

ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ  
NATIONAL SCIENCE FOR EDUCATION CENTRE



INT. ARCH. ED.

บายศรีชัย แซ่อึ้ง



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม  
คณะครุศาสตรบัณฑิต  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 3536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์เรื่อง โครงงานออกแบบตกแต่งภายในศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ  
ชื่อนักศึกษา นายธวัชชัย แซ่อึ้ง  
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ เดชา พงษ์ชมพร

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ได้ตรวจพิจารณาและเห็นชอบ  
แล้วจึงอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิตประจำปี  
การศึกษา 2536



A021159

เลขหมู่	๖ ๖ ๕ ๙ ๐๑
เลขทะเบียน	1391
วัน เดือน ปี	-8 WEI 2538

021159

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีนั้นมิใช่เป็นการทำงานของข้าพเจ้าแต่เพียงผู้เดียว หากแต่ได้รับความช่วยเหลือและอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจากบุคคลหลาย ๆ ฝ่าย ซึ่งบุคคลเหล่านี้ก็คือ

- บิดา, มารดา ซึ่งคอยส่งเสียให้เล่าเรียน และเป็นกำลังใจที่สำคัญ
- อ.เดชา พงษ์ชมพร อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
- อ.ฉวีวรรณ รัตนประยูร หัวหน้าฝ่าย พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา
- อ.ศรีสุกรี จันทรศิลป์ ฝ่ายอนุรักษ์วัดพุทธมณฑล
- อ.ตติยา ใจบุญ ฝ่ายอนุรักษ์วัดพุทธมณฑล
- อ.ไชยันต์ ภาคอุทัย บรรณารักษ์ห้องสมุดพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ กรุงเทพฯ
- ผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่ พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ กรุงเทพฯ
- ผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่ สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล บางแสน จ.ชลบุรี
- อธิบดีกรมทรัพยากรธรณี กรุงเทพฯ
- ผู้อำนวยการและเจ้าหน้าที่หอไทยนิทัศน์ศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย

นอกจากนี้ มีอาจารย์ที่ให้ความรู้และคอยให้คำชี้แนะมาตลอด คือ อ.พิชัย สดภิบาล, อ.สัตย์ชัย สุพิพัฒน์มงคล, อ.ฉัตรภิมย์ สุรเชษฐ์, อ.พงษ์ทิพย์ อินทรแก้ว ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ที่ได้เอ่ยนามมานี้ทั้งหมดทุกท่าน รวมทั้งเพื่อนชาวครุ. สน. ได้แก่ โรจน์, สุน, บอย, อี๊ด, พิท, พีดี, พีทลยศ และน้องรหัสของข้าพเจ้าทุกคน ที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ มาด้วยดีเสมอ

นายธวัชชัย แซ่อั้ง

## บทคัดย่อ

โครงการศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาตินี้ เป็นโครงการที่ให้บริการในการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม เป็นโครงการที่สนับสนุนการเรียนการสอนของ สถานศึกษาทุกระดับชั้น อีกทั้งยังเป็นแหล่งเรียนรู้ของประชาชน จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งใน การที่จะทำการศึกษาและค้นคว้าจัดทำวิทยานิพนธ์ โดยมีวัตถุประสงค์คือ ต้องการให้เกิดความ เข้าใจในการทำงานด้านวิทยาศาสตร์ ในแง่ของการให้ความรู้และพัฒนาการเรียนการสอน อีกทั้ง เพื่อให้เกิดความเข้าใจในรูปแบบองค์กรเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาไปสู่งานออกแบบโครงการ ดังกล่าว ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าจึงใช้กระบวนการในการศึกษา โดยใช้กระบวนการในการ ดำเนินการวิจัย คือ

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากการรวบรวมสิ่งพิมพ์, เอกสาร
2. นำข้อมูลมาวิเคราะห์สภาพและอิทธิพลต่างๆ
3. ศึกษาความสัมพันธ์ขององค์กรและกิจกรรม
4. วิเคราะห์หาตัวอย่างจากโครงการลักษณะเดียวกัน
5. สรุปผลการวิเคราะห์และจัดทำแบบร่างและแบบที่สมบูรณ์

ซึ่งจากการค้นคว้าและสรุปผล ได้ดังนี้

ลักษณะของโครงการนั้น เป็นโครงการที่มีลักษณะเฉพาะ คือเป็นศูนย์วิทยาศาสตร์ใน สายธรรมชาติวิทยา มีรูปแบบดำเนินงานแบบองค์กรของรัฐ การออกแบบโครงการจะต้องแก้ ปัญหาทางด้านอาคาร และสภาพแวดล้อมเป็นหลัก โดยจะต้องพิจารณาจากกิจกรรมผู้ใช้ และ พฤติกรรมต่างๆ เพื่อที่จะสามารถตอบสนองต่อการใช้งานให้ได้สูงสุด

## คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังที่จะพัฒนาตนเองไปสู่ประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าในด้านการใช้เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมซึ่งผลให้การศึกษาของประเทศที่ภาครัฐเอกชน ต้องปรับลักษณะและจุดมุ่งหมายของการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีของประเทศ  
กรมการศึกษานอกโรงเรียนซึ่งเป็นหน่วยงานหนึ่งของภาครัฐบาลซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบทางด้านการศึกษานอกระบบโรงเรียนได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการให้การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อที่จะพัฒนาขีดความสามารถในการศึกษาของเยาวชนไทยจึงมอบหมายให้ศูนย์วิจัยเพื่อการศึกษา ซึ่งเป็นส่วนที่รับผิดชอบเกี่ยวกับพิพิธภัณฑสถานศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ขยายขอบเขตการให้การศึกษา โดยจัดตั้งศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานขององค์กร และพัฒนากิจการทางด้านพิพิธภัณฑสถานศึกษาเทคโนโลยีให้มีขีดความสามารถในการรองรับและให้การศึกษาแก่เยาวชนไทยเพิ่มขึ้น

จากลักษณะความสำคัญของศูนย์ดังกล่าว จึงเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่จะทำการศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับโครงการในลักษณะดังกล่าว เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษารูปแบบของการจัดและให้การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ถึงแม้ว่าการศึกษาในรูปของวิทยานิพนธ์อาจจะไม่สมบูรณ์นัก แต่ผู้จัดทำก็หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงเป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าโครงการในลักษณะเดียวกันบ้างไม่มากก็น้อย

ธวัชชัย แซ่อั้ง

ผู้จัดทำ

# สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ

หน้า

สารบัญเรื่อง

คำนำ

## บทที่ 1 บทนำ

1.1	ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2	เหตุผลในการเสนอวิทยานิพนธ์	3
1.3	วัตถุประสงค์ของโครงการ	4
1.5	ที่มาของปัญหา	5
1.6	แนวทางแก้ปัญหา	6
1.7	วิธีดำเนินการวิจัย	7
1.8	ขอบเขตการศึกษาข้อมูล	8
1.9	ขอบเขตของโครงการ	9
1.10	ขอบเขตในการออกแบบ	11
1.11	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์	12

## บทที่ 2 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

2.1	ประวัติและพัฒนาการของพิพิธภัณฑ์สถาน	13
2.2	ความเป็นมาของพิพิธภัณฑ์ในประเทศไทย	15
2.3	ประวัติความเป็นมาของพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยาในประเทศไทย	16
2.4	ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาต่างประเทศ	19
2.5	ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาในประเทศไทย	22
2.6	หน้าที่และชนิดของพิพิธภัณฑ์	24
2.7	การจัดนิทรรศการในพิพิธภัณฑ์	27
2.8	การจัดสำนักงาน	102
2.9	การจัดห้องสมุด	112
2.10	การจัดโดงทางเข้า	129

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11	การจัดห้องประชุม	129
2.12	การจัดคลังพิพิธภัณฑ์	141
2.13	ข้อมูลเชิงเทคนิคและวัสดุในการตกแต่ง	142
	- ระบบแสงที่ใช้ในพิพิธภัณฑ์	
	- ระบบเสียง	
	- ระบบปรับอากาศ	
	- ระบบป้องกันภัย	
	- วัสดุในการตกแต่ง	
	- การใช้สีในการตกแต่ง	
2.14	การศึกษาโครงการเปรียบเทียบ	187
	- พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์กรุงเทพฯ	
	- พิพิธภัณฑ์กรมทรัพยากรธรณี กรุงเทพฯ	
	- สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล ม.บูรพา จ.ชลบุรี	
	- หอไทยนิทัศน์ศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย	
<b>บทที่ 3 การศึกษารายละเอียดประกอบโครงการ</b>		
3.1	สถานที่ตั้งและสภาพแวดล้อมโครงการ	207
3.2	วัตถุประสงค์ของโครงการ	208
3.3	ขอบข่ายการทำงานของโครงการ	208
	- องค์ประกอบของโครงการ	
	- โครงสร้างการบริหาร	
	- หน่วยงานการบริหารและอัตรากำลัง	
3.4	การศึกษาพฤติกรรมผู้ใช้โครงการ	221
<b>บทที่ 4 บทการวิเคราะห์ข้อมูล</b>		
4.1	การวิเคราะห์โครงการ	223
	- ที่ตั้ง, สภาพแวดล้อม	
	- การคมนาคมการเข้าถึงโครงการ	
	- อิทธิพลสภาพแวดล้อมภูมิอากาศ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2	วิเคราะห์พฤติกรรมผู้ใช้โครงการ	230
	- ประเภทผู้ใช้โครงการ	
	- ลักษณะพฤติกรรมผู้ใช้โครงการ	
	- สถิติผู้เข้าชม	
4.3	การวิเคราะห์เวลาในการเข้าชม	239
4.4	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์องค์ประกอบโครงการ	241
4.5	การวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอย	267
4.6	สรุปหลักการสังเคราะห์ข้อมูลมาใช้ในโครงการ	315

## บทที่ 5 การออกแบบทางสถาปัตยกรรมภายใน 326

- ส่วนโถงทางเข้า-พักคอย
- ส่วนสำนักงาน
- ส่วนห้องสมุด
- ส่วนศูนย์ตัวอย่างทางธรรมชาติ
- ส่วนนิทรรศการถาวร

# สารบัญภาพ

	หน้า	
ภาพที่ 2.7.1	แสดงส่วนประกอบที่ทำให้เกิดการบริการ	31
ภาพที่ 2.7.2	แสดงองค์ประกอบระดับที่ 1	32
ภาพที่ 2.7.3	แสดงองค์ประกอบระดับที่ 2	32
ภาพที่ 2.7.4	แสดงองค์ประกอบระดับที่ 3	33
ภาพที่ 2.7.5	แสดงองค์ประกอบระดับที่ 4	33
ภาพที่ 2.7.6	แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของส่วนให้บริการและส่วนรับบริการ	35
ภาพที่ 2.7.7	แสดงขั้นตอนการจัดนิทรรศการ	37
ภาพที่ 2.7.8	การจัดแบบไดโอรามา	42
ภาพที่ 2.7.9	ตู้จัดแสดงแบบตั้งโต๊ะ	45
ภาพที่ 2.7.10	ตู้แบบตั้งพื้นซึ่งเปิดไฟได้ในแนวดิ่ง	46
ภาพที่ 2.7.11	ตู้ที่ตั้งติดผนังสามารถแยกส่วนได้	46
ภาพที่ 2.7.12	ตู้ติดผนังซึ่งสามารถเปิดได้จากผนังหลังตู้	47
ภาพที่ 2.7.13	ลักษณะการใช้งานของตู้จัดแสดงแบบต่าง ๆ	48
ภาพที่ 2.7.14	ตัวอย่างตู้แสดงแบบต่าง ๆ	49
ภาพที่ 2.7.15	ลักษณะตู้แสดงที่ประกอบด้วยเครื่องฉายสไลด์	50
ภาพที่ 2.7.16	แสดงขาตั้งตู้แสดงกึ่งแผงบอร์ดแสดง	51
ภาพที่ 2.7.17	การจัดตู้ในทิศตรงข้ามกับหน้าต่าง	52
ภาพที่ 2.7.18	การจัดตู้ติดหน้าต่าง	52
ภาพที่ 2.7.19	การจัดตู้ที่หันหน้าเข้าหากัน	52
ภาพที่ 2.7.20	การจัดตู้ที่แสงเข้าทางด้านบน	52
ภาพที่ 2.7.21	แสดงแปลนการมองของแท่นโชว์	53
ภาพที่ 2.7.22	รูปแสดงการติดตั้งพื้นห้องแสดง	54
ภาพที่ 2.7.23	รูปแสดงการติดตั้งผนังห้องแสดง	55
ภาพที่ 2.7.24	รูปแสดงการติดตั้งห้อยจากเพดานห้องแสดง	56
ภาพที่ 2.7.25	รูปแสดงการติดตั้งในห้องแสดง	57
ภาพที่ 2.7.26	การจัด Stand แบบลอยตัว	58
ภาพที่ 2.7.30	ตัวอย่างห้องจัดแสดงที่ไม่มี Orientation/Space	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า	
ภาพที่ 2.7.31	แผนภูมิแสดงกลุ่มห้องแสดงลักษณะที่ 1	61
ภาพที่ 2.7.32	แผนภูมิแสดงการจัดห้องลักษณะที่ 2	62
ภาพที่ 2.7.33	แผนภูมิแสดงการจัดกลุ่มห้องแสดงลักษณะที่ 3	62
ภาพที่ 2.7.34	แผนภูมิแสดงการจัดกลุ่มห้องแสดงลักษณะที่ 4	63
ภาพที่ 2.7.35	การจัดแนวทางการเคลื่อนที่ของผู้ชม	66
ภาพที่ 2.7.36	การจัดให้ผู้ชมเดินชมสิ่งแสดงโดยมี CENTRAL CORE	67
ภาพที่ 2.7.37	การจัดแนวทางการเคลื่อนที่แบบไขว้สวนกัน	67
ภาพที่ 2.7.38	การจัดแนวทางเดินแบบ COMBAD TYPE	67
ภาพที่ 2.7.39	การจัดแบบรูปยาวโดยมีรัศมีจากจุดศูนย์กลาง	68
ภาพที่ 2.7.40	การจัดแบบรูปโซ่	68
ภาพที่ 2.7.41	การจัดแบบใบพัด	68
ภาพที่ 2.7.42	การจัดแบบ BLOCK	69
ภาพที่ 2.7.43	การจัดทางเดินที่ไม่ดีทำให้ผู้ชมดูได้ไม่ทั่วถึง	70
ภาพที่ 2.7.44	การจัดทางเดินที่ดีทำให้ผู้ชมดูได้ทั่วถึง	70
ภาพที่ 2.7.45	การจัดทางเดินที่มีระเบียบน่าดู	70
ภาพที่ 2.7.46	การจัดแสดงกำหนดทางเดินปรับปรุง	70
ภาพที่ 2.7.47	การกำหนดทางออกชัดเจนเกินไป	71
ภาพที่ 2.7.48	ทางออกอยู่ห่างจากทางเข้า	71
ภาพที่ 2.7.49	ทางออกที่ดีทำให้ผู้ชมดูได้เกือบหมดห้อง	71
ภาพที่ 2.7.50	การจัดทางเข้าออกที่เหมาะสม	71
ภาพที่ 2.7.51	การแสดงต่อเนื่องด้านเดียว	72
ภาพที่ 2.7.52	การแสดงที่ชมได้ทั้ง 2 ด้าน	72
ภาพที่ 2.7.55	การแสดงที่ต่อเนื่องชมได้ทั้ง 2 ด้าน	73
ภาพที่ 2.7.54	การแสดงที่ชมได้ทั้ง 2 ด้าน	73
ภาพที่ 2.7.55	การกำหนดเส้นทางแบบติดกัน	73
ภาพที่ 2.7.56	การกำหนดเส้นทางแบบแยกออก	73
ภาพที่ 2.7.57	การกำหนดเส้นทางที่ติดกัน	73
ภาพที่ 2.7.58	การจัดทางเดินที่ดีมีระเบียบ	74

เอกสารภาพที่ 2.7.59 การจัดทางเดินที่ผู้ชมเข้าได้ไม่ทั่วถึง นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ได้ 74 การค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า	
ภาพที่ 2.7.60	การจัดทางเดินที่ผู้ชมชมได้ทั้งทุกห้อง	74
ภาพที่ 2.7.61	การจัดทางเดินที่ผู้ชมชมได้ไม่ทั่วทุกห้อง	74
ภาพที่ 2.7.62	เส้นทางสัญจรที่ไม่มีแรงดึงดูดความสนใจ	75
ภาพที่ 2.7.63	การสร้างความดึงดูดผู้ชมไว้เป็นระยะ ๆ ตลอดเส้นทาง	75
ภาพที่ 2.7.64	การกำหนดแนวทางการชมภายในห้องเล็ก	76
ภาพที่ 2.7.65	การกำหนดแนวทางการชมพื้นที่แสดงกว้าง	76
ภาพที่ 2.7.66	การกำหนดแนวทางการชมโดยการชี้แนวทาง	77
ภาพที่ 2.7.67	การกำหนดแนวทางการชมโดยการชักนำผู้ชม	77
ภาพที่ 2.7.68	การวางวัตถุขนานกับข้อมูล	78
ภาพที่ 2.7.69	การวางวัตถุเป็นกลุ่ม	78
ภาพที่ 2.7.70	การวางข้อมูลอธิบายไว้ติดกับวัตถุ	78
ภาพที่ 2.7.71	การจัดส่วนพิเศษสำหรับให้ข้อมูล	78
ภาพที่ 2.7.72	ผังแสดงมุมมองในการมองภาพของ HERBERT BAVER	79
ภาพที่ 2.7.73	แสดงขอบเขตการมองเห็นของคนสายตาสายตาปกติ	80
ภาพที่ 2.7.74	ระดับสายตามนุษย์ตามขนาดของอายุในแนวตั้ง	80
ภาพที่ 2.7.75	ความกว้างของมุมมองของคนโดยไม่ต้องหันศีรษะ	80
ภาพที่ 2.7.76	การกำหนดมุมมองทางด้านตั้งของมนุษย์	81
ภาพที่ 2.7.77	ระยะของการมองวัตถุในแนวนอนและแนวตั้ง	82
ภาพที่ 2.7.78	ระยะการมองภาพที่สัมพันธ์กับสายตา	83
ภาพที่ 2.7.79	แสดงทางสัญจรและระยะห่างของวัตถุที่จัดแสดง	84
ภาพที่ 2.7.80	การป้องกันการแออัดของผู้เข้าชม	85
ภาพที่ 2.7.81	พิกัดในการกำหนดระยะห่างจากวัตถุกับผู้ชม	85
ภาพที่ 2.7.82	ขนาดของตัวอักษรกับระยะการมองเห็น	94
ภาพที่ 2.7.83	ความสูงของป้ายกับระดับสายตา	95
ภาพที่ 2.7.84	ความสัมพันธ์ของขนาดสัญลักษณ์กับระยะการมอง	96
ภาพที่ 2.7.85	ตัวอักษรแบบแกะสลัก	97
ภาพที่ 2.7.86	แบบตัวอักษรที่มีความหนาเพียงเล็กน้อย	97
ภาพที่ 2.7.87	ตัวอักษรแบบตัดออกมาเป็นตัว ๆ	97

เอกสารภาพที่ 2.7.88 งดตัวอักษรแบบที่มีความหนาปานกลางเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ 98 การค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า	
ภาพที่ 2.7.89	ตัวอักษรแบบหนาที่บิดัน	98
ภาพที่ 2.7.90	ป้ายสัญลักษณ์แบบติดกับผนังและแบบเคลื่อนย้ายได้	99
ภาพที่ 2.7.91	ป้ายสัญลักษณ์แบบแขวนห้อยลงมาจากเพดานชนิดต่าง ๆ	100
ภาพที่ 2.7.92	ป้ายสัญลักษณ์แบบสามารถเปลี่ยนข้อความในป้ายได้	100
ภาพที่ 2.7.93	ป้ายที่อยู่เหนือระดับตา	101
ภาพที่ 2.7.94	ป้ายที่อยู่ต่ำกว่าระดับตา	101
ภาพที่ 2.7.95	ป้ายที่บอกที่หมายที่มากกว่า 1 ที่หมาย	101
ภาพที่ 2.7.96	ป้ายที่อยู่เหนือระดับตาและมีที่หมายมากกว่า 2 ที่	101
ภาพที่ 2.7.97	ป้ายที่อยู่ระดับตา มักจะใช้ติดกับผนังเป็นส่วนใหญ่	101
ภาพที่ 2.8.1	ตัวอย่างแปลนห้องเดี่ยวสำหรับพนักงานขนาดเล็กที่สุด	107
ภาพที่ 2.8.2	แสดงการใช้พื้นที่ของพนักงานทั่วไปภายในห้องทำงานรวม	108
ภาพที่ 2.8.3	แสดงการจัดระยะห่างของทางเดินร่วมลักษณะต่าง ๆ	110
ภาพที่ 2.9.1	ที่จำหน่ายหนังสือชนิดธรรมดาทั่วไป	122
ภาพที่ 2.9.2	ที่จำหน่ายหนังสือชนิดแบบเป็นปกสองข้าง	122
ภาพที่ 2.9.3	ที่จำหน่ายหนังสือชนิดแบบตัว “ยู”	122
ภาพที่ 2.11.1	ตัวอย่างรูปแบบการจัดโต๊ะประชุมแบบต่าง ๆ	133
ภาพที่ 2.11.2	เก้าอี้ชนิดไม่มีเท้าแบบ	135
ภาพที่ 2.11.3	เก้าอี้ชนิดมีเท้าแบบปรับหมุนไม่ได้	135
ภาพที่ 2.11.4	เก้าอี้ชนิดมีเท้าแบบปรับหมุนได้	136
ภาพที่ 2.11.5	ระยะฉายของเครื่องฉายภาพ	137
ภาพที่ 2.11.6	ลักษณะการฉายหน้าจอ	137
ภาพที่ 2.11.7	ลักษณะการฉายหลังจอ	138
ภาพที่ 2.13.1	การให้แสงแบบต่าง ๆ ในพิพิธภัณฑ์	146
ภาพที่ 2.13.2	แสดงการให้แสงจากเพดาน	147
ภาพที่ 2.13.3	แสดงการให้แสงจากผนัง	147
ภาพที่ 2.13.4	แสดงการตัดแปลงเอาแสงจากธรรมชาติมาใช้	148
ภาพที่ 2.13.5	การใช้ไฟนีออนโดยมีกระจกนำ	148
ภาพที่ 2.13.6	การใช้ไฟให้ส่องไปยังเพดาน	149
ภาพที่ 2.13.7	การใช้สปอร์ตไลท์ส่องลงมายังวัตถุ	149

	หน้า
ภาพที่ 2.13.8 ไฟที่ใช้อย่างถูกต้อง	149
ภาพที่ 2.13.9 การให้แสงจากด้านบน	150
ภาพที่ 2.13.10 การให้แสงจากด้านบน	150
ภาพที่ 2.13.11 การให้แสงจากด้านล่าง	150
ภาพที่ 2.13.12 การให้แสงจากด้านล่าง	150
ภาพที่ 2.13.13 การวางตำแหน่งของดวงไฟที่ทำให้รบกวนสายตาผู้ชม	150
ภาพที่ 2.13.14 การวางแผงบอร์ดในตำแหน่งที่ไม่ถูก	150
ภาพที่ 2.13.15 การวางตู้แสดงโดยไม่คำนึงถึงการหักเหของแสง	151
ภาพที่ 2.13.16 การให้แสงเข้าด้านหลังผู้ชม	151
ภาพที่ 2.13.17 การจัดตั้งแผงบอร์ดและตู้แสดง	151
ภาพที่ 2.13.18 การให้แสงจากด้านข้างในแนวสูง	152
ภาพที่ 2.13.19 การให้แสงจากด้านล่าง	152
ภาพที่ 2.13.20 การใช้ไฟสว่างไปยังเพดานเพื่อให้เกิดแสงสะท้อน	152
ภาพที่ 2.13.21 สปอร์ตไลท์ที่ส่องลงยังวัตถุไม่ช่วยให้สว่างเพียงพอ	152
ภาพที่ 2.13.22 การใช้ไฟที่ให้ความสว่างเพียงพอ	153
ภาพที่ 2.13.23 ลักษณะการติดตั้งของหลอด FLOURESCENT	154
ภาพที่ 2.13.24 ลักษณะการติดตั้งของหลอด INCANDESCENT	155
ภาพที่ 2.13.25 การให้ไฟจากด้านบนนอกตู้	156
ภาพที่ 2.13.26 การให้ไฟจากด้านบนภายในตู้	156
ภาพที่ 2.13.27 การให้ไฟจากด้านข้างภายในตู้	156
ภาพที่ 2.13.28 การให้ไฟจากด้านล่างของตู้	156
ภาพที่ 2.14.1 แสดงส่วนนิทรรศการเรื่อง “วิวัฒนาการมนุษย์”	190
ภาพที่ 2.14.2 แสดงส่วนนิทรรศการเรื่อง “โครงสร้างนกและโครงสร้างสัตว์	190
ภาพที่ 2.14.3 แสดงส่วนนิทรรศการเรื่อง “วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต”	191
ภาพที่ 2.14.4 แสดงส่วนนิทรรศการเรื่อง “กำเนิดปิโตรเลียม”	192
ภาพที่ 2.14.5 แสดงส่วนนิทรรศการเรื่อง “มุมเรียนรู้พลังงาน”	192
ภาพที่ 2.14.6 แสดงส่วนนิทรรศการเรื่อง “ระบบต่างๆ ของร่างกาย”	193
ภาพที่ 2.14.7 แสดงส่วนนิทรรศการเรื่อง “นาฬิการะบบควอทซ์”	193
ภาพที่ 2.14.8 แสดงส่วนนิทรรศการเรื่อง “วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตตามธรณีกาล	196

เอกสารนี้  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า	
ภาพที่ 2.14.9	แสดงส่วนนิทรรศการเรื่อง “หินและแร่ชนิดต่างๆ”	197
ภาพที่ 2.14.10	แสดงส่วนนิทรรศการเรื่อง “หินและแร่ชนิดต่างๆ”	197
ภาพที่ 2.14.11	แสดงส่วนบอร์ดประชุมสัมพันธ์และโถงชั้นล่าง	200
ภาพที่ 2.14.12	แสดงโครงกระดูกปลาวาฬ	200
ภาพที่ 2.14.13	แสดงส่วนตู้เลี้ยงปลา	201
ภาพที่ 2.14.14	ส่วนนิทรรศการเรื่อง “ปลาทะเล”	201
ภาพที่ 2.14.15	ส่วนนิทรรศการเรื่อง “สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในทะเล”	202
ภาพที่ 3.3.1	แผนภูมิการแบ่งส่วนราชการของกรมการศึกษานอกโรงเรียน	213
ภาพที่ 3.3.2	แผนภูมิสายการบริหารของศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ	214
ภาพที่ 4.1.1	แผนผังที่ตั้งและอิทธิพลสภาพแวดล้อมของโครงการ	224
ภาพที่ 4.1.2	ทัศนียภาพถนนด้านหน้าโครงการ	225
ภาพที่ 4.1.3	ทัศนียภาพทางเข้าสู่โครงการ	226
ภาพที่ 4.1.4	ทัศนียภาพของอาคารด้านทิศใต้	227
ภาพที่ 4.1.5	ทัศนียภาพของอาคารทางด้านทิศตะวันออก	228
ภาพที่ 4.1.6	ทัศนียภาพอาคารทางด้านทิศตะวันตก	229
ภาพที่ 4.2.1	แผนภูมิแสดงพฤติกรรมผู้ให้บริการ	230
ภาพที่ 4.2.2	แผนภูมิแสดงพฤติกรรมผู้รับบริการรายบุคคลและหมู่คณะ	233
ภาพที่ 4.2.3	แผนภูมิพฤติกรรมผู้รับบริการ	234
ภาพที่ 4.2.4	แผนภูมิแสดงพฤติกรรมผู้รับบริการ	234
ภาพที่ 4.2.5	วัตถุที่ได้จากการออกจัดเก็บตัวอย่าง	235
ภาพที่ 4.2.6	วัตถุที่ได้จากการบริจาคหรือแลกเปลี่ยน	235
ภาพที่ 4.2.7	วัตถุออกนอกคลัง	235
ภาพที่ 4.2.8	แผนภูมิแสดงสถิติผู้เข้าชม	236
ภาพที่ 4.4.1	แผนภาพแบบฟองแสดงความสัมพันธ์ส่วนสำนักงาน	263
ภาพที่ 4.4.2	แผนภาพแบบฟองแสดงความสัมพันธ์ส่วนห้องสมุด	264
ภาพที่ 4.4.3	แผนภาพแบบฟองแสดงความสัมพันธ์ส่วนศูนย์ตัวอย่าง	265
ภาพที่ 4.4.4	แผนภาพแบบฟองแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งโครงการ	267
ภาพที่ 4.5.1	บอร์ดแสดงการเกิดของโลก	279
ภาพที่ 4.5.2	การทำพื้นที่ลูกโลกจำลอง	279

	หน้า	
ภาพที่ 4.5.3	การหาพื้นที่การแบ่งยุคตามหลักธรณีวิทยา	280
ภาพที่ 4.5.4	การหาพื้นที่คู่แสดงไดโอรามายุคแคมเบรียน	280
ภาพที่ 4.5.5	การหาพื้นที่คู่จัดแสดงไดโอรามายุคไตรแอสสิก	281
ภาพที่ 4.5.6	การหาพื้นที่แทนฉายวิทัศน์เรื่องอาณาจักรสัตว์ทะเล	281
ภาพที่ 4.5.7	การหาพื้นที่คู่แสดงไดโอรามาเรื่องชีวิตใต้ทะเลลึก	282
ภาพที่ 4.5.8	การหาพื้นที่คู่แสดงไดโอรามาเรื่องชีวิตในเขตป่าชายเลน	282
ภาพที่ 4.5.9	การหาพื้นที่บอร์ดจัดแสดงเรื่องราวเฉพาะของสิ่งมีชีวิต	283
ภาพที่ 4.5.10	การหาพื้นที่คู่แสดงโครงกระดูกปลาวาฬจำลอง, แมลงจำลอง	283
ภาพที่ 4.5.11	แผนภาพแสดงสัดส่วนการใช้พื้นที่ขององค์ประกอบทั้งโครงการ	290
ภาพที่ 4.5.12	แผนภาพแสดงความต้องการใช้สอยของพื้นที่	291



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### 1.1 การเกิดโลกและระบบสุริยะจักรวาล

ระบบสุริยะจักรวาลเกิดขึ้นเมื่อราว 10,000 ล้านปีแล้วโดยเริ่มด้วยกลุ่มเมฆฝุ่น และก๊าซเย็นขนาดใหญ่ ซึ่งต่อมารวมตัวเข้าด้วยกันเป็นก้อนเดียว เมื่อเป็นเช่นนั้นก็เริ่มแบนมีลักษณะคล้ายจานและเริ่มหมุน การหมุนจะมีความเร็วสูงสุดที่จุดศูนย์กลาง ซึ่งเป็นที่ซึ่งผงฝุ่นรวมตัวกันเป็นก้อนและพอกพูนโตขึ้น ๆ นับเป็นจุดกำเนิดของดวงอาทิตย์ เมื่อสสารต่าง ๆ ตกลงสู่ดวงอาทิตย์เรื่อย ๆ ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นในขณะเดียวกันบริเวณที่ห่างจากจุดศูนย์กลางผงฝุ่นและก๊าซเริ่มแตกออกและหมุนวนเป็นแนว ๆ และเริ่มรวมเข้าเป็นกระจุกตั้งเอาผงฝุ่น ซึ่งผงฝุ่นเหล่านี้ก็เกิดการก่อตัวเป็นดาวเคราะห์ต่าง ๆ ราว 5,000 ล้านปีมาแล้ว ระบบสุริยะมีลักษณะคล้ายกับที่เป็นอยู่ในทุกวันนี้

การเกิดของดาวเคราะห์สมบูรณ์ แต่มีผงฝุ่นและก๊าซอิสระยังเหลืออยู่อีกระหว่างดาวเคราะห์ ดาวดวงที่ใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุดส่วนใหญ่มีเนื้อเป็นหินส่วนดาวเคราะห์กลุ่มนอกส่วนใหญ่ประกอบด้วยก๊าซ โลกเมื่อถือกำเนิดขึ้นมาถูกเผาให้ร้อน ขณะที่รวมตัวเป็นก้อน หลังจากที่โลกเริ่มเย็นตัวลงพื้นผิวโลกซึ่งเย็นคงเร็วกว่าจึงกลายเป็นเปลือกโลก แต่ภายในส่วนใหญ่ยังร้อนและมีลักษณะหลอมเหลวอยู่ ซึ่งสภาพของพื้นผิวโลกนั้นประกอบด้วยธาตุพื้นฐาน 4 ชนิด ด้วยกันคือ ไฮโดรเจน คาร์บอน ออกซิเจน และไนโตรเจน ซึ่งธาตุทั้ง 4 ชนิด เกิดการรวมตัวขึ้นเป็นโมเลกุล

### 1.2 การเริ่มต้นของสิ่งมีชีวิตบนโลก

3,500 ล้านปีที่แล้วมา บนโลกได้มีการเกิดของสิ่งมีชีวิตจากการรวมตัวของโมเลกุลของสารที่มาทำงานร่วมกัน จากชีวิตที่มีรูปร่างง่าย ๆ พัฒนาสู่ชีวิตที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เพื่อให้เหมาะสมที่จะอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป เริ่มจาก 1,500 ล้านปีที่ผ่านมา จะพบจุลินทรีย์เซลล์เดียวสาหร่ายเซลล์เดียวเกิดขึ้น จนถึงสิ่งมีชีวิตในช่วง 1,000 ล้านปีก่อนเริ่มเป็นสัตว์ที่มีแขนขา, หัว และหางที่ชัดเจน แต่ยังไม่มีการดูดซับหลังส่วนพืชมี่ลักษณะคล้ายสาหร่ายทะเลในปัจจุบันคือไม่มีรากและลำต้น สิ่งมีชีวิตเหล่านี้อาศัยอยู่ในน้ำ ยังไม่มีสิ่งมีชีวิตบนบกในช่วงยุคนี้

### ยุคและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

หลังจากที่โลกเริ่มกำเนิดและมีสิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างง่าย ๆ ในยุค 1,000 ล้านปีมาแล้วนั้น เมื่อโลกเริ่มเย็นตัวลงเรื่อย ๆ สภาพของโลกเริ่มเปลี่ยนจนเมื่อประมาณ 600 ล้านปีซึ่งเป็นมหายุคพาลีโอโซอิก ซึ่งในมหายุคนี้ได้เกิดสิ่งมีชีวิตต่างโดยแบ่งออกเป็นยุค (PERIOD) ต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อนำมาใช้เพื่อประโยชน์อื่นใด การค้าไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## มหายุคพาลีโอโซอิก

### ยุคแคมเบรียน (550-570 ล้านปี)

โลกของเราเต็มไปด้วยภูเขาไฟที่กำลังคุกรุ่น และกำลังระเบิด ในทะเลเริ่มเกิดแมงกะพรุน หอยแมงดาทะเล และตัวไทรโลไบท์

### ยุคดีโวเนียน (405 ล้านปี)

โลกยังเต็มไปด้วยภูเขาไฟเป็นบริเวณกว้างมากบรรยากาศเริ่มเย็นลง และผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงแบ่งแยก เกิดทะเลทราย มีสัตว์จำพวกปลาในทะเลเกิดขึ้น มีปลาที่มีปอด ประการัง รวมทั้งเกิดสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ

### ยุคคาร์บอนิเฟอรัส (300-310 ล้านปี)

ภูเขาไฟยังคงระเบิด อากาศเริ่มอบอุ่นและมีฝนตก เกิดป่าไม้ ป่าพรุนขนาดใหญ่ ในยุคนี้เกิดสัตว์เลื้อยคลานโบราณที่กินเนื้อสัตว์เป็นอาหาร ปลา ทะเล หอย ประการัง และยังคงพบไทรโลไบท์

### ยุคเพอเมียน (260-280 ล้านปี)

เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย อากาศอบอุ่นขึ้น เกิดทะเลทราย และแผ่นดินแห้งแล้งแผ่ไปทั่ว เกิดสัตว์เลื้อยคลานที่กินพืช ปลาน้ำจืด แมลง หอย ในยุคนี้ไทรโลไบท์สูญพันธุ์ไป

หลังจากที่สิ้นสุด มหายุค มาลีโอโซอิก แล้วจึงเริ่มเข้าสู่ในยุคช่วงมหายุคเมโสโซอิก ซึ่งในมหายุคนี้ได้แบ่งออกเป็นยุคต่างๆ ดังนี้

## มหายุคเมโสโซอิก

### ยุคไทรแอสสิก (225-230 ล้านปี)

เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย น้ำทะเลท่วมโลกครั้งยิ่งใหญ่ เกิดทะเลทรายอย่างต่อเนื่องอากาศเริ่มผันแปรสุดฤดูกาล มีฤดูแล้งและฤดูฝน เกิดสัตว์เลื้อยคลานบินได้ สัตว์กึ่งปลากึ่งสัตว์เลื้อยคลาน สัตว์เลื้อยคลานที่อาศัยในน้ำจืด เกิดไดโนเสาร์ยุคแรก

### ยุคจูราสสิก (180 ล้านปี)

เปลือกโลกยังคงเปลี่ยนแปลงอากาศอบอุ่นขึ้นเริ่มเกิดป่าพรุและแอ่งน้ำจืดขนาดใหญ่ เกิดไดโนเสาร์มากมายหลายชนิด

### ยุคครีตาเชียส (130-155 ล้านปี)

เปลือกโลกยังคงมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยโลกเริ่มเย็นลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งสิ้นสุดยุคนี้ เกิดแอ่งน้ำเค็ม เริ่มมีพืชมีดอกเกิดขึ้นเป็นครั้งแรกเกิดไดโนเสาร์ปากเปิด สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีสายรก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีถุงใส่ลูกอ่อนหน้าท้องมีงู สัตว์เลื้อยคลาน ขนาดเล็กลง สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ ปลา หอย ปะการัง เมื่อสิ้นสุดยุคนี้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์จนหมดสิ้น

จากมหายุค เมโสโซอิกเมื่อไดโนเสาร์ได้สูญพันธุ์ไปแล้วโลกก็เข้าสู่มหายุคซีโนโซอิก

### ยุคเซนโนโซอิก

โลกอบอุ่นขึ้นในตอนท้าย ๆ ของยุค แต่แล้วกลับเย็นอย่างกระทันหันเข้าสู่ยุคน้ำแข็งอันยาวนานเกิดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ เช่น ช้างแมมมอธ, ลิงใหญ่ คนกึ่งลิง เสือเขี้ยวยาว แรดขนฟู เมื่อสิ้นยุคนี้ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่สูญพันธุ์ไป

จะเห็นว่าโลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ในแต่ละยุคแต่ละสมัยสัตว์ดิग्ดำบรรพ์ที่ถือกำเนิดขึ้นก็ต้องปรับตัวเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตและดำรงเผ่าพันธุ์เอาไว้ให้ได้ สัตว์ชนิดใดไม่สามารถปรับตัวทันต่อความเปลี่ยนแปลงของโลกก็สูญพันธุ์ไป ส่วนสัตว์ชนิดใดมีความสามารถปรับตัวได้ก็มีชีวิตรอดผ่านแต่ละยุคมาจนถึงปัจจุบันนี้ได้

ตารางแสดงการแบ่งยุคก่อนประวัติศาสตร์

มหายุค (ERA)	ยุค (PERIOD)	PERIOD	เริ่มเมื่อกี่ปีมาแล้ว
ซีโนโซอิก	ควอเตอนารี	ยุคหลัง (RECENT) เพลลิสโตซีน	กินเวลา 11,000 ปี 2 ล้านปี
	เทอเทียร์	พาลีโอซีน ไมโอซีน โอลิโกซีน อีโอซีน พาลีโอซีน	10-11 ล้านปี 25-27 ล้านปี 36-38 ล้านปี 55-58 ล้านปี 65-70 ล้านปี
เมโสโซอิก	ครีเทเชียส		130-135 ล้านปี
	จูเรสสิก		180 ล้านปี
	ไตรแอสสิก		225-230 ล้านปี
พาลีโอโซอิก	เปอร์เมียน		260-280 ล้านปี
	คาร์บอนิฟอรัส		300-310 ล้านปี
	เพนซิลวาเนียน		
	พิสซัสซิบเนียน		340-345 ล้านปี
	ดีโวเนียน		405 ล้านปี
	ซิลูเรียน		425-435 ล้านปี
	ออควิเซียน		480-500 ล้านปี
	แคมเบียน		550-570 ล้านปี
ก่อนยุคแคมเบียน (ฟรี-แคมเบียน)			1500-3490 ล้านปี (จากตัวอย่างที่วัดอายุได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### สิ่งมีชีวิตที่สูญสิ้นไปจากโลก

การสูญพันธุ์เป็นคำที่หมายถึงการอวสานของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ทฤษฎีที่นิยมใช้อธิบายการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตคือทฤษฎีที่เรียกว่า 'Natural Selection' ซึ่ง ชาร์ลส์ ดาร์วิน ได้กล่าวไว้ว่า สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถต่อสู้เพื่อความอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจะต้องสูญพันธุ์ไปนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเห็นว่า การสูญพันธุ์ของสัตว์และพืชเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงไปที่ละน้อย โดยที่สัตว์ต่างๆ ปรับตัวหรือไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้การศึกษาถึงสิ่งมีชีวิตหรือพืชชนิดใดเคยมีชีวิตในโลกจึงต้องศึกษาจากซากดึกดำบรรพ์หรือฟอสซิล

#### ยุคและวิวัฒนาการของไดโนเสาร์

ไดโนเสาร์มีวิวัฒนาการมาจากสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็กจนกลายมาเป็นสัตว์เลื้อยคลานที่มีขนาดใหญ่โตที่สุด ยุคของสัตว์ประเภทนี้จะอยู่ในช่วงปลายยุคไทรแอสสิก ไดโนเสาร์ถือว่าเป็นสัตว์สี่เท้าที่อาศัยอยู่บนบกที่สำคัญที่สุดจนถึงปลายมหายุคเมโสโซอิก

ไดโนเสาร์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. กลุ่มออกนิธิสเซีย ซึ่งมีลักษณะของตะโพกคล้ายนก ซึ่งในกลุ่มนี้ได้แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มย่อยคือ

1. ออโรโรพอด
2. แองคีโลเสาร์
3. สเตโกเสาร์
4. เซอราทอปเซียน

2. กลุ่มซอร์สเซียเป็นไดโนเสาร์ที่มีลักษณะของตะโพกคล้ายกับพวกจิ้งจกในปัจจุบัน

ในกลุ่มของ ซอร์สเซียยังแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1. พวก ซอโรพอด คือ ไดโนเสาร์พวกกินพืช
2. พวก เทโรพอด คือ ไดโนเสาร์พวกกินเนื้อสัตว์



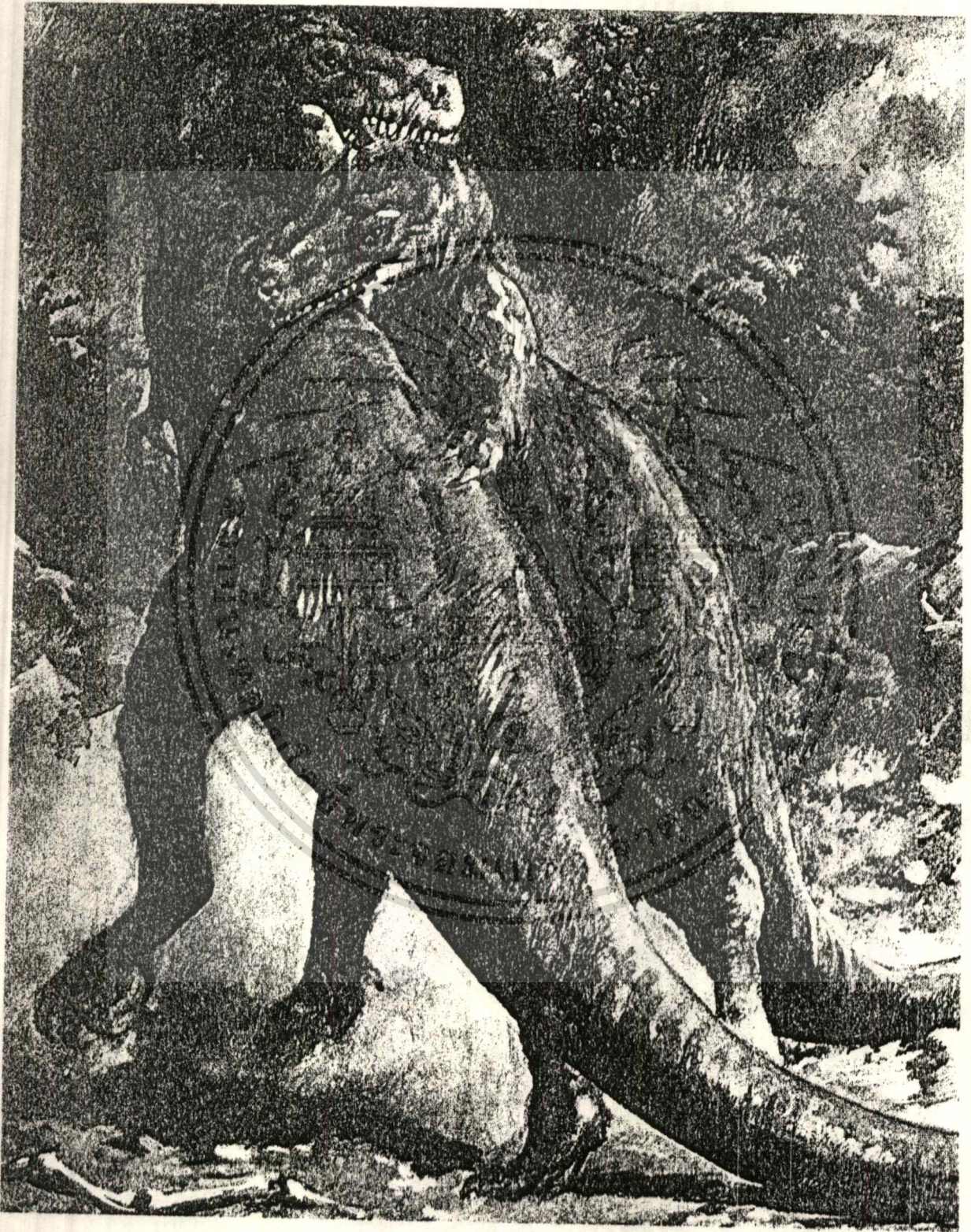
### การสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์

ไดโนเสาร์มีชีวิตที่พัฒนาและเจริญเติบโตมาจนถึงในปลายยุคครีเทเชียส เมื่อประมาณ 65 ล้านปีที่ผ่านมาไดโนเสาร์จึงได้สูญพันธุ์ไปโดยสาเหตุการสูญพันธุ์มีด้วยกันหลายๆ สาเหตุ เช่น มีทฤษฎีสันนิษฐานกันว่า อุกาบาต ได้พุ่งชนโลกอย่างแรงอาทิตย์เป็นเวลานาน ทำให้แสงไม่สามารถส่องลงมาบนพื้นโลกได้ ก่อให้เกิดความหนาวเย็น หินเหลวภายในโลกเกิดการเคลื่อนไหวทำให้เปลือกโลกเคลื่อนที่ สภาวะอากาศเปลี่ยนแปลง ทำให้พืชสังเคราะห์แสงไม่ได้ทำให้ไดโนเสาร์ที่กินพืชขาดแคลนอาหารส่วนไดโนเสาร์ที่กินเนื้อกินกันเองจนตายหมด จากสาเหตุดังกล่าวจึงทำให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไปจากโลกนี้

จากข้อสันนิษฐานต่างๆ สามารถสรุปทฤษฎีเกี่ยวกับการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ออกเป็น 4 ทฤษฎี คือ

1. ทฤษฎีแรงปะทะจากอุกาบาตขนาดใหญ่
2. ทฤษฎีเกี่ยวกับความหิวโหย
3. ทฤษฎีเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของภูมิอากาศ
4. ทฤษฎีโรคติดต่อและตัวเบียนและไวรัสบางชนิด

## การสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การค้นพบฟอสซิล หรือโครงกระดูกของสัตว์ดึกดำบรรพ์นั้นเกิดจากคุณสมบัติของมนุษย์ที่มีมันสมองอันชาญฉลาดเป็นพิเศษที่ชอบการศึกษาค้นคว้าและวิจัยตลอดเวลาเป็นเหตุให้มนุษย์หันกลับไปศึกษาเรื่องราวในอดีต เช่น ศาสตราจารย์ ริชาร์ด โอเวน ได้ค้นพบฟอสซิลชนิดหนึ่งซึ่งได้ตั้งชื่อว่า ไดโนเสาร์ ซึ่งเป็นชื่อที่มีความหมายว่า กิ้งก่ายักษ์ ซึ่งถือว่าเป็นจุดกำเนิดของการค้นพบและเรียกฟอสซิลนั้นว่าเป็นสัตว์ประเภทไดโนเสาร์

### การค้นพบไดโนเสาร์ในประเทศไทย

ดินแดนทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นดินแดนส่วนหนึ่งซึ่งในสมัยตอนปลายของยุคจูราสสิกหรือเมื่อประมาณ 200 ล้านปีที่ผ่านมาเคยเป็นแหล่งที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยหนองบึง ทะเลทรายต้นไม้ขนาดใหญ่จึงเป็นที่เหมาะแก่การอยู่อาศัยของไดโนเสาร์ การค้นพบกระดูกท่อนขาของไดโนเสาร์ชนิด คามราชอร์ส ซึ่งต่อมาก็มียุคค้นพบซากของซึ่งโครงกระดูกพบของไดโนเสาร์เพิ่มมากขึ้น

### แหล่งค้นพบไดโนเสาร์ในประเทศไทย

จากการค้นพบซากโครงกระดูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจังหวัดที่ขุดพบซากไดโนเสาร์คือ จ.ขอนแก่น จ.นครราชสีมา จ.กาฬสินธุ์ และจ.สกลนคร

