำหรับแหล่งของปรอทแหล่งอื่นๆส่วนใหญ่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่นโรงงานผลิตคลอรีนและโซดาไฟ โรงงานกระดาษและเยื่อกระดาษ โรงงานผลิตไวนีลคลอไรด์ โรงงานไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง นอกจากนี้จะได้จากอุตสาหกรรมต่างๆเช่นจากสารประกอบของปรอทที่ใช้เป็นยากำจัดเชื้อรา จากเซลแบตเตอรี่ชนิดแห้ง และจากปรอทผสม (amalgam) ที่ใช้อุดฟันเป็นต้น แหล่งเหล่านี้มีผลทำให้ปรอทเข้าสู่สภาพแวดล้อมปีละหลายหมื่นตัน

สารปรอทที่เข้าสู่ร่างกายมนุษย์และสัตว์ ถ้าอยู่ในรูปของสารอินทรีย์จะอันตรายมากกว่าในรูปของสารอนินทรีย์ ทั้งนี้สารอนินทรีย์ของปรอทถูกดูดซึมได้น้อยมาก ส่วนสารประกอบอินทรีย์ของปรอทสามารถดูดซึมที่ลำไส้ได้ถึง 90-95% แล้วเข้าสู่เส้นเลือดโดยจับกับเม็ดเลือดแดงไปสู่ส่วนต่างๆของร่างกาย การได้รับสารปรอทนี้ อาจได้ทั้งทางอาหาร น้ำดื่ม และอากาศที่หายใจ การสะสมของปรอทในร่างกายอาจมีผลต่อระบบประสาท และทำให้สมองพิการได้

3. แคดเมียม

แคดเมียมที่ปะปนอยู่ในสภาพแวดล้อมมีต้นกำเนิดจากหลายแหล่งด้วยกัน แคดเมียมที่ปะปนอยู่ในอากาศได้จากโรงงานถลุงสังกะสี ตะกั่วและทองแดง จากการเผาไหม้พลาสติกสีชนิดต่างๆ แบตเตอรี่ น้ำมันเครื่อง ผลิตภัณฑ์ยาง และควันบุหรี่เป็นต้น แคดเมียมในน้ำได้จากการระบายน้ำเสียออกจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานทำโลหะผสม โรงงานชุบโลหะ ส่วนแคดเมียมที่อยู่ในอาหารเกิดจากการละลายของโลหะที่ใช้ทำกระป๋อง หรือภาชนะที่ใส่อาหารอันเนื่องจากอาหารหรือเครื่องดื่มเหล่านั้นมีฤทธิ์เป็นกรด

แคดเมียมเป็นโลหะที่อันตรายต่อสุขภาพมากเช่นเดียวกับตะกั่วและปรอท กล่าวคือ ทำให้เป็นโรคความดันโลหิตสูง และหัวใจวาย ทำให้เกิดเป็นหมันอย่างรวดเร็วและทำให้เกิดเนื้องอกร้ายแรงในหนูทดลอง แต่ยังไม่มีหลักฐานยืนยันว่าทำให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าแคดเมียมเป็นอันตรายต่อตับและไตได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 มลพิษจากน้ำมัน

น้ำมันเป็นสารที่มีคุณประโยชน์ต่อมวลมนุษย์อย่างมหาศาล ขณะเดียวกัน น้ำมันก็เป็นต้นเหตุสำคัญที่ทำให้สภาพแวดล้อมเสียได้เช่นกัน น้ำมันที่ทำให้น้ำเสียเกิดขึ้นส่วนใหญ่จากการเทน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้วจากเรือลงในน้ำ หรือล้างน้ำมันที่พื้นตามโรงงานต่างๆแล้วปล่อยให้น้ำมันไหลลงสู่แม่น้ำลำคลอง นอกนั้นอาจเกิดจากอุบัติเหตุ เช่นเรือบรรทุกน้ำมันเกิดอัคคีไฟหรืออับปาง หรือท่อส่งน้ำมันดิบใต้น้ำเกิดแตกรั่วขณะที่มีการสูบถ่ายน้ำมัน เป็นต้น

จากสาเหตุดังกล่าว ทำให้เกิดผลร้ายจากมลพิษนี้อย่างชัดเจน สัตว์น้ำที่อยู่ในบริเวณที่น้ำมันแพร่ไปถึงก็จะล้มตายเป็นจำนวนมาก และยังเป็นอุปสรรคแก่การทำประมงตามชายฝั่ง เช่น การทำนากุ้ง การทำฟาร์มหอย ฯลฯ นอกจากนี้ยังเป็นอันตรายต่อสัตว์จำพวกนกที่จับสัตว์น้ำกินอีกด้วย เพราะน้ำมันจะติดและเคลือบขนนกเอาไว้ ทำให้นกบินไม่ได้บ้างก็จมน้ำตาย

กรมวิทยาศาสตร์ได้กล่าวถึงการกำจัดคราบน้ำมันไว้หลายวิธี เช่น วิธีปล่อยให้ฉมหัดระเหยไปเอง ซึ่งเหมาะสำหรับน้ำมันเบนซิน น้ำมันที่ใช้กับเครื่องบิน น้ำมันก๊าด วิธีเผาคราบน้ำมันทิ้ง ซึ่งจะทำได้ก็ต่อเมื่อมีน้ำมันลอยอยู่ในทะเล อีกวิธีการหนึ่ง คือ การดูดซับเอาน้ำมันออก วัสดุที่ใช้ดูดซับอาจจะใช้ฟาง กาบมะพร้าว หรือขี้เลื่อยก็ได้ วิธีอื่นๆคือใช้สารเคมีพ่นลงไปบนคราบน้ำมัน ทำให้น้ำมันกระจายออกเป็นละอองเล็กๆ เมื่อสารเคมีเคลือบละอองเหล่านี้ทำให้คราบน้ำมันมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น และช่วยให้ละอองน้ำมันมีเนื้อที่กว้างขึ้น แบคทีเรียบางชนิดสามารถใช้เป็นอาหารได้ บางส่วนของน้ำมันจะถูกแบคทีเรียทำลายให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ แต่สารเคมีชนิดนี้กำลังอยู่ในระหว่างการศึกษาค้นคว้าเพื่อมิให้เกิดอันตรายต่อสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ และให้มีราคาถูกพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

ในปัจจุบัน ปัญหาสิ่งแวดล้อมและการขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติได้ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มากยิ่งขึ้น ปัญหาที่เกิดจากความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม ได้ก่อให้เกิดการอดอยากขาดแคลนอาหาร น้ำ และปัจจัยในการดำรงชีวิตอื่น ๆ ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสังคม และปัญหาทางด้านการเมืองทั้งที่เป็นปัญหาการเมืองภายในประเทศ และปัญหาการเมืองระหว่างประเทศ เป็นต้น

ดังนั้น การรักษาสภาพสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติตลอดจนการปรับปรุงแก้ไขความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม นับเป็นมาตรการสำคัญที่จะช่วยให้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณภาพ ทั้งในปัจจุบันและอนาคต การรักษาและพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่กล่าวถึงนี้ก็คือการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

2.7.1 ความหมายของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ อาจนำไปใช้ในความหมายที่เหมือนกัน กล่าวคือ ทรัพยากรธรรมชาติเป็นองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมที่จะต้องมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน อันจะทำให้สิ่งแวดล้อมหรือระบบนิเวศเกิดความสมดุล แต่การร่อยหรอของทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว รวมทั้งกระบวนการผลิต การแปรรูปทรัพยากรธรรมชาติและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่เพิ่มมากขึ้นนั้น ได้ก่อให้เกิดสารพิษ ในสิ่งแวดล้อม และทำให้สิ่งแวดล้อมขาดความสมดุล ดังนั้น การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติจึงมีความหมายเช่นเดียวกัน

การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เป็นคำที่เริ่มนำมาใช้หลังจากที่มนุษย์ได้ประสบกับปัญหาความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อม จึงทำให้เกิดแนวความคิดที่จะสงวนและรักษาคุณภาพของสิ่งแวดล้อมเอาไว้ เพื่อจะนำมาใช้ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์โดยตรง ดังนั้น การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติหมาย ถึง การ ใช้ทรัพยากรน้อยที่สุด เพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด และก่อให้เกิดผลเสียแก่สิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เพื่อให้มนุษย์ที่เกิดมาในรุ่นต่อไปได้มีทรัพยากรธรรมชาติใช้ในการดำรงชีวิต

อย่างไรก็ตาม ในสภาวะที่สิ่งแวดล้อมได้เกิดความเสื่อมโทรมลงอย่างมาก ดังเช่นในปัจจุบันนี้ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ จึงควรความหมายรวมไปถึงการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้กลับคืนสู่สภาพเดิม หรือทดแทนความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมให้ได้มากที่สุดด้วย

2.7.2 หลักการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ มีหลักการดังนี้

1. การใช้ให้นานที่สุด การใช้ทรัพยากรทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นสิ่งของเหล่านั้นให้นานที่สุด ทั้งนี้ เพื่อไม่ให้เกิดการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้รวดเร็วเกินไป และทำให้สิ่งแวดล้อมปรับสภาพสู่ความสมดุลได้ทัน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การใช้ให้เกิดประโยชน์ มากที่สุด การใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์ได้มากที่สุดและมีผู้ได้รับประโยชน์จำนวนมากนั้น จะช่วยลดประมาณความต้องการทรัพยากรธรรมชาติให้น้อยลงและช่วยลดการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ อีด้วย

3. การนำกลับมาใช้ใหม่ ของให้หลายชนิดที่นำมาใช้จนเก่าหรือหมดสภาพการใช้งานแล้วถ้าสามารถนำมาปรับปรุงหรือเปลี่ยนสภาพให้เป็นวัตถุดิบ เพื่อนำมาเป็นสินค้าใหม่ จะช่วยทำให้ลดการแสวงหาทรัพยากรธรรมชาติ และลดการทำลายสิ่งแวดล้อมลงได้เช่นเดียวกัน

4 การทดแทน ทรัพยากรธรรมชาติบางชนิดหายาก หรือ หรือมีอยู่จำนวนน้อย การแสวงหาวัสดุอื่นที่มีอยู่มากหรือมีค่าน้อยกว่ามาใช้ทดแทน จะช่วยยืดการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติที่หายากลงได้ และยังช่วยทำให้วัสดุหรือทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่มีค่ากลับมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

5 การบูรณะซ่อมแซม สิ่งของเครื่องใช้หลายชนิด ถ้าได้รับการบูรณะซ่อมแซมในส่วนที่ขัดข้องหรือสึกหรอให้กลับสู่ในสภาพที่สามารถใช้งานได้ จะช่วยยืดอายุการใช้งานและลดอัตราการทำลายสิ่งแวดล้อมโดยส่วนรวมลงได้

6. การฟื้นฟูความเสื่อมโทรม ทรัพยากรธรรมชาติที่อยู่ในสภาพเสื่อมโทรม แต่สามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ ควรได้มีการเร่ง ฟื้นฟูเพื่อให้มีทรัพยากรธรรมชาติไว้ใช้ และเพื่อรักษาความสมดุลของธรรมชาติด้วย เช่น การเร่งรัดปลูกป่าเพิ่มขึ้น การบำบัดน้ำเสีย และการไม่ลักลอบตัดไม้ทำลายป่าจะเป็นการช่วยฟื้นฟูคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้วย

7. การลดอันตรายจากสารพิษ สารพิษหลายชนิดเมื่อนำไปทิ้งจะก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์และระบบนิเวศ ดังนั้นก่อนทิ้งสารพิษหรือของเสียเหล่านี้ ควรทำให้สารพิษหรือของเสียอยู่ในสภาพที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบนิเวศน้อยที่สุด หรือถ้าเป็นไปได้ก็ควรใช้สารพิษด้วยความระมัดระวังและใช้ให้น้อยที่สุด หรือใช้เท่าที่จะเป็นเท่านั้น

2.7.3 <u>ประเภทของทรัพยากรธรรมชาติที่ควรอนุรักษ์</u>

ก. ดิน

ดิน เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ เพราะใช้เป็นที่ปลูกสร้างที่อยู่อาศัย และเป็นที่ผลิตพืชพันธุ์ธัญญาหารให้แก่มนุษย์ แต่เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการใช้ที่ดินในการเกษตรกรรมบ่อยครั้งเกินไป ทำให้ดินไม่สามารถปรับสภาพความสมบูรณ์ได้ตามธรรมชาติ และก่อให้เกิดการทำลายความอุดมสมบูรณ์ของดิน นอกจากนี้ การแผ้วถางทำลายป่า การชะล้างพังทลายของหน้าดิน การเพาะปลูกที่ไม่ถูกวิธี การขยายตัวของชุมชน และการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ที่ทำการเกษตรก็นับว่าเป็นการใช้ที่ดินอย่างไม่ถูกต้องอีกด้วย

"การอนุรักษ์ดิน" หมายถึง การใช้ที่ดินได้อย่างถูกต้อง การป้องกันการเสื่อมคุณภาพของดิน การสงวนน้ำไว้เพื่อให้ดินเกิดความชุ่มชื่น และการปรับปรุงคุณภาพของดินเพื่อให้สามารถนำมาเพาะปลูกได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น การอนุรักษ์ ดินจึงมีวิธีการโดยทั่ว ๆ ดังนี้

1. การใช้ที่ดินอย่างถูกต้อง การปลูกพืชควรคำนึงถึงชนิดของพืชที่เหมาะสมกับคุณสมบัติดิน การปลูกพืชและการไถพรวนตามแนวระดับจะช่วยป้องกันการชะล้างพังทลายของหน้าดิน

นอกจากการใช้ที่ดินเพื่อการเพาะปลูกดังกล่าวแล้ว ควรสงวนรักษาที่ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ไว้ใช้ในการเพาะปลูกโดยเฉพาะ โดยไม่ควรนำไปใช้ในกิจการอื่น ๆ เช่น การตั้งโรงงานอุตสาหกรรม การสร้างที่อยู่อาศัย เป็นต้น เพราะที่ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์และเหมาะสมในการเพาะปลูกมีจำนวนน้อย

2. การป้องกันการเสื่อมโทรมของดิน การป้องกันการเสื่อมโทรมของดินและการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้แก่ การปลูกพืชบังลม การปลูกพืชบังลม การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชหมุนเวียน การไถ พรวนตามแนวระดับ การทำคันดินเพื่อป้องกันการไหลและการชะล้างพังทลายของหน้าดิน และรวมทั้งการไม่เผาป่าหรือการทำไร่เลื่อนลอยอีกด้วย

3. การให้ความชุ่มชื้นแก่ดิน การจัดส่งน้ำเข้าไปในที่ดิน การระบายจ้ำที่ขังอยู่ในที่ดิน และการใช้วัสดุ เช่น หญ้าหรือฟางคลุมหน้าดิน จะช่วยทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

4. การปรับปรุงบำรุงดิน การเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดิน เช่น การใส่ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยคอก ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ในปริมาณที่เหมาะสม หากปลูกพืชตระกูลถั่วการใส่ปูนขาวในดินที่เป็นกรด การแก้ไขพื้นที่ที่เป็นดินเค็มด้วยการระบายน้ำเข้าที่ดิน เป็นต้น

ข. น้ำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นมนุษย์ สัตว์ และพืช ต่างมีความจำเป็นที่จะต้องใช้น้ำในการดำรงชีวิต ดังนั้นจึงก่อให้เกิดการขาดแคลนน้ำในบางพื้นที่ และก่อให้เกิดสารพิษในน้ำ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการอนุรักษ์น้ำ ดังนี้

1. การป้องกันน้ำเสีย โดยการไม่ทิ้งขยะและสิ่งปฏิกูล และสารพิษลงในแหล่งน้ำ น้ำเสียที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม โรงพยาบาล ควรมีการกำจัดสารพิษเสียก่อน ก่อนที่จะปล่อยน้ำทิ้งเหล่านั้นลงไปในแหล่งน้ำ

2. การใช้น้ำอย่างประหยัด นอกจากจะช่วยลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าน้ำแล้ว ยังทำให้ประมาณน้ำเสียที่จะทิ้งลงแหล่งน้ำมีปริมาณน้อยลง และยังป้องกันการขาดแคลนน้ำได้ด้วย

3. การสงวนน้ำไว้ใช้ ในบางฤดูหรือในภาวะที่มีน้ำเหลือใช้ ควรมีการเก็บน้ำไว้ใช้ เช่น การสร้างโอ่งเก็บน้ำ การทำบ่อเก็บน้ำ การขุดลอกแหล่งน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ การสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ การขุดคูคลองส่งน้ำ หารระบายน้ำ ยังสามารถนำน้ำไปใช้ในการเพาะปลูกและผลิตพังงานไฟฟ้าได้ด้วย

4. การหาแหล่งน้ำเพิ่ม ในบางพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาแหล่งน้ำมาเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถมีน้ำไว้ใช้ทั้งในครัวเรือนและเกษตรกรรมได้อย่างเพียงพอปัจจุบันได้มีการนำน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บาดาลขึ้นมาใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น แต่การนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณมากเกินไปอาจก่อให้เกิดปัญหาแผ่นดินทรุดขึ้นได้ ดังจะเห็นได้จากปัญหาที่เกิดขึ้นได้จากกรุงเทพมหานคร

5. การนำน้ำกลับไปใช้ น้ำที่ไม่สามารถใช้ได้ในกิจการอย่างหนึ่งแต่อาจนำไปใช้ได้ในอีกกิจการหนึ่ง เช่น น้ำทิ้งจากการล้างภาชนะที่ใส่อาหารสามารถนำไปรดน้ำต้นไม้ได้ หรือ น้ำที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมถ้านำมาปรับปรุงแก้ไขก็อาจนำมาใช้ในอุตสาหกรรมได้อีก เป็นต้น

ค.ป่าไม้

การสูญเสียป่าไม้ได้ก่อให้เกิดผลกระทบต่อบรรยากาศของโลก และต่อการดำรงชีวิต ของมนุษย์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนา จึงควรตระหนักถึงการที่จะป้องกันรักษาและฟื้นฟูสภาพป่าไม้ขึ้นมาใหม่ โดยอาศัยแนวทางในการอนุรักษ์ ดังนี้

1. การยกเลิกการให้สัมปทานป่าไม้ ในอดีตที่ผ่านมาการในสัมปทานป่าไม้ได้ก่อให้เกิดการสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยเป็นจำนวนมาก จนกระทั่งทำให้ธรรมชาติขาดความสมดุล ดังจะเห็นได้จากการเกิดอุทกภัยขึ้นที่ภาคใต้ ในสุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช เมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2531 จากเหตุการณ์ดังกล่าวนี้มีผลทำให้รัฐบาลต้องมีคำสั่งยกเลิกการให้สัมปทานป่าไม้ทั่วประเทศ ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการฟื้นฟูและป้องการการสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ที่มีประสิทธิภาพอีก ทางหนึ่ง

2. การป้องกันการบุกรุกทำลายป่า การบุกรุกทำลายป่าเพื่อใช้เป็นพื้นที่ทำการเพาะปลูกหรือการลักลองตัดไม้เพื่อนำไม้ไปใช้ประโยชน์นั้น มีส่วนทำให้ปริมาณป่าไม้ลดลงจำนวนมาก และการบุกรุกทำลายป่านี้จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชน โดยส่วนรวม ดังนั้นการปฏิบัติตามกฎหมายและการไม่ลักลอบเข้าไปบุกรุกพื้นที่ป่า จึงเป็นการอนุรักษ์ป่าไม้อีกวิธีหนึ่งด้วย

3 การป้องกันไฟป่า ในแต่ละปีป่าไม้ได้ถูกเผาทำลายทั้งโดยธรรมชาติและการจุดไฟเผาเพื่อทำการเกษตรกรรมเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะในช่วงปลายฤดูหนาวถึงต้นฤดูแล้ง ทำให้ต้นไม้ทุกชนิดถูกทำลายและสัตว์ป่าขาดที่อยู่อาศัย การร่วมมือกันป้องกันและสกัดกั้นไม่ให้เกิดไฟป่าจะเป็นผลดีที่จะทำให้ต้นไม้ในป่าได้เจริญโตเป็นป่าไม้ที่สมบูรณ์

4 การใช้ไม้อย่าประหยัด เนื่องจากป่าไม้มีประโยชน์ต่อมนุษย์และสัตว์ จึงจำเป็นที่จะต้องสงวนรักษาเอาไว้ ดังนั้น การใช้ไม้ในกิจการต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการก่อสร้างที่อยู่อาศยอละเครื่องใช้ชนิดต่าง ๆจึงควรใช้อย่างประหยัด และใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

5. การใช้วัสดุอื่น ๆทดแทนไม้ ในการก่อสร้างบ้านเรือนและการประดิษฐ์ เครื่องใช้ชนิดต่าง ๆ ควรใช้วัสดุอื่นทดแทนการใช้ไม้ให้มากที่สุด ไม่ควรใช้ไม้โดยไม่จำเป็น เพราะมีวัสดุหลายชนิดที่สามารถใช้แทนไม้ได้ เช่น การใช้โลหะในการก่อสร้างบ้านแทนการใช้ไม้ เป็นต้น

6. การปลูกป่า การปลูกป่าและการดูแลป่าไม้ให้ฟื้นฟูสภาพป่าขึ้นมาใหม่นั้น จะเป็นการช่วยเร่งรัดให้มีป่าไม้เกิดขึ้นทันกับความต้องการได้ และในปัจจุบันได้มีการส่งเริมการปลูกป่าอยู่ทั่วไป ทั้งนี้เพื่อปลูกไว้ใช้สอยในครัวเรือนและเพื่อเร่งรัดฟื้นฟูสภาพป่าไม้ทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. สัตว์ป่า

ในปัจจุบันสัตว์ป่าหลายชนิดได้สูญพันธุ์ไปแล้ว และอีกหลายชนิดก็กำลังจะสูญพันธุ์ จะเห็นได้ว่าสัตว์ป่ามีจำนวนลดลงเรื่อย ๆ จึงเป็นที่น่าเป็นห่วงว่า ในอนาคตสัตว์ป่าทุกชนิดอาจจะสูญพันธุ์ไปจนหมด ดังนั้น จึงควรอนุรักษ์สัตว์ป่าโดยอาศัยหลักการ ดังนี้

1. ไม่ล่าสัตว์ป่า ไม่ควรให้มีการล่าสัตว์ป่าทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นสัตว์ป่าสงวนและป่าคุ้มครองหรือสัตว์ป่าทั่วไป เพราะในปัจจุบันสัตว์ป่าทุกชนิดได้ลดจำนวนลงเป็นอย่างมาก จนกระทั่งทำให้ธรรมชาติขาดความสมดุล

2. การบำรุงรักษาป่า ทำให้สัตว์ป่าได้มีที่อยู่อาศัยและใช้เป็นแหล่งอาหาร ดังนั้น การรักษาบริเวณที่เป็นธรรมชาติเอาไว้ จะช่วยให้สัตว์ป่าได้ใช้เป็นที่อยู่อาศัยและขยายพันธุ์ต่อไปได้

3. การให้ความรักและความเมตตาต่อสัตว์ มนุษย์ต้องการความรัก ความเตตา สัตว์ป่าทุกชนิดก็มีความต้องการเช่นเดียวกับมนุษย์ และต้องการมีชีวิตอยู่อย่างปลอดภัยเช่นเดียวกัน การฆ่าหรือทำร้ายสัตว์นอกจากจะเป็นการทำบาปแล้ว บางครั้งการฆ่าสัตว์ยังเป็นการผิดกฎหมายอีกด้วยเนื่องจากสัตว์ป่าบางชนิดเป็นการสัตว์ป่าสงวน หรือสัตว์ป่าคุ้มครอง

4. การเพาะพันธุ์เพิ่ม สัตว์ที่กำลังจะสูญพันธุ์ ควรมีการส่งเสริมให้มีการแพร่พันธุ์เพิ่มทั้งนี้เพื่อเป็นการทดแทนและเร่งรัดให้มีสัตว์ป่าเพิ่มขึ้นมาก แต่ในปัจจุบันยังมีปัญหาทางกฎหมายที่ประชาชนไม่สามารถแพร่พันธุ์สัตว์ป่าบางชนิดได้ เนื่องจากเป็นสัตว์ป่าสงวนหรือสัตว์ป่าคุมครอง

5. ไม่ซื้อหรือขายสัตว์ป่า การไม่ประกอบกิจการค้าเกี่ยวกับสัตว์ป่า เช่น การซื้อสัตว์ป่าการบริโภคสัตว์ป่า จะช่วยทำให้การลักลอบล่าสัตว์ป่าน้อยลง และยังเป็นการเปลี่ยนค่านิยมในการเลี้ยงสัตว์ป่า การสะสมซากสัตว์ป่า และการบริโภคสัตว์ป่าอีกด้วย

จ. พลังงาน

พลังงานจัดว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจากการดำรงชีวิตประจำวันการประกอบอาชีพ การคมนาคม และการสื่อสารของมนุษย์จะต้องอาศัยพลังงานเป็นปัจจัยพื้นฐานทั้งสิ้น จะเห็นได้ว่า เครื่องใช้และอุปกรณ์ในบ้านหลายชนิด เช่น เตาหุงต้ม ไฟฟ้า ตู้เย็น โทรทัศน์ เป็นต้น ล้วนต้องอาศัยพลังงานทั้งสิ้น การประกอบอาชีพเกษตรกรรม เช่น การใช้รถไถนา เครื่องนวดข้าว เป็นต้น การใช้เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม การคมนาคมทั้งทางบก ทางน้ำ ทางอากาศหรือการติดต่อสื่อสารถึงกันทางโทรเลข โทรศัพท์ วิทยุ โทรทัศน์ ล้วนต้องอาศัยพลังงานเพื่อให้อุปกรณ์เครื่องใช้ชนิดต่าง ๆเหล่านั้นทำงานได้ทั้งสิ้น

พลังงานที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีหลายรูปแบบ ได้แก่ ฟืน ถ่าน ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ไฟฟ้า พลังงานนิวเคลียร์ และพลังน้ำ พลังงานเหล่านี้ที่มีต้นกำเนิดมาจากธรรมชาติ เช่น ฟืน ถ่าน ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ บางชนิดเป็นพลังงานที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น พลังงานนิวเคลียร์ และพลังงาน ที่ผลิตจากพลังน้ำ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากพลังงานมีอยู่ในโลกอย่างจำกัด ถ้าหากประมาณการใช้พลังงานยังคงเพิ่มขึ้นอยู่ต่อไป พลังงานที่สำคัญ เช่น ฟืน ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ก็จะหมดลงภายในเวลาไม่ช้า สำหรับประเทศไทยมีพลังงานเหลืออยู่ในประเทศไม่ถึงร้อยละ 50 ของพลังงานที่ใช้อยู่ทั้งหมดนอกนั้นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และพลังงานที่มีอยู่ เช่น น้ำมันและก๊าซธรรมชาติจะมีอยู่ไม่เกิน 30 ปี และการพัฒนาพลังน้ำด้วยการสร้างเขื่อนจะก่อให้เกิดการทำลายระบบนิเวศหรือการทำลายป่าไม้ส่วนการพัฒนาพลังงานนิวเคลียร์ก็ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากประเทศไทยยังขาดความรู้ทางด้านเทคโนโลยีในการผลิตพลังงานนิวเคลียร์และการใช้พลังงานนิวเคลียร์ก็อาจเกิดอันตรายได้ง่าย

ดังนั้น ประเทศไทยจึงใช้นโยบายในการพัฒนาพลังงานควบคู่ไปกับการอนุรักษ์พลังงานทั้งนี้เพื่อให้พลังงานได้มีใช้อย่างเพียงพอกับความต้องการ และให้มีพลังงานใช้ได้นานที่สุด โดยนโยบายการอนุรักษ์พลังงานจะมีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. ลดการสูญเสียพลังงาน การใช้พลังงานทุกชนิดจะต้องใช้ให้คุ้มค่าที่สุด เช่น ไม่เปิดน้ำหรือไฟฟ้าทิ้งไว้โดยไม่จำเป็น ไม่ติดเครื่องยนต์ทิ้งไว้โดยไม่ได้ใช้รถ เป็นต้น

2. การใช้พลังงานให้น้อยลง การใช้พลังงานหลายชนิดนับว่าเป็นการใช้ที่สิ้นเปลืองมากเกินไป เช่น การใช้เตาหุงต้มอาหารในสถานที่ที่มีลมพัดตลอดเวลา การใช้หลอดไฟฟ้าที่กินไฟมากเป็นต้น ดังนั้น การใช้พลังงานจึงควรคำนึงถึงความประหยัดด้วย เช่น การใช้ระบบการขนส่งมวลชนการใช้รถไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้มีการใช้พลังงานน้อยลง

3. การลดกิจกรรมบางอย่าง กิจกรรมหลายอย่างดำเนินไปโดยไม่มีความจำเป็นเท่าที่ควร ทำให้มีการใช้พลังงานมาก เช่น การลด การใช้ป้ายโฆษณาสินค้าในเวลากลางคืน การลดเวลาออกอากาศของสถานีวิทยุและโทรทัศน์ การลดหรืองดการท่องเที่ยวหรือเดินทางในเวลากลางคืน เป็นต้น

4. การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องใช้ เครื่องใช้หลายชนิดที่ใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวันนอกจากจะเป็นสิ่งของเครื่องใช้ที่ไม่จำเป็นในการดำรงชีวิตแล้ว เครื่องใช้เหล่านั้นยังใช้พลังงานมากเกินความจำเป็น เช่น ตู้เย็นที่กินไฟมาก หลอดไฟฟ้าที่ไม่ทำความสะอาด รถยนต์ที่กินน้ำมันมาก เป็นต้น ถ้าจะทำให้เครื่องใช้ต่าง ๆเหล่านี้ทีประสิทธิภาพมากขึ้น ก็จะลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพลังงานลงได้มาก

5.การเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ ประชาชนทุดนควรจะได้รับความรู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานโดยจะต้องมีการประชาสัมพันธ์ไปยังสถานที่ต่าง ๆอย่างทั่วถึง เพื่อให้เกิดความตระหนักและรับผิดชอบต่อการใช้พลังงานร่วมกัน

6. มาตรการและนโยบายของรัฐ รัฐบาลจะต้องมีแผนงานและมาตราการในการพัฒนาพลังงานและควบคุมป้องกันการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพมากที่สุด เช่น การส่งเสริมให้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพลังงาน การกำหนดนโยบายการเสียค่าน้ำ ค่าไฟฟ้าแก่บุคคลที่ใช้ตามมาตรฐานที่กำหนด และการออกกฎหมายลงโทษแก่ผู้ขับรถเร็ว เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การศึกษาโครงการ

3.1 แนวความคิดในการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา

แนวความคิดในการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา เป็นความคิดของการจัดพิพิธภัณฑ์ที่จะจำลองระบบนิเวศที่มีอยู่หลากหลายรูปแบบในโลก มารวมไว้ในสถานที่แห่งเดียว เพื่อที่จะเป็นแหล่งศึกษาหาข้อมูลของนักเรียน นักศึกษาและจะเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญแห่งหนึ่งที่จะช่วยกระตุ้นสามัญสำนึกของผู้เข้าชมให้รู้สึกรักธรรมชาติ เห็นความสำคัญของระบบนิเวศ และมีความเข้าใจในการอยู่ร่วมของมนุษย์กับธรรมชาติ

ลักษณะการนำเสนอ หรือรูปแบบการจัดแสดง จะใช้วิธีการที่สามารถสร้างความรู้ความเข้าใจให้กับผู้เข้าชมอย่างมีประสิทธิภาพที่สุดประกอบกับได้รับความเพลิดเพลินตลอดการเข้าชมอีกด้วย โดยจะนำอุปกรณ์ เครื่องมือ และระบบที่ทันสมัยมาใช้ในการจัดแสดง และในแต่ละส่วนแสดงจะออกแบบให้ใช้คนอธิบายน้อยที่สุดหรือไม่ต้องใช้วิทยากรเลย ให้ผู้ชมสามารถเข้าใจได้ ซาบซึ้ง และสัมผัสได้ถึงระบบนิเวศแต่ละระบบด้วยตัวเอง

<u>เนื้อหาสาระที่จะนำเสนอ</u>

เนื้อหาสาระที่จะนำเสนอในโครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยานี้จะแบ่งออกเป็นภาคใหญ่ๆ ทั้งหมด 7 ภาค ดังนี้

ภาคที่ 1 : นิทรรศการเฉลิมพระเกียรติ

- พระบรมรูปพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว
- พระราชกรณียกิจเกี่ยวกับระบบนิเวศและสภาพแวดล้อม

ภาคที่ 2 : ระบบนิเวศเบื้องต้น

- ระบบนิเวศ คืออะไรและสำคัญอย่างไร
- ห่วงโซ่อาหาร
- การจำแนกชนิดของไบโอม (Biomes)

ภาคที่ 3 : ไบโอมในทะเล (Marine Biomes)

- เขตชายฝั่งทะเล (Littoral Biome)
- เขตไหล่ทวีป(Neritic Biome)
- เขตทะเลเปิด(Pelagic Biome)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคที่4 : ไบโอมแหล่งน้ำจืด

- ชุมชนแหล่งน้ำนิ่ง (Lentic Community)
- ชุมชนแหล่งน้ำไหล (Lotic Community)

ภาคที่ 5 : ไบโอมบนพื้นดิน (Terrestrial Biomes)

- ทะเลทราย (Dessert)
- ชุมชนป่าดงดิบชื้น(Tropical Rain Forest)
- ชุมชนป่าเขตอบอุ่น(Temperate Forest)
- ชุมชนขั้วโลก(The Polar World)

ภาคที่ 6 : มลพิษและความเสื่อมสลายของระบบนิเวศ

ภาคที่ 7 : การอนุรักษ์ระบบนิเวศ

ส่วนจัดแสดงทั้ง 7 ภาคนี้จะจัดแสดงในลักษณะในร่มและกลางแจ้งสลับกันไปตามความเหมาะสม นอกจากนี้ยังมีส่วนนิทรรศการชั่วคราวซึ่งสามารถเปลี่ยนเนื้อหาที่นำมาจัดแสดงได้ตามสถานการณ์อีกด้วย

3.2 การบริหารและการดำเนินงานของโครงการ

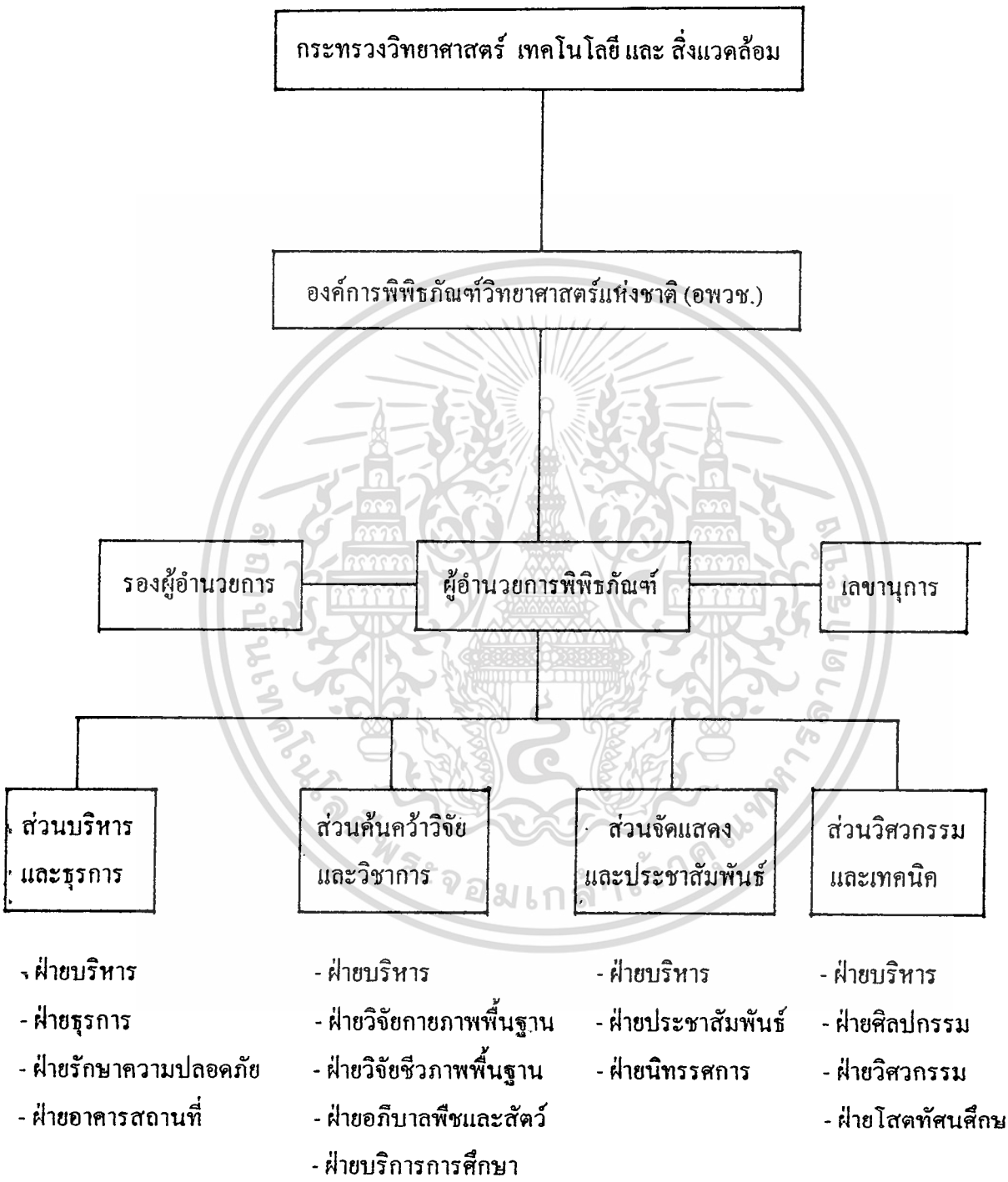
โครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยานี้อยู่ภายใต้การควบคุมดูแลขององค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.) ซึ่งเป็นหน่วยงานหนึ่งในกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโครงการพบว่า มีระบบการบริหารงานโดยแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ๆ ทั้งหมด 4 ส่วน ได้แก่

1. ส่วนบริหารและธุรการ
2. ส่วนการค้นคว้าวิจัย
3. ส่วนจัดแสดงและส่วนบริการผู้ชม
4. ส่วนวิศวกรรมและเทคนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการบริหารโครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา , เทคโนธานี , ถนนรังสิต - องครักษ์ จ.ปทุมธานี

(ORGANIZATION CHART)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดอัตราและหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ในโครงการ

จากการวิเคราะห์และประเมินจากองค์ประกอบโดยการเปรียบเทียบจากพิพิธภัณฑ์สถานทั่วไป ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากองค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ สามารถสรุปจำนวนบุคลากร และหน้าที่รับผิดชอบ ได้ดังนี้

1) ส่วนบริหารและธุรการ

ตำแหน่ง	จำนวนอัตรา (คน)	หน้าที่
1.1) ฝ่ายบริหาร		
ผู้อำนวยการ	1	- บริหาร ,วางแผน ,ควบคุมงานทั้งหมด และพัฒนาจัดงบประมาณ
รองผู้อำนวยการ	1	- เป็นผู้ช่วยผู้อำนวยการในการบริหารงาน ควบคุมและดูแลการทำงานของฝ่ายต่างๆ
เลขานุการ	1	- เป็นผู้ประสานงานและจัดเก็บข้อมูล เอกสารต่างๆ จัดทำรายงานและผลการประชุม
1.2) ฝ่ายธุรการ		
หัวหน้าฝ่ายธุรการ	1	- ควบคุมและดูแลบริหารงานในฝ่ายให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
เจ้าหน้าที่ธุรการ	1	- ติดต่องาน ร่างจดหมาย จัดเก็บเอกสาร
สารบรรณ (พนักงานพิมพ์ดีด)	2	- พิมพ์หนังสือ พิมพ์โรเนียวต้นฉบับเพื่อแจกจ่ายหน่วยงานต่างๆ
พนักงานทะเบียน	1	- จัดเก็บค่าสถิติและลงทะเบียนเอกสาร
พนักงานการเงิน	1	- ควบคุมรายรับรายจ่ายและงบประมาณ
เจ้าหน้าที่ฝ่ายบุคคล	1	- จัดทำบัญชีรายชื่อเจ้าหน้าที่ทั้งหมด
1.3) ฝ่ายรักษาความปลอดภัย		
หัวหน้าฝ่าย	1	- รับผิดชอบงานรักษาความปลอดภัย ควบคุมกุญแจและรหัสต่างๆ ตลอดจนควบคุมการปฏิบัติงานของเวรยามทุกคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง	จำนวนอัตรา (คน)	หน้าที่
ยามภายในอาคาร	5	- ดูแลรักษาความปลอดภัยตามจุดต่างๆ ภายในอาคาร
ยามภายนอกอาคาร	5	- ดูแลรักษาความปลอดภัยตามจุดต่างๆ ภายนอกอาคาร และลานจอดรถ
1.4) ฝ่ายอาคารสถานที่		
หัวหน้าฝ่าย	1	- ควบคุมดูแลสถานที่ทั้งภายในและภายนอกอาคารให้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยและสะอาดอยู่เสมอ
ภารโรง	4	- รักษาความสะอาดทั่วไปทั้งภายในและภายนอกอาคาร
คนสวน	4	- ดูแล ตกแต่ง บำรุงรักษาต้นไม้ และ ภูมิสถาปัตย์
พนักงานขับรถ	2	- ขับรถให้งานของโครงการ และรับ-ส่งของ

รวมเจ้าหน้าที่ส่วนบริหารและธุรการ ทั้งหมด 32 คน

2) <u>ส่วนค้นคว้าวิจัยและวิชาการ</u>

ตำแหน่ง	จำนวนอัตรา (คน)	หน้าที่
2.1) ฝ่ายบริหาร		
หัวหน้าฝ่าย	1	- ดูแล , ควบคุมงานด้านวิจัยค้นคว้าทั้งหมด
รองหัวหน้าฝ่าย	1	- ช่วยเหลืองานของหัวหน้าฝ่าย
เลขานุการ	1	- ติดต่อร่างจดหมายและติดต่อส่วนงานต่างๆ
2.2) ฝ่ายวิจัยกายภาพพื้นฐาน		
นักธรณีวิทยา	2	- ดูแลด้านธรณีวิทยา
นักโบราณชีววิทยา	2	- ดูแลด้านโบราณชีววิทยา
นักปฐพีวิทยา	1	- ดูแลด้านปฐพีวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง	จำนวนอัตรา (คน)	หน้าที่
2..3) ฝ่ายวิจัยชีวภาพพื้นฐาน		
นักจุลินทรีย์วิทยา	2	- ดูแลด้านจุลินทรีย์วิทยา
นักพฤกษศาสตร์	2	- ดูแลด้านพฤกษศาสตร์
นักสัตววิทยา	2	- ดูแลด้านสัตววิทยา
นักกีฏวิทยา	2	- ดูแลด้านกีฏวิทยา
นักมีนวิทยา	2	- ดูแลด้านมีนวิทยา
นักวิทยาศาสตร์ทางทะเล	2	- ดูแลด้านวิทยาศาสตร์ทางทะเล
2.4) ฝ่ายอภิบาลพืชและสัตว์		
สัตวแพทย์	2	- ดูแลและรักษาสัตว์
สัตวบาล	2	- ดูแลด้านความเป็นอยู่ของสัตว์
เจ้าหน้าที่พืชสวน	4	- ดูแล จัดสวนทั้งภายในและภายนอกอาคาร
ปราบศัตรูพืช	1	- ควบคุมและกำจัดศัตรูพืช
'2.5) ฝ่ายบริการการศึกษา		
วิทยากร	3	- ให้คำแนะนำแก่ผู้เข้าชมในด้านต่างๆ
บรรณารักษ์	2	- จัดหาหนังสือทางวิชาการและดูแลความเรียบร้อยในห้องสมุด
นักคอมพิวเตอร์	2	- ดูแลระบบคอมพิวเตอร์ในส่วนวิชาการ

รวมเจ้าหน้าที่ส่วนค้นคว้าวิจัยและวิชาการทั้งหมด 36 คน

3) <u>ส่วนจัดแสดงและประชาสัมพันธ์</u>

ตำแหน่ง	จำนวนอัตรา(คน)	หน้าที่
3.1) ฝ่ายบริหาร		
หัวหน้าฝ่าย	1	- ดูแล , ควบคุมงานด้านการจัดแสดงและประชาสัมพันธ์ทั้งหมด
รองหัวหน้าฝ่าย	1	- ช่วยเหลืองานของหัวหน้าฝ่าย
เลขานุการ	1	- ติดต่อร่างจดหมายและติดต่อส่วนงานต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง	จำนวนอัตรา (คน)	หน้าที่
3.2) ฝ่ายประชาสัมพันธ์		
เจ้าหน้าที่ประชาสัมพันธ์	3	- บริการติดต่อสอบถาม ประชาสัมพันธ์ กิจกรรมต่างๆ เผยแพร่เอกสารทางวิชาการ
3.3) ฝ่ายนิทรรศการ		
ภัณฑรักษ์	4	- เก็บรวบรวมวัตถุตัวอย่าง และดูแลรักษาวัตถุที่จะนำแสดง
เจ้าหน้าที่จำหน่ายบัตร	4	- จำหน่ายบัตรเข้าชมพิพิธภัณฑ์
เจ้าหน้าที่จำหน่ายของที่ระลึก	2	- จำหน่ายของที่ระลึกของพิพิธภัณฑ์

รวมเจ้าหน้าที่ส่วนจัดแสดงและประชาสัมพันธ์ทั้งหมด 16 คน

4) <u>ส่วนวิศวกรรมและเทคนิค</u>

ตำแหน่ง	จำนวนอัตรา (คน)	หน้าที่
4.1) ฝ่ายบริหาร		
หัวหน้าฝ่าย	1	- ดูแล , ควบคุมงานด้านวิศวกรรมและด้านเทคนิคทั้งหมด
รองหัวหน้าฝ่าย	1	- ช่วยเหลืองานของหัวหน้าฝ่าย
เลขานุการ	1	- ติดต่อร่างจดหมายและติดต่อส่วนงานต่างๆ
4.2) ฝ่ายศิลปกรรม		
ช่างออกแบบ เขียนแบบ	2	- ออกแบบและเขียนแบบแผนผังการจัดแสดง วางรายละเอียดในการแสดง
ช่างศิลปกรรม	4	- เขียนป้ายต่างๆ ,ตกแต่งฉากและสถานที่ในส่วนจัดแสดง
4.3) ฝ่ายวิศวกรรม		
ช่างระบบไฟฟ้าและอิเล็คทรอนิคส์	2	- ควบคุมระบบไฟฟ้าและอิเล็คทรอนิคส์ทั้งหมดในโครงการ
ช่างระบบปรับอากาศ	1	- ควบคุมระบบปรับอากาศ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง	จำนวนอัตรา (คน)	หน้าที่
ช่างสุขาภิบาล	1	- ควบคุมระบบน้ำใช้น้ำทิ้ง และ ระบบน้ำที่ใช้แสดงในส่วนพิพิธภัณฑ์
วิศวกรระบบคอมพิวเตอร์	1	- ควบคุมระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในส่วนพิพิธภัณฑ์ทั้งหมด
4.4) ฝ่ายโสตทัศนศึกษา		
เจ้าหน้าที่ฝ่ายโสตฯ	3	- จัดทำสื่อต่างๆที่ใช้ในพิพิธภัณฑ์ และควบคุมระบบแสงเสียง

รวมเจ้าหน้าที่ส่วนวิศวกรรมและเทคนิค ทั้งหมด 17 คน

สรุปอัตรากำลังเจ้าหน้าที่ของพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา

1) ส่วนบริหารและธุรการ 32 คน
2) ส่วนค้นคว้าวิจัยและวิชาการ 36 คน
3) ส่วนจัดแสดงและประชาสัมพันธ์ 16 คน
4) ส่วนวิศวกรรมและเทคนิค 17 คน

รวม 101 คน

3.3 การวิเคราะห์ผู้มาใช้โครงการ

3.3.1 ประเภทของผู้ใช้และพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ

ประเภทของผู้ใช้และพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการแต่ละประเภทจะทำให้สามารถกำหนดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบได้ในเบื้องต้น นอกจากนั้นยังทำให้ทราบถึงลำดับความสำคัญก่อนและหลัง เพื่อตอบสนองพฤติกรรมของผู้มาใช้โครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการกำหนดประเภทของผู้ใช้และพฤติกรรมของผู้ใช้ในโครงการนี้ ได้ศึกษาแนวทางจากผู้ใช้พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ และ พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ โดยสามารถสรุปมาเป็นประเภทของผู้ใช้โครงการได้ดังนี้

1. เจ้าหน้าที่และบุคลากรประจำพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา
2. บุคคลภายนอกที่เข้ามาชมโครงการ
3. บุคคลภายนอก ที่มาติดต่อราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