ไดโนเสาร์พันธุ์คาร์โนซอร์ พบรอยเท้าที่ภูหลวง จ.เลย และที่ภูเวียง จ.ขอนแก่น พบกระดูกและฟันที่ภูเวียง และพบรอยเท้าที่เขาใหญ่ จ.นครราชสีมา

ไดโนเสาร์ คอมพ์ซอกกนาซัส พบกระดูกเล็ก ๆ 2 ชั้นที่ภูเวียง จ.ขอนแก่น

ไดโนเสาร์ ซีลูโรซอร์ พบรอยเท้าที่ภูเวียงและเขาใหญ่

ไดโนเสาร์ ออนิโรมิโซอร์ พบกระดูกและฟันที่ภูเวียง จ.ขอนแก่น นอกจากนี้ยังพบไดโนเสาร์กินพืชขนาดใหญ่หลายชนิดที่ จ.กาฬสินธุ์ และ จ.สกลนคร

ไดโนเสาร์ที่พบในเมืองไทยที่ได้รับการยืนยันชนิดและสกุล แล้วมี 2 พันธุ์คือ

### ไซแอมโมซอร์ส สุธีธรณี (SIAMOSAURUS SUTEETHORNI)

เป็นไดโนเสาร์เทอร์โรพอด ซึ่งพบซากฟันโดยคุณวราวุธ สุธีธรผู้เชี่ยวชาญการค้นหาไดโนเสาร์ในเมืองไทย โดยค้นพบที่ อ.ภูเวียง ไซแอมโมซอร์ส เป็นไดโนเสาร์กินเนื้อที่มีขนาดเล็กปราดเปรียวว่องไวมีฟันที่แหลมคมมีชีวิตอยู่เมื่อ 150 ล้านปีที่แล้ว ตัวยาวประมาณ 0.45 เมตร น้ำหนักประมาณ 2 กิโลกรัม

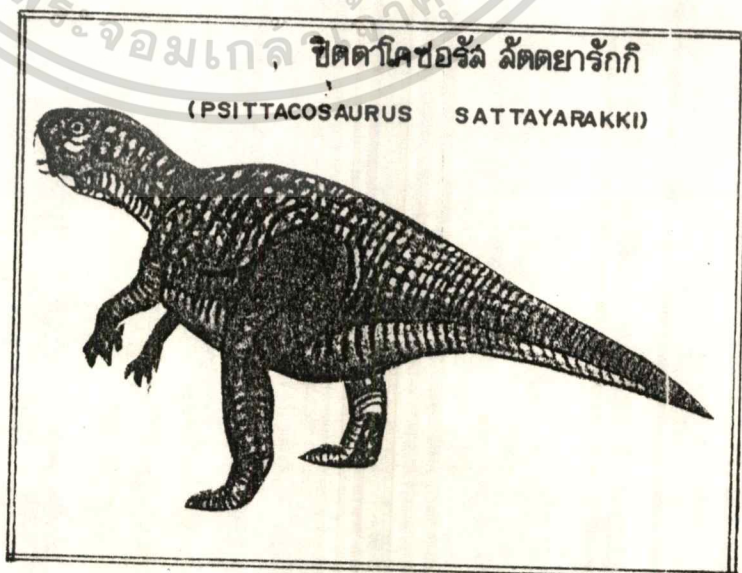
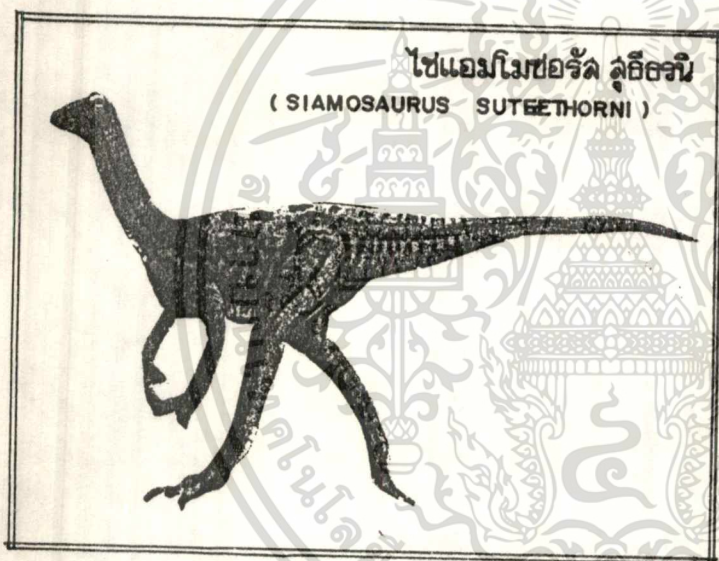
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ซิตตาโครัส สัตยารักกิ (PSITTACOSAURUS SATTAYARAKI)

ไดโนเสาร์ปากบึกแก้ว พบกรมล่างขวา ฟันและกะโหลกด้านบนซ้ายเนื่องจากมีลักษณะแตกต่างไปจากฟอสซิลที่พบในมองโกเลียจึงให้ชื่อเป็นชนิดใหม่ ตามชื่อของคุณนเรศ สัตยารักษ์ ผู้ค้นพบที่จะชัชภูมิ

### ซิตตาโคซอร์ส

เป็นไดโนเสาร์กินพืชที่มีจงอยปากเหมือนนกแก้วมีชีวิตอยู่เมื่อ 144-165 ล้านปีที่ผ่านมามีตัวยาวประมาณ 2 เมตรมีเขาริเวณแก้มไว้ป้องกันศัตรู เดินด้วย 2 ขา จัดว่าเป็นบรรพบุรุษของไดโนเสาร์หัวเกราะทั้งหลาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### ชีวิตใต้น้ำ

#### 3.1 อาณาจักรสัตว์ในทะเล

สิ่งมีชีวิตในทะเลหรือในมหาสมุทรสามารถแบ่งเป็นอาณาจักรได้อย่างชัดเจน แต่ละอาณาจักรมีกลุ่มสัตว์ของตนซึ่งต่างก็กินกันเป็นอาหารหรืออาจกินสัตว์อื่น ๆ ส่วนทะเลตอนแรก ซึ่งเป็นบริเวณแผ่นดิน และทะเลจรดกัน เรียกว่า เขตน้ำขึ้นน้ำลง ต่อมาเป็นเขตน้ำตื้นที่อยู่รอบทวีป เรียกว่า ไหล่ทวีป มีความลึกประมาณ 500 ฟุต ในสองเขตนี้จะมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มาก ต่อจากไหล่ทวีปเป็นส่วนของมหาสมุทรลึก ซึ่งแบ่งเป็นสองเขตคือ เขตที่ได้รับแสงสว่างบ้างและเขตที่ได้รับแสงสว่างบ้างและเขตที่มืดสนิทในบริเวณที่มีน้ำในแสงสว่างสามารถส่องลงไปจนถึงระดับความลึก 1,000 ฟุต โดยปกติแล้วเขตที่แสงสว่างส่องถึงจะประมาณ 600 ฟุต ถ้าต่ำกว่าระดับนี้แล้ว จะได้รับแสงสว่างเพียงเล็กน้อยเพื่อให้พืชในทะเลเติบโต ซึ่งพืชเหล่านี้ ได้แก่ พืชเซลล์เดียว แสงแดด พืชเหล่านี้จะกลายเป็นแหล่งอาหารที่ใหญ่ที่สุดสำหรับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในมหาสมุทร

การจำแนก และการศึกษาสัตว์ที่มีชีวิตที่ทุกรูปแบบ ซึ่งอาศัยอยู่บนโลกหรือได้ อาศัยอยู่มานานแล้ว โดยจำแนกตามลักษณะโครงสร้างพื้นฐานเป็นกลุ่มต่างๆ ที่เรียกว่า ไฟลัม สัตว์บางชนิดในไฟลัมหนึ่ง อาจมีวิวัฒนาการที่แตกต่างจากชนิดอื่นๆ ในไฟลัมเดียวกัน จึงเป็นการยากที่จะเข้าใจได้ว่ามันเกี่ยวข้องกัน

การแบ่งกลุ่มตามไฟลัมของสัตว์ในทะเล

#### 1. ไฟลัม แอนเนลิดา (ANNELIDA)

พวกหนอนมีปล้อง

ในไฟลัมของสัตว์เกือบครึ่ง เป็นจำพวกหนอน และไฟลัมของหนอนในทะเลที่สำคัญเป็นพวกแอนเนลิด ซึ่งมีลักษณะรูปร่างเป็นท่อนกลวง ประกอบด้วยปล้องขนาดเล็ก แอนเนลิดหลายพันธุ์ อาศัยอยู่ในมหาสมุทรเกือบทุกเขตตั้งแต่ชายหาดไปจนถึงท้องทะเลลึก

#### 2. ไฟลัม พอริเฟอรา (PORIFERA)

พวกฟองน้ำ

ฟองน้ำเป็นสัตว์ที่เคลื่อนไหวอย่างช้าๆ โครงร่างของฟองน้ำประกอบด้วยรูขนาดเล็กที่เชื่อมต่อกันได้ ภายในช่องทางเหล่านี้มีเส้นพัดโบกให้กระแสน้ำผ่านเข้าตัว เวลาที่น้ำผ่านเข้าจะเปิดช่องขนาดเล็ก ฟองน้ำผ่านออกจะเปิดช่องขนาดใหญ่ ฟองน้ำมีวิธีการกินอาหารแบบกรองเอาอาหารเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ไฟลัม ซีเลนเตอรตา (COELENTERATA)

ดอกไม้ทะเล ปะการัง และแมงกะพรุน

ไฟลัมของสัตว์ที่มีรูปร่างมากแบบกว่าซีเลนเตอรตามีไม่กี่ไฟลัมซึ่งในไฟลัมนี้ได้แก่ พวก แมงกะพรุน ปะการัง และดอกไม้ทะเล รูปร่างของพวกนี้จะสร้างขึ้นล้อมรอบท่อกวาง โดยมีหนวดอยู่รอบ ๆ ปากช่องว่างกลางลำตัวเรียกว่า “ซีเลนเตอรอน”

### 4. ไฟลัม อาร์โทรโปดา (ARTHROPODA)

ปู กุ้ง และ เพรียง

สีในห้าของสัตว์ทั้งหลายเป็นพวกอาร์โทรพอดซึ่งอาศัยอยู่ในทะเลมากกว่า 35,000 ชนิด พวกนี้มีเปลือกหุ้มร่างกายเมื่อเติบโตโตก็จะลอกคราบออกลำตัว แบ่งเป็นปล้อง

### 5. ไฟลัม มอลลัสกา (MOLLUSCA)

หอยกาบ หอยนางรม ปลาหมึก

ในไฟลัมนี้จะมีลักษณะของลำตัวที่นิ่มอยู่ภายในเปลือกแข็งสัตว์ประเภทนี้มีเท้าที่เป็นกล้ามเนื้อใช้สำหรับเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ แต่สำหรับปลาหมึกสายที่มีหนวดแปดสายเป็นเท้า

### 6. ไฟลัม เอไคโนเดิร์มาตา (ECHINODERMATA)

ปลาดาว และเม่นทะเล

สัตว์ในไฟลัมนี้ได้แก่ปลาดาวและเม่นทะเลซึ่งลักษณะของโครงสร้างคล้ายซึ่งลอร์ดจะมีโครงร่างภายในแข็งเป็นหินปูนชิ้นเล็ก ๆ ติดอยู่ที่ผิวจึงเรียกว่า “เอไคโนเดิร์ม” (ผิวผนังที่เป็นหนาม)

### 7. ไฟลัม คอร์ดาคตา (CHORDATA)

ปลา และสัตว์น้ำที่เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

พอก คอร์ดาคตาเป็นกลุ่มที่ครองทะเล มีลักษณะต่างจากสัตว์อื่น ๆ ตรงที่มีโครงสร้างเป็นแกนอยู่ในร่างกาย สำหรับสัตว์โบราณนั้นอาจเป็นเพียงท่อนกลมหุ้มด้วยเนื้อเยื่อที่ยืดหยุ่นได้ ส่วนพวกปลาจะเป็นกระดูกที่ตัวเชื่อมกันเรียกว่ากระดูกสันหลังซึ่งจะมีกล้ามเนื้ออันแข็งแรงมายึดติดควบคุมโดยระบบประสาทอันซับซ้อนทำให้เกิดพลังงัด จึงทำให้พวกคอร์ดาคตาเป็นเจ้าทะเล

อาณาจักรสัตว์ในทะเล



มอลลัสกา (MOLLUSCA)



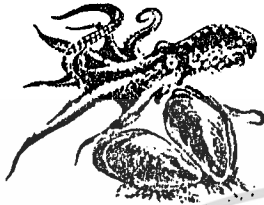
บราซิโอโปลา

(BRACHIOPODA)

เอ็คโตพรอกตา (ECTPROCTA)

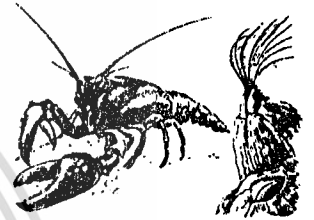


คอรีดาดา (CHORDATA)



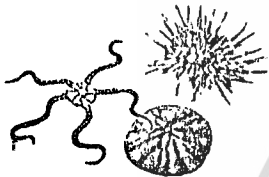
อาร์โธรโปลา

(ARTHOPODA)



แอนนิลิดา

(ANNELIDA)



เอ็คไคโนเดอรมาตา

(ECHINODERMATA)



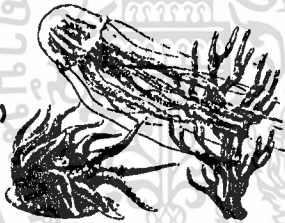
ซีเลนเตอราตา

(COELENTERATA)



แอสเชลมินธิส

(ASCHELMINTHES)



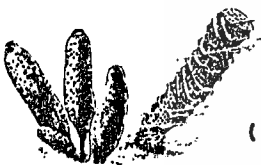
พอริเฟอรา

(PORIFERA)



พลาทีเฮลมินธิส

(PLATYHELMINTHES)



โปรโตซัว

(PROTOZOA)

ทะเลเป็นแหล่งที่สิ่งมีชีวิตกำเนิดมาเป็นครั้งแรก และเกี่ยวข้องกับกลุ่มของสัตว์ที่สำคัญ ตั้งแต่โปรโตซัวจนถึงสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

สัตว์ที่มีชีวิตอยู่อาจแบ่งเป็นกลุ่มได้ 26 ไฟลัม และปรากฏว่าสมาชิกทั้งหลายของไฟลัมที่สำคัญเกิดขึ้นในทะเล จากภาพข้างบนที่แสดงไว้ 12 ไฟลัม ใน 11 ไฟลัมมีความสำคัญมากที่สุด ไฟลัมที่ 12 เป็นพวกโปรโตซัว สัตว์เซลล์เดียวที่ยังล้าหลัง ซึ่งเป็นการสนับสนุนความเชื่อที่ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหลายเริ่มจากทะเล เนื่องจากมีโปรโตซัวบางชนิดที่มีลักษณะคล้ายพืชบางชนิดซึ่งกินอาหารคล้าย

เอกสสัตว์ เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 ชีวิตใต้ทะเลลึก

ทะเลลึกเป็นสภาพการดำรงชีวิตใต้ท้องทะเลซึ่งมีทั้งส่วนที่แสงแดดส่องถึงและส่องไม่ถึง ในสภาพท้องทะเลลึกจะมีอาหารเพียงเล็กน้อย วิธีชีวิตบริเวณใต้ทะเลลึกจะเชิงซ้อนมากกว่าบริเวณพื้นผิว ในส่วนบริเวณร่องลึกบาดาล ซึ่งมีความลึก 27,400 ฟุต จะเป็นระดับลึกที่สุดที่พบปลา และจะมีเพียงสัตว์ที่คล้ายปลาดาวหนอน และสัตว์จำพวกเปลือกแข็งอาศัยอยู่เท่านั้น ปลาที่พบในทะเลลึก (ส่วนใหญ่เป็นปลาที่ใช้ชื่อทางวิทยาศาสตร์)

1. ปลาสเตอร์นอยทิกซ์ ไดอาฟานา ขนาด 2 นิ้ว
2. ปลาไคเรมีส อาร์เจนทอัส ขนาด 2 นิ้ว
3. ตัวอ่อนของปลาไหลทะเล ขนาด 4 นิ้ว
4. ปลาแฮกเซต ขนาด 1 นิ้ว
5. ปลาแลมโปรทอกซัส ขนาด 8 นิ้ว
6. ปลาพลาคิเบอร์ก ขนาด 3 นิ้ว
7. ปลาหอนไก่ ขนาด 15 ฟุต
8. ปลางูพิษ ขนาด 12 นิ้ว
9. กุ้งทะเลลึก ขนาด 4 นิ้ว
10. ปลาโคมไฟ ขนาด 3 นิ้ว
11. ปลาไหลปากนก ขนาด 2 ฟุต
12. ปลาซิเอสโมควอน นิเกอร์ ขนาด 2 นิ้ว
13. ปลาโอปิสพรวกตัส โซลิอาคัส ขนาด 1 นิ้ว
14. ปลาเมลาโนซิตัส จอห์นสันนี ขนาด 2 นิ้ว

### 3.3 ชีวิตในแนวปะการัง

ลึกลงไปใต้น้ำแห่งท้องทะเลแถบเขตร้อนของโลกนั้นธรรมชาติได้สร้างสายใยแห่งชีวิตที่เป็นที่พึ่งพาระหว่างกันของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ชีวิตเล็ก ๆ ไปจนถึงชีวิตที่ใหญ่ที่สุดของท้องทะเลชั้นไว้ในลักษณะหนึ่ง ณ บริเวณที่เรียกว่า แนวปะการัง

แนวปะการังเป็นสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในทะเลเนื่องจากธรรมชาติได้สร้างโครงสร้างที่เป็นหินปูนห่อหุ้มตัวอันอ่อนนุ่มของปะการังไว้อีกชั้นหนึ่ง ซึ่งโครงสร้างที่เป็นหินปูนนี้เกิดจากชีวิตเล็กๆ ของปะการังได้สร้างขึ้นมาและแผ่ขยายออกไปเป็นกิ่งก้านสาขาด้วยรูปทรงแปลกๆ ต่างๆ กันให้เป็นแนวปะการังอยู่ใต้ท้องทะเล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุมชนของสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังมีก๊าซในโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สำคัญก๊าซในโตรเจนในแนวปะการังนั้นส่วนหนึ่งผลิตขึ้นโดยสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ซึ่งทำหน้าที่ผลิตก๊าซในโตรเจนและความอุดมสมบูรณ์ให้ชุมชนของสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง

ระบบการสร้างและถ่ายทอดอาหารในแนวปะการังเริ่มจากมวลชีวิตเล็กๆ ได้แก่ สาหร่าย และแพลงตอนเป็นผู้สร้างธาตุอาหารจากพลังงานแสงอาทิตย์และจากธาตุอาหารในน้ำทะเล แล้วสาหร่าย และ แพลงตอนก็จะเป็อาหารให้กับสัตว์ทะเล เล็ก ๆ ได้แก่ พวกหนอนทะเล ทากทะเล เม่นทะเล กุ้ง หอย และปลา จากนั้นสัตว์ทั้งหลายก็ไปเป็นอาหารให้กับสัตว์ที่ใหญ่กว่าขึ้นไป เช่น ปลาหมึก กุ้งมังกร และปลาขนาดใหญ่ ซึ่งธาตุอาหารก็จะถ่ายทอดไปถึงผู้บริโภคขั้นสุดท้าย

### สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแนวปะการัง

1. สาหร่ายเซลล์เดียว มีความสำคัญต่อชีวิตในแนวปะการังอื่นๆ เพราะทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตเบื้องต้นด้วยการสังเคราะห์แสงจากพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อผลิตธาตุอาหารขั้นต้นในระบบนิเวศน์ของปะการังจากนั้น สาหร่ายก็จะเป็นอาหารแก่สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ได้แก่ ตัวปะการัง และแพลงตอน

2. หญ้าทะเล เจริญเติบโตได้ดีในแนวปะการังที่ราบเรียบ และบริเวณชายฝั่งทะเล ส่วนรากของหญ้าทะเลเกาะยึดตะกอนหน้าดินเข้าด้วยกัน จึงช่วยในการป้องกันการกัดเซาะหน้าดิน และเป็นผู้ผลิตอาหารเบื้องต้นจากพลังงานแสงอาทิตย์แล้วเป็นอาหารให้กับเต่าทะเลและปลาบางชนิด

3. ฟองน้ำ เป็นสัตว์เ้าหลายเซลล์ มีขนาดต่างๆกัน ทั้งลักษณะและรูปร่างสีสัน บางชนิดเป็นรูปถ้วยบางชนิดเป็นก้อน บางชนิดเป็นแผ่นบางๆ และบางชนิดมีสีสันสดสวย งดงามมาก ฟองน้ำทำหน้าที่ผลิตสารที่มีคุณค่าให้แก่เพรียง หญ้าทะเล และสัตว์น้ำอื่นและฟองน้ำบางชนิดยังเป็นอาหารของมนุษย์ด้วย

4. ปะการังอ่อน ปะการังชนิดนี้ไม่สร้างโครงหินปูนห่อหุ้มตัว แต่จะสร้างโครงหินปูนภายในตัวของมันเองที่สามารถสลายตัวไปไปตามกระแสก็ได้ จึงเรียกว่าปะการังอ่อน โครงสร้างแข็งแรงภายในตัวปะการัง ชนิดอ่อนนี้ มีลักษณะเป็นแท่งเรียวยเหมือนเขาสัตว์ ซึ่งสามารถโค้งงอได้ ปะการังอ่อนนี้มีสีส้มหลากหลายสวยงามที่เติบโตทั้งเป็นต้นเป็นกอและเป็นแผ่น

5. กัลปังหา เป็นปะการังที่มีหลายสี รูปทรงของกัลปังหาเรียวยาว และมีกิ่งก้านสาขาแผ่คล้ายต้นไม้กิ่งก้านหนึ่ง ๆ ของกัลปังหาอาจมีความยาวตั้งแต่ 2-3 นิ้ว ไปจนถึงความยาวเป็นเมตรกัลปังหาแต่ละกิ่งก้านนั้นเกิดจากการสร้างของปะการังที่อาศัยอยู่โดยรอบแทนที่มันสร้างขึ้น

6. ดอกไม้ทะเล เป็นสัตว์กลุ่มเดียวกับปะการังมีรูปร่างทรงกระบอกเช่นเดียวกัน ด้านล่างเป็นฐานยึดติดกับก้อนหิน มีหนวดอยู่ด้านบน มีปากที่แผ่บานออกคล้ายดอกไม้ ที่หนวดมีเข็มพิษสำหรับจับปลาเล็ก ๆ กินเป็นอาหาร สีสันของดอกไม้ทะเลมีตั้งแต่ ม่วง ชมพู เขียว น้ำเงิน แต่แม้ดอกไม้ทะเลจะมีหนวดที่มีเข็มพิษคอยทำร้ายปลาเล็ก ๆ แต่ก็มีปลาชนิดหนึ่งที่อาศัยอยู่ได้ในตงดอกไม้ทะเล เรียกว่า ปลาการ์ตูน ซึ่งนอกจากจะมีสีสวยงามแล้ว ยังมีเมือกกันพิษจากดอกไม้ทะเลหุ้มตัวมันอยู่ ทำให้มันไม่ได้รับอันตรายจากดอกไม้ทะเล

7. หนอนทะเล มีหนอนทะเลหลายชนิดอาศัยอยู่ในแนวปะการัง บางชนิดมีขนาดเล็ก อาศัยอยู่ในรอยแตกหรือซอกของหิน และแนวปะการังมีรูปร่างสีสันสวยงามมาก หนอนทะเลเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการแตกสลายของปะการัง โดยการจุดโพรงเป็นที่อยู่อาศัยเศษหินที่จุดออกมา ก็จะกลายเป็นเศษหินหรือทราย

#### 8. สัตว์อื่นๆ ที่อาศัยในแนวปะการัง

8.1 หอย มีหอยมากมายหลายชนิดที่อาศัยอยู่ในแนวปะการัง ได้แก่ หอยเบี้ย หอยสังข์ หอยนางรม หอยมือเสือ หอยเต้าปูง และหอยสังข์แตร หอยสังข์แตรนี้มีความสำคัญต่อปะการังสูงมาก เพราะหอยสังข์แตรจะเป็นหอยที่กินปลาตัวมวงกฏหนาม ซึ่งเป็นศัตรูของปะการัง

8.2 หมึกทะเล เป็นหอยชนิดที่ไม่มีเปลือกมีลำตัวอ่อนนุ่ม มีหนวดสำหรับจับเหยื่อ ได้แก่ กุ้ง ปู ปลา เป็นอาหาร หมึกทะเลจะพ่นหมึกสีดำจากตัวในเวลาที่จะหนีศัตรูหมึกทะเลมี 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ หมึกยักษ์ และหมึกธรรมดา ซึ่งได้แก่ หมึกกล้วย หมึกกระดอง

8.3 กุ้งและปู กุ้งและปู ที่จะอาศัยอยู่ในแนวปะการังมีอยู่มากมายหลายชนิด เช่น

- ปูปะการัง มีกระดองกว้างถึง 6 นิ้ว กระดองมีสีแดง สลับเหลืองอ่อนและสีขาว ปูปะการังเป็นปูที่มีก้ามแข็งแรงมาก ซึ่งก้ามนี้คืออาวุธที่ปูปะการังใช้ในการจับเหยื่อ และฉีกก่อนกินเป็นอาหาร

- กุ้งพยาบาล มีสีของลำตัวเป็นสีแดงสลับขาว กินอาหารด้วยการกินตัวพยาธิที่เกาะอยู่ตามผิวหนังของปลาที่อาศัยอยู่ในแนวปะการัง จึงทำให้เรียกว่ากุ้งพยาบาล

- **กุ้งมังกร** เป็นกุ้งขนาดใหญ่ ที่มีความยาวถึง 2 ฟุต และมีน้ำหนักในขนาดที่โตเต็มที่เกือบถึง 12 กิโลกรัมตัวของกุ้งมังกรมีสีน้ำเงิน หัวใหญ่ มีหนาม และมีหนวดอยู่ 2 เส้น หนวดมีความยาวมากกุ้งมังกรกินหนอนทะเล ทากทะเล และปูเป็นอาหาร ปัจจุบันกุ้งมังกร เป็นที่นิยมบริโภค กุ้งมังกรตัวหนึ่ง ๆ จึงถูกจับขึ้นมาจากท้องทะเลด้วยน้ำหนักเพียง 1-2 กิโลกรัม ทำให้กุ้งมังกรค่อย ๆ สูญพันธุ์ไปจากทะเลอย่างรวดเร็ว

**8.4 ปลาต่างๆ** ปลาที่อาศัยอยู่ในแนวปะการังมีทั้งปลาที่เป็นอาหารและปลาประเภทสวยงาม ได้แก่ ปลาสิงโต ปลาหกแก้ว ปลาการ์ตูน และปลาผีเสื้อโดยเฉพาะปลากะรัง หรือปลาเก๋า ปลาชนิดนี้เมื่อโตเต็มที่จะมีลำตัวใหญ่มาก มีความยาวถึง 2 เมตร

ปลานกแก้ว นอกจากจะเก็บปลาสวยงามแล้วมันยังมีปากและขากรรไกรที่แข็งแรงคล้ายนกแก้วมีฟันหลายแถว กินสาหร่ายและปะการังเป็นอาหารปะการังที่มันกินนั้นปลานกแก้วจะกัดทั้งก้อนปะการังและจะย่อยเฉพาะตัวปะการัง ส่วนโครงแข็งของปะการัง นั้น มันจะขับถ่ายคายออกมาเป็นเศษละเอียดให้กลายเป็นเม็ดทรายละเอียด

**8.5 สัตว์ที่มีผิวหนังเป็นปุ่ม** ที่อาศัยทั่วไปในแนวปะการังได้แก่ ปลิงทะเล หอยเม่น และ ดาวทะเล

**หอยเม่น** มีหลายชนิด ลักษณะโดยทั่วไปนั้นมีรูปร่างกลม มีหนามที่ผิวหนังบางชนิดหนามสั้นบางชนิดหนามยาว หอยเม่นมีพบบ่อยทั่วไป จะมีสีดำหนามเปราะแตกได้ง่าย แต่หอยเม่นที่อาศัยอยู่ในแนวปะการังนั้นมีทั้งชนิดหนามสั้น หนามยาว หนามแหลม หนามทุ่ และหอยเม่นที่เป็นที่นิยมเก็บมาทำของที่ระลึก ได้แก่ หอยเม่นหนามสั้น และหอยเม่นดินสอ

**ดาวทะเล** มีหลายชนิด หลายสี มีรูปร่างที่แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนลำตัว และส่วนแขนที่แยกออกไปเป็นแฉกคล้ายรัศมีดาว ดาวทะเล ส่วนใหญ่มีรัศมี 5 แฉก บางชนิดอาจมีมากกว่านั้น ดาวทะเลส่วนใหญ่กินหอยเป็นอาหาร แต่มีดาวทะเลชนิดหนึ่งที่กินปะการังเป็นอาหารเรียกว่าดาวมงกุฎหนาม

**ดาวมงกุฎหนาม** หรือที่เรียกว่าปลาดาวหนามนั้นมีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Crown of Thorns Starfish เป็นสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง รูปร่างมีลักษณะเป็นแฉกคล้ายดาว และมีหนามอยู่บนผิวหนังรอบตัว บริเวณใต้แขนที่เป็นแฉกแต่ละแขนจะมีขาเป็นหลอดสั้นเรียงกันเป็นแถว สำหรับใช้จับอาหาร และเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่นี้ของดาวมงกุฎหนามเป็นไปอย่างเชื่องช้า แต่มันมีความสามารถเคลื่อนที่ได้ทุกแนวระดับตามพื้นที่ท้องทะเล ดาวมงกุฎหนามจะกินเนื้อเยื่อของปะการังเป็นอาหาร โดยจะใช้ส่วนของกระเพาะออกมาอยู่บริเวณปาก แล้วปล่อยน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย่อยเพื่อย่อยเนื้อเยื่อของปะการังปะการังที่ถูกกินจะปรากฏเป็นรอยหินปูนสีขาว ต่อมาซากหินปูนนี้ จะถูกปกคลุมด้วยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และโครงหินปูนก็จะผุร่อนแตกหักไปในที่สุด

ปะการังที่ถูกดาวมงกุฎหนามกินมากที่สุด ได้แก่ปะการังเขากวาง และปะการังเห็ด และปะการังที่ไม่ถูกดาวมงกุฎหนามกินเลย ก็คือ ปะการังสีน้ำเงิน

ปลาทุกชนิดในแนวปะการังต่างเป็นส่วนหนึ่งของมันและกันในระบบสายใยของ อาหารที่มีความสมดุลย์ในความสัมพันธ์ของผู้ล่าและผู้ถูกล่า ปลาบางชนิด เช่น ปลาผีเสื้อจะ เลือกกินเฉพาะในบริเวณแนวปะการัง ซึ่งอาจใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพความสมบูรณ์ของปะการังได้ โดยดูจากจำนวน และความหลากหลายของปลาประเภทนี้ หรือ ปลานกแก้ว ซึ่งจะกินหิน ปะการังและขับถ่ายเศษสีขาวออกมาให้กลายเป็นตะกอนทราย ในปีหนึ่งๆ ปลานกแก้วที่โตเต็มที่ จะสามารถสร้างทรายให้กับทะเลด้วยการกินและขับถ่ายกากสีขาวของปะการังให้เป็นทรายถึง 500 กิโลกรัม

### ประเภทของแนวปะการัง

แนวปะการังแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

#### 1. แนวปะการังบริเวณชายฝั่ง

เป็นแนวปะการังนำต้นอยู่ใกล้ชายฝั่ง พบเป็น 2 บริเวณ คือ

1.1 ปะการังแนวลาดชัน เป็นแนวปะการังที่อยู่ติดทะเลลึก เป็นบริเวณที่ ปะการังเติบโตได้ดีเพราะมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ทั้งระดับความลึกความเค็มและความใส ของน้ำทะเล

1.2 แนวปะการังพื้นราบ เป็นบริเวณแนวปะการังที่อยู่ติดกับชายฝั่ง เป็นบริเวณ ที่มีปะการังเติบโตอยู่ไม่กี่ชนิด เนื่องจากเป็นเขตน้ำตื้น เมื่อเวลาที่น้ำลงปะการังได้รับแสงแดด มากเกินไป และน้ำทะเลบางส่วนระเหยไป ทำให้ความเค็มของน้ำเพิ่มมากขึ้นขณะเดียวกันใน เวลาที่ฝนตก บริเวณนี้ก็จะเป็แหล่งรับน้ำที่ไหลลงมาจากชายฝั่ง ทำให้ความเค็มของน้ำเจือจาง ความไม่คงที่ของน้ำทะเลทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปะการัง

แนวปะการังบริเวณชายฝั่งมักจะพบในบริเวณรอบ ๆ เกาะ ซึ่งโดยทั่วไปการเกิด และเติบโตของแต่ละประเภทของแนวปะการังนั้น ต้องขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและ ระบบนิเวศน์ที่คล้ายกันซึ่งรวมถึงโครงสร้างทางภูมิศาสตร์นั้นคือ ชายหาดส่วนใหญ่ต้องเป็นหาดทราย ป่าชายเลนหน้าผาหินหรือแนวระยะทางระหว่างน้ำขึ้นน้ำลง โดยมีความลึกของน้ำ ประมาณ 1 เมตร หรือไม่ลึกกว่า ซึ่งตอนช่วงน้ำลดมากๆ จะเห็นปะการังได้ โดยเฉพาะในบริเวณที่ค่อยๆ ลาดชัน จะพบปะการังแผ่นแบนราบที่มีลักษณะคล้ายหิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวปะการังบริเวณชายฝั่งนี้ปกติจะเจริญเติบโตอยู่ในบริเวณเกาะขนาดเล็ก และเกาะขนาดกลางส่วนเกาะขนาดใหญ่ หรือพื้นที่ติดกับแผ่นดินนั้น ความเจริญเติบโตของแนวปะการังอาจถูกจำกัดจากน้ำที่ขุ่นและตะกอนดินจกบนบกที่ไหลลงสู่ทะเล

## 2. แนวปะการังแบบกำแพง

แนวปะการังแบบกำแพง มีลักษณะเช่นเดียวกับแนวปะการังบริเวณชายฝั่งต่างกันเพียงว่าแนวปะการังแบบกำแพงนี้จะอยู่ห่างจากชายฝั่งออกมามากกว่า และปกติจะมีร่องน้ำที่ลึกและกว้าง คั่นอยู่ระหว่างแนวปะการังแบบกำแพงกับบริเวณชายฝั่ง ในบริเวณที่เป็นร่องน้ำลึกน้ำก็เป็นที่ๆ มีปะการังเกิดเจริญเติบโตอยู่ด้วยและบริเวณร่องน้ำลึกนี้ ก็คือ บริเวณที่เรือเดินทะเลมักใช้เป็นที่ยอดเรือ เพราะเป็นที่ๆ คลื่นลมสงบเงียบ

## 3. แนวปะการังแบบเกาะ

เป็นแนวปะการังที่อยู่ในแนวหน้าทะเลลึกไกลออกจากฝั่ง บางครั้งมีลักษณะเป็นเกาะเล็กๆ ที่เกิดจากโครงสร้างหินปูนของปะการัง ปะการังแบบนี้ มีลักษณะเป็นรูวงกลมที่ตรงส่วนกลางของวงกลม จะมีทะเลสาบที่มีความลึก เกาะที่เกิดจากโครงสร้างหินปูนของปะการังประเภทนี้จะเป็นเกาะที่ชายหาด ทRAYที่สวยงามและขาวสะอาด เพราะเป็นทรายที่เกิดจากการสลายตัวของโครงสร้างหินปูนของปะการังโดยตรง

**แนวปะการังในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้**

แนวปะการังบริเวณชายฝั่ง เป็นแนวปะการังที่พบมากที่สุดในพื้นที่ทะเลแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งมีมากถึง 30% ของแนวปะการังประเภทนี้ของโลก

บริเวณที่พบทั่วไปก็คือ เกาะขนาดเล็กและขนาดกลาง ซึ่งกระจุกกระจายอยู่ในท้องทะเล

บริเวณเกาะในแถบชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย ส่วนใหญ่จะเป็นเกาะที่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดและเจริญเติบโตของปะการังส่วนบริเวณอ่าวไทยนั้นมิใช่ข้อจำกัดของการเจริญเติบโตของปะการังค่อนข้างสูง

ประเทศไทยเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีแนวปะการังมากที่สุด คือ ประเทศอินโดนีเซียเนื่องจากเป็นประเทศที่มีความยาวของแนวชายฝั่งทะเล รวมกันถึง 81,000 กิโลเมตร ปะการังส่วนใหญ่พบในบริเวณชายฝั่งทางใต้และหมู่เกาะทางตะวันออก

ประเทศฟิลิปปินส์ เป็นอีกประเทศหนึ่งที่มีความอุดมสมบูรณ์ของแนวปะการัง เนื่องจากมีชายฝั่งทะเลที่ยาวรวมกันถึง 18,000 กิโลเมตร และจะพบแนวปะการังทั่วไปตามแนวชายฝั่งของเกาะต่างๆ

### แนวปะการังที่พบในประเทศไทย

แนวปะการังที่พบในประเทศไทย มีดังนี้

#### 1. แนวปะการังบริเวณชายฝั่งตะวันตก (ฝั่งทะเลอันดามัน)

- 1.1 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบบริเวณอ่าวประจวบ อ่าวมะนาว เกาะจาน เกาะทะลุ
- 1.2 จังหวัดชุมพร พบบริเวณเกาะเต่า เกาะนางยวน และหมู่เกาะขนาดเล็ก
- 1.3 จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบบริเวณหมู่เกาะอ่างทอง เกาะพังัน เกาะสมุย

และเกาะแตน

#### 1.4 จังหวัด หมู่เกาะสุรินทร์ เกาะตาชัย และหมู่เกาะสิมิลัน

1.5 จังหวัดภูเก็ต พบแนวปะการังทางด้านฝั่งตะวันตกของเกาะ ได้แก่ หาดในยาง อ่าวบางเทาหาดกมลา อ่าวป่าตองหาดกะตะ-กะรน หาดในหาดเกาะไม้ท่อน เกาะราชา ฯลฯ

1.6 จังหวัดกระบี่ พบบริเวณหาดนพรัตน์ธารา หมู่เกาะไผ่ หมู่เกาะพีพี เกาะด้านนอก เกาะด้านขวาน เกาะไผ่ เกาะยุง เกาะห้อง เกาะห้อง เกาะแดง เกาะปอดะ

1.7 จังหวัดสตูล หมู่เกาะตะรุเตา เกาะกลาง เกาะไข่ เกาะอาดัง เกาะราวี เกาะหลีเป๊ะ เกาะมาดอง ฯลฯ

#### 2. แนวปะการังบริเวณชายฝั่งตะวันออก (อ่าวไทย)

2.1 จังหวัดชลบุรี พบบริเวณ เกาะครก เกาะสาก เกาะล้าน เกาะแรก เกาะคราม ฯลฯ

2.2 จังหวัดระยอง พบบริเวณ เกาะเสม็ด

2.3 จังหวัดตราด หมู่เกาะช้าง เกาะกูด

### คุณค่าของแนวปะการัง

1. แนวปะการังบริเวณชายฝั่งและแนวปะการังแบบกำแพง จะทำหน้าที่ป้องกันชายฝั่งจากการกัดเซาะของคลื่น และกระแสน้ำโดยตรง ในบริเวณชายฝั่งที่แนวปะการังถูกทำลายไปแล้วนั้น ในเวลาที่เกิดคลื่นลมทะเลในฤดูมรสุม ชายฝั่งทะเลจะถูกทำลายอย่างรุนแรงเสมอทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แนวปะการังกำเนิดทรายให้กับชายหาดโดยเกิดจากการสึกกร่อนของโครงสร้างหินปูน การกัดกร่อนโดยสัตว์ทะเลบางชนิด และโดยกระแสคลื่นซึ่งทำให้หินปูนปะการังแตกย่อยละเอียดเป็นเม็ดทรายที่ชาวสะอาดได้มีการประมาณว่าแร่ธาตุแคลเซียมคาร์บอเนตที่ทับถมในมหาสมุทรนั้น 50 เปอร์เซ็นต์เกิดจากแนวปะการัง

3. แนวปะการังเป็นแหล่งอาหารของมนุษย์จากสถิติพบว่า การประมงในแนวปะการังให้ผลผลิตประมาณ ปีละ 9-12 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตการประมงทั่วโลก ซึ่งเท่ากับประมาณ 7 แสน ล้าน กิโลกรัม นอกจากนี้ยังมีสัตว์ที่อาศัยอยู่เฉพาะในแนวปะการังที่เป็นอาหารอีกมากมาย เช่น เต่าทะเลและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ได้แก่ ปลาหมึก หอย กุ้ง แมงกระพุน และปลิงทะเล เป็นต้น

4. แนวปะการังเป็นแหล่งที่มาของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง เช่น ประเทศอินโดนีเซีย ใช้ปูนขาวที่ทำจากแนวปะการัง ประเทศฟิลิปปินส์ใช้กระเบื้องที่ทำจากปะการังและใช้ทรายที่ได้จากแนวปะการังในการก่อสร้าง

5. สิ่งมีชีวิตหลายชนิดในแนวปะการังได้ผลิตสารบางอย่างที่เป็นพิษเพื่อป้องกันตัวเอง ซึ่งสารดังกล่าวสามารถนำมาสกัดใช้ทำยา เช่น ยาต่อต้านโรคมะเร็ง ยาต่อต้านจุลชีพ และน้ำยาป้องกันการตกผลึกและแข็งตัว เช่น Sea hare และ Sea Fan เป็นต้น

6. แนวปะการังเป็นเหมือนห้องทดลองของวิชานิเวศน์วิทยา ในช่วงเวลา 15 ปี ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับระบบนิเวศน์ในแนวปะการังเพิ่มขึ้นอย่างมาก และเป็นแหล่งที่คงต้องใช้เวลาในการศึกษาที่ไม่มีวันหมดสิ้น

7. แนวปะการัง เป็นแหล่งท่องเที่ยวได้ทะเลเนื่องจากความสวยงาม ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตน้ำที่ใสสะอาด และสิ่งประกอบต่างๆอีกมากมาย ในบริเวณแนวปะการัง ทำให้แนวปะการังกลายเป็นแหล่งนันทนาการในท้องถิ่นต่อนักท่องเที่ยวต่างชาติ ปะการังจึงเป็นทรัพยากรที่มีค่าต่ออุตสาหกรรมท่องเที่ยวการดำน้ำ การถ่ายภาพใต้น้ำ

8. ปะการังเป็นสินค้า มีกิจการส่งออกสินค้าปะการัง, เปลือกหอย, กระจดงเต่า และปลาสวยงามซึ่งกลายเป็นอุตสาหกรรมหลักในการผลิตเครื่องประดับที่นิยมไปทั่วโลก เช่นมีการส่งปลาสวยงาม เข้าประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี 1970 มีมูลค่าถึง 24-40 ล้านเหรียญสหรัฐ ประเทศฟิลิปปินส์ได้ส่งปะการังเป็นสินค้าออกถึง 7,000 ตัน เปลือกหอยสวยงาม อีก 4,000 ตันในปี 1974 แต่ก็ได้มีการลดปริมาณลง เนื่องจากได้มีข้อกำหนดห้ามการส่งออกปะการังและเต่าทะเลอย่างเด็ดขาด แต่ก็ยังมีการลักลอบส่งออกอยู่อีกมากมาย

## บทที่ 4

### ชีวิตบนบก

จากลักษณะของภูมิประเทศ และสภาพภูมิอากาศรวมทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ บางอย่างเป็นสิ่งที่กำหนดให้พืชและสัตว์ในพื้นที่นั้น ๆ มีลักษณะของการอยู่อาศัย ซึ่งเรียกว่า ถิ่นอาศัยที่แตกต่างกันซึ่งการอาศัยนี้มีทั้งถิ่นอาศัยที่มีขนาดใหญ่และย่อยแตกต่างกันออกไป สำหรับในประเทศไทยเราอาจแบ่งถิ่นอาศัย ขนาดใหญ่ที่สำคัญและแตกต่างกันตามสภาพได้คือ

1. สิ่งมีชีวิตในเขตป่าดงดิบ
2. สิ่งมีชีวิตในป่าแดงหรือป่าเต็งรัง
3. สิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน

ลักษณะของป่าในประเทศไทยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ป่าประเภทที่ไม่ผลัดใบ (Evergreen Forest)
2. ป่าประเภทที่ผลัดใบ (Deciduous Forest)

#### ป่าประเภทที่ไม่ผลัดใบ (Evergreen Forest)

ป่าประเภทนี้มีต้นไม้ที่มีใบสีเขียว ชุ่มตลอดปี ไม่มีระยะเวลาผลัดใบที่แน่นอน เมื่อใบไม้แก่ร่วงหล่นไปใบใหม่ก็ผลิแตกออกมาแทนที่อยู่เรื่อย ๆ ป่าประเภทนี้มีอยู่ทั่วไปในประเทศไทย ซึ่งอาจแยกออกได้ตามลักษณะเด่นของป่าได้เป็น 4 ชนิดคือ

- 1.1 ป่าดงดิบหรือป่าดิบชื้น (Tropical Rain Forest หรือ Tropical Evergreen Forest)
- 1.2 ป่าดงดิบเขา (Hill Evergreen Forest)
- 1.3 ป่าสน หรือ ป่าสนเขา (Coniferous Forest)
- 1.4 ป่าชายเลน หรือ ป่าเลนน้ำเค็ม หรือป่าโกงกาง (Mangrove Forest)

#### ป่าประเภทที่ผลัดใบ (Deciduous Forest)

ป่าประเภทนี้คือป่าที่ต้นไม้ส่วนใหญ่ที่ขึ้นอยู่ทั่วไปไม้ร่วงหล่นลงหมดในฤดูแล้ง เหลือแต่กิ่ง พอลงฤดูฝนจึงเริ่มผลิใบใหม่ออกมา

อาจแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

- 2.1 ป่าเบญจพรรณ หรือป่าผสมผลัดใบ (Mixed Deciduous Forest)

## 2.2 ป่าแพะหรือป่าแดงหรือป่าโคก (Dry Deciduous Dipterocarp Forest)

### ชีวิตในป่าดงดิบหรือป่าดิบชื้น (Tropical Evergreen Forest)

ป่าดงดิบมีอยู่ทั่วไปในทุกภาคของประเทศ แต่มีมากที่สุด ในเขตภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในเขตจังหวัด ระยอง จันทบุรี และตราด เพราะบริเวณดังกล่าวจะมีฝนตกชุกและชุ่มชื้น ในท้องที่ภาคอื่นป่าดงดิบมักกระจายอยู่ตามบริเวณที่มีดินฟ้าอากาศชุ่มชื้นมากๆ เช่น ตามหุบเขา ริมแม่น้ำ ลำธาร ห้วย แหล่งน้ำและบนภูเขา

ลักษณะของป่าดงดิบโดยทั่วไป มักเป็นป่ารกทึบ มองดูเขียวชอุ่มตลอดปีมีพันธุ์ไม้หลายชนิดขึ้นเบียดเสียดกันอยู่ ทั้งขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ซึ่งล้วนแต่เป็นชนิดที่ไม่ผลัดใบทั้งสิ้น ป่าดงดิบในท้องที่บางแห่ง เช่นในแถบภาคเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือมีความชุ่มชื้นน้อยกว่าที่อื่น ชนิดพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่จึงแตกต่างกันไปบ้างเล็กน้อยและป่ามีลักษณะโปร่งขึ้น เรียกกันว่า ป่าดงดิบแล้ง

ชนิดพันธุ์ไม้ที่สำคัญในป่าดงดิบ ได้แก่ ยาง ตะเคียน กะบาก เตียม จำปา หลุมพอ มะม่วงป่า มะยมป่า ฯลฯ

นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ไม้ขนาดเล็ก ปะปนอยู่เช่น ไม้บง ไม้หก ระกำ กระวาน ซึ่งไม้เหล่านี้เรียกว่าไม้พื้นล่าง

สิ่งมีชีวิตและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในป่าดงดิบ มีอยู่ด้วยกันหลากหลายชนิด เช่น เสือชนิดต่างๆ ซึ่งชอบอาศัยอยู่ตามถ้ำและซอกหินในป่าเขตร้อน รวมทั้งกระทิง หมู ซึ่งสัตว์ในตระกูลสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมนี้เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในป่าดงดิบนี้เป็นกลุ่มใหญ่ นอกจากนี้ในเขตป่าดงดิบจะพบกลุ่มสัตว์เลื้อยคลานที่อาศัยในเขตป่าดงดิบ สัตว์ปีกที่อาศัยในเขตป่าดิบจะพบนกจำพวกกินแมลง ผลไม้ ชนิดต่างๆ เช่น นกกระเดื่อง นกเงือก ซึ่งระบบนิเวศของการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตต่างๆ มีความสมบูรณ์และมีสถานที่ต้องพึ่งพาอาศัยกัน

### ชีวิตในป่าแดง หรือ ป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarpus Forest)

ป่าชนิดนี้มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปหลายชื่อตามความนิยมของแต่ละท้องถิ่น เป็นต้นว่าป่าแดงป่าแพะป่าโคกหรือป่าเต็งรังลักษณะทั่วไปเป็นป่าโปร่งมีต้นไม้ขนาดใหญ่ขนาดกลาง และขนาดเล็กปะปนอยู่มีสภาพไม่ค่อนข้างแน่นทึบ ตามพื้นป่ามักจะมีจุดและหญ้าเฟี้ยกซึ่งเป็นไม้ไผ่ขนาดเล็กขึ้นอยู่ทั่วไป พื้นที่แห้งแล้งดินร่วนปนทรายหรือกรวดลูกรังความสมบูรณ์น้อย ต้นไม้แทนทั้งหมดผลัดใบและมักเกิดไฟป่าไหม้ลูกกลามทุกปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป่าแดงมีอยู่ทั่วไป ทั้งในที่ราบ และที่ภูเขา ในภาคเหนือส่วนบนขึ้นอยู่บนที่เขาส่งมี ดินคั่นและแห้งแล้งมาก ต้นไม้ที่ขึ้นอยู่จึงไม่ค่อยเติบโตและมีขนาดเล็กแคระแกร็น ป่าจึงมี ลักษณะโปร่งมาก ถ้าหากดินดีและมีความชุ่มชื้นอยู่บ้าง ต้นไม้ก็มีขนาดใหญ่ในภาคตะวันออก เฉียงเหนือมีป่าแดงอยู่มากที่สุด และมักขึ้นอยู่บนเนินเขาหรือที่ราบดินทราย ลักษณะป่าจึงแน่น ทึบและสมบูรณ์กว่า ป่าแดงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางแห่งมีลักษณะค่อนข้างโปร่งป่า เบญจพรรณมาก

ชนิดพันธุ์ไม้ที่สำคัญในป่าแดง ได้แก่ เต็ง รัง เหียง พลวง กรวด พะยอม มะคาแต้ ประดู่แดง สมอไทย ส่วนไม้พื้นล่างที่พบมากได้แก่ มะพร้าวเต่า หญ้าเพ็ก ใจด นอกจากพันธุ์ไม้ ชนิดต่างๆ แล้วจะพบสัตว์ที่กินพืชสีเขียวลูกไม้ ในเขตป่าชนิดนี้ ได้แก่ พวกแก้ง กวาง กระเจง เนื้อทราย ละอง ละมั่ง ซึ่งสัตว์ประเภทนี้จะอาศัยอยู่หาอาหารซึ่งสัตว์ประเภทนี้อาศัยอยู่หาอาหาร ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของสิ่งมีชีวิตในเขตป่าแบบนี้

### ชีวิตในเขตป่าชายเลน

ป่าชายเลนบางที่เรียกว่า ป่าเลนน้ำเค็มหรือป่าโกงกางลักษณะเป็นป่าไม้ผลัดใบ ป่า ชนิดนี้ปรากฏอยู่ตามที่ดินเลนริมทะเลหรือบริเวณปากแม่น้ำใหญ่ๆ ซึ่งมีน้ำเค็มท่วมถึงตามชาย ทะเลภาคตะวันออกมีอยู่ทุกจังหวัด แต่ที่มีมากที่สุดคือ บริเวณปากแม่น้ำ เวฬุ อาเภอลง จังหวัด จันทบุรี ในภาคใต้มีอยู่ตามชายฝั่งทะเลทั้งสองด้าน ชายฝั่งด้านตะวันออกมีป่าชายเลนเป็นแห่งๆ ตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ลงไปจนถึงจังหวัดปัตตานี ส่วนชายฝั่งด้านตะวันตกมีป่าชายเลนอยู่ อย่างหนาแน่นตั้งแต่จังหวัดระยองจนถึงจังหวัดสตูล

พันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ตามป่าชายเลนจะมีลักษณะเป็นพันธุ์ไม้ขนาดเล็กที่มีระบบรากที่มี ลักษณะพิเศษ คือระบบรากที่ใช้ในการหายใจ เนื่องจากรากจะต้องอยู่ในสภาพของโคลนเลนและ น้ำทะเลซึ่งจะไม่ค่อยมีออกซิเจนจึงทำให้รากของต้นไม้ในแถบป่าชายเลนจะมีลักษณะเป็นหน่อมี รากโค้งงอซึ่งจะโผล่ขึ้นมาในอากาศเวลาน้ำลงเพื่อหายใจเอาออกซิเจน ซึ่งต้นไม้เหล่านี้ได้แก่ โกง กาง ประสัด ถั่วขาว ถั่วดำ ไปรง แสมทะเล ส่วนสิ่งมีชีวิตซึ่งอาศัยในระบบนิเวศน์นี้ที่สำคัญ ได้แก่ กลุ่มสัตว์ที่อาศัยอยู่ชายเลน เช่น กลุ่มปลาตีน ที่ใช้ชีวิตบนโคลนเลน เป็นสัตว์ที่สามารถเดินอยู่ บนโคลนเลน ซึ่งมีสภาพกึ่งเปียกกึ่งแห้งอาศัยกินแมลงตามเลนอีกกลุ่มหนึ่งคือ พวกปูชนิดต่างๆ ที่ อาศัยขุดรูหลบภัยภายในโคลนเลนเหล่านี้เมื่อน้ำขึ้นและจะขึ้นมาใช้ชีวิตเมื่อน้ำลดปูชนิดต่างๆ ได้แก่ ปูเสฉวน ปูครึ่งบกครึ่งน้ำ ปูม้า ปูลาย ปูก้ามตม ฯลฯ ซึ่งปูเหล่านี้จะเป็นกลุ่มที่มีชีวิตสามารถ อำพรางตัวเองเพื่อป้องกันภัย และมีความว่องไวในการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่

## บทที่ 5

### เรื่องราวเฉพาะของสิ่งมีชีวิต

#### 5.1 สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมปรากฏครั้งแรกในยุคไทรแอสสิก โดยสืบเชื้อสายมาจากสัตว์เลื้อยคลาน ซาโรโนซัส สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดแรกตัวเล็กมากอาศัยอยู่ตามต้นไม้เตี้ยๆ ในป่าเขตร้อน และมีชีวิตอยู่รอดได้โดยการหลีกเลี่ยงให้พื้นทางของสัตว์เลื้อยคลานไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพใหม่จึงสูญพันธุ์ไป ส่วนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสามารถปรับตัวได้อย่างดีจึงทวีจำนวนขึ้น

สัตว์เลี้ยง ลูกด้วยนมเป็นสัตว์ที่มีกระดูกหลังที่ประสบความสำเร็จมากที่สุด เพราะ มีชีวิตอยู่รอดได้ตั้งแต่มหายุคซีโนโซอิกมาจนถึงปัจจุบันสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเป็นสัตว์เลือดอุ่นกล่าวคือสามารถรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้อยู่ในระดับสูงได้แม้อากาศจะเป็นจืดนอกจากนี้ยังมีขนและผมด้วย สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนใหญ่ออกลูกเป็นตัวอ่อน กินนมแม่เป็นอาหาร และเดินสี่ขาแต่บางชนิด เช่น คน เดินสองขาคนถือว่าเป็นตัวอย่างที่มีลักษณะเด่นที่สุดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม



### ตุ่นปากเป็นและจิงโจ้

ตุ่นปากเปิดเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ออกลูกเป็นไข่ เป็นสัตว์โบราณที่สุดชนิดหนึ่งในบรรดาสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สืบพันธุ์โดยการวางไข่ มีพังผืดระหว่างนิ้วเท้าเหมือนตีนเป็ด ปากแบนแข็งอาศัยอยู่ตามริมฝั่งแม่น้ำตัวกินมดคล้ายเม่นก็เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอีกชนิดหนึ่งที่วางไข่

จิงโจ้เป็นสัตว์ที่มีกระเป๋าใส่ลูกออกลูกเป็นตัวอ่อนซึ่งเล็กมากและยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ดังนั้นต้องอยู่ในกระเป๋าหน้าท้องแม่จนกว่าจะโตเต็มที่ จิงโจ้เคลื่อนไหวโดยการกระโดดบนขาหลังทั้งสอง โอพอสซัมก็เป็นสัตว์ที่มีกระเป๋าใส่ลูกเช่นกัน

ในสมัยก่อนดินแดนที่เรารู้จักในปัจจุบันว่าเป็นทวีปแอฟริกา เอเชียออสเตรเลีย ยุโรป อเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ล้วนมีเหมือนกันหมดทั่วแผ่นดินต่อมาแผ่นดินแยกออกจากกันเป็นทวีปต่าง ๆ มีมหาสมุทรอันกว้างใหญ่คั่น ทำให้สัตว์และพืชในต่างทวีปกันมีความเจริญเติบโตแตกต่างกันออกไป ตุ่นปากเปิดและจิงโจ้ถูกทิ้งอยู่ในออสเตรเลียจนถึงปัจจุบันโดยแทบจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงนับเป็นพัน ๆ ปีมาแล้ว

### วิวัฒนาการของม้า

สัตว์ทุกชนิดที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่อย่างใดก็อย่างหนึ่งตั้งแต่มันเริ่มปรากฏจนถึงปัจจุบัน บางชนิดมีขนาดโตขึ้นในขณะที่บางชนิดมีคอหรือขาวยาวขึ้น บางชนิดรูปร่างเปลี่ยนไป แต่บางชนิดมีจำนวนฟันเปลี่ยนไป สัตว์บางชนิดมีจำนวนนิ้วเท้าลดลงแต่ไม่ปรากฏว่ามีชนิดใดที่จำนวนนิ้วเท้าเพิ่มขึ้น ม้าเป็นสัตว์ชนิดหนึ่งที่มีจำนวนนิ้วเท้าลดลงจากที่บรรพบุรุษเคยมี ม้าชนิดแรกเป็นสัตว์โบราณที่เรียกว่า ไฮราโคเธอเรียม หรือ อีโอฮิปพัส มีชีวิตอยู่ในยุคโอลิโกซีน มีขายาวพอม เท้าหน้ามีสี่นิ้ว เท้าหลังมีสามนิ้ว ปลายนิ้วเท้าแต่ละนิ้วเป็นกีบเล็ก ๆ

**เมอร์ซิพพัส** เป็นม้าที่เจริญขึ้น ปรากฏในยุคมิโอซีน มีขนาดเท่ากับลูกม้า ขา ยาว เท้าหน้ามีเพียงสามนิ้ว นิ้วเท้าด้านข้างทั้งสองของขาทั้งสี่เล็กมากและไม่มีประโยชน์แต่มีนิ้ว กลางแข็งแรงช่วยพยุงขาได้

**พลิโอฮิปพัส** มีชีวิตอยู่ในปลายยุคมิโอซีน ตัวและสมองใหญ่กว่าเมอร์ซิพพัส นิ้วเท้าด้านข้างทั้งสองเปลี่ยนเป็นกระดูกอ่อนและซ่อนอยู่ใต้ผิวหนัง

ม้าปัจจุบันอีกตัวเป็นสัตว์ที่มีนิ้วเท้าเตี้ยและเป็นกีบ ส่วนใหญ่เชื่อง ลาและม้าลากก็ รวมอยู่ในตระกูลม้า

## ปลาวาฬ

ปลาวาฬเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่อาศัยอยู่ในทะเล ปรับตัวให้เข้าชีวิตในน้ำได้ดีมากจนกระทั่งไม่สามารถมีชีวิตรอยู่บนบกได้ ลำตัวเพรียวยาว ไม่มีคอ ขาหน้ากลายเป็นอวัยวะที่มีลักษณะเหมือนพายขาหลังหดหายไปแต่ยังมีปอดและหายใจผ่านทางรูบนหัว ปลาวาฬไม่มีขน แต่มีชั้นไขมันซึ่งอยู่ใต้ผิวหนังเรียกว่า บลubber ซึ่งช่วยให้มันอบอุ่น ปลาวาฬออกลูกเป็นตัวอ่อน ซึ่งกินนมจากอกแม่เหมือนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ

ปลาวาฬชนิดแรกคือ ซูโกลดอนมีชีวิตรอยู่ในยุคอีโอซีน ลำตัวเพรียวยาวประมาณ 20 เมตร ขากรรไกรยาว ปลายแหลม มีฟันซี่ใหญ่ สูญพันธุ์ไปในปลายยุคอีโอซีน ปลาวาฬในปัจจุบันเริ่มปรากฏในยุคโอลิโกซีน แบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่มีฟัน และกลุ่มที่มีกระดูกในปาก ปลาวาฬที่มีฟันมีขากรรไกรยาว ปลายแหลมคม ปลาวาฬประเภทนี้ได้แก่ ปลาโลมาและปลาวาฬสเปิร์ม

ส่วนปลาวาฬที่มีกระดูกในปากไม่มีฟันแต่มีกระดูกแข็งเป็นเส้นขนาดจากเพดานปากทำหน้าที่เหมือนตะแกรงจับสัตว์ทะเลเล็ก ๆ แล้วปล่อยน้ำทะเลออกไป ปลาวาฬสีน้ำเงินซึ่งหนักเกือบ 200 ตันและลำตัวยาวประมาณ 30 เมตร ซึ่งใหญ่กว่าไดโนเสาร์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ทุกชนิดเป็นตัวอย่างของปลาวาฬกลุ่มนี้

## ไพรเมทส์

ไพรเมทส์เป็นกลุ่มของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่เจริญที่สุดซึ่งรวมทั้งกระแตลิงลมทาร์เซีย ลิง เอพและคน ไพรเมทส์มีสมองใหญ่และเจริญกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ ตาของไพรเมทส์จ้องไปข้างหน้ามีแขนขายาว มีนิ้วห้านิ้วทุกข้างและมักมีเล็บแบน ไพรเมทส์ยกเว้นคนและเอพบางชนิดอาศัยอยู่บนต้นไม้ พวกนี้มีหางยาวแข็งแรงซึ่งใช้เหมือนกับแขนขาเมื่อโหนตัวจากต้นไม้หนึ่งไปยังอีกต้นหนึ่ง

## กระแต

แม้ว่าการสืบบรรพบุรุษของมนุษย์ย้อนกลับไปจนถึงกระแตจะค่อนข้างไกลแต่ก็เป็นที่น่าทึ่งที่แน่นอนว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมตัวเล็ก ๆ อาศัยอยู่บนต้นไม้เป็นไพรเมทส์ชนิดแรก กระแตโบราณเป็นสัตว์เล็ก มีหัวยาวแหลมหางเป็นพวง นิ้วโค้งงอได้ทั้งห้านิ้วและปลายนิ้วเป็นอุ้งเล็บ กระแตยังมีอยู่ในปัจจุบันนี้โดยแทบไม่เปลี่ยนแปลงไปจากบรรพบุรุษในยุคก่อนประวัติศาสตร์ซึ่งอาศัยอยู่ในเขตป่าฝนในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เลย

ลิงลมอยู่ในอีโอซีน มีผู้ค้นพบโครงกระดูกของลิงลมโบราณที่เรียกว่าโนมาร์คัทสในอเมริกาเหนือ ลิงลมนี้มีหัวกะโหลกยาวประมาณ 75 ซม. ขากรรไกรยาวและมีฟันหลายซี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตากกว้างใหญ่อยู่กลางหน้า ปรับตัวให้เข้ากับชีวิตความเป็นอยู่ได้ดี แขนยาว นิ้วแข็งแรงและหางยาวถึงลมในปัจจุบันมีส่วนคล้ายคลึงกับโนทาร์คทัสโบราณมาก พบในแถบร้อนชื้นของแอฟริกาและเอเชีย โดยเฉพาะในมาดากัสการ์

### ทาร์เซีย

ทาร์เซียปรากฏในสมัยเดียวกับลิงลม มีตากกว้างใหญ่มาก ขากรรไกรสั้นเขี้ยวยาว สมองใหญ่ปัจจุบันทาร์เซียซึ่งเป็นทาร์เซียจำพวกหนึ่งและอาศัยอยู่ในป่าของอินดีสตะวันออกเป็นสัตว์เล็กมีขนสัตว์ปกคลุม ดาโต หูโต หางยาว เคลื่อนไหวไปมาโดยการกระโดดไปบนขาหลังทั้งสองข้าง ออกหากินในเวลาากลางคืนและนอนในเวลากลางวัน

### ลิง

ลิง, เอฟและมนุษย์จัดอยู่ในกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมประเภทที่เจริญที่สุด ลิงมีสมองที่เจริญ ดาโตมองไปข้างหน้า หูภายนอกเล็ก โดยทั่วไปลิงอาศัยอยู่ตามต้นไม้ แต่มีบางพวกอาศัยอยู่บนพื้นดิน ลิงเคลื่อนไหวไปมาโดยใช้แขนขาทั้งสองข้าง แต่มักจะนั่งตรงและใช้มือจับสิ่งของ ลิงมีสองกลุ่มคือลิงโลกใหม่และลิงโลกเก่า

ลิงโลกใหม่มีกำเนิดมาจากอเมริกาใต้แต่มีซากดึกดำบรรพ์หลงเหลืออยู่น้อยมากจนไม่สามารถศึกษาเรื่องราวของมันได้มากนัก ลิงโลกใหม่ที่มีชีวิตอยู่ในปัจจุบันเช่น มาร์โมเซทและคาปูชินพบในป่าเขตร้อนชื้นในอเมริกาใต้ สัตว์ทั้งสองชนิดมีตัวเล็ก จมูกแบนกว้างและหางยาวใช้จับสิ่งของเหมือนเป็นแขนขาที่ห้า ลิงโลกเก่าเป็นกลุ่มที่ใหญ่กว่าลิงโลกใหม่ ซากของลิงโลกเก่ามีมากมายทำให้สามารถศึกษาประวัติของมันย้อนกลับไปได้จนถึงยุคโอลิโกซีนได้ซากที่เก่าแก่ที่สุดของลิงโลกเก่าคือพาราพิเทคัส ซึ่งเป็นสัตว์ตัวเล็ก ๆ ในยุคโอลิโกซีน ในภายหลังลิงโลกเก่าเริ่มมีขนาดและสัดส่วนใหญ่ขึ้น สมองก็เจริญขึ้นด้วยลิงโลกเก่าที่มีชีวิตอยู่ในปัจจุบันได้แก่ลิงกัง ลิงแมนดริล และลิงบาบูนส์

### เอฟ

เอฟไม่มีหางแต่มีแขนยาวแข็งแรงใช้โหนต้นไม้ ขาหลังสั้นมาก เคลื่อนไหวได้เชื่องช้า เอฟมีลักษณะคล้ายกับมนุษย์มาก ซากเอฟที่โบราณที่สุดได้แก่ โพรพลีโอพิเทคัส ซึ่งพบในหินยุคโอลิโกซีนของอียิปต์ตัวเล็กมาก กระดูกขากรรไกรล่างยาวเพียง 7-8 ซม. แอจิปโทพิเทคัสเป็นเอฟที่เจริญกว่า ตัวใหญ่กว่าและมีสมองใหญ่กว่า โพรพลีโอพิเทคัสพลินแห่งเดียวกัน เอฟมีขนาดใหญ่ขึ้นในระหว่างวิวัฒนาการและสมองก็โตขึ้นด้วย เอฟปัจจุบันมีตั้งแต่ชะนีเล็ก ๆ ซึ่งมีแขนยาวลากดินเมื่อยืนตรงไปจนถึงกอริลลาซึ่งใหญ่และแข็งแรงกว่าคนมาก

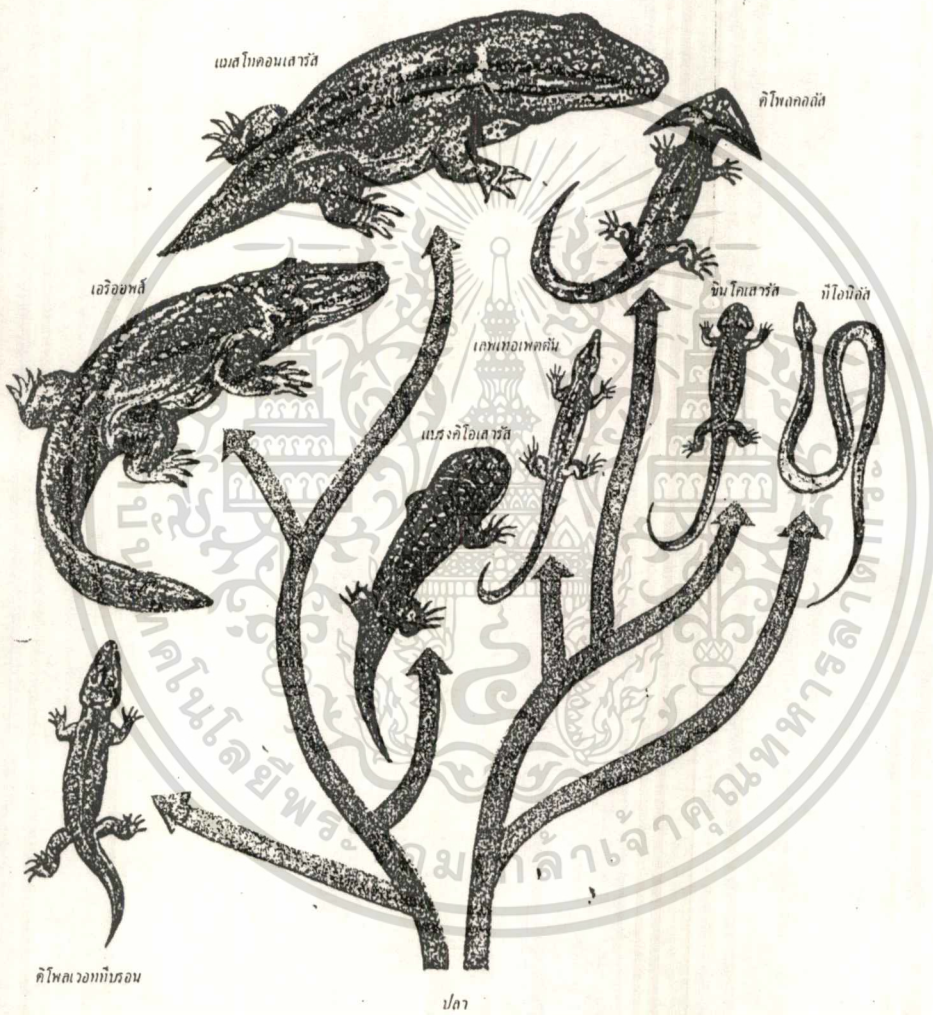
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.2.1 สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ

สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำเป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง สามารถอาศัยอยู่ทั้งในน้ำและบนบก เริ่มปรากฏในปลายยุคดีโวเนียน สัตว์ชนิดนี้วิวัฒนาการมาจากปลาครีบกลม เช่น ยุคเธอโนทีรอน ครีบพัฒนาเป็นขาซึ่งแข็งแรงพอที่จะอยู่บนบก ปอดขยายใหญ่และแข็งแรงขึ้น แม้ว่าสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกนี้สามารถอาศัยอยู่บนบก แต่ยังคงพัวพันอยู่กับน้ำมากกว่ามันวางไข่ในน้ำเพราะในน้ำมีอาหารและป้องกันตัวอ่อนจากความร้อนของแสงอาทิตย์ได้ ตัวอ่อนของสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกมีลักษณะคล้ายปลา โดยในระยะแรกจะมีเพียงเหงือกเท่านั้น ตัวอ่อนนี้จะอาศัยอยู่ในน้ำจนกระทั่งมีปอด



ภาพแสดงวิวัฒนาการของสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกระยะแรก

สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกระยะแรกมีลำตัวอ้วน ยาวประมาณ 1 เมตร ขาข้างอ่อนแอและสั้น ดังนั้นเวลาเดินจึงต้องลากลำตัวไปตามพื้นดิน หัวกะโหลกกว้างแบน ตาก็มักจะอยู่ส่วนบนของหัว ทำให้สามารถมองเห็นสิ่งต่างๆเหนือพื้นผิวน้ำในเวลาตื้นน้ำ อากาศอบอุ่นและหนองบึงที่เพิ่มมากขึ้นช่วยในการขยายพันธุ์ของสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกได้อย่างดี



เอริโอพัส เป็นสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกขนาดใหญ่ มีชีวิตอยู่ในยุคเพอร์เมียน ลำตัวยาวประมาณ 1.5 เมตร หางยาว ขาคู่บนและอ่อนแอ เคลื่อนไหวไม่ถนัด อาศัยอยู่ในบึงและบริเวณที่ใกล้กับน้ำ

คิโตนอวอนเทรอน มีชีวิตอยู่ในยุคคาร์บอนิเฟอรัส ลำตัวยาวประมาณ 1 เมตร มีหัวกะโหลกแบนกับโลกที่เป็นบ่อขุดของมันเป็นและไม่มีลิ้นเหมือนคน

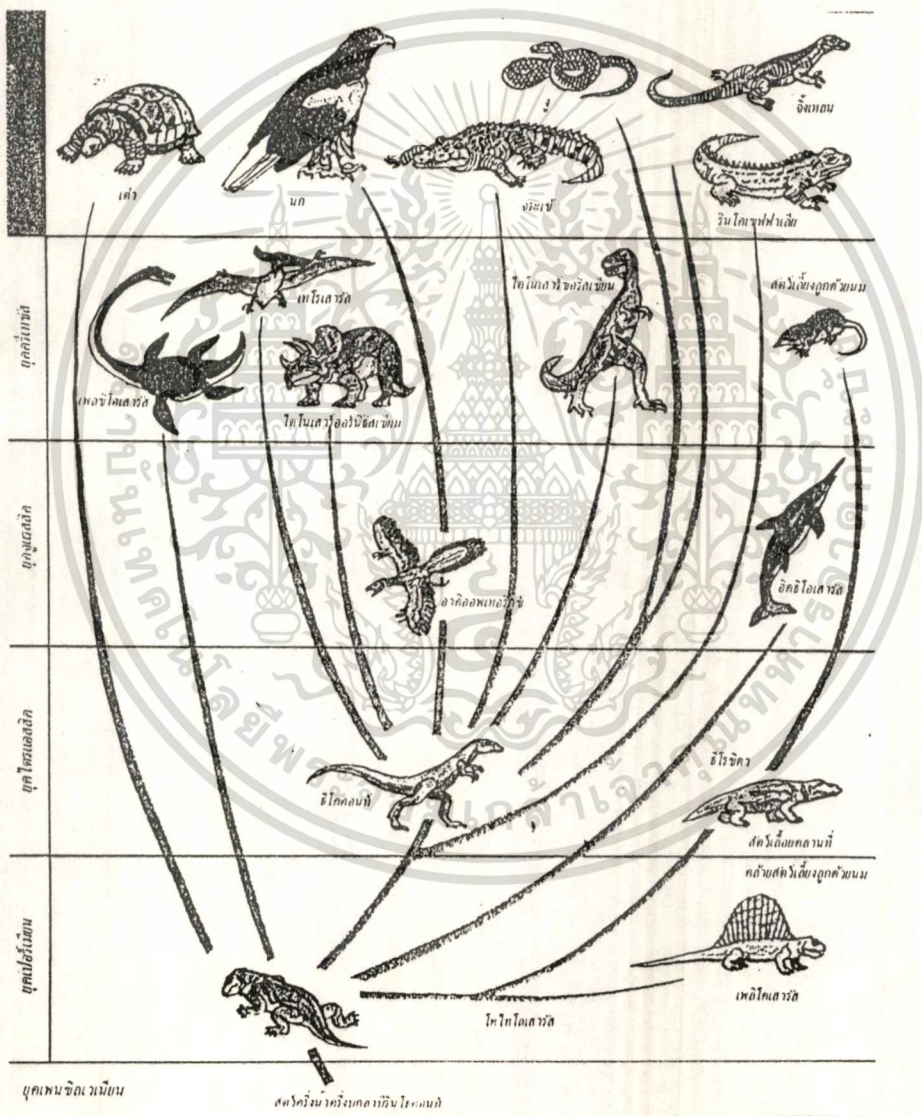
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.2.2 สัตว์เลื้อยคลาน

สัตว์เลื้อยคลานเป็นกลุ่มของสัตว์มีกระดูกสันหลังที่วิวัฒนาการมาจากสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก ในขณะที่สัตว์ครึ่งน้ำวางไข่ในน้ำ สัตว์เลื้อยคลานสามารถอาศัยอยู่บนบกวางไข่บนบกได้อย่างปลอดภัย ไข่ของมันมีเปลือกแข็งเป็นเครื่องป้องกันอันตรายและมีอาหารอยู่ภายใน มีถุงช่วยให้ตัวอ่อนในไข่เจริญเติบโต ไข่จะถูกฟักเมื่อเติบโตที่จะสามารถหายใจผ่านปอดได้ สัตว์เลื้อยคลานมีหนังหนา และมีเกล็ดปกคลุม เพื่อช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำในร่างกายโดยการระเหย



### ภาพแสดงวิวัฒนาการของสัตว์เลื้อยคลาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สัตว์เลื้อยคลานปัจจุบัน

จากการศึกษาสัตว์เลื้อยคลานในปัจจุบันเราสามารถเห็นร่องรอยบรรพบุรุษยุคก่อนประวัติศาสตร์ของมันได้ จระเข้เปลี่ยนแปลงจากบรรพบุรุษน้อยมากเพราะยังมีปากแหลมยาว ลำตัวขรุขระและขาสั้นนุ่มง่ำม แต่ก็ไม่ค่อยจะเปลี่ยนแปลงรูปลักษณ์เลยตลอดเวลา 200 ล้านปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตามขาของงูหดหายไปแต่ลำตัวยังมีเกล็ดซ้อน ๆ กันอยู่ สัตว์จำพวกกิ้งก่าบางชนิดเช่น ดรากอนมีเขี้ยวปีกบางๆช่วยให้ลาไปในอากาศได้บ้างคล้าย ๆ กับเทโรเสาร์ในยุคก่อนประวัติศาสตร์

### 5.3 นก

ในระยะเวลาที่เทโรเสาร์เริ่มบินได้ นกที่แท้จริงก็ถือกำเนิดขึ้นคือ อาคิออปเทอริกซ์ ซึ่งมีขนาดเท่ากับเป็ดในปัจจุบัน อาคิออปเทอริกซ์นี้เป็นสัตว์เลือดอุ่น มีขน ปีก หาง และฟันคมแหลมหลายซี่ อู้งเลื้อยยื่นออกมาจากปลายปีก ในขณะที่เทโรเสาร์เพียงแต่ลาไปมาได้ อาคิออปเทอริกซ์สามารถบินได้อย่างว่องไว เทโรเสาร์สูญพันธุ์ไปแล้วพร้อมกับสัตว์เลื้อยคลานโบราณอื่น ๆ อีกมาก แต่อาคิออปเทอริกซ์ยังคงอยู่ต่อมาและมีลูกหลานมากมาย

ภาพแสดงต้นตระกูลของนก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอสเพอรอนิส เป็นนกน้ำมีชีวิตอยู่ในปลายยุคครีเทเชียส ลำตัวเพรียวยาวประมาณ 2 เมตร มีจงอยปากแบนนาก ฟันแหลมคม แต่ปีกยังไม่เจริญเต็มที่จึงบินไม่ได้ พังผืดระหว่างนิ้วเท้าเหมือนเป็ด กินปลาเป็นอาหาร เช่น นกเป็ดผีในสมัยนี้ซึ่งว่ายน้ำและดำน้ำได้ดีเหมือนเป็ดแต่ปากแหลมมีผู้พบซากของเอสเพอรอนิส ในแคนซัสประเทศสหรัฐ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิวัฒนาการการเปลี่ยนแปลงรูปลักษณะของนก

นกโบราณมีหางยาวซึ่งเป็นกระดูกต่อมาจากกระดูกสันหลัง มีพื้นเหมือน กับบรรพบุรุษซึ่งเป็นสัตว์เลื้อยคลาน นกปัจจุบันมีหางสั้นปากแหลมและไม่มีฟัน



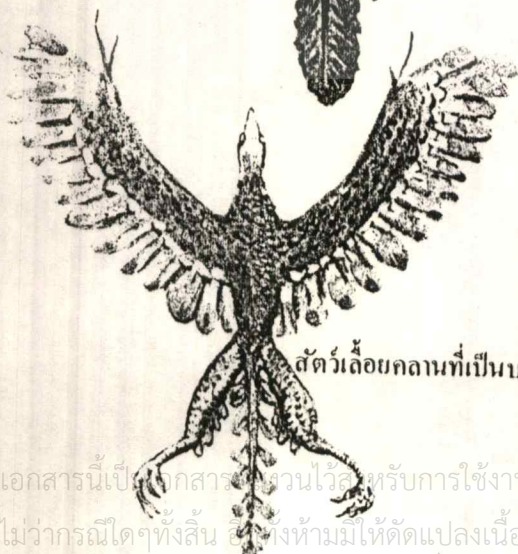
นกปัจจุบัน



อาคีออร์นิส



อาคีออฟเทอริกซ์



สัตว์เลื้อยคลานที่เป็นบรรพบุรุษของนก

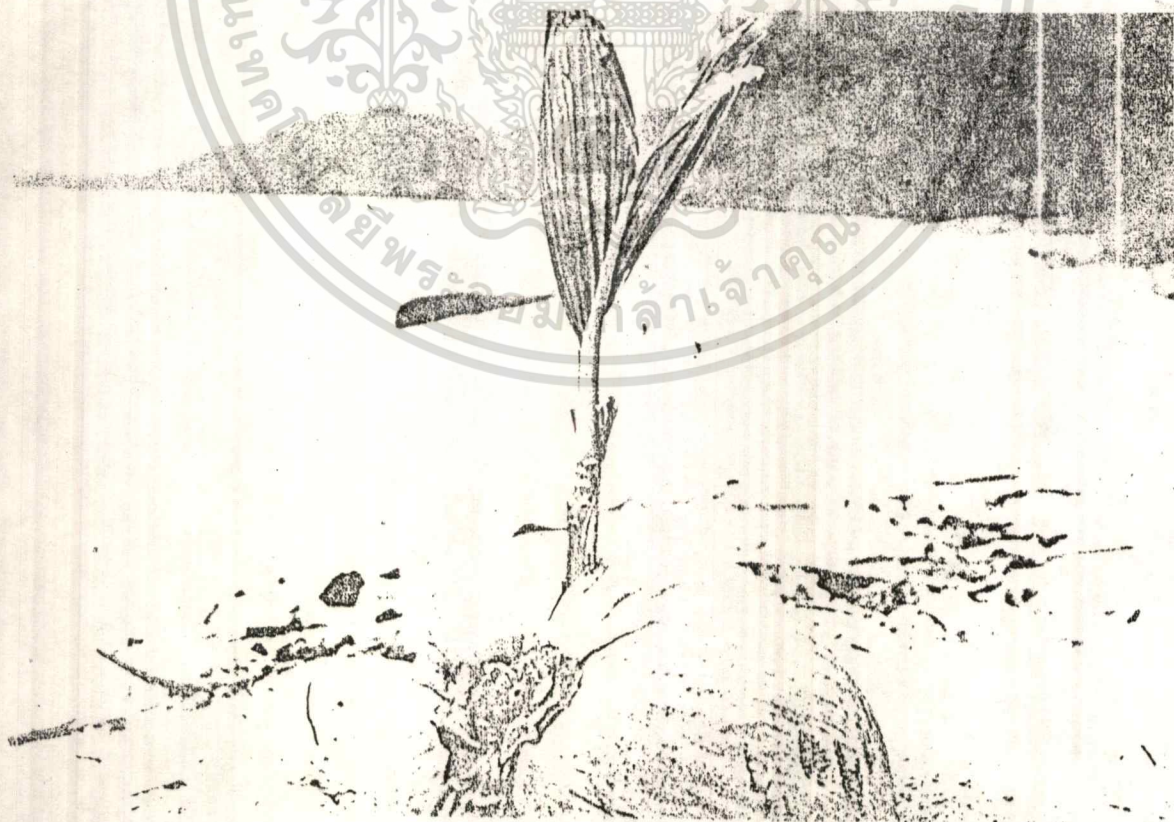
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ทวนใจหรือบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น หวังว่าให้มีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.4 พืช

### 5.4.1 อาณาจักรพืช

หากปราศจากพืช โลกนี้ก็จะปราศจากชีวิต สัตว์มากมายชนิดดำรงชีวิตอยู่ได้โดยใช้พืชเป็นอาหาร พืชเป็นสิ่งมีชีวิตพวกเดียว ที่สามารถสร้างอาหารขึ้นเองได้จากน้ำ อากาศ และพลังงานจากแสงอาทิตย์ พืชได้รับคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ ซึ่งเป็นของเสียของมนุษย์และสัตว์เข้าไปแล้วปล่อยออกซิเจนออกมาให้มนุษย์และสัตว์ใช้ในการดำรงชีวิต หากปราศจากออกซิเจนเสียแล้ว มนุษย์และสัตว์ก็ไม่สามารถจะมีชีวิตอยู่ได้ ขบวนการที่พืชใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์มาสร้างอาหารนี้ เรียกว่า การสังเคราะห์แสง

ในโลกนี้มีพืชอยู่มากกว่า 360,000 ชนิด บางชนิดสูงถึง 300 ฟุต และมีอายุยืนเป็นพันๆ ปี แต่บางชนิดก็เล็กจนต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูจึงจะมองเห็นพืชส่วนใหญ่มีดอก แต่ที่ไม่มีดอกเห็นมีอยู่มากมาย ทำให้ไม่สามารถที่จะนิยามให้แน่ชัดลงไปได้ว่า 'พืช' คืออะไร แต่โดยทั่วไปๆ พืชคือสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารขึ้นเองได้ แต่ให้ตรงและพืชชั้นต่ำเล็กๆ บางชนิดต้องอาศัยพืชหรือสัตว์อื่นเป็นอาหาร จึงมีรูปร่างเรียวยาวคล้ายเส้น และสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2

4.4.2. ส่วนต่างๆของพืช

เซลล์เป็นหน่วยที่มีชีวิตที่เล็กที่สุดแม้ว่าเซลล์ของพืชและสัตว์และจะมีความคล้ายคลึงกันอยู่หลายประการ แต่ก็มีความแตกต่างที่สำคัญหลายอย่างรวมทั้งลักษณะการเจริญเติบโต

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบขึ้นด้วยเซลล์ ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของชีวิต พืชชั้นต่ำสุดจะประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว ในขณะที่ต้นสนสูงใหญ่ ประกอบด้วยเซลล์หลายล้านเซลล์

เซลล์ของพืชมีหลายชนิดต่าง ๆ กัน บางชนิดทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร บางชนิดเป็นทางนำน้ำหรืออาหาร และบางชนิดสร้างความเจริญเติบโต อย่างไรก็ตาม เซลล์ต่างๆของพืชก็มีสิ่งที่คล้ายกันอยู่หลายประการ เช่น ทุกเซลล์มีนิวเคลียส (nucleus) ทำหน้าที่คล้ายสมองคอยควบคุมเซลล์ มีรหัสพิเศษกำหนดว่าเซลล์และพืชนั้นจะเจริญเติบโตอย่างไร

รอบ ๆ นิวเคลียสเป็นไซโตพลาสซึม (cytoplasm) มีลักษณะคล้ายวุ้น ซึ่งประกอบขึ้นด้วยส่วนอื่นๆ ของเซลล์และรวมถึงแวคิวโอล (vacuoles) หรือช่องว่างภายในไซโตพลาสซึมที่มีน้ำ น้ำตาล และเกลือต่างๆ ละลายอยู่ เมื่อเซลล์เจริญเติบโตขึ้น แวกิวโอลแต่ละอัน จะขยายออกและมาเชื่อมกัน กลายเป็นแวคิวโอลใหญ่ช่องเดียว

นิวเคลียส (Nucleus) : "สมอง" ของเซลล์ที่ควบคุมทุกกิจกรรมของเซลล์และควบคุมการเจริญเติบโตของเซลล์

สตรัคกรีน (Strach Grains) เป็นออร์แกเนลล์ที่สะสมอาหาร

โครโมพลาสต์ (Chromoplasts) : มีสีต่างๆ อยู่ในพืชที่มีสีเข้มนอกจากนี้ยังพบในพืชที่มีสีส้ม สีแดง สีเหลือง สีขาว และสีฟ้า

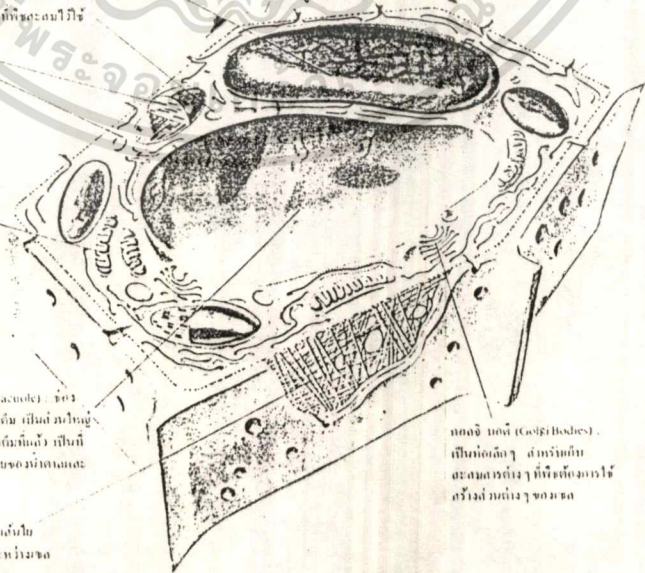
ไมโทคอนเดรีย (Mitochondria) : แหล่งพลังงานของเซลล์ โดยผลิตพลังงานเคมีที่เรียกว่า ATP จากพลังงานแสงอาทิตย์

แวคิวโอล (Vacuole) : ช่องว่างที่มีน้ำอยู่เต็ม เป็นที่เก็บสะสมของเสียและของเหลวอื่น ๆ

พลาสมาเดสมาตา (Plasmodesmata) : เป็นช่องว่างที่เชื่อมระหว่างเซลล์ไซโตพลาสซึม

ผนังเซลล์ (Cell Wall) : ประกอบด้วยชั้นชั้นนอกและชั้นใน โดยชั้นนอกประกอบด้วยเซลลูโลส และชั้นในประกอบด้วยเพกทิน

กอลจิบอดี (Golgi Bodies) : เป็นออร์แกเนลล์ที่ทำหน้าที่คล้ายกับโรงงานที่ผลิตและบรรจุของเซลล์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### พืชล้มลุกและพืชไม้เนื้อแข็ง

พืชสีเขียวที่มีลำต้นอ่อนนุ่มเรียกว่าพืชล้มลุกพืชจำพวกนี้จะเจริญทางยาวมากกว่าทางกว้างและตายเมื่อหมดฤดู ลำต้นจะไม่แข็ง ส่วนไม้พุ่มและไม้ต้น เป็นไม้เนื้อแข็งเหนียว มีอายุยืน ลำต้นจะมี 'วงปี' ลำต้นจะแข็งและไม่เป็นสีเขียว

ส่วนต่างๆ ภายในเซลล์ของพืชมีผนังเซลล์หุ้มไว้ ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารที่เรียกว่าเซลลูโลส เมื่อเซลล์ยังอ่อนอยู่ ผนังเซลล์จะบางและอ่อนยืดหดได้ แต่เมื่อเซลล์เจริญเติบโตเป็นเซลล์แก่ ผนังเซลล์มีเซลลูโลสมาเกาะมากขึ้น ก็จะหนาและแข็งแรงขึ้น ดังนั้น พืชผักอ่อนๆ จึงนิ่มและพืชผักที่แก่จึงแข็งและเหนียว

เซลล์ของพืชสีเขียวทุกชนิดมีคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งเป็นสารที่มีสีเขียว ช่วยให้พืชสร้างอาหารได้เมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์คลอโรฟิลล์นี้เป็นตัวทำให้พืชมีสีเขียว

ส่วนสำคัญของพืชได้แก่ ราก ลำต้นและใบ เซลล์ในส่วนต่างๆ ก็แตกต่างกันออกไปรูปร่างและส่วนประกอบภายในของเซลล์ ขึ้นอยู่กับหน้าที่ของเซลล์นั้นๆ ทุกส่วนของพืชจะมีเซลล์ที่เจริญเต็มที่แล้ว เรียกว่าแพคกิงเซลล์ (Packing cell) เซลล์เหล่านี้จะเป็นตัวเพิ่มขนาดและกำหนดรูปร่างของพืช ลักษณะของเซลล์จะมีหลายด้านผนังเซลล์หนา และมีช่องว่างขนาดใหญ่

เซลล์เจริญ (growing cell) เป็นเซลล์ที่อยู่บริเวณปลายรากและส่วนของลำต้นที่กำลังเจริญเติบโตเซลล์จะมีขนาดเล็ก ผนังเซลล์บาง และแบ่งตัวหลายครั้งเพื่อเพิ่มความเจริญเติบโตให้พืช เซลล์พาลิเสด (palisade cell) ในใบมีลักษณะยาวและแคบ เป็นเซลล์ที่มีคลอโรฟิลล์มากกว่าเซลล์อื่นๆ และเป็นโรงงานสร้างอาหารของพืช

**ดอก** : ส่วนที่เป็นดอกของพืชจะเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ดอกไม้ส่วนใหญ่จะมีเกสรทั้งเพศผู้และเพศเมียอยู่ในดอกเดียวกัน

**ใบ** : ส่วนที่สร้างอาหารของพืช มีคลอโรฟิลล์เมื่อได้รับคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ น้ำ จากดิน และพลังงานจากแสงอาทิตย์ ก็จะสร้างอาหารขึ้นได้

**ลำต้น** : เป็นส่วนชูใบและดอก มีท่อน้ำและอาหาร ไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืช และลำต้นยังเก็บสะสมอาหารอีกด้วย

**ราก** : เป็นส่วนที่ยึดลำต้นไว้กับพื้นดิน และดูดน้ำและเกลือแร่จากดินในพืชบางชนิดรากจะเก็บสะสมอาหารไว้ด้วย หมวกรากจะทำหน้าที่ป้องกันรากเมื่อยังงลงดินเพื่อหาน้ำโดยมีรากขนอ่อนทำหน้าที่ดูดน้ำจากดิน



#### 4.4.3. การสร้างอาหารของพืช

**วิธีการที่พืชสีเขียวสร้างอาหารเป็นขบวนการทางเคมีที่สำคัญที่สุดขบวนการหนึ่งสิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องอาศัยขบวนการนี้**

พืชต้องการอาหารเพื่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับสัตว์ สัตว์ได้อาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น พืช หรือสัตว์อื่นซึ่งกินพืชอีกต่อหนึ่ง แต่พืชสีเขียวสร้างอาหารขึ้นเองได้จากสิ่งไม่มีชีวิต คือจากน้ำ อากาศ และแร่ธาตุในดิน

ขั้นแรกของขบวนการนี้ เรียกว่า การสังเคราะห์แสง ซึ่งเกิดขึ้นที่ใบ และต้องใช้สารสีเขียวที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์ ในเซลล์ของใบ โดยคลอโรฟิลล์จะดูดพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ไปใช้ในขบวนการ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่สลับซับซ้อนพอสมควร ทำให้น้ำซึ่งรากดูดจากดินและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใบดูดจากอากาศ สังเคราะห์เป็นอาหารของพืช ซึ่งเป็นน้ำตาลชนิดหนึ่ง เรียกว่ากลูโคส กลูโคสผ่านออกจากเซลล์ของใบทางพลาสโมเดสมาตา ซึ่งเป็นชั้นของไซโตพลาสซึมที่เชื่อมระหว่างเซลล์ โดยจะผ่านจากเซลล์หนึ่งไปอีกเซลล์หนึ่งเรื่อย ๆ จนถึงท่อลำเลียงที่เรียกว่าโฟลเอ็ม (phloem) ซึ่งจะนำกลูโคสนี้ไปยังทุกส่วนของพืช

กลูโคสที่ได้จากขบวนการนี้ จะเป็นเสมือนเชื้อเพลิง และสามารถจะเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ด้วยขบวนการที่เรียกว่า การหายใจพืชใช้ออกซิเจนจากอากาศมา 'เผา' เชื้อเพลิงนี้ให้เกิดเป็นพลังงาน และได้คาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเป็นของเสียจากขบวนการนี้ ดังนั้นการหายใจจึงเป็นขบวนการตรงข้ามกับการสังเคราะห์แสง คือพืชรับเอาคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศเข้าไป และคายออกซิเจนออกมา

พลังงานที่เกิดขึ้นบางส่วนจะถูกใช้ไปในการเปลี่ยนกลูโคสให้เป็นเซลล์ลูโลส แป้ง และไขมัน ไขมันมักจะถูกเก็บสะสมไว้เป็นอาหารสำรอง

#### ส่วนประกอบของชีวิต

คาร์บอนและไนโตรเจนเป็นสิ่งจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตพืชและสัตว์ต้องใช้ธาตุทั้งสองนี้และอาจจะหมดไปในไม่ช้า แต่ธาตุทั้งสองสามารถที่จะหมุนเวียนกลับมาได้อีก โดยพืชใช้คาร์บอนจากคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศไปในการสังเคราะห์แสง เมื่อสัตว์กินพืชเข้าไป และหายใจเอาคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ก็จะได้คาร์บอนกลับมาสู่อากาศอีก ส่วนไนโตรเจนนั้น พืชใช้ไปในการสร้างเป็นอาหาร เมื่อพืชตายแบคทีเรียจะทำให้พืชเน่า และทำให้เกิดไนโตรเจนขึ้นในดิน

สารอื่นที่พืชสร้างขึ้น ได้แก่ วิตามิน ฮอร์โมน น้ำมัน และกรด นักวิทยาศาสตร์พบว่าวิตามินมีความสำคัญต่อสัตว์ แต่ความสำคัญต่อพืชนั้นยังไม่ทราบแน่ชัดนัก ส่วนฮอร์โมนเป็นสารเคมีที่ควบคุมการเจริญเติบโต และควบคุมการพัฒนาการของพืช (ดูหน้า 29)

กลิ่นหอมของดอกไม้รวมทั้งกลิ่นรสของพืชผักและเครื่องเทศ เกิดขึ้นจากน้ำมันที่พืชสร้างขึ้น ส่วนรสเปรี้ยวของผลไม้หลายชนิดเกิดจากการรดในผลไม้เหล่านั้น ๆ ไม่มีใครทราบแน่นอนว่าพืชสร้างน้ำมันและกรดเหล่านี้เพื่ออะไรแต่น้ำมันและกรดหลายชนิดอาจจะเป็นของเสียของพืช

พืชไม่มีโอกาสจะได้รับแสงสว่างตลอดเวลาเพียงพอตามที่ต้องการเพื่อสร้างอาหาร ดังนั้นพืชจึงต้องเก็บสะสมอาหารไว้ใช้เพื่อการดำรงชีวิตเมื่อไม่ได้รับแสงสว่าง พืชสะสมอาหารไว้ในที่ราก ลำต้น และใบ ส่วนเมล็ดและผลก็เป็นที่สะสมอาหารที่สำคัญเช่นกัน

### การหมุนเวียนในพืช

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยน้ำในปริมาณสูงพืชหลายชนิดมีน้ำอยู่ถึง 90% เพราะส่วนประกอบแต่ละเซลล์มีน้ำอยู่ล้อมรอบ ฉะนั้นเซลล์นั้นนอกจากจะหุ้มส่วนต่างๆ ของเซลล์ไว้แล้ว ยังยอมให้สารบางชนิดผ่านเข้าออกเซลล์ได้ด้วย น้ำและเกลือแร่จากดินสามารถจะผ่านเข้าเซลล์ของราก และเคลื่อนผ่านจากเซลล์หนึ่งไปอีกเซลล์หนึ่งตลอดลำต้นในทำนองเดียวกัน อาหารที่สร้างขึ้นในเซลล์ของใบก็จะถูกนำเคลื่อนที่ผ่านเซลล์เหล่านี้ไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืช