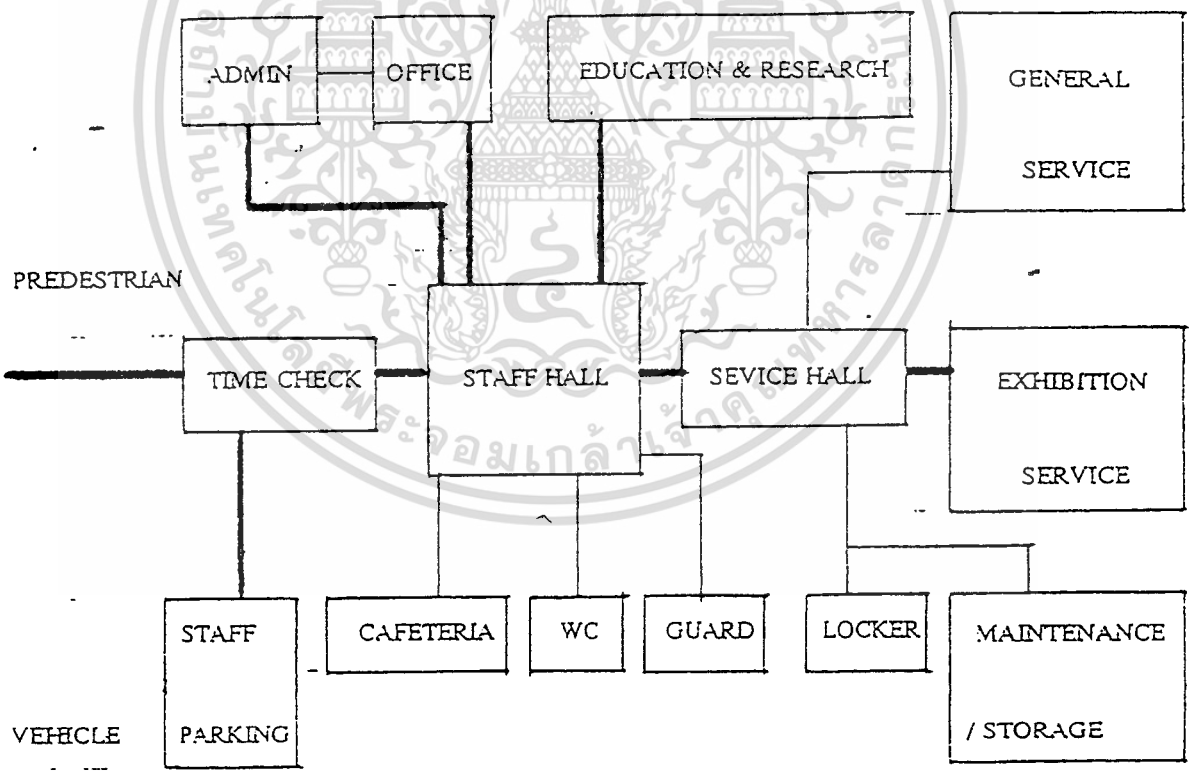
พฤติกรรมของผู้มาใช้โครงการ

1) เจ้าหน้าที่และบุคลากรประจำพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา

พฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ บุคลากร ขึ้นอยู่กับหน้าที่ของแต่ละส่วนงานตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งสามารถสรุปพฤติกรรมโดยทั่วไปของเจ้าหน้าที่ได้ดังนี้

8.00 น.	ลงเวลาทำงาน
8.30 - 12.00 น.	ปฏิบัติหน้าที่ภาคเช้า
12.00 -13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 - 16.00 น.	ปฏิบัติหน้าที่ภาคบ่าย
16.00 น.	ลงเวลาลิกงาน

สามารถแสดงเป็นผังพฤติกรรมโดยทั่วไปของเจ้าหน้าที่ได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) **บุคคลภายนอกที่เข้ามาชมโครงการ**

2.1) **ผู้เข้าชม** แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

2.1.1) **ผู้ชมที่มาเป็นส่วนตัว** อาจจะเดินทางมาโดยรถยนต์หรือรถโดยสารประจำทาง ฯลฯ ผู้ชมประเภทนี้เมื่อมาถึงโครงการ โดยมากจะเข้าสู่โครงการทางโถงหลักซึ่งเป็นที่รวมคนเพื่อแจกไปยังส่วนต่างๆ ผู้ชมสามารถซื้อบัตรและติดต่อสอบถามรายละเอียดต่างๆจากเจ้าหน้าที่ประชาสัมพันธ์ และอาจแวะทานอาหารเบาๆที่จุดพักผ่อนก่อน ฝากของไว้ที่จุดบริการ แล้วจึงค่อยเดินเข้าชมส่วนต่างๆของพิพิธภัณฑ์ก็ได้ เมื่อชมพิพิธภัณฑ์เสร็จ โดยมากจะแวะซื้อของที่ระลึกก่อนแล้วค่อยมารับของที่ฝากเอาไว้จากนั้นจึงเดินทางกลับ บางครั้งระหว่างที่ชมพิพิธภัณฑ์นั้นอาจจะหิวได้ จึงควรมีร้านอาหารไว้คอยบริการด้วย

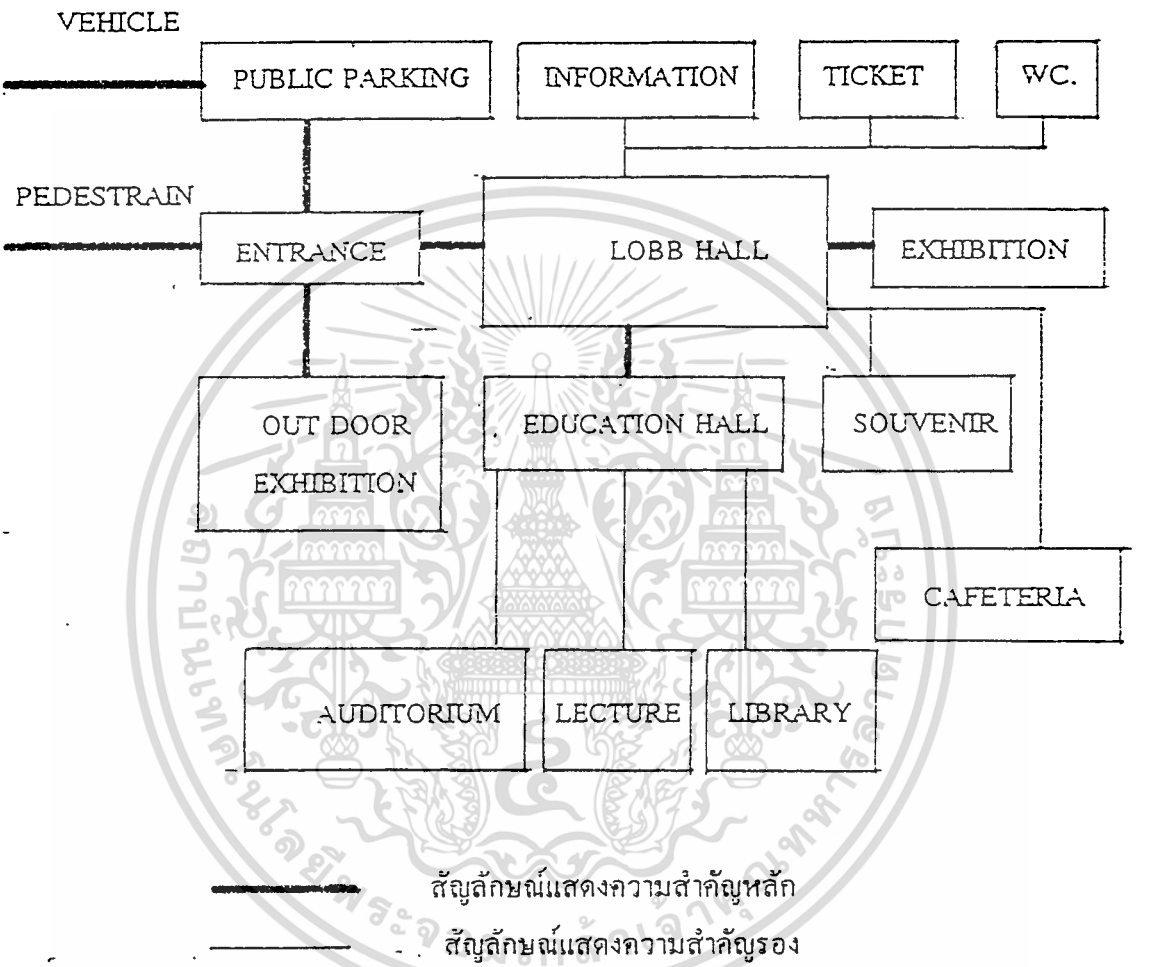
2.1.2) ผู้ชมที่เดินทางมาเป็นหมู่คณะ ได้แก่ นักเรียนนักศึกษา กลุ่มทัศนาจรและนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศ จะมีพฤติกรรมคล้ายคลึงกับกลุ่มแรก แต่ต่างกันที่ก่อนจะเข้าชมนิทรรศการ โดยมากจะมีการรวมกลุ่มกันเข้าฟังบรรยายภาพรวมของนิทรรศการก่อนแล้วจึงเข้าชมส่วนต่างๆของพิพิธภัณฑ์ ผู้ชมที่มาเป็นกลุ่มนี้ ส่วนใหญ่จะต้องใช้วิทยากรทำหน้าที่เป็นมัคคุเทศก์นำชมนิทรรศการทั้งหมด

2.2) ผู้มาศึกษาค้นคว้า

ส่วนใหญ่เป็นนักวิชาการที่มีความรู้พื้นฐานด้านนิเวศวิทยาเป็นอย่างดีหรืออาจเป็นนักเรียนนักศึกษาที่มาค้นคว้าข้อมูลไปทำรายงาน จุดประสงค์ของผู้มาใช้โครงการกลุ่มนี้ คือ ต้องการข้อมูลด้านนิเวศวิทยาให้ละเอียดที่สุด ฉะนั้นการจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์จำเป็นต้องมีคำบรรยายประกอบกับส่วนจัดแสดงอย่างละเอียดด้วยเพื่อรองรับความต้องการของผู้เข้าชมกลุ่มนี้ และควรมีการจัดบรรยายเป็นรอบๆ รวมทั้งมีส่วนห้องสมุดที่ทันสมัยน่าเข้าไปศึกษาค้นคว้า เพื่อสามารถรองรับความต้องการได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เข้าชมโครงการ สามารถนำมาเขียนเป็น DIAGRAM ได้ดังนี้

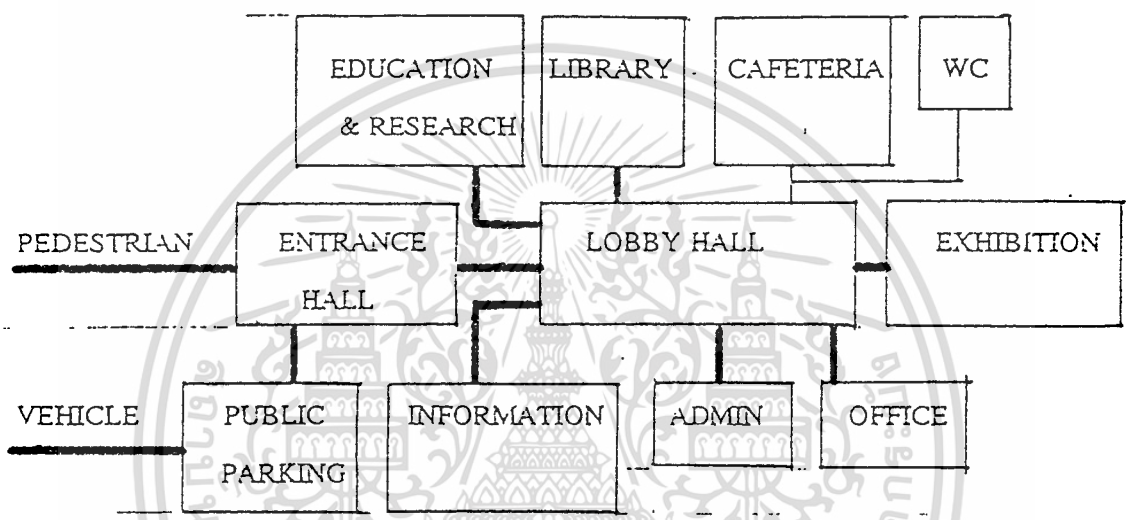


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) บุคคลภายนอก ที่มาติดต่อราชการ

ผู้มาติดต่อกลุ่มนี้ อาจจะมาติดต่อราชการ ธุรกิจ หรือมาขอข้อมูลบางอย่าง ซึ่งโดยมากจะมาติดต่อกับเจ้าหน้าที่ฝ่ายประชาสัมพันธ์ก่อน แล้วจึงเข้าไปติดต่อกับส่วนงานที่ต้องการพบ เมื่อเสร็จธุระแล้วอาจจะกลับออกไปหรือเข้าชมส่วนพิพิธภัณฑ์ก็ได้

สามารถแสดงพฤติกรรมเป็นผัง DIAGRAM ได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การวิเคราะห์จำนวนผู้มาใช้โครงการ

สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน

1) เจ้าหน้าที่และบุคลากรประจำโครงการ

จากการวิเคราะห์ในบทที่ 4.2 จะได้จำนวนเจ้าหน้าที่ทั้งหมด 101 คน

2) บุคคลภายนอกที่เข้าชมโครงการ

ในการวิเคราะห์หาจำนวนผู้เข้าชมโครงการ สามารถคาดคะเนได้จากสถิติผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา ถนนสุขุมวิท คลองเตย กรุงเทพ

ตารางที่ ..1 สถิติผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2522 - 2539

ปี	เด็ก	ผู้ใหญ่	รวม
2522	209,447	40,570	250,017
2523	274,798	53,732	328,530
2524	191,517	42,160	233,677
2525	241,273	70,539	311,812
2526	178,013	40,086	218,099
2527	253,617	44,503	298,120
2528	232,520	69,545	302,065
2529	267,385	62,243	329,628
2530	332,506	47,645	380,151
2531	252,774	19,676	272,450
2532	220,280	68,344	288,624
2533	305,522	29,888	335,410
2534	207,267	57,678	264,945
2535	152,739	41,490	194,229
2536	145,705	34,939	180,644
2537	280,461	67,368	347,829
2538	189,878	59,227	249,105
2539	137,750	61,223	198,973
รวม	4,073,452	910,856	4,984,308

ที่มา : ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 สถิติผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา ปี พ.ศ. 2540

เดือน	เด็ก	ผู้ใหญ่	รวม
มกราคม	34,832	9,903	44,735
กุมภาพันธ์	9,963	3,285	13,248
มีนาคม	5,752	3,733	9,485
เมษายน	4,801	3,338	8,139
พฤษภาคม	3,204	3,549	6,753
มิถุนายน	4,615	4,270	8,865
กรกฎาคม	11,413	2,581	13,994
สิงหาคม	56,725	10,862	67,587
รวม	131,305	41,521	172,826

ที่มา : ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ

จากตารางที่ 3.1 และ 3.2 จะเห็นได้ว่าสถิติผู้เข้าชมนั้นมีจำนวนไม่แน่นอน บางช่วงมีผู้เข้าชมมาก บางช่วงมีผู้เข้าชมน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการเช่น ในช่วงเทศกาลต่างๆก็มีผู้เข้าชมมากกว่าปกติ ,ช่วงปีใหม่ (เดือนมกราคม)จะมีผู้เข้าชมมากกว่าเดือนอื่นๆ , ปีที่มีการรณรงค์การท่องเที่ยวจะมีจำนวนผู้เข้าชมมากกว่าปีอื่นๆ เป็นต้น ฉะนั้นจึงไม่สามารถหาตัวแปรที่จะนำมาคาดคะเนจำนวนผู้เข้าชมที่แน่นอนได้ แต่สามารถนำสถิติที่ได้มาเป็นแนวทางหาค่าเฉลี่ยต่อไปได้

โครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยานั้นตามกำหนดจะสร้างเสร็จใน ปี พ.ศ. 2541 มีการคาดการณ์จำนวนผู้เข้าชมโดยพิจารณาจากสถิติผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ รวมทั้งปัจจัยอื่นที่มีผลต่อจำนวนผู้เข้าชม เช่น ความใกล้-ไกลจากกรุงเทพฯ , ความแปลกใหม่ของโครงการ , ความสะดวกในการเดินทาง , สถานที่ที่สำคัญที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน (ฟิวเจอร์พาร์ค รังสิต , ดรีมเวิร์ล ฯลฯ) ภาวะเศรษฐกิจ และอีกหลายๆปัจจัยที่อาจมีผลกระทบกับโครงการ สรุปได้ยอดเข้าชมพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยาในปี พ.ศ. 2541 เป็น 300,000คน หลังจากนั้นภายในระยะ 5 ปี (พ.ศ. 2541 - 2545) จะมีจำนวนผู้เข้าชมเพิ่มขึ้นอีกปีละประมาณ 10 % [1]

.....

1. ตัวเลขคาดคะเนจำนวนผู้เข้าชมในปี พ.ศ. 2541 ,ปัจจัยที่นำมาคาดคะเน และแนวโน้มของจำนวนผู้เข้าชมในปีถัดไป ได้มาจากการสอบถามเจ้าหน้าที่ฝ่ายสถิติและข้อมูลขององค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนผู้เข้าชม ในปี พ.ศ. 2541 เป็น	300,000 คน	เพิ่มขึ้นอีก 10 %
จำนวนผู้เข้าชม ในปี พ.ศ. 2542 เป็น	330,000 คน	เพิ่มขึ้นอีก 10 %
จำนวนผู้เข้าชม ในปี พ.ศ. 2543 เป็น	363,000 คน	เพิ่มขึ้นอีก 10 %
จำนวนผู้เข้าชม ในปี พ.ศ. 2544 เป็น	399,300 คน	เพิ่มขึ้นอีก 10 %
จำนวนผู้เข้าชม ในปี พ.ศ. 2545 เป็น	439,230 คน	

สรุปจำนวนผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยาในระยะเวลา 5 ปี เท่ากับ

439,230 /365 = **1,204** คน/วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบโครงการ

3.4.1 <u>รายละเอียดองค์ประกอบโครงการ</u>

จากการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้มาใช้โครงการแต่ละประเภทแล้ว ประกอบกับข้อมูลของโครงการที่ได้จาก องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.)ทำให้สามารถสรุปองค์ประกอบในโครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา ได้โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ คือ

1. ส่วนบริการและธุรการ

1.1 ฝ่ายบริหาร

- ห้องผู้อำนวยการ 3 ฝ่าย(บริหาร, จัดแสดง, วิศวกรรม)
- ห้องเลขา นุการ
- ห้องรับรองพิเศษ (V.I.P. ROOM)
- ห้องประชุม
- ห้องน้ำ / ส้วม

1.2 ฝ่ายธุรการ

- ห้องหัวหน้าฝ่าย
- ห้องทำงานเจ้าหน้าที่
- โถง + PANTRY
- เคาน์เตอร์ผู้มาติดต่อ
- ที่พักคอย
- ห้องน้ำ / ส้วม
- ห้องเก็บเอกสาร

1.3 ฝ่ายอาคารสถานที่

- ห้องพักแม่บ้าน
- ห้องพักคนสวน

2. ส่วนค้นคว้าวิจัย

2.1 โถง+ PANTRY

2.2 STAFF OFFICE

2.3 PLANTS LABORATIRY

2.4 TISSUE CULTURE

2.5 VETERINARY LABORATORY

2.6 SOIL FERTILITY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 MEDIA PREPARATION ROOM

2.8 WARM ROOM

2.9 INSTRUMENTS STORAGE

2.10 ห้องน้ำ /ส้วม

3. ส่วนนิทรรศการและบริการผู้ชม

3.1 ส่วนนิทรรศการถาวร

ภาคที่ 1 : นิทรรศการเฉลิมพระเกียรติ

ภาคที่ 2 : ระบบนิเวศเบื้องต้น

ภาคที่ 3 : ไบโอมในทะเล (Marine Biomes)

ภาคที่4 : ไบโอมแหล่งน้ำจืด

ภาคที่ 5 : ไบโอมบนพื้นดิน (Terrestrial Biomes)

- ทะเลทราย
- ชุมชนป่าดงดิบชื้น
- ชุมชนป่าเขตอบอุ่น
- ชุมชนขั้วโลก

ภาคที่ 6 : นิทรรศการมลพิษและความเสื่อมสลายของระบบนิเวศ

ภาคที่ 7 : การอนุรักษ์ระบบนิเวศ

3.2 ส่วนนิทรรศการชั่วคราว

3.3 ส่วนบริการผู้เข้าชม

- โถงทางเข้า
- ที่ขายตั๋วและติดต่อสอบถาม
- ร้านขายของที่ระลึก
- ห้องส้วม
- ห้องบรรยายขนาดใหญ่(AUDITORIUM)
- ห้องบรรยายเล็ก (LECTURE ROOM) ห้องสมุด
- ร้านอาหาร

4. ฝ่ายวิศวกรรม และ เทคนิค

4.1.ส่วนเทคนิคพิพิธภัณฑ์

- WORK SHOP
- ART STUDIO
- MUSEUM STORAGE
- MUSEUM COLLECTION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ส่วน วิศวกรรม

- ห้องพักวิศวกร
- ห้องเครื่องระบบไฟฟ้า (TRANSFORMER AND GEN. SET.)
- ห้องเครื่องระบบปรับอากาศ (CHILLER ROOM)
- COOLING TOWER AREA
- ห้อง PUMP น้ำ
- TANK / BOILERT ROOM
- ห้องชุมสายโทรศัพท์ และระบบคอมพิวเตอร์
- ห้องเก็บเครื่องมือ

5. ที่จอดรถ

5.1 ที่จอดรถผู้เข้าชม

- รถยนต์
- รถโยสาร (BUS)
- รถจักรยานยนต์และจักรยาน

5.2 ที่จอดรถเจ้าหน้าที่

- รถยนต์
- รถตู้ (บริการพนักงาน)
- รถจักรยานและจักรยานยนต์

5.3 พื้นที่บริการกลาง

- ห้องเก็บขยะเปียก / แห้ง
- ห้องเก็บของใหญ่ (CENTRAL STORAGE)
- โรงอาหารพนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ

3	หมายถึง	มีความสัมพันธ์กันมาก
2	หมายถึง	มีความสัมพันธ์กันพอสมควร
1	หมายถึง	มีความสัมพันธ์กันบ้าง
0	หมายถึง	เกือบจะไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

ตารางแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา

องค์ประกอบ	1	2	3	4
1. ฝ่ายบริหารและธุรการ				
2. ส่วนค้นคว้าวิจัย	2			
3. ส่วนนิทรรศการและบริการสาธารณะ	3	2		
4. ฝ่ายวิศวกรรมและเทคนิค	1	1	2	

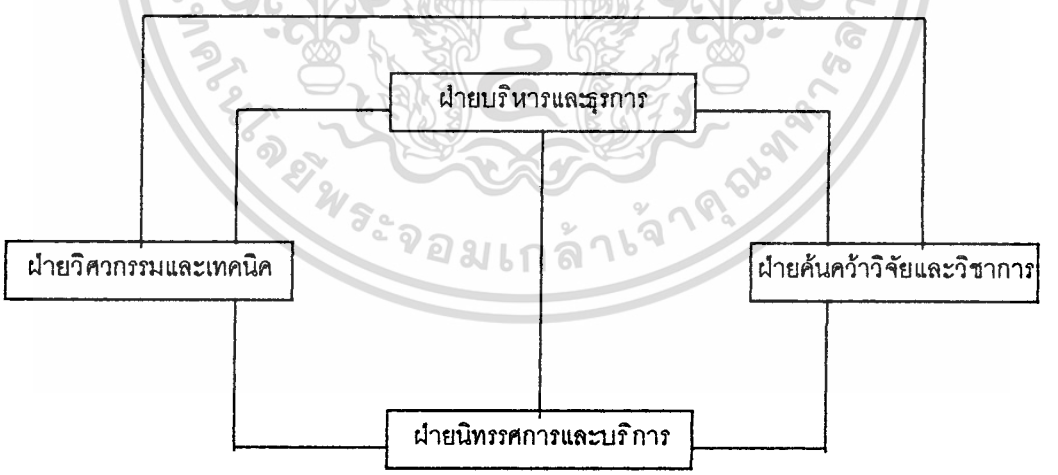


DIAGRAM แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงความสัมพันธ์ฝ่ายบริหารและธุรการ

- ฝ่ายบริหาร

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7
1. ห้องผู้อำนวยการ							
2. ห้องรองผู้อำนวยการ	3						
3. ห้องเลขานุการ	3	3					
4. ห้องประชุม	2	2	2				
5 ส่วนโถงต้อนรับ / พักคอย	2	2	3	3			
6 ห้องน้ำ / ส้วม	1	1	1	1	3		
7. ห้องรับรองพิเศษ	3	2	2	0	3	2	

- ฝ่ายธุรการ

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6
1. หัวหน้าฝ่าย						
2. ห้องทำงานเจ้าหน้าที่	3					
3. โถงต้อนรับ / พักคอย	2	2				
4. PANTRY	1	1	3			
5 ห้องน้ำ / ส้วม	1	1	3	1		
6 . ห้องเก็บเอกสาร	2	3	0	0	0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

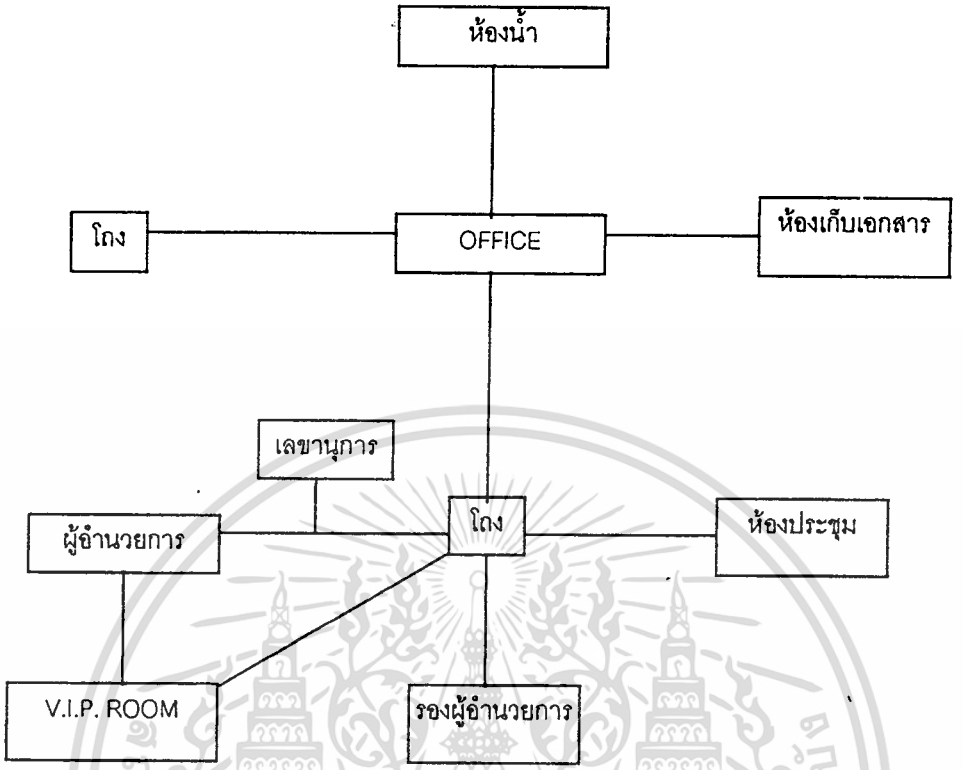


DIAGRAM แสดงความสัมพันธ์ส่วนบริหารและธุรการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงความสัมพันธ์ส่วนค้นคว้าวิจัย

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. โถง + PANTRY										
2. STAFF OFFICE	3									
3. ห้องน้ำ / ส้วม	3	3								
4. PLANTS LAB	3	2	2							
5. TISSUE CULTURE	3	2	2	3						
6. VETERINARY LAB	3	2	2	1	1					
7. SOIL FERTILITY	3	2	2	1	1	1				
8. MEDIA PREPARATION ROOM	3	1	1	2	2	2	2			
9. WARM ROOM	1	1	1	1	1	1	1	3		
10 INSTRUMENTS STORAGE	2	1	1	2	2	2	2	2	3	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

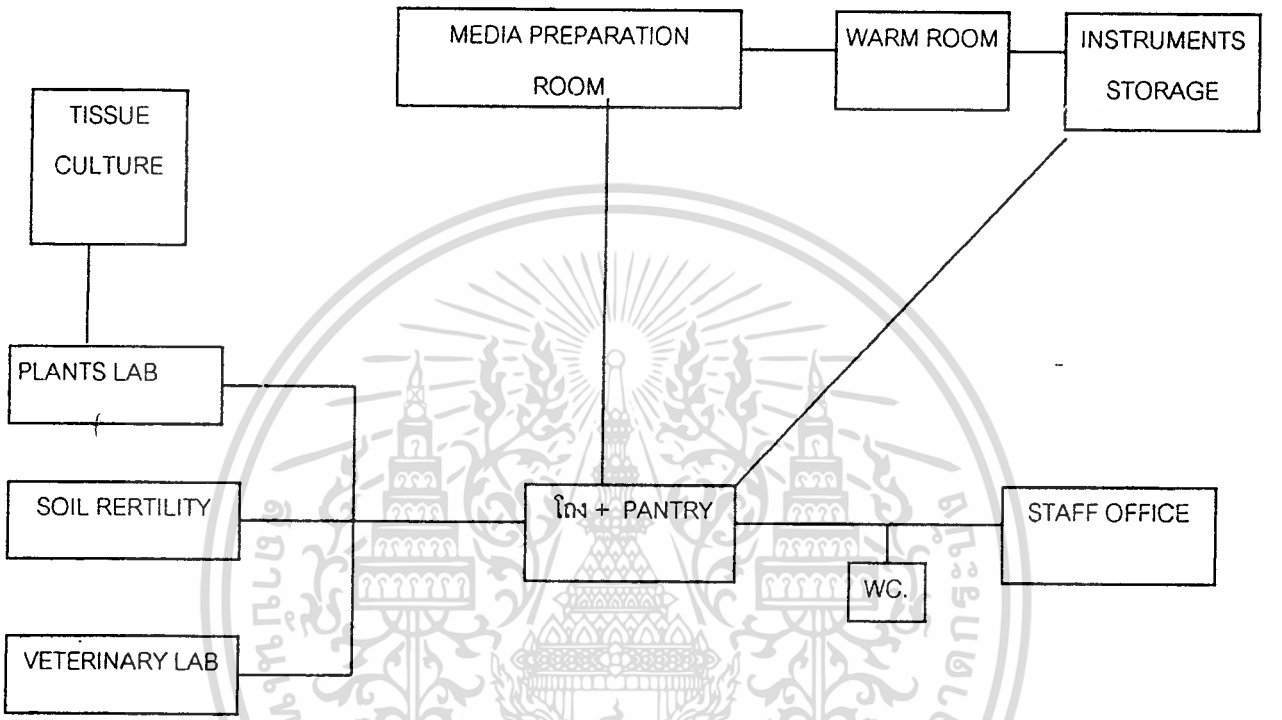


DIAGRAM แสดงความสัมพันธ์ส่วนต้นคว้าวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงความสัมพันธ์ส่วนจัดแสดงและบริการ

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. ส่วนจัดแสดงถาวร										
2. นิทรรศการชั่วคราว	3									
3. โถงทางเข้า	3	3								
4.ที่จำหน่ายบัตร	1	1	3							
5. ร้านขายของที่ระลึก	1	1	3	2						
6.ห้องบรรยายใหญ่(AUDITORIUM)	1	1	3	1	1					
7.ห้องบรรยายเล็ก(LECTURE ROOM)	1	1	3	1	1	2				
8. ห้องน้ำ / ส้วม	1	1	3	2	2	2	2			
9. ห้องสมุด	0	0	3	1	1	1	1	2		
10. ร้านอาหาร	0	0	3	1	1	1	1	3	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

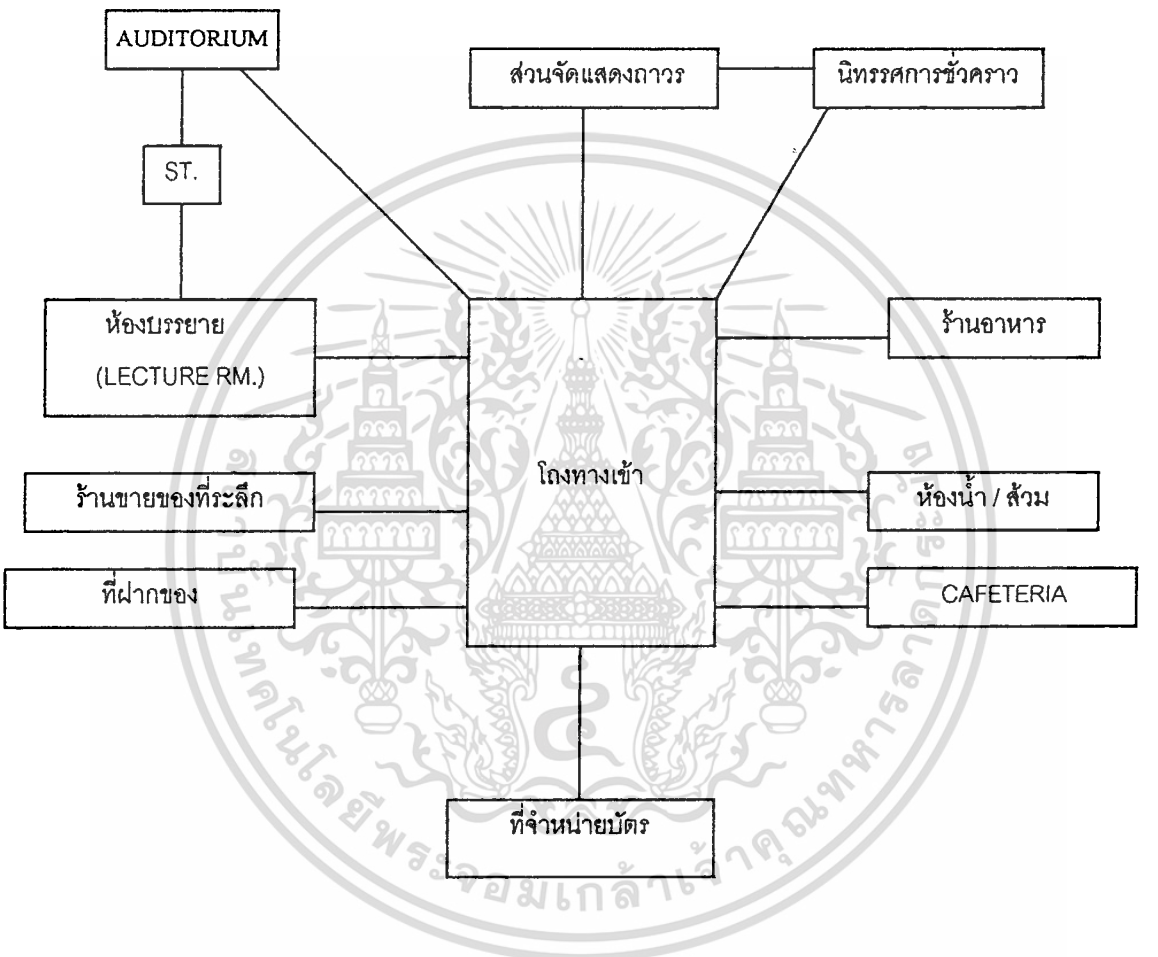


DIAGRAM แสดงความสัมพันธ์ของส่วนจัดแสดงแลประชาสัมพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดง ความสัมพันธ์ ส่วนวิศวกรรมและเทคนิค

- ส่วนวิศวกรรม

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7	8
1. ห้องพักวิศวกร								
2. ห้องเครื่องระบบไฟฟ้า	2							
3. ห้องเครื่องระบบปรับอากาศ	2	3						
4. ห้อง PUMP น้ำ และ TANK	2	2	2					
5.ห้องชุมสายโทรศัพท์และระบบคอมพิวเตอร์	2	2	2	2				
6. ห้องเก็บเครื่องมือ	1	2	2	2	2			
7. ห้อง LOCKER / ห้องน้ำ - ส้วม	2	2	2	2	2	2		
8. โถงพักคอย / SERVICE HALL	3	3	3	3	3	3	3	

- ส่วนเทคนิคพิพิธภัณฑ์

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7
1. WORKSHOP							
2. ART STUDIO	3						
3. ห้องเก็บของ	2	2					
4. ห้องพักช่าง	2	2	2				
5. ห้องน้ำ / LOCKER	2	2	1	3			
6. MUSEUM STORAGE	2	2	2	1	0		
7. MUSEUM COLLECTION	2	2	1	1	0	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

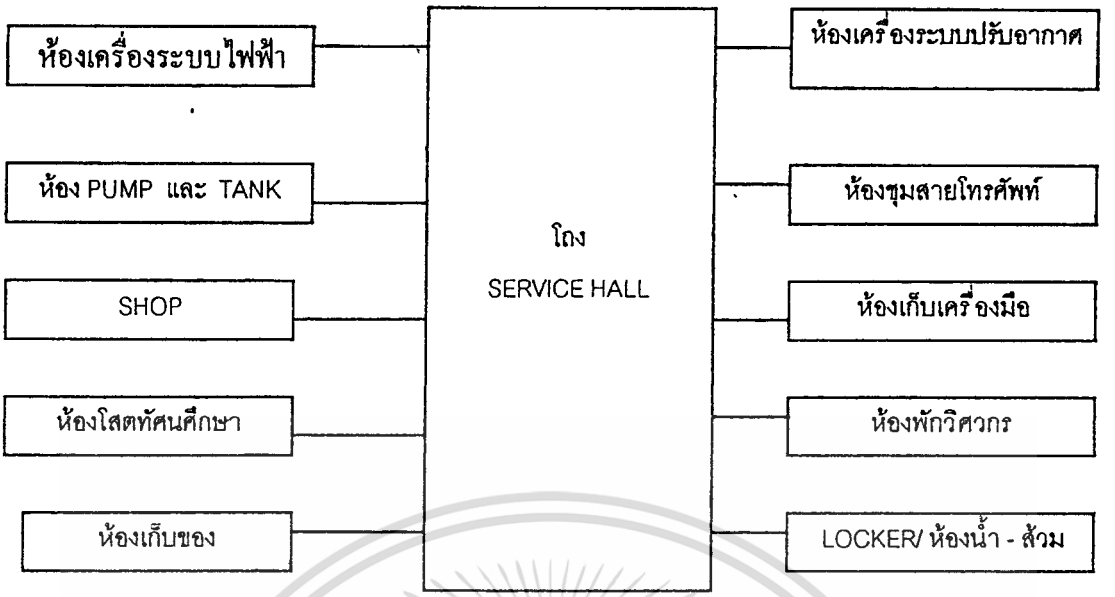


DIAGRAM แสดงความสัมพันธ์ของส่วนวิศวกรรม

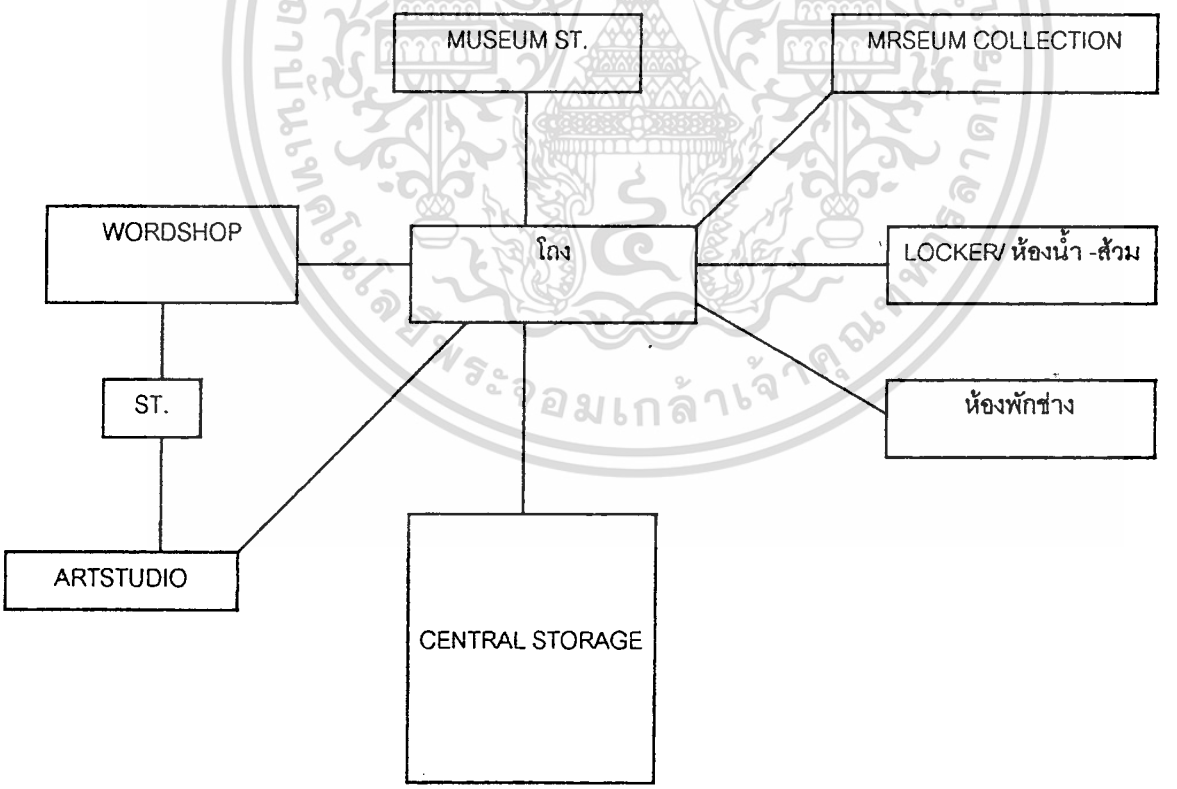


DIAGRAM แสดงความสัมพันธ์ของส่วนเทคนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 <u>การวิเคราะห์และกำหนดพื้นที่ขององค์ประกอบ</u>

<u>ส่วนบริหารและธุรการ</u>

1. ห้องผู้อำนวยการ-ส่วนทำงาน 2.00x4.50

= 9.00 ตร.ม.

- ส่วนรับแขก 4.00 x3.50

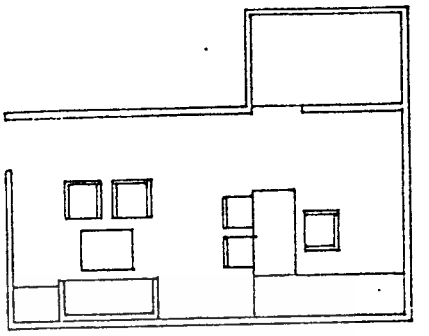
=14.00 ตร.ม.

คิด CIRCULATION 40 % = 32.20 ตร.ม.

-ห้องน้ำ -ส้วม 2.00x3.00

=6.00 ตรม.

พื้นที่รวม 38.20 ตร.ม.



2. ห้องรองผู้อำนวยการ- ส่วนทำงาน 2.00x4.5

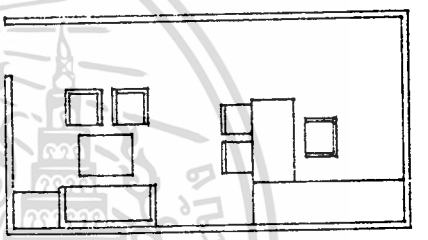
=9.00 ตร.ม.

- ส่วนรับแขก 4.00x3.50

=14.00 ตร.ม.

คิด CIRCULAION 40%

พื้นที่รวม 32.20 ตร.ม.



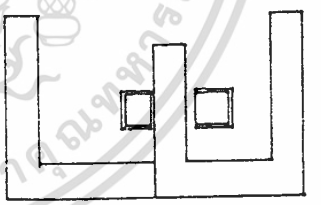
3. ส่วนเลขานุการ ประกอบด้วย -โต๊ะทำงาน

-เก้าอี้ทำงาน

- ผู้มาติดต่อ

- ตู้เอกสาร

พื้นที่รวม 10.00 ตร.ม.



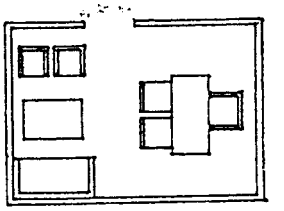
4. ห้องหัวหน้าแผนก - ส่วนทำงาน 2.00x3.00

=6.00 ตร.ม.

-ส่วนรับแขก 3.00x3.00

=9.00 ตร.ม.

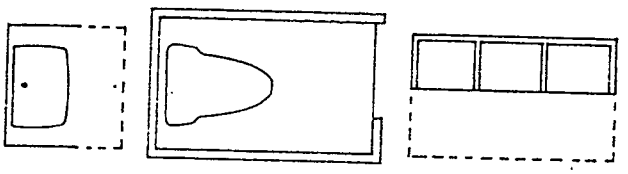
พื้นที่รวม 15.00 ตร.ม.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ห้องน้ำ - ส้วม - อ่างล้างหน้า = 0.80x0.80

=0.64 ตร.ม.



-โถส้วม =1.00x1.50

=1.50 ตร.ม./หน่วย

-LOCKER =0.50x1.20

=0.60 ตร.ม./หน่วย

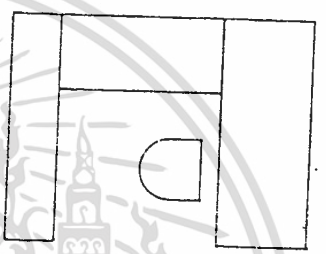
-โถปัสสาวะชาย

=0.70x0.80

=0.56 ตร.ม.

-ห้องอาบน้ำ=1.00x1.50

=1.50 ตร.ม.



6.ส่วนทำงาน (ไม่มีโต๊ะผู้มาติดต่อ)

=2.00x2.40

=4.80 ตร.ม.

คิด CIRCULATION 40% =6.72 ตร.ม.

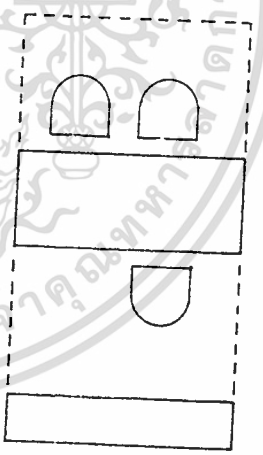
7.ส่วนทำงาน (มีผู้มาติดต่อ)

=2.00x2.40

=6.80 ตร.ม.

คิด CIRCULATION 40% =9.52 ตร.ม.

เนื้อที่ทำงานเฉลี่ย =8.00 ตร.ม.



<u>ส่วนบริการ</u>

1)โถงทางเข้า

วิเคราะห์จำนวนผู้ชมที่มาเป็นหมู่คณะ		200	คน
จากข้อมูลอ้างอิง ผู้ชม 1 คน ใช้พื้นที่		0.64	ตร.ม.
สรุปพื้นที่โถงทางเข้า	=200x0.64=	128	ตร.ม.

2)ห้องบรรยาย (LECTURE ROOM)

คิดจากจำนวนกลุ่มผู้ชมเป็นกลุ่มขนาดเล็ก		50	คน
ใช้พื้นที่ 1.25 ตร.ม./คน	50x1.25 =	62.5	ตร.ม.
รวม CIRCULATION 30%		81.25	ตร.ม.

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3)หอประชุม (AUDIORIUM)

คิดจากจำนวนผู้เข้าชมเป็นหมู่คณะสูงสุด		200	คน
โดยใช้พื้นที่ที่นั่งต่อคนเท่ากับ 1 ตร.ม.	(ARCHITECT'S DATA)		
ดังนั้นพื้นที่นั่งชม	=	200	ตร.ม.
รวม CIRCULATION 30%	=	260	ตร.ม.
พื้นที่ห้องเทคนิค คิด 40% ของพื้นที่นั่งชม		80	ตร.ม.
พื้นที่โถงพักคอยต่อคน 0.64 ตร.ม. (ARCHITECT'S DATA)			
	=	128	ตร.ม.
พื้นที่ห้องเทคนิค คิด 40% ของพื้นที่นั่งชม		80	ตร.ม.
ห้องเก็บของคิด 0.15 ตร.ม./จำนวนที่นั่ง		30	ตร.ม.
รวมพื้นที่	=	498	ตร.ม.

4)ห้องสมุด (LIBRARY)

การคิดจำนวนผู้มาใช้ห้องสมุด พิจารณาจาก

1.จำนวนเจ้าหน้าที่ทั้งหมดของโครงการ คิด 10%	=	10	คน
2.ผู้เข้าชมนิทรรศการสูงสุดใน 1 วัน	=	1204	
กำหนดให้ผู้มาใช้ห้องสมุด มี 10% ของผู้ที่มีโอกาสใช้ ( )	=	120	คน

***รวมผู้ใช้บริการห้องสมุดทั้งหมด**	=120+10	=	130	คน
ห้องอ่านหนังสือทั่วไป 1 คน ใช้พื้นที่			2.25	ตร.ม.
***พื้นที่ส่วนอ่านหนังสือ**	=130x2.25	=	292.5	ตร.ม.
อัตราส่วนหนังสือ		=	30	เล่ม/คน
***จำนวนหนังสือ**	=130x30	=	3900	เล่ม
พื้นที่ชั้นวางหนังสือ			100	เล่ม/ตร.ม.
***พื้นที่ชั้นวางหนังสือ**	=3900/100	=	39.00	ตร.ม.
สรุป พื้นที่ส่วนหนังสือ	292.5+39	=	331.5	ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ส่วนร้านอาหาร ประกอบด้วย

-ร้านอาหารสำหรับผู้มาใช้โครงการ

-ส่วนบริการอาหารสำหรับพนักงานส่วนบริการและส่วนบริการ

ร้านอาหารสำหรับผู้มาใช้โครงการ

พิจารณาช่วงเวลา 12.00 - 14.00 มีผู้มาใช้มากที่สุด คือ 50% ของทั้งหมด

= 1,204 50% ของทั้งหมด = 602 คน / 2ชม.

= 301 คน / ชม.

อัตราเฉลี่ยของการรับประทานอาหาร = 30 นาที/คน

= 301 คน = 150 คน

คิดผู้มาใช้บริการ 70%* = 105 คน

พื้นที่ทานอาหาร 1.44 ตร.ม./ คน ดังนั้น = 105x1.44=151.2 ตร.ม.

พื้นที่ครัว 25% = 37.8 ตร.ม.

ห้องเก็บของ = 20 ตร.ม.