น้ำจากดินผ่านเข้าไปในเซลล์ของราก โดยขบวนการที่เรียกว่า ออสโมซิส(osmosis) น้ำในเซลล์ของรากมีเกลือและน้ำตาลละลายอยู่ แต่น้ำในดินมีเกลือน้อยกว่าและไม่มีน้ำตาล ดังนั้นสารละลายภายในเซลล์จึงเข้มข้นกว่าในดิน สารละลายในรากทั้งสองนี้จะมีผนังบางๆ ของเซลล์หรือที่เรียกว่า 'เมมเบรน (membrane)' กั้นอยู่ออสโมซิสเป็นขบวนการที่น้ำซึมผ่านเมมเบรนหรือเยื่อบางๆ จากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารน้อยกว่าไปยังบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารมากกว่า ดังนั้น น้ำจึงผ่านจากดินเข้าไปในเซลล์ของราก ต่อจากนั้นจะเคลื่อนจากเซลล์หนึ่งไปอีกเซลล์หนึ่ง โดยขบวนการเดียวกัน จนถึงท่อลำเลียงเฉพาะซึ่งเรียกว่า ไซเลม(xylem) ซึ่งจะนำน้ำขึ้นไปตามลำต้นเพื่อไปเลี้ยงใบ

น้ำส่วนใหญ่ในพืชจะระเหยออกมาทางรูเล็กๆ ที่ใบ เรียกว่า ปากใบ ขบวนการนี้เรียกว่าการคายน้ำ

ตราบไคที่ยังมีน้ำในดินเพียงพอ น้ำก็จะเข้าสู่เซลล์ของพืชเรื่อยไปโดยขบวนการออสโมซิสนี้จนเซลล์พองตัวเต็มที่และไม่สามารถจะรับน้ำไว้ได้อีกเซลล์จะคงรูปร่างอยู่ได้โดยมีน้ำอยู่เต็มเซลล์ แรงดันของน้ำภายในเซลล์เรียกว่า แรงดันเทอร์เกอร์ (turgor pressure) ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้ลำต้นและใบคงรูปแข็งแรงอยู่ได้ หากมีน้ำไม่เพียงพอเซลล์จะแฟบลงและต้นไม้ก็จะเหี่ยวแห้งไปในที่สุด

การเจริญขึ้นต้นของลำต้น ใบ เจริญจากต้นตรงข้อ ดาข้างเกิดตามลำต้นเป็นระยะ ๆ ตลอดลำต้น บางครั้งยังคงเป็นตา แต่บางครั้งงอกเป็นกิ่ง แต่ละตาก็คือต้นใหม่หรือกิ่งใหม่ตรงยอดคือใบเล็กๆ รวมกันเป็นกระจุก เมื่อตาเจริญจะมีกาบใบ ซึ่งระยะแรกจะเป็นใบที่ป้องกันยอดอ่อนต่อมาจะหลุดไปเหลือแต่รอย

#### 5.4.3. การเจริญเติบโตของพืช

มีอยู่อย่างหนึ่งที่พืชต่างจากสัตว์ คือพืชจะเจริญเติบโตตลอดชีวิตซึ่งอาจนานเป็นพันๆ ปี ถึงกิ่งก้านบางส่วนจะหักแต่ต้นก็จะเป็นอันตรายน้อย และแม้บางส่วนของต้นจะตาย พืชก็ยังสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้

หลังการผสมเกสรแล้วเซลล์ไซจะทำการแบ่งตัวจากเซลล์เดียวเป็นสองเซลล์ที่เซลล์เปิดเซลล์ เช่นนี้เรื่อยๆไป กรรมวิธีนี้เรียกว่า 'การแบ่งเซลล์' การแบ่งเซลล์นี้บางเซลล์จะพัฒนาเป็นราก ยอดเป็นเซลล์ลำเลียงน้ำและอาหาร เป็นเซลล์สำหรับป้องกัน การแบ่งเซลล์ทั้งหมดนี้จะแตกต่างกันตามหน้าที่ และจะสมบูรณ์ตั้งแต่เริ่มเป็นต้นอ่อนอยู่ภายในเมล็ด

ขณะที่เมล็ดงอกนั้น การเจริญตอนแรกๆ ส่วนใหญ่ไม่ใช่การสร้างเซลล์ใหม่ แต่เป็นการขยายเซลล์ที่มีอยู่ให้ใหญ่ขึ้นกว่าเดิม โดยการดูดน้ำและพองตัวออก บางชนิดสามารถพองตัวโตขึ้นกว่าเดิมประมาณ 10 ถึง 100 เท่า

พืชทุกชนิดที่ประกอบขึ้นด้วยเซลล์มากกว่าหนึ่งเซลล์จะเจริญเติบโตเพิ่มความยาวเรียกว่า การเจริญขึ้นต้น หรือการเจริญด้านยาว ซึ่งจะเกิดตรงปลายภาพตัดลำต้นแสดงให้เห็นการเจริญด้านข้างทำให้เกิดวงในเนื้อไม้ใหม่ทุก ๆ ปี จำนวนวงปีนี้จะบ่งบอกอายุของต้นไม้รากและปลายยอด และที่ตาซึ่งเกิดขึ้นที่ข้อของลำต้น ไม้เนื้อแข็งส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตทั้งทางส่วนสูงและทางกว้าง ที่เรียกว่าการเจริญด้านข้าง ซึ่งเกิดจากเซลล์ที่อยู่ระหว่างไซเลมและโฟลเอ็ม เรียกว่าวาสคิวลาร์ แคมเบียม (vascular cambium) โดยจะเกิดเป็นวงรอบต้น ปีหนึ่งๆ แคมเบียมจะสร้างเซลล์ใหม่ออกทั้งสองด้าน ด้านนอกจะเป็นโฟลเอ็มวงใหม่บางๆ และด้านในก็จะเป็นไซเลมใหม่ซึ่งเป็นวงหนา จำนวนวงดังกล่าวนี้เป็นเครื่องบอกอายุของต้นไม้

#### วัฏจักรชีวิตของพืช

พืชพวกไม้ล้มลุกส่วนมากและพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั้งหมดจะเจริญเติบโตเฉพาะทางด้านยาว พืชพวกนี้จะมีชีวิตอยู่เพียงฤดูเดียว แล้วใบและตาก็ตายไป มีพืชหลายชนิดเราเรียกว่า 'พืชปีเดียว' เนื่องจากพืชพวกนี้มีชีวิตตั้งแต่งอกจากเมล็ดสืบพันธุ์ และตายภายในปีเดียว และอีกพวกได้แก่ 'พืชมัธยปี' ซึ่งจะมีอายุสองปี เช่น ต้นหัวผักกาดแดง พวกนี้ปีแรกจะเจริญจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง	อัตรากำลัง	หน้าที่
<b>งานประชาสัมพันธ์</b>		
22. เจ้าหน้าที่งาน ประชาสัมพันธ์	2	- เผยแพร่ความรู้แก่ผู้สนใจทั่วไปติดต่อและกำหนด วันเวลาผู้เข้าชมเป็นหมู่คณะ
23.เจ้าหน้าที่งาน ฝึกอบรม, มัคคุเทศน์	2	- จัดการบรรยายและนำชมนิทรรศการเป็นหมู่คณะ
24.เจ้าหน้าที่งานธุรกิจ และบริการ	2	- ติดต่อและจัดพิมพ์เอกสารต่าง ๆ
<b>งานห้องสมุด</b>		
25. บรรณารักษ์	2	- จัดเก็บและควบคุมดูแลหนังสือภายในห้องสมุดจัด หนังสือให้เป็นหมวดหมู่
26. เจ้าหน้าที่บริการ	2	- ให้บริการและอำนวยความสะดวกภายในห้องสมุด
27. เจ้าหน้าที่งาน ซ่อมหนังสือ	2	- ซ่อมแซมหนังสือที่ชำรุดจัดทำรายการเขียนเล่มวารสาร
<b>งานอนุรักษ์วัตถุและ คลังพิพิธภัณฑ์</b>		
28. หัวหน้างานอนุรักษ์ และคลังพิพิธภัณฑ์	1	- ควบคุมดูแลและรับผิดชอบงานอนุรักษ์วัตถุตัวอย่าง ทางวิทยาศาสตร์
29. เจ้าหน้าที่อนุรักษ์	3	- รวบรวมเก็บรักษาและจัดทำทะเบียนเอกสารและ หลักฐานต่าง ๆ
30. เจ้าหน้าที่คลัง ฝ่ายวิชาการ	4	- ควบคุมดูแลการเข้าออกของสิ่งของในคลัง
<b>งานห้องฟ้าจำลอง</b>		
31. หัวหน้าฝ่าย ห้องฟ้าจำลอง	1	- ควบคุมและวางแผนงานของฝ่ายห้องฟ้าจำลอง ทั้งหมด
32. นักวิชาการ	5	- ศึกษา, ค้นคว้าและจัดทำเรื่องราวที่จะจัดแสดงใน ส่วนของห้องฟ้าจำลองเพื่อนำเสนอหัวหน้าฝ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง	อัตรากำลัง	หน้าที่
งานพิพิธภัณฑ วิทยาศาสตร์		
33. หัวหน้าฝ่าย พิพิธภัณฑวิทยาศาสตร์	1	- ควบคุมและวางแผนงานของฝ่ายพิพิธภัณฑ วิทยาศาสตร์
34. นักวิชาการ	11	- ศึกษา, ค้นคว้าและจัดทำเรื่องราวที่จะจัดแสดงใน ส่วนของพิพิธภัณฑเพื่อนำเสนอหัวหน้าฝ่าย
งานพิพิธภัณฑ ธรรมชาติวิทยา		
35. หัวหน้าฝ่าย พิพิธภัณฑธรรมชาติ วิทยา	1	- ควบคุมและวางแผนการดำเนินงานของฝ่ายธรรมชาติ วิทยา
36. นักวิชาการ	4	- ศึกษา, ค้นคว้าและจัดทำเรื่องราวที่จะจัดแสดงใน สายธรรมชาติวิทยา
งานพิพิธภัณฑ สำหรับเยาวชน		
37. หัวหน้าฝ่าย พิพิธภัณฑสำหรับ เยาวชน	1	- ควบคุมและวางแผนงานของฝ่ายพิพิธภัณฑสำหรับ เยาวชน
38. นักวิชาการ	3	- ศึกษา, ค้นคว้า เก็บสะสมรวบรวมวัสดุและหลักฐาน สำคัญทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมไทย จัดทำ เรื่องราวที่จะจัดแสดง
งานพิพิธภัณฑ เคลื่อนที่		
39. หัวหน้าฝ่าย พิพิธภัณฑเคลื่อนที่	1	- ควบคุมและวางแผนงานฝ่ายพิพิธภัณฑเคลื่อนที่
40. นักวิชาการ	2	- ศึกษา, ค้นคว้าผลิตสื่อสิ่งแสดงตลอดจนดำเนินการ เผยแพร่กำหนดเนื้อหาการจัดพิพิธภัณฑที่เหมาะสมกับ สภาพการจัดพิพิธภัณฑในชนบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง	อัตรากำลัง	หน้าที่
<b>ฝ่ายเทคนิค</b>		
<b>งานโรงงาน</b>		
41. หัวหน้าฝ่าย บริหารงานช่าง	1	- วางแผนงานควบคุมและรับผิดชอบงานโรงงานของ ศูนย์
42. วิศวกรโยธา	1	- ออกแบบควบคุมและรับผิดชอบงานโครงสร้างใน การก่อสร้าง
43. วิศวกรไฟฟ้า	1	- ควบคุมการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับไฟฟ้าการควบคุม ระบบแสงภายในและภายนอกอาคาร
44. นายช่างโยธา	1	- รับคำสั่งและปฏิบัติงานควบคุมด้านโครงสร้างจาก วิศวกร
45. ช่างโยธา	5	- ปฏิบัติงานโครงสร้างภายใต้การควบคุมของนายช่าง โยธา
46. นายช่างเครื่องกล	5	- จัดทำและสร้างเครื่องยนต์กลไกต่างๆ ซ่อมแซม อุปกรณ์จัดแสดงทางเครื่องกล
47. ช่างโลหะ	1	- ปฏิบัติงานด้านงานโลหะโดยทำงานต่างๆ ประสาน กับงานด้านเครื่องกล
<b>งานออกแบบ</b>		
48. หัวหน้าฝ่าย ออกแบบ	1	- วางแผนงานควบคุมและรับผิดชอบงานออกแบบและ ก่อสร้างภายในศูนย์
49. มัณฑนากร	3	- ออกแบบและควบคุมการตกแต่งภายในอาคารและ นิทรรศการภายในศูนย์
50. ช่างเขียนแบบ	3	- เขียนแบบตามความต้องการของมัณฑนากร
<b>งานศิลปกรรม</b>		
51. หัวหน้าฝ่าย ศิลปกรรม	1	- วางแผนงานควบคุมและรับผิดชอบงานศิลปกรรม ของศูนย์
52. นักวิชาการช่างศิลป์	1	- ออกแบบและดำเนินการจัดทำงานศิลปกรรมของ ศูนย์โดยปรึกษากับหัวหน้าฝ่าย
53. ช่างศิลปสาขา จิตรกรรมและภาพพิมพ์	5	- จัดทำงานจิตรกรรมและภาพพิมพ์สำหรับงาน ศิลปกรรมของส่วนนิทรรศการศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง	อัตรากำลัง	หน้าที่
54.ช่างศิลปสาขา ประติมากรรมและ หัตถกรรม	9	- จัดทำงานประติมากรรมและหัตถกรรมต่าง ๆ สำหรับ งานศิลปกรรมภายในนิทรรศการศูนย์
55.เจ้าหน้าที่เอกสาร สิ่งพิมพ์ งานสื่อและข้อมูล	2	- ออกแบบรูปเล่มและอาร์ตเวิร์กจัดทำเอกสารสิ่งพิมพ์ ของศูนย์
56. หัวหน้าฝ่ายสื่อ และข้อมูล	1	- ควบคุมและรับผิดชอบงานสื่อและข้อมูลของศูนย์
57. นักวิชาการศูนย์ คอมพิวเตอร์	2	- รวบรวมข้อมูลและสถิติต่าง ๆ จัดทำโปรแกรมการ จัดแสดงให้บริการด้านข้อมูลและสถิติแก่บุคคล ภายนอก
58. วิศวกรไฟฟ้า	3	- ออกแบบและควบคุมงานไฟฟ้าภายในส่วนนิทรรศการ
59. นักวิชาการโสต ทัศนศึกษา	2	- ทำหน้าที่แปลเอกสารและภาพยนต์ทางวิทยาศาสตร์
60. เจ้าหน้าที่โสต ทัศนศึกษา	1	- รับผิดชอบการจัดทำภาพยนตร์วีดีโอที่เป็นงานของ ศูนย์
61. นายช่างอิเล็กทรอนิกส์	4	- รับผิดชอบงานด้านอิเล็กทรอนิกส์ดูแลและซ่อมแซม อุปกรณ์จัดแสดงที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์
62. ช่างภาพ	1	- รับผิดชอบงานถ่ายภาพภายในศูนย์
63. ช่างไฟฟ้า	3	- รับผิดชอบงานช่างที่เกี่ยวกับไฟฟ้าทั้งหมดของศูนย์

#### สรุปอัตรากำลังเจ้าหน้าที่โครงการ

1. ระดับผู้บริหารของศูนย์	2	อัตรา
2. ฝ่ายบริหารงานทั่วไป	76	อัตรา
3. ฝ่ายการศึกษาและประชาสัมพันธ์	20	อัตรา
4. ฝ่ายวิชาการ	33	อัตรา
5. ฝ่ายเทคนิค	54	อัตรา
<b>รวมอัตรากำลังของศูนย์ทั้งหมด</b>	<b>185</b>	<b>อัตรา</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อนุญเต้ให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

\*หมายเหตุ งานในฝ่ายเทคนิคที่ไม่อยู่ภายในอาคารของโครงการ

คือ	1. งานออกแบบ จำนวนอัตรากำลัง	7	อัตรา
	2. งานศิลปกรรม "	18	อัตรา
	3. งานโรงงาน "	15	อัตรา
	รวม "	40	อัตรา

### 3.4 การศึกษาพฤติกรรมผู้ใช้โครงการ ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ

การศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการได้ศึกษาจากพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ของศูนย์  
บริภัณฑ์เพื่อการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน ซึ่งประเภทของผู้ใช้โครงการ ออกเป็น 2 ประเภท  
คือ

1. ผู้ให้บริการ
2. ผู้รับบริการ

1. ผู้ให้บริการ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ศูนย์ บุคลากรทั้งฝ่ายบริหารและฝ่ายดำเนินการ รวมทั้งพนักงาน  
ในส่วนต่าง ๆ ของศูนย์ มีวัตถุประสงค์ในการเข้าใช้โดยการ คือ

- 1.1 เพื่อปฏิบัติตามหน้าที่ความรับผิดชอบ
- 1.2 เพื่อให้บริการแก่ผู้มาเข้าชมติดต่อทั่วไป

2. ผู้รับบริการ ได้แก่

1.1 ประชาชนทั่วไป (GENERAL PUBLIC) นิยมเข้าชมพิพิธภัณฑ์ในวันหยุด  
สุดสัปดาห์หรือในวันหยุดงาน เป็นประชาชนทั่วไปที่ไม่ได้สนใจอย่างจริงจังต่อเนื้อหาวิชาการ ที่  
จัดแสดง ส่วนใหญ่ต้องการมาชมความแปลกใหม่ที่ไม่เคยเห็นหรือเคยรู้มาก่อน ดังนั้นจุดประสงค์  
หลักจึงไม่ได้มาเพื่อหาความรู้ แต่ต้องการความสนุกเพลิดเพลินในการชม

1.2 นักท่องเที่ยว (TOURISTS) เป็นส่วนที่จะเข้าชมนั้นจะมาเข้าชมในวัน  
ธรรมดา ที่ไม่ใช่วันหยุดเป็นนักท่องเที่ยวแบบนักทัศนาจรหรือนักเรียนที่โรงเรียนนำไปความ  
ต้องการของนักท่องเที่ยวมีมากกว่าประชาชนทั่วไป เพราะประกอบด้วยภูมิหลังที่ต่างกัน โดย  
เฉลี่ยแล้วต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาในการจัดแสดงด้วยไม่ใช่เพียงเพลิดเพลินแต่ต้องการ  
ความรู้พอสมควร

1.3 นักวิชาการ (SCHOLARS) ผู้เข้าชมประเภทนี้มีไม่มากนัก เป็นผู้ชมที่มี  
ความรู้พื้นฐานในเรื่องราวของชิ้นงานหรือเรื่องที่จัดแสดงเป็นอย่างดี ความประสงค์ของคนกลุ่มนี้

เอกสารนี้เข้าชมเพื่อทำการศึกษา เพื่อศึกษาวิจัยหาข้อมูล เป็นกลุ่มที่มาเพื่อมาศึกษาเท่านั้น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 1.4 นักเรียน (SCHOOL CHILDREN), นักศึกษา (STUDENTS)

ผู้เข้าชมประเภทนี้มีจำนวนมากและมีความต้องการการบริการมากกว่าประเภทอื่น นักเรียน นักศึกษาที่เข้าชม ต้องการเรียนรู้เรื่องราวต่างๆ ของเรื่องราวที่จัดแสดง การจัดแสดงที่มีการบรรยายทางวิชาการจะเป็นประโยชน์มากสำหรับผู้เข้าชมประเภทนี้

1.5 ภัคษุ-สามเณร เป็นกลุ่มที่เข้ามาเพื่อศึกษาค้นคว้าเช่นกัน แต่มีจำนวนน้อยมาก

#### ตารางที่ 3.4.1

##### สรุปกำหนดเวลาการเข้าใช้โครงการ

ประเภทผู้ใช้	เวลา
ผู้ให้บริการ	
- เจ้าหน้าที่	8.30 - 17.30
- ยามรักษาความปลอดภัย	1.00 - 24.00
- นักการ	7.30 - 18.30
ผู้รับบริการ	
- นักท่องเที่ยว	9.00 - 16.30
- นักเรียน	9.00 - 16.30
- นักวิชาการ	9.00 - 16.30
- ผู้ชมทั่วไป	9.00 - 16.30
ส่วนคลัง	9.00 - 16.00

#### วันทำการ

##### ส่วนสำนักงาน

จะเปิดทำการในวันจันทร์-ศุกร์  
หยุดเสาร์-อาทิตย์

##### ส่วนพิพิธภัณฑ์

จะเปิดทำการในวันพุธ-อาทิตย์  
หยุดจันทร์-อังคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### บทการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 4.1 การวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ

สถานที่ตั้งของโครงการศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติตั้งอยู่บนถนนสุขุมวิท เขตพระโขนง เนื้อที่ของโครงการตั้งอยู่ภายในอาณาบริเวณของศูนย์บริภัณฑ์เพื่อการศึกษา

อาณาเขตติดต่อ

- ทิศเหนือ ติดกับถนนสาย สุขุมวิท-เอกมัย
- ทิศใต้ ติดกับสนามกีฬาบ้านกล้วยใต้ของกรมพลศึกษา
- ทิศตะวันออก ติดกับพื้นที่พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์
- ทิศตะวันตก ติดกับที่ทำการของ UNESCO

จากลักษณะของที่ตั้งเป็นพื้นที่เป็นเส้นทางการสัญจรหลักสายหนึ่ง ซึ่งสามารถใช้เป็นเส้นทางในการสัญจรออกสู่เส้นทางไปสู่จังหวัดต่างๆ ทางด้านทิศตะวันออกในเขตของพื้นที่เป็นศูนย์กลางเดินรถสายตะวันออก บริเวณโดยรอบเป็นเขตชุมชน และอยู่ในย่านที่มีโรงเรียนและสถานศึกษาอยู่มาก เช่น โรงเรียนปทุมคงคาโรงเรียนวัดธาตุทอง โรงเรียนศรีวิกรม์ บนถนนสายสุขุมวิทนี้ถือได้ว่าเป็นถนนสายธุรกิจสายหนึ่งของกรุงเทพฯ จากลักษณะของสภาพที่ตั้งโดยสังเขปสามารถวิเคราะห์ถึงปัญหาและผลกระทบซึ่งอาจจะส่งผลต่อที่ตั้งของโครงการคือ

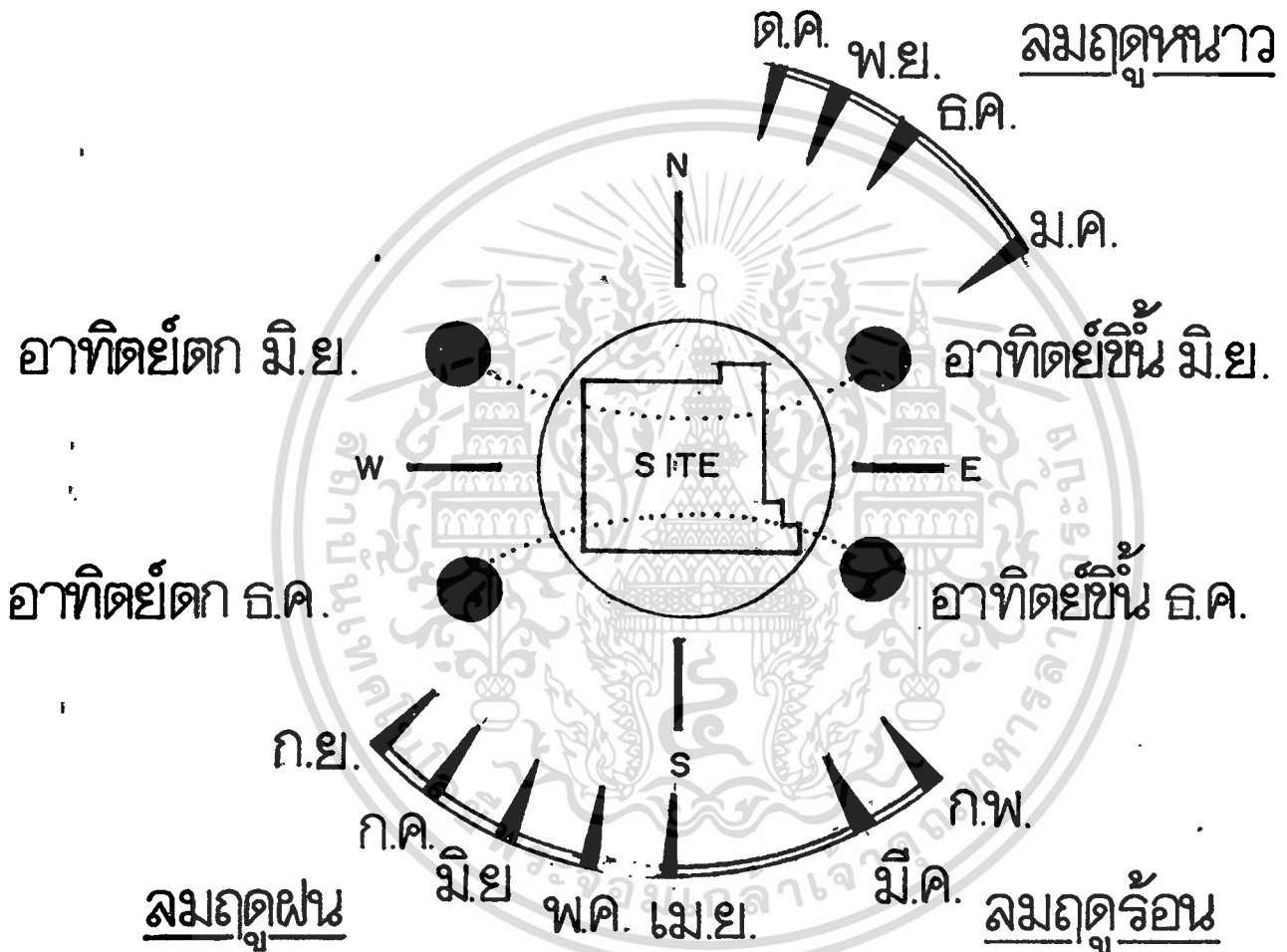
1. ถนนด้านหน้าคือ ถนนสายสุขุมวิท-เอกมัย นั้นในช่วงเวลาเร่งด่วนในตอนเช้าและเย็น จะมีการจราจรที่ค่อนข้างจะหนาแน่น และมีรถวิ่งอยู่ตลอดเวลา ซึ่งจะส่งผลกระทบด้านมลภาวะต่างๆ เช่น เสียงและควันจากรถยนต์รวมทั้งฝุ่นละอองจากการสัญจรบนถนน
2. ด้านทิศตะวันตกของโครงการติดกับสนามกีฬาบ้านกล้วยใต้ในกรณีที่มีการแข่งขันกีฬาภายในสนามจะเกิดผลกระทบทางด้านมลภาวะทางเสียงถึงแม้ว่าจะเป็นครั้งคราวแต่ก็นับได้ว่าส่งผลกระทบต่อโครงการพอสมควร

#### แนวทางแก้ปัญหา

1. ปลุกต้นไม้เป็นแนวด้านหน้าโครงการและด้านทิศตะวันตกเพื่อช่วยลดเสียงและฝุ่นละอองที่ส่งผลกระทบต่อโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับป้องกันเสียงกับส่วนที่ต้องการควบคุมเสียงกับอาคารในส่วนต่างๆ ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ติดตั้งระบบปรับอากาศกับโครงการเพื่อลดปัญหาเรื่องเสียงกับฝุ่นละออง



ภาพที่ 4.1.1 แผนผังที่ตั้งและอิทธิพลสภาพแวดล้อมของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### วิเคราะห์การคมนาคมและการเข้าถึงโครงการ

เส้นทางคมนาคมของโครงการจะใช้ถนนสายหลักคือ ถนนสุขุมวิท-เอกมัย ซึ่งถนนจะเป็นถนนที่แบ่งการสัญจรเป็น 2 ช่องทาง (Two way) คือถนนด้านขาเข้าฝั่งด้านหน้าโครงการสามารถเดินทางมาจากทางด้านบางนา ส่วนถนนฝั่งตรงข้ามเป็นถนนขาออก ซึ่งสามารถเดินทางมาจากทางด้านย่านธุรกิจบนถนนสุขุมวิท-อโศก ปัญหาในด้านการเข้าสู่โดยการไม่มีอุปสรรคใดสามารถเกินปัญหาในเรื่องของการจราจรติดขัดบ้างในช่วงเวลาเร่งด่วนคือ ในช่วงตอนเช้าช่วงเวลา 7.00-9.00 น. ช่วงเวลาตอนเย็น 16.00-17.00 น. การเข้าภายในโครงการจากถนนหน้าโครงการแล้วในการจอดรถภายในโครงการจะต้องเข้าจากถนนด้านข้างโครงการคือ ถนนทางเข้าศูนย์บริการซึ่งแบ่งทางสัญจรเข้าออกไว้แล้วจึงไม่เป็นปัญหาในการสัญจร



ภาพที่ 4.1.2 ทศนียภาพถนนด้านหน้าโครงการถนนสุขุมวิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1.3 ทศนียภาพทางเข้าสู่โครงการ (ถนนทางเข้าสู่ศูนย์บริกัณฑ์)

**วิเคราะห์อิทธิพลสภาพแวดล้อม ภูมิอากาศ ที่ส่งผลต่ออาคารโครงการ  
ฝน**

จากสภาพที่ตั้งโครงการวิเคราะห์ได้ดังนี้ โดยปกติฝนจะตกชุกในช่วงปลายเดือน พ.ค.จนถึงเดือน ก.ย. โดยมีฤดูฝนจะพัดมาจากทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งฝนจะเข้าสู่ตัวอาคารทางด้านหลังคือทางด้านทิศใต้



ภาพที่ 4.1.4 ทักษณภาพของอาคารด้านทิศใต้

ในส่วนของอาคารด้านนี้จะไม่เกิดผลกระทบต่ออิทธิพลของฝนมากนักเนื่องจากเป็นส่วนด้านหลังซึ่งเป็นส่วนช่วงบันได ส่วนหน้าต่างของอาคารเป็นหน้าต่างบานกระจกโดยมีแนวโครงสร้างเป็นกันสาดในตัวจึงไม่เกิดผลกระทบต่ออาคาร

#### แสงแดด

จากลักษณะที่ตั้งของโครงการ นั้นจะพบว่าในช่วงเดือนมิถุนายนพระอาทิตย์จะขึ้นและตกในแนวอ้อมเหนือ ส่วนในช่วงเดือนธันวาคมพระอาทิตย์จะขึ้นและตกในแนวอ้อมใต้ จากการวิเคราะห์ตัวอาคารทางด้านทิศตะวันออกจะได้รับอิทธิพลของแสงแดดในช่วงเช้าคือในช่วงเวลา 7.00-9.00 น. ในส่วนของตัวอาคารด้านนี้จะมีส่วนของหน้าต่างที่ เล็ก ฉะนั้นจึงไม่เป็นปัญหาและไม่เกิดผลกระทบต่อโครงการอีกทั้งแสงแดดในช่วงเวลานี้เป็นเพียงแสงแดดอ่อน ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1.5 ทัศนียภาพของอาคารทางด้านทิศตะวันออก

ในช่วงเย็น เวลาประมาณ 14.00-17.00 น. แสงแดดช่วงบ่ายจะส่องเข้าสู่ตัวอาคารทางด้านทิศตะวันตก ซึ่งตัวอาคารด้านนี้จะเป็นบานหน้าต่างกระจกตลอดแนว ซึ่งจะได้รับผลกระทบจากแสงแดดโดยตรงในส่วนของสำนักงานเนื่องจากอยู่ในส่วนบน ส่วนของพิพิธภัณฑ์อยู่ในชั้นล่างได้รับผลกระทบในปริมาณที่น้อย

**แนวทางแก้ปัญหา** ในส่วนสำนักงานอาจจะติดผ้าม่านหรือใช้ม่านปรับแสง

รวมทั้งติดตั้งระบบปรับอากาศในส่วนต่าง ๆ เช่น ส่วนพิพิธภัณฑ์ส่วนห้องปฏิบัติการ ห้องเก็บวัตถุตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1.6 ทศนียภาพอาคารทางด้านทิศตะวันตก

#### ลม

จากลักษณะของที่ตั้งโครงการสามารถวิเคราะห์อิทธิพลของลมที่พัดเข้าสู่ตัวอาคารได้ดังนี้  
ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ลมฤดูหนาว) จะพัดเข้ามาในช่วงเดือน ต.ค.-  
ม.ค.

ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ (ลมฤดูร้อน) จะพัดเข้ามาในช่วงเดือน ก.พ.-เม.ย.

ลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ (ลมฤดูฝน) จะพัดเข้ามาในช่วงเดือน พ.ค.-ก.ย.

จากอิทธิพลของลมไม่ส่งผลต่อตัวอาคาร เนื่องจากตัวอาคารในหน้าต่างบานกระจก  
โดยรอบในส่วนที่ต้องการการถ่ายเทอากาศหรือลมก็สามารถเปิดได้เพราะตัวอาคารมีหน้าต่างโดยรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2 วิเคราะห์พฤติกรรมผู้ใช้โครงการ

การวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้โครงการนั้นเพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนด

- องค์ประกอบของโครงการ
- ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ
- ความต้องการพื้นที่ใช้สอย

#### ประเภทของผู้ใช้โครงการ

1. ผู้ให้บริการ ได้แก่ พนักงานหรือเจ้าหน้าที่ของโครงการในฝ่ายต่างๆ
2. ผู้รับบริการ ได้แก่
  - 2.1 ผู้เข้าชม ประชาชนทั่วไป นักเรียนนักศึกษา นักท่องเที่ยว
  - 2.2 ผู้มาติดต่อ
    1. เจ้าหน้าที่หน่วยงานราชการ
    2. บุคคลหรือหน่วยงานเอกชน
    3. นักวิชาการ
    4. บุคคลผู้เข้าร่วมกิจกรรม

#### ลักษณะพฤติกรรมผู้ใช้โครงการ

1. ผู้ให้บริการจะเป็นไปในลักษณะหน้าที่รับผิดชอบลักษณะของงานที่ทำและเป็นไปตามระเบียบของหน่วยงาน
2. ผู้รับบริการ มีพฤติกรรมที่แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์และลักษณะการใช้โครงการ

## 4.2.1 ตารางแสดงพฤติกรรมผู้ใช้โครงการ

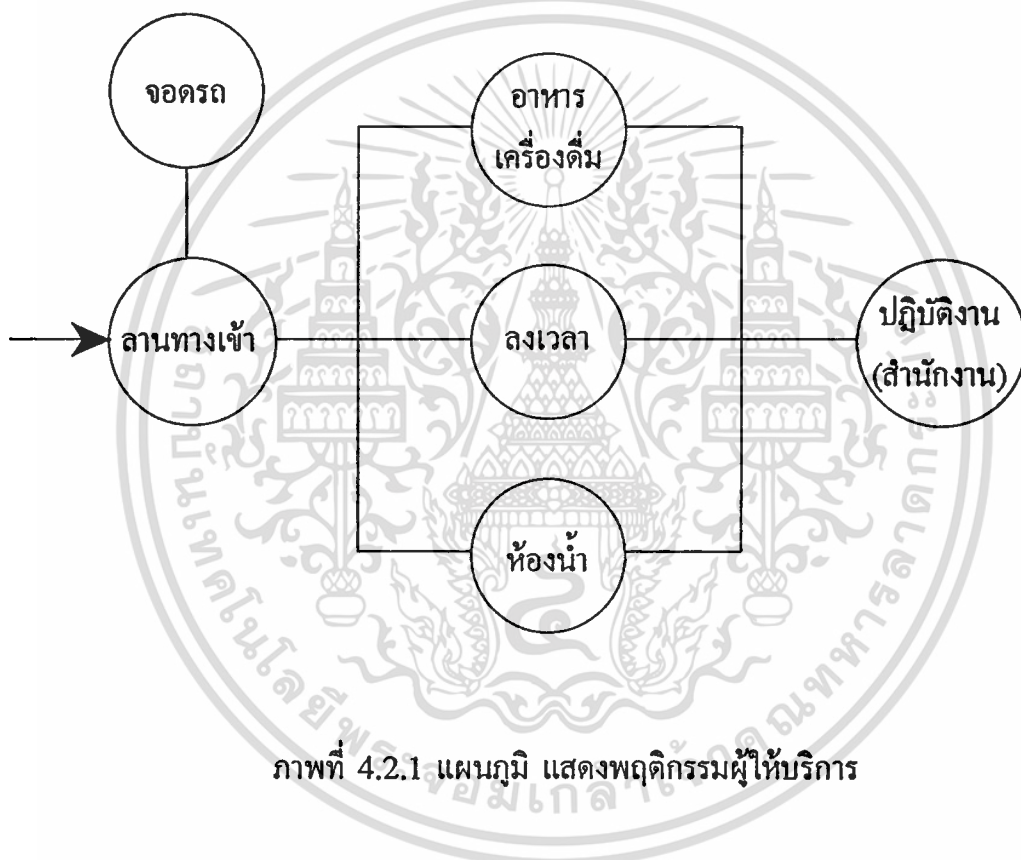
ประเภทผู้ใช้โครงการ	เวลา	กิจกรรม
ผู้ให้บริการ - เจ้าหน้าที่และพนักงาน ภายในศูนย์	ก่อน 8.30 น.	- มาจากที่จอดรถหรือมาทางเท้า
	8.30 น. - 9.00 น.	- ลงเวลาทำงานและเริ่มปฏิบัติงาน
	9.00 น. - 12.00 น.	- ปฏิบัติงานตามหน้าที่รับผิดชอบ
	12.00 น. - 13.00 น.	- พักรับประทานอาหารทำธุระส่วนตัว
	13.00 น. - 16.30 น.	- กลับเข้าปฏิบัติงานตามปกติ
	16.30 น.	- เลิกงาน
ผู้รับบริการ 1. ผู้เข้าชม - ประชาชนทั่วไป - นักเรียนนักศึกษา - นักท่องเที่ยว - นักวิชาการ 2. ผู้มาติดต่อ - เจ้าหน้าที่หน่วยงานราชการ - บุคคลหรือหน่วยงานเอกชน - นักวิชาการ	ระหว่าง 9.00 น. - 16.30 น.	- มาจากที่จอดรถหรือมาทางเท้า - เข้าสู่โครงการทางช่องทางเข้า - เข้าใช้บริการในส่วนบริการ - เข้าใช้บริการในส่วนบริการสาธารณะ - ช้อปบัตรเข้าชม - เข้าสู่ส่วนจัดแสดงหรือคลังของศูนย์
	ระหว่าง 8.30น. - 16.30น.	- มาจากที่จอดรถหรือมาทางเท้า - เข้าสู่โครงการทางช่องทางเข้า - ติดต่อสอบถาม - เข้าพบเจ้าหน้าที่
	8.30 - 12.00 น.	- มาจากที่จอดรถหรือทางเท้า - เข้าสู่โครงการทางช่องทางเข้า - รายงานตัว-ลงทะเบียน - เข้าประชุมสัมมนาหรือบรรยาย
	12.00 - 13.00 น.	- พักกลางวัน
	13.00 - 16.40 น.	- เข้าประชุมสัมมนาหรือบรรยาย - ค่อยจนปิดประชุม

\*ศึกษาจากพฤติกรรมของผู้เข้าชมและเจ้าหน้าที่ศูนย์บริการเพื่อการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางพฤติกรรมสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผู้ให้บริการ พนักงานหรือเจ้าหน้าที่ศูนย์ อาจมาโดยรถส่วนตัว รถโดยสารหรือมาจากทางเท้า โดยจะเข้าสู่โครงการ จากทางเข้าของเจ้าหน้าที่ซึ่งจะแยกเข้าคนจะส่วนกับผู้ชม เพื่อความสะดวกและเป็นส่วนตัว จากนั้นจึงลงเวลาปฏิบัติงาน แยกย้ายปฏิบัติงานตามหน้าที่ เวลาปฏิบัติงาน 8.30 -16.30 น.



ภาพที่ 4.2.1 แผนภูมิ แสดงพฤติกรรมผู้ให้บริการ

## 2. ผู้รับบริการ

ผู้ชมโครงการ จะใช้บริการในช่วงเวลา 9.00 -16.30 น. ลักษณะของผู้ชมแยกเป็น

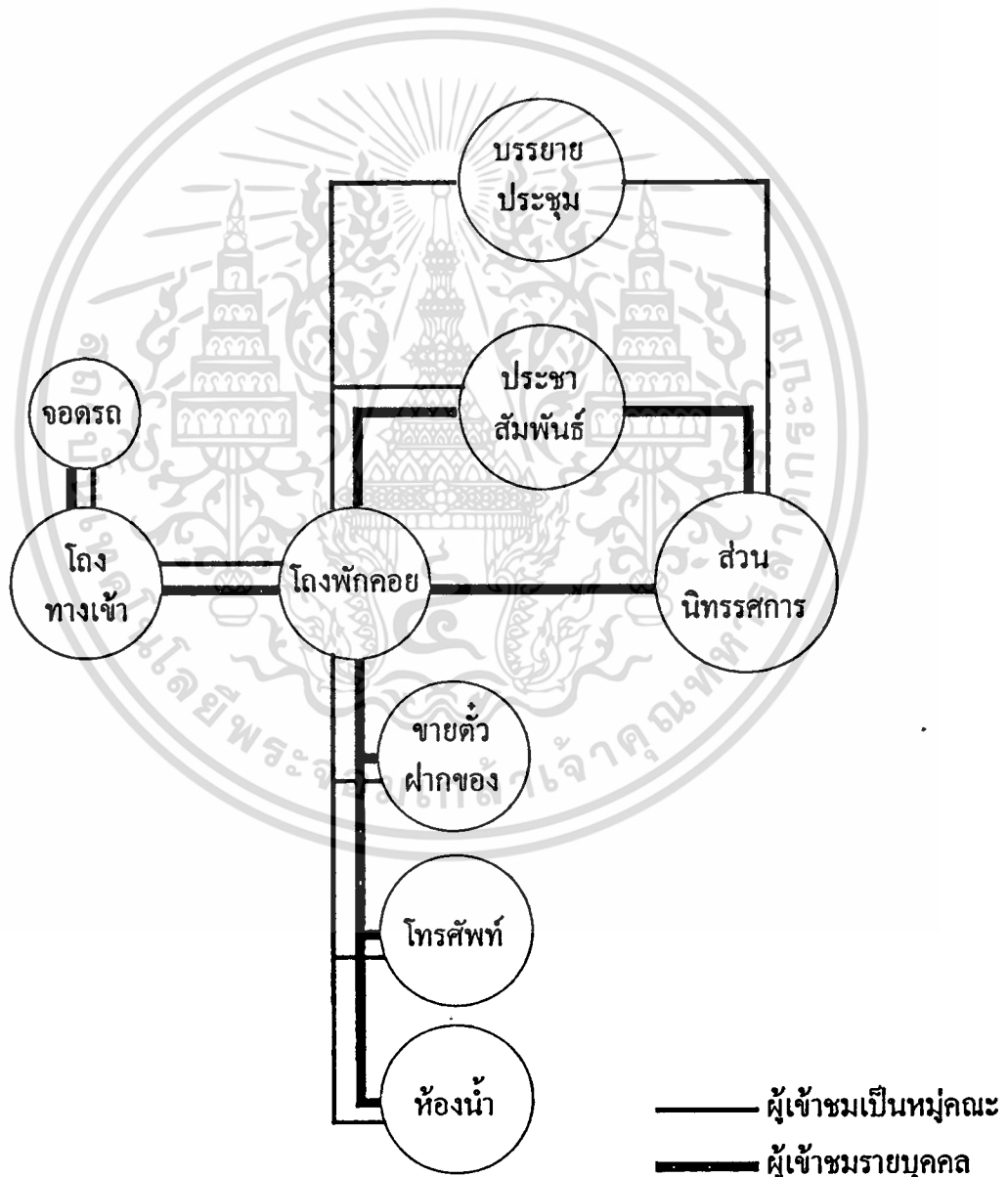
### 3 ประเภท

- เข้าชมเป็นรายบุคคลได้แก่ ประชาชนทั่วไปเพื่อมาถึงศูนย์จะเข้าสู่ตัวอาคาร และเข้าสู่ส่วนโถงทางเข้าเพื่อติดต่อส่วนประชาสัมพันธ์ ส่วนขายตัวอาคาร และเข้าสู่ส่วนโถงทางเข้าเพื่อติดต่อส่วนประชาสัมพันธ์ ส่วนขายตัวส่วนโถงพักคอย ห้องน้ำ-ส้วม โทรศัพท์สาธารณะ หลังจากนั้นฝากสิ่งของสัมภาระไว้ที่ส่วนฝากของเข้าชมนิทรรศการ เมื่อชมนิทรรศการเสร็จแล้วรับสัมภาระคืนจากนั้นก็ทำธุระส่วนตัว หรือกลับออกไปเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

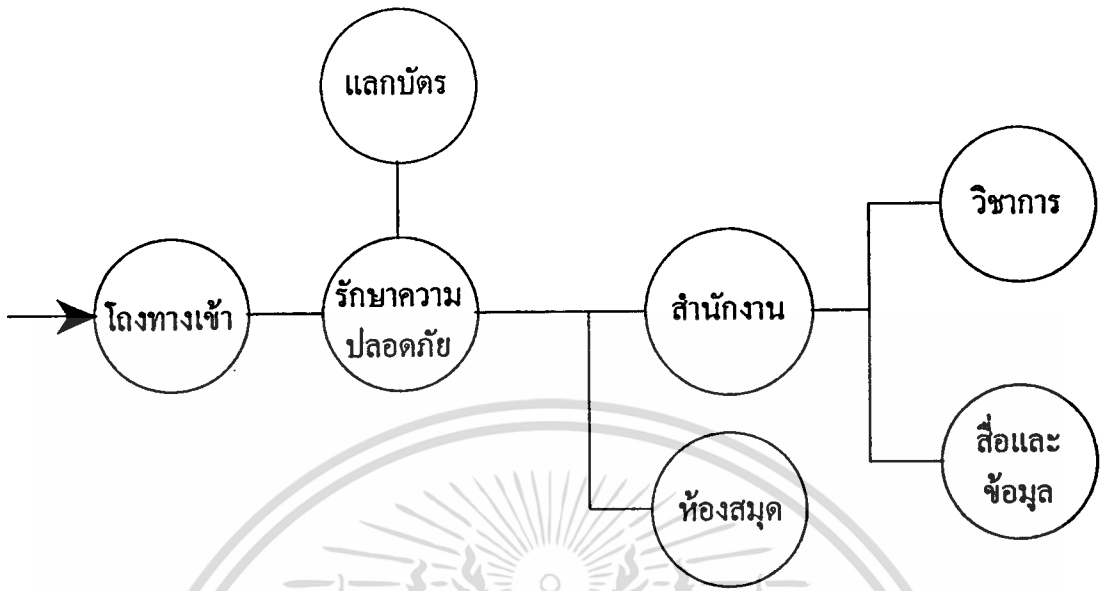
- ผู้เข้าชมเป็นหมู่คณะ ได้แก่ นักเรียน นักศึกษา นักวิชาการ พุทธศักราชโดยทั่วไป ก็เหมือนกับผู้เข้าชมเป็นรายบุคคล แต่ต้องมาติดต่อเจ้าหน้าที่ของคุณ์เพื่อเข้าฟังบรรยายก่อนที่ จะชมนิทรรศการ

- ผู้มาศึกษาค้นคว้าจะมาใช้บริการเพื่อการศึกษาโดยเฉพาะเช่น มาหาข้อมูลทำ เกี่ยวกับเนื้อหาการจัดแสดง หาข้อมูลต่างๆ ภายในห้องสมุดโดยติดต่อกับส่วนรักษาความปลอดภัย อาจมีการเข้าชมพิพิธภัณฑ์หรือกลับออกไปเลย



ภาพที่ 4.2.2 แผนภูมิ แสดงพฤติกรรมผู้รับบริการรายบุคคล และหมู่คณะ

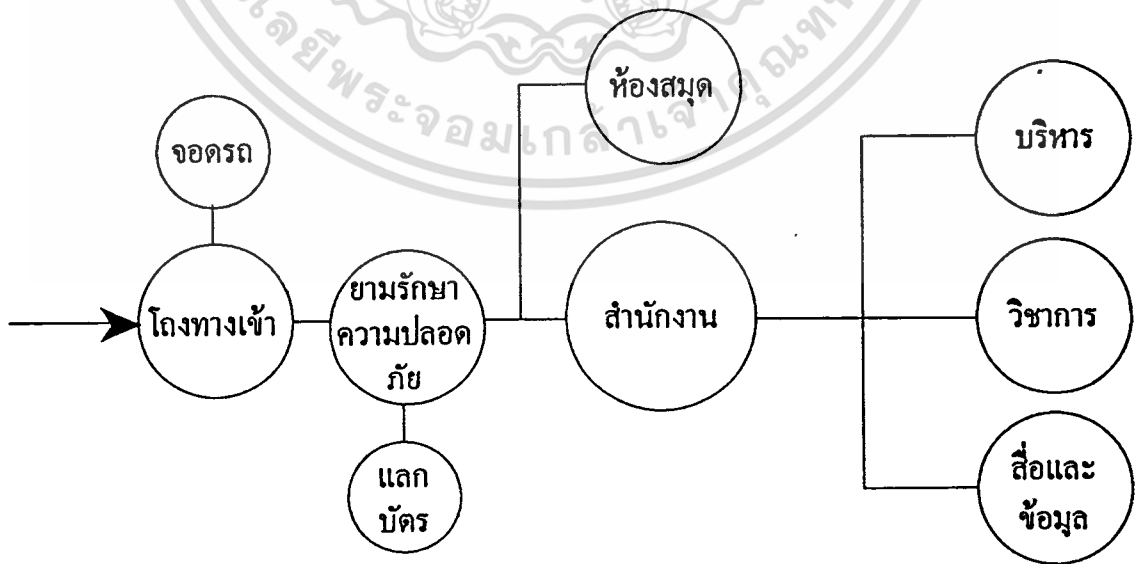
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2.3 แผนภูมิ พฤติกรรมผู้รับบริการ (ผู้มาศึกษาค้นคว้า)

**ผู้มาติดต่อ**

ผู้มาติดต่อกับทางศูนย์ฯ อาจจะมาติดต่อราชการหรือต้องการข้อมูล ขอข่าวสารจะเข้ามาติดต่อโดยใช้ทางเข้าส่วนสำนักงาน โดยผ่านเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย ติดต่อและบัตรแล้วจึงไปยังแผนกต่าง ๆ เมื่อเสร็จธุระจึงกลับออกไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ภาพที่ 4.2.4 แผนภูมิ แสดงพฤติกรรมผู้รับบริการ (ผู้มาติดต่อ)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. วัตถุจัดแสดงและวัตถุตัวอย่างทางธรรมชาติวิทยา

จากลักษณะของโครงการซึ่งมีส่วนของศูนย์พัฒนาสื่อตัวอย่างทางธรรมชาติซึ่งเป็นส่วนเก็บและรวบรวมวัตถุตัวอย่างจึงต้องศึกษาพฤติกรรมกรรมการนำวัตถุเข้ามาในส่วนนี้

ประเภทของวัตถุตัวอย่าง แบ่งเป็น 2 ประเภท

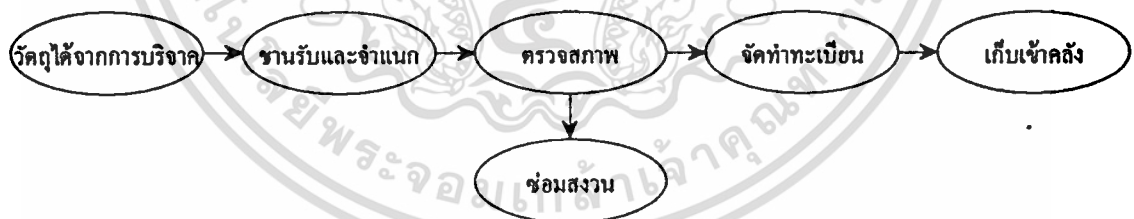
1. วัตถุที่ได้จากการออกเก็บตัวอย่างจากแหล่งธรรมชาติ
2. วัตถุที่ได้จากการแลกเปลี่ยนหรือบริจาคจากสถาบันวิจัยต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

พฤติกรรมของการนำวัตถุจึงแบ่งออกตามประเภทของวัตถุวัตถุเข้าคลัง

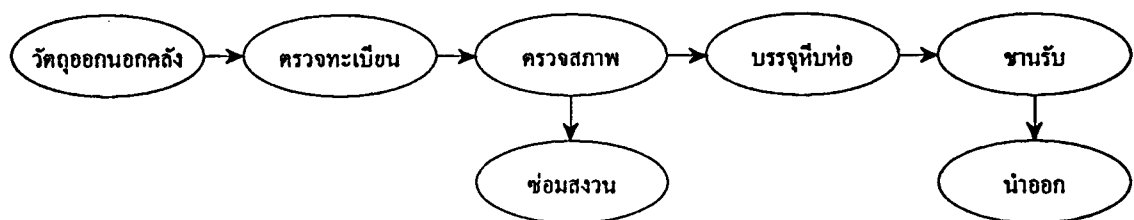
ภาพที่ 4.2.5 วัตถุที่ได้จากการออกเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ 4.2.6 วัตถุที่ได้จากการบริจาคหรือแลกเปลี่ยน



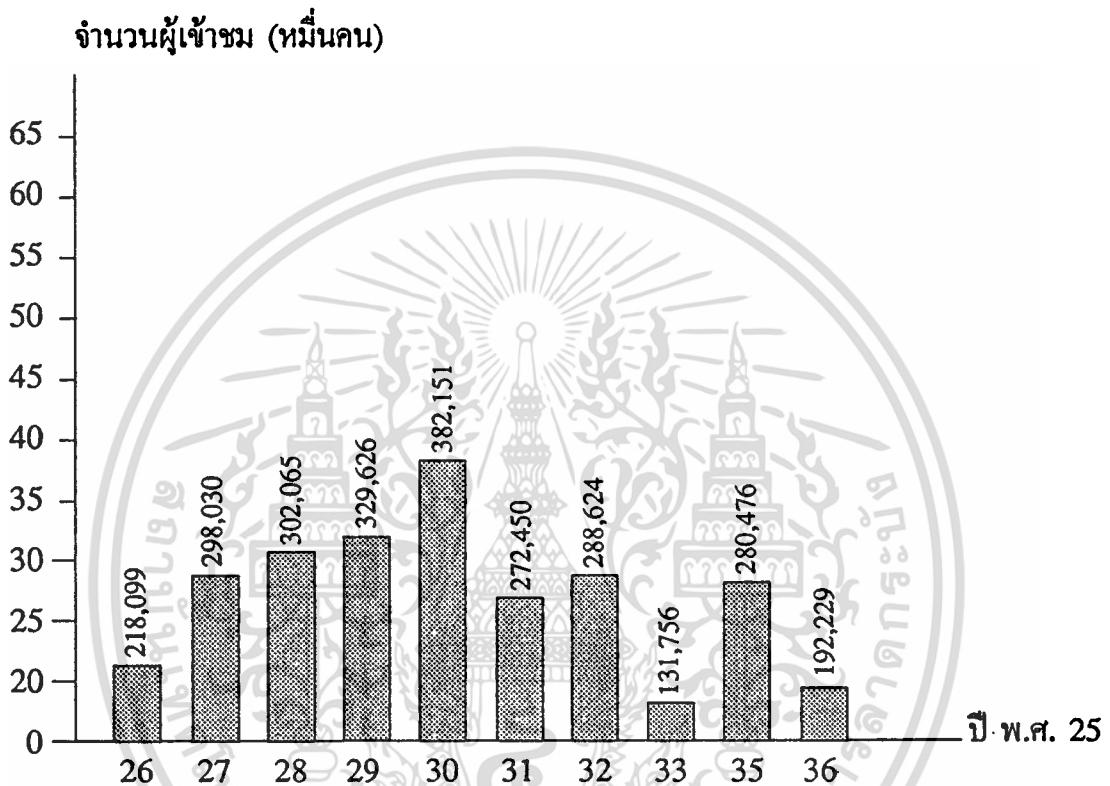
ภาพที่ 4.2.7 วัตถุออกนอกคลัง เป็นการนำวัตถุออกแลกเปลี่ยนหรือให้ยืม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การศึกษาสถิติผู้เข้าชม

การศึกษาสถิติของผู้เข้าชมนั้นก็เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำเข้าสู่การวิเคราะห์พื้นที่ในส่วนบริการสาธารณะต่างๆ ของโครงการ เช่น สวนโถงพักด้วยสวนห้องสมุด ฯลฯ การศึกษาสถิตินี้ศึกษาจากสถิติผู้เข้าชมของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ในปี 2526-2535



ภาพที่ 4.2.8 แผนภูมิแสดงสถิติผู้เข้าชม

การคาดคะเนจำนวนผู้ชมจะใช้การเปลี่ยนแปลงของจำนวนผู้ชมในอดีตเป็นฐาน โดยสมมุติว่าผู้ชมหรือผู้ใช้บริการจะเปลี่ยนและด้วยจำนวนการเปลี่ยนแปลงคงที่ Linear Growth ซึ่งสามารถคาดคะเนจำนวนผู้เข้าชมได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จากสูตร } PoP(t) = PoP + Bt$$

$$\text{โดยที่ } PoP(t) = \text{จำนวนผู้ใช้บริการในปีที่ต้องการทราบ}$$

$$PoP = \text{จำนวนผู้ใช้บริการในปีฐาน}$$

$$t = \text{ระยะเวลา(ปี)}$$

$$B = \text{ค่าเปลี่ยนแปลงในปีที่ผ่านมา}$$

$$\text{จำนวนผู้เข้าชม} = \text{จำนวนเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงปี}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## จากสถิติผู้เข้าชม

ปี พ.ศ.	จำนวนผู้เข้าชม (คน)	จำนวนเปลี่ยนแปลง(คน)
2526	218,099	-
2527	294,030	+75931
2528	302,065	+8035
2529	329,625	+27560
2530	382,151	+52526
2531	272,450	-109,701
2532	288,624	+16174
2533	131,756	-156868
2534	280,476	+148720
2535	192,229	- 88247

หาค่าเปลี่ยนแปลง B ได้

$$=7593+8035+27560+52526-109,701+16174-156868+148720-88247$$

10

= 25870

= 258

ค่าเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยในแต่ละปี = 2587 คน

จากการคำนวณค่าเฉลี่ยสามารถคาดคะเน ผู้เข้าชมได้ดังนี้

ปีพ.ศ.	จำนวนผู้เข้าชม(คน)	หมายเหตุ
2535	192,229	ปีที่ เป็นปีฐาน
2536	194,816	
2537	197,403	ปีที่โครงการเสร็จสมบูรณ์
2538	199,990	ปีที่ให้บริการ

คาดว่าจำนวนผู้ชมในปีให้บริการเฉลี่ยต่อปี = 199,990 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การคำนวณหาผู้ชมเฉลี่ยต่อวัน

จากการคาดคะเนผู้ชมในปี 2538 จะมีจำนวนผู้ชมต่อปี = 199,990 คน

เฉลี่ยใน 1 เดือน จะมีผู้ให้บริการ  $\frac{199,990}{12} = 16,665$  คน

ใน 1 เดือน ศูนย์จะเปิดทำการประมาณ 22 วัน (หยุดสัปดาห์ 2 วัน)

โดยเฉลี่ยใน 1 วัน จะมีผู้เข้าชม  $\frac{16,665}{22} = 757.5 = 758$  คน

คาดว่าจะมีผู้เข้าใช้โครงการต่อวันประมาณ 758 คน

## 4.2.2 สถิติผู้เข้าชมปี 2535 (พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์)

## ตารางเปรียบเทียบสถิติผู้เข้าชมเด็ก และ ผู้ใหญ่

เดือน	ผู้ชม (เด็ก)	ผู้ชม (ผู้ใหญ่)	รวม
ม.ค.	20,360	9,731	30,091
ก.พ.	8,176	2,008	10,184
มี.ค.	4,002	2,564	6,566
เม.ย.	4,651	2,998	7,649
พ.ค.	3,041	1,966	5,007
มิ.ย.	5,089	1,960	7,045
ก.ค.	11,494	2,575	14,065
ส.ค.	73,404	9,518	82,922
ก.ย.	6,164	1,558	7,722
ต.ค.	8,616	1,274	9,890
พ.ย.	3,037	1,766	4,803
ธ.ค.	4,709	1,1572	6,281
รวมตลอดปี	192,739	39,490	192,229
คิดเป็นร้อยละ	79.5%	20.5 %	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางเปรียบเทียบกลุ่มเข้าชม

สถิติผู้เข้าชมเด็กเฉลี่ยตลอดปี = 102,000 คน คิดเป็นร้อยละ 77.4%  
 สถิติผู้เข้าชมผู้ใหญ่เฉลี่ยตลอดปี = 29,756 คน " " 22.6%

จะเห็นได้ว่ากลุ่มผู้ชมส่วนใหญ่จะเป็นผู้ชมที่เป็นเด็กเสียส่วนใหญ่

#### 4.3 การวิเคราะห์เวลาในการเข้าชม

การกำหนดช่วงเวลาในการเข้าชมนั้นก็เพื่อให้ได้เวลาในการชมนิทรรศการที่มีความเหมาะสมว่าจะกำหนดเวลาหรือช่วงเวลาในการชมมากน้อยเพียงใดเพื่อมิให้เกิดความเมื่อยล้าในการชม

จากหัวเรื่องการออกแบบพิพิธภัณฑ์ของ วีรวุฒิ โอตระกูล สถาปนิกกรมศิลปากร ได้กล่าวถึงช่วงเวลาในการชมนิทรรศการไว้ว่า

“ได้มีการวิจัยถึงระยะเวลาของการชมของผู้ชมต่อ 1 คน ซึ่งใช้เวลาในการชมนิทรรศการโดยไม่หยุดเลยคือ 1 ชม. และผลเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดเป็น 30 นาที และ 2 ชม. ตามลำดับ ดังนั้น เพื่อเป็นการเสริมสร้างประโยชน์ให้แก่ผู้ชมมากขึ้นทางศูนย์ฯ ควรจัดให้มีการพักการชม หรือเปลี่ยนอริยาบท เป็นช่วงๆ แทนที่จะมีการแสดงต่อเนื่องไปจนจบแต่อย่างเดียว”

จากหัวเรื่องดังกล่าวจะเห็นได้ว่าช่วงเวลาในการชม ควรมีระยะเวลา 30 นาที ถึง 2 ชม.

การแบ่งช่วงเวลาที่เหมาะสมโดยทั่วไปจากการศึกษาการแบ่งช่วงเวลาจากพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์จะแบ่งเวลาการชมออกเป็น 2 ช่วงคือ

1. ช่วงเช้า เริ่มตั้งแต่เวลา 9.00 - 12.00 น.
2. ช่วงบ่าย " " 13.00 - 16.30 น.

การสำรวจระยะเวลาการชมนิทรรศการ ของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ในแต่ละส่วนโดยการสังเกตจากผู้เข้าชมภายในวันที่ 10-15 ธ.ค. 2536 เพื่อหาค่าเฉลี่ยการชม

## 4.3.1 ตารางเฉลี่ยเวลาการเข้าชมในแต่ละส่วนของพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์

หัวเรื่องนิทรรศการ	เฉลี่ยเวลาการชม
นิทรรศการชีวิตและสุขภาพ	25 นาที
นิทรรศการประวัติการสื่อสารไทย	10 นาที
นิทรรศการประวัติเวลา	5 นาที
นิทรรศการทรัพยากรพลังงาน	15 นาที

เวลาเฉลี่ยของแต่ละนิทรรศการ =  $25+10+5+15 = 4$  นาที

4

## 4.3.2 ตารางเฉลี่ยเวลาในการชมในส่วนห้องนิทรรศการวิทยาศาสตร์ ชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยศึกษาจากลักษณะการจัดแสดง

ลักษณะการจัดแสดง	เฉลี่ยเวลาในการชม
ตู้แสดง DIORAMA	1-2 นาที
หุ่นจำลองขนาดใหญ่	3-5 นาที
แผนภาพการกำหนดสิ่งมีชีวิต	5-10 นาที
แผนภาพพันธุศาสตร์	1-3 นาที
แผนภาพพฤติกรรมของสัตว์	10-15 นาที
ชมของจริงเรื่องนิเวศวิทยา	10-15 นาที

## 4.3.3 การสำรวจนิทรรศการของสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล บางแสน

ลักษณะการจัดแสดง	เฉลี่ยเวลาในการชม
การชมเปลือกหอยแต่ละชั้น	10-15 วินาที
การชม DIORAMA	1-2 นาที
การชมแผนภาพประกอบคำบรรยาย	1-5 นาที
การชมหุ่นสัตว์ทะเลสตัฟฟ์	1-3 นาที
การชมเครื่องมือสมุทรศาสตร์แต่ละชั้น	10-15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3.4 การสำรวจการจัดนิทรรศการที่ใช้เทคโนโลยีการจัดแสดงของหอไทยนิทัศน์ ศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย

ประเภทการจัดแสดง/เทคนิค	เฉลี่ยเวลา
VIDEOWALL เรื่องถิ่นกำเนิดของคนไทย	15 นาที
สไลด์มัลติวิชั่น เรื่องประเทศไทย	5 นาที
แผนที่แผ่นเรืองแสง, คอมพิวเตอร์เรื่องชาติพันธุ์	10 นาที
Dynamic Diorama เรื่องสังคมาส์ตว์	5 นาที
แผนที่ลักษณะ OBTC FIBER เรื่องการติดต่อและรับอารยธรรม	5 นาที
วิดีโอเทปเรื่องการรับอารยธรรม	3 นาที
แผ่นภาพผลึกดูราแทน (ภาพเรืองแสง) ประกอบสไลด์มัลติวิชั่น	10 นาที

\* สรุปการเข้าชมในหอไทยนิทัศน์ ทั้ง 4 ส่วน แบ่งออกเป็น

1. ความเป็นมาของวัฒนธรรมต่าง ๆ
2. การตั้งถิ่นฐานในประเทศไทย
3. การติดต่อและรับอารยธรรมจากภายนอก
4. พัฒนาจากรัฐสุ่อณาจักรไทย

การเข้าชมควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ 1 รอบใช้เวลาประมาณ 30 นาที โดยเข้าชมรอบละ 15-20 คน แต่ละรอบใช้เวลาห่างกันประมาณ 15 นาที

#### 4.4 การศึกษาองค์ประกอบของโครงการ ศึกษาจาก

1. การแบ่งส่วนของสายงานและอัตรากำลัง

โดยศึกษาจากพฤติกรรมการทำงาน หน้าที่การปฏิบัติงานจากข้อมูลพื้นฐานด้านโครงสร้างการบริหารงานและอัตรากำลัง

2. ศึกษาทางด้านพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ โดยพิจารณาแบ่งจากสายต้องการพื้นฐานด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ความต้องการทางด้านกายภาพ

2.2 ความต้องการด้านความปลอดภัย

2.3 ความต้องการทางด้านสังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสำนักงานหอไทยนิทัศน์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการนี้ได้จากการเปรียบเทียบ โครงการลักษณะเดียวกัน การพิจารณาองค์ประกอบสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. **องค์ประกอบหลัก** เป็นองค์ประกอบที่มีความจำเป็นสำหรับโครงการเป็นอันมากประกอบด้วย

**ส่วนสำนักงาน**

- ฝ่ายบริหารงานทั่วไป
- ฝ่ายการศึกษาและประชาสัมพันธ์
- ฝ่ายวิชาการ
- ฝ่ายเทคนิค
- ฝ่ายรักษาความปลอดภัย

**ส่วนจัดแสดงงาน**

- นิทรรศการชั่วคราว
- นิทรรศการถาวร

**ส่วนคลังวัตถุตัวอย่าง**

2. **องค์ประกอบเสริม** คือองค์ประกอบที่มาช่วยในการเสริมองค์ประกอบหลักให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นจากการที่มีองค์ประกอบหลักอยู่เดิมแล้วโดยพิจารณาจากความต้องการของพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ ซึ่งองค์ประกอบเสริมได้แก่

**ส่วนบริการสาธารณะ ประกอบด้วย**

- ที่จอดรถ
- โถงทางเท้า
- ประชาสัมพันธ์ติดต่อสอบถาม
- โถงพักคอย
- ส่วนขายบัตร
- ส่วนฝากของ
- โทรศัพท์สาธารณะ
- ห้องน้ำ-ส้วม

**ส่วนบริการด้านการศึกษา**

- ห้องสมุด
- ส่วนฐานปฏิบัติการธรรมชาติวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.1 ตารางพฤติกรรมเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ

การศึกษาพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ เพื่อที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ในโครงการ รวมทั้งการวิเคราะห์พื้นที่ตามต้องการมาตรฐานของโครงการ

ตำแหน่ง/หน้าที่	ติดต่อกับ	พฤติกรรม	องค์ประกอบ
1. ผู้อำนวยการ - วางแผนการดำเนินงานตามนโยบายของคณะกรรมการ - ควบคุมการดำเนินงานภายในศูนย์	2,3,4,7 9,21,28,31 33,35,37 39,48,51 56	- ประชุมคณะกรรมการ - นั่งทำงานด้านแผนการบริหาร	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ - ชุดรับแขก
2. เลขานุการ - รวบรวมสถิติและผลงานของศูนย์เพื่อจัดทำรายงานและจัดระเบียบวาระเอกสาร - บันทึกการประชุมคณะกรรมการ	1,3,4,7,9 21,28,31,33, 35,37,39,48, 51,56	- นั่งทำงานรวบรวมเอกสารกับโต๊ะทำงาน - นั่งบันทึกการประชุมในห้องประชุม	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ
3. หัวหน้าฝ่ายบริหารงานทั่วไป - ควบคุมการดำเนินงานของฝ่ายบริหารทั่วไป	1,2,4,7,9	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - พูดคุยกับผู้มาติดต่อ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ
4. เจ้าหน้าที่บริหารงานธุรการ - ควบคุมการดำเนินงานของฝ่ายธุรการ	1,2,3,5,6	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - พูดคุยกับผู้มาติดต่อ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารราชการที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการปฏิบัติงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง/หน้าที่	ติดต่อกับ	พฤติกรรม	องค์ประกอบ
5. ทำหน้าที่ธุรการ (สารบรรณ) - รับหนังสือติดต่อ และไปรษณีย์ภัณฑ์ ของศูนย์ ฯ แล้วแจก แจกส่งไปยังหน่วย งานต่าง ๆ - รวบรวมหนังสือ ติดต่อของศูนย์ เพื่อดำเนินการจัดส่ง - ตรวจสอบและจัดเก็บ สำเนาหลักฐานต่าง ๆ ตอบรับหนังสือราชการ หรือหนังสือติดต่อต่าง ๆ	4,6	- นั่งและยืนตรวจ รับหนังสือติดต่อ รับไปรษณีย์ภัณฑ์ แจกเรื่องไปยังแผนก ต่าง ๆ - รวบรวมหนังสือ ติดต่อภายในเพื่อ ให้พนักงานเดิน หนังสือจัดส่ง	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร และสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ
6. เจ้าหน้าที่พิมพ์ดีด - พิมพ์เอกสารหนังสือ ตอบรับต่าง ๆ ภาย ในศูนย์	4,5	- พิมพ์จดหมาย ตอบรับเอกสาร ต่าง ๆ บนโต๊ะ	- ส่วนเก็บเอกสาร - โต๊ะเก้าอี้พิมพ์ดีด
7. เจ้าหน้าที่บริหารงาน การเงิน - ควบคุมการดำเนิน งานของงานการเงิน และบัญชีทั้งหมด	1,2,3,8	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - พูดคุยกับผู้มา ติดต่อ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ
8. เจ้าหน้าที่การเงิน และบัญชี - ดำเนินการอนุมัติ เบิก-จ่ายงบประมาณ	7,19	- นั่งทำบัญชีและ ตรวจสอบบนโต๊ะ ทำงาน - นั่งพิมพ์บัญชี	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - ตู้เซฟ - โต๊ะเก้าอี้พิมพ์ดีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง/หน้าที่	ติดต่อกับ	พฤติกรรม	องค์ประกอบ
9. เจ้าหน้าที่บริหารงานพัสดุ - ควบคุมการทำงาน ของงานพัสดุทั้งหมด	1,2,3,10	- นั่งตรวจสอบการทำงานรับจ่าย - นั่งทำงานบนโต๊ะ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร
10.เจ้าหน้าที่พัสดุ - จัดหาอุปกรณ์ เครื่องใช้ที่จำเป็น แก่ศูนย์ - ลงทะเบียนและ ออกรหัสหมายเลข พัสดุ-ครุภัณฑ์ - ควบคุมการรับ-จ่าย พัสดุ-ครุภัณฑ์	9,11,25	- ทำงานรับและ จ่ายออกทะเบียน พัสดุ-ครุภัณฑ์ - ตรวจตราซ่อม แซมอุปกรณ์ต่างๆ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บพัสดุ - ส่วนเก็บเอกสาร
11.หัวหน้าหมวดอาคาร สถานที่ - ดูแลและรับผิดชอบงาน อาคารสถานที่ทั้งหมด	12,13,14 16	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - เดินตรวจตราความ เรียบร้อย	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร
12.เจ้าหน้าที่ดูแลทำความสะอาด - ทำความสะอาดภายใน และรอบๆอาคาร - เปิดปิดประตูอาคาร	11	- กวาด, เช็ด , ถู ทำ ความสะอาด - ทิ้งและกำจัดขยะ - เดิน เปิด-ปิดประตู	- ส่วนเก็บอุปกรณ์ ทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง/หน้าที่	ติดต่อกับ	พฤติกรรม	องค์ประกอบ
13.เจ้าหน้าที่ดูแลนิทรรศการ - คอยดูแลการเข้าชม นิทรรศการอำนวยความสะดวก สะดวกแก่ผู้ชม		- เคารพอำนวยความสะดวก สะดวกแก่ผู้ชม	- ใฝ่หาความรู้ - ส่วนเก็บเอกสาร
14.พนักงานขับรถ - ขับรถ-ส่งสิ่งของ อุปกรณ์หรือบริการเจ้าหน้าที่	11	- ขับรถ	- ส่วนจ่อรถ
15.หัวหน้าแผนกรักษา ความปลอดภัย - ควบคุมดูแลพนักงาน รักษาความปลอดภัย ทั้งหมด	11,16,17	- ตรวจสอบการปฏิบัติงาน ของพนักงาน รักษาความปลอดภัย	- ใฝ่หาความรู้ - ส่วนเก็บเอกสาร
16.เจ้าหน้าที่รักษา ความปลอดภัย - ดูแลและตรวจตรา รักษาความปลอดภัย ภายในศูนย์ - ควบคุมการเข้าออก ภายในศูนย์	15,17	- นิ่งประจำตามจุด ต่างๆ - เคารพตรวจตราความ เรียบร้อย	- ใฝ่หาความรู้ - ป้อมยาม
17.เจ้าหน้าที่ควบคุม โทรทัศน์วงจรปิด - คอยควบคุมดูแล และการใช้อาคารตรวจ ตราผู้บุกรุกด้วย	15,16	- นิ่งตรวจดูภาพ ในห้องควบคุม	- ใฝ่หาความรู้ - โทรทัศน์วงจรปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารราชการใช้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง/หน้าที่	ติดต่อกับ	พฤติกรรม	องค์ประกอบ
18.เจ้าหน้าที่ติดต่อ สอบถาม - ให้บริการด้านติดต่อ สอบถามแจกเอกสาร นำชม	11,13,21	- นั่งให้บริการติดต่อ สอบถามแจกเอกสาร การชม	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเคานเตอร์ติดต่อ สอบถาม - ส่วนเก็บเอกสาร
19.เจ้าหน้าที่จำหน่ายบัตร - จำหน่ายบัตรให้ แก่ผู้เข้าชม	19,24	- นั่งจำหน่ายบัตร เข้าชม	- เคาน์เตอร์จำหน่าย บัตร,เก้าอี้นั่ง
20.เจ้าหน้าที่รับฝากของ - รับฝากของต่าง ๆ จากผู้เข้าชม	11,15	- รับฝากของจาก ผู้ชมนำของเก็บ ในล็อกเกอร์หรือชั้น	- โต๊ะ,เก้าอี้ทำงาน - ชั้นวางของ
21.เจ้าหน้าที่บริหาร ฝ่ายการศึกษาและประชา สัมพันธ์ - ควบคุมดูแลการ ดำเนินงานของฝ่าย การศึกษาและประชา สัมพันธ์	1,2,22,23	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - พูดคุยกับผู้มาติด ต่อ	- โต๊ะ,เก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ
22.เจ้าหน้าที่ประชาสัมพันธ์ - เผยแพร่ความรู้แก่ ผู้สนใจทั่วไป - ติดต่อกำหนดวัน เวลาเข้าชมเป็นหมู่ คณะ	21,23,24	- นั่งทำงานกับโต๊ะ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง/หน้าที่	ติดต่อกับ	พฤติกรรม	องค์ประกอบ
23.เจ้าหน้าที่งานฝึกอบรม - จัดการบรรยายและ นำชมนิทรรศการเป็น หมู่คณะ	21,22	- นำชมนิทรรศการ ภายในศูนย์	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร
24.เจ้าหน้าที่งานธุรกิจ และบริการ - ติดต่อจัดพิมพ์ เอกสารต่าง ๆ ใน	19,21,22	- นั่งทำงานกับโต๊ะ  - ส่วนเก็บเอกสาร	- โต๊ะ,เก้าอี้ทำงาน
25.บรรณารักษ์ - จัดเก็บและควบคุม ดูแลหนังสือภายใน ห้องสมุด	26,27  ติดต่อ	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - พูดคุยกับผู้มา  - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ	- โต๊ะ,เก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร
26.เจ้าหน้าที่บริการ - ให้บริการและอำนวยความสะดวก ความสะดวกในห้องสมุด	25,27	- นั่งทำงานจัดการ รับจ่ายหนังสือ ทำบัตรห้องสมุด - จัดเก็บหนังสือ	- โต๊ะรับจ่ายหนังสือ - เก้าอี้นั่งทำงาน - รถเข็นหนังสือ
27. เจ้าหน้าที่งานซ่อม หนังสือ - ซ่อมแซมหนังสือ	25,26	- ซ่อมแซมเย็บ เล่มหนังสือบนโต๊ะ	- โต๊ะทำงาน - เก้าอี้ทำงาน - ตู้เก็บอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง/หน้าที่	ติดต่อกับ	พฤติกรรม	องค์ประกอบ
28.หัวหน้างานอนุรักษ์ และคลังพิพิธภัณฑ์ - ควบคุมดูแลงาน อนุรักษ์วัตถุ, ตัวอย่างทาง วิทยาศาสตร์	1,2,29, 30	- ดูแลและตรวจ เช็คสถานะรวมทั้ง จัดหาวัตถุ - จัดทำบันทึกทะ เบียนวัตถุ - พุดคุยกับผู้มาติดต่อ	- โต้ะแก้อีทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - แก้อีผู้มาติดต่อ
29.เจ้าหน้าที่อนุรักษ์ - รวบรวมจัดทำทะเบียน เอกสาร, หลักฐานต่าง ๆ	28,30	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - จัดเก็บตัวอย่าง วัตถุ	- โต้ะแก้อีทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร
30.เจ้าหน้าที่คลัง - ควบคุมดูแลการ เข้าออกของสิ่งของใน คลัง	28,29	- นั่งและยึดตรวจ สิ่งของที่เข้าออก	- โต้ะแก้อีทำงาน
31.หัวหน้าฝ่ายท้องฟ้าจำลอง - ควบคุมและวางแผน งานฝ่ายท้องฟ้าจำลอง	1,2,32 48,49	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - พุดคุยกับผู้มาติด ต่อ	- โต้ะแก้อีทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - แก้อีผู้มาติดต่อ
32.นักวิชาการ - ศึกษาค้นคว้าและ จัดทำเรื่องราวที่จัด แสดงภายในท้องฟ้าจำลอง	31,45 49	- นั่งปฏิบัติงาน บนโต๊ะ - เข้าศึกษาค้นคว้า ภายในห้องสมุด	- โต้ะแก้อีทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง/หน้าที่	ติดต่อกับ	พฤติกรรม	องค์ประกอบ
33.หัวหน้าฝ่ายพิพิธภัณฑ วิทยา - ควบคุมและวาง แผนงานของฝ่ายพิพิธ ภัณฑวิทยา	1,2,34 48,49	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - พูดคุยกับผู้มา ติดต่อ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ
34.นักวิชาการ - ศึกษาค้นคว้าและ จัดทำเรื่องราวที่จัด แสดงในสายวิทยา ศาสตร์	33,48,49	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - เข้าศึกษาค้นคว้า ภายในห้วสมุด - พูดคุยกับผู้มาติดต่อ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ
35.หัวหน้าฝ่ายพิพิธภัณฑ ธรณีวิทยา - ควบคุมและวางแผน งานของฝ่ายพิพิธภัณฑ ธรณีวิทยา	1,2,36 48,49	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - พูดคุยกับผู้มา ติดต่อ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ
36.นักวิชาการ - ศึกษา,ค้นคว้าและจัด ทำเรื่องราวที่จะจัดแสดง ในสายธรณีวิทยา	35,48,49	- นั่งทำงานบนโต๊ะ - เข้าศึกษาค้นคว้า ภายในห้องสมุด - พูดคุยกับผู้มาติดต่อ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ
37.หัวหน้าฝ่ายพิพิธภัณฑ สำหรับเยาวชน - ควบคุมและวาง แผนงานฝ่ายพิพิธ ภัณฑสำหรับเยาวชน	1,2,38,48 49	- นั่งทำงานบนโต๊ะ - พูดคุยกับผู้มา ติดต่อ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง/หน้าที่	ติดต่อกับ	พฤติกรรม	องค์ประกอบ
38.นักวิชาการ - ศึกษา,ค้นคว้าและ จัดรวบรวมหลักฐาน ทางประวัติศาสตร์และ วัฒนธรรมไทย	37,48,49	-นั่งทำงานบนโต๊ะ -เข้าศึกษาค้น คว้าภายในห้องสมุด -พูดคุยกับผู้มาติดต่อ	-โต๊ะเก้าอี้ทำงาน -ส่วนเก็บเอกสาร -เก้าอี้ผู้มาติดต่อ
39.หัวหน้าฝ่ายพิพิธภัณฑ์ เคลื่อนที่ - ควบคุมและวางแผน งานฝ่ายพิพิธภัณฑ์ เคลื่อนที่	1,2,40,48 49	-นั่งทำงานบนโต๊ะ -พูดคุยกับผู้มา ติดต่อ	-โต๊ะเก้าอี้ทำงาน -ส่วนเก็บเอกสาร -เก้าอี้ผู้มาติดต่อ
40.นักวิชาการ - ศึกษา,ค้นคว้า,เก็บ สะสม ผลิตสื่อแสดง เพื่อให้ในการจัดพิพิธ ภัณฑ์เคลื่อนที่	39,48,49	-นั่งทำงานบนโต๊ะ -เข้าศึกษาค้นคว้า ในห้องสมุด -พูดคุยกับผู้มาติดต่อ	-โต๊ะเก้าอี้ทำงาน -ส่วนเก็บเอกสาร -เก้าอี้ผู้มาติดต่อ
41*หัวหน้าฝ่าย บริหารงานช่าง - วางแผนควบคุม และรับผิดชอบงาน โรงงานของศูนย์	42,43,44 45,46,47	-นั่งทำงานกับโต๊ะ -พูดคุยกับผู้มา ติดต่อ -เดินตรวจตราการ ทำงานของเจ้าหน้าที่ ในฝ่าย	-โต๊ะเก้าอี้ทำงาน -ส่วนเก็บเอกสาร -เก้าอี้ผู้มาติดต่อ
42.*วิศวกรโยธา - ควบคุมการปฏิบัติ งานโครงสร้าง	41,44,45	-นั่งทำงานบนโต๊ะ -ปฏิบัติงานในโรงงาน	-โต๊ะเก้าอี้ทำงาน -ส่วนเก็บเอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง/หน้าที่	ติดต่อกับ	พฤติกรรม	องค์ประกอบ
43.*วิศวกรไฟฟ้า - ควบคุมการปฏิบัติงาน ที่เกี่ยวกับไฟฟ้าการควบคุมระบบแสงภายในและภายนอกอาคารของศูนย์	41	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - ปฏิบัติงานในโรงงาน	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร
44.*นายช่างโยธา - รับคำสั่งและปฏิบัติงานควบคุมด้านโครงสร้างจากวิศวกร	41,42,45	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - ปฏิบัติงานในโรงงาน	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร
45.*ช่างโยธา - ปฏิบัติงานโครงสร้างภายใต้การควบคุมของนายช่างโยธา	41,42,44	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - ปฏิบัติงานในโรงงาน	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร
46.*นายช่างเครื่องกล - จัดทำเครื่องยนต์กลไกต่างๆ - ซ่อมแซมอุปกรณ์จัดแสดงทางเครื่องกล	41,47	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - ปฏิบัติงานในโรงงาน	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร
47.*ช่างโลหะ - ปฏิบัติงานด้านงานโลหะ	41,46	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - ปฏิบัติงานในโรงงาน	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง/หน้าที่	ติดต่อกับ	พฤติกรรม	องค์ประกอบ
48.*หัวหน้าฝ่ายออกแบบ - วางแผนงานควบคุม และรับผิดชอบงาน ออกแบบและก่อสร้าง	1,2,31,32 33,34,35,36 37,38,39,46 49,50	- นั่งทำงานแบบอยู่ กับโต๊ะ - เดินทางตรวจราชการทำ งานของเจ้าหน้าที่ ในฝ่าย - พูดคุยกับผู้มาติดต่อ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ - โต๊ะเก้าอี้เขียนแบบ
49.*มัณฑนากร - ออกแบบและควบคุม การตกแต่งภายในอาคาร และนิทรรศการภายใน ศูนย์	31,32,33,34 35,36,37,38 39,40,48 50	- นั่งทำงานกับโต๊ะ เขียนแบบ - ควบคุมการตกแต่ง ภายในอาคารและ ส่วนจัดแสดง	- โต๊ะเก้าอี้เขียนแบบ - ส่วนเก็บอุปกรณ์ เขียนแบบ - ส่วนเก็บแบบและ กระดาษ
50.*ช่างเขียนแบบ - เขียนแบบตามลาย 'วงการของมัณฑนากร	45,49	- นั่งเขียนแบบกับโต๊ะ	- โต๊ะเขียนแบบ - เก้าอี้นั่งเขียนแบบ
51.*หัวหน้าฝ่ายศิลปกรรม - วางแผนงานและ ควบคุมงานฝ่าย ศิลปกรรม	1,2,52 53,54,55	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - ตรวจสอบงานฝ่าย ศิลปกรรม - พูดคุยกับผู้มาติดต่อ	- โต๊ะเขียนแบบ - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ
52.*นักวิชาการช่างศิลป์ - ออกแบบและดำเนิน การจัดทำงานศิลปกรรม	50,51,53 54,55	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - นั่งทำงานออกแบบ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - โต๊ะเขียนแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภายในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง/หน้าที่	ติดต่อกับ	พฤติกรรม	องค์ประกอบ
53.*ช่างศิลป์สาขาจิตรกรรม และภาพพิมพ์ - จัดทำงานจิตรกรรมและ งานภาพพิมพ์สำหรับ งานศิลปกรรมของศูนย์	51,52	- นั่งออกแบบและ ทำงานกับโต๊ะ - ปฏิบัติงานในสตูดิโอ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บอุปกรณ์
54.*ช่างศิลป์สาขาประติ มากรรมและหัตถกรรม - จัดทำงานประติมากรรม และหัตถกรรมต่าง ๆ สำหรับงานศิลปกรรม ของศูนย์	51,52	- นั่งออกแบบและ ทำงานกับโต๊ะ - ปฏิบัติงานในสตูดิโอ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บอุปกรณ์
55.*เจ้าหน้าที่เอกสาร สิ่งพิมพ์ - ออกแบบรูปเล่ม และอาร์ตเวิร์คจัดทำ เอกสารสิ่งพิมพ์ของ ศูนย์	51,52 53	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - ปฏิบัติงานใน สตูดิโอ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บอุปกรณ์
56.*หัวหน้าฝ่ายสื่อและ ข้อมูล - ควบคุมและรับผิดชอบ งานสื่อและข้อมูลของ ศูนย์	1,2,57,58 59,60	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - เดินทางตรวจราชการ ทำงานของเจ้าหน้าที่ - พุดคุยกับผู้มาติดต่อ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง/หน้าที่	ติดต่อกับ	พฤติกรรม	องค์ประกอบ
57.*นักวิชาการศูนย์ คอมพิวเตอร์ - รวบรวมข้อมูล และสถิติต่าง ๆ จัดทำ โปรแกรมการจัดแสดง ให้บริการด้านข้อมูล และสถิติแก่บุคคล ภายนอก	56	- นั่งทำงานกับโต๊ะ  - พูดคุยกับผู้มาติดต่อ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - เก้าอี้ผู้มาติดต่อ
58.*วิศวกรไฟฟ้า - ออกแบบและ ควบคุมงานไฟฟ้าภายใน ส่วนนิทรรศการ	56	- นั่งทำงานออกแบบ กับโต๊ะ - ควบคุมงานไฟฟ้า ภายในส่วนนิทรรศการ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร
59.*นักวิชาการโสตฯ - แปลเอกสารและ ภาพยนตร์ทางวิทยา ศาสตร์	31,32,33,34 35,36,37,38 39,40,56	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - ปฏิบัติงานในสตูดิโอ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร
60.*เจ้าหน้าที่โสตฯ - รับผิดชอบการจัดทำ ภาพยนตร์วีดีโอที่ เป็นงานของศูนย์	59	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - ปฏิบัติงานในสตูดิโอ	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่ง/หน้าที่	ติดต่อกับ	พฤติกรรม	องค์ประกอบ
61.* นายช่างอิเล็กทรอนิกส์ - รับผิดชอบดูแล ซ่อมแซมอุปกรณ์ จัดแสดงที่เป็น อิเล็กทรอนิกส์	58	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - ปฏิบัติงานในโรงงาน	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร
62.* ช่างภาพ - รับผิดชอบงานถ่าย ภาพภายในศูนย์	56	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - ปฏิบัติงานในและ นอกสถานที่	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร - ส่วนเก็บอุปกรณ์ ถ่ายภาพ
63.* ช่างไฟฟ้า - รับผิดชอบงานช่าง ที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า ทั้งหมดของศูนย์	58,69	- นั่งทำงานกับโต๊ะ - ปฏิบัติงานภายใน โรงงานหรือศูนย์	- โต๊ะเก้าอี้ทำงาน - ส่วนเก็บเอกสาร

\*หมายเหตุ ฝ่ายออกแบบ, ฝ่ายโรงงาน และฝ่ายศิลปกรรมจะอยู่เป็นส่วน  
ภายนอกโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ

การวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์เพื่อต้องการทราบถึง ความสัมพันธ์ของหน้าที่ใช้สอย และกิจกรรมเพื่อที่จะจัดองค์ประกอบในแต่ละส่วนให้เกิดความสัมพันธ์และสอดคล้องกับหน้าที่ และกิจกรรมขององค์ประกอบนั้น ๆ ในแต่ละระดับซึ่งหลักในการพิจารณาคือ

1. พิจารณาจากหน้าที่ใช้สอยหลัก ซึ่งได้แก่หน้าที่ที่สอดคล้องกับเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของโครงการ
2. พิจารณาจากหน้าที่ใช้สอยรองซึ่งได้แก่ กิจกรรมการดำเนินงานของโครงการ
3. พิจารณาจากกิจกรรมที่กระทำหรือพฤติกรรมนั้น ๆ ที่สัมพันธ์กับการวิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์นั้นจะแสดงค่าโดยใช้ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบชุดเดียวกันโดยการกำหนดค่าของตัวเลขดังนี้

0	แทนค่า	ไม่สัมพันธ์กันเลย
1	แทนค่า	สัมพันธ์กันน้อย
2	แทนค่า	สัมพันธ์กันปานกลาง
3	แทนค่า	สัมพันธ์กันมาก

ตารางที่ 4.4.2 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลัก

องค์ประกอบ								
A. บริหารทั่วไป	A							
B. การศึกษาและประชาสัมพันธ์	3	B						
C. วิชาการ	3	3	C					
D. เทคนิค	1	1	1	D				
E. รักษาความปลอดภัย	0	1	0	0	E			
F. นิทรรศการถาวร	1	3	3	3	3	F		
G. นิทรรศการชั่วคราว	1	3	3	3	3	3	G	
H. คลังวัตถุตัวอย่าง	0	2	3	0	2	3	2	H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4.3 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเสริม

องค์ประกอบ										
A. ที่จอดรถ	A									
B. โถงทางเข้า	3	B								
C. ติดต่อสอบถาม	2	3	C							
D. ส่วนพักคอย	3	3	3	D						
E. ส่วนขายบัตร	0	2	2	2	E					
F. ส่วนฝากของ	1	1	2	2	2	F				
G. โทรศัพท์สาธารณะ	0	1	2	2	2	0	G			
H. ห้องน้ำ, ส้วม	1	0	2	2	2	0	0	H		
I. ห้องสมุด	0	0	1	0	0	0	0	2	I	
J. ฐานปฏิบัติการ	0	0	1	0	0	0	0	2	2	J

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4.4 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งหมดของโครงการ

องค์ประกอบ																			
A. ที่จอดรถ	A																		
B. โฉงทางเข้า-ออก	3	B																	
C. ติดต่อสอบถาม	2	3	C																
D. ส่วนพักคอย	3	3	3	D															
E. ส่วนขายบัตร	0	2	2	2	E														
F. ส่วนฝากของ	1	1	2	2	2	F													
G. โทรศัพท์สาธารณะ	0	1	2	2	2	0	G												
H. ห้องน้ำ, ส้วม	1	0	2	2	2	0	0	H											
I. ห้องสมุด	1	0	1	0	0	0	0	2	I										
J. ฐานปฏิบัติการ	0	0	1	0	0	0	0	2	2	J									
K. ฝ่ายบริหารทั่วไป	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	K								
L. ฝ่ายการศึกษา	1	1	1	0	0	0	0	0	3	1	3	L							
M. ฝ่ายวิชาการ	1	1	1	0	0	0	0	0	3	1	3	3	M						
N. ฝ่ายเทคนิค	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7	N					
O. นิทรรศการถาวร	1	2	2	2	0	3	0	1	2	2	1	3	3	3	O				
P. นิทรรศการชั่วคราว	2	3	2	3	0	3	0	1	1	1	1	3	3	3	3	P			
Q. คลังวัตถุ	0	1	2	0	0	0	0	0	2	3	0	2	3	0	3	2	Q		
R. รักษาความปลอดภัย	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3	3	2	R	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4.5 แสดงความสัมพันธ์ส่วนสำนักงาน

องค์ประกอบ																		
A. ส่วนผู้อำนวยการ	A																	
B. เลขานุการ	3	B																
C. งานธุรการ	2	2	C															
D. งานการเงิน, บัญชี	1	1	1	D														
E. งานพัสดุ	2	1	1	2	E													
F. งานอาคารสถานที่	1	1	1	0	2	F												
G. งานรักษาความปลอดภัย	1	1	1	0	0	2	G											
H. งานประชาสัมพันธ์	1	1	2	1	1	0	0	H										
I. งานท้องฟ้าจำลอง	2	2	1	0	0	0	0	1	I									
J. งานพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์	2	2	1	0	0	0	0	1	3	J								
K. งานพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติ	2	2	1	0	0	0	0	1	2	2	K							
L. งานพิพิธภัณฑ์เขาวงกต	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	1	L						
M. งานพิพิธภัณฑ์เคลื่อนที่	2	2	1	0	0	0	0	1	2	2	2	2	M					
N. งานสื่อและข้อมูล	2	2	1	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	N				
O. ส่วนประชุมสำนักงาน	2	2	1	1	0	0	0	2	3	3	3	3	3	2	O			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4.6 แสดงค่าความสัมพันธ์ส่วนห้องสมุด

องค์ประกอบ													
A. ทางเข้า	A												
B. ส่วนฝากของ	3	B											
C. เคา์นเตอร์บริการ	3	3	C										
D. ส่วนบรรณารักษ์	2	0	3	D									
E. ส่วนซ่อมหนังสือ	0	0	2	2	E								
F. ส่วนบัตรรายการ	2	1	1	2	0	F							
G. ส่วนหนังสือทั่วไป	1	0	2	1	1	3	G						
H. ส่วนหนังสืออ้างอิง	1	0	2	2	2	3	0	H					
I. ส่วนหนังสือวารสาร	2	0	2	1	2	1	1	0	I				
J. ส่วนโสตทัศน	2	0	2	2	1	0	1	0	0	J			
K. ส่วนอ่านทั่วไป	0	0	0	0	0	0	2	3	3	0	K		
L. ส่วนอ่านส่วนตัว	0	0	0	0	0	0	2	3	2	0	0	L	

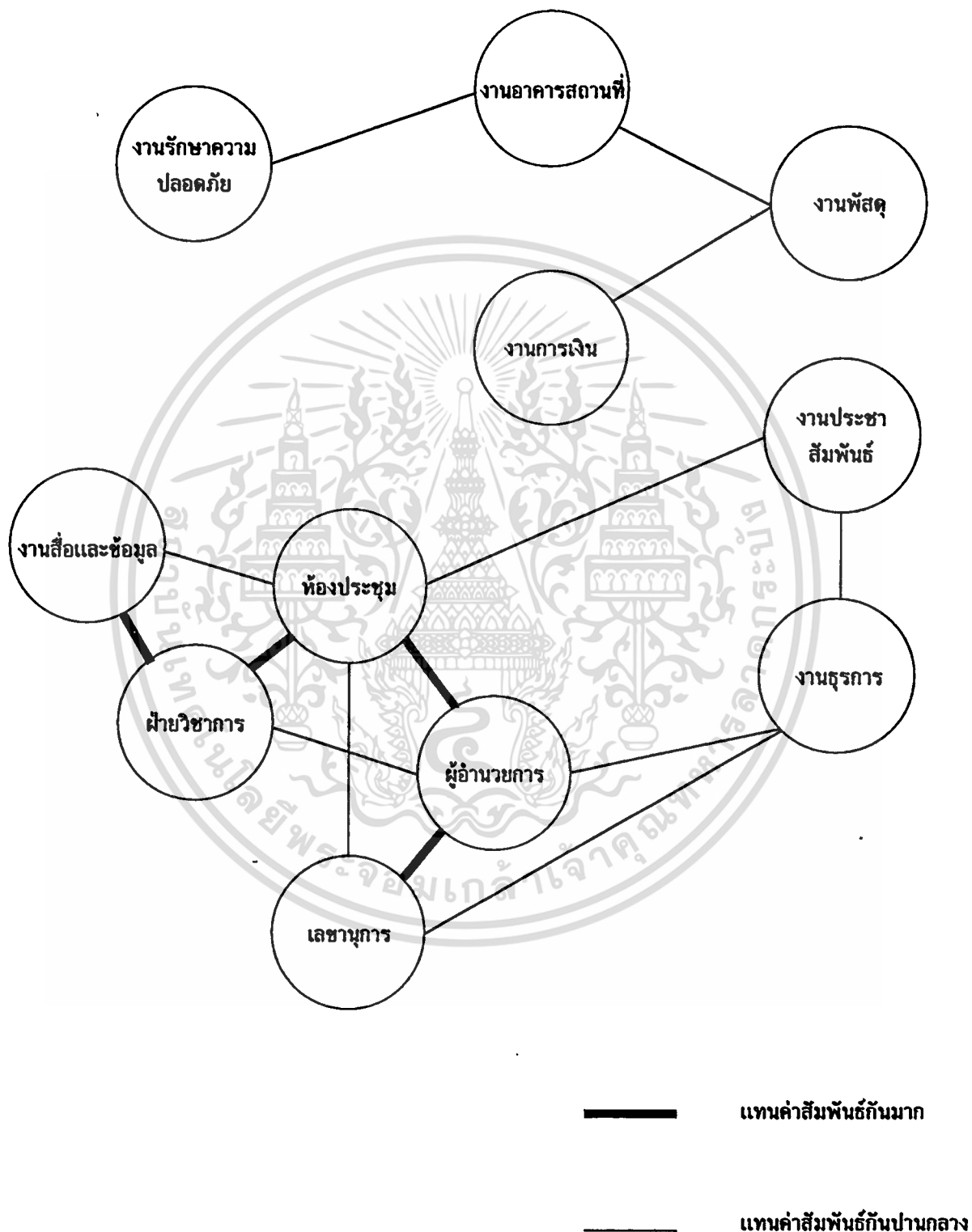
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4.7 แสดงความสัมพันธ์ส่วนศูนย์ตัวอย่าง