รวม = 151.2+37.8 +20 = 209 ตร.ม.

ส่วนบริการอาหารสำหรับพนักงาน = 101 คน

จำนวนพนักงานทั้งหมด

คิด 70% ของพนักงานทั้งหมด 70 คน

อัตราเฉลี่ยของการรับประทาน 30 นาที/คน = 35 คน

พื้นที่ทานอาหาร 1.44 ตร.ม./คน = 35x1.44=50.4 ตร.ม.

พื้นที่ครัว 25 % = 12.6 ตร.ม.

ห้องเก็บของ = 12 ตร.ม.

รวม = 50.4x12.6+12= 75 ตร.ม.

*จาก TIME SAVER STANDARD FOR BUILDING TYPE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 สรุปพื้นที่องค์ประกอบของโครงการ

องค์ประกอบ	จำนวนผู้ใช้	จำนวนหน่วย	พื้นที่ต่อหน่วย (ตร.ม.)	CIRCULATION	พื้นที่รวม (ตร.ม.)	อ้างอิง
1.ส่วนบริการและธุรการ						
1.1ฝ่ายบริหาร						
-ห้องผู้อำนวยการพิพิธภัณฑ์	1	1	38.2		38.2	1
-ห้องรองผู้อำนวยการ	1	3	32.2		96.6	1
-ห้องเลขานุการ	1	1	15		15	1
-ห้องรับรอง	2	1	30		30	1
-ห้องประชุม	20	1	2.35		47	6
1.2ฝ่ายธุรการ						
-ห้องหัวหน้าฝ่าย	1	1	15		15	5
-ห้องทำงานเจ้าหน้าที่	6	1	5.76		34.56	5
-โถงพักคอย	10	1	1.5		15	6
-PANTRY		1	12		12	1
-ห้องเก็บเอกสาร		1	15		15	4
-ห้องน้ำ/ส้วม		2	18		36	1
รวมพื้นที่				30%	460.67	
2.ส่วนค้นคว้าวิจัย						
2.1 PLANTS LABORATORY		1	60		60	2
2.2 TISSUE CULTURE		1	36		36	2
2.3 VETERINARY LABORATORY		1	72		72	2
2.4 SOIL FERTILITY		1	72		72	2
2.5 MEDIA PREPARATION RM.		1	36		36	2
2.6 WARM RM.		1	10		10	2
2.7 INSTRUMENTS STORAGE		1	15		15	2
2.8 ห้องพักเจ้าหน้าที่	26	1	2.25		58.5	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบ	จำนวนผู้ใช้	จำนวนหน่วย	พื้นที่ต่อหน่วย (ตร.ม.)	CIRCULATION	พื้นที่รวม (ตร.ม.)	อ้างอิง
2.9 โถง	26	1	1.5		39	6
2.10 ห้องน้ำ/ส้วม	26	2	16		32	1
รวมพื้นที่				30%	559.65	
3.ส่วนนิทรรศการและบริการสาธารณะ						
3.1 ส่วนนิทรรศการถาวร						
ภาคที่ 1: นิทรรศการเฉลิมพระเกียรติ		1	840		840	1,3
ภาคที่ 2: ระบบนิเวศเบื้องต้น		1	225		225	1,3
ภาคที่ 3: ไบโอมในทะเล		1	828		828	1,3
ภาคที่ 4: ไบโอมแหล่งน้ำจืด		1	756		756	1,3
ภาคที่ 5: ไบโอมบนพื้นดิน						
-ชุมชนทะเลทราย		1	1500		1500	1,3
-ชุมชนป่าดงดิบชื้น		1	2352		2352	1,3
-ชุมชนป่าเขตอบอุ่น		1	1500		1500	1,3
-ชุมชนขั้วโลก		1	420		420	1,3
ภาคที่ 6: นิทรรศการมลพิษและความเสื่อมสลายของระบบนิเวศ		1	360		360	1,3
ภาคที่ 7: การอนุรักษ์ระบบนิเวศ		1	450		450	1,3
3.2 ส่วนนิทรรศการชั่วคราว		1	450		450	1,3
รวมพื้นที่ส่วนนิทรรศการ				30%	12,585.30	
3.3 ส่วนบริการสาธารณะ						
-โถงทางเข้า	200	1	0.64		128	6
-ที่ขายตั๋วและติดต่อสอบถาม	4	1	24		24	1
-ร้านขายของที่ระลึก		4	20		80	2
-ห้องส้วม		2	24		48	1
-AUDITORIUM	200	1			489	1
-LECTURE ROOM	50	1			81.25	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบ	จำนวนผู้ใช้	จำนวนหน่วย	พื้นที่ต่อหน่วย (ตร.ม.)	CIRCULATION	พื้นที่รวม (ตร.ม.)	อ้างอิง
-LIBRARY	130	1			331.5	1
-ร้านอาหาร	150	1	1.44		209.63	1
รวมพื้นที่ส่วนบริการสาธารณะ				30%	1820.5	
4.ส่วนวิศวกรรมและเทคนิค						
4.1 ส่วนเทคนิคพิพิธภัณฑ์						
-WORK SHOP		1			48	7
-ART STUDIO		1			20	7
-MUSEUM STORAGE		1			72	1
-MUSEUM COLLECTION		1			54	1
-CENTRAL STORAGE		1			108	1
-ห้องพักเจ้าหน้าที่	10	1	2.25		22.5	6
-ห้องน้ำ/ส้วม		1			12	1
-ห้องอาหารพนักงาน	101	1			75	1
-CONTROL ROOM	1	1			16	1
4.2 ส่วนวิศวกรรม						1
-ห้องเครื่องไฟฟ้า		1			76.5	1
-ห้องเครื่องระบบปรับอากาศ		1			120	1
-COOLING TOWER		1			18	1
-TANK & PUMP		1			120	1
-ห้องชุมสายโทรศัพท์		1			18	1
-ห้องระบบคอมพิวเตอร์		1			18	1
-ห้องเก็บเครื่องมือ		1			18	1
-ห้องพักวิศวกร	5	1	2.25		13.5	6
-ห้องน้ำ		1			9	1
รวมพื้นที่ส่วนวิศวกรรมและเทคนิค				30%	1,090.05	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบ	จำนวนผู้ใช้	จำนวนหน่วย	พื้นที่ต่อหน่วย (ตร.ม.)	CIRCULATION	พื้นที่รวม (ตร.ม.)	อ้างอิง
5. ที่จอดรถ						
5.1 ที่จอดรถ						
-ที่จอดรถยนต์		200	15		3,000	3
-ที่จอดรถบัส		12	48		576	1,3
-ที่จอดรถพนักงาน		20	15		300	1,3
-ที่จอดรถจักรยานยนต์		50	2		100	1,2
-ที่จอดรถ SERVICE		2	32		64	2
รวมพื้นที่ที่จอดรถ				50%	6,060	

สรุปเนื้อที่ใช้สอยของโครงการ

1.ส่วนบริหารและธุรการ	460.67	ตร.ม.
2.ส่วนค้นคว้าวิจัย	559.65	ตร.ม.
3.ส่วนนิทรรศการและบริ	14,405.80	ตร.ม.
4.ส่วนวิศวกรรมและเทคนิ	1,090.05	ตร.ม.
5.ที่จอดรถ	6,060	ตร.ม.
รวมพื้นที่ทั้งหมด	**22,576.17**	ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การวิเคราะห์สภาพที่ตั้งโครงการ

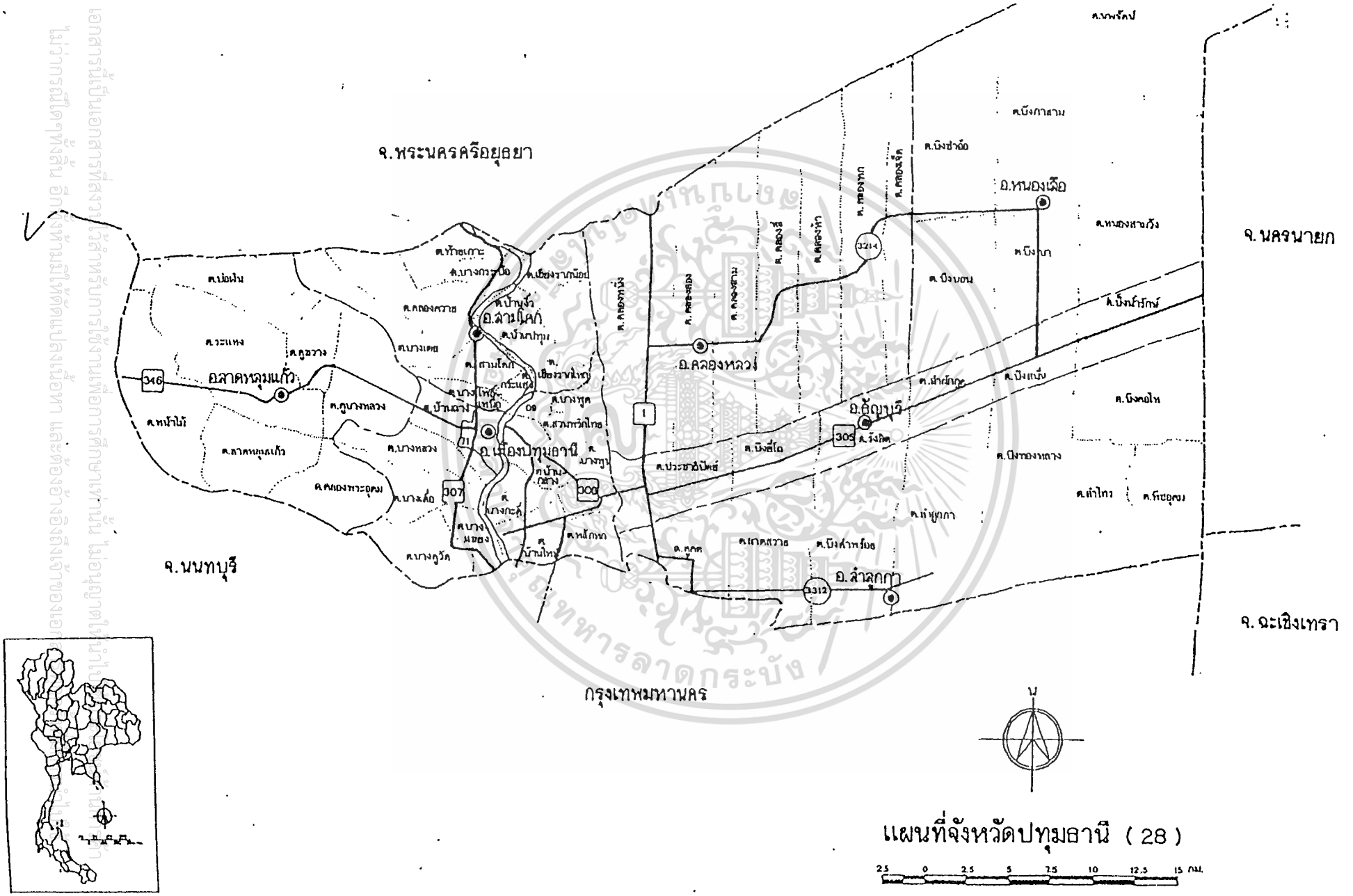
4.1 ความเป็นมาของที่ตั้งโครงการ

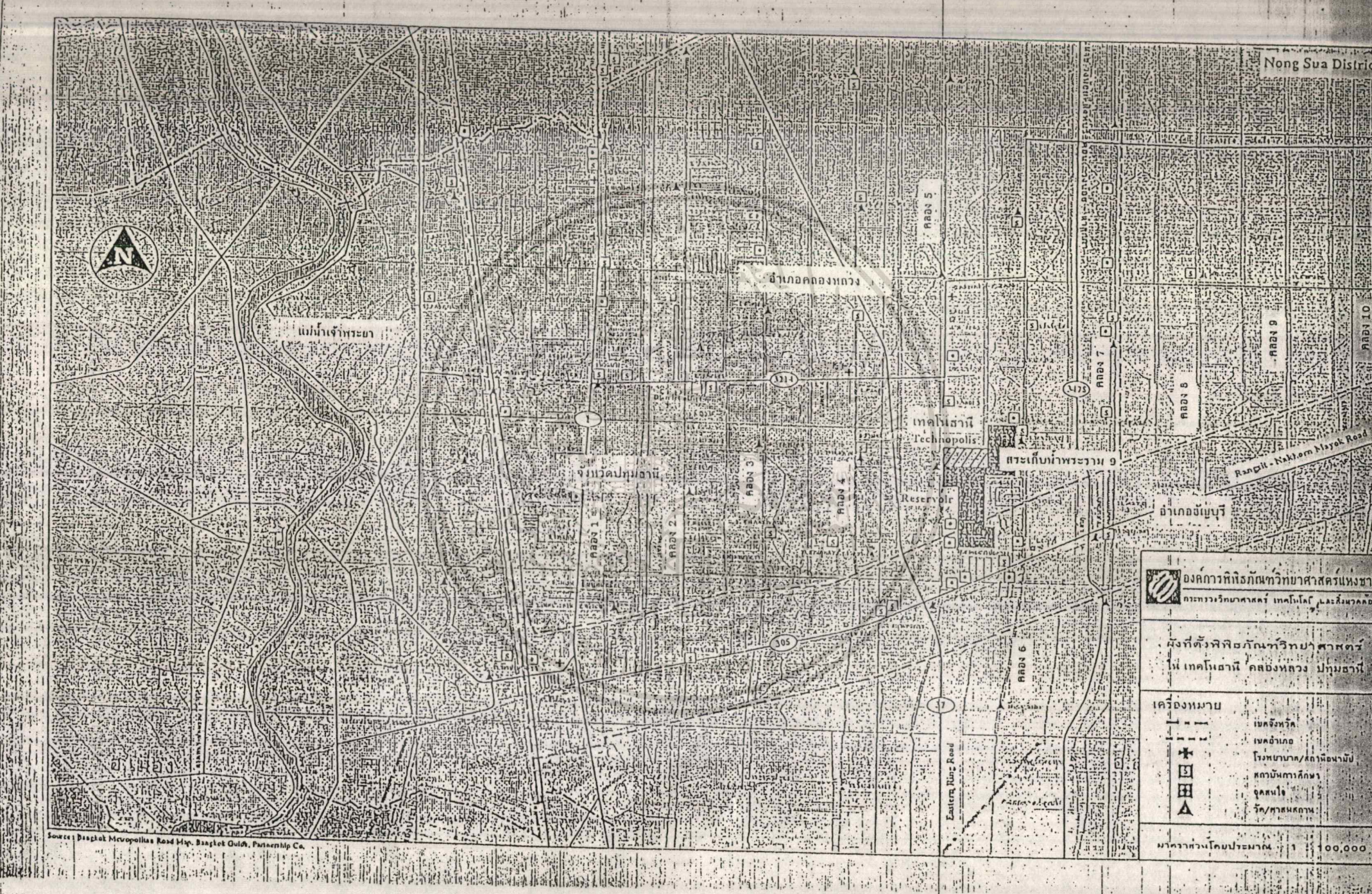
พิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา เป็นส่วนหนึ่งของโครงการเทคโนธานี ซึ่งมีพื้นที่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอ ธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ซึ่งแต่เดิมเคยเป็นพื้นที่รกร้างว่างเปล่าอยู่ในความดูแลของกรมธนารักษ์ ต่อเมื่อ ปี พ.ศ. 2532 ได้มีมติในที่ประชุมคณะรัฐมนตรี ให้มีการส่งเสริมพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้มีมติให้กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ดำเนินการวางแผนก่อสร้างให้ได้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวโครงการเทคโนธานีจึงได้เกิดขึ้น

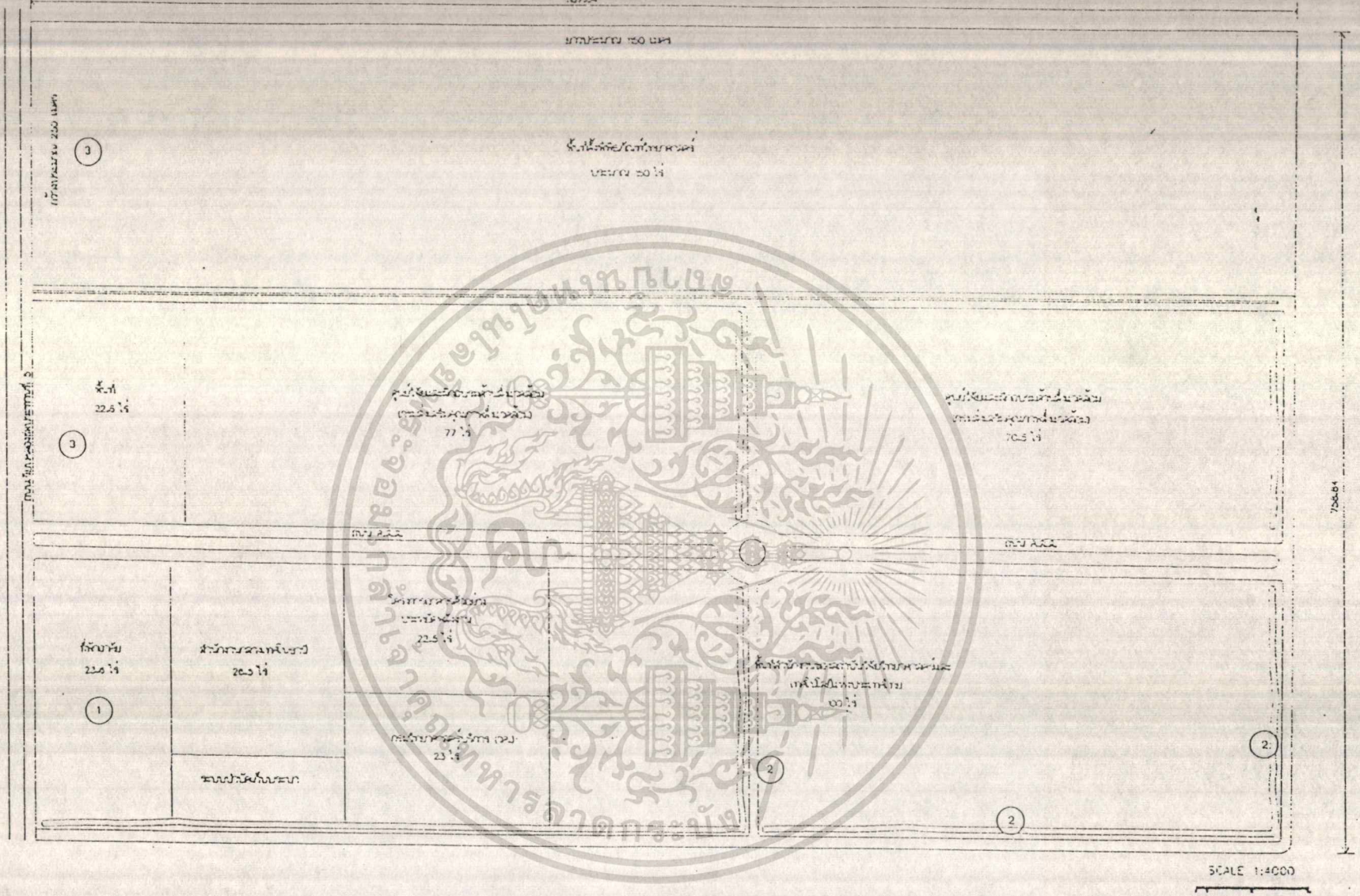
ในเบื้องต้น กระทรวงวิทย์ฯ ได้พิจารณาว่า โครงการนี้ควรมีพื้นที่ตั้งอยู่ในเขตชานเมือง เพราะสาธารณูปโภคต่างๆยังสะดวกสบายและเป็นการหลีกเลี่ยงการจราจรในตัวเมือง จึงได้ออกสำรวจพื้นที่บริเวณรังสิต จ.ปทุมธานี ก็ได้พบพื้นที่ตั้งที่เหมาะสม เป็นที่ราบกว้างใหญ่ติดกับโครงการสระเก็บน้ำพระราม 9 มีการเดินทางสะดวกสบาย ไม่ห่างจากตัวเมืองกรุงเทพฯมากนัก สาธารณูปการต่างๆก็สมบูรณ์พร้อม ใกล้กับสถานที่สำคัญหลายแห่งและแหล่งชุมชน อีกทั้งยังใกล้กับสนามบินแห่งชาติดอนเมือง ซึ่งสะดวกที่จะเป็นที่ท่องเที่ยวของชาวต่างชาติในอนาคตอีกด้วย ทางกระทรวงวิทย์ฯ จึงได้ดำเนินการทำเรื่องขอพื้นที่ดังกล่าวกับกรมธนารักษ์ซึ่งมีหน้าที่ดูแลพื้นที่ส่วนนี้อยู่ และก็ได้ความเอื้อเฟื้อเป็นอย่างดี

โครงการเทคโนธานีมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 500 ไร่ เป็นที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้างประมาณ 760 เมตร ยาวประมาณ 1,150 เมตร มีการจัดสรรการใช้ที่ดินให้แก่หน่วยงานรัฐบาลต่างๆ เช่น กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม , กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม , กรมการอนุรักษ์พลังงานแห่งชาติ ฯลฯ โครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยาก็เป็นหนึ่งในโครงการพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ของกระทรวงวิทย์ ซึ่งมีหลายพิพิธภัณฑ์รวมอยู่ในบริเวณเดียวกัน ได้แก่ ศูนย์เทคโนโลยีล้ำยุค , โรงภาพยนต์ IMAX DOME , ศูนย์เทคโนโลยีอากาศยาน , อาคารวิจัยวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ , ศูนย์เทคโนโลยีอุตสาหกรรม และ ศูนย์นิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม (พิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

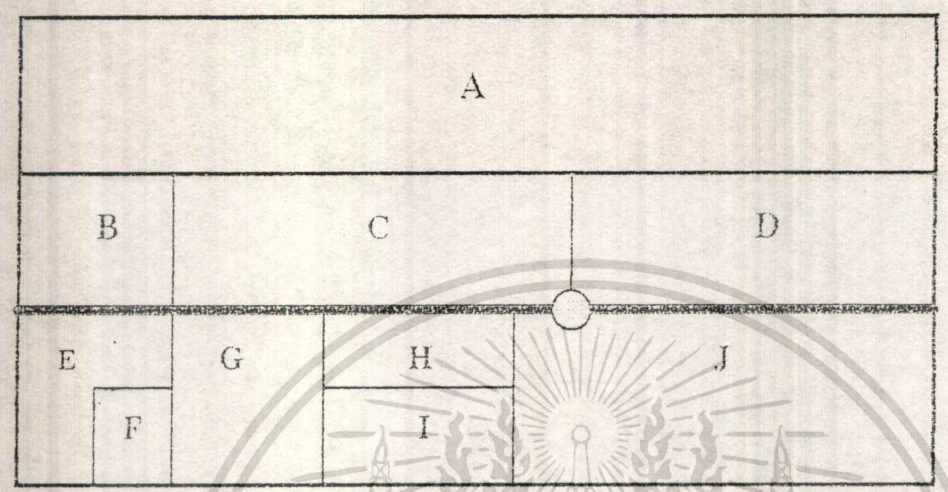

จ.พระนครศรีอยุธยา
จ.นครนายก
จ.นนทบุรี
จ.ฉะเชิงเทรา
กรุงเทพมหานคร
อ.ลาดหลุมแก่ว
อ.สามโคก
อ.เมืองปทุมธานี
อ.คลองหลวง
อ.หนองเสือ
อ.คูคต
อ.ลำลูกกา
346
307
306
305
3214
3312
1
ต.บ่อเงิน
ต.ระแหง
ต.หน้าไม้
ต.ลาดหลุมแก่ว
ต.คูบางหลวง
ต.บางหลวง
ต.คลองพระอุดม
ต.บางเดื่อ
ต.บางคูวัด
ต.ท้ายเกาะ
ต.บางกระบือ
ต.เชียงรากน้อย
ต.บ้านปทุม
ต.สามโคก
ต.เชียงรากใหญ่
ต.บางโพธิ์เหนือ
ต.บ้านกลาง
ต.บางปูใหม่
ต.สวนพริกไทย
ต.บางกะดี
ต.บางพูด
ต.บางมะขาม
ต.หลักหก
ต.บ้านใหม่
ต.คลองสาม
ต.คลองหนึ่ง
ต.คลองสี่
ต.คลองห้า
ต.คลองหก
ต.คลองเจ็ด
ต.ประชาธิปัตย์
ต.บึงสีโก
ต.ลาดสวาย
ต.บึงคำพร้อย
ต.บึงกาสาม
ต.บึงชำอ้อ
ต.หนองสามวัง
ต.บึงบา
ต.บึงบอน
ต.บึงน้ำรักษ์
ต.บึงทองหลาง
ต.บึงคอไห
ต.เต่าไทร
ต.ที่ชุมพล
ต.หน้าไม้
ต.บึงน้ำใส
ต.บึงคอไห
ต.บึงทองหลาง


Nong Sua Distric
แม่น้ำเจ้าพระยา
อำเภอคลองหลวง
จังหวัดปทุมธานี
เทคโนธานี
Technopolis
Reservoir
อำเภอธัญบุรี
Rangsit - Nakhorn Nayok Road
Eastern Ring Road
คลอง 1
คลอง 2
คลอง 3
คลอง 4
คลอง 5
คลอง 6
คลอง 7
คลอง 8
คลอง 9
คลอง 10
3314
3175
305
37
9
องค์การพิพิธภัณฑวิทยาศาสตร์แห่งชา
ที่ตั้งพิพิธภัณฑวิทยาศาสตร์
ใน เทคโนธานี คลองหลวง ปทุมธานี
เครื่องหมาย
เขตจังหวัด
เขตอำเภอ
โรงพยาบาล/สถานีอนามัย
สถานีตำรวจ
จุดสนใจ
วัด/ศาสนสถาน
มาตราส่วนโดยประมาณ 1 : 100,000
Source : Bangkok Metropolitan Road Map. Bangkok Guide. Partnership Co.


ยกระดับ 150 เมตร
(ก่อสร้างระดับ 250 เมตร)
3
พื้นที่เพื่อป้องกันประเทศ
ประมาณ 50 ไร่
3
พื้นที่
22.6 ไร่
ศูนย์ฝึกและซ่อมบำรุงหน้าที่ขนาดเล็ก
(กองส่งกำลังบำรุงกองพันขนาดเล็ก)
77 ไร่
ศูนย์ฝึกและซ่อมบำรุงหน้าที่ขนาดเล็ก
(กองส่งกำลังบำรุงกองพันขนาดเล็ก)
70.5 ไร่
ถนน A.A.A.
ถนน A.A.A.
ที่ตั้งขาย
23.6 ไร่
1
สำนักงานสรรพาวุธ
26.3 ไร่
ที่ทำการหน่วยซ่อม
ประจำพื้นที่
22.5 ไร่
กองบังคับการกรมสรรพาวุธ (ลบ.)
23 ไร่
ที่ตั้งโรงงานและคลังเก็บวัสดุสรรพาวุธและ
เครื่องกระสุนประจำกาย
60 ไร่
2
2
2
ถนนปากน้ำประแส
SCALE 1:4000

N

พื้นที่บริเวณเทคโนธานี



เทคโนธานีมีพื้นที่ประมาณ 500 ไร่ ได้มีการจัดสรรการใช้ที่ดินดังนี้

1.1 บริเวณ A ประมาณ 180 ไร่ : โครงการพิพิธภัณฑ์ฯ (อพ.)

1.2 บริเวณ B ประมาณ 22 ไร่ : พิจารณาให้จัดสร้างศูนย์เทคโนโลยีเอเชีย-ยุโรป

1.3 บริเวณ C ประมาณ 65 ไร่ : ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม (สส.)

1.4 บริเวณ D ประมาณ 60 ไร่ : ศูนย์วิจัยและพัฒนาธาตุหายากและศูนย์ฉายรังสี(พป.)

1.5 บริเวณ E ประมาณ 14 ไร่ : พื้นที่สีเขียวส่วนกลางสถานีไฟฟ้าย่อยและสาธารณูปโภค-รวมอื่นๆ เช่น ธนาคาร ไปรษณีย์ ศูนย์อาหาร

1.6 บริเวณ F ประมาณ 5 ไร่ : หอพักผู้เข้ารับการฝึกอบรมของศูนย์วิจัยฯ (สส.)

1.7 บริเวณ G ประมาณ 23 ไร่ : สำนักงานกลางเทคโนธานี บ่อพักประปาและบ่อ - บำบัดน้ำเสียรวม

1.8 บริเวณ H ประมาณ 24 ไร่ : อาคารอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

1.9 บริเวณ I ประมาณ 18 ไร่ : สถาบันมาตรวิทยา (วศ.)

1.10 บริเวณ J ประมาณ 90 ไร่ : กลุ่มอาคารสำนักงานของ วท.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 รายละเอียดสภาพที่ตั้งโครงการ

ลักษณะที่ตั้งและขนาด

โครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยามีที่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอคลองหลวงซึ่งเป็นหนึ่งในเจ็ดของจังหวัดปทุมธานี ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา อยู่บริเวณภาคกลางของประเทศ ห่างจากกรุงเทพประมาณ 45 กิโลเมตร ห่างจากจังหวัดปทุมธานี 26 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ใกล้เคียง ดังต่อไปนี้

ทิศเหนือ ติดกับพื้นที่เกษตรกรรมของชาวบ้าน (มีแนวรั้วกั้นระหว่างเขตที่ดินของโครงการกับที่ดินของชาวบ้าน)

ทิศใต้ ติดกับโครงการศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อมของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ทิศตะวันออก ติดกับสระเก็บน้ำพระราม 9

ทิศตะวันตก ติดกับโครงการศูนย์เทคโนโลยีอุตสาหกรรมของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ลักษณะของขอบเขตที่ดินเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู มีส่วนกว้างประมาณ 280 เมตร มีพื้นที่สำหรับโครงการประมาณ 55 ไร่ หรือ ประมาณ 88,000 ตารางเมตร

ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่โครงการโดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่ม ระดับพื้นที่ (contour) ต่างกันไม่มาก ตั้งอยู่ระหว่างคลองที่พาดระหว่างแนวเหนือ-ใต้สองเส้น (คลอง 5 และ คลอง 6) มีลักษณะดินเป็นดินเหนียวจัด สภาพดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดจัด มี pH ประมาณ 6-4 เนื่องจากมีพื้นที่ติดกับลำคลองและสระเก็บน้ำพระราม 9 นี่เอง จึงสามารถสูบน้ำมาใช้ภายในโครงการได้

ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศของพื้นที่ตั้งโครงการ เหมือนกับจังหวัดทั่วไปในภาคกลาง มีลมพัดเย็นสบายตลอดปีเนื่องจากได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และบริเวณโครงการเป็นพื้นที่ราบขนาดกว้างใหญ่ ทำให้มีฝนกระจายเป็นบริเวณกว้าง พื้นดินชุ่มชื่นตลอดปี เหมาะแก่การเพาะปลูกพันธุ์ไม้ซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญในการจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์

สภาพของฤดูกาลเหมือนกับพื้นที่ทั่วไปในเขตภาคกลาง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู คือ

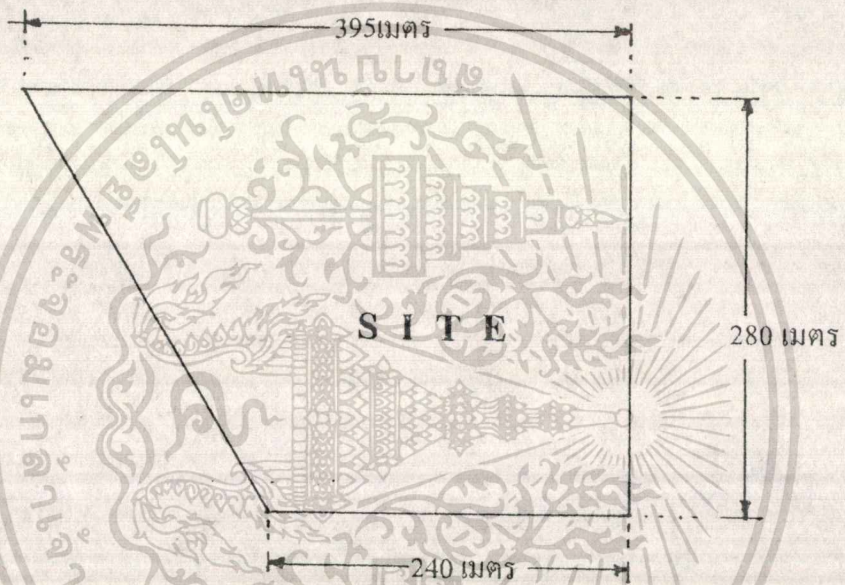
ฤดูร้อน ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ - เดือนพฤษภาคม

ฤดูฝน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน - เดือนตุลาคม

ฤดูหนาว ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน - เดือนมกราคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่เกษตรกรรม

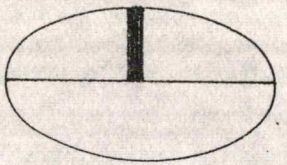


โครงการศูนย์เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

โครงการศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม

บึงพระราม 9

ทิศเหนือ



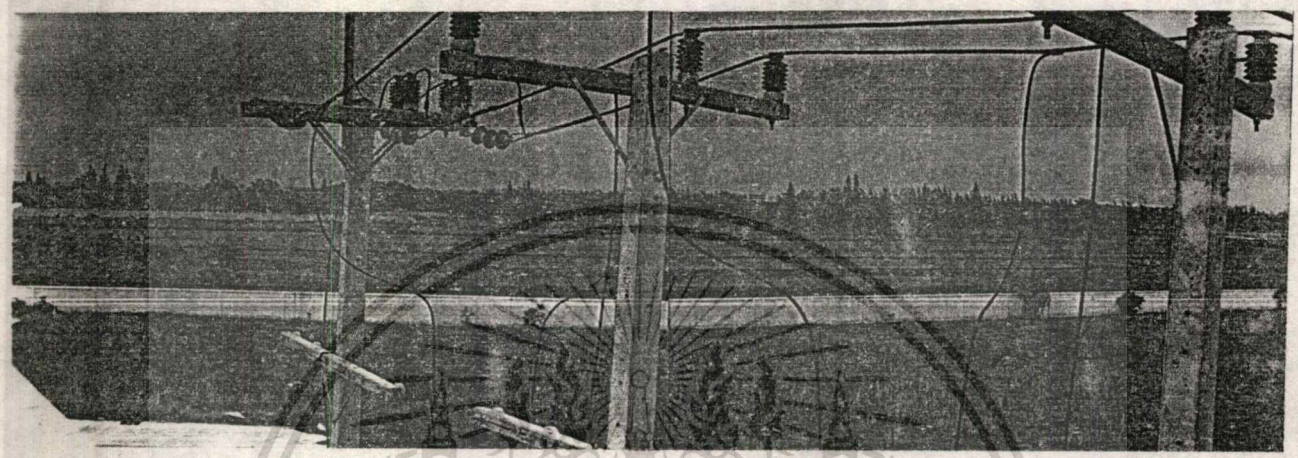
รวมพื้นที่โครงการทั้งหมด 88,900 **ตารางเมตร**

- **คิดเป็น** 55.56 **ไร่**

สำนักวิทยบริการฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ลาดกระบัง



ภาพถ่ายที่ตั้งโครงการ

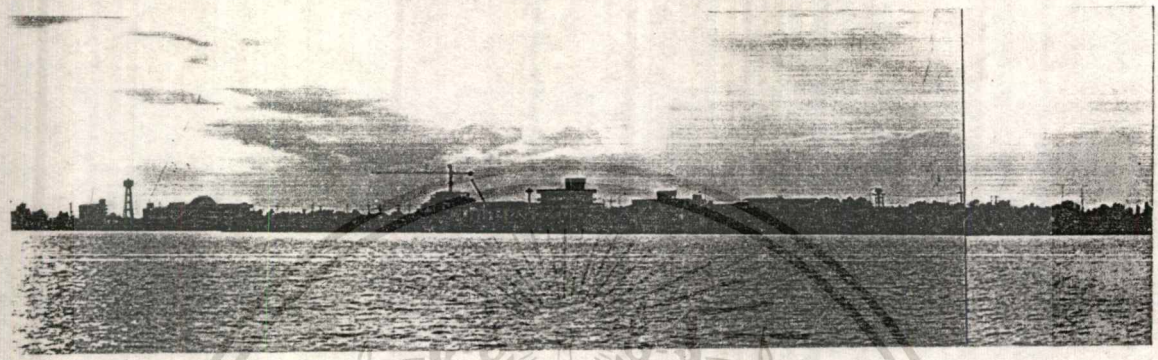


ทิศเหนือของที่ตั้งโครงการติดที่นาของเกษตรกร

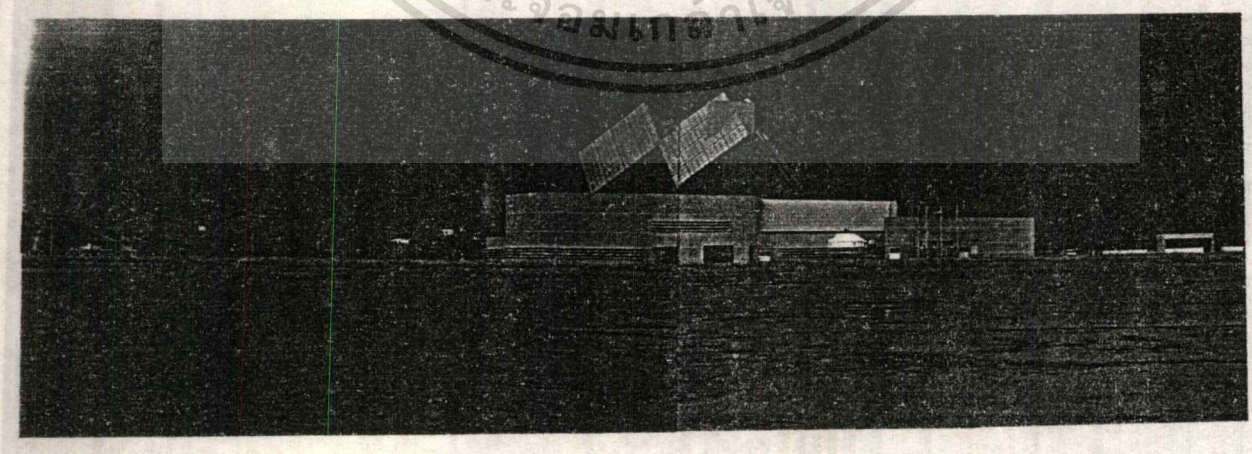


ทิศใต้ติดกับโครงการศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ทิศตะวันออกติดบึงเก็บน้ำพระราม 9



ทิศตะวันตกติดโครงการศูนย์เทคโนโลยีอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การคมนาคมและเส้นทางสัญจรสู่โครงการ

4.3.1 การคมนาคม

1. ทางน้ำ มีคลองรังสิตประยูรศักดิ์ ซึ่งแยกจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมืองปทุมธานี ผ่านประตูน้ำจุฬาลงกรณ์ และท้องที่อำเภอธัญบุรี ไปยังจังหวัดนครนายก ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา และกรุงเทพมหานคร แต่เนื่องจากในปัจจุบันการคมนาคมทางบกมีความสะดวกและรวดเร็ว ประกอบกับในลำคลองบางแห่งมีวัชพืชขึ้นอยู่ทำให้ไม่สะดวกต่อการเดินทาง การคมนาคมทางน้ำจึงใช้ประโยชน์น้อยลง

2. ทางรถไฟ มีสถานีรังสิตและสถานีเชียงรากซึ่งเป็นเส้นทางรถไฟมาจากกรุงเทพฯ สู่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3. ทางถนนรถยนต์

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 (ถนนพหลโยธิน) เริ่มต้นมาจากกรุงเทพฯ - รังสิต มุ่งตรงไปสู่ภาคเหนือ

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 305 สายรังสิต - องครักษ์ - นครนายก แยกจากถนนพหลโยธินช่วงตำบลประชาธิปัตย์ (บริเวณเชิงสะพานแก้วนิมิตเดิม) ไปทางตะวันออกถึงจังหวัดนครนายกและจังหวัดปราจีนบุรี

- ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3214 แยกจากถนนพหลโยธินช่วงตำบลคลองหนึ่งไปทางตะวันออกผ่านอำเภอหนองเสือ แล้วลงมาทางใต้บรรจบกับทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 305 ไปจังหวัดนครนายกและจังหวัดปราจีนบุรีอีกที

4.3.2 เส้นทางสัญจรเข้าสู่โครงการ

สามารถเข้าสู่โครงการได้ 2 ทาง คือ

- จากทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 305 แล้วแยกเข้าถนนเลียบคลองชลประทานที่ 5 ก็จะผ่านหน้าโครงการเทคโนธานีซึ่งสามารถเข้าสู่พื้นที่ตั้งโครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยาได้จากถนนภายในโครงการของเทคโนธานี

- จากทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3214 แล้วแยกเข้าถนนเลียบคลองชลประทานที่ 5 ก็จะผ่านหน้าโครงการเทคโนธานีซึ่งสามารถเข้าสู่พื้นที่ตั้งโครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยาได้จากถนนภายในโครงการของเทคโนธานีเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การศึกษาอาคารตัวอย่าง

5.1 การศึกษาอาคารตัวอย่างภายในประเทศ

อาคาร : พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
ที่ตั้ง : ท้องฟ้าจำลองถนนสุขุมวิท กรุงเทพฯ
สถาปนิก : สุเมธ ชุมสาย ณ อยุธยา
ม.ล. ตรีทศยุทธ เทวกุล
ขวัญใจ ลักษณากร
ไพน่า อินคอร์ฟ
วิศวกรโครงสร้าง : ธวัชชัย นาคะตะ
ก่อสร้างโดย : บริษัท ร่วมใจวิศวกรรม จำกัด

<u>ความเป็นมาของโครงการ</u>

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ เป็นโครงการที่กรมวิชาการ กรระทรวงศึกษาธิการได้ดำเนินเรื่อยมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2514 จนกระทั่งได้รับงบประมาณและเริ่มทำการก่อสร้างในปี พ.ศ. 2518 และเสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ เปิดให้ประชาชนได้ชมในปี พ.ศ. 2521

การดำเนินการตามโครงการระยะแรก ได้ติดต่อขอความช่วยเหลือทางด้านวิชาการจากมูลนิธิฟอร์ด ซึ่งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดี ต่อมามูลนิธิได้แนะนำและจัดหาสถาปนิกให้กรมวิชาการคือ บริษัท สุเมธ ตรี ลิขิต และสหาย จำกัด (ภายหลังได้เปลี่ยนชื่อเป็น สำนักงานสถาปนิกสุเมธ ชุมสาย จำกัด) และได้ส่งอดีตผู้อำนวยกาพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์สถาบันสมิธโซเนียน (SMITHSONION)แห่งวอชิงตัน มาช่วยร่างโครงการและกำหนดอุปสงค์ของอาคารตามที่กระทรวงศึกษาธิการต้องการ คือเป็นหน่วยงานหนึ่งในศูนย์บริภัณฑ์เพื่อการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ และเป็นบริการศึกษาแบบเปิดแขนงวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์แบบประยุกต์ สำหรับคนทั่วไป โดยใช้เงินงบประมาณค่าก่อสร้างจำนวน 19,290,000 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวความคิดในการออกแบบ

1. สถาปัตยกรรม ต้องมีลักษณะที่คล้อยตามไปกับความรู้สึกทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในอนาคต ดังนั้นโครงการจึงแสดงออกซึ่งเทคโนโลยีการก่อสร้างที่ทันสมัยให้เห็นถึงโครงสร้างและระบบเครื่องมือต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นตัวอาคารอย่างชดเจนและไม่ซ่อนเร้นโดยถือว่าสิ่งเหล่านี้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสถาปัตยกรม เสมือนหนึ่งเป็นการแสดงกายภาควิทยา ในประเด็นนี้ อาคารดังกล่าวก็เท่ากับว่าเป็นเครื่องกลไกชนิดหนึ่งที่ตั้งไว้แสดง

2. อาคารเป็นสถานที่สนุก โดยเป็นที่เที่ยวแข่งกับพวกศูนย์การค้า

3. ให้นักเรียนและประชาชนทั่วไปมีโอกาสได้เห็นการทำงานในศูนย์วิทยาศาสตร์โดยจัดให้ภายในอาคารทะลุถึงกันได้หมด ทำให้ผู้ชมจากบริเวณด้านหน้าสามารถมองทะลุเข้าไปถึงด้านหลัง ซึ่งเป็นบริเวณประกอบหุ่นจำลองและสิ่งของต่างๆ ตลอดจนห้องทดลองทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้โดยแยกทางสัญจรภายในอาคาร มิให้ผู้เข้าชมรบกวนเจ้าหน้าที่

4. ต้องการจัดให้บริเวณด้านหน้าของบริเวณพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งนี้เป็นสวนสาธารณะ โดยได้ตระหนักถึงปัญหาที่คนในเมืองหลวงขาดสวนสาธารณะ

5. ให้คนภายนอกเกิดความสนใจ และเพื่อชักชวนคนภายนอกให้เข้าสู่ตัวอาคารพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ นอกจากจะจัดด้านหน้าให้น่าชมแล้วจำเป็นต้องให้คนภายนอกสามารถมองเห็นเข้าไปถึงภายในอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากด้านหน้าและด้านนอกจากถนนสุขุมวิท ควรให้เห็นนิทรรศการและสิ่งของต่างๆที่น่าตื่นเต้นที่จัดอยู่ภายในพิพิธภัณฑ์ เหตุนี้สถาปนิก จึงกำหนดให้อาคารมุมด้านถนนสุขุมวิทเป็นผนังกระจกเกือบทั้งหมด

6. วางผัง และออกแบบให้อาคารขยายออกไปทางด้านหลังได้โดยสามารถถอดเอาผนังบานเกล็ดออกไปใช้ใหม่ได้ทั้งแผง และจะสรร้างต่อไปคือ วาระที่2 ในวาระที่1สิ่งของที่สะสมเก็บไว้เพื่อการหมุนเวียนในการจัดนิทรรศการยังคงมีไม่มากนัก

ดังนั้น บริเวณเก็บของและทำหุ่นจำลองจึงมีจำกัด (30 เปอร์เซ็นต์ของบริเวณนิทรรศการในวาระที่ 1) แต่พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์นั้นจะต้องมีคลังเก็บของ และบริเวณทำหุ่นจำลอง 50 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่นิทรรศการทั้งหมด โครงการระยะที่ 2 จะสามารถทำให้เกิดสัดส่วนดังกล่าวนี้ขึ้นได้

7. ต้องออกแบบให้ประหยัดที่สุด ดังนั้นจึงเลือกใช้แต่วัสดุที่ประหยัด เบา และโครงสร้างที่ใช้วัสดุน้อย โดยสามารถคลุมเนื้อที่ได้มากที่สุด เช่น ใช้ไฟเบอร์กลาส และ SPACE TRUSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดผังบริเวณ

อาคารพิพิธภัณฑ์ต้องอยู่ในบริเวณเดียวกับหอดูดาวหรือท้องฟ้าจำลอง ถนนสุขุมวิทติดกับสถานีขนส่งภาคตะวันออก ปากซอยเอกมัย แต่ด้านหน้าติดถนนระหว่างอาคารท้องฟ้าจำลองกับร้านศึกษาภัณฑ์ ในพื้นที่ก่อสร้างเดิมนี้มีสระน้ำและต้นไม้ใหญ่อยู่แล้ว ผู้ออกแบบจึงเก็บรักษาไว้ โดยหลีกเลี่ยงการจัดอาคารให้ตรงกับต้นไม้เดิมเพื่อต้องการให้เป็นสถาปัตยกรรมเมืองร้อนอย่างแท้จริง นอกจากจะเก็บสระน้ำและต้นไม้เดิมไว้แล้ว ยังได้ปรับปรุงและตกแต่งบริเวณด้วยต้นไม้ จัดสวนและขยายให้ได้สัดส่วนและองค์ประกอบที่เหมาะสม เนื่องจากได้ตระหนักถึงปัญหาที่คนในเมืองหลวงขาดสวนสาธารณะ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งได้คิดว่าที่ตั้งของโครงการเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะจัดให้เป็นสวนพักผ่อนหย่อนใจได้ส่วนหนึ่ง เนื่องจากอยู่ในที่ๆจอแจ อันประกอบด้วยสถานีรถขนส่งที่จอดรถประจำทางหลายสาย และตลาดซึ่งรวมกันแล้วก็เท่ากับศูนย์ชุมชนสำคัญแห่งหนึ่งของกรุงเทพฯจึงได้ถือโอกาสนี้วางผังบริเวณด้านหน้าเป็นสวน แต่จัดให้มีลักษณะที่แปลกไปกว่าที่อื่น กล่าวคือจัดให้เป็นสวนวิทยาศาสตร์โดยกำหนดเป็นบริเวณแสดงสิ่งของทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งอยู่กลางแจ้ง นอกจากนี้ยังได้จัดทางเข้าที่ชักชวนผู้คนจากภายนอกโดยเฉพาะทางสถานีจอดรถประจำทาง ให้เดินเข้ามาพักผ่อนและชมนิทรรศการวิทยาศาสตร์กลางแจ้งนี้อีกด้วย