องค์ประกอบ							
A. ส่วนสำนักงาน	A						
B. ส่วนห้องข้อมูล	3	B					
C. ส่วนจัดทำตัวอย่าง	2	0	C				
D. ส่วนจำแนกตัวอย่าง	2	0	3	D			
E. ห้องเก็บของ	0	0	3	3	E		
F. ส่วนจัดเก็บตัวอย่าง	1	0	2	3	0	F	
G. ส่วนฐานปฏิบัติการ	2	3	0	0	0	0	G

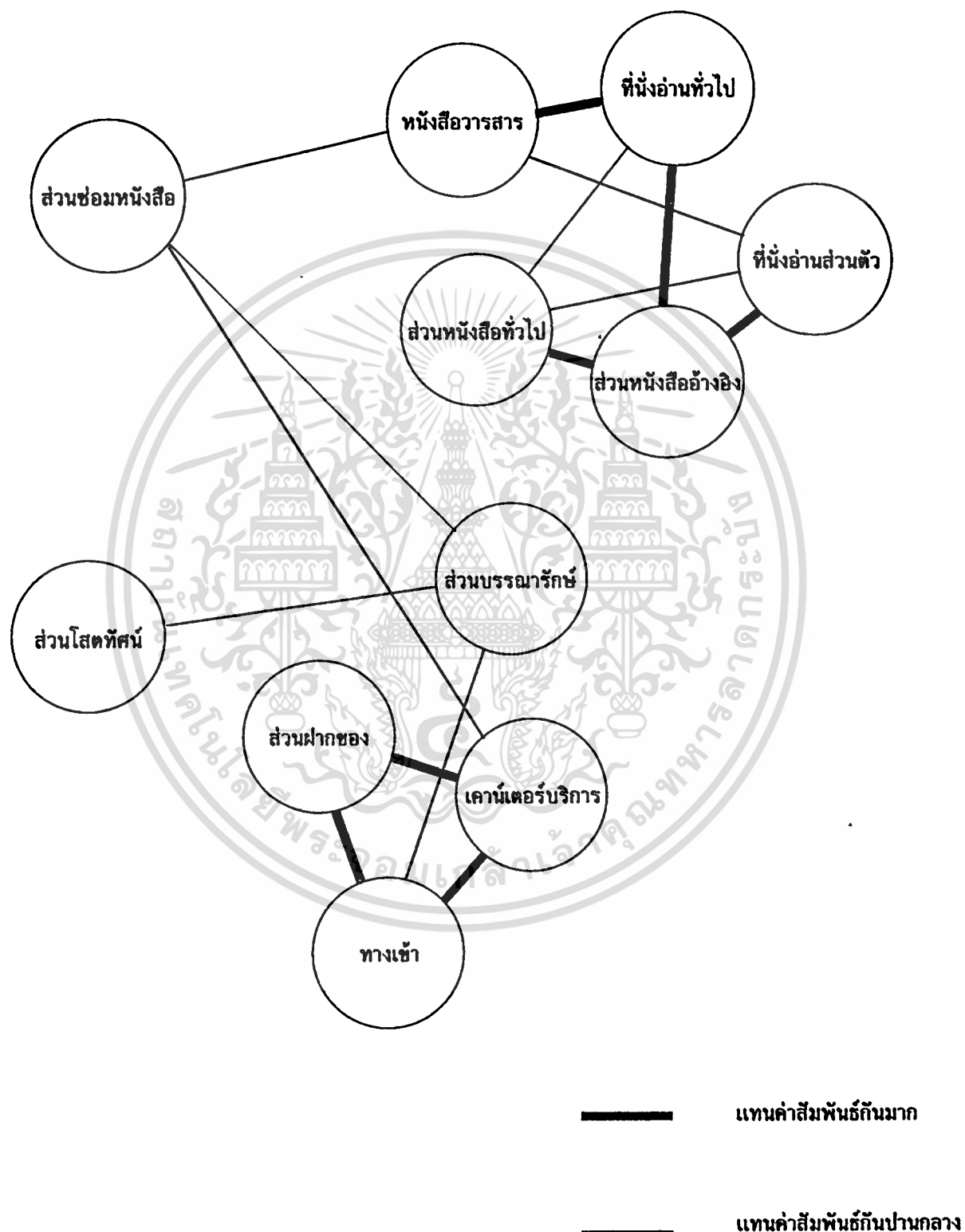
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.4.1 แผนภาพแบบฟองแสดงความสัมพันธ์ส่วนสำนักงาน



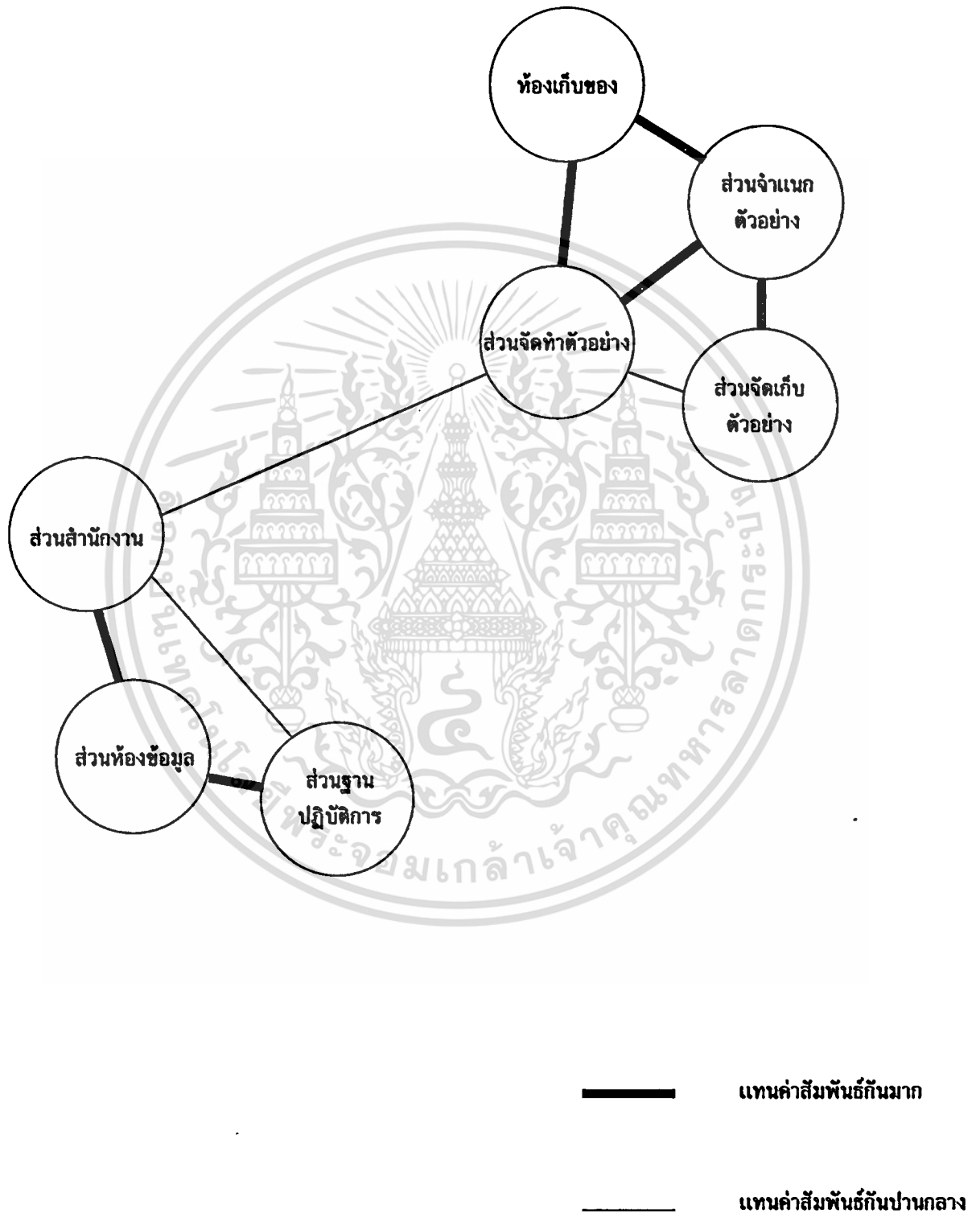
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.4.2 แผนภาพแบบฟองแสดงความสัมพันธ์ส่วนห้องสมุด



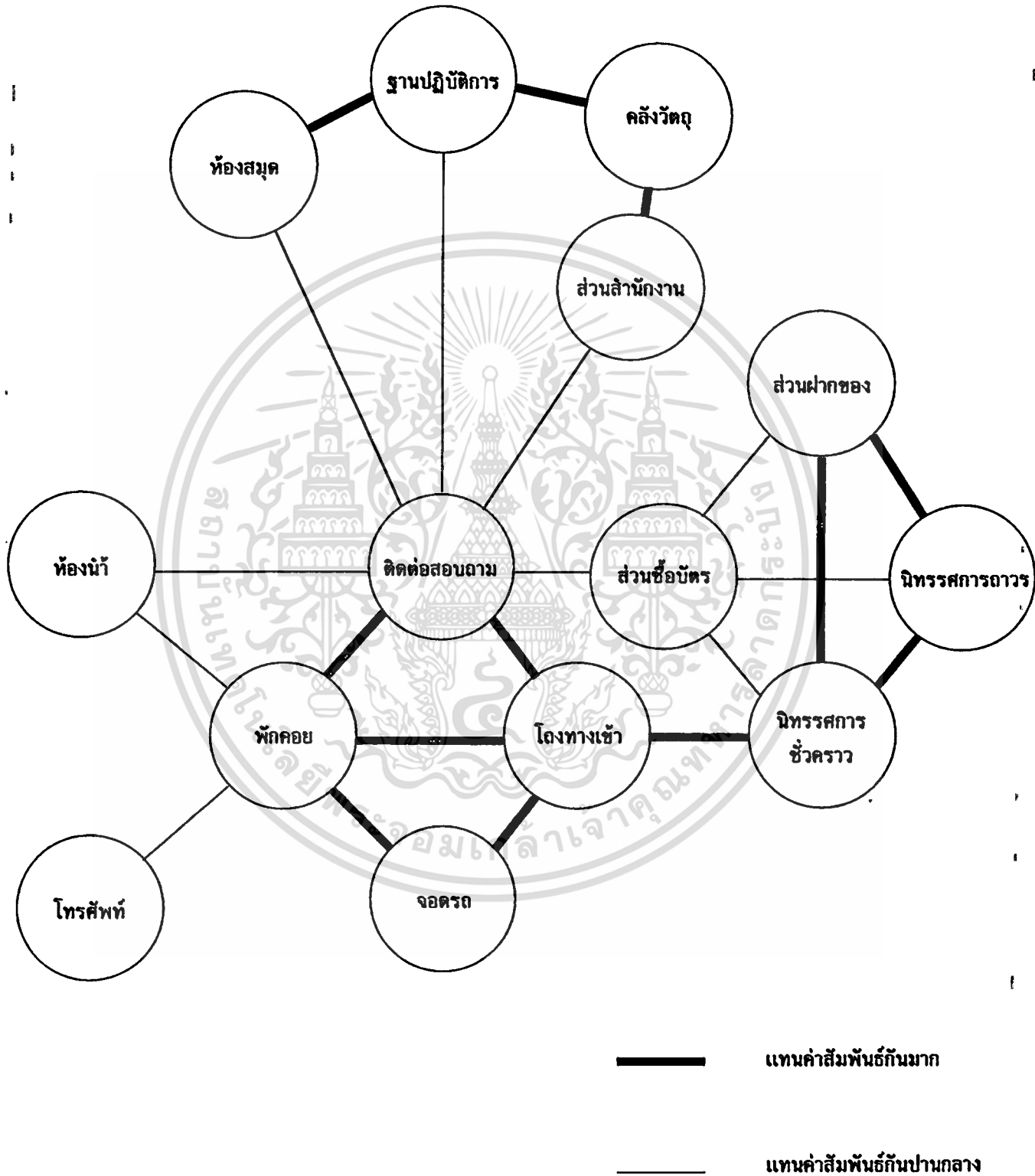
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.4.3 แผนภาพแบบฟองแสดงความสัมพันธ์ส่วนศูนย์ตัวอย่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.4.1 แผนภาพแบบฟองแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5 การวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยภายในโครงการ

การคำนวณหาพื้นที่ใช้สอยขององค์ประกอบต่างๆ ของโครงการคิดจากการศึกษา พฤติกรรมการปฏิบัติงานและคิดจากมาตรฐานที่กำหนดขึ้นมาจาก

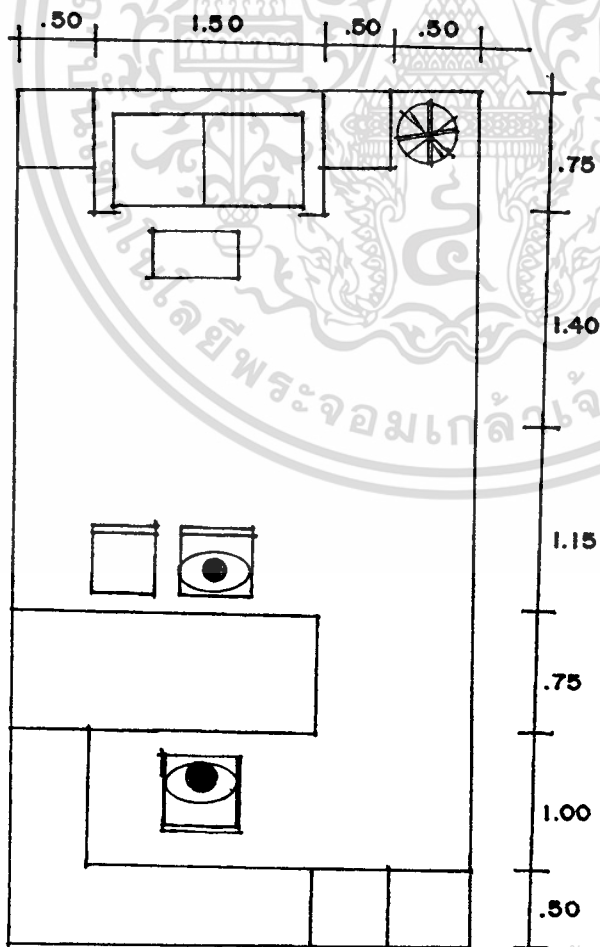
1. NEVFERY ARCHITECTS DATA
2. HUMAN SCALE AND INTERIOR DIMENSION

ในการคิดองค์ประกอบการใช้พื้นที่นั้นจะพัฒนาจากพฤติกรรมและประโยชน์ใช้สอย การหาพื้นที่มาตรฐานเพื่อต้องการคำนวณหาพื้นที่ใช้สอยของอาคาร

#### การวิเคราะห์พื้นที่ส่วนทั่วไป

ส่วนสำนักงาน

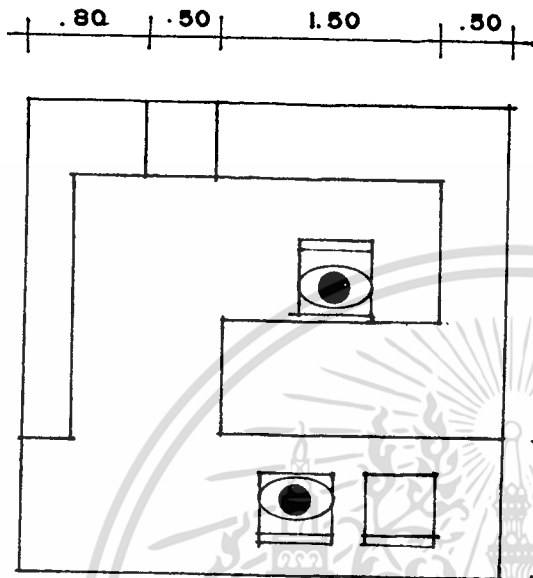
#### 1. ผู้อำนวยการ



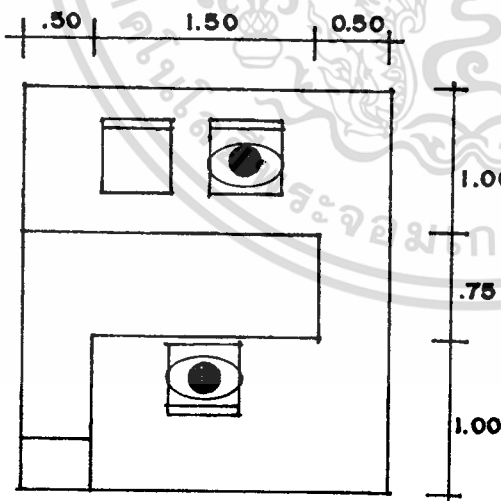
พื้นที่ 16.50 ม.<sup>2</sup>/คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. เลขานุการ-หัวหน้าแผนก

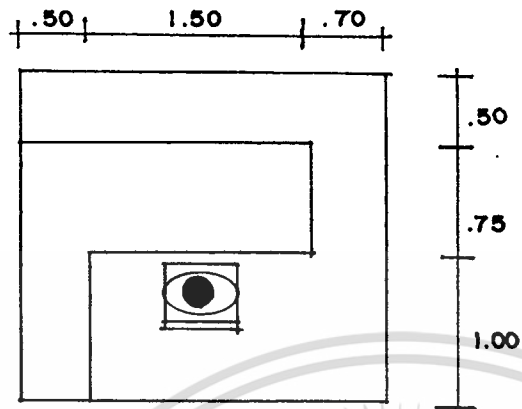
พื้นที่ 10.72 ม.<sup>2</sup>/คน

## 3. นักวิชาการ

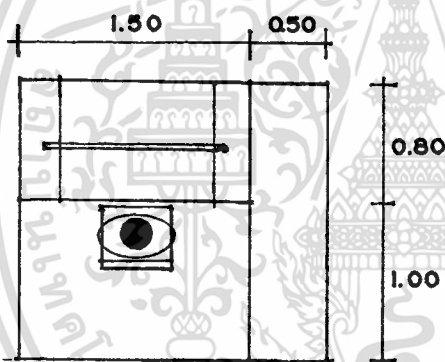
พื้นที่ 6.90 ม.<sup>2</sup>/คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

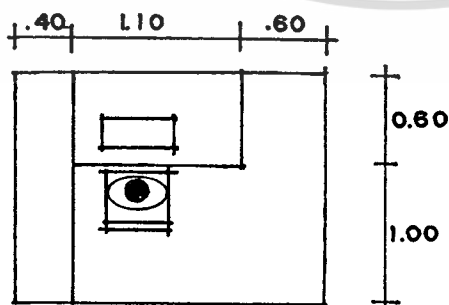
## 4. เจ้าหน้าที่ทั่วไป

พื้นที่ 5.85 ม.<sup>2</sup>/คน

## 5. ออกแบบ-ช่างศิลป์

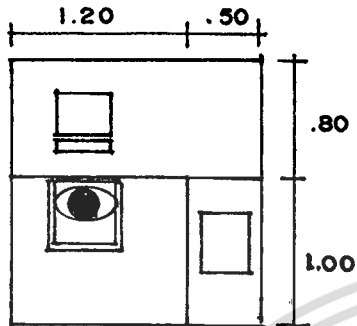
พื้นที่ 3.60 ม.<sup>2</sup>/คน

## 6. พนักงานพิมพ์ดีด

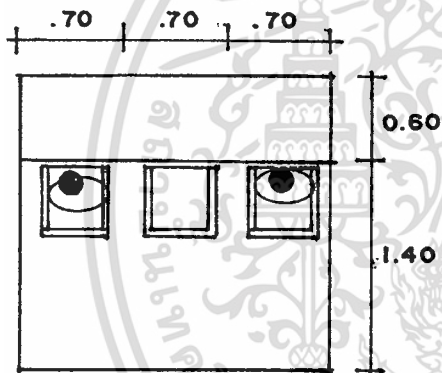
พื้นที่ 3.36 ม.<sup>2</sup>/คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

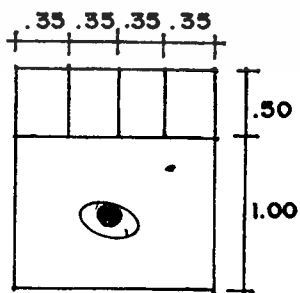
## 7. คอมพิวเตอร์

พื้นที่ 3.10 ม.<sup>2</sup>/คน

## 8. ส่วนประชุม

พื้นที่ 1.40 ม.<sup>2</sup>/คน

## 9. ล็อกเกอร์เก็บของ

พื้นที่ 0.52 ม.<sup>2</sup>/คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.5.1 ตารางวิเคราะห์พื้นที่ ส่วนสำนักงาน

แผนก/ตำแหน่ง	อัตรากำลัง	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
1. ผู้อำนวยการ	1 คน ผู้มาติดต่อ 2-3 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.50x0.55x0.95 ตู้โต๊ะขนาด 0.50x2.50x0.80 ตู้โต๊ะขนาด 0.50x1.00x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90 โหล่างขนาด 0.75x1.50x0.65 โต๊ะกลางขนาด 0.40x6.60x0.40	16.50	16.50
2. เลขานุการ	1 คน ผู้มาติดต่อ 2-3 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.50x0.55x0.95 ตู้โต๊ะขนาด 0.50x2.00x0.80 ตู้โต๊ะขนาด 0.50x1.00x0.80 ตู้โต๊ะขนาด 0.40x1.75x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	10.72	10.72
3. หัวหน้าฝ่ายบริหารงานทั่วไป	1 คน ผู้มาติดต่อ 2-3 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.50x0.55x0.95 ตู้โต๊ะขนาด 0.50x2.50x0.80 ตู้โต๊ะขนาด 0.50x1.00x0.80 ตู้โต๊ะขนาด 0.40x1.75x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	10.72	10.72
4. เจ้าหน้าที่บริหารงานธุรการ	1 คน ผู้มาติดต่อ 2-3 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.50x0.55x0.95 ตู้โต๊ะขนาด 0.50x2.50x0.80 ตู้โต๊ะขนาด 0.50x1.00x0.80 ตู้โต๊ะขนาด 0.40x1.75x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	10.72	10.72
5. เจ้าหน้าที่ธุรการ	5 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้โต๊ะขนาด 0.50x1.00x0.80	5.85	29.25
6. เจ้าหน้าที่พิมพ์ดีด	3 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.60x1.10x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้โต๊ะขนาด 0.40x1.60x0.80	3.36	10.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนก/ตำแหน่ง	อัตรากำลัง	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
7. เจ้าหน้าที่ บริหารงาน การเงิน	3 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.50x0.55x0.95 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x2.50x0.80 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80 ตู้เคเบิลขนาด 0.40x1.75x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	10.72	10.72
8. เจ้าหน้าที่ การเงินและ บัญชี	8 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80	5.85	46.8
9. เจ้าหน้าที่ บริหารงานพัสดุ	1 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.50x0.55x0.95 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x2.50x0.80 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80 ตู้เคเบิลขนาด 0.40x1.75x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x6.45x0.90	10.72	10.72
10.เจ้าหน้าที่ พัสดุ	4 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80	5.85	23.4
11.หัวหน้าหมวด อาคารสถานที่	3 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80	5.85	17.55
12.หัวหน้าแผนก รักษาความ ปลอดภัย	3 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80	5.85	17.55
13.เจ้าหน้าที่บริหาร ฝ่ายการศึกษาและ ประชาสัมพันธ์	1 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.50x0.55x0.95 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x2.50x0.80 ตู้เคเบิลขนาด 0.05x1.00x0.80 ตู้เคเบิลขนาด 0.40x1.75x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	10.72	10.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนก/ตำแหน่ง	อัตรากำลัง	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
14.เจ้าหน้าที่งานประชาสัมพันธ์	2 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคียงขนาด 0.50x1.00x0.80	5.85	11.7
15.เจ้าหน้าที่งานฝึกอบรม	2 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคียงขนาด 0.50x1.00x0.80	5.85	11.7
16.หัวหน้าฝ่ายห้องพัสดุ	1 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.50x0.55x0.95 ตู้เคียงขนาด 0.50x2.50x0.80 ตู้เคียงขนาด 0.50x1.00x0.80 ตู้เคียงขนาด 0.40x1.75x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	10.72	10.72
17.นักวิชาการฝ่ายห้องพัสดุ	5 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคียงขนาด 0.50x1.00x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	6.90	34.5
18.หัวหน้าฝ่ายพิพิธภัณฑสถานวิทยา	1 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.50x0.55x0.95 ตู้เคียงขนาด 0.50x2.50x0.80 ตู้เคียงขนาด 0.40x1.75x0.80 ตู้เคียงขนาด 0.50x1.00x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	10.72	10.72
19.นักวิชาการฝ่ายพิพิธภัณฑสถานวิทยา	11 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคียงขนาด 0.50x1.00x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	6.90	75.9
20.หัวหน้าฝ่ายพิพิธภัณฑสถานวิทยา	1 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.50x0.55x0.95 ตู้เคียงขนาด 0.50x2.50x0.80 ตู้เคียงขนาด 0.40x1.75x0.80 ตู้เคียงขนาด 0.50x1.00x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	10.72	10.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนก/ตำแหน่ง	อัตรากำลัง	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
21.นักวิชาการ ฝ่ายพิพิธภัณฑ ธรรมชาติวิทยา	4 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคย์ขนาด 0.50x1.00x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	6.90	27.6
22.หัวหน้าฝ่าย พิพิธภัณฑสำหรับ เยาวชน	1 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.50x0.55x0.95 ตู้เคย์ขนาด 0.50x2.50x0.80 ตู้เคย์ขนาด 0.40x1.75x0.80 ตู้เคย์ขนาด 0.50x1.00x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	10.72	10.72
23.นักวิชาการ ฝ่ายพิพิธ ภัณฑสำหรับ เยาวชน	3 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคย์ขนาด 0.50x1.00x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	6.90	20.7
24.หัวหน้าฝ่าย พิพิธภัณฑเคลื่อน ที่	1 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.50x0.55x0.95 ตู้เคย์ขนาด 0.40x1.75x0.80 ตู้เคย์ขนาด 0.50x1.00x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	10.72	10.72
25.นักวิชาการ ฝ่ายพิพิธภัณฑ เคลื่อนที่	2 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคย์ขนาด 0.50x1.00x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	6.90	13.8
26.หัวหน้าฝ่าย สื่อและข้อมูล	1 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.50x0.55x0.95 ตู้เคย์ขนาด 0.50x2.50x0.80 ตู้เคย์ขนาด 0.40x1.75x0.80 ตู้เคย์ขนาด 0.50x1.00x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	10.72	10.72
27.นักวิชาการศูนย์ คอมพิวเตอร์	2 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90	6.90	13.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ปฏิบัติงานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ผ่านการ  
 อนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนก/ตำแหน่ง	อัตรากำลัง	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
		ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90		
28.วิศวกรไฟฟ้า	3 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80	5.85	17.55
29.นักวิชาการโสตฯ	2 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80	5.85	11.7
30.เจ้าหน้าที่โสตฯ	1 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80	5.85	5.85
31.ช่างอำนวยการ โทรศัพท์	4 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80	5.85	23.4
32.ช่างภาพ	1 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80	5.85	5.85
33.ช่างไฟฟ้า	3 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80	5.05	17.55
34.ห้องประชุม	15 คน	โต๊ะทำงานขนาด 0.60x0.70x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90	1.40	27

รวมพื้นที่ใช้สอยสำนักงานที่วิเคราะห์ได้

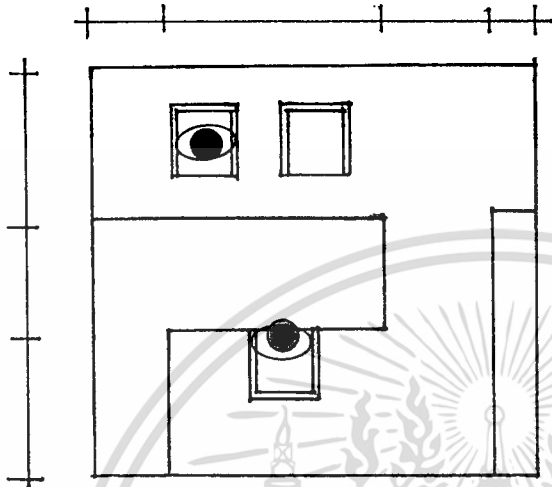
= 666.87

พ.ท.ทางสัญจร20% = 133 ม<sup>2</sup>พ.ท.ใช้สอยที่ต้องการ = 799.87 ม<sup>2</sup>

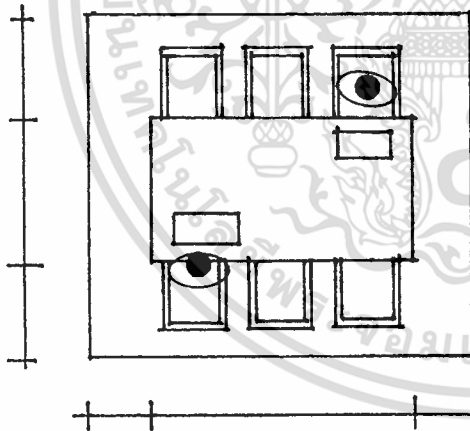
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ส่วนห้องสมุด

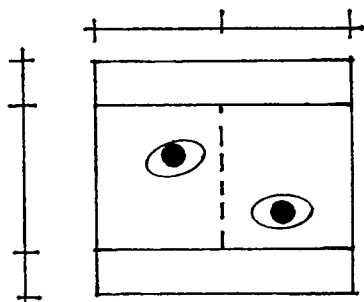
## 1. บรรณารักษ์

พื้นที่ 8.25 ม.<sup>2</sup>/คน

## 2. โต๊ะอ่านหนังสือ 6 ที่นั่ง

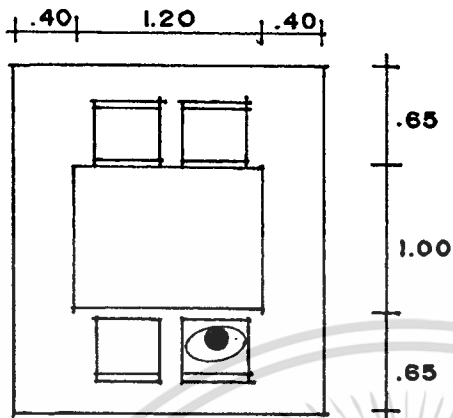
พื้นที่ 5.98 ม.<sup>2</sup>/โต๊ะ

## 3. ชั้นเก็บหนังสือ

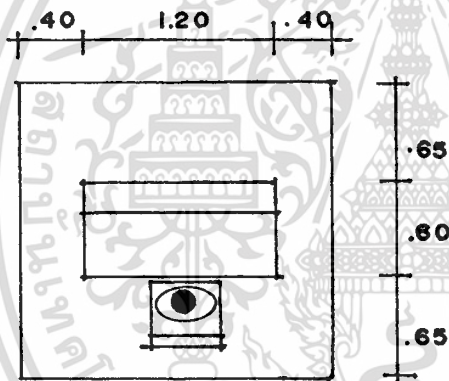
พื้นที่ 0.72 ม.<sup>2</sup>/ตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

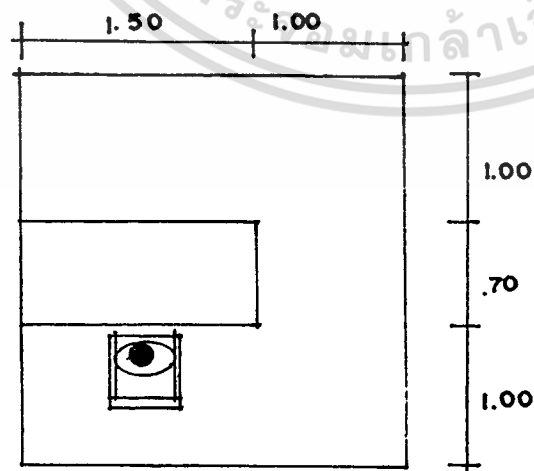
## 4. โต๊ะอ่านหนังสือ 4 ที่นั่ง

พื้นที่ 4.14 ม.<sup>2</sup>/โต๊ะ

## 5. โต๊ะอ่านส่วนตัว

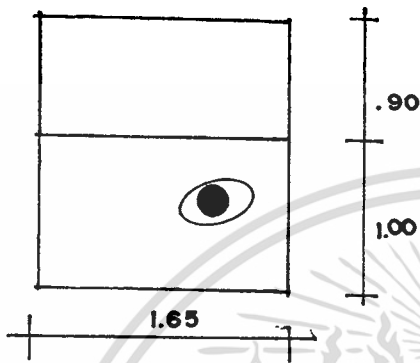
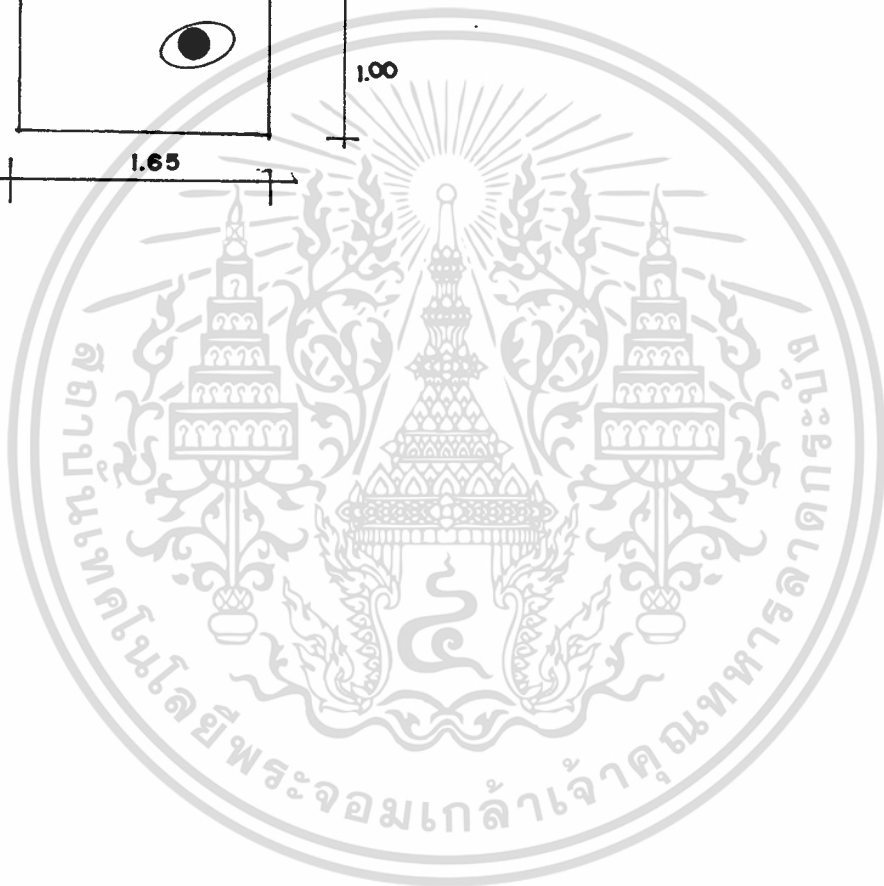
พื้นที่ 3.8 ม.<sup>2</sup>/โต๊ะ

## 6. เคาน์เตอร์รับจ่ายหนังสือ

พื้นที่ 6.75 ม.<sup>2</sup>/คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 7. ตู้บัตรรายการ

พื้นที่ 3.13 ม.<sup>2</sup>/ตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.5.2 ตารางวิเคราะห์พื้นที่ส่วนห้องสมุด

แผนก/ตำแหน่ง	อัตราจ้าง (จำนวน)	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
1. บรรณารักษ์	2	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.50x0.55x0.95 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80 ตู้เคเบิลขนาด 0.30x1.75x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	8.25	16.5
2. เจ้าหน้าที่บริการ	2	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80	5.85	11.7
3. เจ้าหน้าที่ซ่อมหนังสือ	2	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคเบิลขนาด 0.50x1.00x0.80	5.85	11.7
4. ส่วนบริการชั้นหนังสือ	2	เคาน์เตอร์บริการชั้นหนังสือ ขนาด 0.70x1.00x1.10 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90	6.75	13.5
5. ส่วนอ่านทั่วไป (6 ที่นั่ง)	4	โต๊ะขนาด 1.00x1.80x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90	5.98	23.6
6. ส่วนอ่านทั่วไป (4 ที่นั่ง)	27	โต๊ะขนาด 1.00x1.20x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90	4.6	124.2
7. ส่วนอ่านส่วนตัว	19	โต๊ะขนาด 0.60x1.20x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90	3.8	72.2
ชั้นหนังสืออ้างอิง	16	ขนาด 0.30x1.80x2.70	2.34	37.44
ชั้นหนังสือทั่วไป	60	ขนาด 0.03x1.80x2.70	2.34	140.4
ชั้นวางวารสาร	12	ขนาด 0.25x1.80x1.35	2.25	22.5
ตู้บัตรรายการ	6	ขนาด 0.09x1.65x1.16	3.13	18.78
ตู้เก็บ, ผ่าของ	1	ขนาด 0.25x2.70x1.70	3.375	3.375

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบุคลากรในหน่วยงานเพื่อตรวจสอบเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนก/ตำแหน่ง	อัตราจ้าง	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
แท่นวาง พจนานุกรม	2	ขนาด 0.50x0.67x1.05	2.21	4.42
แท่นวาง น.ส.พ.	4	ขนาด 0.50x0.67x1.05	2.21	8.84
ส่วน COMPUTER ข้อมูล	2	โต๊ะขนาด 0.80x1.20x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90	4.2	8.4
ส่วนถ่ายเอกสาร	1	เครื่องถ่ายเอกสารขนาด 0.60x1.10x0.75	3.04	3.04
ส่วนมุม, ไซด	8	โต๊ะวาง T.V & V.D.O ขนาด 0.05x1.50x0.85 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90	3.45	27.6
ตู้เก็บ V.D.O เทป แบบวางเลื่อน	4	ขนาด 0.90x1.80x2.00	1.47	5.88

พ.ท.ส่วนห้องสมุดที่วิเคราะห์ได้ = 554 ม<sup>2</sup>

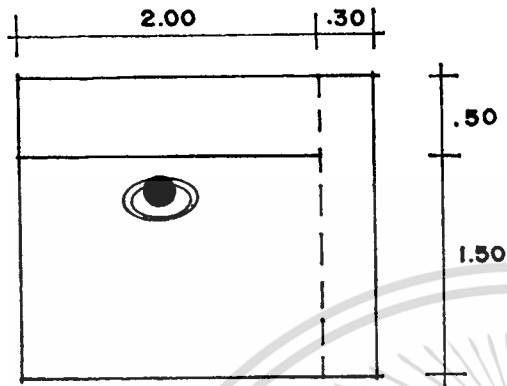
พ.ท.ทางสัญจรคิด 20% = 110.8 ม<sup>2</sup>

พ.ท.ที่ต้องการ = 664.8 ม<sup>2</sup>

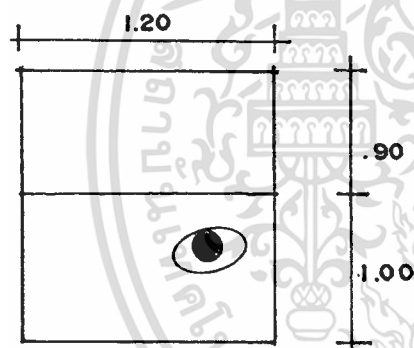
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การวิเคราะห์พื้นที่ส่วนคลัง

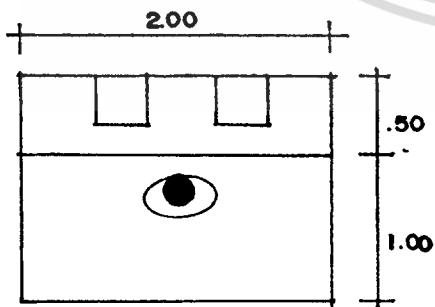
## 1. ส่วนปฏิบัติการจัดทำตัวอย่าง

พื้นที่ 3.45 ม.<sup>2</sup>/คน

## 2. ส่วนแช่ตัวอย่าง

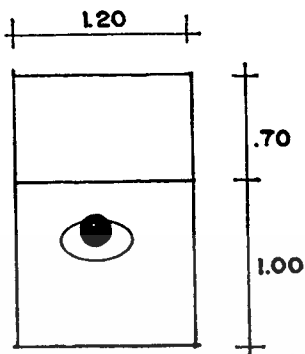
พื้นที่ 3.7 ม.<sup>2</sup>/ตู้

## 3. ส่วนอบตัวอย่าง

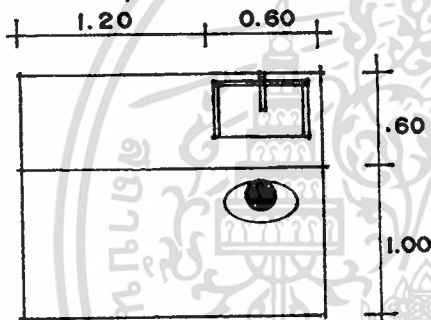
พื้นที่ 3 ม.<sup>2</sup>/หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

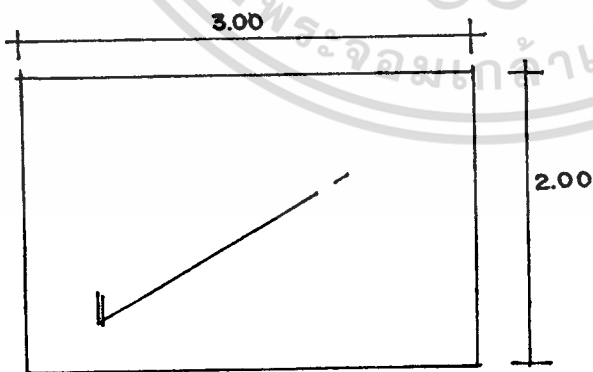
## 4. ส่วนฝั่งตัวอย่าง

พื้นที่ 2.04 ม.<sup>2</sup>/หน่วย

## 5. ส่วนล่างอุปกรณ์

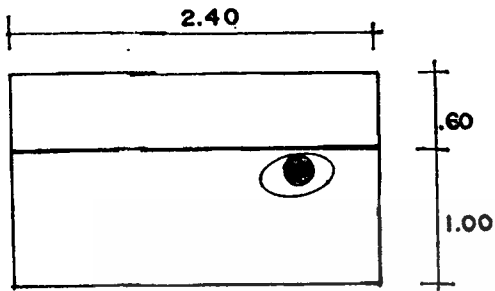
พื้นที่ 3 ม.<sup>2</sup>/หน่วย

## 6. ลานล่างตัวอย่าง

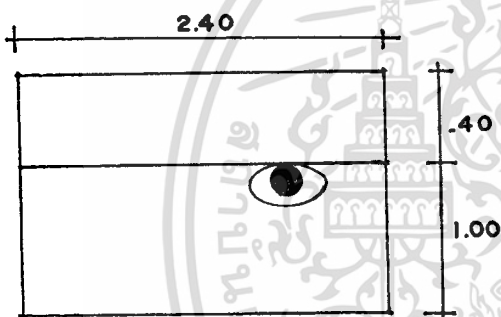
พื้นที่ 6 ม.<sup>2</sup>/หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

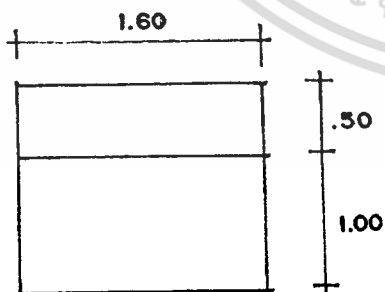
## 7. ส่วนเก็บสัตว์จัดทำทาง(EXBIT)

พื้นที่ 3.84 ม.<sup>2</sup>/หน่วย

## 8. ส่วนตู้เก็บเพื่อการวิจัย

พื้นที่ 3.36 ม.<sup>2</sup>/หน่วย

## 9. ชั้นเก็บวัตถุตัวอย่าง(แบบเก็บใส่ขวด)

พื้นที่ 2.25 ม.<sup>2</sup>/หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 ตารางแสดงประเภทและจำนวนของตัวอย่าง  
(แบ่งตามกลุ่มการเก็บ)

ลำดับ	ประเภท	กลุ่ม	ขนาดใหญ่สุด	ขนาดเล็กสุด	จำนวน
1	นก	EXBIT RESEARCH	0.20X0.20X0.19 0.19X0.10X0.80	0.037X0.112X0.025 0.037X0.125X0.025	570 1100
2	สัตว์เลี้ยง ลูกด้วยนม	EXBIT RESEARCH	1.00X0.375X2.40 0.25X0.35X0.80	0.05X0.30X0.05 0.05X0.30X0.05	22 180
3	สัตว์เลื้อย คลาน	EXBIT RESEARCH	0.40X0.25X1.80 0.12X0.12X0.26 (ขนาดขวด)	0.15X0.05X0.30 0.095X0.095X0.11 (ขนาดขวด)	90 100
4	สัตว์ครึ่ง บกครึ่งน้ำ	EXBIT รวมกับ RESEARCH	0.12X0.12X0.26 (ขนาดขวด)	0.095X0.095X0.11 (ขนาดขวด)	100
5	พืชเก็บแห้ง	EXBIT รวมกับ RESEARCH	0.12X0.12X0.26 (ขนาดขวด)	0.095X0.095X0.11 (ขนาดขวด)	900
6	พืชทะเล	EXBIT รวมกับ RESEARCH	0.12X0.12X0.26 (ขนาดขวด)	0.095X0.095X0.11 (ขนาดขวด)	400
7	สัตว์ไม่มี กระดูก สันหลัง	EXBIT รวมกับ RESEARCH	0.19X0.28X0.11 (ขนาดกล่อง)	0.06X0.06X0.035 (ขนาดกล่อง)	2800
8	แมลง	EXBIT รวมกับ RESEARCH	0.55X0.85X0.075	-	80

การคิดหาขนาดจะคิดจากขนาดใหญ่สุดเป็นเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาจำนวนตู้ใส่วัตถุตัวอย่าง

1. นก ตู้จัดแสดงขนาด  $0.60 \times 2.40 \times 2.40$  1 ใบ  
 สามารถใส่นกประเภทจัดแสดงได้ = 96 ตัว  
 นก 570 ตัว จะใช้ตู้จัดแสดง  $\frac{570}{96} = 5.9 \approx 6$  ตู้

ตู้จัดเก็บเพื่อการศึกษา ขนาด  $0.40 \times 2.40 \times 1.10$  1 ใบ

สามารถใส่นกได้ = 70 ตัว  
 นก 1100 ตัวจะใช้ตู้  $= \frac{1100}{70} = 5.7 = 16$  ตู้

2. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ตู้จัดแสดงขนาด  $0.60 \times 2.40 \times 2.40$  1 ใบ  
 สามารถใส่สัตว์ได้ = 4 ตัว  
 สัตว์ 22 ตัว จะใช้ตู้  $\frac{22}{4} = 5.5 = 6$  ใบ

ตู้จัดเก็บเพื่อการศึกษา ขนาด  $0.40 \times 2.40 \times 1.10$  1 ใบ

สามารถใส่สัตว์ได้ = 15 ตัว  
 สัตว์ 180 ตัวจะใช้ตู้  $= \frac{180}{15} = 12$  ใบ

3. สัตว์เลี้ยงคลาน

ตู้จัดแสดงขนาด  $0.60 \times 2.40 \times 2.40$  1 ใบ  
 สามารถใส่สัตว์ได้ = 6 ตัว  
 สัตว์ 70 ตัว จะให้ตู้  $\frac{70}{6} = 11.6 = 12$  ใบ

4. ผีเสื้อและแมลง

ตู้ใส่ผีเสื้อขนาด  $0.60 \times 1.80 \times 0.80$

สามารถใส่ผีเสื้อบรรจุกล่องขนาด  $0.55 \times 0.85 \times 0.075$

ได้ 20 กล่อง

ผีเสื้อและแมลง 80 กล่องจะใช้ตู้  $= \frac{80}{20} = 4$  ตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

ตู้จัดเก็บขนาด  $0.40 \times 2.40 \times 1.10$  1 ใบ

สามารถบรรจุสัตว์ใส่กล่องขนาด  $0.19 \times 0.28 \times 0.11$  ได้ = 285 กล่อง

สัตว์ 2800 ตัว กล่องจะใช้ตู้ =  $\frac{2800}{285} = 9.8 \approx 10$  กล่อง

## การหาจำนวน ชั้นวางขวดตัวอย่าง

## 1. สัตว์เลี้ยงคลาน

ชั้นวาง 1 ชั้น ขนาด  $0.50 \times 1.50 \times 1.50$

สามารถวางขวดสัตว์เลี้ยงคลานขนาด

$0.12 \times 0.12 \times 0.26$  ได้ = 100 ขวด

สัตว์เลี้ยงคลาน 200 ขวดจะใช้ชั้น = 2 ชุด

## 2. สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ

ชั้นวาง 1 ชั้น สามารถวางขวดได้ 100 ขวด

สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ 200 ขวดจะใช้ชั้น = 2 ชุด

## 3. พืชเก็บแห้ง

ชั้นวาง 1 ชั้น สามารถวางขวดได้ 100 ขวด

พืช 900 ขวด จะใช้ชั้น  $\frac{900}{100} = 9$  ชุด

## 4. พืชทะเล

ชั้นวาง 1 ชั้น สามารถวางขวดได้ 1000 ขวด

พืชทะเล 400 ขวด จะใช้ชั้น =  $\frac{400}{100} = 4$  ชุด

## 4.5.4 ตารางสรุปจำนวน ตู้เก็บและชั้นเก็บวัตถุตัวอย่าง

ประเภท	ตู้สำหรับเก็บวัตถุจัดแสดง (จัดทำทาง) ตู้บานกระจก ติดชั้นปรับระดับ ขนาด 0.40 x 2.40 x 1.10	ตู้จัดเก็บวัตถุเพื่อการศึกษา วิจัย (ตู้บานทึบมีลิ้นชัก) ขนาด 0.40 x 2.40 x 1.10
นก	6	16
สัตว์ เลี้ยงลูก ด้วยนม	6	12
สัตว์เลื้อย คลาน	12	-
สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง	-	10
รวม	24	38
	รวมใช้ตู้สำหรับเก็บวัตถุจัดแสดง รวมใช้ตู้สำหรับเก็บวัตถุเพื่อการศึกษา	= 24 ตู้ = 38 ตู้
ผีเสื้อและแมลง	ใช้ตู้บานทึบมีลิ้นชักขนาด 0.60 x 1.80 x 0.80 จำนวน 4 ตู้	

ชั้นเก็บขวดตัวอย่างวัตถุ ขนาด 0.50 x 1.50 x 1.50

สัตว์เลื้อยคลาน	(ประเภทเพื่อการวิจัย)	ใช้ชั้นจำนวน 2 ชุด
สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ	(ประเภทจัดแสดง, วิจัย)	ใช้ชั้นจำนวน 2 ชุด
พืชเก็บแห้ง	(ประเภทจัดแสดง, วิจัย)	ใช้ชั้นจำนวน 9 ชุด
พืชทะเล	(ประเภทจัดแสดง, วิจัย)	ใช้ชั้นจำนวน 4 ชุด

รวมใช้ชั้นเก็บขวด = 17 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.5.5 ตารางวิเคราะห์พื้นที่ส่วนศูนย์พัฒนาตัวอย่างทางธรรมชาติ

แผนก/ตำแหน่ง	อัตรากำลัง (จำนวน)	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
ส่วนสำนักงาน 1. หัวหน้าศูนย์	1	โต๊ะขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้นั่งขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคียงขนาด 0.50x4.00x0.80 ตู้เคียงขนาด 0.50x1.00x0.80 ตู้เคียงขนาด 0.40x2.00x0.80 ตู้เคียงขนาด 0.40x2.00x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	10.72	10.72
2. นักวิชาการ	3	โต๊ะทำงานขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคียงขนาด 0.50x1.00x0.80 เก้าอี้ผู้มาติดต่อ 0.45x0.45x0.90	6.90	20.7
3. เจ้าหน้าที่ เทคนิค	4	โต๊ะขนาด 0.75x2.00x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เคียงขนาด 0.50x1.00x0.80		

รวม พ.ท.วิเคราะห์ = 54.82 ม<sup>2</sup>พ.ท.ทางสัญจร 20% = 11 ม<sup>2</sup>พ.ท. ทางสัญจร 20% = 65.82 ม<sup>2</sup>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนก/ตำแหน่ง	อัตรากำลัง (จำนวน)	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
ส่วนห้องข้อมูล				
1. ส่วนอ่านทั่วไป ไป 6 ที่นั่ง	2	โต๊ะขนาด 1.00x1.80x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90	5.98	11.96
2. ส่วนอ่านทั่วไป 4 ที่นั่ง	2	โต๊ะขนาด 1.00x1.20x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90	4.6	9.2
3. ส่วนชั้นเก็บ วารสาร, หนังสือ	10	ขนาด 0.40x1.50x0.80	2.1	21
4. ส่วน COMPUTER ข้อมูล	1	โต๊ะขนาด 0.80x1.20x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90	4.2	4.2

รวมพ.ท.วิเคราะห์ = 46.36 ม<sup>2</sup>

พ.ท.ทางสัญจร 20% = 9.27 ม<sup>2</sup>

พ.ท.ที่ต้องการ = 55.6 ม<sup>2</sup>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนก/ตำแหน่ง	อัตรากำลัง (จำนวน)	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
ส่วนจัดทำ ตัวอย่าง				
1. ส่วนปฏิบัติการ	1	- ตู้เค็ชขนาด 0.50x4.00x0.80 - ตู้คอกขนาด 0.50x4.00x0.60	9	9
2. ส่วนแช่ตัวอย่าง	2	- ตู้แช่ขนาด 0.75x2.00x1.32	3.7	7.4
3. ส่วนอบตัวอย่าง	1	- ตู้อบขนาด 0.45x0.51x0.68 - ตู้เค็ชขนาด 0.50x2.00x0.75	3	3
4. ส่วนฝังตัวอย่าง	1	- เคาฝังขนาด 0.70x2.00x0.60	3.2	3.2
5. ส่วนล้าง อุปกรณ์	1	- SINK ล้าง ขนาด 0.60x0.80x0.35 - เคาเครื่องกระเบื้องขนาด 0.68x1.50x0.80	2.4	2.4
6. ลานล้าง ตัวอย่าง	1	- ลานขนาด 2.00x2.50	5	5

รวม พ.ท.วิเคราะห์ = 30 ม<sup>2</sup>

ทางสัญจรลัด 20% = 6 ม<sup>2</sup>

พ.ท.ที่ต้องการ = 36 ม<sup>2</sup>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนก/ตำแหน่ง	อัตรากำลัง (จำนวน)	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
ส่วนจำแนก ตัวอย่าง				
1. ส่วนปฏิบัติการ งาน	1	- เคาน์เตอร์ขนาด 0.50x2.00x0.75 - เก้าอี้ขนาด 0.30x0.30x0.45	3	3
2. ตู้เคย์	2	- ขนาด 0.50x2.80x0.80	4.2	8.4
3. ตู้เคย์พร้อม ตู้ลาย	4	- ขนาด 0.50x1.50x0.80	2.25	9
4. ส่วนล้าง อุปกรณ์	1	- SINK ล้างขนาด 0.60x0.80x0.35 เคาน์เตอร์ขนาด 0.60x2.00x0.80	3	3

รวม พ.ท.วิเคราะห์ = 23.4 ม<sup>2</sup>  
 ทางสัญจรติด 20% = 4.68 ม<sup>2</sup>  
 พ.ท.ที่ต้องการ = 28.08 ม<sup>2</sup>

แผนก/ตำแหน่ง	อัตรากำลัง (จำนวน)	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
ส่วนห้องเก็บของ วัสดุ				
1 .ตู้เก็บของ	1	ขนาด 0.60x2.00x1.50	3.2	3.2
2 .ชั้นเก็บวัสดุ	1	ขนาด 0.60x3.00x2.50	4.8	4.8

รวม พ.ท วิเคราะห์ = 8 ม<sup>2</sup>  
 ทางสัญจร 20% = 1.6 ม<sup>2</sup>  
 พ.ท. ที่ต้องการ = 9.6 ม<sup>2</sup>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนก/ตำแหน่ง	อัตรากำลัง (จำนวน)	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
ส่วนคลังวัสดุ				
1. ตู้เก็บวัสดุ สำหรับจัดแสดง (สัปดาห์จัด ทำทาง)		- ตู้ขนาด 0.60x2.40x2.40		
- นก	6	- ตู้ขนาด 0.60x2.40x2.40	3.84	23.04
- สัตว์เลี้ยงลูก	6	- ตู้ขนาด 0.60x2.40x2.40	3.84	23.04
- สัตว์เลี้ยงคชาน	12	- ตู้ขนาด 0.60x2.40x2.40	3.84	42.24
2. ตู้เก็บวัสดุ สำหรับกรวิจัย (RESEARCH)		- ตู้ขนาด 0.40x2.40x1.10		
- นก	16	- ตู้ขนาด 0.40x2.40x1.10	3.36	53.76
- สัตว์เลี้ยงลูก	12	- ตู้ขนาด 0.40x2.40x1.10	3.36	40.32
- สัตว์ไม่มี กระดูกสันหลัง	10	- ตู้ขนาด 0.40x2.40x1.10	3.36	33.60
3. ชั้นเก็บวัสดุ ชนิดขวดคอง		- ชั้นขนาด 0.05x1.50x1.50		
- สัตว์เลี้ยงคชาน	2	- ชั้นขนาด 0.05x1.50x1.50	2.25	4.5
- ครึ่งบกครึ่งน้ำ	2	- ชั้นขนาด 0.05x1.50x1.50	2.25	4.5
- พืช	10	- ชั้นขนาด 0.05x1.50x1.50	2.25	22.5
- พืชทะเล	3	- ชั้นขนาด 0.05x1.50x1.50	2.25	6.15
4. ตู้เก็บแมลง	4	ขนาด 0.60x1.20x0.80	1.92	7.68
5. ส่วนบริการ	2	เคาน์เตอร์ขนาด 0.60x1.50x0.80 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90	4.4	8.8
7. ตู้รายการทะเบียน	2	ขนาด 0.60x1.50x1.40	2.4	4.8
8. ส่วนที่นั่งอ่าน 4 ที่	3	โต๊ะขนาด 0.60x1.20x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.45x0.45x0.90	4.6	13.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนก/ตำแหน่ง	อัตราจ้าง (จำนวน)	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
9. ตู้ข้อมูล	2	ขนาด 0.60x1.50x2.00	2.4	4.8

รวม พ.ท.วิเคราะห์ = 300.97 ม<sup>2</sup>

พ.ท.ทางสัญญาณ 20% = 60.19 ม<sup>2</sup>

พ.ท.ที่ต้องการ = 361.16 ม<sup>2</sup>

แผนก/ตำแหน่ง	อัตราจ้าง (จำนวน)	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
1. โต๊ะปฏิบัติการ	24	ขนาด 0.60x1.50x0.75 เก้าอี้ขนาด 0.30x0.30x45	2.34	56.16
2. ตู้เก็บชุดตัวอย่าง	6	ขนาด 0.60x1.20x0.75	1.92	11.52
3. ส่วนบริการชุด	3	ขนาด 0.70x1.50x0.75	6.75	20.25
4. ส่วนที่นั่งพักคอย	20	ขนาด 0.50x0.60x0.65	1.40	28

รวม พ.ท.วิเคราะห์ = 115.9 ม<sup>2</sup>

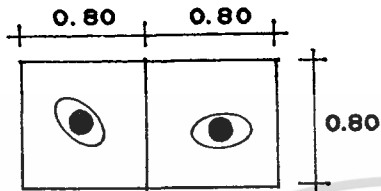
ทางสัญญาณ 20% = 23.18 ม<sup>2</sup>

พ.ท.ที่ต้องการ = 139.08 ม<sup>2</sup>

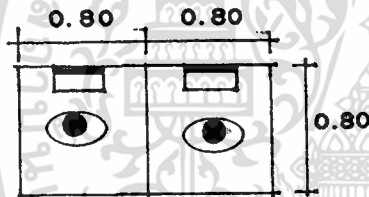
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ส่วนบริการสาธารณะ

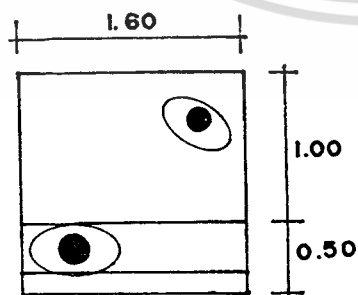
## 1. ทางสัญจรในโรงพักคอย

พื้นที่ 0.64 ม.<sup>2</sup>/คน

## 2. ที่โทรศัพท์สาธารณะ

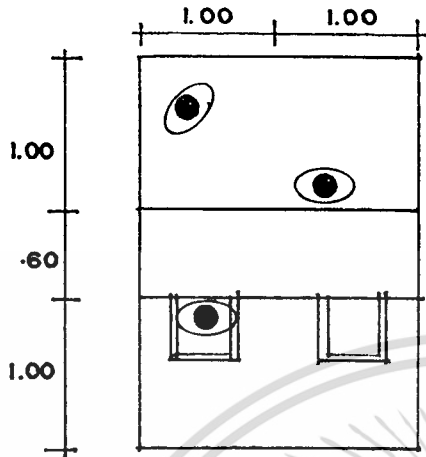
พื้นที่ 0.64 ม.<sup>2</sup>/หน่วย

## 3. ส่วนพักคอย

พื้นที่ 0.96 ม.<sup>2</sup>/คน

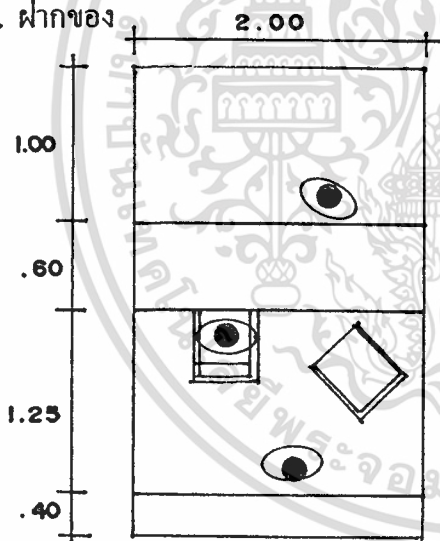
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ประชาสัมพันธ์, ขยายบัตร, ลงเวลา



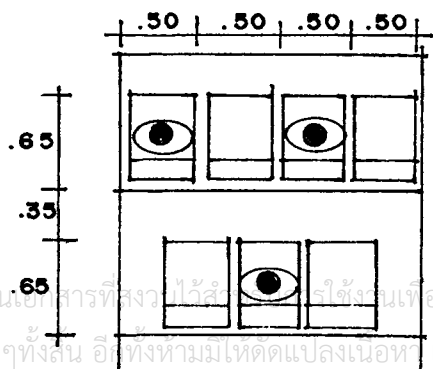
พื้นที่ 2.60 ม.<sup>2</sup>/คน

5. ฝากของ



พื้นที่ 3.25 ม.<sup>2</sup>

6. ที่นั่งฟังบรรยาย-ชมภาพยนตร์



พื้นที่ 0.50 ม.<sup>2</sup>/คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.5.6 ตารางวิเคราะห์พื้นที่ส่วนบริการสาธารณะ

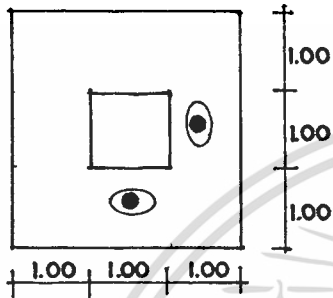
แผนก/ตำแหน่ง	อัตรากำลัง (จำนวน)	อุปกรณ์(กว้าง x ยาว x สูง)	พื้นที่/หน่วย (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่รวม (ม <sup>2</sup> )
1. เจ้าหน้าที่ติดต่อ สอบถาม	1	เคาน์เตอร์ติดต่อสอบถามขนาด 0.60x2.00x0.95 เก้าอี้นั่งขนาด 0.45x0.45x0.90 ตู้เทียบขนาด 0.40x2.00x0.80	3.25	3.25
2. เจ้าหน้าที่จำหน่าย บัตร	2	เคาน์เตอร์จำหน่ายบัตรขนาด 0.60x2.00x0.90 เก้าอี้นั่งขนาด 0.45x0.45x0.90	2.60	5.20
3. เจ้าหน้าที่รับฝาก ของ	1	เคาน์เตอร์ฝากของขนาด 0.60x2.00x0.90 เก้าอี้นั่งขนาด 0.45x0.45x0.90	2.60	2.60
4. ส่วนพักคอย	40	ที่นั่งพักคอยขนาด 0.60x0.60x0.75	0.96	38.4
5. ส่วนโทรศัพท์	4	พื้นที่ติดตั้งโทรศัพท์ต่อเครื่อง 0.40x0.80x1.00	0.64	2.56

รวมพื้นที่ใช้สอยที่วิเคราะห์ได้ = 52 ม<sup>2</sup>  
 พ.ท.ทางสัญจรกีด 40% = 20.8 ม<sup>2</sup>  
 พ.ท.ใช้สอยที่ต้องการ = 72.8 ม<sup>2</sup>  
 พ.ท.ใช้สอยจริง = 168 ม<sup>2</sup>

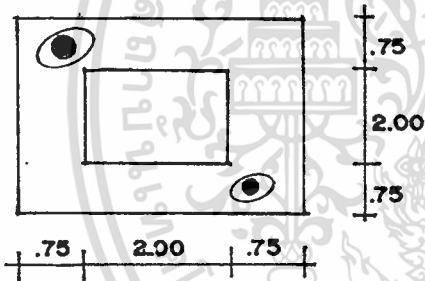
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์เนื้อหาที่จัดแสดง  
การวิเคราะห์หาพื้นที่อุปกรณ์การจัดแสดง

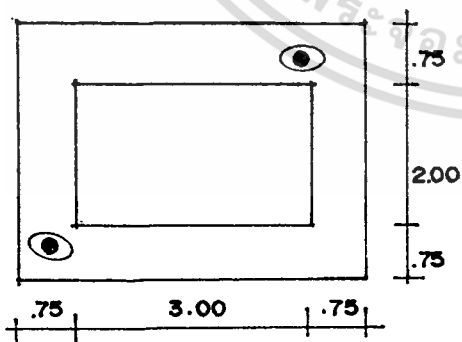
1. ประเภทตั้งบนพื้นที่หรือแท่นแสดง



1.1 ขนาดเล็ก 5.00 ม.<sup>2</sup>/หน่วย



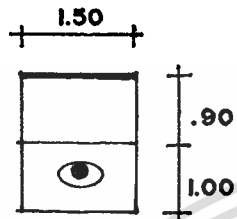
1.2 ขนาดกลาง 11.00 ม.<sup>2</sup>/หน่วย



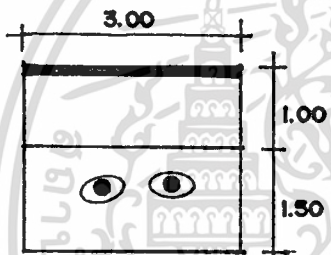
1.3 ขนาดใหญ่ 15.75 ม.<sup>2</sup>/หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

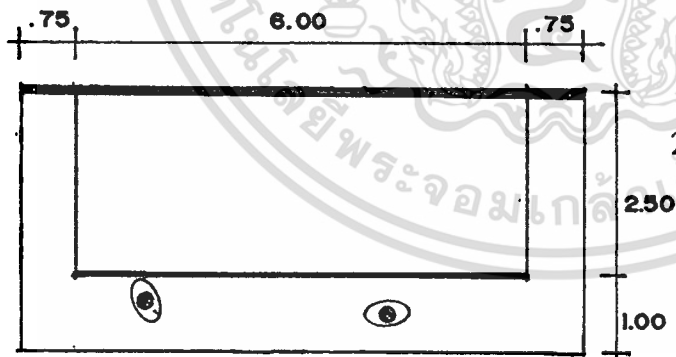
2. ตู้จัดแสดงวัตถุ, MODEL (ชนิดตุ 3 ด้าน)



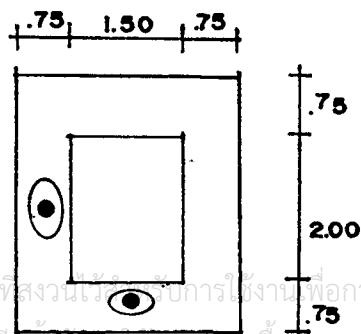
2.1 ขนาดเล็ก 2.85 ม.<sup>2</sup>/หน่วย



2.2 ขนาดกลาง 7.50 ม.<sup>2</sup>/หน่วย



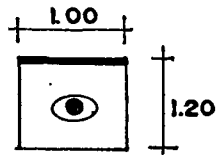
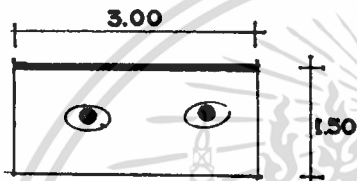
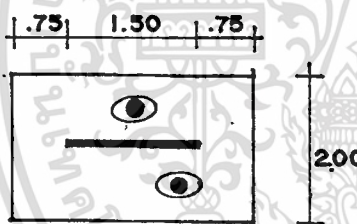
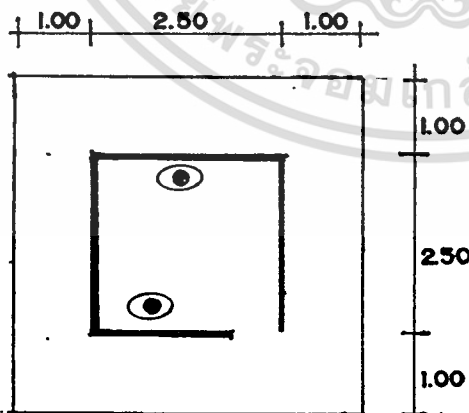
2.3 ขนาดใหญ่ 11.00 ม.<sup>2</sup>/หน่วย



2.4 ชนิดชมโดยรอบ 7.50 ม.<sup>2</sup>/หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

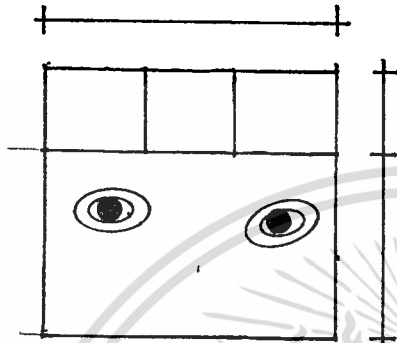
## 3. บอร์ดแสดง (ดูด้านเดียว)

3.1 ขนาดเล็ก 1.20 ม.<sup>2</sup>/หน่วย3.2 ขนาดใหญ่ 4.50 ม.<sup>2</sup>/หน่วย3.3 บอร์ดลอยตัวดู 2 ทาง  
6.00 ม.<sup>2</sup>/หน่วย3.4 บอร์ดแสดงเดินชมภายใน  
20.25 ม.<sup>2</sup>/หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

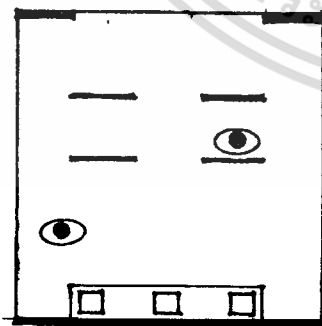
#### 4. โสตทัศนประเภท วีดีทัศน์, สไลด์มัลติวิชั่น

##### 4.1 วีดีทัศน์



พื้นที่ 3.60 ม.<sup>2</sup>/หน่วย

##### 4.2 SILDE MULTIVISION



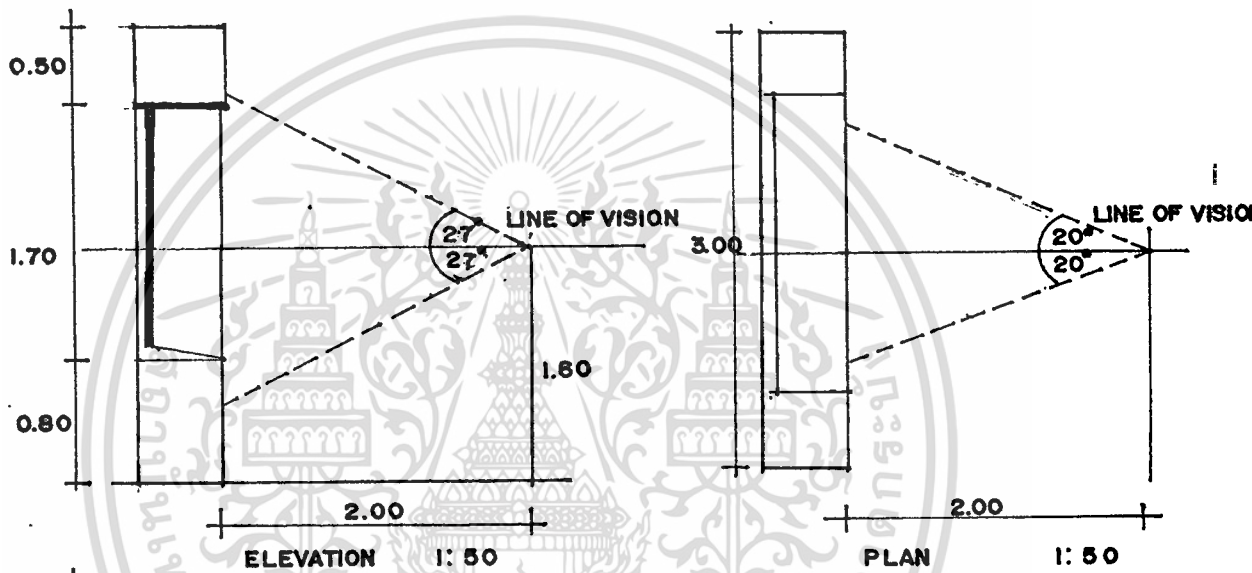
พื้นที่ 6.75 ม.<sup>2</sup>/หน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์พื้นที่จัดแสดง

ภาพที่ 4.5.1

การหาพื้นที่ บอร์ดแสดงการเกิดของโลก ขนาด 3.00 x 3.00  
 พ.ท.จัดแสดงที่วิเคราะห์ได้ = 7.5 ตารางเมตร

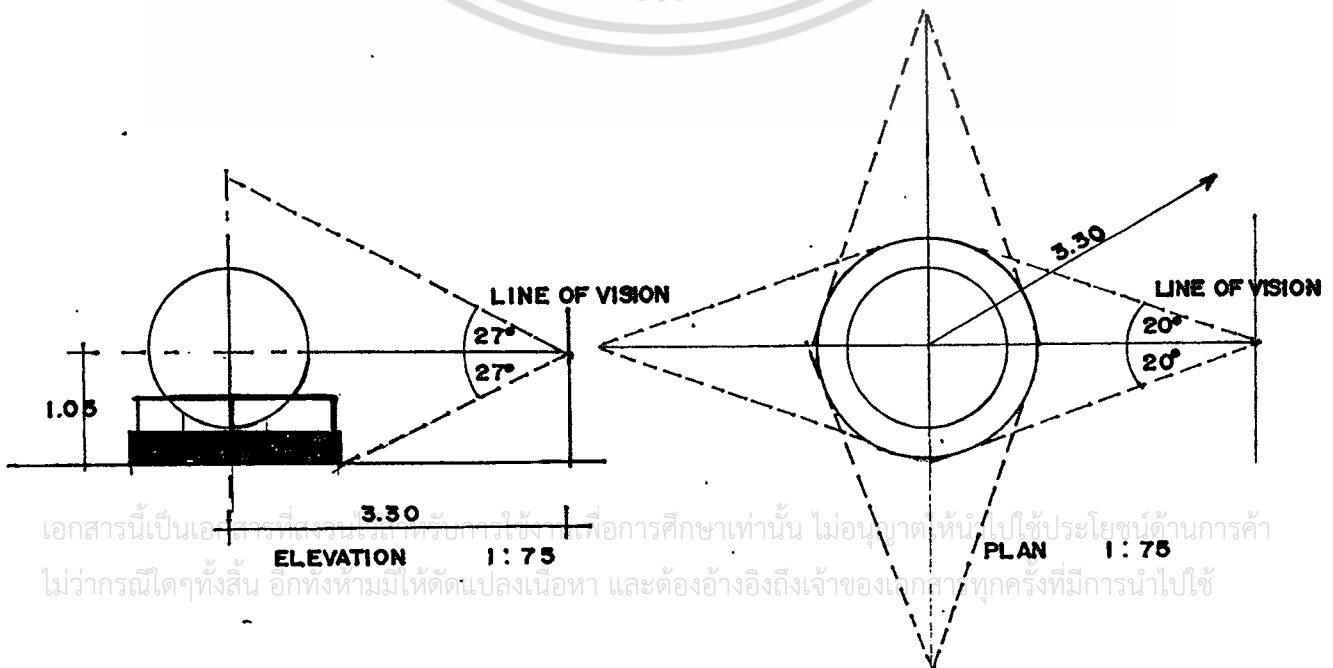


ภาพที่ 4.5.2

การหาพื้นที่ MODEL ลูกโลกจำลอง

ขนาด  $\varnothing$  2.00 x 1.50

พ.ท.จัดแสดงที่วิเคราะห์ได้  $22/7 \times 3.30^2 = 34.2$  ตารางเมตร

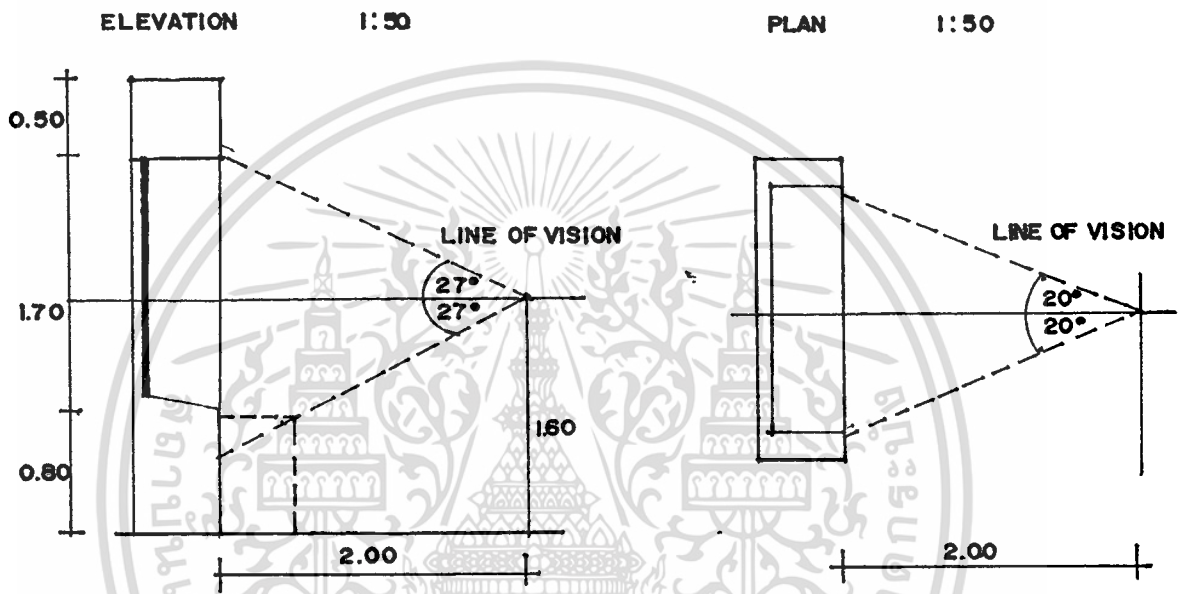


ภาพที่ 4.5.3

การหาพื้นที่ การแบ่งยุคตามหลักธรณีวิทยา

ขนาด 2.00 x 3.00

พ.ท.ที่วิเคราะห์ได้ = 5 ตารางเมตร

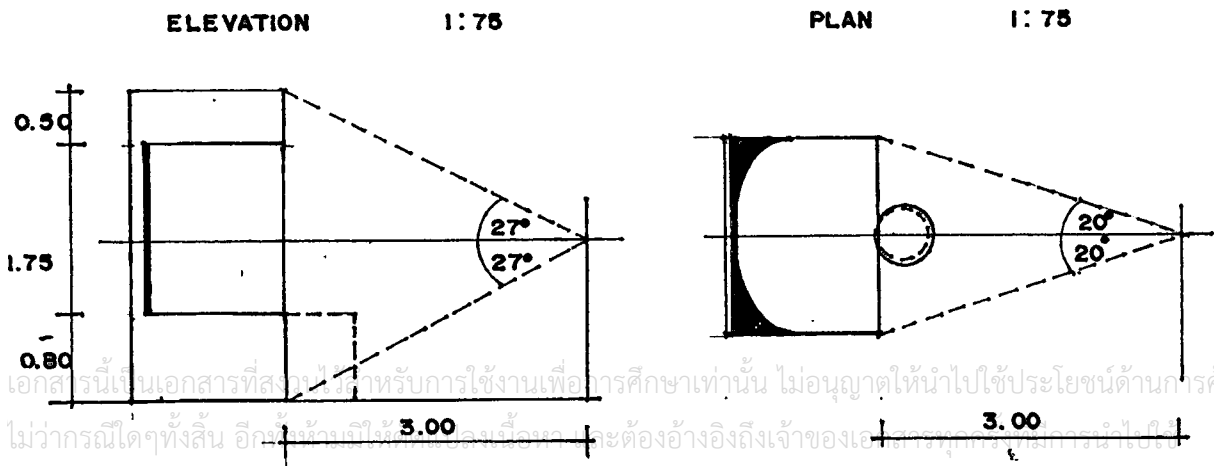


ภาพที่ 4.5.4

การหาพื้นที่จัดแสดงจัดแสดงไดโอรามา ยุคแคมเบรียน, ดีโนเวียน, คาร์บอนิฟอรัส

พ.ท.ขนาด 2.00 x 1.50

พ.ท.จัดแสดงที่วิเคราะห์ได้ = 6 ตารางเมตร



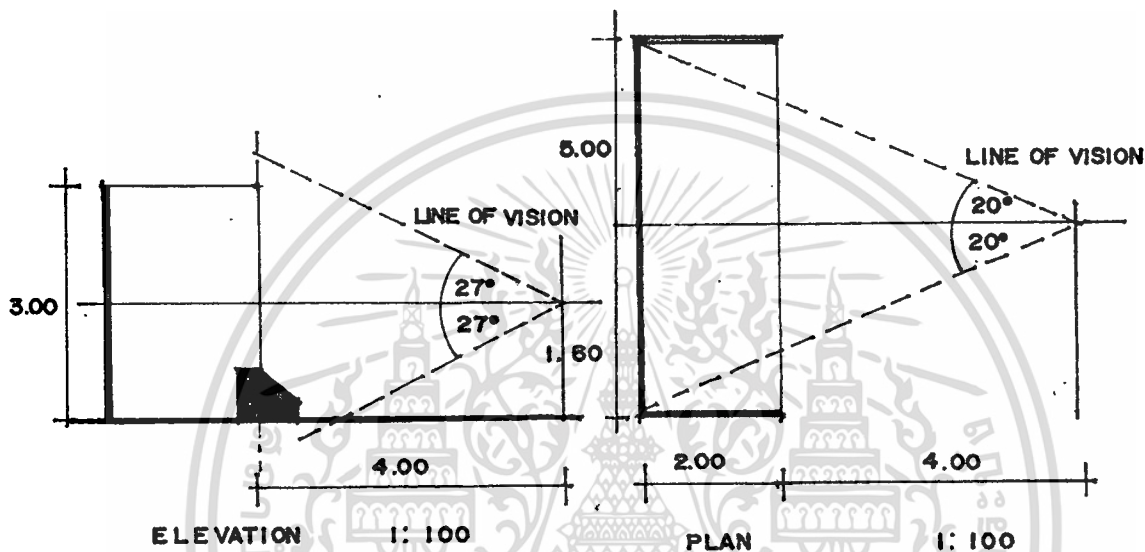
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้... และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

ภาพที่ 4.5.5

การหาพื้นที่จัดแสดงตู้ไดโอรามา ยุคไดรอสติก, จูรัสสิก, ครีเทเชียส, เซนโนโซอิก

พ.ท. ขนาด 5.00 x 2.00

พ.ท.จัดแสดงตู้วิเคราะห้ได้ = 20 ตารางเมตร

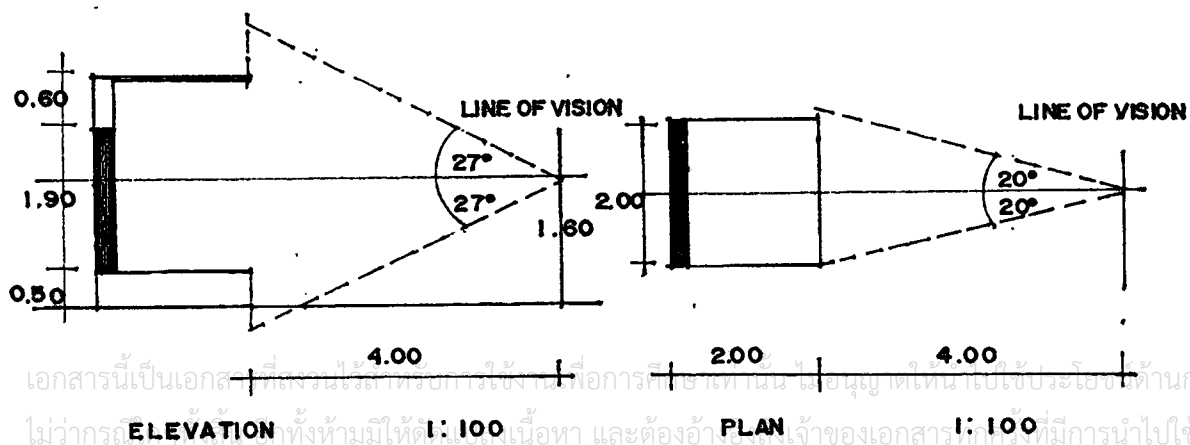


ภาพที่ 4.5.6

การหาพื้นที่แทนฉายวิถีทัศนเรื่ง อาณาจักรสัตว์ในทะเล

พ.ท. ขนาด 2.00 x 2.00

พ.ท.จัดแสดงตู้วิเคราะห้ได้ = 8 ตารางเมตร



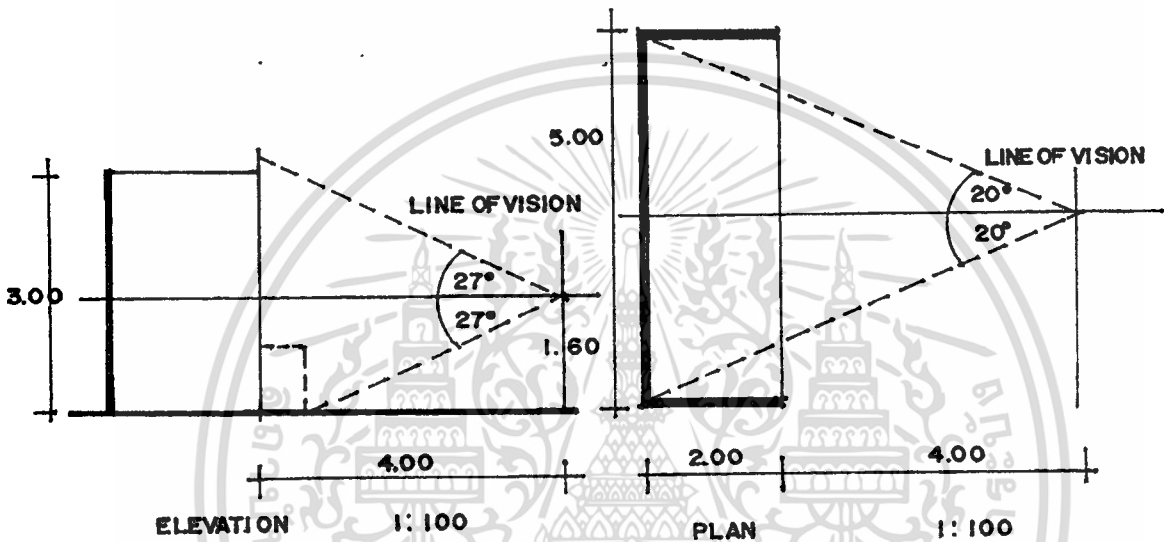
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานโดยไม่ผิดกฎหมายได้มาโดยใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารผู้ที่มีกรรมสิทธิ์ในการนำไปใช้

ภาพที่ 4.5.7

การหาพื้นที่ดูแสดง ไดโอรามา เรื่องชีวิตใต้ทะเลลึก, ชีวิตในแนวปะการัง

ชีวิตชายฝั่งทะเล ขนาด 5.00 x 2.00

พ.ท.จัดแสดงที่วิเคราะห์ได้ = 20 ตารางเมตร

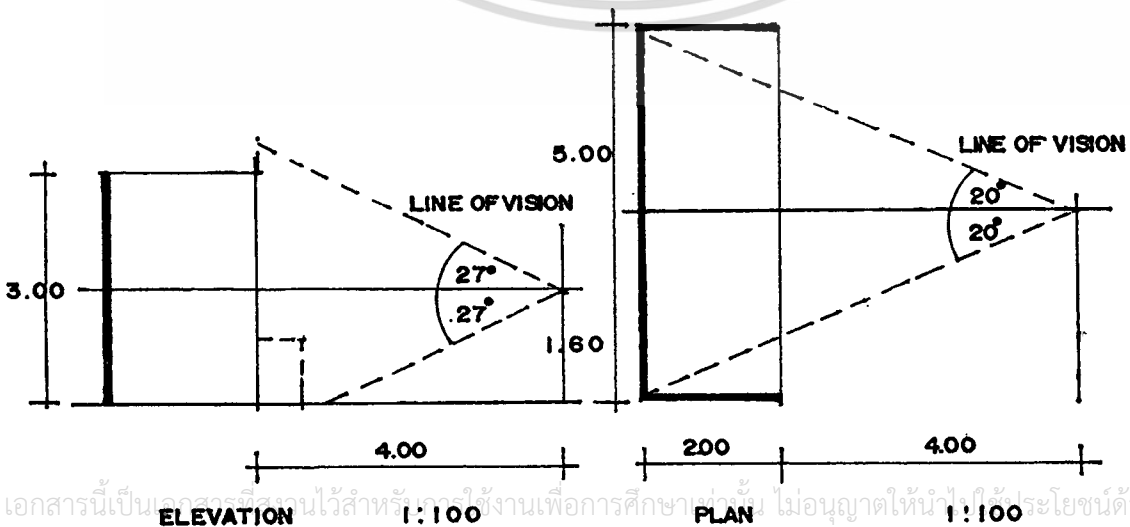


ภาพที่ 4.5.8

การหาพื้นที่ดูแสดง ไดโอรามา เรื่องชีวิตในเขตป่าชายเลน ป่าผลัดใบ, ป่าดงดิบ

ขนาด 5.00 x 2.00

พ.ท.จัดแสดงที่วิเคราะห์ได้ = 20 ตารางเมตร

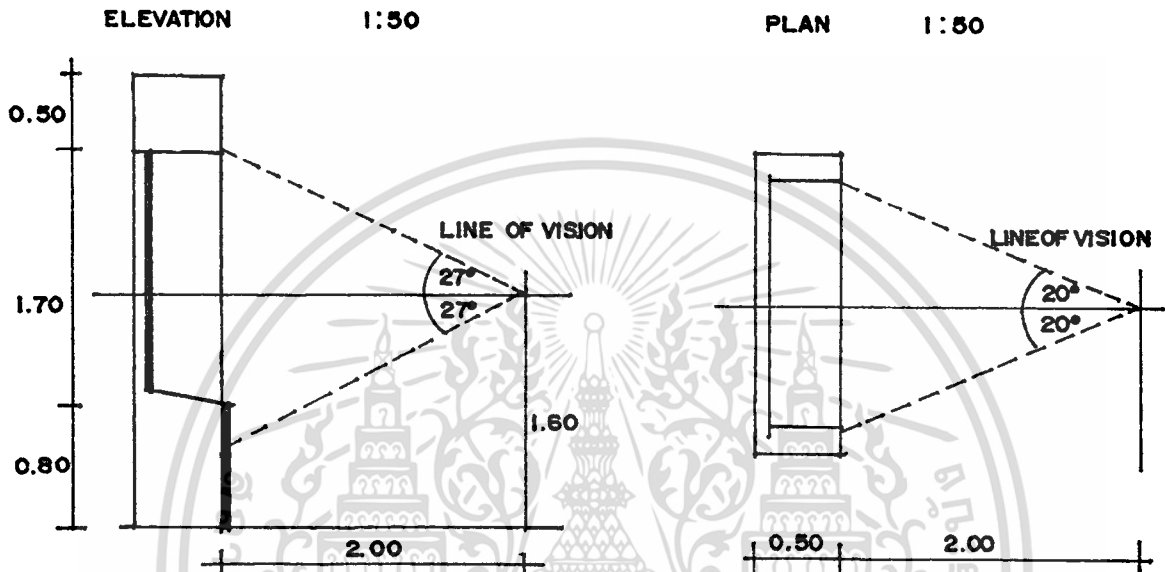


ภาพที่ 4.5.9

การหาพื้นที่ บอร์ดจัดแสดงเรื่องราวเฉพาะของสิ่งมีชีวิต

ขนาด 2.00 x 3.00

พ.ท.จัดแสดงที่วิเคราะห์ได้ = 5 ตารางเมตร

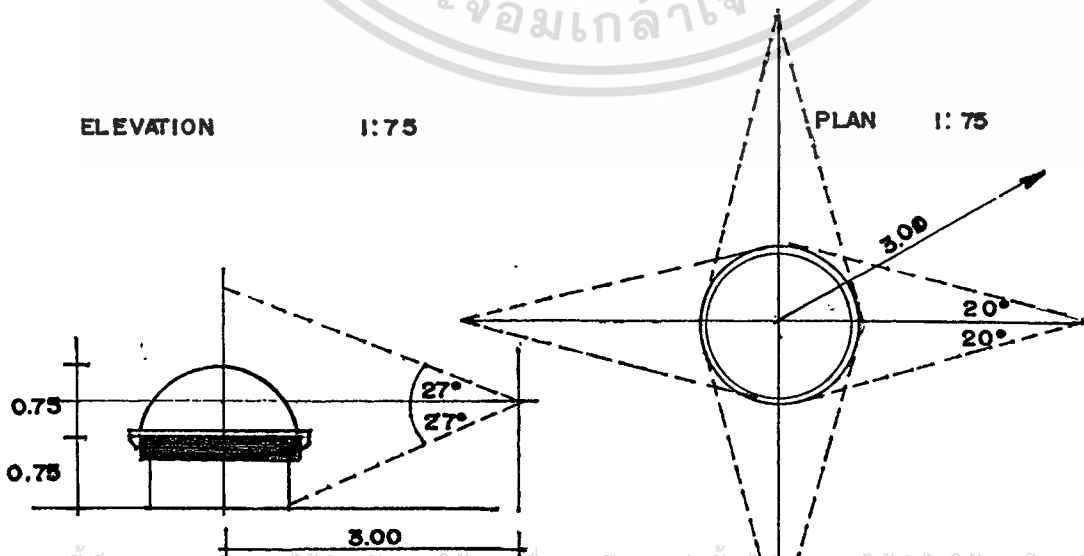


ภาพที่ 4.5.10

การหาพื้นที่ตู้แสดงโครงกระดูกปลาฉลาม จำลอง, แมลงจำลอง

ขนาด  $\varnothing$  1.50 x 1.05

วิเคราะห์พื้นที่จัดแสดง =  $20/7 \times 3 = 23.26$  ตารางเมตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.5.7 ตารางวิเคราะห์พื้นที่ส่วนนิทรรศการถาวร