อนึ่ง สถานที่ก่อสร้างมีสระน้ำและต้นไม้อยู่แล้ว สถาปนิกจึงได้รักษาสระน้ำและต้นไม้ใหญ่เหล่านี้ไว้ จะมีการเปลี่ยนแปลงก็เฉพาะเสริมสร้างขอบสระให้เป็นระเบียบ จัดทางเดิน สะพานข้ามสระน้ำ น้ำพุ ลานนิทรรศการ ที่นั่ง และไฟส่องสิ่งของที่จะแสดงกลางแจ้ง (สำหรับเปิดให้ประชาชนได้เข้าชมและเข้าไปพักผ่อนได้ในเวลาตอนเย็นและเวลาหัวค่ำ) ตลอดจนปลูกต้นไม้เพิ่มขึ้นอีกเป็นจำนวนมาก ผู้เข้ามายังบริเวณพิพิธภัณฑ์จะมีที่จอดรถอย่างพอเพียงทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศตะวันออก ซึ่งเป็นด้านหลังของอาคาร ส่วนที่มาด้วยรถประจำทางก็สามารถเข้าสู่อาคารได้โดยมีทางเข้าเฉพาะจากทางเท้าด้านหน้า แล้วเดินผ่านส่วนที่จัดเป็นทางเดินแยกไว้อีกต่างหาก

การออกแบบอาคาร

ลักษณะอาคารเป็นรูปทรงที่ทันสมัย ดึงดูดสายตาผู้พบเห็นได้แต่ไกล การเลือกใช้วัสดุก็แสดงสัจจะของโครงสร้างและวัสดุ โดยไม่ซ่อนเร้น ดังได้กล่าวมาแล้วในจุดประสงค์ของผู้ออกแบบ ตัวอาคารเป็นคอนกรีต ส่วนที่เป็นโครงสร้างเหล็กแสดงให้เห็นชัด โดยมิได้ซ่อนเร้น หลังคาอาคารส่วนใหญ่มุงด้วยกระเบื้องราง มีรางน้ำเป็นระยะๆ โครงหลังคาเป็นโครงเหล็กประสานTRUSSแบบโปร่ง (ดูรูปตัดแบ่งตัวอาคารออกเป็น 2 ส่วน) ตามลักษณะการใช้สอยคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. <u>ส่วนแสดงนิทรรศการ</u> อยู่ส่วนหน้าของอาคารมี 4 ระดับ ชั้นล่างเป็นโถงทางเข้า มีที่รับประทานอาหารและของว่างสำหับผู้เข้าชม ที่ขายบัตร ส่วนประชาสัมพันธ์ ที่ขายของที่ระลึก โถงแสดงนิทรรศการ ซึ่งบางส่วนเปิดโล่งขึ้นถึงหลังคา

ชั้นสอง เป็นห้องแสดงนิทรรศการ ห้องสมุด ห้องปฐมนิเทศ์

ชั้นสาม ห้องแสดงนิทรรศการ ห้องพักครู และห้องโสตทัศนศึกษา

ชั้นสี่ ห้องแสดงนิทรรศการ ห้องบรรยาย และห้องฉายภาพสไลด์

2. <u>ส่วนบริการ</u> เป็นส่วนซึ่งอยู่ด้านหลังของอาคาร ด้านหนึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับชั้น และอีกด้านหนึ่งเป็น 4 ระดับ

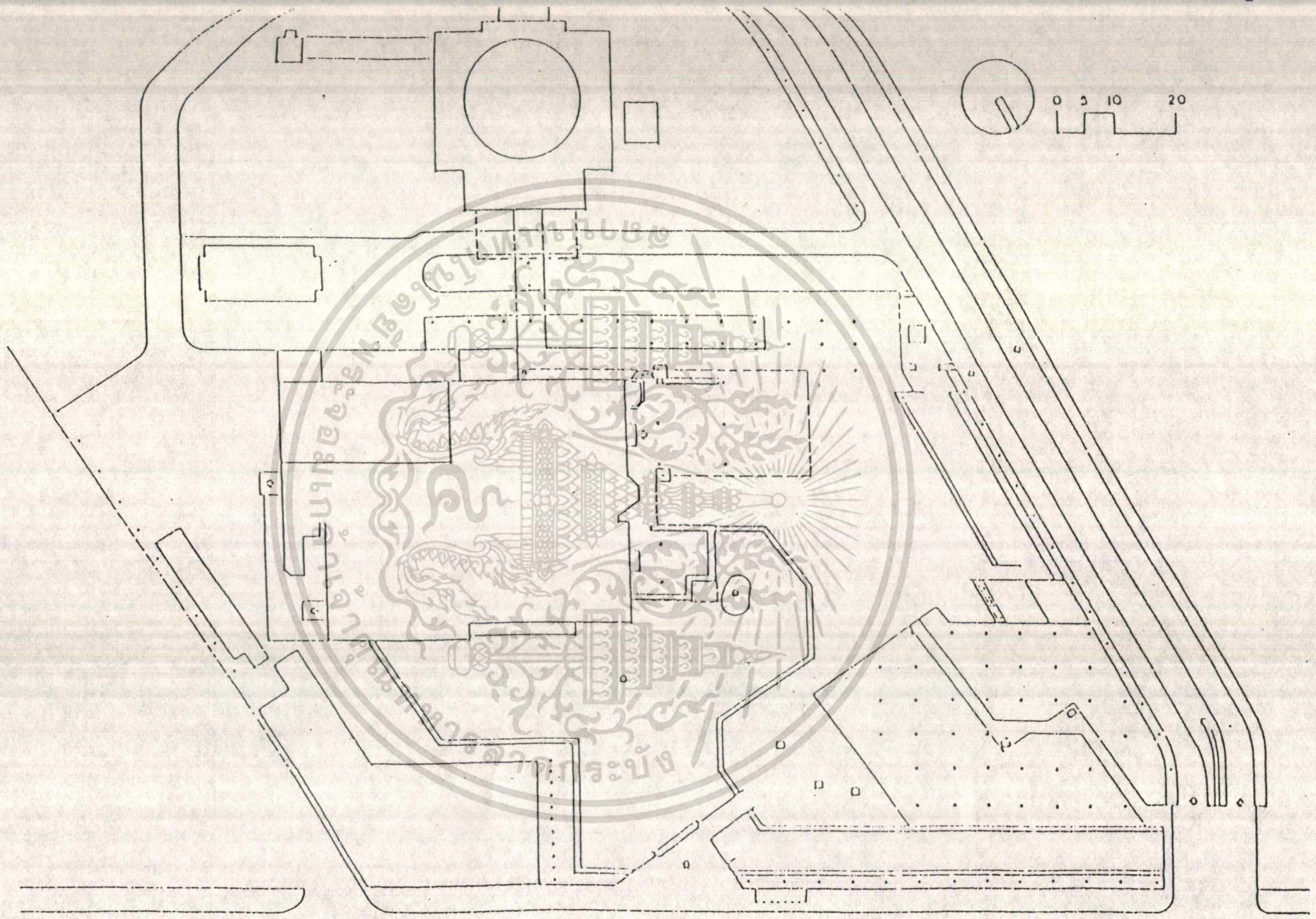
ชั้นล่าง เป็นห้องรับแขก เก็บของซ่อมแซม ห้องไฟฟ้า ห้องทดลอง

ชั้นสอง เป็นห้องแสดงนิทรรศการส่วนหลัง มีทางเดินเชื่อมติดกับห้องแสดงนิทรรศการส่วนหน้าห้องออกแบบ ห้องทำซิลค์สกรีน

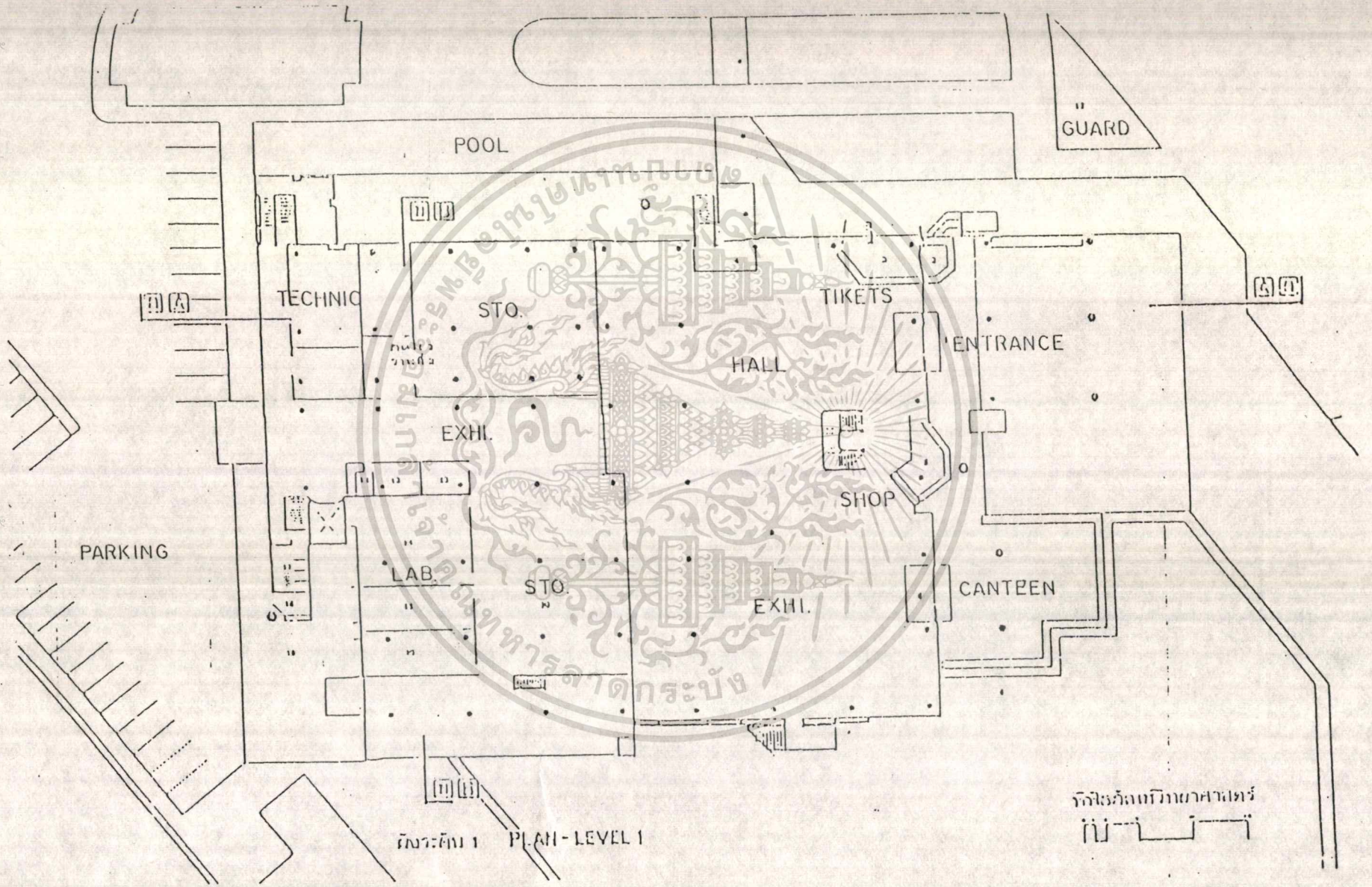
ชั้นสาม ห้องแสดงนิทรรศการ ห้องธุรการ ห้องประชุม ห้องทำงานผู้อำนวยการ และรองผู้อำนวยการ

ชั้นสี่ เป็นห้องแสดงนิทรรศการเชื่อมต่อกับส่วนหน้า

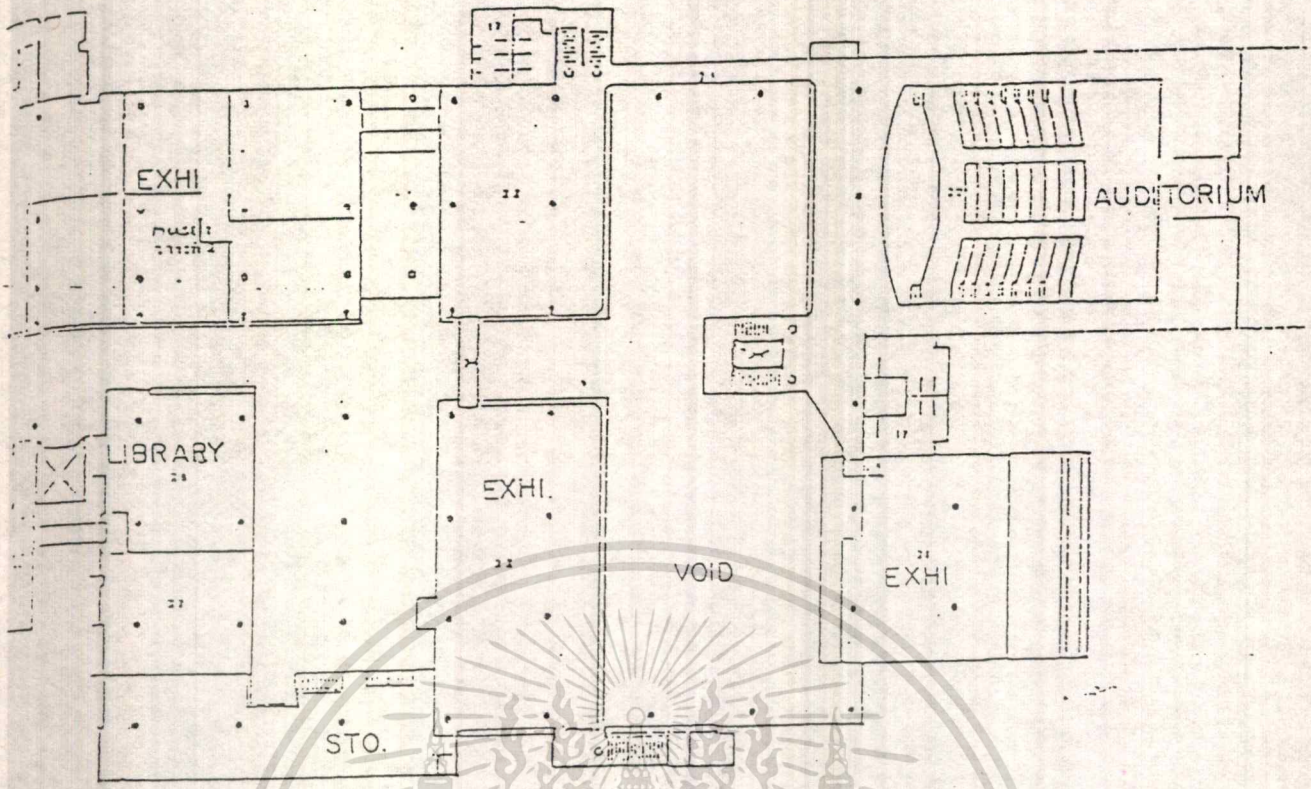
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



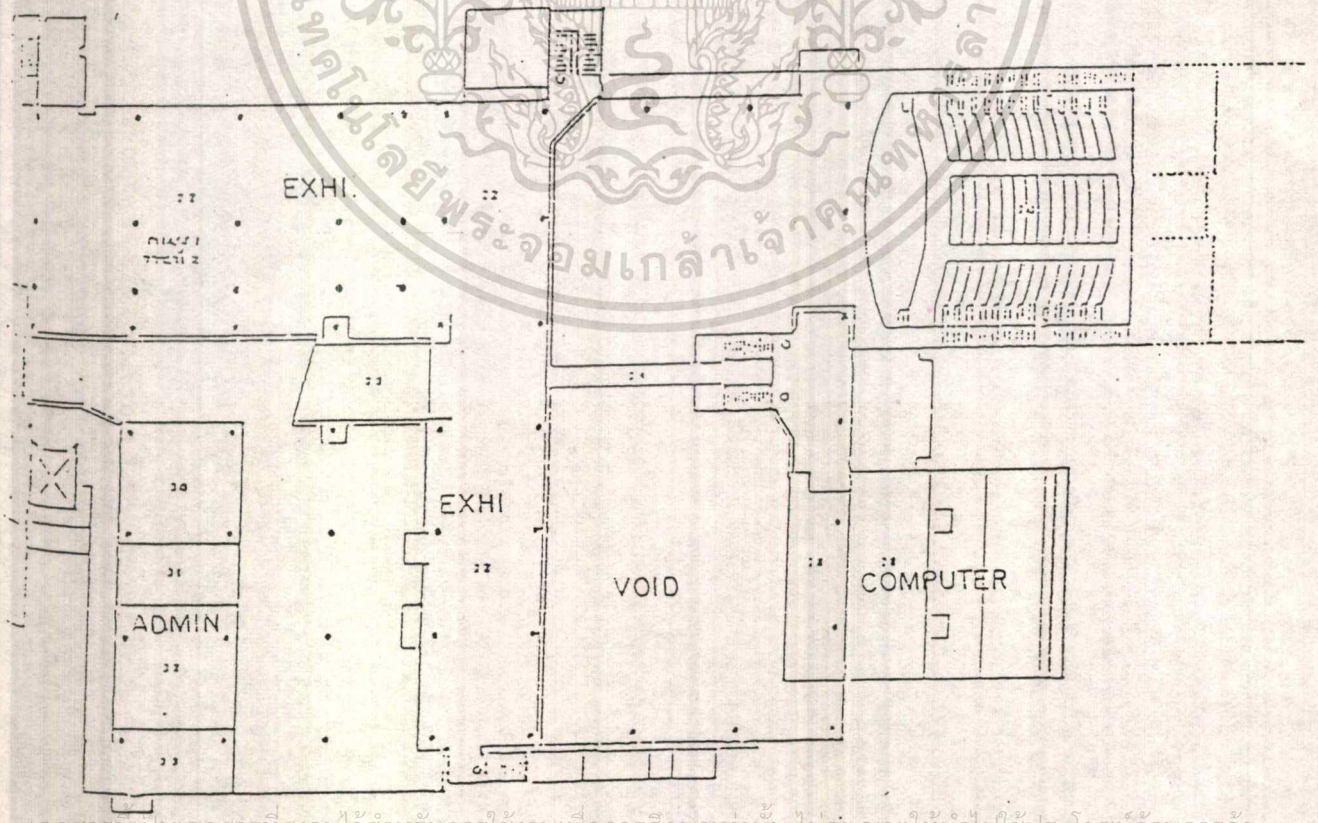
LAY OUT PLAN



ชั้นระดับที่ 1 PLAN - LEVEL 1

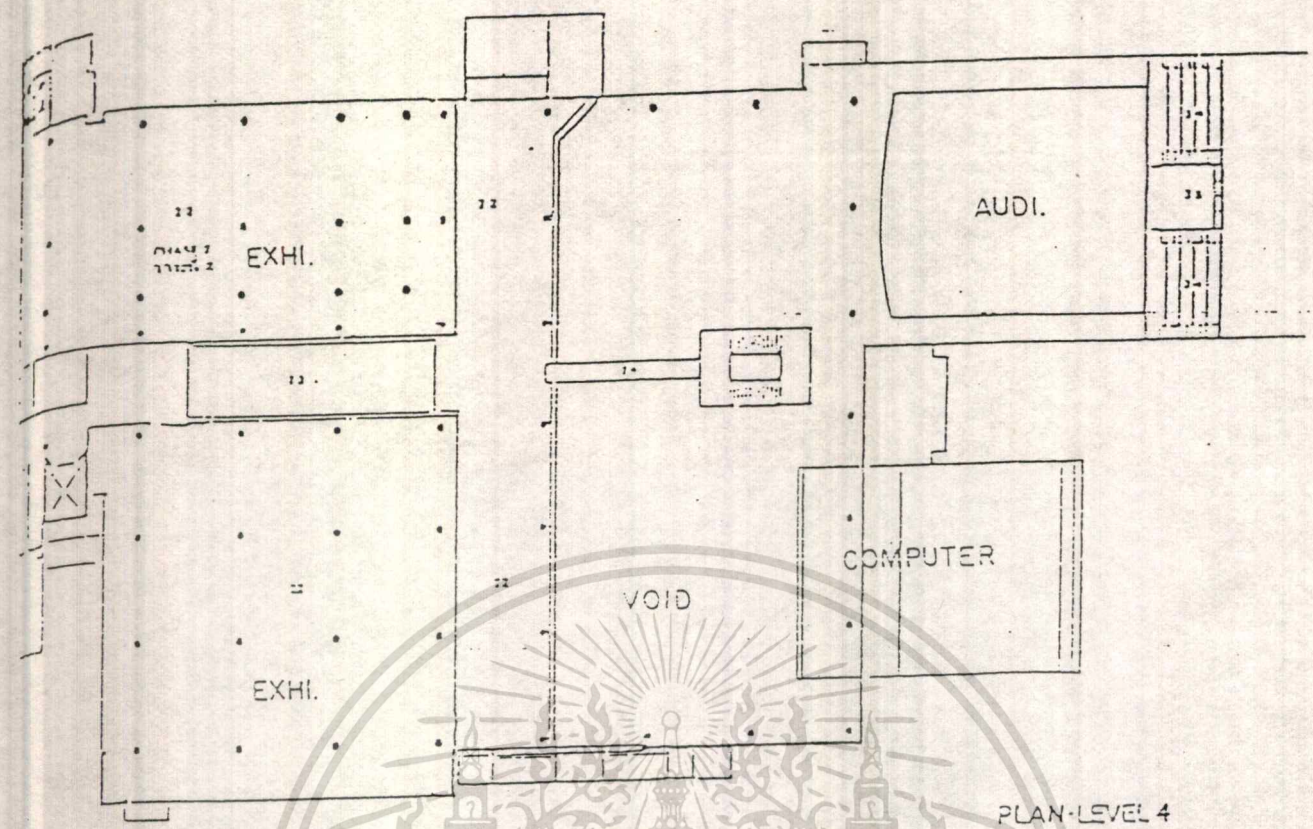


PLAN-LEVEL 2
ผังระดับ 2

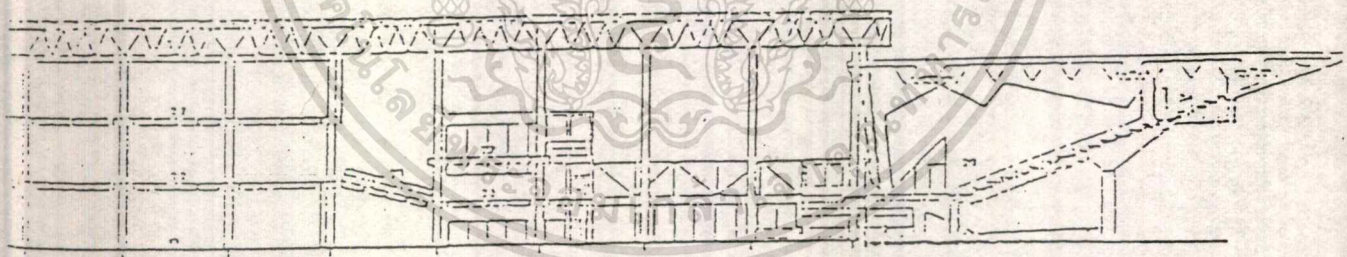


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

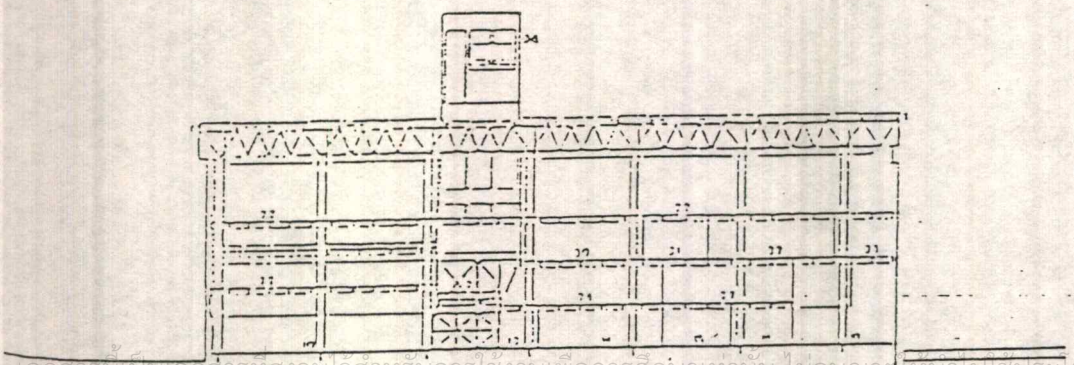
PLAN - LEVEL 3
ผังระดับ 3



PLAN-LEVEL 4

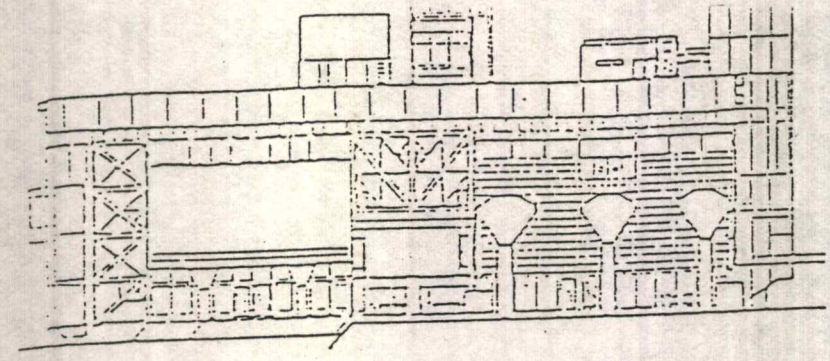


SECTION A-A

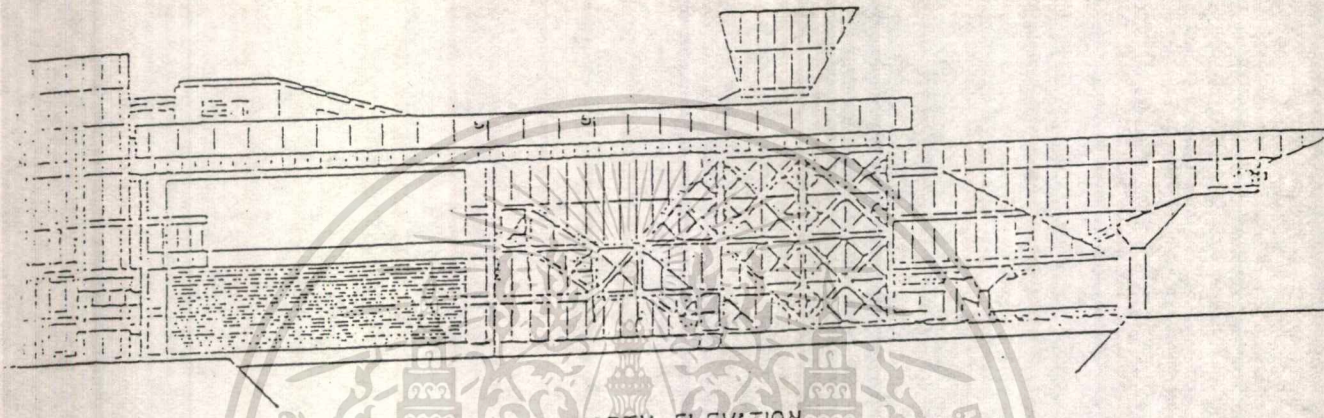


SECTION B-B

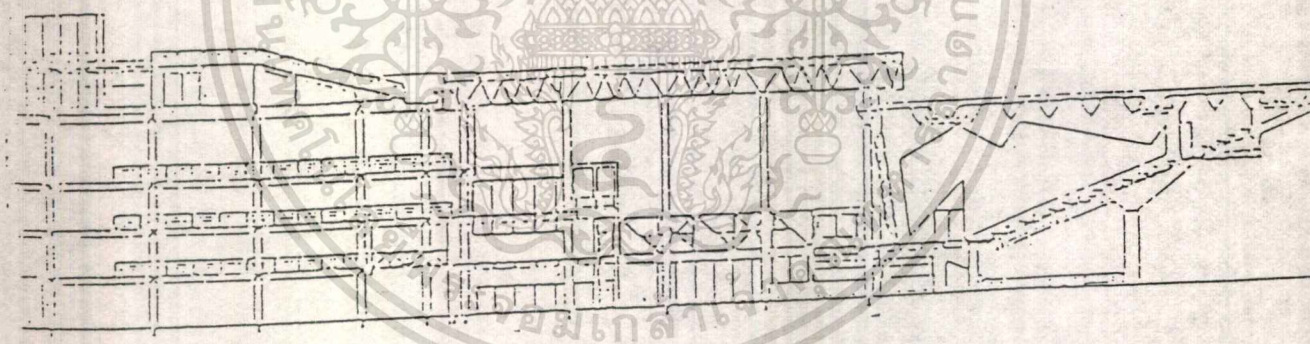
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



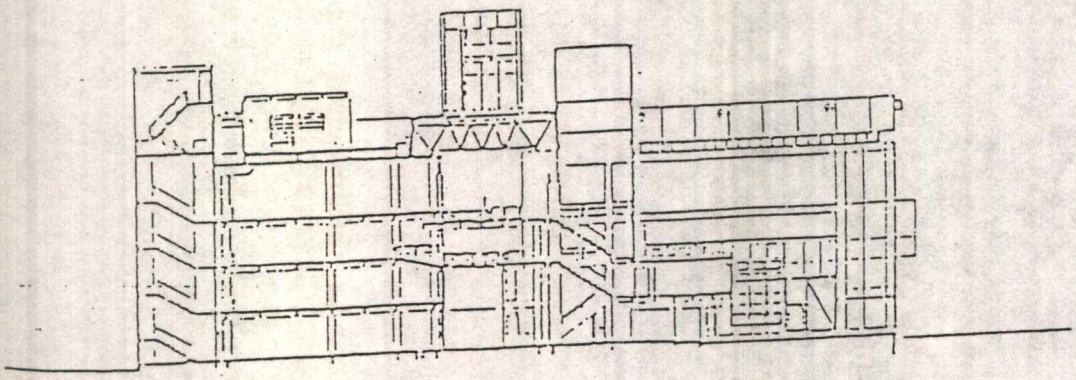
WEST ELEVATION



NORTH ELEVATION



LONGITUDINAL SECTION

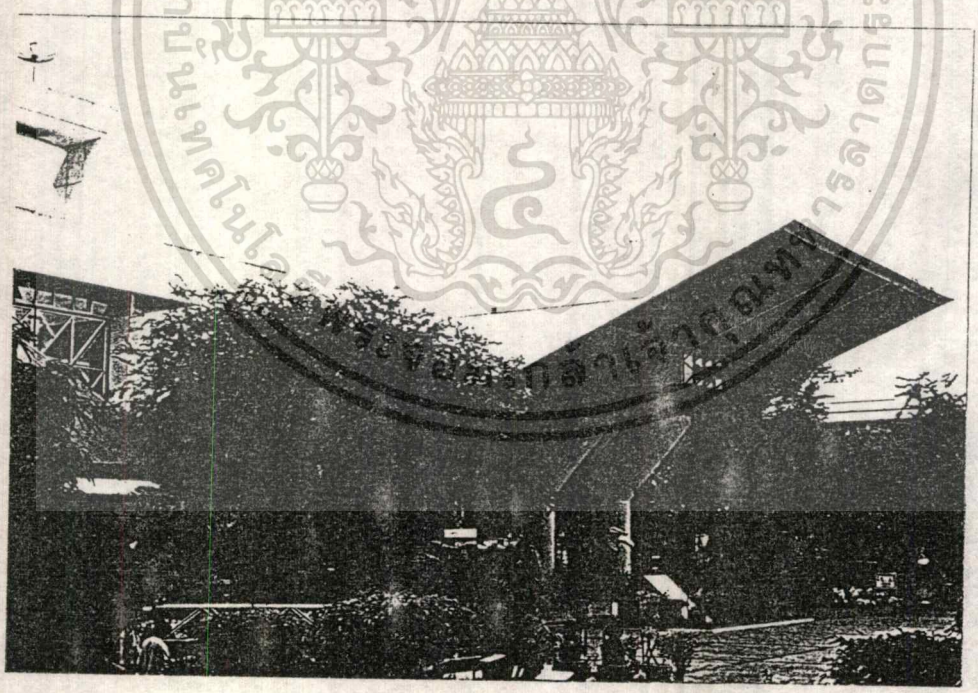


LATITUDINAL SECTION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

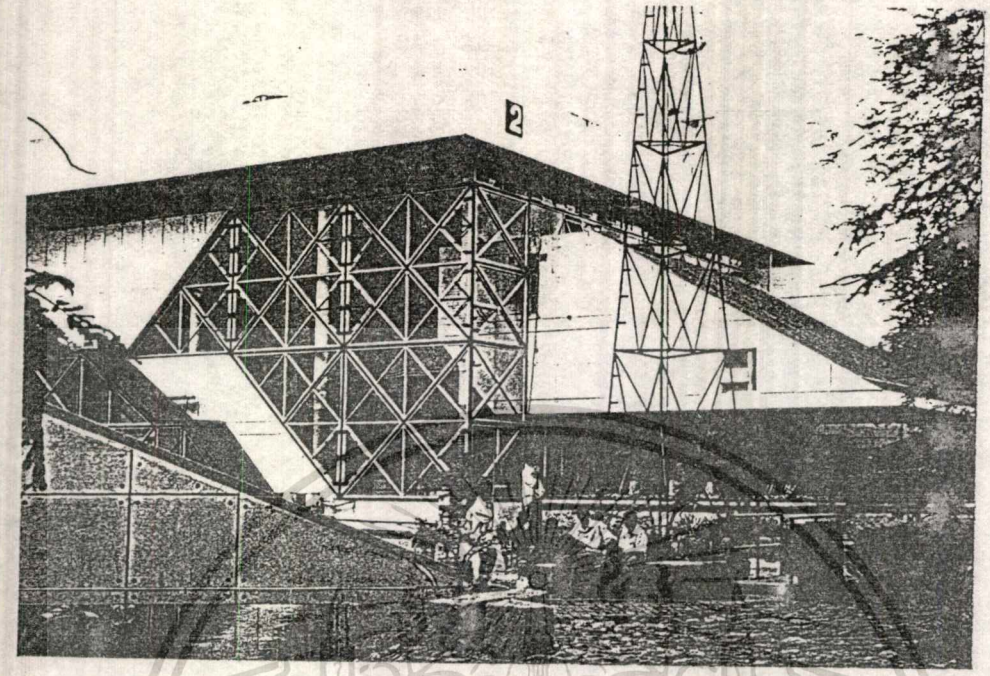


ทัศนียภาพเมื่อมองจากมุมสูง

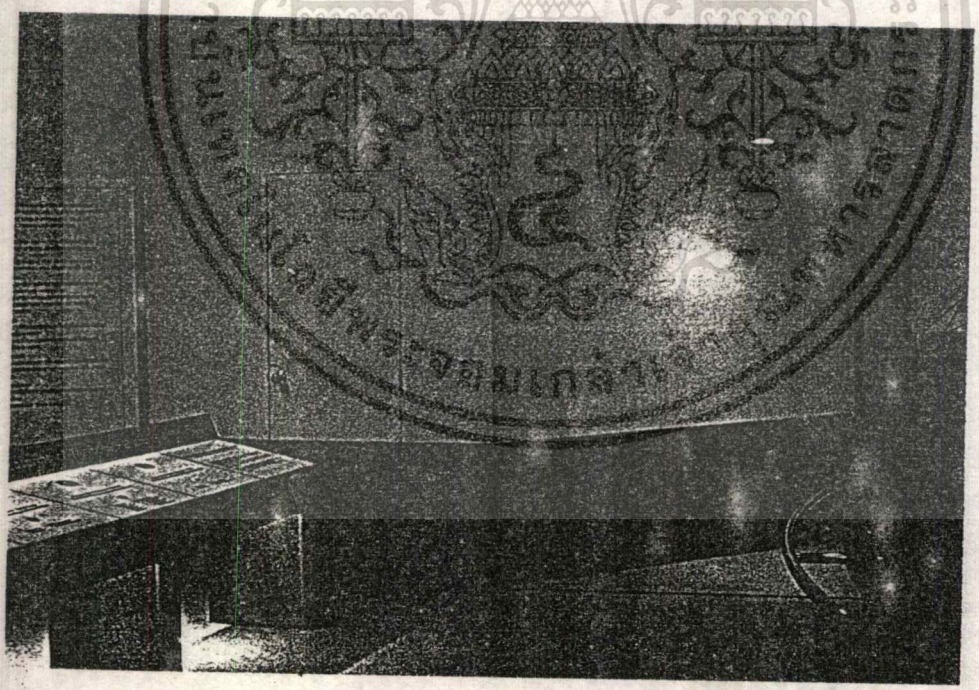


การเน้นทางเข้าสู่ตัวอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

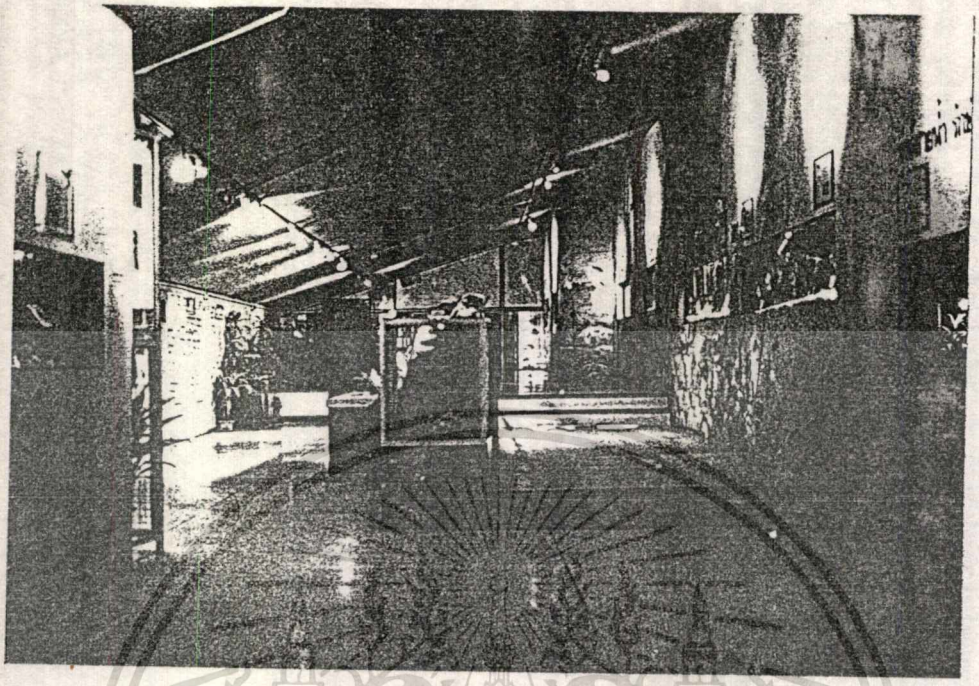


มุมมองทางด้านข้าง

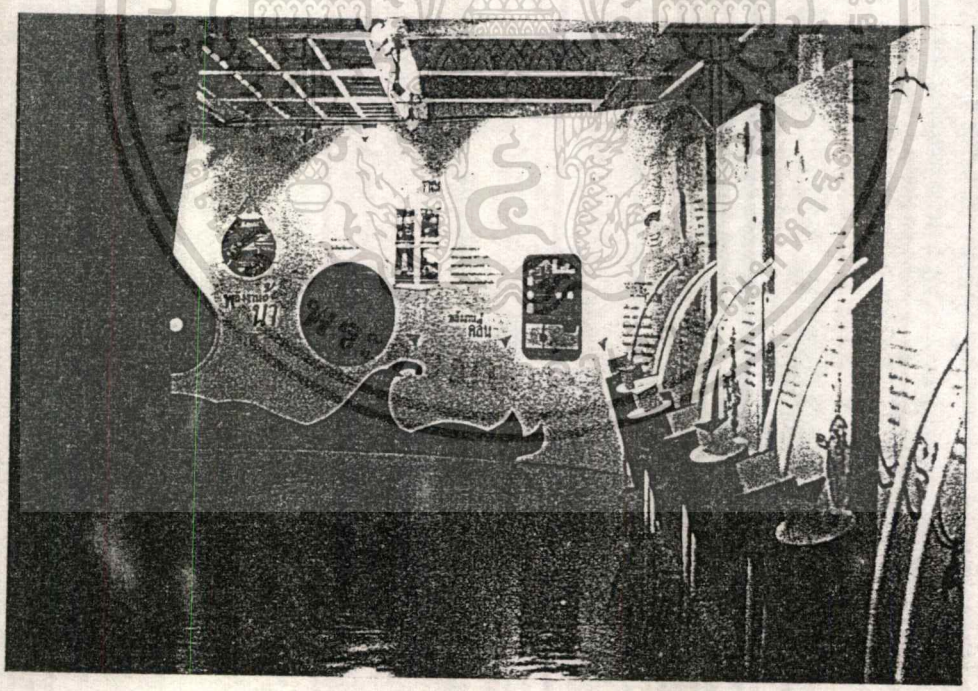


การให้แสงและ Space ภายในพิพิธภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

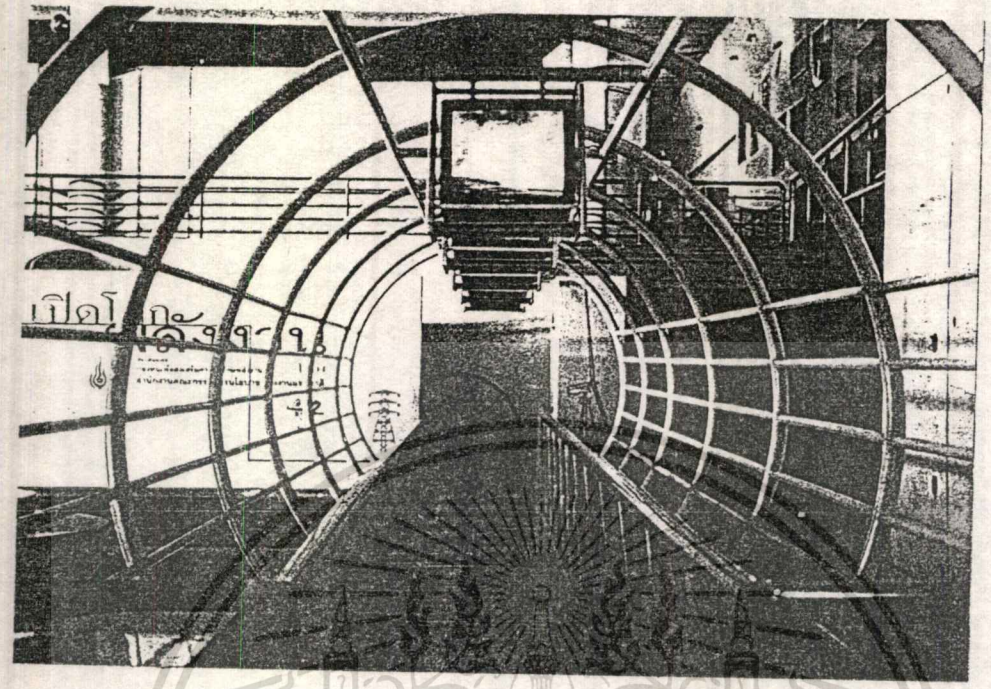


ภายในส่วนแสดงโลกใต้ทะเล

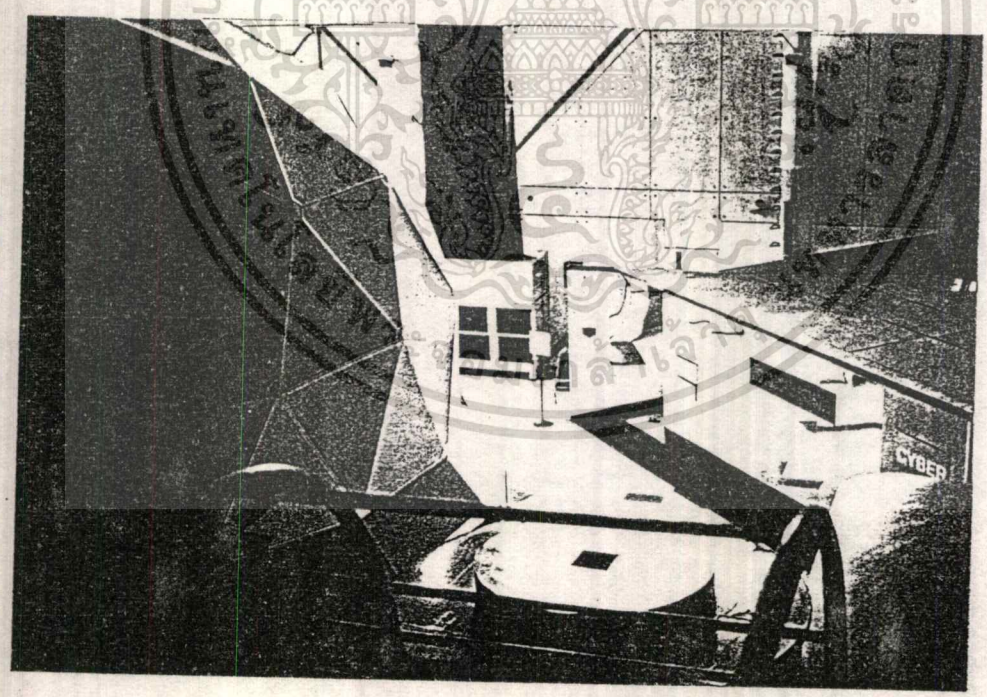


การแสดงบอร์ดข้อมูลของส่วนนิทรรศการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ทางเดินลอยเชื่อมระหว่างนิทรรศการ



มองลงจากทางเดินลอยสู่ Space เบื้องล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 อาคารตัวอย่างในต่างประเทศ

อาคาร	: พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ LAVLETE
สถาปนิก	: เอเดรียน เพนซินเบอร์
สถานที่ตั้ง	: ปารีส ฝรั่งเศส
ขนาดที่ตั้ง	: 165,000 ตารางเมตร
พื้นที่อาคาร	: 80,500 ตารางเมตร

1. ส่วนจัดแสดงนิทรรศการ
   - นิทรรศการถาวร 30,000 ตารางเมตร
   - นิทรรศการชั่วคราว 8,000 ตารางเมตร
   - โรงภาพยนต์ 850 ตารางเมตร
2. ส่วนบริการด้านการศึกษา
   - INTERNATIONAL CONFERENCE CENTER 2,500 ตารางเมตร
   - REGIONAL CENTER 200 ตารางเมตร
   - LOVIS LUMBER HALL 500 ตารางเมตร
   - EVIL VIDEOTEX SERVICE 150 ตารางเมตร
   - DISCOVERY ROOM 2,600 ตารางเมตร
   - ห้องสมุด 8,500 ตารางเมตร
3. ส่วน ADMINISTRATION 2,500 ตารางเมตร
4. ส่วนเทคนิคและการคลัง 15,000 ตารางเมตร
5. ส่วนบริการสาธารณะ 9,700 ตารางเมตร

ส่วนประกอบโครงการ

ส่วนจัดแสดงนิทรรศการ

1. นิทรรศการถาวร แสดงเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของ SCIENCE เน้นเกี่ยวกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม นำผู้ชมไปสู่กฎของ SCIENCE อย่างง่ายๆ นิทรรศการครอบคลุมพื้นที่ 3 ชั้น (30,000 ตารางเมตร)

สำหรับหัวข้อการจัดแสดงนั้นแบ่งเป็น 4 หัวข้อดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- FROM THE EARTH TO THE UNIVERSE
- THE ADVENTURE OF LIFE
- MATTER AND MAN'S USE OF IT
- LANGUAGE AND COMMUNICATION

ในส่วน "FROM THE EARTH TO THE UNIVERSE" มีส่วนประกอบคือ THE PLANETARIUM ห้องฟ้าจำลองซึ่งเป็นจุดที่สำคัญของ MUSEUM จะค้นพบความมหัศจรรย์ของอวกาศ GALAXIES และ SOLAR SYSTEM ในอุปกรณ์เครื่องฉายดาวที่ฉายดาวได้ทั่วถึง 10,000 ดวง และ MULTIMEDIA PROJECTOR ที่แสดงเรื่องราวของอวกาศและ SOLAR SYSTEM ระบบเสียง 3 มิติ มีผู้ชม 3,000 คน/วัน

2.นิทรรศการชั่วคราว มีพื้นที่ชั้นล่าง 5,000 ตารางเมตร และพื้นที่ชั้นบน 2,000 ตารางเมตร เพื่อการจัดแสดงนิทรรศการเพิ่มเติมในระยะเวลาประมาณช่วงละ 2-3 เดือน เนื้อหานำมาจากความสนใจและเรื่องราวความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การออกแบบจะต้องคำนึงถึงการเชื่อมโยงระหว่างภายนอกกับภายใน การใช้ประโยชน์และการบริการ การบำรุงรักษา หัวข้อตัวอย่างได้แก่ WONDERFUL EXPERIENCE , A LIVE ENCYCLOPEDIA , 50 ปี ของการโทรทัศน์ , ยุคพลาสติก เป็นต้น

3. นิทรรศการภายนอก จัดเป็นสวนวิทยาศาสตร์และสวนที่พักผ่อนหย่อนใจ

4. โรงภาพยนต์ 180 THE GEODE เป็น HEMISPHERIC FILM THEATER โรงหนังรูปทรงกลม จุ 354 ที่นั่ง โครงสร้าง STAINLESS STEEL คนดูจะถูกล้อมรอบโดยดูภาพได้ 180 องศา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 36.5 เมตร ใช้ระบบ ULTRAMODERN OMNIMAX MOTION-PICTURE และมีเทคนิคพิเศษฟิล์มความเร็ว 102 เมตร/นาที เป็นส่วนที่ดึงดูดที่สุดของ MUSEUM

ส่วนบริการการศึกษา ประกอบด้วย

1. THE INTERNATIONAL CONFERENCE CENTER เป็นศูนย์ประชุมที่มีอุปกรณ์ที่ก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์ ตอบสนองความต้องการของการประชุมระดับโลก ออกแบบเป็น MULTIPURPOSE FACILITIES โดยมีห้องประชุมใหญ่ 955 ที่นั่งบนชั้น 3 ห้องประชุมเล็ก 440 ที่นั่ง สามารถแบ่งออกเป็น 220 ที่นั่ง และมีห้องสัมมนา 96 และ 56 ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่ง สำหรับ OFFICE มีอุปกรณ์ที่ทันสมัย เช่น AUDIO , VIDEO , PROJECTOR EQUIPMENT , TV.

2. THE REGIONAL CENTER เน้นการบริการสังคมในระดับท้องถิ่นมีห้องประชุมพบปะ EXHIBITION และให้บริการข้อมูลต่างๆ บนพื้นที่ 200 ตารางเมตร ใน EXHIBITION HALL

3. LOUIS LUMIERE HALL ตั้งอยู่โถงทางเข้าเป็นAUDITORIUM ที่ใช้แสดงเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคนิคต่างๆแก่ผู้ชมทั่วไป เป็นที่ฉายภาพยนต์และห้องบรรยาย ฝึกอบรมสำหรับเด็ก นักเรียน

4. SEVIK VIDEOTEX SERVICE ให้บริการข้อมูลและรายงาน , GAMES ยืม VIDEO เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สำหรับนำกลับไปใช้ที่บ้านและที่ทำงาน

5. THE TRAINING CENTER เป็นส่วนที่จัดการฝึกอบรมเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้แก่ครู ผู้เชี่ยวชาญและผู้สนใจในด้านการพัฒนาการสอนเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

6. ส่วนบริ การให้การศึกษาสำหรับเด็กเรียกว่า "IVENTORIUM" หรือห้อง DISCOVERY (สำหรับเด็ก 6-11 ขวบ) และพื้นที่สำหรับเด็กเล็ก 3-6 ขวบ ภายในพื้นที่ 2,600 ตารางเมตร โดยจะให้เด็กสามารถหาความรู้ที่แปลกใหม่จากการทำกิจกรรมที่ใช้ประสาทสัมผัสอย่าง ACTIVE

วัตถุประสงค์นั้น เพื่อจะปลูกฝังความคิดพื้นฐานในด้านการสำรวจทางวิทยาศาสตร์ และการค้นคว้า ซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้โดยจะมีส่วนต่างๆที่มีการพัฒนาร่างกายและสติปัญญาของเด็กและเปิดโอกาสให้กับผู้ใหญ่ได้มีโอกาสได้เข้ามาสัมผัสและรู้เรื่องของเด็กๆ ด้วยเพื่อความเข้าใจอันดี โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะให้เด็กอยู่ในความดูแลของผู้ปกครอง และได้เล่นกับสิ่งที่ตนมีความคุ้นเคยเช่น น้ำ ภูมิอากาศ อาหาร ซึ่งจะเพลิดเพลินมากและในส่วนที่ 2 สำหรับเด็กที่สามารถช่วยตัวเองได้ และสนุกกับเครื่องเล่นต่างๆมากมาย

7. THE MULTIMEDIA LIBRARY เป็น ULTRAMODERN LIBRARY ซึ่งประกอบด้วย VIDEO COMPUTER PROGRAM เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมตั้งอยู่บนชั้น 3

- หนังสือ 150,000 เล่ม
- วารสาร 5,000 เล่ม
- 1,000 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- และห้องสมุดพิเศษสำหรับนักค้นคว้า มีหนังสือเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 50,000 เล่ม

พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งนี้เป็นงานที่น่าสนใจและประสบความสำเร็จมาก เนื่องจากผู้ออกแบบและเจ้าของโครงการได้ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างละเอียด โดยการทดลองเปิดใน1 ปีแรก และดูว่าคนสนใจอะไรมาก คนมาชมมากน้อย เป็นผู้ชมประเภทใดบ้าง เนื่องจากที่ตั้งอยู่ไกลจากตัวเมืองมาก แต่เมื่อรวบรวมสถิติแล้วพบว่าผู้ชมมาใช้จำนวนมากและผู้ชมส่วนมากอยากจะกลับมาที่นี่อีก ทั้งนี้เนื่องจาก

1.การจัดนิทรรศการมีอุปกรณ์เครื่องมือที่ทันสมัย ผู้ชมมีส่วนร่วมได้ บรรยายดึงดูดความสนใจได้ มีการทดลองด้วยตนเองและบรรยายด้วยเสียงและ VIDEO ไม่ใช้วิธีเขียนคำบรรยาย

2. มีการเปลี่ยนแปลงในนิทรรศการชั่วคราว ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงทุก 3-5 เดือน ทำให้ผู้ชมไม่เบื่อหน่าย

3. มี FACILITY ที่ดึงดูด คือ โรงหนังรูปทรงกลม ซึ่งมีผู้มาใช้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของผู้มาชม และผู้ชมจะพอใจในลักษณะจอภาพรูปทรงกลมเหมือนกับได้อยู่ในเหตุการณ์นั้นจริงๆ

4. การจัด LANDSCAPE เป็นสวนพักผ่อน สระน้ำ สนามเด็กเล่น ดึงดูดคนมาใช้มาก เพราะพบว่าในวันที่ MUSEUM ไม่เปิด ยังมีผู้มานั่งเล่นในสวน และมีเด็กๆมาเล่นในสนามเด็กเล่นเป็นจำนวนมาก

แต่เนื่องจากพิพิธภัณฑ์มีขนาดใหญ่มาก และมีการจัดนิทรรศการเป็นจำนวนมากจนเดินดูไม่หมด พื้นที่จัดนิทรรศการถึง 4 ชั้น ต้องใช้เวลาทั้งวันจึงจะดูหมด ซึ่งผู้ชมมักเลือกชมในหัวข้อที่สนใจ นอกจากนี้ยังพบว่ามีผู้ชมทั้งเด็ก วัยรุ่น ผู้ใหญ่ หรือแม้แต่ผู้สูงอายุก็มาใช้ที่นี่ แต่ 72 เปอร์เซ็นต์ ของผู้ใช้ก็เป็นเด็กเช่นกัน อาคารพิพิธภัณฑ์เป็นอาคารที่มีรูปแบบ HI-TECHNOLOGY ทั้งในรูปแบบของอาคารและเครื่องอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้ง FACILITY ต่างๆ

วิเคราะห์ในแง่สถาปัตยกรรม

- จาก CONCEPT ของอาคารในการที่จะสรร้างสถาปัตยกรรมที่มีรูปแบบของอนาคตและแสดงเทคโนโลยีที่ทันสมัย รูปแบบอาคารที่ออกมาน่าสนใจและแปลกกว่าอาคารทั่วไป แสดงออกถึงความเป็น HI-TECHNOLOGY โดยเฉพาะในส่วนรูปด้านของอาคาร ส่วนบรรยากาศภายในอาคารนั้นก็ส่งให้คนรู้สึกเหมือนอยู่ในเมืองวิทยาศาสตร์

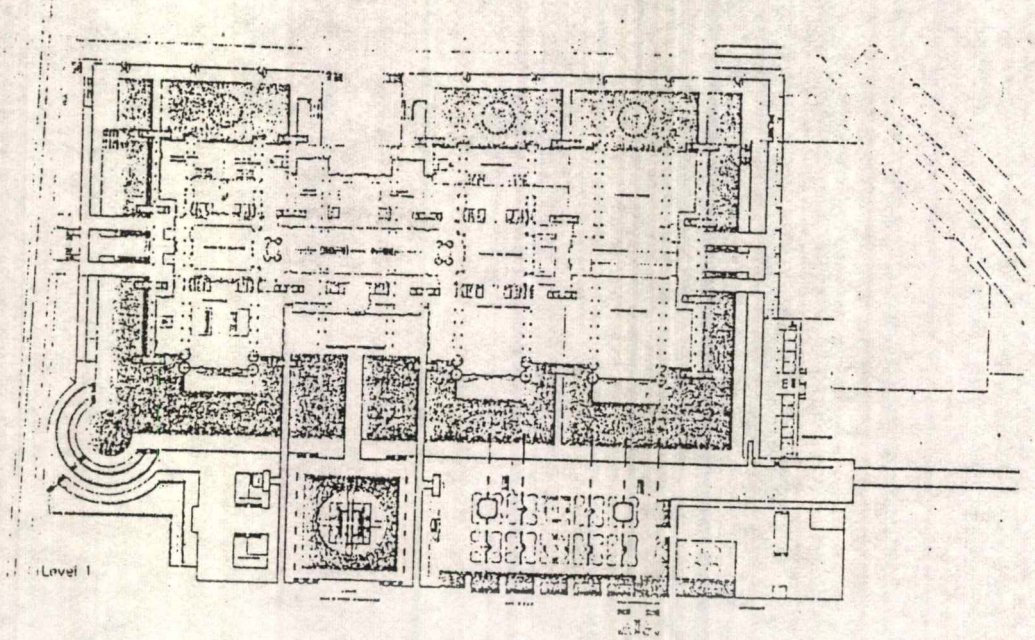
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

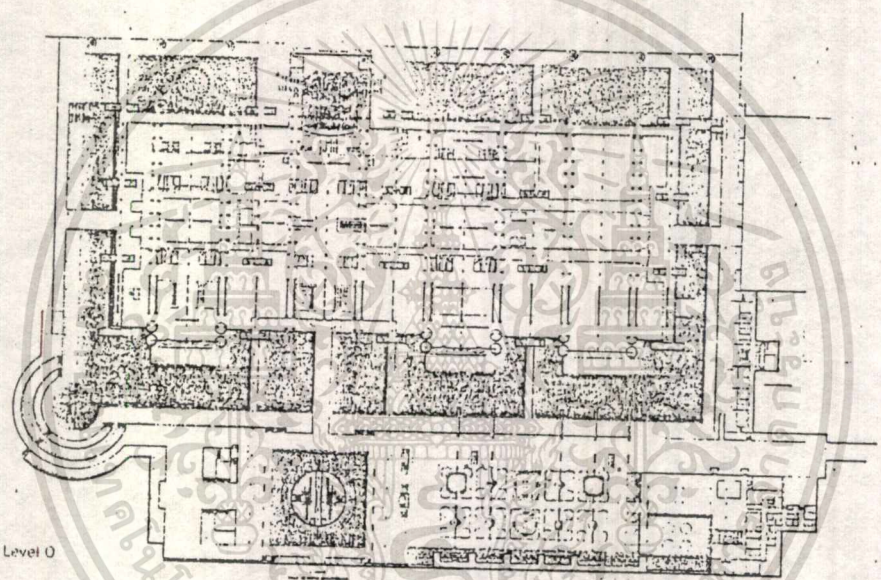
- การจัด SPACE ภายในอาคารจัดให้ SPACE มีขนาดใหญ่มหึมา โดยเฉพาะส่วนโค้ง แต่ส่วนกิจกรรมแบ่งเป็นห้อง ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกันทุกห้อง มิได้แบ่งแยกให้เป็น SPACE ที่สัมพันธ์กับงานแสดง แต่ก็มีส่วน SPACE ที่น่าสนใจ บริเวณที่แสดงวิวัฒนาการของสัตว์ เขาสัตว์ โดยมีทางเดินเป็น RAMP เดินเรื่อยๆและมีการแสดงนิทรรศการสองข้างทาง (บริเวณทางเดินเชื่อมของโถงนิทรรศการใหญ่ๆ เป็น RAMP เช่นกัน) ทำให้ผู้ชมรู้สึกสนุกสนาน

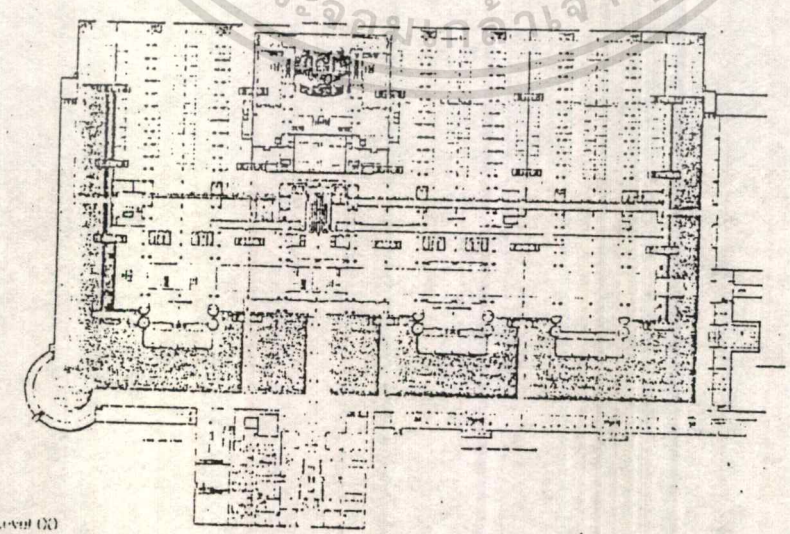
- การให้แสง ความสัมพันธ์ระหว่าง SPACE แสง สิ่งแสดง ส่วนมากจะไม่สัมพันธ์กัน แสงสว่างใช้ ARTIFICIAL LIGHT ยกเว้นในโถงใหญ่ใช้แสงธรรมชาติ

- ระบบสัญจร ส่วนแสดงนิทรรศการจัดเป็นห้อง และมีทางเข้าทางออกทางเดียวกัน ซึ่งไม่เหมาะสม คนจะเดินสวนกัน และการจัดเป็นห้องๆแบบนี้ บางห้องที่จัดไม่ดึงดูดพอ คนจะไม่เข้าเลยและคนอื่นๆที่เดินมาเมื่อเห็นห้องนั้นไม่มีคนเข้าก็จะไม่กล้าเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

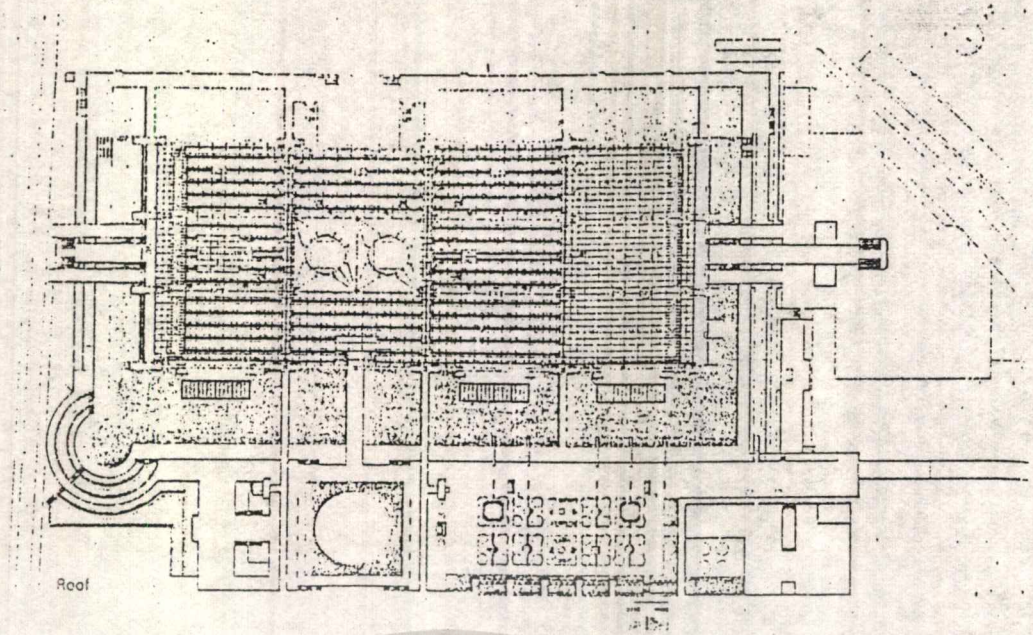


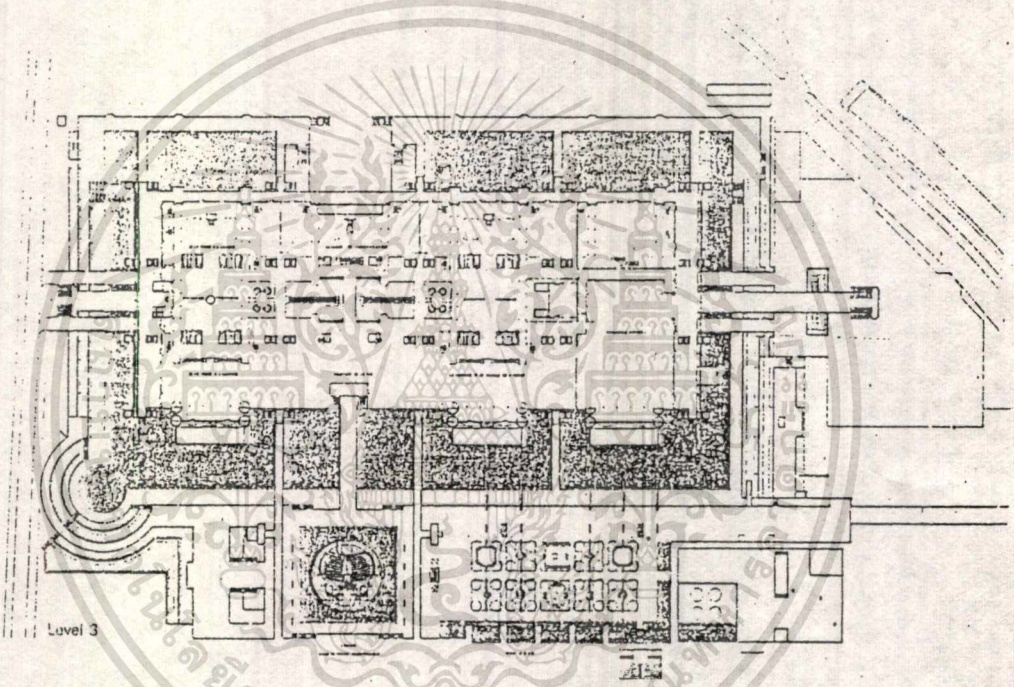


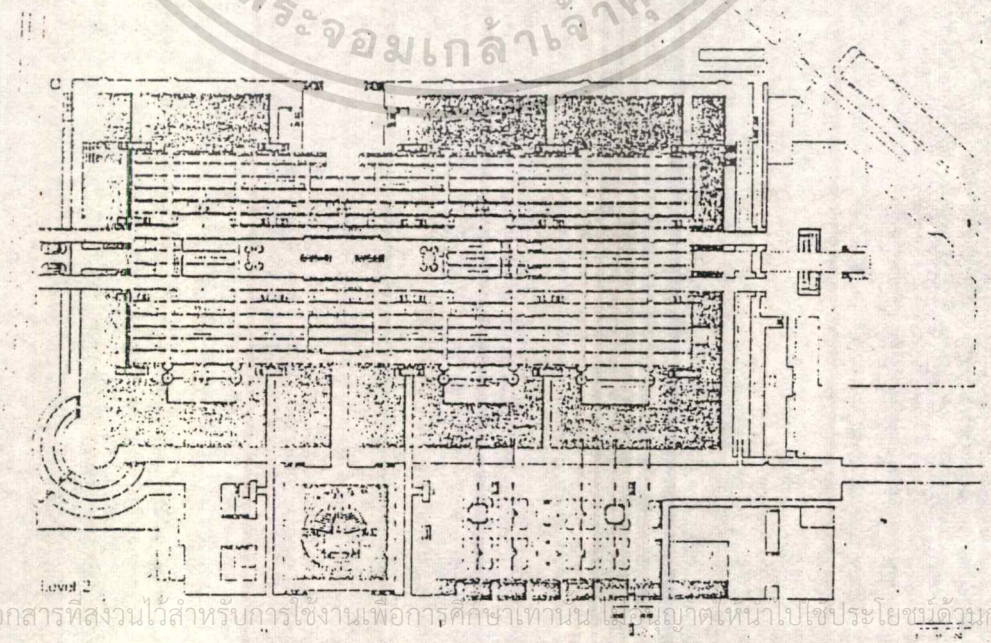


Floor plans

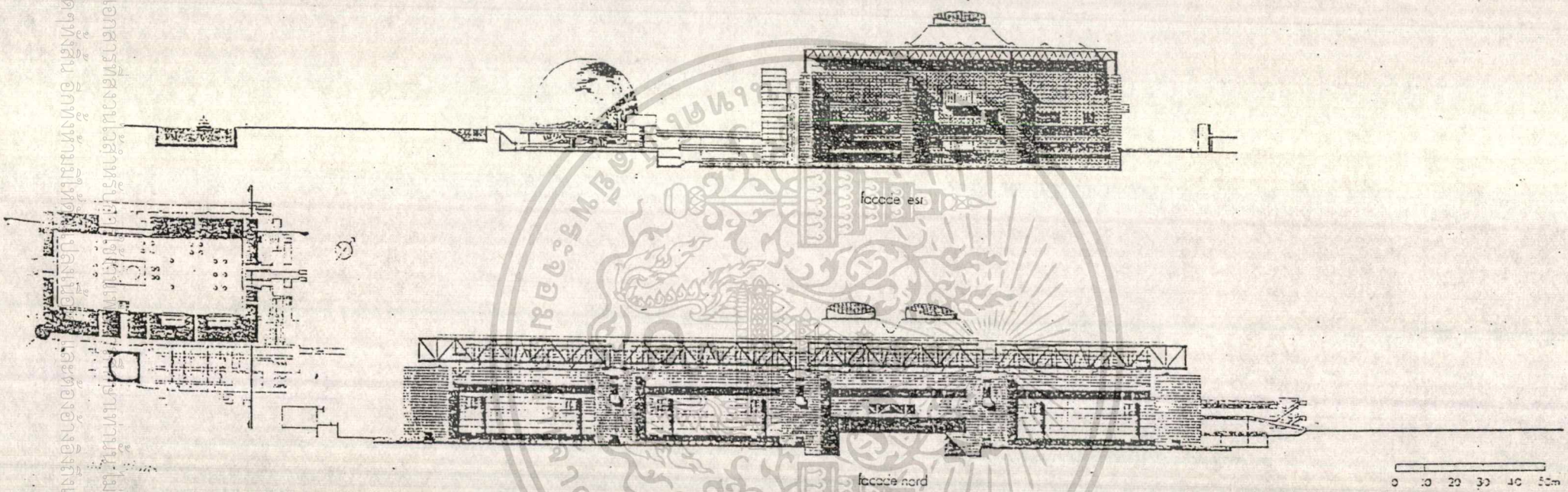
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

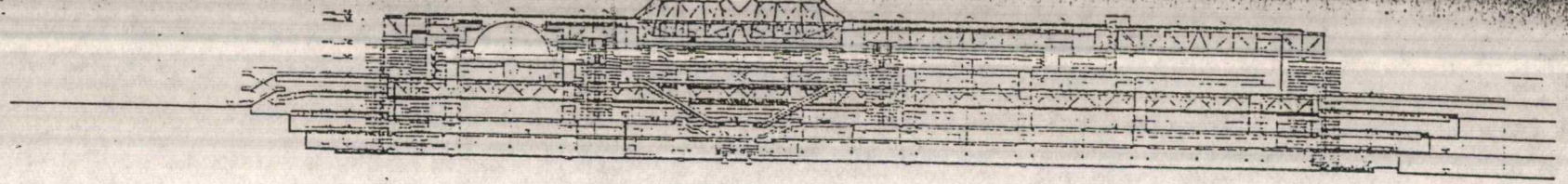




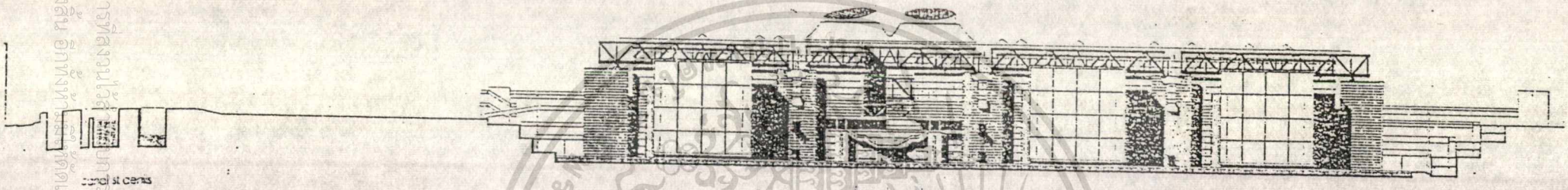


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


facade est
facade nord
0 10 20 30 40 50m

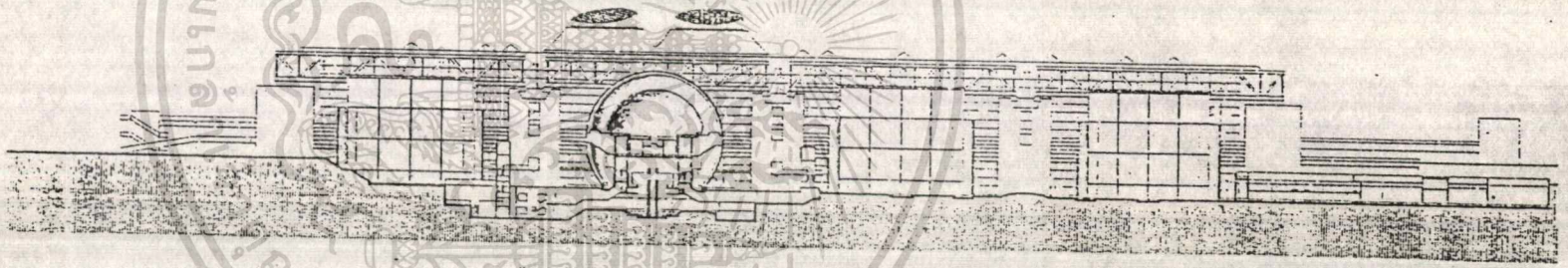


coupe longitudinale

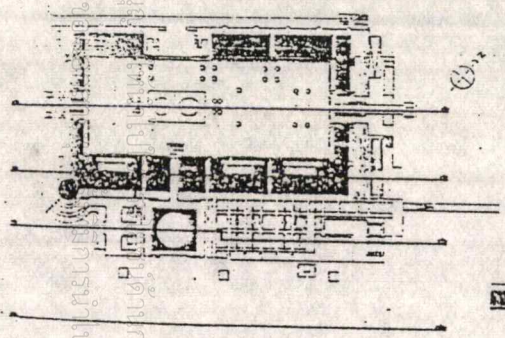


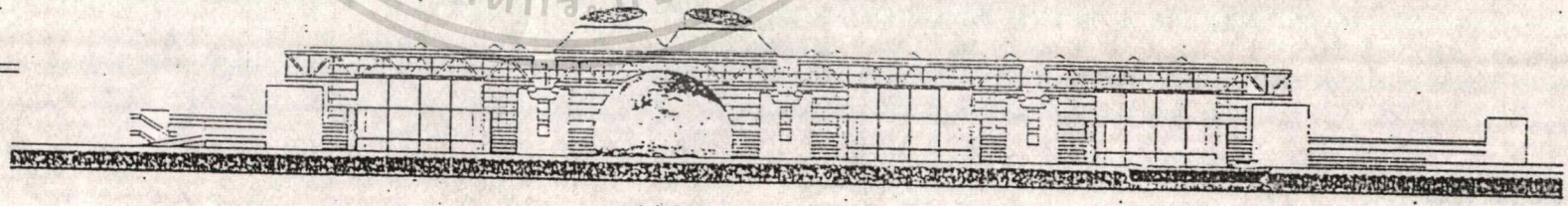
canal st denis

façade sud



salle de cinéma hémisphérique, la geode





canal de l'ourcq

บทที่ 6

รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมที่มีผลต่อการออกแบบ

6.1 ระบบสุขาภิบาล

ข้อมูลน้ำใช้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ในปัจจุบันบริเวณพื้นที่โครงการเทคโนธานียังไม่มีน้ำประปาจากการประปาส่วนภูมิภาคจ่ายเข้ามาถึงพื้นที่ ท่อเมนน้ำประปาจากการประปาส่วนภูมิภาคที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นจ่ายมาจากการประปารังสิต โดยมีท่อซีเมนต์ใยหิน (ACP) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มม. อยู่ริมถนนสายรังสิต-นครนายก และมีท่อจ่ายเสริมจากสถานีจ่ายน้ำธัญบุรีเข้าไปยังถนนเลียบคลอง 6 จนถึงชุนชนการเคหะ แต่ยังเข้าไปไม่ถึงพื้นที่โครงการ อย่างไรก็ดีทางการประปาส่วนภูมิภาคได้จัดเตรียมขนาดท่อเมนเผื่อไว้ให้พื้นที่บริเวณย่านนี้แล้ว ซึ่งคาดว่าจะเดินท่อจ่ายมาถึงมาถึงพื้นที่โครงการประมาณปลายปี พ.ศ. 2542 ซึ่งโครงการจะเปิดให้เข้าชมในปี พ.ศ. 2544 จึงไม่น่ามีปัญหาอะไรในเรื่องของน้ำประปาที่จะต้องใช้ในส่วนจัดแสดงและใช้ในการอุปโภคทั่วไป

ส่วนการใช้น้ำในช่วงก่อนที่จะมีน้ำประปาใช้ สามารถใช้น้ำบาดาลซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันรอบๆพื้นที่โครงการ ทั้งนี้คุณภาพน้ำบาดาลในบริเวณนี้อยู่ในเกณฑ์ดีและมีปริมาณเพียงพอแก่การใช้งาน

ระบบการจ่ายน้ำภายในโครงการ

ระบบการจ่ายน้ำภายในอาคารทั่วไป นิยมทำกัน 3 วิธี ได้แก่

1) ระบบจ่ายขึ้น (UP-FEED SYSTEM)

2) ระบบจ่ายลง (DOWN-FEED SYSTEM)

3) ระบบสูบน้ำเพิ่มความดันในเส้นท่อโดยตรง

สำหรับโครงการนี้ ใช้ระบบจ่ายลงเป็นหลักและใช้ระบบเพิ่มความดันในเส้นท่อสำหรับพิพิธภัณฑ์บางส่วน โดยทำการสูบน้ำมาจากหอถังน้ำรวมของโครงการเทคโนธานี

ระบบจ่ายลง

ใช้สำหรับส่วนอาคารทั่วไป เช่น ห้องน้ำ-ส้วม , ห้องทำงาน , ส่วนทานอาหาร ฯลฯ ตลอดจนตามวาล์วทั่วไปที่มีอยู่ในโครงการ โดยการสูบน้ำขึ้นไปเก็บอยู่ชั้นบนสุดของอาคารแล้วอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกในการจ่ายน้ำไปยังส่วนต่างๆของอาคาร ถังเก็บน้ำในระบบนี้มักทำเป็น 2 ส่วน เพื่อจะทำความสะอาดได้ทีละส่วน ขนาดของถังนั้นขึ้นอยู่กับอัตราการใช้น้ำในภาวะปกติ แต่ต้องมีส่วนสำรองไว้ในกรณีเกิดเพลิงไหม้ด้วย

ระบบเพิ่มความดันในเส้นท่อโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้สำหรับส่วนจัดแสดงที่จะต้องใช้น้ำมากกว่าปกติ เช่น อาจมีน้ำพุ , น้ำวน ฯลฯ ที่จะต้องมีการควบคุมความดันของน้ำให้ได้ตามระดับ โดยในส่วนนี้จะต้องใช้เครื่องสูบน้ำเฉพาะจุดและจะต้องมีถังเก็บน้ำเฉพาะส่วนอีกด้วย

6.2 ระบบการกำจัดน้ำเสีย

น้ำเสีย หมายถึง น้ำที่ผ่านการใช้จากกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งสกปรกและไม่ต้องการ (waste matter) ปนออกมาด้วย เช่น เชื้อโรค , สารอินทรีย์ , สารอนินทรีย์ , สารพิษ , ก๊าซ และมีค่าการละลายของออกซิเจนต่ำ

น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำเสียหรือน้ำฝนจากรางระบายที่ได้รับการบำบัดแล้ว พร้อมที่จะปล่อยลงสู่ธรรมชาติต่อไป

<u>การกำจัดน้ำเสีย</u> มี 3 ขั้นตอน

1. Preliminary Treatment กำจัดพวกสารแขวนลอย และสารขนาดใหญ่ออกก่อน เช่น ไขมัน , ตะกอน , กระดาษ ฯลฯ
2. Sedimentation นำน้ำเสียจากขั้น 1 ไปตกตะกอนและคัดแยกสารอินทรีย์ที่เป็นตะกอนออก บางครั้งสามารถนำกากตะกอนไปใช้ได้อีก
3. Biological โดยใช้แบคทีเรียเข้าช่วยในการกำจัดตะกอนที่ยังหลงเหลืออยู่

<u>ประเภทของน้ำทิ้งในโครงการ</u>

3.2.1 ระบบการระบายน้ำฝน

3.2.2 ระบบระบายน้ำโสโครก

3.2.3 ระบบกำจัดน้ำทิ้งจากส่วนพิพิธภัณฑ์ แบ่งออกเป็น

- น้ำทิ้งที่ไม่มีสารเคมีเจือปน
- น้ำทิ้งที่มีสารเคมีเจือปน

6.2.1 <u>ระบบการระบายน้ำฝน</u>

ระบบการระบายน้ำฝนส่วนใหญ่ คือระบายน้ำฝนจากหลังคา โดยเฉพาะในโครงการนี้มีพื้นที่หลังคาขนาดใหญ่ อุปกรณ์ที่สำคัญในการระบายน้ำฝนได้แก่

1) รางระบายน้ำฝน ขนาดของรางน้ำจะถูกกำหนดโดยลักษณะของหลังคา แต่ต้องสามารถระบายน้ำในแนวดิ่งได้ทัน สำหรับความลึกของรางจะต้องเผื่อไว้ในกรณีที่ท่อระบายน้ำฝนเกิดการอุดตันด้วย

2) ช่องระบายน้ำฝน ช่องระบายน้ำฝนที่ดีจะต้องมีที่กรองผงติดอยู่ และต้องมีช่องให้น้ำไหลเข้าไม่น้อยกว่าเท่าครึ่งของพื้นที่หน้าตัดของท่อน้ำฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ท่อระบายน้ำฝน ท่อระบายน้ำฝน จำนวนและขนาดของท่อขึ้นอยู่กับพื้นที่หลังคาที่รองรับน้ำฝนและอัตราการตกของฝน ถ้าใช้ช่องระบายน้ำฝนขนาดใหญ่ ก็ลดจำนวนของท่อได้ สำหรับน้ำทิ้งประเภทนี้สามารถปล่อยให้ระบายตามธรรมชาติโดยออกแบบบ่อพักน้ำไว้เป็นระยะๆ แล้วระบายลงสู่บึงพระรามเก้าซึ่งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของโครงการได้เลย

6.2.2 ระบบกำจัดน้ำโสโครก

น้ำโสโครกเป็นน้ำจากส้วมและโถปัสสาวะ ซึ่งไม่สามารถระบายออกสู่ระบบระบายน้ำรวมของเทคโนธานีได้โดยตรง น้ำโสโครกจึงต้องผ่านกรรมวิธีที่ทำให้น้ำสะอาดเสียก่อนที่จะระบายไปสู่ ระบบระบายน้ำรวม หรือปล่อยให้ซึมลงดินต่อไป

ระบบกำจัดน้ำโสโครกโดยทั่วไปมี 2 แบบ ได้แก่ แบบ ANAROBIC คือไม่ต้องใช้ออกซิเจนในการบำบัด ปล่อยให้ตกตะกอนตามธรรมชาติแล้วซึมลงสู่ดิน ซึ่งไม่เหมาะกับโครงการนี้เท่าใดนัก เนื่องจากช้า , ใช้เนื้อที่มากและไม่สามารถปล่อยสู่ทางสาธารณะได้

ส่วนอีกแบบหนึ่ง "ได้แก่ แบบ AEROBIC คือการใช้ออกซิเจนในการบำบัด โดยการใช้เครื่องอัดอากาศให้ละลายในน้ำ ทำให้แบคทีเรียย่อยสิ่งปฏิกูลได้ดีและเร็วขึ้น แล้วใช้น้ำยาฆ่าเชื้อโรคช่วยทำความสะอาดน้ำอีกทีก่อนจะระบายไปสู่สาธารณะได้ ซึ่งระบบนี้น่าจะเหมาะกับโครงการมากกว่าระบบแรกเนื่องจากใช้เนื้อที่น้อยกว่าและบำบัดน้ำโสโครกได้ดีกว่ามาก

6.2.3 ระบบกำจัดน้ำทิ้งจากส่วนพิพิธภัณฑ์ แบ่งออกเป็น

1) น้ำทิ้งที่ไม่มีสารเคมีเจือปน

น้ำทิ้งจากแหล่งนี้ได้แก่ น้ำจากพิพิธภัณฑ์ในส่วนที่ไม่ต้องใช้สารเคมี , น้ำจากบ่อปลาประเภทต่างๆ ฯลฯ น้ำทิ้งประเภทนี้สามารถบำบัดได้โดยการผ่านบ่อดักไขมันก่อนแล้วจึงปล่อยเข้าสู่บ่อพักน้ำบริเวณโครงการ ก่อนที่จะระบายออกสู่ระบบระบายน้ำรวมของเทคโนธานีต่อไป

2) น้ำทิ้งที่มีสารเคมีเจือปน

น้ำทิ้งประเภทนี้ได้แก่ น้ำจากห้อง LAB. , น้ำจากพิพิธภัณฑ์บางส่วนที่ต้องใช้สารเคมี ฯลฯ น้ำทิ้งจากแหล่งนี้จำเป็นต้องผ่านถังกวนสารเคมีเสียก่อน (คล้ายๆกับการผลิตน้ำประปา) เพื่อฆ่าเชื้อโรคและปรับสภาพน้ำให้มีค่าเป็นกลางให้มากที่สุด แล้วค่อยปล่อยลงสู่บ่อพักน้ำและระบบระบายน้ำรวมตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 ระบบแสงสว่างภายในอาคาร

การให้แสงสว่างภายในอาคาร นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องคำนึงถึงให้มาก โดยเฉพาะในส่วนแสดงงานต้องจัดให้เหมาะสม ทั้งนี้ก็เพื่อการมองเห็นที่ชัดเจน ตลอดจนการได้บรรยากาศของสิ่งที่แสดง

ทางที่ดีในการให้แสง ควรจะผสมกันไปทั้งแสงจากธรรมชาติและแสงวิทยาศาสตร์ เพราะแสงธรรมชาตินั้น จะแรงและทำให้สบายตาแต่ยากแก่การควบคุม ส่วนแสงวิทยาศาสตร์นั้นเราสามารถควบคุมได้แต่จะไม่แรงเท่าแสงธรรมชาติ และทำให้นัยน์ตาเหนื่อยง่าย ฉะนั้นการใช้แสงผสมกันก็จะทำให้ควบคุมอารมณ์และความแรงของแสงได้ทุกวันเวลา

6.3.1 <u>แสงธรรมชาติ</u>

ก่อให้เกิดบรรยากาศที่เป็นธรรมชาติ และมีชีวิตชีวา การให้แสงสว่างธรรมชาติในห้องแสดงงาน สามารถทำได้ 3 วิธี

1) การให้แสงสว่างจากด้านบน เหมาะสำหรับแสดงสิ่งที่เป็นวัตถุ แต่มีข้อเสียคือ แสงสว่างส่วนใหญ่ตกลงที่พื้นมากกว่าที่ผนัง และเกิดการสะท้อนที่ตู้กระจก แก้ไขโดยการทำเพดานให้สูงขึ้นและออกแบบหลังคาให้บังคับแนวลำแสงไปใน ทิศทางที่ต้องการ

2) การให้แสงสว่างทางด้านข้าง แสงสว่างจากหน้าต่างที่อยู่ในระดับต่ำ ทำให้ด้านหลังวัตถุได้รับแสงไม่พอ เกิดมีแสง สะท้อน ทำให้ผู้ชมนัยน์ตาพร่าเมื่อมองออกนอกหน้าต่าง และทำให้เงาของผู้ชมปรากฏบนวัตถุ

การแก้ปัญหา - ขอบหน้าต่างควรอยู่สูงกว่าระดับสายตาผู้ชม
- ออกแบบกรอบหน้าต่างให้ลึก
- ออกแบบผนังให้สามารถบังคับทิศทางแสงให้ เป็นไปตามที่ต้องการได้
(จุดกระทบของแสงที่ดีควรอยู่ระหว่าง 45-70 องศา)

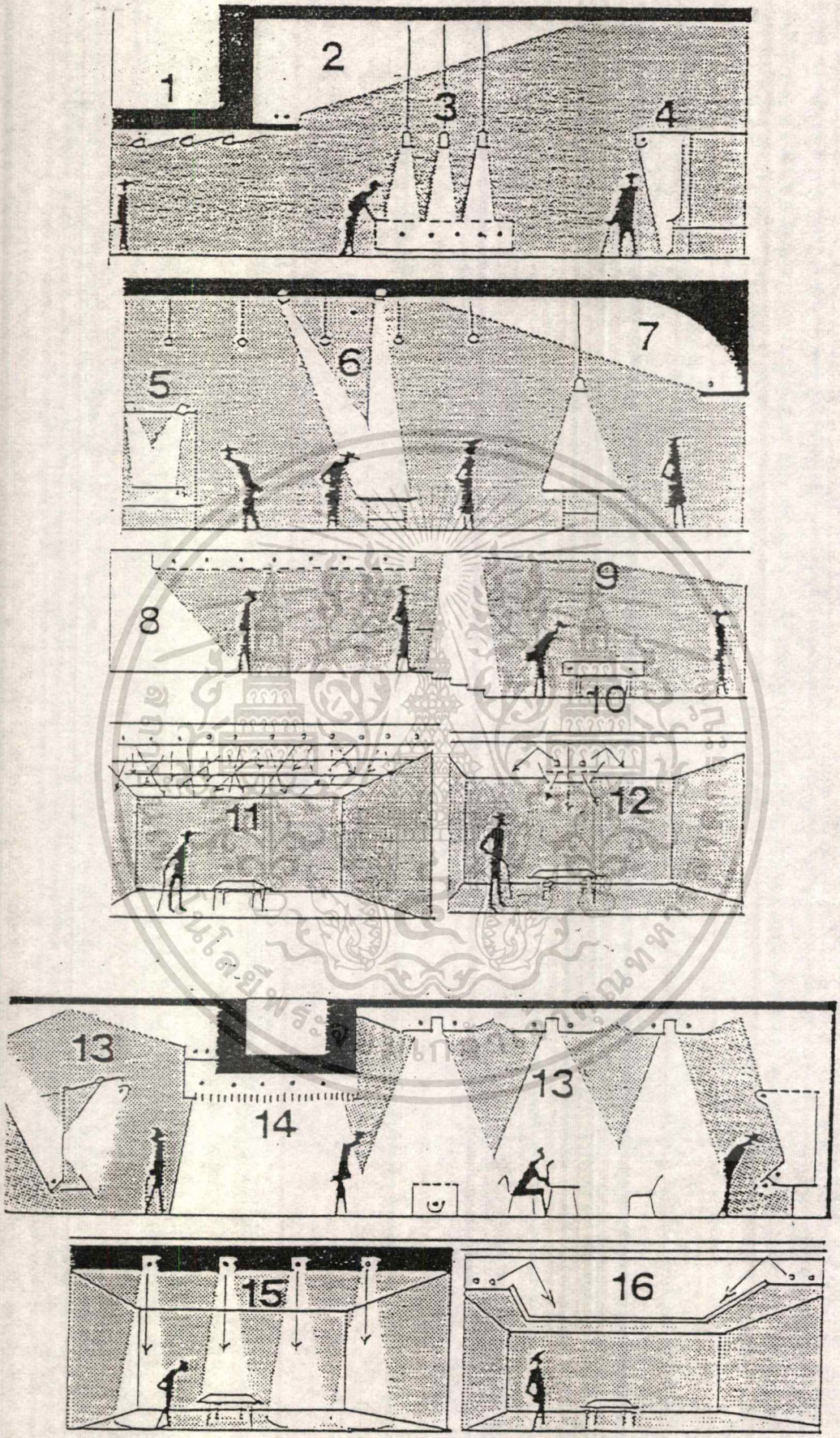
3) การให้แสงสว่างจากธรรมชาติโดยทางอ้อม สามารถทำได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับการออกแบบและความต้องการที่จะให้แสงเป็นไปในลักษณะใด เช่น การให้แสงสว่างส่องมายังผนังโค้ง ผนังก็จะเก็บแสงเสียส่วนมาก หรือการทำหลังคาสองชั้นให้แสงกระทบกับหลังคาที่อยู่ภายในก่อนที่จะตกลงมายังพื้นห้องก็เป็นอีกวิธีหนึ่ง

3.3.2 <u>แสงวิทยาศาสตร์</u> มีข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

ข้อดี - สามารถจัดความเข้มแสงและลักษณะของแสงได้หลากหลายไม่จำกัด
- สามารถจัดแปลนได้อย่างอิสระ
- ไม่ถูกบังคับด้วยกาลเวลา

ข้อเสีย - เมื่อมองนานๆ อาจทำให้นัยน์ตาเมื่อยล้าได้
- มีผลทำให้อุณหภูมิห้องสูงขึ้น จากการใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตัวอย่างการให้แสงประดิษฐ์ในลักษณะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายความหมายของภาพเรียงตามหมายเลข

1. การให้แสงสว่างพุ่งไปยังเพดานห้องโดยใช้ไฟหลายดวงทำให้เกิดความสว่างทั่วห้อง
2. ไฟที่ให้แสงสว่างทั่วห้อง โดยส่องไปยังเพดาน
3. ถึงแม้ว่าภายในตู้จะมีไฟอยู่แล้ว การส่องไฟลงมาจะช่วยทำให้เห็นวัตถุชัดเจน
4. การใช้ไฟส่องโดยตรงมายังแนวแสดงงาน
5. การให้แสงส่องวัตถุแสดง 2 ด้านช่วยลบเงาของวัตถุ
6. ไฟ SPOT LIGHT ส่องมายังวัตถุที่วางอยู่บนโต๊ะ
7. เมื่อใช้ไฟส่องมายังวัตถุ ก็ให้ความสว่างแก่ห้องโดยส่องไปยังเพดานเพื่อสะท้อนความสว่างไปทั่วห้อง
8. การใช้ไฟส่องโดยตรงและมีไฟช่วยทำให้สว่างอย่างทั่วถึง
9. ไฟจากในตู้และเพดาน ช่วยเสริมบรรยากาศ
10. ไฟจากในตู้แสดงโดยตรง
11. การใช้ไฟแบบ INDIRECT LIGHT ทั่วทั้งห้อง
12. การใช้ไฟแบบ INDIRECT LIGHT เฉพาะจุด
13. การใช้ฝ้าเพดานหรือฉากบังคับทิศทางของแสง
14. การใช้ FIN บังไม่ให้เห็นหลอดไฟและช่วยบังคับทิศทางของแสงได้
15. ใช้ ไฟ SPOT LIGHT ส่องลงมาเฉพาะจุด
16. การส่องไฟไปยังฝ้าเพดานทำให้แสงนุ่มนวลทั่วห้อง

จากตัวอย่างการใช้แสงประดิษฐ์เข้าช่วยในห้องจัดแสดง ทั้ง 16 แบบในข้างต้น เป็นเพียงแนวทางการออกแบบแสงสว่างในห้องจัดแสดงเท่านั้น แต่การออกแบบระบบแสงสว่างที่ดีนั้นต้องระวังมิให้เกิดความเบื่อหน่าย ควรมีการพักสายตาจากสิ่งแสดง โดยสามารถมองผ่านออกไปยังภายนอกได้บ้าง ซึ่งอาจจะออกแบบให้มีมุมมองออกไปรับแสงธรรมชาติหรือออกไปสัมผัสธรรมชาติภายนอกสลับกับการชมวัตถุแสดงที่เน้นด้วยแสงวิทยาศาสตร์ภายในอาคารบ้างก็จะเป็นการออกแบบที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 ระบบไฟฟ้า

พื้นที่โครงการเทคโนธานี มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่สำคัญผ่านด้วยระบบแรงดันไฟฟ้า 2 ระดับ ดังนี้

ก. ระดับแรงดันไฟฟ้า 22 KV 3-Phase 3-Wire จำนวน 1 สายป้อน จ่ายจากสถานีไฟฟ้าย่อยบางขันธ์ ซึ่งตั้งอยู่ระหว่าง คลอง 5 กับวัดพระธรรมกาย โดยมีสายป้อนสำรองเพื่อรอการสับถ่ายบริเวณปากทางคลอง 5 ถนนรังสิต- นครนายก จ่ายจากสถานีไฟฟ้าย่อยธัญบุรี ขนาดของสายส่งกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด 10,000 KVA โดยที่สายส่งดังกล่าวทำการจ่ายไฟฟ้าให้แก่ผู้อยู่อาศัยตลอดแนวคลอง 5

ข. ระดับแรงดันไฟฟ้า 115 KV 3-Phase 3-Wire จำนวน 1 สายป้อน ต้นทางสายป้อนจากสถานีไฟฟ้าบางปะอิน 2 ผ่านมายังสถานีบางขันธ์และผ่านหน้าโครงการไปยังถนนรังสิต-นครนายก เพื่อไปสถานีไฟฟ้าย่อยองครักษ์

ปัจจุบันโครงการเทคโนธานีรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 22 KV 3-Phase 3-Wire ในลักษณะสายไฟฟ้าเดินลอยในอากาศติดตั้งบนเสาคอนกรีตสูง 12 เมตร โดยป้อนเข้าสู่โครงการ 2 แนว และทำการจ่ายกำลังไฟฟ้า สำหรับโครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยาด้วยหม้อแปลงขนาด 4,000 KVA

โดยในอนาคตทางเทคโนธานีจะทำการปรับปรุงระบบรับไฟฟ้า ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจากระบบสายอากาศติดตั้งบนเสาคอนกรีตมาเป็นระบบสายใต้ดิน โดยการจ่ายไฟฟ้าแบบ Ring Main Unit (RMU) นอกจากนี้จะจัดให้มีพื้นที่ส่วนกลางประมาณ 500 ตารางวา เพื่อจัดตั้งสถานีเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้า 115 kV / 22 kV เพื่อที่สามารถแปลงแรงดันไฟฟ้าให้เข้ามารองรับความต้องการปริมาณไฟฟ้าของอาคารต่างๆในเทคโนธานีทั้งโครงการอีกด้วย

6.5 ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน มีอยู่ 3 ระบบ ได้แก่

1. ระบบปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง (Window Type System)
2. ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type System)
3. ระบบปรับอากาศแบบส่วนกลาง (Central Station System)

สำหรับโครงการนี้เลือกใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน และ แบบส่วนกลาง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5.1 <u>ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน</u> (Split Type System)

ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน คือ ระบบปรับอากาศที่แยกอุปกรณ์การทำความเย็นเพื่อปรับอากาศออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

- ส่วน Condensing Unit จะเป็นส่วนที่ติดตั้งอยู่นอกอาคาร มักจะวางอยู่บนกันสาดหรือหลังคาที่มีพื้นเรียบ หรือวางบนแท่นคอนกรีตบนพื้นดิน เครื่องส่วนนี้ต้องวางให้มีการพ่นลมร้อนสู่อากาศได้สะดวก ส่วนนี้ประกอบด้วย หม้ออัดน้ำยา (Compressor) , พัดลมระบายความร้อนและมอเตอร์ขับ(Condensor and Motor) , Condensor Coil หรือคอยล์ร้อน และ ระบบควบคุม(Control System) ในส่วนนี้ ถ้ามีขนาดโตกว่า 5 ตันขึ้นไป จะมีน้ำหนักมาก จึงต้องพิจารณาโครงสร้างด้วย และส่วนนี้จะมีเสียงดังมากจึงควรติดตั้งห่างจากตัวอาคารออกไป

- ส่วน Fan Coil Unit จะเป็นส่วนที่ติดตั้งภายในอาคาร ตัวเครื่องประกอบด้วย พัดลม (Blower) และ มอเตอร์ขับพัดลม (Motor)

สำหรับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนนี้เหมาะกับอาคารส่วนที่เป็นห้องทำงานต่างๆ , ห้องประชุม และห้องทั่วไปที่ต้องการปรับอากาศแต่มีระยะเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศไม่ขึ้นอยู่กับส่วนใดของอาคาร ระบบนี้มีข้อดี คือสามารถทำการบำรุงซ่อมแซมได้สะดวก , มีความสามารถในการระบายความร้อนได้สูง เนื่องจากมีพื้นที่ของ Condensor มาก และการเดินเครื่องจะเรียบเพราะมีมอเตอร์และ Compressor ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร แต่ก็มีข้อเสีย คือ ต้องใช้พื้นที่ในการวางส่วน Condensing Unit และต้องมีการเดินท่อน้ำยาระหว่าง ส่วน Condensing Unit กับ ส่วน Fan Coil Unit

6.5.2 <u>ระบบปรับอากาศแบบส่วนกลาง</u> (Central Station System)

ระบบปรับอากาศแบบส่วนกลาง คือระบบที่มีการทำความเย็นจากห้องเครื่องทำความเย็นส่วนกลาง (Compressor Room) แล้วกระจายความเย็นไปยังส่วนต่างๆ โดยจ่ายผ่านทางห้องจ่ายลม (Fan Room หรือ A.H.U.) แล้วจึงจ่ายความเย็นไปตามช่องจ่ายความเย็น (Air Duct) อีกทีหนึ่ง โดยมีสื่อกลางในการจ่ายความเย็นและระบายความร้อน 3 แบบ ดังนี้

1. แบบ All Air System
2. แบบ Air Cooled - Water Chilled System
3. แบบ All Water System

สำหรับโครงการนี้ เลือกใช้แบบ Air Cooled - Water Chilled System ซึ่งเป็นระบบปรับอากาศที่ใช้น้ำและอากาศทำงานร่วมกัน คือ จะทำความเย็นโดยใช้น้ำ และใช้อากาศเป็นตัวระบายความร้อน โดยที่เครื่องทำความเย็นส่วนกลางมีการเดินท่อน้ำและท่ออากาศไปจนถึงบริเวณปรับอากาศ และจะผ่านอากาศที่มาตามท่อลมเพื่อรับความเย็นจากน้ำไปจ่ายทั่วบริเวณปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับอากาศแบบนี้จะเดินท่อลมขนาดเล็กลงได้กว่าระบบปรับอากาศแบบ All Air System เพราะน้ำซึ่งเป็นตัวช่วยพาความเย็น มีน้ำหนักจำเพาะมากกว่าอากาศ และระบบนี้มีจุดเด่นคือ สามารถนำเอาอากาศเสียออกจากบริเวณปรับอากาศและนำเอาอากาศบริสุทธิ์จากส่วนกลางมาแทนที่ได้

ระบบปรับอากาศแบบนี้เหมาะกับอาคารในส่วนที่มีพื้นที่มาก เช่น ส่วนจัดแสดง เป็นต้น และจะต้องเตรียมพื้นที่สำหรับระบบปรับอากาศโดยเฉพาะ เพราะเป็นระบบขนาดใหญ่ และต้องเตรียมพื้นที่สำหรับส่วนต่างๆดังต่อไปนี้

- ห้องเครื่องสำหรับส่วน Compressor Unit
- ห้องจ่ายลม (Fan Room) สำหรับ A.H.U. (Air Handing Unit)
- พื้นที่ตั้ง Condensor Unit (Cooling Tower)
- พื้นที่สำหรับเดินท่อจ่ายลม (Duct Space)

6.6 ระบบโครงสร้าง

การเลือกระบบและขนาดของโครงสร้างพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. พื้นที่ใช้สอยส่วนใหญ่ของอาคาร
2. การใช้ระบบโครงสร้างที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น ระบบพื้นกับช่วงเสา
3. ความประหยัดของโครงสร้าง
4. ประสบการณ์และความชำนาญของช่าง
5. ความสวยงามทางสถาปัตยกรรม

โครงสร้างของอาคารโดยทั่วไปจะมีทั้งส่วนที่เป็น Long Span และส่วนที่เป็น Short Span ซึ่งสามารถวิเคราะห์ ได้ดังนี้

6.6.1 <u>การวิเคราะห์โครงสร้าง Long Span</u>

Long Span คือโครงสร้างที่คลุมพื้นที่ที่ต้องการส่วนเปิดโล่งกว้างๆ ไม่มีส่วนของโครงสร้าง เช่น เสามาขวาง เพื่อประโยชน์ใช้สอยขององค์ประกอบของโครงการบางส่วน เช่น ส่วน ห้องบรรยาย (Auditorium) , ส่วนจัดแสดง เป็นต้น โครงสร้างที่ถือว่าเป็นโครงสร้างแบบ Long Span มีอยู่หลายแบบ ดังนี้

- Truss เป็นโครงสร้างที่ประกอบจากชิ้นส่วนของวัตถุขนาดสั้นๆ สามารถคลุมพื้นที่ได้กว้าง 24 - 35 เมตร มีขนาดเบา ง่ายต่อการคำนวณและก่อสร้าง

- Space Frame เป็นโครงสร้างที่พัฒนามาจากโครงสร้าง Truss แต่นำชิ้นส่วนมาประกอบเป็น 3 มิติ สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้มากหลายสิบเมตรจนถึงเป็นร้อยเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Folded Plate เป็นโครงสร้างแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยอาศัยการพับเป็นจีบสัน ทำให้แข็งแรง สามารถ คลุมพื้นที่ได้ประมาณ 60 เมตร

- Shell เป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเช่นเดียวกับ Folded Plate แต่ดัดเป็นแผ่นโค้งเรียบ ต้องใช้ความชำนาญช่างมาก

- Cable เป็นโครงสร้างชนิด Tensile Structure ต้องมีโครงสร้างหลักรับแรงดึง เช่น เสาหรือกำแพงขนาดใหญ่ โครงสร้างชนิดนี้สามารถคลุมพื้นที่ได้มาก แต่ต้องใช้ความชำนาญและเทคนิคพิเศษมากมาย

ตารางเปรียบเทียบโครงสร้าง Long Span

ชนิดของโครงสร้าง	Take Span (เมตร)	น้ำหนัก	ค่าก่อสร้าง	การก่อสร้าง	ความชำนาญช่าง
Truss	24 - 35	เบา	ถูก	ง่าย	มีมาก
Space Frame	มากกว่า 100	เบา	ถูก	ง่าย	มีมาก
Folded Plate	60	หนัก	แพง	ทำไม้แบบยาก	มีน้อย
Shell	40 - 60	หนัก	แพง	ทำไม้แบบยาก	มีน้อย
Cable	มากกว่า 100	เบา	แพง	ใช้เทคนิคมาก	มีน้อย

จากข้อมูลข้างจึงสรุปได้ว่า โครงสร้าง Truss และ Space Frame มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นโครงสร้างหลักในส่วน Long Span ที่สุด เนื่องจากความสามารถของช่าง , ความสะดวกในการก่อสร้าง และ ราคาที่ไม่แพงมากนักเมื่อเทียบกับโครงสร้างอื่น

6.6.2 การวิเคราะห์โครงสร้าง Short Span

Short Span คือโครงสร้างในส่วนที่คลุมพื้นที่ไม่มาก เช่น ส่วนทำงานเจ้าหน้าที่ , ส่วนห้องสมุด เป็นต้น โดยทั่วไปจะใช้โครงสร้างแบบเสาและคาน เพราะมีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศคือยู่แล้ว

สำหรับ ความกว้างของ Span ที่เหมาะสมนั้น สามารถพิจารณาได้จาก ความยาวของเหล็กเส้นที่มีขายอยู่ทั่วไปตามท้องตลาด คือมีความยาว 10.00 เมตร เมื่อหักลบกับการหักคอม้าในคานและการหักมุมแล้ว จะเหลือความยาวประมาณ 8.00 - 9.00 เมตร ฉะนั้น ระยะ Span ที่เหมาะสมจึงอยู่ในช่วง 8.00 - 9.00 เมตร เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

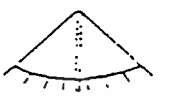
การใช้โครงสร้างลักษณะต่าง ๆ ในโครงสร้าง LONG SPAN



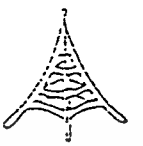
โค้ง (arches)
โครงเปลือก (Shell form)



โดม (dome)



กระโจม (tent)



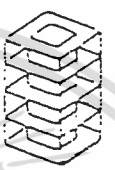
ฝ้าเพดานหน้าที่ประกอบหนึ่ง
diaphragm



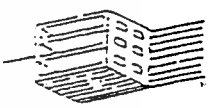
กระโจมผืน (membrane tent)



(dispersed
compression
member—floor
as diaphragms)



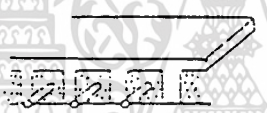
คานกลวงมีปีกขึ้น



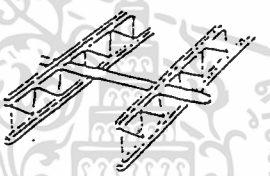
คานกล่อง (boxbeam)



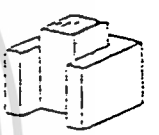
duct in corrugated form



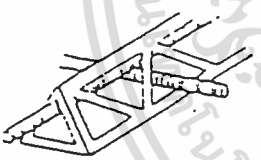
duct—between rib



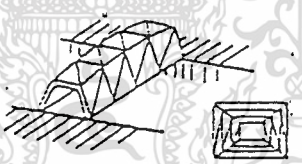
duct in lattice beam



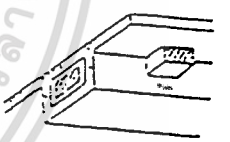
COLUMN
to conceal duct



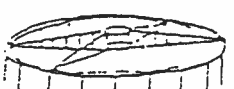
duct=two direction
in lattice form



คานกลวง (Hollow girder)



Vierendeel girder



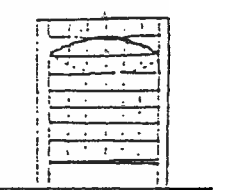
คานรอบรับแรงอัด ไว้ด้านหนึ่ง
มีด้านยึดก้ำไว้ทุกระยะหางช่วง
ด้านตรงข้ามกลาง



โครงสร้างรับน้ำหนัก
เก็บของเหลว



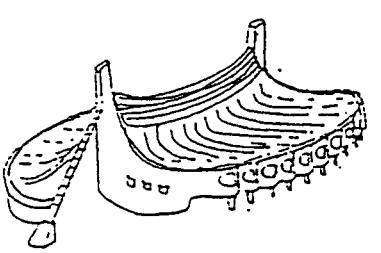
ชิลอเลชิลโดม



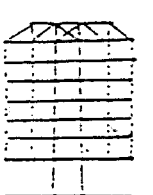
โครงสร้างยึงแขวนไว้กับ
คานรูปกันธนู



โครงสร้างแผ่นพับ



โรงยิมเนเซียมแห่งชาติของ Tange



โครงสร้างยึงแขวนไว้กับ
โครง เหล็ก ข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.7 ระบบป้องกันอัคคีภัย

ข้อมูลพื้นฐานของโครงการ

การบริการช่วยเหลือด้านอัคคีภัยบริเวณพื้นที่โครงการเทคโนธานีขึ้นอยู่กับสถานีดับเพลิงของสุขาภิบาลคลองหลวง ซึ่งปัจจุบันมีรถดับเพลิงทั้งหมด 5 คัน เป็นรถบรรทุกน้ำอย่างเดียว 1 คัน ใช้เวลาเดินทางมาถึงพื้นที่โครงการประมาณ 30 นาที นอกจากนี้ยังมีรถดับเพลิงของสุขาภิบาลธัญบุรีที่อยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่โครงการอีก 2 คัน เป็นรถบรรทุกน้ำอย่างเดียว 1 คัน ใช้เวลาเดินทางมาถึงพื้นที่โครงการประมาณ 20 นาที จากจำนวนรถดับเพลิงซึ่งมีน้อยอยู่แล้วประกอบกับในบริเวณพื้นที่อำเภอคลองหลวงนั้น มักจะเกิดไฟไหม้หญ้าจากการเผาของชาวบ้านบ่อยๆทำให้รถดับเพลิงต้องออกไปให้บริการดับไฟอยู่เสมอๆ จึงเป็นที่คาดการณ์ได้ว่าทางโครงการจะต้องหา วิธีป้องกันอัคคีภัยที่รอบคอบและรัดกุม เตรียมเอาไว้ เพื่อที่จะสามารถช่วยเหลือตัวเองในกรณีฉุกเฉินได้ทันท่วงที

ระบบการป้องกันอัคคีภัยที่ใช้ กันอยู่ในปัจจุบันนั้นมีอยู่มากมาย แต่ที่เลือกนำมาใช้กับโครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยานั้นมีดังต่อไปนี้

6.7.1 ระบบสายฉีดดับเพลิง (Hydrant & Standpipe System)

ระบบสายฉีดดับเพลิง ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ตู้สายฉีด (Fire Hose Cabinet) ที่เรียกว่า FHC . และส่วนของการเดินท่อยืน (Stand Pipe) น้ำที่ใช้ในการดับเพลิงจะถูกต่อจากท่อน้ำดับเพลิงสาธารณะก็ได้ หรือต่อจากปั๊มน้ำจากส่วน Tank เก็บน้ำดับเพลิงภายในอาคารก็ได้

สายฉีด - มีความยาวตั้งแต่ 15 ,23 และ 30 เมตร ตามลักษณะของอาคาร

ระบบท่อยืน - มี 2 ระบบ คือ ระบบเปียกและระบบแห้ง ระบบเปียกคือระบบที่มีน้ำอยู่ในท่อตลอดเวลาโดยจะมีปั๊มควบคุมความดัน ส่วนระบบแห้งจะไม่มีน้ำอยู่ในท่อแต่มีหัวฉีดอัตโนมัติอยู่และอัดลมไว้ด้วยความดันที่พอเหมาะ เมื่อมีความร้อนหัวฉีดก็จะเปิดออก ความดันลมจะลดลงทำให้ท่อน้ำเปิดออกและส่งน้ำไปยังหัวฉีด ซึ่งระบบแห้งจะทำงานช้ากว่าระบบเปียกมากจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในโครงการ

6.7.2 ระบบหัวฉีดกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinkler System)

เป็นระบบใช้หัว Sprinkle ติดที่ฝ้าเพดานในความสูงไม่เกิน 6.40 เมตรจากพื้นและมีท่อน้ำเดินไปตามฝ้าเพดานในลักษณะตาข่าย โดยเว้นระยะห่างระหว่างหัวฉีดตามกฎหมายที่ระบุเอาไว้สำหรับอาคารสาธารณะ คือ 4.60 เมตร และครอบคลุมพื้นที่ 1 หัว/16 ตารางเมตร

ระบบ หัวฉีดกระจายน้ำ Sprinkle นี้ เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพดี เพราะสามารถทำงานโดยอัตโนมัติ ทันทีที่ได้รับความร้อน เหมาะสำหรับใช้ในห้องทั่วๆไป รวมทั้งในส่วนพิพิธภัณฑ์ที่มีความสูงของฝ้าเพดานไม่เกิน 6.40 เมตร ด้วย

เอกสารนี้ใช้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.7.3 <u>ระบบถังดับเพลิงแบบมือถือ</u> (Portable Fire Extinguisher)

เป็นระบบที่ใช้ในลักษณะถังสำเร็จรูป มีน้ำหนักไม่เกิน 4.5 กิโลกรัมโดยจะมีหัวฉีดพ่นสารเคมีที่ใช้ดับเพลิงออกมา สามารถติดตั้งตามจุดต่างๆทั่วไปในโครงการควบคู่กับ ตู้สายฉีด (FHC.) สำหรับชนิดของสารเคมีที่มีใช้กันอยู่โดยทั่วไปนั้น มีดังนี้

ประเภทสารดับเพลิง	ลักษณะของเชื้อเพลิงที่ทำให้เกิดไฟ			
	ไม้ ,ผ้า ,กระดาษ	น้ำมัน ,สีทาบ้าน	ไฟฟ้าลัดวงจร	วัสดุไวไฟ ,ก๊าซ
น้ำ	/			
โซดา	/			
โฟม	/			
ผงเคมีแบบแห้ง ABC	/	/	/	
ผงเคมีแห้ง ($KcaCO_3$)		/	/	
Halon 1211	/	/	/	
Halon 1301		/	/	
CO_2 แห้ง		/	/	
สารดับเพลิงพิเศษ				/

สำหรับโครงการนี้เลือกใช้สารดับเพลิงชนิดแก๊ส Halon 1211 เนื่องจากแก๊สชนิดนี้สามารถดับเพลิงที่เกิดจากเชื้อเพลิงได้แทบทุกประเภท และหลังจากดับเพลิงแล้วจะไม่มีแก๊สหลงเหลืออยู่

6.7.4 <u>ระบบตรวจจับและแจ้งเหตุเพลิงไหม้</u> (Fire Alarm System)

ระบบตรวจจับและแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน มีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. Smoke Detector อุปกรณ์ตรวจจับเมื่อมีควันเกิดจากเพลิงไหม้
2. Heat detector อุปกรณ์ตรวจจับเมื่อมีความร้อนที่เกิดจากเพลิงไหม้

เมื่อเกิดเพลิงไหม้ อุปกรณ์ตรวจจับจะดังขึ้น สัญญาณเตือนภัยจะแจ้งไปยังห้องควบคุมเพื่อให้เจ้าหน้าที่มาตรวจสอบและระงับเหตุ ในขณะเดียวกัน ก็เป็นการแจ้งสัญญาณเตือนผู้เข้าชมให้รีบหนีออกไปจากตัวอาคารด้วย

ในโครงการนี้ เลือกใช้ อุปกรณ์ตรวจจับชนิด Heat detector เนื่องจากชนิด Smoke Detector มีความไวต่อควันที่เกิดขึ้นมาก และในโครงการก็อาจมีสาเหตุหลายประการที่จะทำให้เกิดควันโดยที่ไม่มีเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้น เช่น ควันจากการจัดแสดง , ควันจากการวิจัย ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงอาจเกิดเสียงสัญญาณเตือนภัยดังขึ้นโดยไม่มีเหตุเพลิงไหม้ได้หากใช้อุปกรณ์ตรวจจับชนิด Smoke Detector ดังนั้นจึงเลือกใช้ชนิด Heat Detector จะเหมาะสมกว่า

6.7.5 <u>ระบบทางหนีไฟ</u> (Fire Escape)

ทางหนีไฟ ประกอบด้วย บันไดหนีไฟมีแสงสว่างฉุกเฉิน ป้ายลูกศรชี้ทางออกของอาคารที่สามารถมองเห็นได้ง่ายในที่มืด ไฟแสงสว่างของทางหนีไฟและไฟป้ายแสดงทิศทางของทางออกฉุกเฉิน โดยที่จำนวนทางหนีไฟที่เหมาะสมกับจำนวนของผู้ใช้อาคารสามาถเทียบได้จากตาราง ดังนี้

จำนวนคน	จำนวนทางหนีไฟ
1-60	1
61-600	2
601-1,000	3
1,001-1,400	4
1,401-1,700	5
1,701-2,000	6

โครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยานี้จะต้องใช้กำลังเจ้าหน้าที่ 101 คน และคาดว่าจะมีผู้ชม ประมาณ 1,204 คน / วัน รวมผู้ใช้อาคารทั้งหมด เท่ากับ 1,305 คน ฉะนั้นจึงควรมีทางหนีไฟทั้งหมด 4 ทาง

6.8 ระบบเก็บและกำจัดขยะ

ขยะมูลฝอย คือ เศษวัสดุที่ผ่านการใช้แล้ว มีหลายชนิด เช่นกระดาษ, พลาสติก , โลหะ , เศษอาหาร , ภาชนะ , แก้วน้ำ ฯลฯ ปริมาณขยะในอาคารสาธารณะโดยทั่วไปจะมีอัตราที่ 0.25 ลิตร / คน / วัน ดังนั้นโครงการนี้มีจำนวนผู้ใช้อาคารเฉลี่ย 1,305 คน / วัน จึงคาดว่าจะมีปริมาณขยะเท่ากับ 326.25 ลิตร / วัน

ในการเก็บและกำจัดขยะ จะจัดให้มีการแยกประเภทของขยะด้วย คือประเภทที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้(Recycle) ได้แก่ กระดาษ , พลาสติก , โลหะ , แก้ว และประเภทที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยจะแยกถังใส่ขยะตามแต่ละประเภทแล้วใช้รถขนขยะมาขนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิ้งรวมกับบริเวณทิ้งขยะรวมของเทคโนธานีเพื่อให้ทาง รถเก็บขยะของ อบต. คลองห้า มาดำเนินการเก็บขนต่อไป

สำหรับขยะพวก ขยะติดเชื้อ , ขยะจากการทดลอง , ขยะที่สามารถเผาทิ้งได้ ซึ่งส่วนใหญ่มาจาก LAB. และ Shop ต่างๆ ก็จะแยกขนต่างหากเพื่อนำไปเผารวมกับขยะประเภทเดียวกันจากอาคารอื่นๆในเทคโนธานี ที่บริเวณเตาเผารวมที่ทางเทคโนธานีก่อสร้างไว้แล้ว

6.9 ระบบป้องกันมลพิษทางเสียง

มลพิษทางเสียง หมายถึง ภาวะของเสียงที่ก่อให้เกิดความรำคาญ หรือ เสียงที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้นในขณะที่ทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง

มาตรฐานเสียงของ WHO. และการพิจารณาระดับเสียง

0 เดซิเบล	ความดังที่หูมนุษย์สามารถได้ยิน
10 - 20 เดซิเบล	ใบไม้ไหว และความเงียบ
30 - 40 เดซิเบล	เสียงพูดค่อยๆ , เปิดวิทยุเบาๆ
50 - 60 เดซิเบล	เสียงพูดคุย , การทำงาน
70 - 80 เดซิเบล	ที่ประชุมชน , ห้างสรรพสินค้า , สถานีขนส่ง
80 - 90 เดซิเบล	เสียงเครื่องจักร , ย่านอุตสาหกรรม
100 - 140 เดซิเบล	บริเวณสนามบิน

ระดับเสียงที่รับฟังได้โดยไม่เครียด คือ 60 เดซิบล แต่จะทนฟังได้ถึงระดับ 85 เดซิเบล ติดต่อกันไม่เกิน 8 ชั่วโมง

ในโครงการพิพิธภัณฑ์นิเวศวิทยา มีทั้งส่วนทำงานที่ไม่จำเป็นต้องมีระบบป้องกันเสียงมากนัก และในส่วนจัดแสดงที่ต้องมีระบบป้องกันเสียงอย่างดีเพื่อประสิทธิภาพและสมาธิในการรับข้อมูลของผู้เข้าชมโครงการ

<u>ระบบการป้องกันเสียงในอาคาร</u>

ภายในอาคารเลือกใช้วัสดุที่เก็บเสียงได้ดี เช่น Micro Fiber , Acoustic Board , ชานอ้อย , ผ้า ฯลฯ ส่วนภายนอก เลือกใช้วัสดุที่มันวาวเพื่อสะท้อนเสียงออกไปไม่ให้เข้าสู่ภายในอาคาร สำหรับกระจกในส่วนพิพิธภัณฑ์เลือกใช้ระบบ Double Glazing คือมี Air Pocket เพื่อลดเสียงจากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.10 ระบบป้องกันมลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศโดยทั่วไป มีอยู่ 2 รูปแบบ ได้แก่

- ฝุ่นและควัน
- ก๊าซพิษชนิดต่างๆ

6.10.1 <u>ฝุ่นและควัน</u>

ฝุ่นและควัน ในประเทศไทยเป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่พบทั่วไปเป็นปกติ เพราะมีที่ตั้งอยู่ในเขตมรสุม การป้องกันฝุ่นสามารถทำได้โดยการออกแบบอาคารให้มิดชิดและปลูกต้นไม้กันแนวเพื่อกรองฝุ่น ส่วนการป้องกันฝุ่นภายในอาคารทำได้โดยใช้เครื่องดูดฝุ่นทำความสะอาดอยู่เป็นประจำ

6.10.2 <u>ก๊าซพิษชนิดต่างๆ</u>

ในบรรยากาศทั่วไปจะมีส่วนผสมของอากาศดังนี้

- ก๊าซไนโตรเจน	78 %	โดยปริมาตร
- ก๊าซออกซิเจน	21 %	โดยปริมาตร
- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	0.03 %	โดยปริมาตร
- ก๊าซเฉื่อยอื่นๆ และ ฝุ่นละออง	0.97 %	โดยปริมาตร

ก๊าซพิษที่เกิดขึ้นภายนอกอาคารอาจมาจาก ท่อไอเสียรถยนต์ , การทดลองของโครงการข้างเคียง สามารถป้องกันได้โดยการออกแบบอาคารให้มิดชิดเช่นเดียวกับการป้องกันฝุ่น ส่วนก๊าซพิษที่เกิดขึ้นภายในอาคาร อาจมาจากการทดลองใน LAB. และ จากเครื่องยนต์ภายในห้องเครื่องของระบบต่างๆ สามารถแก้ไขได้โดยการติดตั้งพัดลมดูดอากาศ ในบริเวณที่เป็นแหล่งกำเนิดของก๊าซพิษ

นอกจากนี้ในวัสดุก่อสร้างบางชนิดยังมีสารพิษที่มีผลร้ายต่อคุณภาพของอากาศด้วย เช่น สี , สารเคลือบผิว , พรม , Asbestos , Particle Board , Mineral Fibres ฯลฯ ฉะนั้น ในการเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง ก็ต้องระวังและต้องเพิ่มความพิถีพิถันมากขึ้น

6.11 ระบบรักษาความปลอดภัย

การป้องกันความเสียหายและการสูญเสียที่อาจจะเกิดขึ้นแก่วัตถุในพิพิธภัณฑ์เป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากวัตถุแต่ละชิ้นนั้นมีค่ามาก จึงควรพยายามป้องกันให้ปลอดภัยจากการโจรกรรม , อัคคีภัย รวมทั้งป้องกันให้ปลอดภัยจากการชำรุด เสื่อมสภาพจากธรรมชาติด้วย เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และ แสงสว่าง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.11.1 <u>การป้องกันการโจรกรรม</u>

ควรคำนึงถึงตั้งแต่การออกแบบที่ต้องจำกัดทางเข้าออกให้มีน้อยทางมากที่สุด และควบคุมดูแลให้มีประสิทธิภาพเพื่อป้องกันการโจรกรรมโดยมีเทคนิคดังต่อไปนี้

1. เทคนิคทางกลศาสตร์ (Mechanical Techniques) เป็นการป้องกันรักษาความปลอดภัยที่ต้องคำนึงถึงตั้งแต่ การออกแบบในเบื้องต้นโดยอาจทำได้ดังนี้

- การล้อมรั้วที่มั่นคงแข็งแรง
- ใช้ระบบกุญแจใส่ประตูห้องและตู้จัดแสดง
- ตู้กระจกกันสั่นสะเทือน (Shock-Proofing) ยิงไม่เข้า (Bullet-Profing)
- ใช้พลาสติกหนา
- สร้าง ห้องนิรภัย ตู้นิรภัย ป้องกันทั้งโจรภัยและอัคคีภัย
- ใช้บานประตูเหล็กสำหรับห้องสำคัญ

2. เทคนิคทางไฟฟ้า (Eletrical Technique) ใช้ระบบแจ้งเหตุ Alarm System ประกอบด้วยเครื่องดัก Detector ซึ่งจะรายงาน Tranmission เป็นเสียง Alarm ซึ่งเป็นเครื่องช่วยป้องกันรักษาความปลอดภัย มีเทคนิคอยู่มาก เช่น

2.1 Electric And Eletronic Device

- Sound Detector ใช้ระบบอิเลคตรอนจับเสียงถ้ามีคนร้ายเข้าไปในสถานที่ที่ติดเครื่องดักเสียงไว้ หรือถ้ามีการงัดแงะ ทำให้เกิดเสียงขึ้นแล้วเครื่องจับรายงานไปยังสัญญาณแจ้งเหตุทำให้เกิดเสียงกริ่งแจ้งภัย

- Capacitance - Variation Device โดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงของประจุไฟฟ้า ถ้ามีคนเข้าไปในเขตที่ติดตั้ง ประจุไฟฟ้าจะถูกรบกวน เพราะตัวคนเป็นตัวนำไฟฟ้าจึงทำให้ความจุไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง

- Ultrasonic Detector ใช้ตั้งคลื่นเสียง Ultrasonic เมื่อมีการเคลื่อนไหวผ่านคลื่นเสียง ทำให้ค่าคลื่นเสียงที่ตั้งไว้ลดลง และยังสามารถป้องกันอัคคีภัยได้อีกด้วย

2.2 เทคนิคทางกลศาสตร์และอิเลคตรอน (Electromechanical Device)

- เครื่องดักการกระทบกระเทือน มักใช้ป้องกันวัตถุ ตู้แสดง ตู้เซฟ กำแพง ประตู และหน้าต่าง

- ขดลวดไฟฟ้า Wire Capets ใช้ลวดซ่อนอยู่ใต้พรมและเดินกระแสไฟฟ้า เมื่อมีแรงกดเครื่องจะทำงาน

- วงจรสัมผัส Security Contacts ใช้โลหะเป็นแผ่นหรือปุ่มสัมผัสกันอยู่แล้วเดินกระแสไฟฟ้า ถ้ามีการแยกจากกันทำให้วงจรขาดและเครื่องจะทำงาน

- เครื่องดักความร้อน Heat Detectors เพื่อป้องกันการใช้เครื่องเผาเจาะเหล็กด้วยตะเกียงฟู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การควบคุมประตูทางเข้า Electro Mechanical Control And Cocking Of Exit จะทำงานเมื่อเกิดเหตุโดยจะปิดโดยอัตโนมัติหรือจะใช้ดนกดสวิทต์ก็ได้

2.3 ระบบ Electremagnetic ได้แก่ เครื่องเรด้าห์ ความเปลี่ยนแปลงลักษณะของกริ่งแม่เหล็กที่สะท้อนกลับมาจากการที่มีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านเข้ามาใกล้แรงของคลื่นแม่เหล็กกริ่งที่สะท้อนกลับจะถูกส่งเข้าเครื่องรับเกิดเป็นสัญญาณเสียง

2.4 เทคนิคทางทัศนะ (Optical Techniques)

- เครื่องกั้นด้วยแสงสว่าง (Visible Light Barriers) ใช้ลำแสงพุ่งตรงไปยัง Photo Electric Cell ถ้ามีสิ่งใดรบกวนทางเดินของแสง สัญญาณเสียงจะดังขึ้น

- เครื่องกั้นด้วยแสงชนิด Infra - Red

- เครื่องโทรทัศน์ (Visible Light Television) ใช้กล้องโทรทัศน์จับสิ่งคุ้มครอง

- เครื่องถ่ายภาพ (Photograph)

เทคนิคทั้งหมดนี้ เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจับคนร้ายที่เข้ามาโจรกรรมสิ่งของในอาคาร แต่ยังต้องอาศัยความสามารถของเจ้าหน้าที่ที่รักษาเวรยามเป็นสำคัญ โดยทำการป้องกันตลอด 24 ชั่วโมง โดยจะแบ่งเป็น

- การรักษาความปลอดภัยในเวลาเปิด

- การรักษาความปลอดภัยในเวลากลางคืน

6.11.2 <u>การป้องกันอันตรายจากผู้ชม</u>

เป็นธรรมชาติอย่างหนึ่งที่ผู้เข้าชมอดไม่ได้ที่จะอยากสัมผัสแตะต้องวัตถุเพื่อชื่นชมความงาม หรือเมื่อมีความสนใจเป็นพิเศษ ซึ่งการสัมผัสนั้นจะทำให้เกิดความเสียหายชำรุดหรือเสื่อมสภาพได้ง่าย ดังนั้นการจัดแสดงจะต้องหาทางป้องกัน เช่น ทำยกพื้นไม่ให้ผู้ชมเอื้อมมือถึงหรือใช้เชือกกั้น เป็นต้น ซึ่งการออกแบบต้องทำไปพร้อมกับการออกแบบการจัดแสดงนิทรรศการ

6.12 การจัดภูมิทัศน์

การออกแบบงานภูมิสถาปัตยกรรม จะกระทำในแนวทางที่ประสานกลมกลืนกับงานสถาปัตยกรรม งานภูมิสถาปัตยกรรมจะจัดในแนวทางที่สามารถมองเห็นได้ในขณะเข้า-ออกจากพื้นที่ มีระยะทางคนเดินและแนวทางเดินผ่านไปในลักษณะที่เหมาะสม ส่งผลทางความประทับใจและพักผ่อนหย่อนใจ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์อย่างแน่นแฟ้นกับสถาปัตยกรรมและธรรมชาติ

ธรรมชาติเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรม เมื่อธรรมชาติคือโลกซึ่งบรรจุด้วยมวลมนุษย์และผลงานของมนุษย์ ความรู้สึกที่ได้สัมผัสกับธรรมชาตินี้มีผลให้เกิดความรู้สึกน่าสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.12.1 <u>องค์ประกอบทางภูมิสถาปัตยกรรม</u> ได้แก่

- ที่จอดรถ ถนน เสาไฟฟ้า สาธารณูปโภค
- ที่โล่งใช้พักผ่อนเดินเล่น
- องค์ประกอบธรรมชาติที่สอดใส่เข้ามา ได้แก่ น้ำ หิน ทราย เป็นต้น
- Street Furniture ที่จะสอดคล้องผสานไปกับองค์ประกอบทางธรรมชาติ

6.12.2 <u>การสัญจรที่จะเข้ามาแทรกอยู่ในงานภูมิสถาปัตยกรรม</u> แยกออกเป็น

- ทางรถยนต์ ควรคำนึงถึงผลกระทบที่จะมีต่อภูมิสถาปัตยกรรมและตัวอาคาร ทั้งนี้เนื่องจากรถยนต์ทำให้เกิดเสียง กลิ่นและควันของท่อไอเสีย การจัดจึงต้องนำเอาหลักการออกแบบทางภูมิสถาปัตยกรรมมาช่วยแก้ปัญหา เช่น ทำเป็นคันดินปลูกต้นไม้เป็นฉากกันเสียงและกรองกลิ่น ควัน ฝุ่นละออง หรือยกระดับอาคารให้ต่างกับทางรถยนต์ หรือกันไว้ในระยะไกล ดังนี้เป็นต้น

- ทางเดินเท้า จะถูกนำมาพิจารณาเป็นหลักในการเดินและการใช้ของผู้ใช้งานทางสถาปัตยกรรม โดยการสอดแทรกไปในร่มไม้ รับความชุ่มชื้นร่มเย็นของธรรมชาติ

6.12.3 <u>การเลือกพืชพันธุ์ต่างๆ ที่จะนำมาใช้กับงานภูมิสถาปัตยกรรม</u>

จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับ สถานที่ เวลา และงบประมาณ โดยคำนึงถึงอิทธิพลที่จะมีต่อร่างกายและจิตใจของมนุษย์ โดยมีหลักการ คือ

1. คำนึงถึงสภาพภูมิศาสตร์ อันได้แก่ ลักษณะดิน ระดับน้ำใต้ดิน ความสูงต่ำของพื้นที่ ความร้อนจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นสิ่งจำกัดความเจริญของพืช ลักษณะทางภูมิศาสตร์แต่ละท้องถิ่นก็จะมีลักษณะเฉพาะตามธรรมชาติ ดังนั้นพันธุ์ไม้ต่างๆ ก็จะมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันตามลักษณะทางภูมิศาสตร์นั้นๆ

2. สภาพภูมิอากาศ

3. ตำแหน่งของเส้นรุ้ง ความสูงของพื้นที่ เขตร้อนระดับสูงจะมีภูมิอากาศเหมือนเขตหนาวระดับต่ำ พืชจะชอบขึ้นอิสระในสภาพที่เคยอยู่ดั้งเดิม และพันธุ์ไม้เป็นสิ่งมีชีวิตที่จะพยายามปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม แต่ทำได้ไม่ดีนัก ในการออกแบบจึงทำได้ 2 วิธี คือ เลือกพันธุ์ไม้ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม หรือจัดสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับพันธุ์ไม้

<u>การออกแบบควรคำนึงถึง</u>

- ความสวยงาม
- อุปนิสัยของพืชและชีวิตความเป็นอยู่
- ขนาดของสภาพที่ตกแต่ง
- ลักษณะสีของใบ ผิวใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือกพันธุ์ไม้ให้เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย ไม่ใช่เลือกเพราะความงามของพันธุ์ไม้อย่างเดียว

- ทิศทางลม แสงแดด ในตำแหน่งที่จะตกแต่ง

- การบำรุงรักษาเหมาะสมหรือไม่ เช่นการจัดเป็น Roof Garden การบำรุงรักษาจะทำอย่างไร

ข้อพิจารณาในการจัดภูมิสถาปัตยกรรม

การนำเอาธรรมชาติมาตกแต่งให้ประสานกันนั้น มีข้อพิจารณาในการจัดดังนี้

- ลักษณะของการจัด
- ขนาดและระดับ
- ตำแหน่งทิศทาง และพื้นที่ มุม หรือด้านที่รับกับสายตา
- การแบ่งพื้นที่ให้มีสัดส่วนกับอาคาร
- การนำเอา Elements และเส้นสายต่างๆ มาประกอบในการจัดให้มีผลทางประโยชน์ใช้สอย และสวยงาม
- ระยะเวลาในการสร้าง และวัสดุที่สามารถจัดหามาได้ในขณะนั้น

ประโยชน์ของพฤกษชาติ

- ช่วยลดแสงจ้าที่เกิดจากแสงสะท้อนจากพื้นดินและพื้นน้ำ
- ลดฝุ่น โดยเฉพาะในเขตร้อน พันธุ์ไม้ที่หนาแน่นจะกรองฝุ่นไว้ได้ถึง 75%
- ช่วยลดแรงลม
- ช่วยลดความร้อน เป็นเสมือนแผงกรองแสงและความร้อน
- ช่วยเพิ่มความชื้น โดยการระเหยของน้ำจากต้นไม้
- เป็นร่มเงาให้กับสถานที่และบริเวณนั้นๆ
- ช่วยลดเสียงรบกวนต่างๆ เมื่อปลูกต้นไม้เป็นฉากที่หนาแน่น
- ช่วยระบายน้ำใต้ดินเมื่อฝนตกหนัก ทำให้น้ำไม่ไปทำลายพื้นและส่วนของพื้นที่ต่างๆ เสียหาย

ข้อควรระวังในการปลูกพันธุ์ไม้

- สำหรับในที่ต้องการลม ต้องดูตำแหน่งที่และชนิดของต้นไม้ที่จะไม่กันลมหรือลดแรงลม หรือทำให้ทิศทางของลมเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนและความหนาแน่นของต้นไม้ด้วย

- ในกรณีต้นไม้ปลูกชิดอาคาร ต้องระวังสิ่งที่มาอาศัยต้นไม้และก่อความเสียหายต่ออาคารได้ เช่น แมลง หนู หรือ งู เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.13 การออกแบบในการประหยัดพลังงาน

เนื่องจากภาวะตื่นตัวในการประหยัดพลังงานมีความรุนแรงสูงขึ้น จนทำให้มีการประกาศ พ.ร.บ. อนุรักษ์พลังงาน โดยควบคุมทั้งอาคารเก่าและอาคารใหม่ โดยอาคารใหม่ต้องมีค่า OTTV. ไม่เกิน 45 W/sq.m. หลักการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานกำหนดไว้ดังต่อไปนี้

6.13.1. การนำการระบายอากาศตามธรรมชาติมาใช้ในส่วนที่ไม่ปรับอากาศ (Use of natural ventilation in unconditioned zone)

การออกแบบที่คำนึงถึงการใช้การระบายอากาศตามธรรมชาติในส่วนที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ เช่น บริเวณจอดรถเพื่อลดการระบายอากาศโดยระบบเครื่องกล

6.13.2. การลดการรั่วซึมของอากาศให้น้อยที่สุดโดยใช้สถาปัตยกรรมเป็นตัวกำหนด (Minimize infiltration by architecture feature)

การออกแบบควรกำหนดรูปทรงอาคารให้ลดการรั่วซึมของอากาศภายนอกเข้าสู่อาคาร (Infiltration)

6.13.3. การเพิ่มวิสัยทัศน์ที่ดีให้กับอาคาร (Good visual comfort for better building performance)

ในการออกแบบควรกำหนดตำแหน่งและขนาดของช่องเปิด , ช่องหน้าต่างให้เหมาะสมเพื่อมิให้เกิดอาการล้าทางสายตา เนื่องจากม่านตาปรับไม่ทัน จึงต้องใช้แสงไฟฟ้าประดิษฐ์มาช่วย ทั้งๆที่ระดับความสว่างภายในห้องเพียงพอต่อการใช้งาน เป็นการสิ้นเปลืองการใช้พลังงานอย่างสูญเปล่า

6.13.4 สภาวะน่าสบายเชิงอุณหภูมิ (Thermal comfort consideration for a possible higher thermostat setting)

1. วัสดุกรอบอาคาร (Envelope of building)

1.1 ผนังทึบ (Opaque Wall) กำหนดให้ใช้วัสดุที่มีค่าการกันความร้อนที่สูงและมีมวลน้อย เพื่อให้ความร้อนที่ถูกกักเก็บไว้ในผนังได้น้อย ซึ่งจะทำให้มีถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้น้อยลง

1.2 หน้าต่างและช่องเปิดอื่นๆ ควรออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งาน

1.3 หลังคาถูกออกแบบให้มีการกันความร้อนและความชื้นที่ดีประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ฉนวนกันความชื้น เพื่อกันการเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำภายในวัสดุหลังคา

- คอนกรีตเสริมเหล็กหรือวัสดุหลังคาชนิดอื่น เป็นส่วนรองรับน้ำหนักของหลังคาที่มีมวลมาก สามารถหน่วงเหนี่ยวความร้อนให้เข้าสู่อาคารได้ช้าลง และทำให้ปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารได้น้อยลงด้วย

- ช่องว่างอากาศ เพื่อความสะดวกในการกันความร้อนให้กับหลังคาอีกส่วนหนึ่ง

- ฉนวน เพื่อลดการ ถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

- ช่องว่างอากาศสะท้อนรังสี เพื่อกันการถ่ายเทความร้อนโดยแผ่รังสีเข้าสู่อาคาร และเป็นพื้นที่เดินท่อของระบบต่างๆ ภายในอาคารด้วย

- แผ่นฝ้าเพดาน เพื่อเป็นวัสดุผิวภายในอาคารและเพิ่มค่าการกันความร้อนให้แก่หลังคา

1.2 วัสดุพื้นและผนังภายในอาคาร ใช้วัสดุที่มีสีอ่อนเพื่อการกระจายของแสงภายในอาคารที่ดี และเป็นวัสดุที่สามารถกักเก็บความร้อนได้น้อย เพื่อไม่ให้มีความร้อนสะสมในอาคารได้มาก ซึ่งจะเป็นภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ

1.3 วัสดุปูผิวพื้นภายนอกอาคาร ใช้วัสดุที่มีค่าการแผ่ รังสีความร้อนสูง เพื่อให้พื้นผิวภายนอกอาคารไม่ร้อนจนเกินไปทำให้สภาพแวดล้อมภายนอกไม่ร้อน และใช้วัสดุที่มีสีอ่อนและมีผิวขรุขระ เพื่อความสะดวกในการสัญจร

6.13.5 <u>การนำแสงสว่างในธรรมชาติมาใช้ได้จริง</u> (Use of daylight utilization)

1. การเลือกใช้กระจกที่มีค่าการสองผ่านของแสงสูง เพื่อให้แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารได้มาก แต่ต้องคำนึงถึงค่าของความร้อนที่จะผ่านมาประกอบกัน

2. ออกแบบ ให้พื้นผิวภายในอาคารมีสีอ่อน เพื่อให้มีการกระจายแสงที่ดี

3. จัดส่วนการใช้งานภายในเพื่อให้แสงธรรมชาติเข้าถึงบริเวณต่างๆ ให้มากที่สุด

6.13.6 <u>การสร้างสภาวะน่าสบายรอบๆ ตัวอาคาร</u> (Environmental comfort zone)

การออกแบบสัดส่วนของการใช้พื้นที่อาคารและพื้นที่การจัดสวนโดยรอบเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่ดี และทำให้มีอุณหภูมิอากาศภายนอกต่ำลง ซึ่งเป็นการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

6.13.7 <u>การจัดการการใช้งานในอาคาร</u> (Use of pattern and building management)

การจัดระบบการใช้งานทุกระบบของอาคารให้คุ้มค่าและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของอาคาร เช่นออกแบบให้มีการจัดพื้นที่สำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารที่ให้กำเนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อน เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร และเครื่องทำน้ำร้อน ให้แยกออกจากพื้นที่สำนักงานเพื่อลดภาระการทำความเย็นให้แก่ระบบปรับอากาศ และเพื่อคุณภาพชีวิตภายในอาคารที่ดีขึ้น

การออกแบบระบบภายในอาคาร

1. ควรออกแบบระบบปรับอากาศภายในอาคารที่เหมาะสม

2.เลือกใช้วัสดุที่ลดการสั่นสะเทือนและลดเสียงในชั้นห้องเครื่องเพื่อช่วยลดการสั่นสะเทือนเข้าสู่บริเวณทำงาน

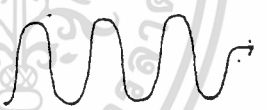
6.14 การจัดพิพิธภัณฑ์

6.14.1 การรับรู้และพฤติกรรมในการสัญจร

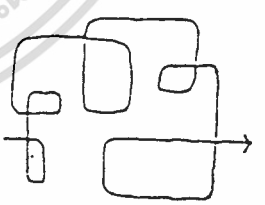
การจัดแสดงหลาย ๆ อย่างในส่วนจัดแสดงของพิพิธภัณฑ์หนึ่ง ๆ สามารถที่จะแสดงให้ได้ตามแบบแผนแตกต่างกันไปได้หลายลักษณะ รูปร่างและความสัมพันธ์ภายใน โดยจะต้องคำนึงถึงการรับรู้และพฤติกรรม (PERCEPTION & BEHAVIOR)

IDENTIFICATION AND PLACE OF MOVEMENT

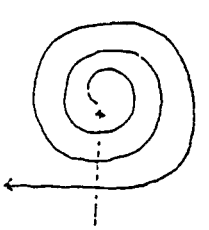
การเคลื่อนไหวภายในพิพิธภัณฑ์ทั่ว ๆ ไป ซึ่งจะทำให้ผู้ชมเกิดความเบื่อหน่าย และ ท้อแท้ที่จะชมการแสดงทั้งหมด เนื่องจากการเคลื่อนไหวเป็นไปในลักษณะซ้ำซ้อนไปตลอดการชม



การเคลื่อนตัวเพื่อรับรู้เรื่องราวต่าง ๆในเนื้อที่ที่มีบริเวณกว้าง มีลักษณะที่ทำให้เกิดความรู้สึกชักนำไปสู่จุดมุ่งหมาย



จุดเริ่มต้นจะอยู่ทางใดทางหนึ่ง การเสนอเรื่องราวในการเคลื่อนไหวแบบนี้ สามารถทำได้อย่างสม่ำเสมอ แต่มีรูปแบบที่ไม่เป็นธรรมชาติ



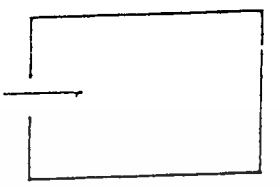
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.14.2 <u>ลักษณะของห้องแสดงกับพฤติกรรมของผู้ชม</u>

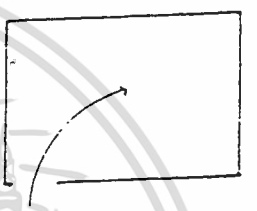
พฤติกรรมของผู้ชมกับลักษณะของส่วนที่จะทำการจัดแสดงในแบบต่าง กัน ส่วนจัดแสดงที่มีส่วนกว้างและยาว การเปิดจุดเข้าออกจะทำให้เกิดผลต่อการตัดสินใจเคลื่อนไหวของผู้ชม

ลักษณะของห้องแสดง

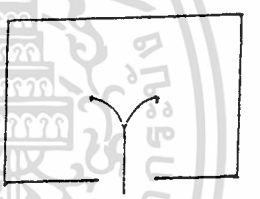
1. เข้ากลางห้อง การเปิดทางเข้าที่ด้านหัวหรือท้ายห้อง ทิศทางที่ผู้ชมส่วนใหญ่จะไป ก็คือทางตรงเนื่องจากทิศทางของส่วนจัดแสดงเอง



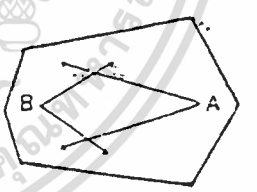
2. เข้ามุมห้อง การเข้าที่มุมห้องใดมุมห้องหนึ่งการเคลื่อนไหวจะเป็นไปในลักษณะมุ่งไปยังห้องด้านตรงข้าม



3. เข้าด้านข้างห้อง การเปิดทางเข้ากลางห้องด้านข้าง ทำให้ผู้ชมยากต่อการตัดสินใจในการเคลื่อนไหวไปทางด้านใดด้านหนึ่งทางซ้ายหรือขวา

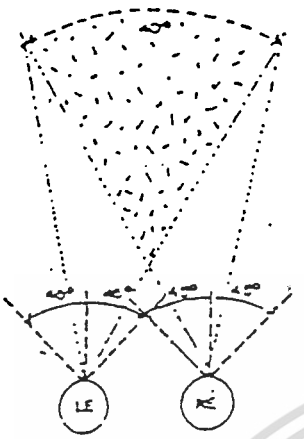


4. ลักษณะของห้องจัดแสดงที่มีผลต่อความรู้สึกของผู้ชม การมองจากจุด A จะให้ความรู้สึกว่าห้องยาวกว่าการมองที่จุด B การเริ่มต้นการจัดแสดงที่จุด B จะให้ผลต่อผู้ชมในความรู้สึกอยากที่จะชมไปสู่จุด A มากกว่าจากจุด A มาสู่จุด B

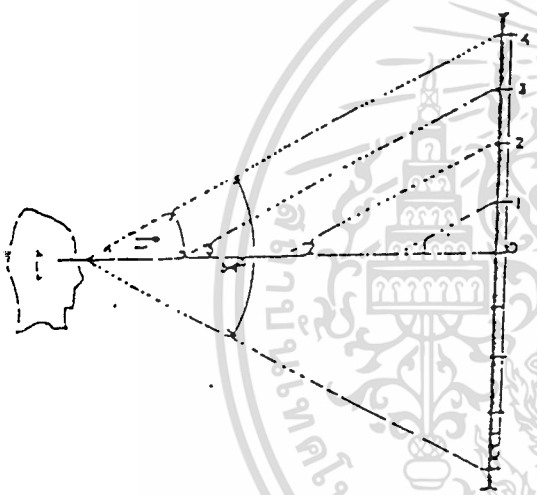


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

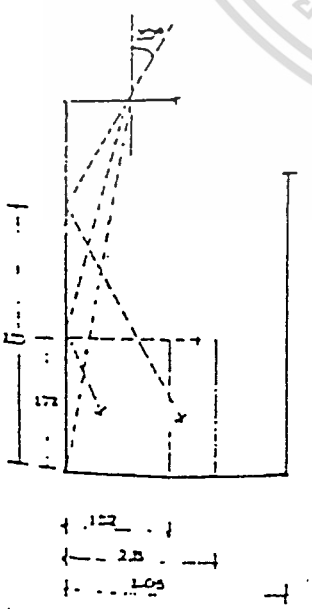
6.14.3 <u>ขอบเขตการมองเห็นของผู้ชม</u>



ก. ขอบเขตการมองเห็นของคนสายตาปกติที่มีสองตา มุมที่สามารถแลเห็นได้ประมาณ 120 องศา เมื่อหันศีรษะหรือ 40 องศา โดยไม่หันศีรษะ



ข. จาก ARCHITECTS'DATA กำหนดมุมมองของด้านดั้งของมนุษย์ไว้ 27 องศา ใต้ระดับสายตา เป็นมุม มองที่สบายที่สุดโดยไม่ต้องก้มหรือเงย

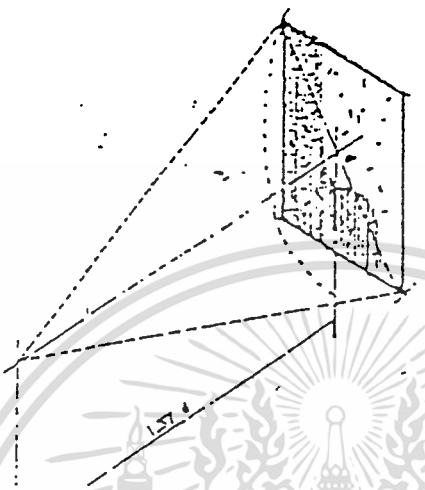


ค. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมุมของแสง ขนาดของห้อง และขนาดของภาพแสดงระยะภาพดูเพิ่ม 35 ซม. เพิ่มความสูงของภาพทุก ๆ 30 ซม.

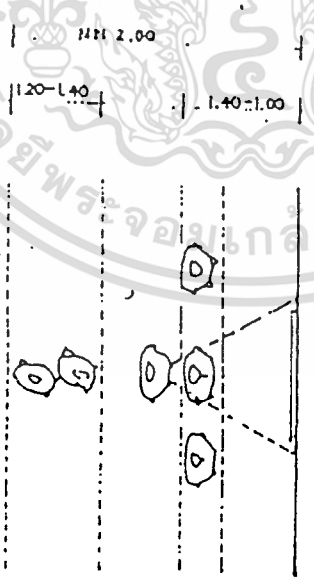
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.14.4 <u>ลักษณะการดู และ มุมมอง</u>

ลักษณะการดูวัตถุที่แสดงในลักษณะต่าง ๆ โดยกำหนดให้ผู้ชมยืนห่างจากวัตถุตัวแสดง จะสามารถหาขนาดพื้นที่ของส่วนจัดแสดง และ จำนวนผู้ชมได้



โดยทั่วไปแล้ว การมองโดยไม่เคลื่อน หรือ หันศีรษะ จะมีขอบเขตอยู่ระหว่าง 40 องศา ซึ่งสามารถมองได้ครบทั้งภาพ และตำแหน่งที่มองมีระบบห่างจากภาพประมาณ 1.3 เท่า ของเส้นทะแยงมุมของภาพ



ภาพในห้องจัดที่นิทรรศการ จะต้องมีพื้นที่เพียงพอสำหรับกลุ่มผู้ที่ยืนชม และมีที่สำหรับเป็นทางผ่านสำหรับผู้อื่นด้วย โดยเฉพาะมุมห้องจะเกิดความแออัดมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคการจัดแสดง

1. <u>เทคนิคการจัดแสดงตามวัตถุประสงค์</u>

1.1 จัดแสดงเพื่อความงาม ได้แก่ พวกหอศิลป เทคนิคอยู่ที่จัดการวางรูปห้อง สีพื้นหลัง แสงสว่าง แบบตู้และแท่นที่เหมาะสม พื้นผิว มักไม่มีคำบรรยายมาก

1.2 จัดแสดงให้ความรู้ เป็นการจัดที่ใช้คำบรรยาย ภาพถ่าย ภาพเขียน แผนที่เพื่อให้ความรู้เป็นหลักสำคัญ ความสำคัญอยู่ที่องค์ประกอบมากกว่าวัตถุ ผู้ชมสามารถเรียนรู้ได้จากคำบรรยาย และ องค์ประกอบการจัดแสดง

1.3 จัดแสดงตามสภาพธรรมชาติ หลักสำคัญ คือ จัดให้เหมือนจริงตามธรรมชาติมากที่สุด โดยใช้เทคนิคจัดฉากละคร (DIORAMA TECHNIQUE) จัดกลุ่ม เช่น สัตว์เป็นกลุ่มตามสภาพจริงเรียกว่า HABITAT GROUP

1.4 จัดแสดงตามสภาพจริง นิยมจัดแสดงภาพจริงตามสมัย เรียกว่า PERIOD ROOM TECHNIQUE

1.5 เทคนิคกลุ่ม เหมาะสำหรับเยาวชน และเด็ก เพราะตามจิตวิทยาเด็กไม่สามารถอยู่นิ่งได้ ต้องการอยากจับต้อง

2. <u>เทคนิคการจัดแสดงในรูปแบบต่าง ๆ</u>

2.1 การจัดแสดงแบบ 3 มิติ

หมายถึงการจัดเป็นหุ่นจำลองขนาดเท่าของจริง หรือย่อส่วน หรือขยายส่วนให้ใหญ่ขึ้น การจัดแบบนี้ใช้งบประมาณค่อนข้างสูง และยุ่งยากมาก เพราะต้องใช้ความชำนาญพิเศษ แต่ก็ก่อประโยชน์มากที่สุดสำหรับผู้ชม ซึ่งผู้ชมสามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ด้วยการกระทำ ของตนเองแทบทุกอย่าง

2.2 การจัดในลักษณะการเคลื่อนที่ (MOBILE)

คือการจัดโดยให้สิ่งที่เราต้องการแสดงนั้น มีการเคลื่อนที่ในลักษณะการหมุน อาจเป็นการทวน การใช้กลไก ต่าง ๆ เป็นต้น ประโยชน์คือ เมื่อการเคลื่อนที่เป็นสิ่งเราพิเศษย่อมเกิดการตอบสนองเป็นพิเศษ ในทำนองเดียวกันย่อมหมายถึงผลประโยชน์อย่างเต็มที่แก่ผู้ชมในการเรียนรู้และเกิดความประทับใจ

2.3 การสาธิต หรือ ทดลอง (DEMONSTRATION EXPERIENCE)

การสาธิต เป็นการบอกผลให้ทราบแล้วทำให้ดู ส่วนการทดลอง จะยังไม่บอกผลให้ทราบ จนกว่าจะเสร็จสิ้นการทดลอง

2.4 ภาพยนตร์ โทรทัศน์ (MOTION PICTURE , TELEVESION)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ชมได้เห็นทั้งภาพการเคลื่อนไหวและได้ยินเสียงด้วย ประกอบความเพลิดเพลินสนุกสนาน ไม่จำเป็นต้องอธิบายมากนัก

2.5 การจัดแสดงด้วยภาพนิ่ง (STILL PICTURE)

- ประเภทที่มีเสียงประกอบ

- ประเภทที่ไม่มีเสียงประกอบ

2.6 การจัดด้วยเครื่องเสียง (RADIO, TAPE)

- เป็นการเรียนรู้ด้วยเสียงประกอบเพียงอย่างเดียว

2.7 การจัดแบบ VISUAL SYMBOL ด้วย PHOTOGRAPHY, POSTER, BOARD

- ให้เกิดการเรียนรู้ด้วยการดู และการอ่าน

2.8 การจัดแสดงแบบ (DIORAMA)

การจัดแสดงแบบนี้เป็นการจัดแสดงโดยเลียนแบบสภาพความเป็นจริงของงานต้องแสดงออกมาเป็นฉากละคร เป็นการแสดงที่นับได้ว่าสามารถแสดงถึงความรู้สึกในบรรยากาศของการแสดงได้สมจริงสมจัง และสามารถ ถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆได้ดี ซึ่งนอกจากฉากแล้วยังนำเอาแสงสีเข้ามาช่วยเน้นในการจัดแสดงงานต่าง ๆกันด้วย

ห้องแสดง

1. <u>ลักษณะของห้องแสดง</u>

SIMPLE CHAMBER คือ ห้องที่มีหน้าต่าง อาจเป็นหน้าต่างสูง หรือมีหน้าต่างด้านหนึ่งและใช้แสงไฟฟ้าช่วยในการจัดแสดง

HALL WITH BALCONY คือห้องแสดงแบบพื้นโล่ง เป็นแบบเก่าที่นิยมสร้างกันในยุโรป คือ มีห้องโถงชั้นล่าง ขึ้น บันไดไปเข้าห้องโล่ง มองลงมาเป็นข้างล่าง

CLEAR STORY HALL ห้องแสดงแบบห้องประชุมใหญ่

EXHIBITION CORRIDOR ห้องแสดงแบบเฉลียง คือ การจัดเฉลียงให้เป็นที่จัดแสดง

SKYLIGHT PICTRUE GALLERY คือ ห้องแสดงภาพเขียนที่ให้แสงธรรมชาติจากหลังคา

ห้องแสดงแบบ CABINETS คือ ห้องแสดงแบบใช้ติดผนังตลอดผนังและอีกด้านหนึ่งเป็นหน้าต่าง และใช้ตู้หรือแผงแบ่งเนื้อที่ในห้องแสดง

ห้องแสดงแบบไม่มีหน้าต่าง ปล่อยเนื้อที่ไว้สำหรับดัดแปลงการจัดแสดงได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขนาดของห้องแสดง

โดยทั่วไปห้องจัดแสดงควรให้มีเนื้อที่มาก เพื่อสะดวกในการตกแต่ง แบ่งกั้นเมื่อออกแบบการจัดแสดง ขนาดที่ใช้กันทั่วไปปัจจุบัน มีความกว้างตั้งแต่ 6-12 เมตร (ไม่ควรต่ำกว่า 6 เมตร) ความยาวอย่างน้อย 1.5 เท่าของความกว้าง

ระดับของฝ้าเพดานพอเหมาะ ไม่สูง หรือต่ำเกินไป โดยทั่วไปถ้าต้องการแสงธรรมชาติจากหลังคา หรือแสงประดิษฐ์ จะใช้ความสูง 5.40 -6.00 เมตร หรือถ้าต้องการแสงด้านข้างควรสูง 4.80 เมตร และห้องที่มีขนาดเล็ก ความสูงไม่ควรต่ำกว่า 3 เมตร

ปัจจุบันนิยมใช้แสงสว่างประดิษฐ์ช่วยในการเน้นวัตถุที่แสดง ความสูงทั่วไปประมาณ 3.60-4.20 เมตร ก็เป็นการเพียงพอ แต่ทั้งนี้ก็ต้องคำนึงถึงขนาดของวัตถุและครุภัณฑ์ ที่ประกอบในการแสดงด้วย

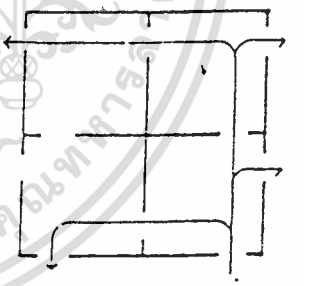
การสร้างเพดานให้มีความสูงไว้จะสะดวกในการดัดแปลง เช่น ลักษณะเป็นเพดานแขวน สมารถปรับระดับความสูงได้

ประโยชน์ที่ได้จากเพดานแขวนก็คือ สามารถใช้ที่ว่างเหนือเพดานเป็นช่องอากาศ เป็นทางเดินสายไฟ กั้นแสงที่ไม่ต้องการจากเหนือหัว ช่วยเก็บเสียงสะท้อน

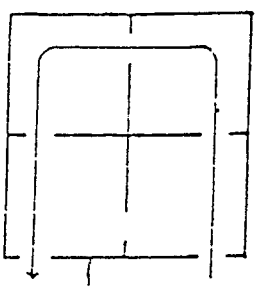
การทำเพดานแขวนจะต้องใช้ความสูงมากขึ้น โดยทั่วไปความสูง 6 เมตร ก็เพียงพอแล้ว แต่ถ้าเป็นห้องที่มีพื้นที่ใหญ่มาก ๆ อาจสูงถึง 7.50 เมตร ก็ได้

3. ตัวอย่างการจัดห้องแสดงแบบต่าง ๆ

1. การจัดแสดงที่ไม่ดี ทำให้ผู้ชมดูสิ่งที่จัดแสดงในส่วนต่าง ๆได้โดยไม่ทั่วถึงเนื่องจากมีการเปิดทางเข้าออกในทุกส่วนการจัดแสดง การที่จะทำให้ชมส่วนต่าง ๆ ได้อย่างทั่วถึง ต้องมีการจัดแสดงที่มีการกำหนดเส้นทางสัญจรอย่างชัดเจน ไม่เช่นนั้นหากเกิดการปิดบังส่วนจัดแสดง อื่นจะถูกข้ามผ่านไป

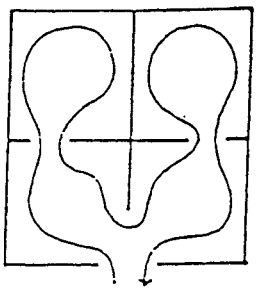


2. การแก้ปัญหาการจัดแสดงแบบแรก โดยการลดทางเข้าออกลง แต่ก็ยังมีบางส่วนที่อาจจะถูกข้ามผ่านไปโดยไม่รู้ตัว

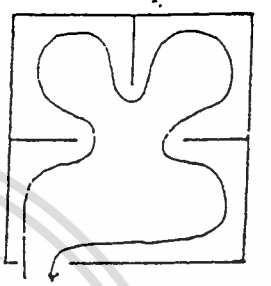


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

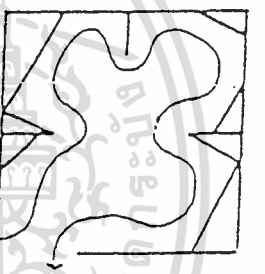
3. การตัดผนังห้องแบบที่ดีที่สุด ทำให้สามารถแก้ปัญหาทางสัญจรของผู้ชม ให้สามารผ่านส่วนแสดงต่าง ๆ ได้ หมดทุกส่วน โดยการควบคุมทางเข้าออกเพียงทางเดียว



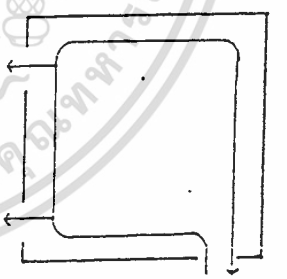
4. การเปิดทางเข้าออกทางเดียว และการแบ่งผนังของห้องอย่างมีระเบียบ ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างส่วนแสดงต่าง ๆได้



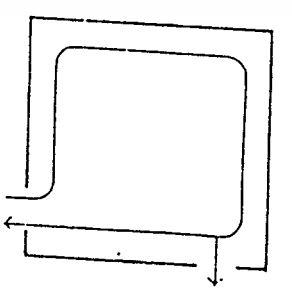
5. การแบ่งห้อง โดยปรับปรุงให้เกิดมีความกลมกลืน ทำให้ผู้ชมสามารถชมการแสดงได้ตลอดอย่างลื่นไหล



6. จากความเคยชินในการเลี้ยวซ้ายของผู้ชม การจัดทางเข้าออกชิดกันเกินไป ทำให้ส่วนที่เหลือของห้องหลายเป็นส่วนที่ไม่สำคัญ เนื่องจากผู้ชมบางส่วนเมื่อถึงทางออกก็จะผ่านเลยออกไป

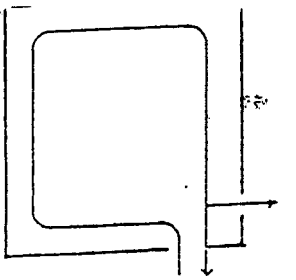


7. ทางออกที่อยู่ห่างจากทางเข้า ทำให้ทางสัญจรผ่านส่วนแสดงต่าง ๆ เกือบทั่วถึง ประมาณ 75 % ของส่วนแสดงทั้งหมด

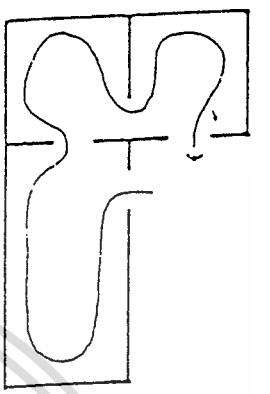


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

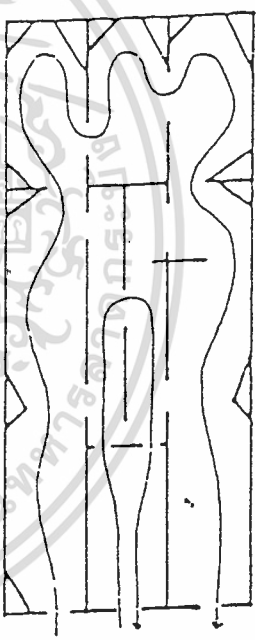
8. ทางเข้าออกที่ดีที่สุด ถึงแม้จะอยู่ชิดกัน แต่จากความเคยชินของผู้ชมที่จะเลี้ยวซ้าย จึงทำให้เดินชมในส่วนแสดงได้เกือบทั้งหมด



9.การประยุกต์ใช้โดยการจัดทางเข้าออก และระบบสัญจรภายในส่วนแสดง จัดแบ่งออกเป็น 3 ส่วน นำมาประกอบกัน โดยสามารถทำให้ผู้ชมสามารถชมส่วนการแสดงต่าง ๆ ได้อย่างทั่วถึง



10 ตัวอย่างผังแสดงทางเดินในการจัดแสดงของพิพิธภัณฑ์ ผู้ชมเดินชมรอบนอก ซึ่งเป็นส่วนจัดแสดงหลัก ส่วนกลางจะเป็นส่วนพิเศษ สำหรับผู้สนใจเข้าศึกษาตลอดการแสดง ส่วนจัดแสดงจะอยู่ชิดกำแพงซ้ายมือ ตลอดและทางด้านขวาจะเป็นที่นั่งพักผ่อน การเข้าส่วนแสดงเพื่อการศึกษาอาจเข้ามาโดยตรงหรือจะผ่านส่วนจัดแสดงเข้ามาก็ได้



4. <u>ปัญหาในหารจัดแสดง</u>

ในการออกแบบ จะต้องมีการประสานกันระหว่างนักออกแบบและภัณฑารักษ์ จะออกแบบตามความเห็นและประสบการณ์ของตนไม่ได้ เพราะอาจจะไม่สามารถจัดวัตถุแสดง ปัญหาที่มักเกิดขึ้นได้แก่

- ตู้จัดแสดงไม่สัมพันธ์กับวัตถุที่จัดแสดง
- ห้องแสดงไม่สัมพันธ์กับเรืองราวที่จัดแสดง เช่น อ้างว้างไป หรือ แน่นไป

หลักสำคัญในการ จัดแสดง ก็คือ ให้ความสำคัญแก่วัตถุที่จัดแสดง ส่วนอื่นเป็นตัวประกอบ ได้แก่ ครุภัณฑ์ สี แสง และวัสดุตกแต่ง อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. บรรยากาศของส่วนแสดงงาน

การจัดแสดงควรคำนึงถึงคุณสมบัติ

1. เข้าใจในด้านความงาม ความงามของวัตถุและองค์ประกอบเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งห้องแสดงที่แห้งแล้ง มักไม่เป็นที่สนใจของผู้ชมมากนัก

2. เข้าใจในความเพลิดเพลิน ถ้าหากไม่เกิดความเพลิดเพลินในการชมแล้ว ผู้ชมอาจเกิดความเบื่อหน่ายและไม่อยากเดินชมเป็นเวลานานได้

3. เข้าใจให้เกิดความอยากรู้ อยากเห็น และ อยากค้นคว้า ควรมีการกระตุ้นให้ประชาชนเกิดความอยากเห็น ถ้าหากไม่มีการกระตุ้นแล้วการแสดงนั้น อาจไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร

4. เข้าใจในสภาพแวดล้อมทางทะเล ควรมีการปลูกฝังให้ผู้เข้าชม เมื่อได้เข้าชมแล้วจะมีความรู้สึก รักและหวงแหนธรรมชาติ โดยการจัดแสดงที่ใกล้เคียงธรรมชาติที่สุด ให้ผู้เข้าชมได้สัมผัสความรื่นรมย์ของธรรมชาติทางทะเล

6. การผ่อนคลายในการชมงาน

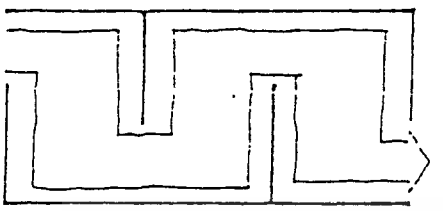
โดยส่วนใหญ่เป็นความจริงว่า การเข้าชมการแสดงมักจะเกิดความล้าทางร่างกายขึ้นได้ หลังจากเดินชมได้สักช่วงเวลาหนึ่ง เนื่องจากใช้ประสาทมากเกินไป อาจแก้ไขได้โดยวิธี

- พักผ่อนสายตาจากสีที่สดใสด้วนสีที่เย็นลง
- จากที่สว่างไปสู่ที่มืดหรือกลับกัน
- จากมุมมองที่แคบ ไปยังมุมมองที่กว้าง เช่น การนำผู้ชมสัมพันธ์กับสภาพธรรมชาติรอบ ๆ เช่น สวน น้ำพุ ฯลฯ
- การต้องการพักผ่อนจากการที่ต้องยืน หรือเดินนาน ๆ อาจทำได้โดยจัดให้มีบริเวณที่นั่งพักเป็นจุด ๆ สิ่งเหล่านี้จะทำให้ความสมดุลย์ทางร่างกายที่อ่อนล้าไป กลับขึ้นมาใหม่

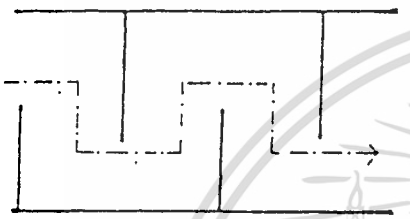
7. การสัญจรในห้องแสดง

เส้นทางที่ผู้ชมเลือกสัญจรเอง เป็นเส้นทางที่เกิดโดยอัตโนมัติ เป็นผลมาจากการกำหนดทางเข้า ทางออก ของผู้ออกแบบพิพิธภัณฑ์ และการกำหนดช่วงเวลาสำหรับชมพิพิธภัณฑ์ โดยผู้ชม

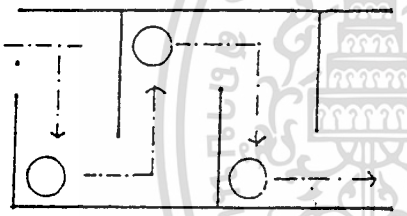
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เส้นทางที่ผู้แนะนำกำหนดสำหรับผู้ชม



เส้นทางที่ผู้ชมใช้จริง



การแก้ปัญหาโดยการหาเครื่องดึงดูดไป ตั้งไว้เป็นระยะ ๆ เพื่อให้ผู้ชม ชมตลอดเส้นทาง

<u>ระยะเวลาในการเดินชม</u>

การวิจัยพบว่า เวลาที่ผู้ชมใช้ในการเดินชมโดยไม่หยุดเลย คือ 1 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุด คือ 30 นาที และ 2 ชั่วโมง ดังนั้นในการออกแบบจึงต้องมีช่วงหยุดพัก ระดับการให้ข้อมูลจึงเข้ามามีส่วนสัมพันธ์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ แล้วแต่ผู้ชมจะต้องการทราบ

1. ข้อมูลที่จำเป็น เป็นการอธิบายอย่างสั้น ๆ และชัดเจน
2. ข้อมูล มูลฐานละเอียดขึ้น
3. ข้อมูลส่งเสริม เป็นการเสนอรายละเอียด

เพื่อให้ผู้ชมใช้สิทธิในการชมอย่างเต็มที่ และเพื่อให้การจัดแสดงเป็นที่น่าสังเกต การเข้าห้องแสดงโดยการเลี้ยวขวา แล้วเดินจัดแสดงภายในห้องแบบทวนเข็มนาฬิกา เป็นลักษณะที่ประสบผลสำเร็จในประเทศอเมริกา สำหรับผู้ชมในประเทศไทย ความเคยชินในการไปทางซ้ายก่อนและการเวียนขวาแบบทักษิณาวัตร ลักษณะการเข้าสู่ห้องแสดงจึงควรที่จะเลี้ยวซ้ายที่ประตูและไปตามเข็มนาฬิกา จึงจะให้ผลต่อการจัดแสดง ซึ่งลักษณะการจัดแบบนี้ก็จะประสบผลสำเร็จในประเทศอังกฤษ ซึ่งเคยชินกับการไปทางซ้ายก่อนเช่นกัน

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทุก ๆ พื้นที่การแสดงงาน จำเป็นต้องมีการกำหนด Circulation ที่แน่นอน สำหรับเป็นแนวทางในการชมของผู้ชมส่วนใหญ่ ซึ่งการวางเส้นทางจะเกิดจากความต้องการของผู้ชม 2 กลุ่ม

1. ความต้องการของผู้ชมส่วนใหญ่คือ เส้นทางหลักภายในห้องแสดงงาน มีการจัดลำดับและระเบียบของการแสดงอย่างเรียบร้อย พยายามลดความสับสนให้น้อยที่สุด

2 ความต้องการของผู้ชมส่วนน้อย คือ เส้นทางเลือกเล็กน้อย ที่ตอบสนองความต้องการหรือความสนใจเฉพาะอย่าง ซึ่งจะเกดกับผู้ชมส่วนน้อย อาจจะจัดเป็นลักษณะ Orientation Space นำหรับอ่านหรือทบทวนเรื่องราวที่น่าสนใจ ถ้าเป็นกรณีที่อาคารไม่มี Orientation Space การจัดแสดงเพื่อคนส่วนน้อย ก็ควรจัดเอาไว้ด้านซ้ายของห้องแสดง กำแพงด้านขวาจะเป็นการจัดแสดงส่วนใหญ่ที่ต่อเนื่องกับการแสดงส่วนใหญ่ ซึ่งการจัดแสดงแบบนี้ จัดตามความเคยชินของผู้ชมส่วนใหญ่ จากการค้นคว้าของ Robinson ,Melton พบว่าพื้นที่ของพื้นและผนังทางด้านซ้ายของทุก ๆ ห้องแสดง จะเป็นการแสดงของสิ่งที่มีความสำคัญน้อย

ดังนั้น ในการออกแบบห้องแสดง ควรมีการคำนึงถึงความเคยชินของผู้ชม แต่ต้องสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ชมส่วนน้อยดังที่กล่าวแล้ว นอกจากนี้หากเราสามารถเปิดโอกาสให้ผู้ชมเลือกเส้นทางสำหรับชมงานได้มากขึ้น จะเป็นการยืดหยุ่นให้แก่ห้องแสดงและไม่เกิดการบังคับเส้นทางเกินไป

ระบบ Circulation ภาพในห้องแสดงงาน เมื่อพิจารณาตามลักษณะแกนสัญจรหลัก () Access สามารถแบ่งออกได้ 2 ระบบ คือ

1. Centralized System of Access
2. Decentralized System of Access

1. Centralized System of Access

ข้อได้เปรียบของระบบนี้ก็คือ ความสะดวกในการควบคุมและการดูแลประการหนึ่งของระบบนี้ก็คือ ผู้ชมถูกชักนำไปตามเส้นทาง ข้อเสียเปรียบประการที่หนึ่ง คือ ถ้าสิ่งของต่าง ๆ ที่แสดงนั้นไม่เกิดความประทับใจแก่ผู้ชม ก็จะมีผลต่อสิ่งแสดงที่เราต้องการชมโดยเฉพาะ

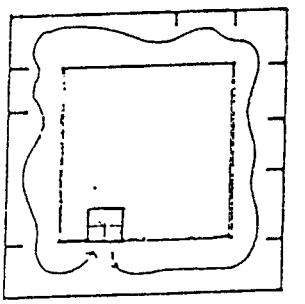
การวางผังจัดตามเส้นทางการเคลื่อนไหวของผู้ชม ผู้ชมก็จะเดินตามเส้นทางสถาปัตยกรรม ผู้ชมไปตามแบบแผนที่ตายตัว จากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย แต่อาจหยุดดูเป็นช่วง ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ Centralized System of Access สามารถแบ่งออกได้เป็นแบบย่อย ๆ ดังนี้

1. TWISTING GIRCUIT

คือเส้นทางเดินที่เป็นวงจรแบบรอบโถงกลาง เข้าจากบันไดกลาง ซึ่งเชื่อมต่อระหว่างชั้น โดยเฉพาะที่จำเป็นต้องใช้แสงธรรมชาติ หรือมีหลายชั้น



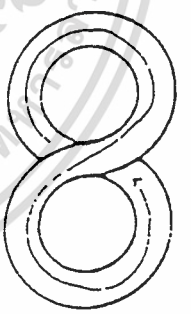
2.RECTILINREAR CIRCUIT

การเคลื่อนชมแบบเส้นรง โดยปราศจากการสอดแทรกรูปลักษณะอื่นๆ เข้าไปประกอบ มักจะพบในลักษณะของพิพิธภัณฑ์แบบเก่าๆ และบางส่วนในสมัยใหม่



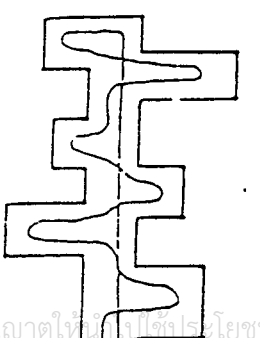
3.WAVING FREELY LAY-OUT

ผังการจัดแสดงที่สานรูปอย่างอิสระ โดยปกติใช้ทางลาดช่วย และใช้องค์ประกอบที่น่าสนใจเป็นตัวชักนำ เนื่องจาผังลักษณะนั้นอาจจะทำให้ผู้ชมหลงอยู่ภายในได้ ถ้าการจัดแสดงภายในใช้รูปทรงเรขาคณิตที่ต่อเนื่องกันหมด



4.COMB TYPE LAY-OUT

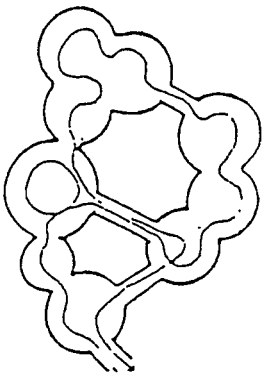
เป็นการจัดวางผังที่มีทางเดินกลางเป็นหลัก มีส่วนให้เลือกชมในเวลาเดียวกัน ทางเข้าอาจเป็นทางด้านท้ายด้านใดด้านหนึ่ง หรือมีทางเข้าอยู่ตรงกลาง ซึ่งผู้ชมสามารถไปทางซ้ายหรือทางขวาได้ทันที เป็นการเพิ่มขอบเขตแก่ผู้ชม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

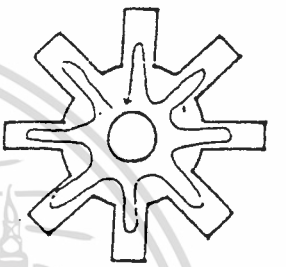
5.CHAIN LAY-OUT

เป็นการจัดวางแยกส่วนต่างๆออกจากกัน เพื่อการแสดงที่ต่างกัน ทำให้อิสระในรูปแบบการแสดงที่ต่างกัน ที่ทางเชื่อมต่อถึงกัน เพื่อให้เกิดวงจรในการเข้าชมได้ทั่วถึง



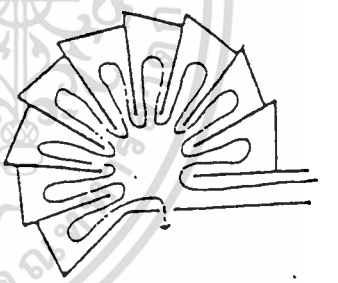
6.STAR SHAPE

การเข้าจากจุดศูนย์กลางของผัง รูปดาว มีลักษณะคล้ายแบบหวี ซึ่งผู้ชมไม่สามารถเลื่อนไหลไปอย่างสะดวก และสามารถแยกออกต่างหากได้ ความสมดุลย์ของการจัดแกน ทำให้เกิดปัญหาได้



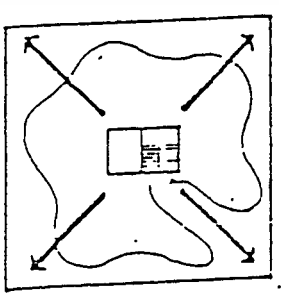
7.FAN SHAPE

ทางเข้าจากกลางผังรูปพัด การจัดแบบนี้ทำให้มีโอกาสมากในการเลือกชม แต่ผู้ชมต้องตัดสินใจในการชมเร็ว และในทางจิตวิทยาผู้ชมจะไม่ชอบนักเพราะรู้สึกว่าเป็นการบังคับเกินไป และจุดที่รวมจะเป็นจุดที่เกิดความวุ่นวาย



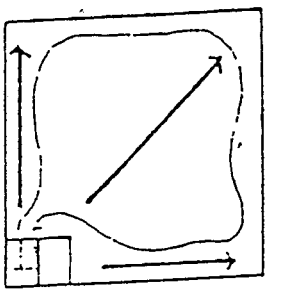
8.BLOCK ARRANGEMENT

A.ในลักษณะของผังแบบสี่เหลี่ยม มีอิสระในการจัดอย่างเต็มที่ ในพื้นที่ส่วนใหญ่ๆ การวางจุดเข้าออกที่กลางพื้นเพื่อกระจายผู้ดูไปสู่ส่วนจัดแสดงได้ง่าย สั้น และ ทั่วถึง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ในพื้นที่มีขนาดเล็ก การวางจุดเข้าออกบริเวณตรงกลางพื้นที่ จะทำให้ส่วนอื่นๆ เสียหาย จึงควรวางทางเข้าออกอยู่ริมที่มุมใดมุมหนึ่ง เพื่อไม่ให้เสียพื้นที่การจัดแสดง



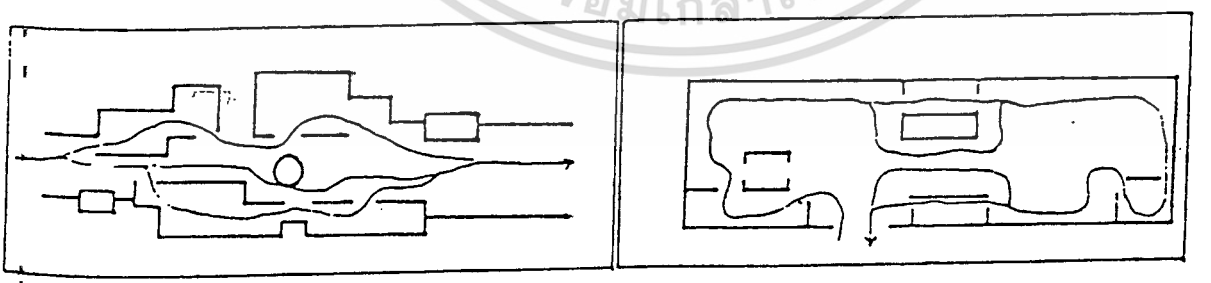
2. Decentralized System of Access

ในที่นี้มักจะมีทางออกหรือทางเข้าสองทางหรือมากกว่า ผู้ชมอาจจะไม่ได้ไปตามเส้นทางที่กำหนด แต่สามารถเดินไปมาอย่างอิสระในพื้นที่ ซึ่งมีลักษณะเป็นทางเดินในกลางใจเมือง (ซึ่งตัวพิพิธภัณฑ์เอง อาจเป็นส่วนหนึ่งของตัวเมือง) โดยวิธีนี้ ผู้ชมอาจจะไม่ได้ชมครบในการชมครั้งหนึ่งๆ จึงอาจจะต้องเข้าชมในครั้งต่อไปอีก

การจัดแสดงแปลนแบบง่ายๆ เช่นนี้ จะมีข้อได้เปรียบ ถ้าปัญหาเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยและการจัดแสดงสามารถทำให้ผู้ชมเกิดความสนใจ เข้าใจที่จะชมต่อไป และถูกจัดการได้เรียบร้อย ซึ่งบางทีอาจต้องใช้เทคนิคอื่นๆ เข้าช่วย

ดังนั้น วิธีการในการจัดที่นิยมมักเป็นระบบแรก แบบ Centralized System of Access มากกว่าแบบ Dccentralized Systcm of Access

ตัวอย่างการจัดทางสัญจรแบบ Dccentralized System of Access

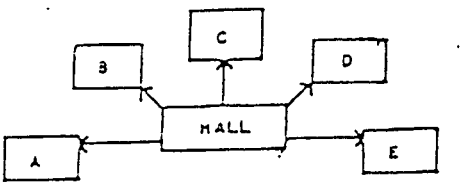


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.การจัดกลุ่มแสดง

1.CENTRAL ARRANGEMENT

มีห้องโถงเป็นตัวกลางแยกสู่ห้องต่างๆ แต่ละห้องต่างๆ แต่ละห้องสามารถติดต่อกันได้ เมื่อปิดห้องใดห้องหนึ่ง ก็สามารถใช้ Court หรือ Hall เป็นจุดจ่ายไปยังห้องแสดงต่างๆ ได้

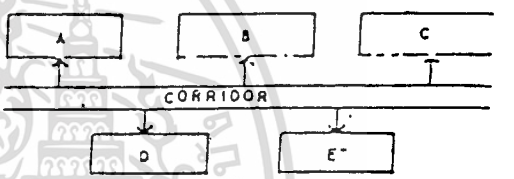


2.CORRIDOR TO ROOM ARRANGEMENT

การจัดกลุ่มห้องแสดงลักษณะนี้ มีลักษณะเป็นการเดินยาว แล้วมีทางแยกออกไปยังห้องแสดงต่างๆ แต่ละห้องมีทางออกทางเข้าโดยตรง ไม่ผ่านห้องอื่น

ข้อดี ผู้ชมเลือกชมได้ตามใจชอบ

ข้อเสีย การแสดงจะไม่ติดต่อกัน และเปลืองเนื้อที่ทางเดิน

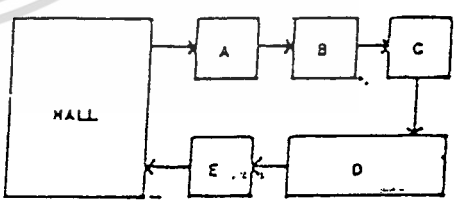


3.ROOM TO ROOM ARRANGEMENT

เป็นการจัดแสดงที่ให้ผู้ชมเดินชมเรื่อยไปโดยไม่ต้องย้อนกลับ ทำให้ชมได้ทั่วถึงตามลำดับ อาจใช้ห้องใหญ่ห้องหนึ่งแล้วกั้นเป็นส่วน

ข้อดี เป็นการจัดแบบง่ายๆ ประหยัดเนื้อที่

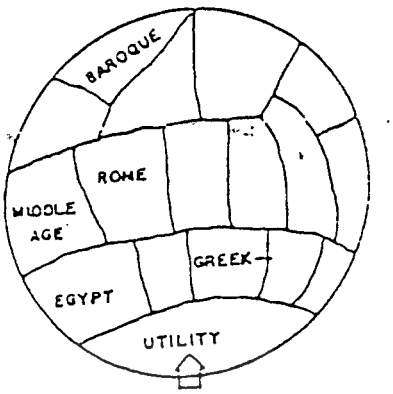
ข้อเสีย ถ้าใช้ในพิพิธภัณฑ์ใหญ่ จะมีการกระทบกระเทือนเมื่อต้องการปิดห้องใดห้องหนึ่ง



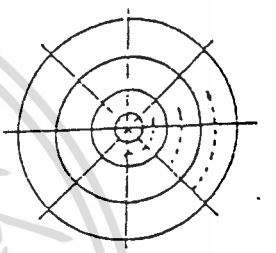
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.การแบ่งเขตพื้นที่การจัดการแสดง

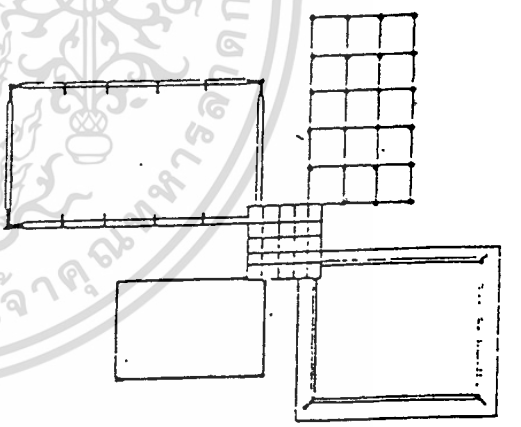
1.การกำหนดพื้นที่ภายในตามลักษณะการแบ่งภูมิประเทศ เช่น Buckminster Fuller Geodesic Dome ระบบการจัดแสดงเป็นไปแบบติดต่อกันเป็นลำดับ



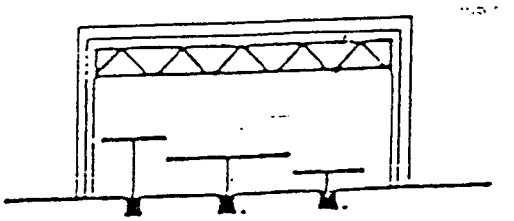
2.การจัดแสดงตามลำดับ (ตามแนวรัศมี) การจัดแสดงทั่วไป จะจัดอยู่ในแต่ละช่อง (ตามแนวนอนตั้ง หรือวงแหวนที่ 1 หรือ 2) มีการชักนำผู้ชมให้เดินไปตามแนวรัศมีของวงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางร่วมกัน การเข้าชมเริ่มจากศูนย์กลาง



3.การรวบรวมเอาบริเวณต่างๆ เข้าด้วยกัน เนื้อที่มีลักษณะทางสถาปัตยกรรมที่ต่างกัน เพื่อจุดมุ่งหมายในการแสดงที่ต่างกัน ซึ่งก็มีวงจรในแต่ละส่วน แล้วรวมเข้าด้วยกัน



4.การจัดส่วนแสดงเป็นโถงใหญ่โดยไม่มีโครงสร้างเกะกะ สามารถปรับส่วนการจัดแสดงให้มีระดับได้ การจัดแสดงเข้าได้ทุกทาง และใช้แรงไฟฟ้าช่วย เพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบ การจัดแสดงในลักษณะต่างๆ เพื่อความเหมาะสม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.15 กฎหมายและเทศบัญญัติที่เกี่ยวข้อง

หมวดที่ 3

ลักษณะอาคารต่าง ๆ

ข้อ 19 อาคาร ที่พักอาศัย ห้องแถว หรือตึก แถว ที่ใช้เป็นที่พักอาศัย ต้องมีครัวไฟ อาคารซึ่งมิได้ก่อสร้างด้วยวัสดุถาวรและวัตถุทนไฟเป็นส่วนใหญ่ ครัวไฟนั้นจะต้องอยู่นอกอาคารเป็นส่วนสัดต่างหาก ถ้าจะรวมครัวไฟไว้ในอาคารด้วยก็ได้ แต่ต้องลาดพื้น บุผนังฝา เพดานครัวไฟด้วยวัตถุถาวรและวัตถุทนไฟเป็นส่วนใหญ่

ข้อ 20 อาคารที่ปลูกสร้างเกินกว่าสองชั้นต้องใช้วัตถุถาวรและวัตถุทนไฟเป็นส่วนใหญ่ และพื้นอาคารทุกชั้นต้องทำด้วยวัตถุทนไฟ

อาคารที่ปลูกสร้างเกินสามชั้น นอกจากมีบันไดตามปกตอแล้วต้องมีทางลงหนีไฟอย่างน้อยอีกหนึ่งทาง หรือตามที่นายช่างจะได้กำหนดให้ตามลักษณะของอาคาร

ข้อ 21 ห้องแถวและตึกแถว ต้องมีความกว้างของเส้นกึ่งกลางของผนังด้านหนึ่งไปยังเส้นกึ่งกลางของผนังอีกข้างหนึ่งไม่น้อย กว่า 3.50 เมตร และต้องมีประตูหรือทางให้คนเข้าออกได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ในกรณี ที่เป็นตึกแถวผนังต้องทำด้วยวัตถุถาวรและวัตถุทนไฟ ถ้าก่อด้วยอิฐหรือคอนกรีตไม่เสริมเหล็กหรือวัตถุทนอื่น ผนังนี้ต้องหนาไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร

ข้อ 22 อาคารทุกชนิดจะ ปลูกสร้างบนที่ดินซึ่งถมด้วยขยะมูลฝอยไม่ได้ เว้นแต่ขยะมูลฝอยนั้นจะได้กลายสภาพเป็นดินแล้ว หรือได้ทับด้วยดินกระทุ้งแน่นไม่ต่ำกว่า 30 เซนติเมตร และมีลักษณะไม่เป็นอันตรายแก่อนามัยและมั่นคงพอแก่การปลูกสร้างแล้ว

ข้อ 23 รั้วหรือกำแพงกั้นเขตให้ทำได้สูงไม่เกิน 300 เซนติเมตร หรือระดับถนนประตูรั้วหรือกำแพงทางรถเข้าเมื่อมีคานบนให้วางคานสูงตั้งแต่ 300 เซนติเมตร ขึ้นไปจากระดับถนน

ข้อ 24 ป้ายโฆษณาที่เป็นอาคารต้องติดตั้งโดยไม่บังช่องลม หน้าต่าง หรือประตูและต้องติดตั้งด้วยวัตถุอันถาวรเพื่อป้องกันการหลุดออก

ข้อ 25 สะพานสำหรับรถข้ามได้ ต้องมีช่องกว้างเป็นทางจราจรไม่น้อยกว่า 300 เซนติเมตร และมีส่วนลาดไม่ชันกว่า 1 ใน 10 ถ้ามีหลังคาคลุมต้องวางบนคานสูงไม่ต่ำกว่า 300 เซนติเมตรจากระดับพื้นสะพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวด 4

ส่วนต่าง ๆ ของอาคาร

ข้อ 27 ห้องนอนหรือห้องที่ใช้เป็นที่พักอาศัยในอาคารให้มีส่วนกว้างหรือส่วนยาวไม่ต่ำกว่า 250 เซนติเมตร กับรวมเนื้อที่พื้นทั้งหมดไม่น้อยกว่า 9 ตารางเมตร และให้มีช่องประตูและหน้าต่างเป็นเนื้อที่รวมกันไม่น้อยกว่า 1ใน 10 ของพื้นที่ห้อนั้น โดยไม่รวมนับส่วนประตู หรือหน้าต่างอันติดต่อกับห้องอื่น

ข้อ 28 ห้องอาคารซึ่งบุคคลเข้าไปได้จะต้องมีช่องระยาย ลมให้เพียงพอในเมื่อได้ปิดประตูทั้งหมด วิธีระบายลมนั้นให้ทำตามแบบซึ่งเหมาะสมกับสภาพของอาคารนั้น

ข้อ 29 ช่องทางเดินภายในอาคารให้ทำกว้างไม่น้อยกว่า 100 เซนติเมตร กับมิให้มีเสากีดกั้นให้ส่วนใดส่วนหนึ่งแคบกว่ากำหนดนั้น ทั้งให้มีแสงสว่างธรรมชาติแลเห็นได้เวลากลางวันด้วย

ข้อ 30 หน้าต่างและประตูของห้องนอนหรือห้องพักอาศัยให้ทำสูงจากพื้นถึงยอดไม่น้อยกว่า 300 เซนติเมตร และให้บุคคลสามารถเปิดออกจากห้องนั้นได้โดยสะดวก

ข้อ 31 ระยะดิ่งระหว่างพื้นถึงเพดานตรงยอดฝาหรือยอดผนังของอาคารตอนที่ต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่ากำหนดไว้ตามตารางต่อไปนี้

ประเภทอาคาร	ชั้นล่าง	ตั้งแต่สองชั้นขึ้นไป	
		ไม่มีระบบปรับอากาศ	มีระบบปรับอากาศ
1. อาคารที่พักอาศัย 2. อาคารพาณิชย์ โรงงานอุตสาหกรรม อาคารสาธารณะ (ก)ห้องโถง ห้องที่ทำการ ห้องเรียน ห้องอาหารรวม ห้องประกอบการค้า หรืออุตสาหกรรม ห้องเก็บสินค้าหรือวัสดุอุตสาหกรรม ห้องประชุม ห้องคนไข้รวม โรงครัว	2.40 เมตร	2.40 เมตร	2.40 เมตร
(ข) ห้องคนไข้พิเศษ ห้องพักโรงแรม	3.50 เมตร	3.50 เมตร	3.00 เมตร
3. ห้องแถว ตึกแถว (ก)ห้องโถงห้องที่ทำการห้องประกอบการค้า ห้องเก็บสินค้า	3.50 เมตร	3.00 เมตร	2.40 เมตร
(ข) ห้องที่ใช้พักอาศัย	3.50 เมตร	3.50 เมตร	3.00 เมตร
(ค) ครัวไฟสำหรับผู้พักอาศัย	3.50 เมตร	3.00 เมตร	2.40 เมตร
4 อาคารเลี้ยงสัตว์ลอกสัตว์พาหนะที่มีคนพักอาศัยอยู่ชั้นบน	2.40 เมตร	2.40 เมตร	2.40 เมตร
	3.50 เมตร	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องน้ำ ห้องส้วม ระเบียงของอาคารต้องมีระยะดิ่งระหว่างพื้นถึงเพดานตอนที่ต่ำสุดไม่ต่ำกว่า 2.00 เมตร

โรงเก็บรถยนต์ต้องมีระยะดิ่งระหว่างพื้นถึงเพดานตรงยอดฝาหรือยอดผนังตอนที่ต่ำสุดไม่ต่ำกว่า 2.40เมตร

ห้องในอาคารพาณิชย์ โรงงานอุสาหกรรม อาคารสาธารณะ ซึ่งมีระยะดิ่งระหว่างพื้นถึงเพดาน ตรงยอดฝาหรือยอดผนังตอนที่ต่ำสุดตั้งแต่ 4.60 เมตรขึ้นไป จะทำพื้นเพื่อประโยชน์ใช้สอยของบุคคล อีกชั้นหนึ่งในห้องนั้นก็ได้ โดยพื้นดังกล่าวนั้นต้องมีเนื้อที่ไม่เกิน 1 ใน 3 ของเนื้อที่ห้อง และระยะดิ่ง ระหว่างพื้นดังกล่าวถึงเพดานตรงยอดฝาหรือยอผนัง ตอนที่ต่ำสุดต้องไม่ต่ำกว่า 2.40 เมตร

ข้อ 32 พื้นชั้นล่างของอาคารที่พักอาศัยนั้นต้องมีระดับสูงกว่าพื้นดินปลูกสร้างติดพื้นดินต้องอย่างน้อย 90 เซนติเมตร แต่ถ้าเป็นพื้นซีเมนต์ อิฐ หิน หรือวัตถุแข็งอย่าง อื่นที่สร้างติดพื้นดินต้องมีระดับสูงกว่าพื้นดินปลูกสร้างอาคารอย่างน้อย 10 เซนติเมตร และถ้าเป็นอาคารตั้งอยู่ริมแนวถนนในที่ราบจะเป็นอาคารที่พักอาศัยหรือไม่ก็ตามต้องสูงกว่าระดับถนนนั้นไม่ต่ำกว่า 30 เซนติเมตร

ข้อ 33 ถ้าครัวไฟอยู่ติดกับห้องนอนหรือห้องส้วม ห้ามมิให้มาประตูหน้าต่าง หรือช่องลมในด้านที่ติดต่อกันนั้น

ข้อ 34 เตาไฟสำหรับการอุตสาหกรรมหรือหารพาณิชย์ชนิดเป็นเตาก่อหรือเตาเหล็กให้ตั้งได้เฉพาะในอาคารซึ่งประกอบด้วยวัตถุทนไปเป็นส่วนใหญ่ เตาไฟและปล่องระบายควันไฟจะต้องทำมิให้ฝา หรือผนัง หรือหลังคาถูกความร้อนจัดได้

ข้อ 35 บันไดสำหรับอาคารที่พักอาศัยต้องทำขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 90 เซนติเมตร ช่วงหนึ่งไม่ สูงเกิน 300 เซนติเมตร และลูกตั้งไม่สูงกว่า 20 เซนติเมตร ลูกนอนไม่แคบกว่า 22 เซนติเมตร ถ้าตอนใดต้องทำเลี้ยวมีบันไดเวียน ส่วนแคบที่สุดของลูกนอนต้องไม่แคบกว่า 10 เซนติเมตร

ข้อ 36 บันไดอันเป็นประธานสำหรับอาคารสาธารณะ โรงงานอุตสาหกรรม และอาคารพาณิชย์ต้อง ทำขนาดไกล กว้างไม่น้อยกว่า 150 เซนติเมตร ช่วงหนึ่งสูงไม่เกิน 400 เซนติเมตร ลูกตั้งไม่สูงกว่า 19 เซนติเมตร ลูกนอนไม่แคบกว่า 24 เซนติเมตร ถ้าไม่มีบันไดขึ้น ลงให้มากพอที่จะใช้เป็นทางลงหนีไฟได้ดี พอสมควรแล้วจะต้องมีลางลงหนีไฟอีก ตอนใดที่ต้องเลี้ยวมีบันไดเวียน ส่วนแคบที่สุดของลูกนอนต้องไม่แคบกว่า 10 เซนติเมตร

ข้อ 37 บันไดซึ่งมีช่วงสูงกว่าระยะที่กำหนดไว้ ให้ทำที่พักมีขนาดก้วางยาวไม่น้อยกว่าส่วนกว้าง ของบันไดนั้น

ข้อ 38 วัตถุมุงหลังคาให้ทำด้วยวัตถุทนไฟ เว้นแต่อาคารซึ่งตั้งอยู่ห่างจากอาคารอื่นซึ่งมุงด้วยวัตถุทนไฟหรือจากเขตที่ดินหรือทางสาธารณะเกิน 40 เมตร จึงจะใช้มุงด้วยวัตถุอื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 39 ลิฟต์สำหรับใช้บรรทุกบุคคล ให้ทำได้แต่ในอาคารซึ่งประกอบด้วยวัตถุทนไฟเป็นส่วนใหญ่ และโดยเฉพาะส่วนต่อเนื่องกับลิฟต์นั้นต้องเป็นวัตถุทนไฟทั้งสิ้น และลิฟต์นั้นจะต้องเป็นส่วนปลอดภัยไม่น้อยกว่า 4 เท่าของน้ำหนักที่กำหนดใช้

ข้อ 40 อาคารซึ่งต่อเนื่องกับทางสาธารณะนั้น ถ้าผู้ว้าราชการจังหวัดเห็นสมควรจะอนุญาตให้ส่วน รากฐานซึ่งอยู่ใต้ดินของอาคารนั้นเหลื่อมล้ำเข้าไปในทางสาธารณะก็ได้ แต่ต้องไม่เกิน 100 เซนติเมตร และต้องไม่กีดขวางสิ่งปลูกสร้างซึ่งได้มีอยู่ในทางสาธารณะนั้นแล้ว และระดับของส่วนรากฐานนั้นจะให้อยู่ในระดับใดให้ผู้ว่าราชการจังหวัดกำหนด

ข้อ 41 รากฐานของอาคารจะต้องทำเป็นลั กษณะถ่ายรกของตัวอาคารและน้ำหนัก ของตัวอาคารและน้ำหนักบรรทุกได้โดยปลอดภัยในกรณีสงสัยให้ผู้ว่าราชการจังหวัดเรียกรายการคำนวณ หรือผลของการทดลอง หรือทั้งสองอย่าง เพื่อประกอบการพิจารณาได้

หมวด 6
แนวอาคารและระยะต่าง ๆ

ข้อ 52 ห้ามมิให้บุคคลใดปลูกสร้างอาคารหรือส่วนของอาคารยื่นออกมาในหรือเหนือทางเดินสาธารณะ เว้นแต่จะได้รับอนุญาติจากผู้ว่าราชการจังหวัดเป็นหนังสือซึ่งจะต้องไม่เกินกำหนดต่อไปนี้

สำหรับกันสาดของพื้นชั้นแรกเหนือระดับถนน
ระยะยื่นของกันสาดไม่เกิน 200 เซนติเมตร
ระดับปลายกันสาดไม่ต่ำกว่า 300 เซนติเมตร เหนือทางเข้า
ระยะยื่นของกันสาดจะต้องไม่เกินกำหนด ของสูตรนี้ด้วย

$$ย = \frac{ก+ร}{10}$$

ให้ ย ระยะยื่นออกมาจากผนังเป็นเซนติเมตร
ก ความกว้างของถนนเป็นเซนติเมตร
ร ระยะผนังอาคารจากแนวถนนเป็นเซนติเมตร

ข้อ 53 ห้ามมิให้ปลูกสร้างอาคารมีระยะดิ่งระหว่างพื้นดินถึงเพดานตรงขอบฝ่าหรือขอบผนัง สูงเกินกว่าระยะราบจากผนังด้านหน้าของอาคารจดถึงแนวถนนฟากตรงกันข้าม เว้นแต่ในกรณีอาคารตาม ข้อ 56 หรือได้รับอนุญาติจากผู้ว่าราชการจังหวัดเป็นพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 54 สำหรับอาคารหลังเดียวกัน ซึ่งมีถนนสองสายขนาบอยู่และถนนสองสายนั้น ขนาดไม่เท่ากัน เมื่อส่วนกว้างของอาคารนั้นไม่เกิน 15 เซนติเมตร อนุญาตให้ปลูกสร้างถึงระดับสูงตอนแนวถนนที่กว้าง กว่าได้ทั้งหลัง

สำหรับอาคารหลังเดียวกัน ซึ่งอยู่ที่มุมถนนสองสาย ขนาดไม่เท่ากัน อนุญาตให้ปลูกสร้างด้านถนนแคบถึงระดับสูง 11/2 ของความกว้างแห่งถนนแคบ และให้ปลูกสร้างอาคารสูงดังว่านี้ได้เป็นระยะยาว จากมุมถนนเพียงสองเท่าของความกว้างแห่งถนนแคบนั้น

อาคารซึ่งอยู่ริมถนนที่มีความกว้างไม่ถึง 800 เซนติเมตร แต่ไม่น้อยกว่า 400 เซนติเมตร อนุญาตให้ปลูกสร้างได้สูงไม่เกิน 800 เซนติเมตร

ข้อ 55 ห้ามมิให้ปลูกอาคารริมแนวทางสาธารณะ โดยมีระยะดิ่งระหว่างพื้นดินถึงเพดานตรงยอดฝา หรือยอดผนังสูงเกินระดับ 40 เมตร ถึงแม้ว่าตรงนั้นจะเป็นถนนขนาดกว้างเท่าใดก็ตาม

ข้อ 56 อาคารที่ปลูกชิดกับที่ดินของผู้อื่น หรือชิดกับอาคารอีกหลังหนึ่งนั้น ถ้ามีระยะห่างน้อย กว่า 200 เซนติเมตร สำหรับอาคารสองชั้นลงมา หรือน้อยกว่า 300 เซนติเมตร สำหรับอาคารเกินสองชั้นขึ้นไปห้ามมิให้มีหน้าต่าง ประตู หรือช่องระบายลมในด้านที่ชิดกับเขตที่ดินหรืออาคารอื่นนั้น

อย่างไรก็ตามอาคารที่ปลูกชิดกับที่ดิน ของผู้อื่น นั้น จะมีระยะห่างจากเขตที่ดินนั้นต่ำกว่า 50 เซนติเมตร ไม่ได้ เว้นแต่จะปลูกสร้างโดยวิธีตกลงทำผนังร่วมกัน แต่ทั้งนี้ต้องไม่เสียประโยชน์ในทางสถาปัตยกรรม

ข้อ 57 อาคารต้องมีที่ว่าง ปราศจากสิ่งก่อสร้างปกคลุมไม่น้อยกว่าส่วนที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

(1) อาคารที่พักอาศัย ห้องแถว ตึกแถว และอาคารอื่น ซึ่งใช้เป็นที่พักอาศัยด้วยแต่ละหลังหรือห้องให้มีที่ว่าง 30 ใน 100 ส่วนของพื้นที่ชั้นใดชั้นหนึ่งที่มากที่สุดของอาคาร

(2) อาคารซึ่งมิได้ใช้เป็นที่พักอาศัยด้วย แต่ละหลังหรือห้อง ให้มีที่ว่าง 10 ใน 100 ส่วนของพื้นที่ชั้นใดชั้นหนึ่งที่มากที่สุดของอาคาร

ภายในบังคับข้อ 20 อาคารพาณิชย์ ห้องแถว ตึกแถว หรืออาคารสาธารณะที่มีหน้าต่าง หรือประตู เปิดสู่ภายนอกไม่น้อยกว่า 20 ใน 100 ส่วนของพื้นที่แต่ละชั้นของอาคาร จะไม่มีที่ว่างเลยก็ได้ หน้าต่าง ประตูด้านที่เปิดสู่ภายนอก หมายถึงช่องเปิดของผนังด้านชิดทางสาธารณะหรือด้านที่ติดต่อกับเขตที่ดินของผู้อื่นไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร สำหรับอาคารตั้งแต่ชั้นที่สองลงมากหรือไม่น้อยกว่า 3.00 เมตร สำหรับอาคารตั้งแต่ชั้นที่สามขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวด7

การสุขาภิบาล

ข้อ 59 อาคารที่จะปลูกสร้างต้องมีทางระบายน้ำที่ใช้แล้วออกจากอาคารไปได้สะดวก

ข้อ 60 การทำรางระบายน้ำจากอาคารไปสู่ทางน้ำสาธารณะต้องให้มีส่วนลาดไม่ต่ำกว่า 1 ใน 200 ตามแนวตรงที่สุดที่จะจัดทำได้ ถ้าตะใช้ท่อกลมเป็นทางระบาย ต้องมีบ่อตรวจระบายทุกระยะ 30 เมตร และทุกมุมเลี้ยวด้วย

ข้อ 61 ถ้าการระบายน้ำโสโครก ออกจากอาคารไปสู่ทางน้ำสาธารณะ ซึ่งมิได้จัดเตรียมไว้โดยเฉพาะแล้ว ผู้ว่าราชการจังหวัดอาจไม่ยอมอนุญาตให้จนกว่าเจ้าของอาคารจะได้จัดการให้น้ำโสโครกนั้นมีลักษณะดีขึ้นตามที่เห็นสมควรก่อได้

ข้อ62 อาคารตามข้อ 1 (1) ถึง (7) ถ้ามีท่อเอกประปรในทางสาธารณะซึ่งทางสาธารณะนั้นติดเขตที่สร้างอาคารก็ให้ต่อท่อประปาเข้าสู่อาคารด้วย เว้นแต่อาคารที่พักอาศัยซึ่งเจ้าของอยู่เอง

ข้อ 63 การทำการระบายน้ำและติดต่อท่อระบายน้ำนั้น ท่อประปา ท่อระบายน้ำในอาคารและอุปกรณ์ต่าง ๆสำหรับการ่อท่อและการสุขาภิบาล จะต้องมีลักษณะถูกต้อง เพื่อประโยชน์ในทางอนามัยตามแบบนิยมในทางวิชาการ

ข้อ64 อาคารที่บุคคลอาจพักอาศัยใช้สอยได้ ให้มีส้วมไว้ตามจำนวนอันสมควร แต่ต้องไม่น้อยกว่าอัตราตามกำหนดไว้นี้

(1) อาคารที่พักอาศัยให้มี 1 แท่นทุกหลัง

(2) ห้องแถวหรือตึกแถวให้มี 2 แทนทุก ๆ 5 ห้อง

(3) โรงแรมให้มี 1 แท่นต่อกำหนด 10 คน ที่อาคารนั้นจะให้คนพักแรมได้

(4) โรงเรียนและโรงงานให้มี 1 แท่น ต่อ 100 คน ที่กำหนดให้ใช้สอยอาคารนั้น

ข้อ 65 ห้องส้วมต้องมีขนาดเนื้อที่ไม่ต่ำกว่า 1.50 ตารางเมตร ต่อ 1 แท่น มีลักษณะที่จะรักษาความสะอาดได้ง่าย เรียบร้อยและมีพื้นที่ไม่ชื้ม กับช่องระบายลมตามสมควร ถ้าเป็นส้วมระบายน้ำ ซึ่งไม่ใช้บ่อเก็บอาจม ให้ทำในตัวอาคารที่พักอาศัยได้แต่ถ้าเป็นวิธีอื่น ต้องทำเป็นส่วนหนึ่งต่างหากนอกไปจากตัวอาคารที่พักอาศัยนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ฉ) สำนักงาน ให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คัน ต่อพื้นที่ 60 ตารางเมตร เศษ 60 ให้คิดเป็น60 ตารางเมตร

(ช) ห้องโถงของโรงแรม ภัตตาคาร หรืออาคารขนาดใหญ่ตามข้อ 2(8) ให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่ห้องโถง 10 ตารางเมตร เศษ 10 ตารางเมตร ให้คิดเป็น 10 ตารางเมตร

(ซ) อาคารขนาดใหญ่ ให้มีที่จอดรถยนต์ ตามจำนวนที่กำหนดของแต่ละประเภทของอาคารที่ใช้เป็นที่ประกอบกิจการในอาคารขนาดใหญ่นั้นรวมกัน หรือให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คัน ต่อพื้นที่ อาคาร 240 ตารางเมตร เศษของ 240 ตารางเมตร ให้คิดเป็น 240 ตารางเมตร ให้ถือที่จอด รถยนต์ จำนวนที่มากกว่าเป็นเกณฑ์

อาคารขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นตึกแถวสูงไม่เกินสี่ชั้นต้องมีที่จอดรถยนต์อยู่ภายนอกอาคาร หรือ อยู่ในห้องใต้ดิน ของอาคารไม่น้อยกว่า 1 คันต่อ 2 ห้อง

ข้อ 4 อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นที่ประกอบกิจการหลายประเภท ถ้าเป็นประเภทของอาคารที่ต้องมีที่จอดรถยนต์ ที่กลับรถยนต์ และทางเข้าออกของรถยนต์ตามข้อ 2 จัดให้มีจำนวนที่จอดรถยนต์ตามที่กำหนดในข้อ 3 ของแต่ละประเภทของอาคารที่ให้เป็นที่ประกอบกิจการ ในอาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารนั้นรวมกัน

ข้อ 5 ที่จอดรถยนต์ 1 คัน ต้องเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้างไม่น้อยกว่า 2.50 เมตร ยาวไม่น้อยกว่า 6 เมตร โดยต้องทำเครื่องหมายแสดงลักษณะและของเขตของที่จอดรถยนต์ไว้ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

สรุปผลการออกแบบ

7.1 แนวความคิดในการวางผัง

แนวความคิดในการวางผัง

1. จัดวาง LAY -OUT ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม
2. แทรกซึมธรรมชาติ ดิน น้ำ ต้นไม้ ฟ้า ภายในงานสถาปัตยกรรม
3. แยกเส้นทางสัญจรของผู้เข้าชมโครงการกับเส้นทางบริการ จากกันอย่างมีระบบ

แนวความคิดในการออกแบบสถาปัตยกรรม

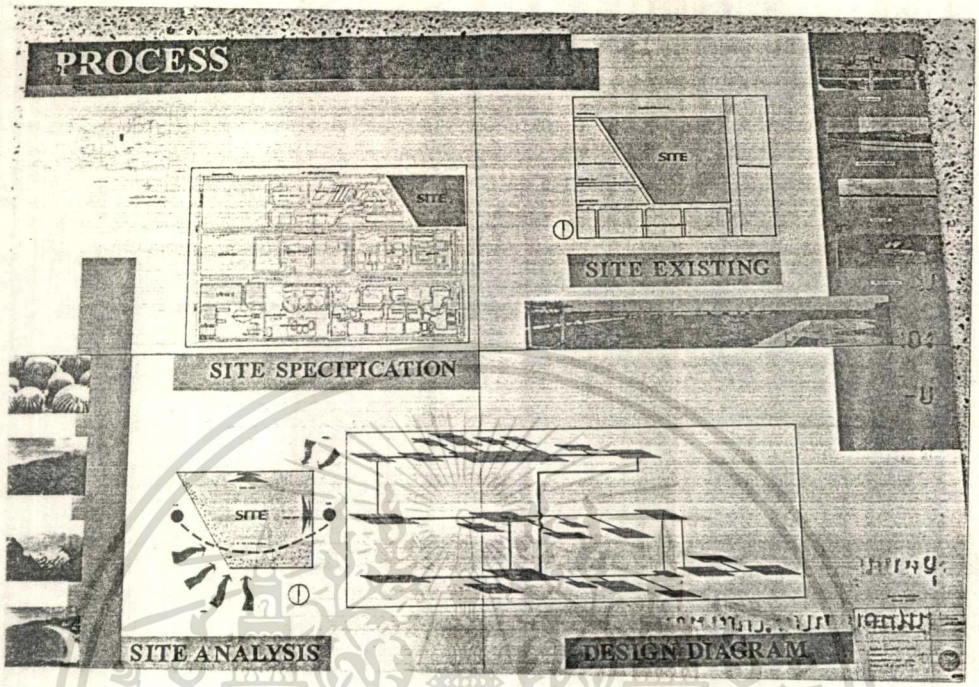
1. รูปทรงอาคารสะท้อนถึงประโยชน์ใช้สอยของอาคาร

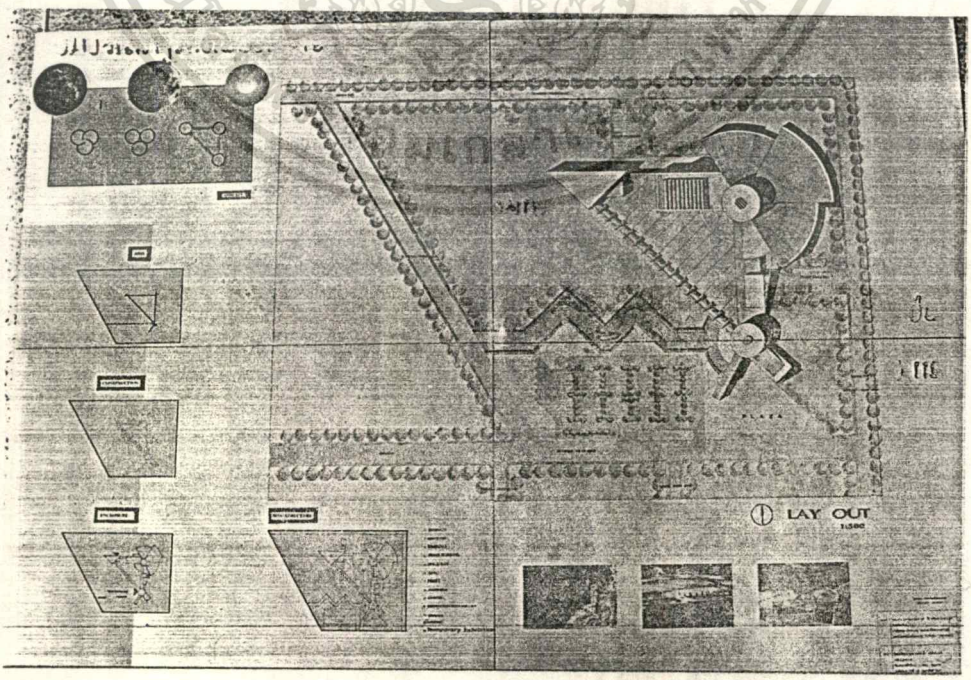
2.เนื่องจากเป็นหนึ่งในโครงการพิพิธภัณฑ์วิทยาศาตร์ รูปแบบของอาคารจึงแสดงออกถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี แต่ก็ผสานกลมกลืนกับธรรมชาติด้วย

3. จัดวางตำแหน่งขององค์ประกอบต่างๆให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อม เช่น ทิศทางแดดลม และฝน เพื่อการอนุรักษ์ พลังงาน

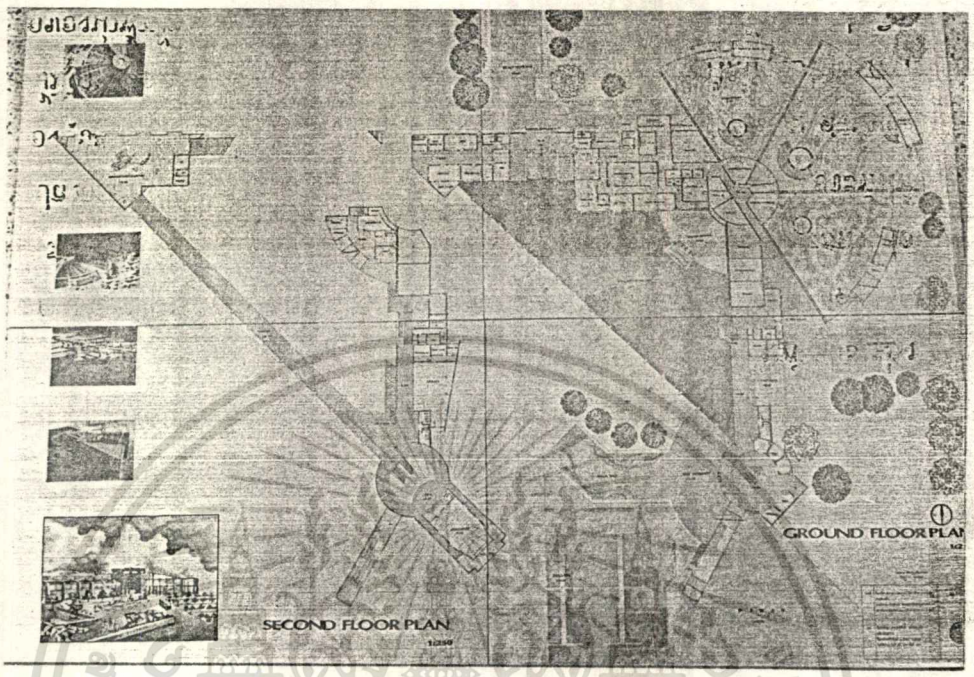
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

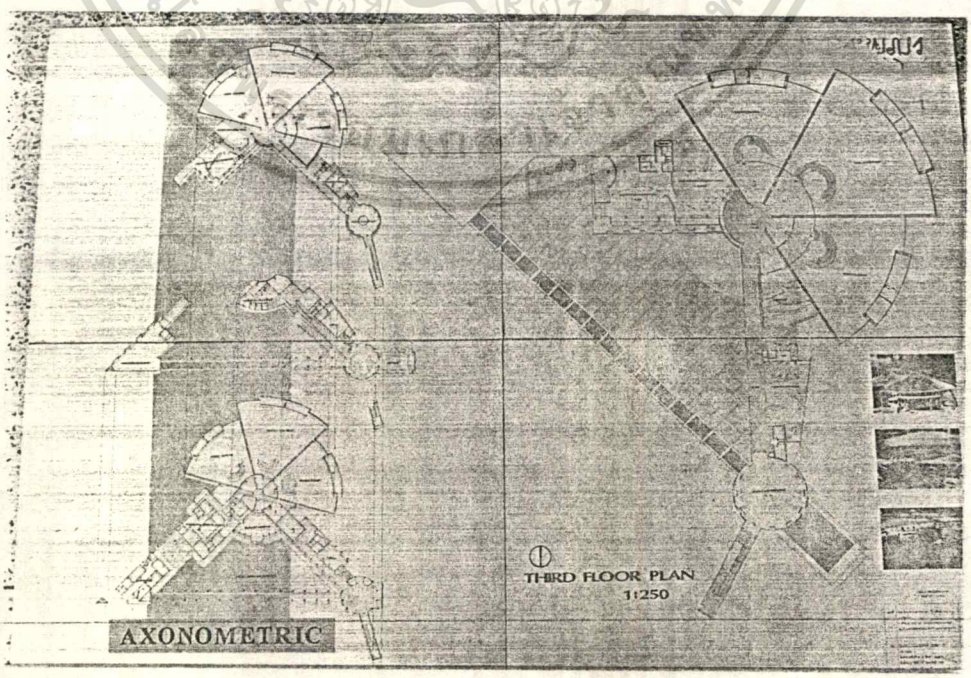
7.2 ผลงานการออกแบบ



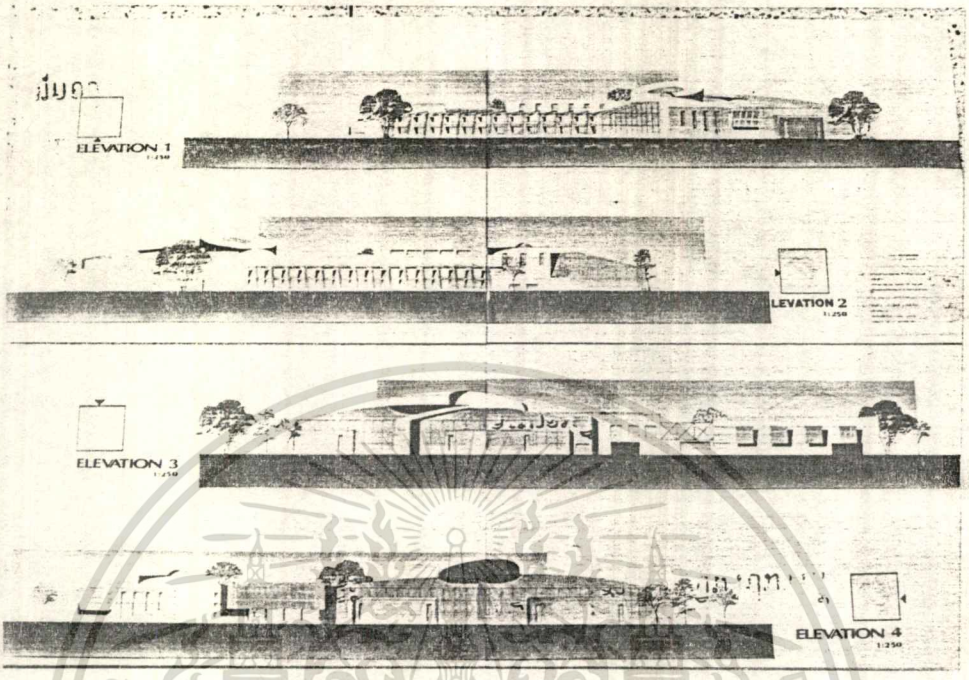


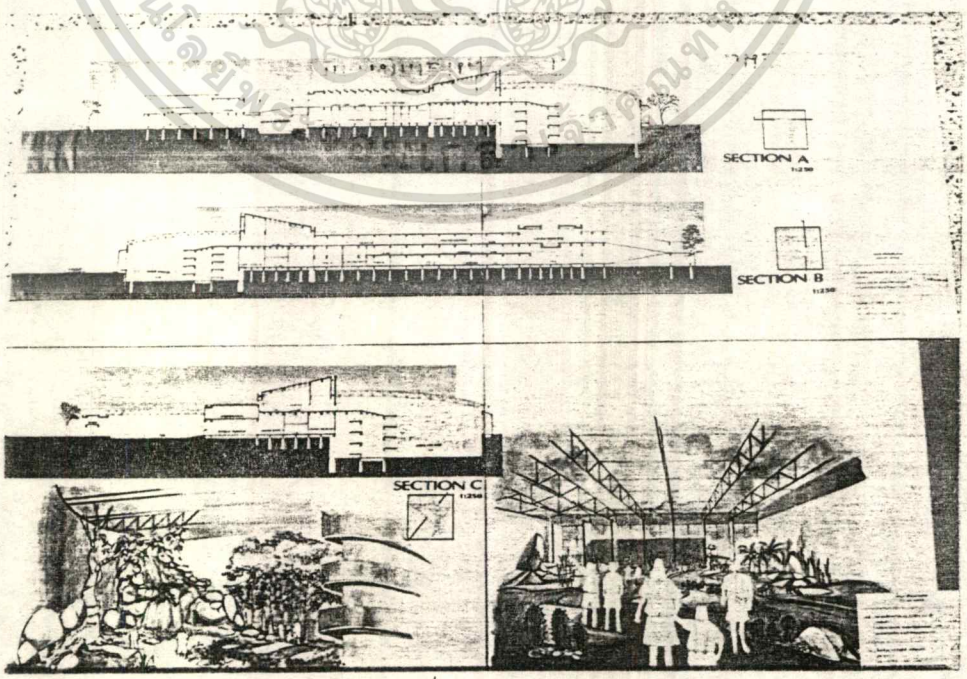
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



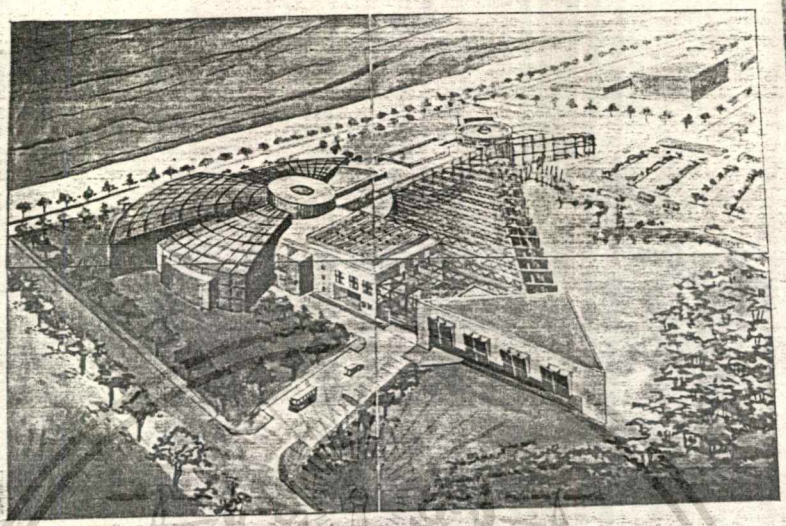


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

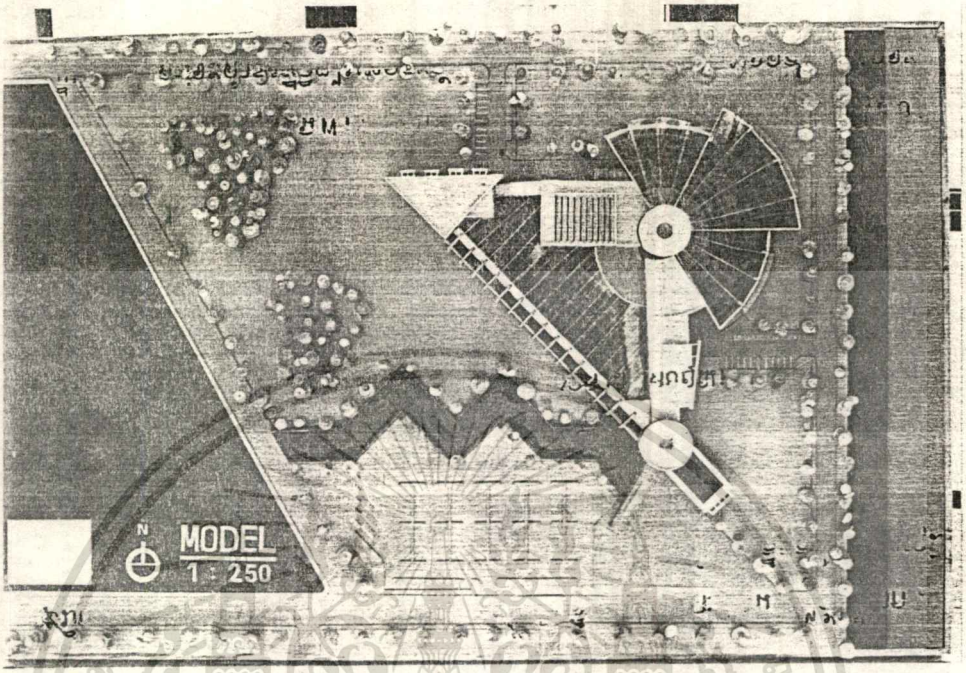


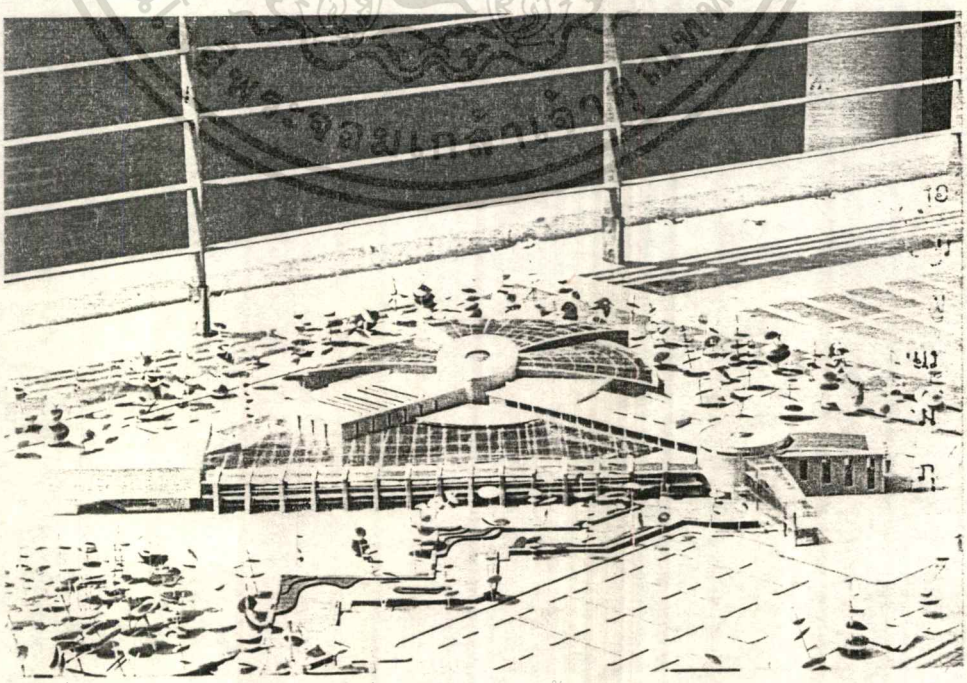
EXTERIOR PERSPECTIVE



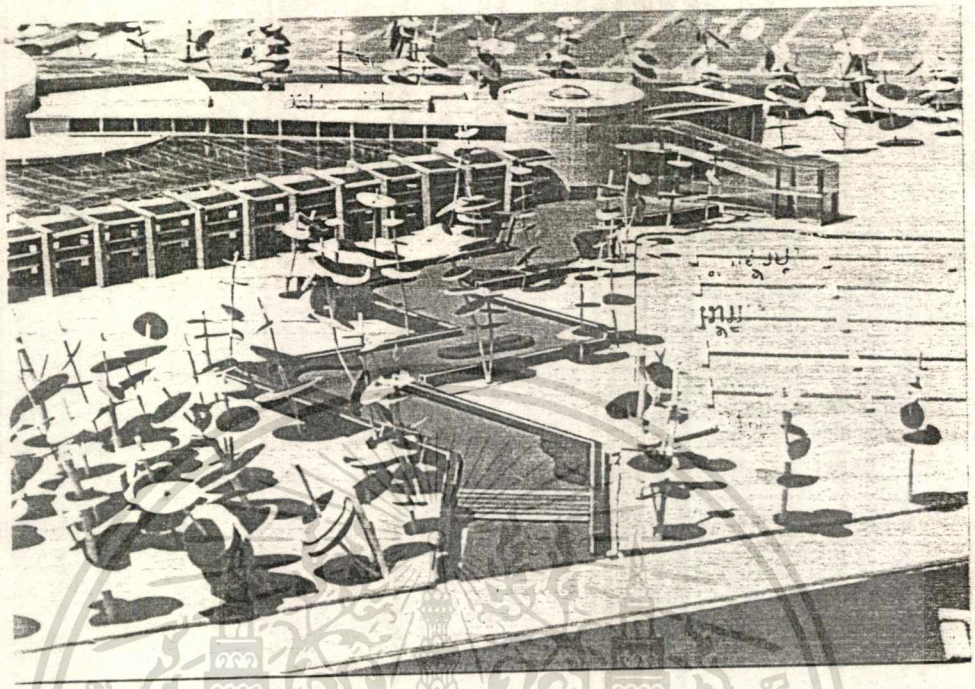
INTERIOR PERSPECTIVE

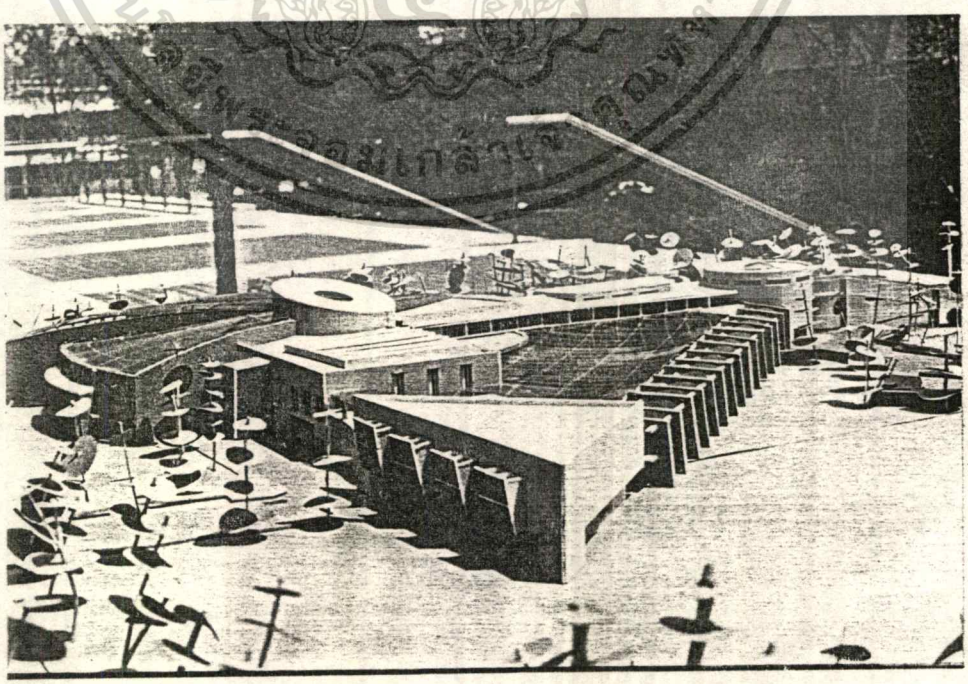
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



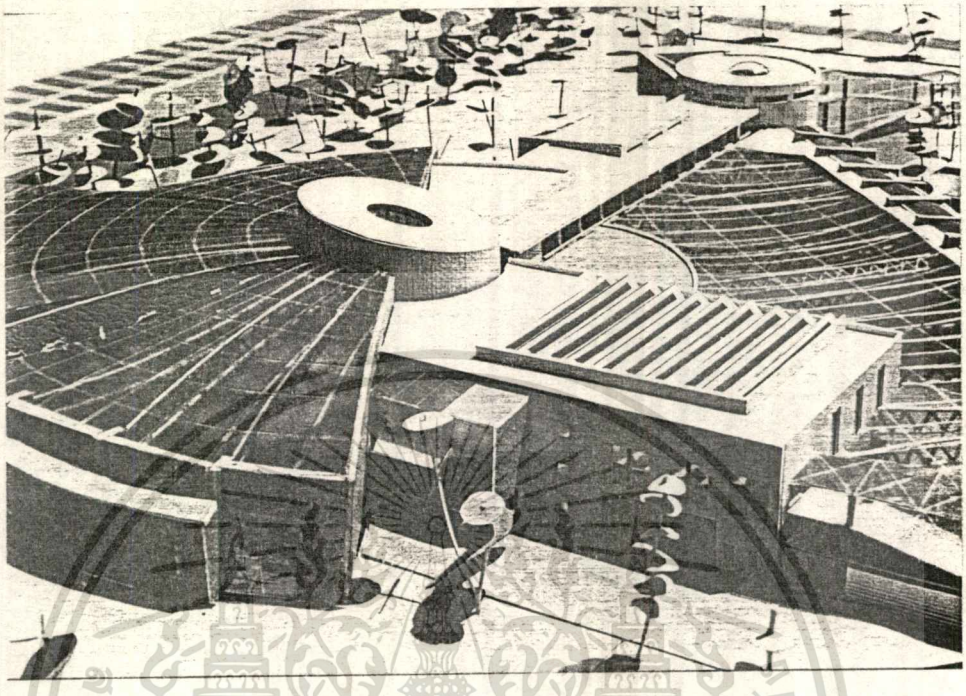


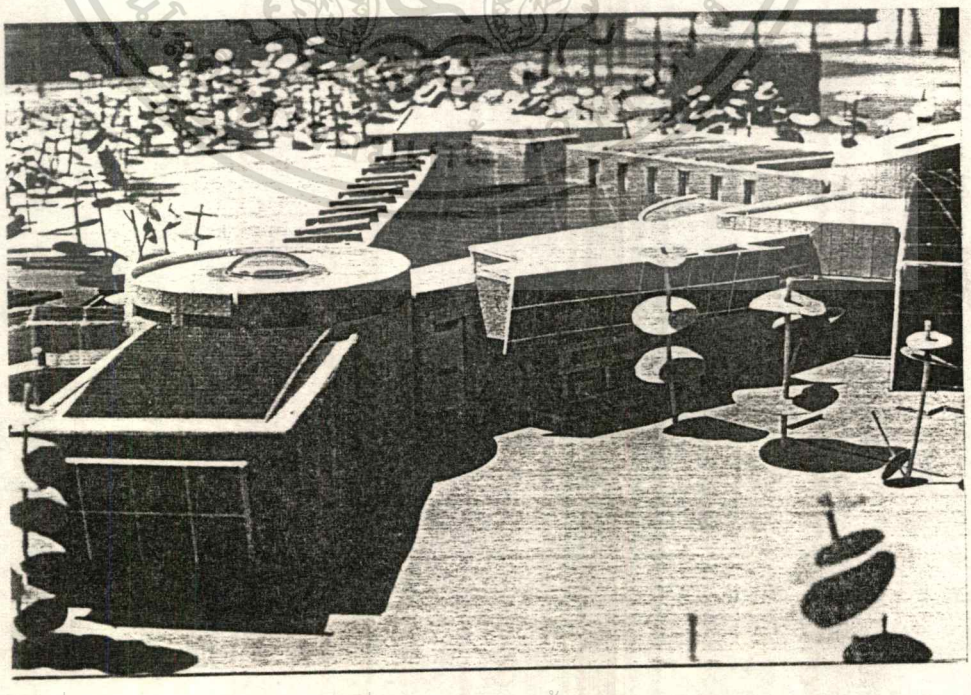
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วน

1.ข้อมูลปฐมภูมิ จากการสอบถาม และเอกสาร

-เจ้าหน้าที่ ศาลากลาง จังหวัดปทุมธานี

-เจ้าหน้าที่ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม

2.ข้อมูลทุติยภูมิ เอกสารที่ใช้ในการค้นคว้า

-ผศ.ดร. นิตยา เลาหะจินดา .นิเวศวิทยา; ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กุมภาพันธ์ 2528

-ดร.อู่แก้ว ประกอบไวทยกิจ บีเว่อร์ . มนุษย์-ระบบนิเวศ และสภาพนิเวศในประเทศไทย ; ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , บริษัทไทยวัฒนาพานิช จำกัด , 2531

-สุมาลี พิตรากูล . นิเวศวิทยา ; หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู , 2532

-นิคม มุสิกะคามะ , กุลพันธาดา จันทร์โพธิ์ศรี และ มณีรัตน์ ท้วมเจริญ .วิชาการพิพิธภัณฑ์ ; กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช , 2521

-จิรา จงกล .พิพิธภัณฑสถานวิทยา ; กรุงเทพมหานคร : กรมศิลปากร กระทรวงศึกษาธิการ , 2532

-ERNEST NEUFERT.ARCHITECTS' DATA ; LONDON : CROSDY COCKWOOD STAPLES, 1970

-JOSEPH DE CHIARA,JOHN HANCOCK CALENDER . TIME-SAVER STANDARDS FOR BUILDING TYPES ; FIFTH EDITION , NEW YORK : MC. CRAW - HILL BOOK COMPANY, 1973

-BRAWINE ,MICHAEL. THE NEW MUSEUM ; NEW YORK : FREDERICK A. PRAEGER , INC., 1965

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้