หัวข้อเรื่อง	หัวข้อย่อย	เนื้อเรื่อง	การจัดแสดง, อุปกรณ์	จำนวน	พ.ท. (ม <sup>2</sup> )
1. กำเนิดโลก และสิ่งมีชีวิต	1.1 การเกิดโลก และระบบสุริยะ จักรวาล	แสดงการเกิดของโลก ในระบบสุริยะจักรวาล	- บอร์ดขนาด 0.50 x 3.00 x 3.00	1	7.5
	1.1.1 กำเนิดโลก		- ภาพแสดง DURATAN ขนาด 0.40 x 6.50	6	
			- แท่นสวิตช์กดภาพขนาด 0.40 x 0.80 x 3.00	1	
			- V.D.O. WALL (T.V. ขนาด 21" SIZE 0.60 x 0.45 X 0.25	18	
			- พื้นที่ผนังรับ T.V. ขนาด 0.40 x 4.00 x 3.00	1	
	1.1.2 โครงสร้าง ภายใน ของโลก	แสดงลักษณะโครงสร้าง ของโลกซึ่งแบ่งเป็นชั้น	- แท่นจัดแสดงลูกโลกจำลอง ขนาด 2.00 x 2.00 x 1.50	1	34.2
			- ลูกโลกจำลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.20	1	
	1.1.3 เปลือกโลก ไม่เคยหยุดนิ่ง	แสดงการเคลื่อนที่ของ เปลือกโลก แผ่นดินไหว ทวีปเลื่อน	- บอร์ดภาพขนาด 0.50 x 3.00 x 3.00	1	7.5
			- ภาพDURATAN ขนาด 0.80 x 1.00	1	
			- ภาพDURATAN ขนาด 0.80 x 1.00	1	7.5
			- ภาพDURATAN ขนาด 0.60 x 2.00	1	
			- ภาพDURATAN ขนาด 0.50 x 0.80	1	
			- แท่นสวิตช์กดภาพ ขนาด 0.40 x 0.80 x 3.00	1	
	1.2.1 การเริ่มต้น ของสิ่งมีชีวิต บนโลก	แสดงเรื่องราวของสิ่ง มีชีวิตที่เริ่มเกิดขึ้น บนโลกเมื่อ 3,500 ล้านปีที่แล้ว	- บอร์ดภาพขนาด 0.50 x 3.00 x 3.00	1	7.5
			- ภาพ DURATAN ขนาด 0.80 x 0.80	3	
			- แท่นวิดีโอ (T.V ขนาด 21")	1	
	1.2.2 ยุคและ วิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิต	แสดงยุคและวิวัฒนาการ ตามหลักธรณีวิทยา	- บอร์ด ภาพพร้อมคำอธิบาย ขนาด 0.50 x 2.00 x 3.00	1	5
	-การแบ่งยุคตาม หลักธรณีวิทยา		- แผ่นภาพสกรีนแสดงการแบ่งยุค ขนาด 1.60 x 1.00	1	
			- แท่นสวิตช์กดภาพขนาด 0.30 x 0.80 x 0.80	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อเรื่อง	หัวข้อย่อย	เนื้อเรื่อง	การจัดแสดง, อุปกรณ์	จำนวน	พ.ท. (ม <sup>2</sup> )
	1.2.3.สิ่งมีชีวิต ยุคแคมเบรียน	แสดงเรื่องราวสิ่งมีชีวิต เมื่อ 550-570 ล้านปี ยุคนี้จะพบ แมงกระพรุน หอย แมงคากทะเล และ โทรโลไนท์	- ตู้แสดงไดโอรามาขนาด 2.00 x 1.50 x 3.00 - แท่นบรรยาย, สวิตซ์ไฟ ขนาด 0.40 x 0.80 x 0.80	1 1	6
	1.2.4.สิ่งมีชีวิต ยุคซีโนเวียน	แสดงเรื่องราวสิ่งมีชีวิต เมื่อ 420 ล้านปี ยุคนี้จะพบปลาที่มีปอด รวมทั้งสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ	- ตู้แสดงไดโอรามาขนาด 2.00 x 1.50 x 3.00 - แท่นบรรยาย, สวิตซ์ไฟ ขนาด 0.40 x 0.80 x 0.80	1 6 1	
	1.2.5.สิ่งมีชีวิต ยุคคาร์บอนี เฟอร์รัส	แสดงเรื่องราวสิ่งมีชีวิต เมื่อ 350 ล้านปี ยุคนี้จะพบสัตว์เลื้อย คลานโบราณที่กินเนื้อ สัตว์เป็นอาหาร	- ตู้แสดงไดโอรามาขนาด 2.00 x 1.50 x 3.00 - แท่นบรรยาย, สวิตซ์ไฟ ขนาด 0.40 x 0.80 x 0.80	1 6 1	
	1.2.6.สิ่งมีชีวิต ยุคเปอร์เมียน	แสดงเรื่องราวสิ่งมีชีวิต เมื่อ 300 ล้านปี ยุคนี้อากาศแห้งแล้ง เริ่มเกิดสัตว์เลื้อยคลาน กินพืช	- ตู้แสดงไดโอรามาขนาด 3.00 x 2.00 x 3.00 - แท่นบรรยาย, สวิตซ์ไฟ ขนาด 0.40 x 0.80 x 0.40	1 1	12
	1.2.7.สิ่งมีชีวิต ยุคไทรแอสสิก	แสดงเรื่องราวสิ่งมีชีวิต เมื่อ 250 ล้านปีทั่วโลก เกิดการเปลี่ยนแปลงเกิด น้ำท่วมพบไดโนเสาร์ ยุคแรกเกิดขึ้น	- ตู้แสดงไดโอรามาขนาด 5.00 x 2.00 x 3.00 - แท่นบรรยาย, สวิตซ์ไฟ ขนาด 0.40 x 0.80 x 0.40	1 1	20
	1.2.8.สิ่งมีชีวิต ยุคจูแรสสิก	แสดงเรื่องราวสิ่งมีชีวิต เมื่อ 200 ล้านปี ในยุคนี เป็นยุคไดโนเสาร์ครองโลก	- ตู้แสดงไดโอรามาขนาด 5.00 x 2.00 x 3.00 - แท่นบรรยาย, สวิตซ์ไฟ ขนาด 0.40 x 0.80 x 0.40	1 1	20
	1.2.9.สิ่งมีชีวิต ยุคครีเทเชียส	แสดงเรื่องราวสิ่งมีชีวิต เมื่อ 150 ล้านปียุคนี้ อากาศเย็นลง พบ ไดโนเสาร์ปากเปิดและ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม	- ตู้แสดงไดโอรามาขนาด 5.00 x 2.00 x 3.00 - แท่นบรรยาย, สวิตซ์ไฟ ขนาด 0.40 x 0.80 x 0.40	1 1	20
	1.2.10.สิ่งมีชีวิต ยุคเซนโนโซอิก	แสดงเรื่องราวเมื่อ 65 ล้านปี โลกเข้าสู่ยุค น้ำแข็ง พบแรดขนฟู ช้างแมนมอน	- ตู้แสดงไดโอรามาขนาด 5.00 x 2.00 x 3.00 - แท่นบรรยาย, สวิตซ์ไฟ ขนาด 0.40 x 0.80 x 0.80	1 1	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่สู่สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตีแบบสิ่งเนื้อหา และต้องยี่สิบองเงาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อเรื่อง	หัวข้อย่อย	เนื้อเรื่อง	การจัดแสดง, อุปกรณ์	จำนวน	พ.ท. (ม <sup>2</sup> )
2.สิ่งมีชีวิตที่สูญพันธ์	2.1 วิศวนาการของไดโนเสาร์	แสดงถึงลำดับขั้นการวิวัฒนาการ และสายพันธ์ของไดโนเสาร์	- บอร์ดภาพขนาด 0.50 x 3.00 x 3.00	1	7.5
			- แผนภาพกักรด แสดงการแบ่งตระกูลและวิวัฒนาการของไดโนเสาร์ขนาด 1.20 x 2.00	1	
			- แท่นสวิตช์กดภาพ ขนาด 0.30 x 0.80 x 0.80	1	
	2.2 การสูญพันธ์ของไดโนเสาร์	แสดงถึงสาเหตุการสูญพันธ์ซึ่งเป็นไปตามหลักการทางทฤษฎี	- ตู้แสดงไดโอรามาขนาด 5.00 x 2.00 x 3.00 - แท่น วิกิตันน์ แสดงข้อมูลขนาด 0.80 x 0.40 x 0.40	1 1	20
	2.3 ไดโนเสาร์ในเมืองไทย	แสดงพื้นที่ที่พบ FOSSIL ในเขตต่างๆ	- บอร์ดภาพ 0.50 x 2.00 x 3.00	1	5
-การค้นพบ	- แบบแสดงพื้นที่ที่พบ FOSSIL ในเขตต่างๆขนาด 1.20 x 2.00		1		
	- แท่นสวิตช์กดภาพขนาด 0.30 x 0.80 x 0.80		1		
	สภาพชีวิตไดโนเสาร์ในเมืองไทย	-แสดงสภาพของภาคอีสานเมื่อ 220 ล้านปี และ 160ล้านปี	- บอร์ดภาพขนาด 0.50 x 2.00 x 3.00 - ภาพ DURATAN ขนาด 0.50 x 1.80 - แท่นสวิตช์กดภาพ ขนาด 0.30 x 0.80 x 0.80	1 2 1	5
	-ไดโนเสาร์ปากบกแก้วและไดโนเสาร์ที่พบในประเทศไทย	-แสดงการพบไดโนเสาร์ที่เป็นพันธุ์ที่พบในประเทศไทย	- บอร์ดภาพขนาด 2.50 x 2.00 x 3.00 - ภาพ DURATAN ขนาด 0.65 x 0.85 - ภาพ DURATAN ขนาด 0.60 x 1.00 - แท่นสวิตช์ภาพขนาด 0.30 x 0.80 x 0.80	1 4 1 1	5
	-ซากดึกดำบรรพ์ชนิดใหม่ที่พบในประเทศไทย	-แสดงซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์มีกระดูกสันหลังชนิดใหม่ของโลกที่พบในประเทศไทย	- บอร์ดภาพขนาด 0.50 x 2.00 x 3.00 - ภาพ DURATAN ขนาด 0.65 x 0.25 - แท่นสวิตช์ภาพขนาด 0.30 x 0.80 x 0.80	1 6 1	5
3.ชีวิตไดโนเสาร์	3.1 อาณาจักรสัตว์ในทะเล	-แสดงการแบ่งกลุ่มของสัตว์ทะเล	- บอร์ดภาพขนาด 0.50 x 3.00 x 3.00 - แผนภาพกักรดแสดงกลุ่มสายพันธ์ขนาด 1.20 x 2.00 - แท่นคอมพิวเตอร์ขนาด 0.40 x 0.80 x 0.80	1 1	7.5
			- แท่นฉายวิกิตันน์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.00	1	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อเรื่อง	หัวข้อย่อย	เนื้อเรื่อง	การจัดแสดง, อุปกรณ์	จำนวน	พ.ท. (ม <sup>2</sup> )
	3.2 ชีวิตใต้ทะเลลึก	แสดงชีวิตของสัตว์น้ำที่อยู่ในเขื่อนน้ำลึกใต้ทะเล ซึ่งเป็นส่วนที่แสงส่องไม่ถึง	- ตู้แสดงไดโอรามาขนาด 5.00 x 2.00 x 3.00 - แท่นคำบรรยาย, สวิตช์ไฟ ขนาด 0.40 x 1.20 x 0.80	1 1	20
	3.3 ชีวิตในแนวปะการัง	แสดงชีวิตของสัตว์ซึ่งอาศัยอยู่ในเขตแนวปะการัง	- ตู้แสดงไดโอรามาขนาด 5.00 x 2.00 x 3.00 - แท่นคำบรรยาย, สวิตช์ไฟ ขนาด 0.40 x 1.20 x 0.80	1 1	20
	3.4 ชีวิตชายฝั่งทะเล	แสดงชีวิตของสัตว์ซึ่งอยู่ชายฝั่งทะเล	- ตู้แสดงไดโอรามาขนาด 5.00 x 2.00 x 3.00 - แท่นคำบรรยาย, สวิตช์ไฟ ขนาด 0.40 x 1.20 x 0.80 - แท่นวิทัศน์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.00	1 1 1	20 8
4.ชีวิตบนบก	4.1 ชีวิตในเขตป่าชายเลน	-แสดงชีวิตความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน	- ตู้แสดงไดโอรามาขนาด 5.00 x 2.00 x 3.00 - แท่นคำบรรยาย, สวิตช์ไฟ ขนาด 4.00 x 1.20 x 0.80	1 1	20
	4.2 ชีวิตในเขตป่าผลัดใบ	-แสดงชีวิตความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตในเขตป่าผลัดใบ	- ตู้แสดงไดโอรามาขนาด 5.00 x 2.00 x 3.00 - แท่นคำบรรยาย, สวิตช์ไฟ ขนาด 0.40 x 1.20 x 0.80	1 1	20
	4.3 ชีวิตในเขตป่าดงดิบ	-แสดงชีวิตความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตในเขตป่าดงดิบ	- ตู้แสดงไดโอรามาขนาด 5.00 x 2.00 x 3.00 - แท่นคำบรรยาย, สวิตช์ไฟ ขนาด 0.40 x 1.20 x 0.80	1 1	20
4. เรื่องราวเฉพาะของสิ่งมีชีวิต	4.1 สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม	-แสดงเรื่องราวเฉพาะเรื่องวิวัฒนาการการแบ่งกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สรีระพฤติกรรมของสัตว์ประเภทนี้	- บอร์ดภาพ ขนาด 2.50 x 2.00 x 3.00 - ภาพแสดงสายวิวัฒนาการ ขนาด 0.65 x 0.85 - ภาพ DURATAN ขนาด 0.65 x 0.85 - ภาพ DURATAN ขนาด 0.80 x 1.00 - แท่นคอมพิวเตอร์ขนาด 0.30x0.80x0.80	2 1 4 1 2	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อเรื่อง	หัวข้อย่อย	เนื้อเรื่อง	การจัดแสดง, อุปกรณ์	จำนวน	พ.ท. (ม <sup>2</sup> )
			- ตู้แสดงโครงกระดูกปลาหว ย่อยส่วน ตู้ขนาด 1.50 x 1.50 x 1.05	1	28.26
	4.2.1. สัตว์เลี้ยง คลาน	-แสดงวิวัฒนาการ การแบ่งกลุ่มสัตว์เลี้ยง สี่เท้าและพฤติกรรม	- บอร์ดภาพขนาด 0.50 x 2.00 x 3.00 - ภาพแสดงสัตว์วิวัฒนาการ ขนาด 1.00 x 1.20 - แท่นคอมพิวเตอร์ขนาด 0.30x0.80x0.80	1 1 1	5
	4.2.2. สัตว์ครึ่ง บกครึ่งน้ำ	แสดงวิวัฒนาการ การแบ่งกลุ่มสัตว์ครึ่ง บกครึ่งน้ำสี่เท้าและ พฤติกรรม	- บอร์ดภาพขนาด 0.50 x 2.00 x 3.00 - ภาพแสดงสายวิวัฒนาการ ขนาด 1.00 x 1.50 - แท่นคอมพิวเตอร์ขนาด 0.30 x 0.80 x 0.80	1 5 1 1	
	4.3 นก	แสดงวิวัฒนาการ การแบ่งกลุ่มของนก สี่เท้าและพฤติกรรม	- บอร์ดภาพขนาด 0.50 x 2.00 x 3.00 - ภาพแสดงสายวิวัฒนาการ ขนาด 1.00 x 1.50 - แท่นคอมพิวเตอร์ขนาด 0.30 x 0.80 x 0.80 - ภาพ DURATAN ขนาด 0.65 x 0.85 - ภาพ DURATAN ขนาด 0.80 x 1.00	2 1 1 1 4 1	10
	4.4 แมลง	แสดงวิวัฒนาการ การแบ่งกลุ่มของแมลง สี่เท้าและพฤติกรรม	- บอร์ดภาพขนาด 0.50 x 2.00 x 3.00 - ภาพแสดงสายวิวัฒนาการ ขนาด 1.00 x 1.50 - แท่นคอมพิวเตอร์ขนาด 0.30 x 0.80 x 0.80 - ภาพ DURATAN ขนาด 0.65 x 0.85 - ภาพ DURATAN ขนาด 0.80 x 1.00 - ตู้แสดง MODEL แมลงชนิดต่าง ๆ ขนาด 1.50 x 1.50 x 1.05	2 1 1 4 1 1	10 28.26
	4.5 พืช	แสดงลักษณะอาณา จักรของพืชโครงสร้าง ของพืช, ขบวนการ สร้างอาหาร	- บอร์ดภาพขนาด 0.50 x 2.00 x 3.00 - ภาพแสดงอาณาจักรของพืช - ขนาด 1.00 x 1.20 - ภาพ DURATAN ขนาด 0.65 x 0.85 - ภาพ DURATAN ขนาด 0.80 x 1.00 - แท่นคอมพิวเตอร์ ขนาด 0.30 x 0.80 x 0.80	2 1 4 1 2	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมพื้นที่วิเคราะห์ได้	=	482.8 ม <sup>2</sup>
พ.ท. ทางสัญจร 50 %	=	241.4 ม <sup>2</sup>
พ.ท. ที่ต้องการ	=	724.2 ม <sup>2</sup>
พ.ท. จริง	=	775 ม <sup>2</sup>



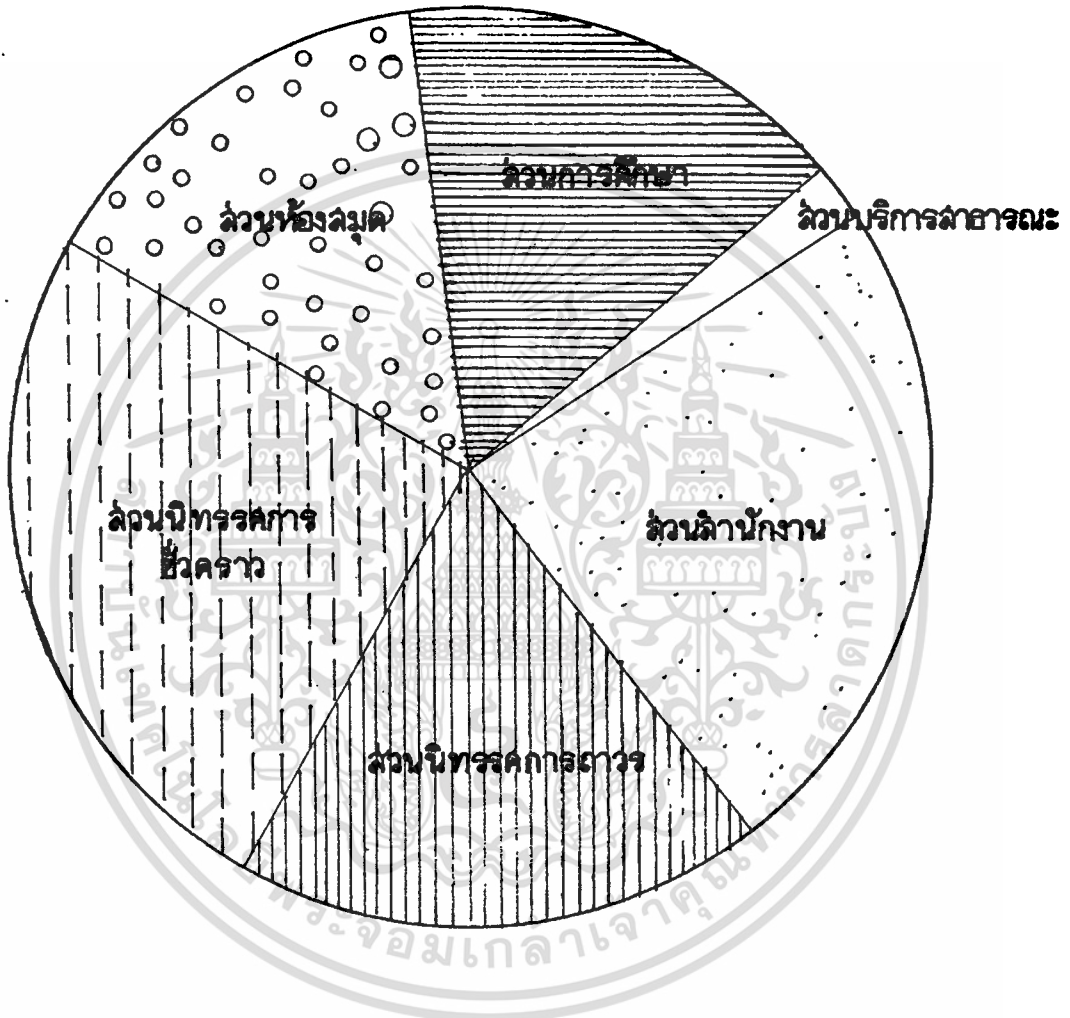
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.5.8 ตารางเปรียบเทียบพื้นที่วิเคราะห์กับพื้นที่จริงของโครงการ

องค์ประกอบ	เปอร์เซ็นต์	พ.ท.จริง	พ.ท.วิเคราะห์ (รวมทางสัญจร)	ต่างกัน
โรงพักคอย (ส่วนบริการสาธารณะ)	1.9	16.8	72.8	96.2
นิทรรศการพิเศษ (ชั่วคราว)	24	928	928	0.00
นิทรรศการถาวร	18.7	775	724.2	50.8
ส่วนสำนักงาน	20.6	768	799.87	-31.87
ส่วนห้องสมุด	17	768	664.8	+103.2
ส่วนศูนย์ตัวอย่าง และฐานปฏิบัติ การเรียนรู้	17.8	768	691.8	+76.2
รวม	100%	4175	3881.4	293.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

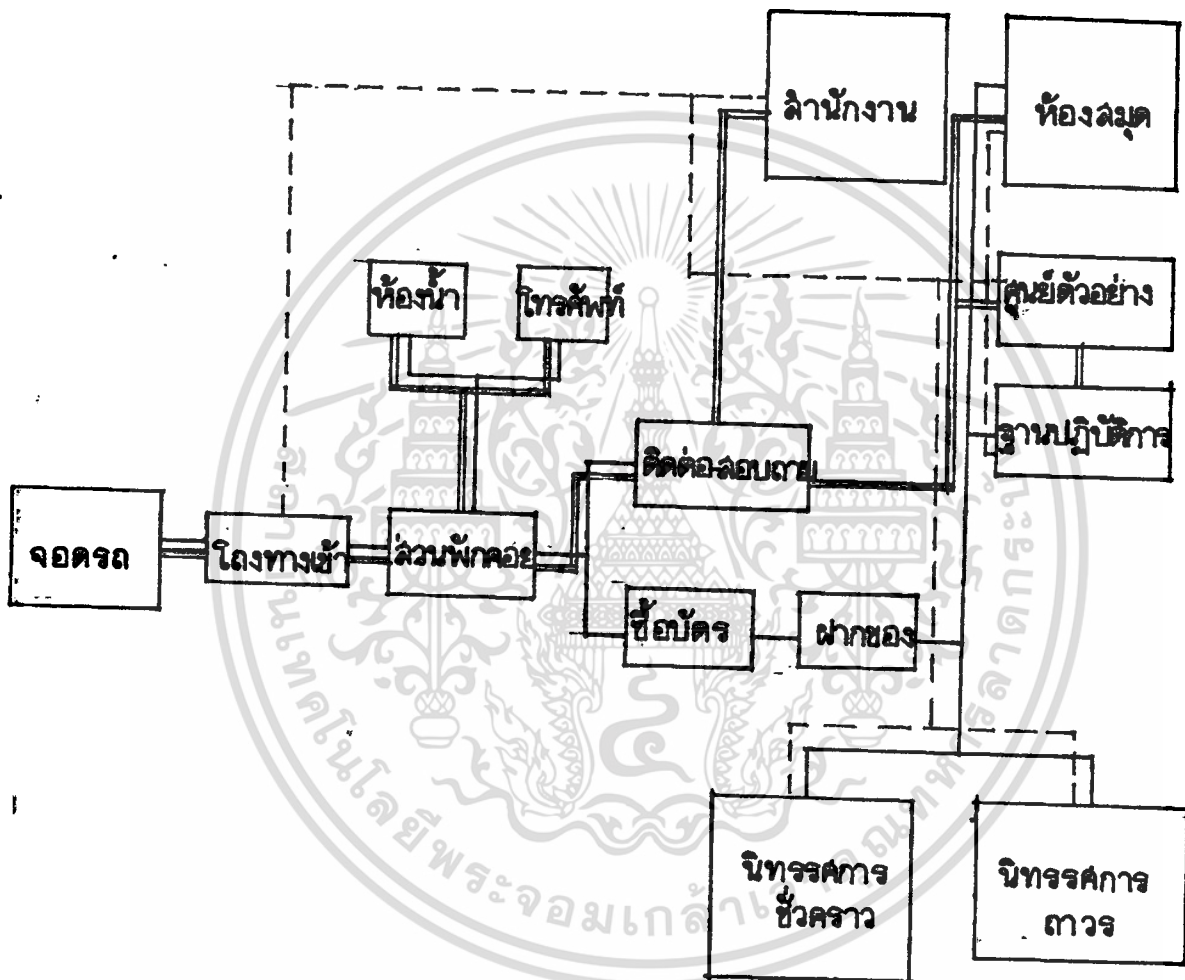
ภาพที่ 4.5.11 แผนภาพแสดงสัดส่วนการใช้พื้นที่  
ขององค์ประกอบทั้งโครงการ(อัตราส่วนคิดเป็นร้อยละ)



พ.ท.ส่วนบริการสาธารณะ (โรงพักคอย)	= 1.9%
พ.ท.ส่วนนิทรรศการชั่วคราว (นิทรรศการพิเศษ)	= 24%
พ.ท.ส่วนนิทรรศการถาวร	= 18.7%
พ.ท.ส่วนสำนักงาน	= 20.1%
พ.ท.ส่วนห้องสมุด	= 17%
พ.ท.ส่วนศูนย์ตัวอย่างและฐานปฏิบัติการ (ส่วนการศึกษา)	= 3881.4 ม <sup>2</sup>
พ.ท.จริง	= 4175 ม <sup>2</sup>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.5.12 แผนภาพแสดงความต้องการใช้สอยของพื้นที่  
(FUNCTION DIAGRAM)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.6 สรุปลักษณะข้อมูลพื้นฐานที่วิเคราะห์และนำไปใช้ในโครงการศูนย์วิทยาศาสตร์ฯ

##### ส่วนนิทรรศการถาวรและนิทรรศการชั่วคราว

จากหลักทฤษฎีจิตวิทยาการมองและการอ่านสามารถนำมาใช้ประกอบการพิจารณาการวางและจัดภาพในการนำเสนอสำหรับงานนิทรรศการได้โดยใช้หลักการวิเคราะห์ดังนี้

ลักษณะการมองภาพหรืองานแสดงที่ผู้คนส่วนใหญ่นิยมคือ

1. เริ่มมองจากทางซ้ายมือไปหาทางขวามือ
2. เริ่มมองจากด้านบนลงสู่ด้านล่าง
3. การมองจะมองในลักษณะเป็นกลุ่มๆ เป็นช่วง

ฉะนั้น ในการจัดวางรูปภาพและเนื้อหาจึงต้องมีการวางแผนโดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของเนื้อหาเป็นหลัก มีการจัดลำดับเนื้อหาให้มีลำดับที่ต่อเนื่อง

ลักษณะการจัดแสดงและลำดับเรื่องราว

ในการจัดแสดงนั้นจากการวิเคราะห์พบว่าความสนใจของผู้ชมมักจะเริ่มมองตำแหน่งผนังกลาง หรือส่วนกลางห้องโดยรอบก่อนแล้วจึงเริ่มมองจากผนังทางซ้ายมือ ผนังกลาง ผนังขวามือ ตามลำดับด้วยลักษณะของความเคยชิน จากลักษณะดังกล่าวจึงสามารถนำมาใช้เป็นหลักในการกำหนดลำดับในการชม และการกำหนดเส้นทางในการชมงานแสดงได้โดยที่เมื่อผู้ชมเข้ามาสู่ส่วนจัดแสดงจะเริ่มจากการแสดงเรื่องราวในส่วนกลางห้องเป็นส่วนแรก จากนั้นก็เริ่มสู่ส่วนของผนังทางด้านซ้ายมือผนังส่วนกลาง และผนังส่วนขวามือตามลำดับ และจากนั้นก็ไปสู่ส่วนแสดงเรื่องราวต่อไป โดยจัดให้มีผู้นำชม หรือมีการให้คำแนะนำในส่วนช่องทางเข้า

ลักษณะของการจัดแสดงหรือนำเสนอนั้นแบ่งออกเป็นรูปแบบต่างๆ คือ

1. ใช้รูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ
2. จัดแสดงโดยใช้หุ่นจำลองสภาพจริง(MODEL)
3. การจัดตู้แสดงจำลองสภาพจริง (DIORAMA)
4. การจัดแสดงโดยใช้สื่อทางโสตทัศนศึกษา เช่น COMPUTER SLIDE

MULTIVISION, วีดีทัศน์

ลักษณะการจัดนั้นการพิจารณาการใช้รูปแบบการจัดแสดงจะเลือกใช้ในแต่ละส่วนตามความเหมาะสมของเนื้อหานั้นๆ โดยคำนึงถึงองค์ประกอบในเรื่องของมุมมอง ระยะห่างทางสายตา ขนาดสัดส่วนเพื่อประกอบการพิจารณาด้วย

### สรุปลักษณะของห้องสมุดในโครงการศูนย์วิทยาศาสตร์ฯ

ห้องสมุดของโครงการเป็นห้องสมุด เฉพาะขนาดใหญ่ โดยผู้ใช้ห้องสมุดส่วนใหญ่ จะมีทั้งพนักงานในโครงการ และผู้เกี่ยวข้องแล้วยังเปิดกว้างให้ ผู้สนใจและบุคคลทั่วไปสามารถ เข้าใช้ศึกษาหาความรู้ ค้นคว้าเกี่ยวกับทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ รวมทั้งหาความรู้ เพลิดเพลินในชีวิตประจำวันในส่วนของหน่วยงานภายในห้องสมุดแบ่งเป็น 3 ส่วน

- ส่วนของพนักงานบริการ
- ส่วนบรรณารักษ์
- ส่วนซ่อมแซม

#### ส่วนบริการแบ่งออกเป็น

- ส่วนรับจ่ายหนังสือ
- ส่วนค้นคว้าบัตรรายการ
- ส่วนชั้นหนังสือทั่วไป
- ส่วนชั้นหนังสืออ้างอิง
- ส่วนวารสาร
- ส่วนอ่านทั่วไป
- ส่วนมูโสตทัศนศึกษา
- ส่วนรับฝากของ

### สรุปลักษณะของส่วนสำนักงานในโครงการศูนย์วิทยาศาสตร์ฯ

ลักษณะของสำนักงานในโครงการศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาตินั้นมีรูปแบบองค์กรที่มีระบบและมีการจัดแบ่งสายงานออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ฝ่ายบริหารงานทั่วไป แบ่งออกเป็น
  - 1.1 งานธุรการ
  - 1.2 งานการเงินและบัญชี
  - 1.3 งานพัสดุ
  - 1.4 งานอาคารสถานที่
2. ฝ่ายการศึกษาและประชาสัมพันธ์
3. ฝ่ายห้องฟ้าจำลอง
4. ฝ่ายพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ฝ่ายพิพิธภัณฑสถานชาติวิทยา
6. ฝ่ายพิพิธภัณฑสถานสำหรับเยาวชน
7. ฝ่ายพิพิธภัณฑสถานเคลื่อนที่
8. ฝ่ายสื่อและข้อมูล

จากสายงานจะเห็นได้ว่าเป็นหน่วยงานที่มีสายงานขนาดใหญ่และมีจำนวนอัตรากำลังและพนักงานที่มากในส่วนสำนักงานจึงต้องจัดตำแหน่งของหน่วยงานให้เกิดความสัมพันธ์กัน และมีระบบการทำงานติดต่อที่ต้องมีความสัมพันธ์เพื่อความสะดวกและประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน

จากการวิเคราะห์และศึกษารูปแบบการจัดสำนักงานเมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบต่างๆ ของโครงการแล้วเหมาะสมที่จะใช้รูปแบบการจัดสำนักงานแบบเปิดโล่งตลอด (open plan) โดยการจัดวิธีนี้ที่เหมาะสมด้วยเหตุผลดังนี้

1. โครงการเป็นโครงการที่มีขนาดใหญ่และหน่วยงานหลายหน่วยซึ่งเหมาะสมกับการจัดวิธีนี้
  2. การจัดแบบ open plan ช่วยให้ประหยัดเนื้อที่และงบประมาณซึ่งเหมาะสมกับหน่วยงานราชการ
  3. มีความสะดวกและเหมาะสมกับการขยายตัวขององค์กรและหน่วยงาน
- หมายเหตุ ในส่วนของการทำงานในระดับผู้บริหาร หรือ หัวหน้าฝ่ายที่มีตำแหน่งระดับผู้บริหารจะต้องใช้รูปแบบที่มีความเป็นส่วนตัวซึ่งในส่วนนี้จะใช้รูปแบบการจัดแยกส่วนเฉพาะบุคคล

**สรุปลักษณะของส่วนการศึกษาและคลังตัวอย่างภายในโครงการศูนย์วิทยาศาสตร์ฯ**

ในส่วนการศึกษาและส่วนคลังตัวอย่างเป็นส่วนที่ใช้สำหรับการค้นคว้าวิจัยแลกเปลี่ยนทางด้านวิชาการ ซึ่งจะใช้ระหว่างศูนย์และสถาบันวิจัยที่ศึกษาค้นคว้าในรูปแบบเดียวกัน รวมทั้งในส่วนของฐานปฏิบัติการซึ่งเปิดโอกาสให้บุคคลทั่วไป นักเรียน นักศึกษา ผู้ที่สนใจได้เข้ามาสัมผัสบาทในการค้นคว้าศึกษาหาความรู้ จากของจริง ชุดเรียนรู้ รวมทั้งบทปฏิบัติการต่างๆ ในส่วนนี้จึงเปรียบเสมือนห้องสมุดทางวัตถุและห้องปฏิบัติการในชั้นเดียวกัน ซึ่งองค์ประกอบของส่วนนี้ประกอบด้วย

1. ส่วนสำนักงานศูนย์จะเป็นส่วนทำงานของเจ้าหน้าที่และนักวิชาการจะจัดเป็นห้องเฉพาะเพื่อความเป็นส่วนตัว

2. ส่วนห้องข้อมูลจัดเป็นส่วนสำหรับเก็บข้อมูลค้นคว้าประกอบการศึกษาจัดเป็นเนื้อที่ให้บริการขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนจัดทำตัวอย่าง เป็นส่วนที่ต้องอยู่ใกล้กับทางเข้าออก และ สภาพห้องที่สามารถระบายอากาศได้ดีใช้สำหรับจัดทำตัวอย่าง

4. ส่วนเก็บอุปกรณ์จัดทำเป็นส่วนเก็บอุปกรณ์ในการจัดทำตัวอย่าง
5. ส่วนจำแนกตัวอย่างจัดเป็นส่วนที่แยกตัวอย่างเพื่อนำไปสู่การจัดเก็บ
6. ส่วนจัดเก็บตัวอย่าง มีการแบ่งกลุ่มการจัดเก็บออกเป็นหมวดหมู่ดังนี้

- 6.1 ประเภทนก
- 6.2 ประเภทสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
- 6.3 ประเภทสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง
- 6.4 ประเภทสัตว์เลื้อยคลาน, ครึ่งบกครึ่งน้ำ
- 6.5 ประเภทแมลง
- 6.6 ประเภทพืช

7. ส่วนฐานปฏิบัติการ จัดเป็นมุมปฏิบัติการเรียนรู้ธรรมชาติจากชุดตัวอย่างทางธรรมชาติพร้อมบทปฏิบัติการ

**สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลระบบแสงสว่างในศูนย์วิทยาศาสตร์**

การพิจารณาเลือกใช้ระบบแสงสว่างนี้นับว่ามีความสำคัญมากเพราะการเลือกใช้แสงแต่ละประเภทแต่ละระบบขึ้นอยู่กับจุดประสงค์และองค์ประกอบที่แตกต่างกันในแต่ละส่วนซึ่งองค์ประกอบการพิจารณามีดังนี้

## 4.6.1 ตารางแสดงข้อพิจารณาในการเลือกระบบการใช้แสงสว่าง

ข้อพิจารณา	แสงธรรมชาติ		แสงประดิษฐ์	
	แสงทางตรง	แสงทางอ้อม	FLUORESCENT	INCANDESCENT
ให้ความนุ่มและชัดเจน		0	0	
กระจายแสงได้ดี	0		0	0
ใช้ได้ในส่วนบางส่วนของอาคาร		0		0
ใช้ได้ในทุกส่วนของอาคาร		0	0	
ควบคุมปริมาณแสง		0	0	0
เสียค่าบำรุงรักษาน้อย			0	
เสียค่าบำรุงรักษามาก				0
เสียค่าใช้จ่ายมาก				0
เหมาะกับสิ่งแสดง		0		0
บรรยากาศ	0			
มีความร้อนมาก	0			
มีความร้อนน้อย		0	0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.6.2 ตารางแสดงการเลือกใช้นิยของแสงสว่างที่เหมาะสมกับองค์ประกอบ

ตารางแสดงชนิดของแสงสว่างที่เหมาะสมกับองค์ประกอบโครงการศูนย์วิทยาศาสตร์ฯ				
ข้อพิจารณา	แสงธรรมชาติ		แสงประดิษฐ์	
	แสงทางตรง	แสงทางอ้อม	FLUORESCENT	INCANDESCENT
ส่วนสำนักงาน		0	0	
ส่วนบริการสาธารณะ	0		0	
ส่วนจัดแสดง	0	0		0
ส่วนการศึกษาคลังวัตถุ		0	0	0
ส่วนห้องสมุด		0	0	

#### สรุปหลักการให้แสงในส่วนจัดแสดง

1. การใช้ไฟส่องตรงไปยังส่วนที่แสดงงานเพื่อเน้นงาน
2. การใช้แสงส่องวัตถุ ภายในตู้จัดแสดง เพื่อเป็นวัตถุแสดง
3. การเลือกใช้ไฟมีแบบให้เลือกตามความเหมาะสมเช่นในส่วนของการเดินสามารถให้ไฟซ่อนใต้เพดานหรือใช้ไฟส่องตรงมายังทางเข้า
4. การใช้ไฟเพดานสามารถช่วยกำจัดแสงเงาที่ไม่ต้องการได้
5. การใช้ไฟในตู้แสดง ควรซ่อนไฟไว้โดยไม่ให้เห็นหลอด
6. การใช้ไฟส่องตรงมายังวัตถุ ก็ให้ใช้ไฟให้ความสว่างแก่ห้องโดยตรงไปยังเพดานเพื่อสะท้อนความสว่างไปทั่ว

#### สรุปการวิเคราะห์ระบบปรับอากาศและการเลือกใช้ระบบปรับอากาศที่เหมาะสมกับอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ฯ

จากลักษณะของอาคารโครงการซึ่งมีลักษณะของอาคารขนาดใหญ่ซึ่งมีส่วนที่ต้องควบคุมระบบปรับอากาศอยู่หลายส่วนฉะนั้นจึงต้องคำนึงถึงข้อพิจารณาในการเลือกเครื่องปรับอากาศสำหรับอาคารขนาดใหญ่ดังนี้

1. ความสบาย (COMFORT FACTORS) คือความสะดวกสบายในการใช้งาน โดยเหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เศรษฐกิจ (ECONOMIC FACTORS) คือค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการติดตั้ง การบำรุงรักษา ควบคุม ความประหยัด

3. ลักษณะการดำเนินการและบำรุงรักษา (OPERATING AND MINTERNANCE CHRACTERRISTIES FACTORS) ระบบที่เลือกใช้ควรเป็นระบบที่ ง่ายต่อการบำรุงรักษาและการซ่อมแซมของบุคลากร

จากการศึกษาระบบปรับอากาศ ซึ่งมีด้วยกัน 3 ระบบ

1. UNIT AIRCONDI TIONER
2. SPLIT SYSTEM AIRCONDITIONER
3. CENTRAC AIR CONDITIONING SYSTEM

ซึ่งจากการพิจารณาการใช้งานแล้วระบบที่เหมาะสมกับอาคารของโครงการศูนย์วิทยาศาสตร์ เพื่อ การศึกษาแห่งชาติคือระบบ CENTRAL AIR CONDITIONING SYSTEM เนื่องจาก ระบบนี้เหมาะกับอาคารที่ต้องการใช้ระบบปรับอากาศตั้งแต่ 50 ตันขึ้นไป อีกทั้งระบบนี้จะ เงียบที่สุดปรับได้ง่าย มีอายุการใช้งานทนทานถึงแม้ราคาเครื่องจะแพงที่สุดแต่ในระยะยาวแล้ว คุ่มค่ากว่าระบบอื่น ๆ

สรุปการใช้ระบบป้องกันเสียงในอาคารโครงการศูนย์วิทยาศาสตร์ฯ เพื่อการศึกษา แห่งชาติ

การป้องกันเสียงสะท้อนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโครงการโดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่ เป็นห้องประชุม ห้องสมุดฉะนั้นในการออกแบบในส่วนนี้จึงต้องคำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุในการ ช่วยป้องกัน ซึ่งการป้องกันดังกล่าวสามารถสรุปแนวทางป้องกันจาก 3 แหล่งใหญ่คือ

1. การป้องกันเสียงสะท้อนที่เพดาน

ใช้วิธีป้องกันโดยออกแบบเพดานในลักษณะ CONEER ในส่วนที่เป็นห้องประชุม ห้องสมุด ในส่วนของสำนักงานและนิทรรศการจะใช้เพดานแบบ FLAT CECING โดยใช้วัสดุ ดูดซับเสียง

2. การป้องกันเสียงสะท้อนที่พื้น

ในส่วนของพื้นใช้ระบบป้องกันเสียงโดยใช้วัสดุที่มีสัมประสิทธิ์ดูดซับเสียงเช่น กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องยาง พรม ในส่วนต่างๆ เพื่อลดการสะท้อนของเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. การป้องกันเสียงจากผิวที่ตั้งตรง

พื้นผิวที่ตั้งตรงได้แก่ ส่วนของผนังส่วนของหน้าต่างการป้องกันเสียงในส่วนของสำนักงานจะใช้มาปรับแต่งในการช่วยป้องกันเสียงสะท้อนจากกระจก ในส่วนของห้องสมุดก็ใช้วัสดุดูดซับเสียงช่วยในการป้องกัน

### สรุปการวิเคราะห์ระบบรักษาความปลอดภัยในศูนย์วิทยาศาสตร์ฯ

สำหรับโครงการศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ การจัดแสดงจะไม่เน้นในเรื่องของวัตถุหรือสิ่งของมีค่า จะเป็นการจัดแสดงเรื่องราวภายในหัวข้อที่นำเสนอโดยใช้เทคโนโลยีการจัดแสดง ฉะนั้นจึงไม่ต้องมีระบบรักษาความปลอดภัยที่ซับซ้อนนักการเลือกใช้ระบบรักษาความปลอดภัยจึงต้องพิจารณาตามความเหมาะสมซึ่งแยกวิเคราะห์ตามองค์ประกอบได้ดังนี้

#### 4.6.3 ตารางแสดงการวิเคราะห์ระบบรักษาความปลอดภัยที่ใช้ในโครงการ

องค์ประกอบ	ระบบที่เลือกใช้			เหตุผล
	เทคนิคทางกลศาสตร์	เทคนิคทางไฟฟ้า	เจ้าหน้าที่รักษาการณ์	
ส่วนสำนักงาน	0		0	- เพื่อความประหยัด - ควบคุมดูแลได้ทั่วถึง
ส่วนบริการสาธารณะ	0		0	- เหตุผลเดียวกับสำนักงาน
ส่วนคลัง, ฐานปฏิบัติการ		0		- มีประสิทธิภาพในการควบคุมในทุกจุด
ห้องประชุมสำนักงาน	0			- ควบคุมดูแลทั่วถึงประหยัด
ห้องสมุด	0		0	- เหตุผลเดียวกับส่วนสำนักงาน
ส่วนจัดแสดง		0	0	- มีประสิทธิภาพในการควบคุม - ดูแลได้ทั่วถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการป้องกันอัคคีภัยในอาคารโครงการ จากการศึกษาข้อมูลต้องแยกระบบที่จะใช้ออกเป็นส่วนๆ ตามองค์ประกอบดังนี้

#### 4.6.4 ตารางแสดงการเลือกใช้ระบบป้องกันภัย

องค์ประกอบ	ระบบที่เลือกใช้			เหตุผล
	สัญญาณเตือนไฟไหม้	ระบบดับเพลิงแบบไม่อัตโนมัติ	ระบบดับเพลิงแบบอัตโนมัติ	
ส่วนสำนักงาน	0		0	สะดวกในการป้องกันภัย
ส่วนบริการสาธารณะ	0	0	0	เจ้าหน้าที่สามารถใช้เฉพาะจุดได้รวดเร็ว มีประสิทธิภาพในการดับเพลิง
ฝ่ายวิชาการ ห้องคลังวัสดุ	0	0		สามารถใช้ในกรณีเกิดเหตุเล็กน้อย 0 ป้องกันการเสียหายภายในห้อง
ห้องสมุด	0	0		สะดวกในการป้องกัน
ส่วนจัดแสดง			0	0 สามารถใช้ได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปการนำวัสดุในการตกแต่งที่นำมาใช้ในโครงการศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา แห่งชาติ

จากลักษณะและคุณสมบัติของวัสดุ แต่ละชนิดมีความแตกต่างและความเหมาะสม  
ในการใช้งานที่แตกต่างกันดังนั้นการเลือกใช้จึงต้องพิจารณาและแยกประเภทของการใช้งาน  
ตามความเหมาะสมของวัสดุต่างๆ โดยสรุปการเลือกใช้ได้ดังนี้

### วัสดุปูพื้น ได้เลือกใช้

1. หินแกรนิต - ใช้ในส่วนโถงทางเดิน, โถงทางเข้าโดยใช้ปูสลับกับวัสดุอื่น ๆ
2. หินขัด - ใช้ในส่วนโถงทางเดิน, โถงทางเข้า, โถงพักคอย ส่วนจัดแสดง
3. หินล้าง - ใช้ในส่วนทางเดิน โถงพักคอยโถงทางเข้า ส่วนจัดแสดง
4. พรม - ใช้ในส่วนสำนักงานในส่วนของห้องผู้บริหารส่วนห้องประชุม
5. กระเบื้องยาง - ใช้ในส่วนสำนักงาน, ส่วนห้องสมุด, ส่วนฐานปฏิบัติการ,  
ส่วนศูนย์ตัวอย่าง
6. กระเบื้องเคลือบ - ใช้ในส่วนห้องปฏิบัติการจัดทำตัวอย่าง
7. พื้นไม้ - ใช้ในส่วนจัดแสดง

### วัสดุบุผนังได้แก่

- ไม้อัด ใช้ในการตกแต่งกันส่วนจัดแสดง, สำนักงานส่วนฐานปฏิบัติการ, ส่วนห้องสมุด  
ไม้จริง ใช้ในส่วนจัดแสดงส่วนห้องสมุดส่วนสำนักงาน  
อิฐแก้ว ใช้ในส่วนห้องสมุด  
สแตนเลส ใช้ในส่วนโถงพักคอย, ส่วนจัดแสดง

### ส่วนครุภัณฑ์ (FURNITURE)

ส่วนใหญ่จะใช้วัสดุประเภทวัสดุธรรมชาติเป็นหลักในส่วนของสำนักงาน, ส่วนห้องสมุด,  
ส่วนฐานปฏิบัติการ

ในส่วนของส่วนจัดแสดง, ส่วนพักคอย จะใช้วัสดุธรรมชาติเช่น ไม้อัด ไม้จริง โดย  
ใช้งานผสมกับวัสดุสังเคราะห์ต่าง ๆ เช่น สแตนเลส, พลาสติกกลามิเนต เพื่อช่วยเสริมคุณสมบัติ  
ของวัสดุทางธรรมชาติ

### สรุปการเลือกใช้สีในการตกแต่งอาคาร

1. ส่วนสำนักงาน, จะใช้โทนสีโดยรวมเป็นสีเย็นเพื่อสร้างความสงบและสมาธิในการปฏิบัติงาน อีกทั้งเพื่อสร้างความสอดคล้องกับลักษณะอาคารทางราชการที่มีความเรียบง่าย และมีความสมดุลย์
2. ส่วนห้องสมุด, ศูนย์ตัวอย่าง, และส่วนฐานปฏิบัติการจะใช้วัสดุที่อยู่ในโทนสีเย็นกับการตกแต่ง โดยรวมเพื่อสร้างบรรยากาศความสงบและมีสมาธิ ในบางส่วนของอาคารตกแต่งที่เป็นองค์ประกอบช่วย จะเพิ่มเติมบรรยากาศโดยใช้โทนสีที่สดใสช่วยเสริมและทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายในบรรยากาศจนเกินไป
3. ส่วนของโรงพักคอย จะใช้สีในโทนเย็นเป็นหลักโดยจะใช้ในปริมาณที่มากโดยมีการใช้สีสด และสีโทนอบอุ่นในปริมาณน้อยเพื่อช่วยให้บรรยากาศและทัศนวิสัย โดยใช้หลักการของสีอ่อนตัดกับสีที่สดใส
4. ส่วนจัดแสดงจะใช้โทนสีเย็นเป็นหลักเพื่อทำให้เกิดสมาธิในการชม และใช้สีโทนเข้ม สีสด ช่วยเพิ่มบรรยากาศหรือกระตุ้นส่วนจัดแสดงให้เกิดความตื่นตาตื่นใจ นำคิดตามอีกทั้งเป็นส่วนที่ช่วยเสริมรูปแบบการตกแต่งตามเทคนิคในการจัดแสดง

## บทที่ 5

### การออกแบบทางสถาปัตยกรรมภายใน

#### 5.1 แนวความคิดในการออกแบบ

แนวทางความคิดที่ใช้ในการออกแบบนั้น สรุปและประมวลแนวความคิด จากลักษณะของรูปแบบโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ และลักษณะการใช้งานของโครงการ โดยรวบรวมข้อมูลที่ได้มาสรุปหาแนวทางในการออกแบบเพื่อให้สอดคล้องและตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของโครงการ ซึ่งผลของการสรุปข้อมูลทำให้ได้แนวทางในการออกแบบ คือ ลักษณะของโครงการเป็นโครงการประเภทศูนย์วิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเน้นกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งการจัดแสดงทั้งเน้นเรื่องราวมากกว่าวัตถุ ฉะนั้นจึงต้องการรูปแบบที่ดูน่าสนใจกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น อีกทั้งการตกแต่งในส่วนต่างๆ ต้องการให้รูปแบบที่ดูเรียบง่าย ทันสมัย ดูเป็นสากลจึงยึดแนวทางโดยใช้รูปทรงเรขาคณิต ซึ่งเป็นรูปทรงพื้นฐานและเป็นสัญลักษณ์สากล นำมาจัดเข้ากับองค์ประกอบของเรื่องเส้นและรูปทรงเพื่อสร้างความรู้สึกต่างๆ ซึ่งรายละเอียดในการออกแบบจะแยกออกเป็นส่วนย่อยๆ ต่างๆ ได้ดังนี้

#### 1. ส่วนโถงทางเข้า-พักคอย

เป็นส่วนที่รวม เอาส่วนบริการต่างๆ เป็นส่วนที่จัดไว้รองรับผู้ใช้โครงการในส่วนที่มีองค์ประกอบต่างๆ คือ

##### 1.1 ส่วนขายบัตรฝากของ

จะอยู่ใกล้ทางเข้า ซึ่งในส่วนนี้จะจัดเป็นเคาน์เตอร์จำหน่ายบัตรแก่ผู้เข้าชม การออกแบบจะเน้นความเรียบง่ายดูกลมกลืนกับสภาพแวดล้อม โดยเน้นประโยชน์ใช้สอยเป็นหลัก

##### 1.2 ส่วนประชาสัมพันธ์

จะอยู่ใกล้กับส่วนทางเข้าและอยู่ใกล้กับส่วนโถงบันไดทางขึ้นส่วนอื่นๆ การออกแบบจะจัดเป็นเคาน์เตอร์โดยใช้รูปทรงเรขาคณิตมาใช้ในการออกแบบให้ดูเรียบง่าย แต่ทันสมัย

##### 1.3 ส่วนพักคอย

จะอยู่ในส่วนกลางของโถงชั้นล่างการตกแต่งจะใช้รูปแบบเรียบง่าย โดยใช้รูปทรงเรขาคณิต สร้างบรรยากาศให้ดูเป็นสากลทันสมัย ในส่วนของการใช้วัสดุจะคำนึงถึงการรองรับการใช้งานในส่วนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ส่วนสำนักงาน

เนื่องจากเป็นส่วนปฏิบัติงานซึ่งมีขนาดของสายงานใหญ่จึงต้องจัดพื้นที่การทำงาน ออกเป็นสัดส่วนโดยใช้ PARTITION เป็นส่วนกันแบ่งพื้นที่ต่างๆ ลักษณะการจัดจะเน้นถึงการ ใช้สอย คือ ความสะดวกในการติดต่อประสานงานรูปแบบการตกแต่งจะเป็นแบบเรียบง่ายให้ ความรู้สึกสงบ มีสมาธิ และสร้างความรู้สึกของความสมดุลเพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะของอาคาร

### ห้องผู้อำนวยการศูนย์

ส่วนนี้จะอยู่ในส่วนสำนักงาน โดยกันเป็นห้องที่เป็นสัดส่วน การออกแบบจะ สร้างความรู้สึกที่เป็นส่วนตัวและดูหรูหรากว่าส่วนอื่นๆ ในสำนักงาน การตกแต่งโดยทั่วไปจะใช้ ไม้เป็นวัสดุ พื้นห้องปูพรมตลอดทั่วห้อง ส่วนของเก้าอี้และชุดพักคอยจะใช้บุด้วยผ้าโดยใช้โครงสี ที่ดูอบอุ่นเป็นกันเอง

### ส่วนห้องสมุด

เป็นส่วนที่ผู้ใช้เข้ามาศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาการทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และความรู้ทั่วไป การออกแบบเน้นความเรียบง่าย สร้างบรรยากาศที่ดูสงบและดูสบาย เน้น การตกแต่งของเฟอร์นิเจอร์ส่วนเคาน์เตอร์ ให้ดูทันสมัย การใช้วัสดุในการตกแต่งคำนึงถึงการ ใช้วัสดุพื้นที่สามารถลดเสียงโดยใช้กระเบื้องยางส่วนของผนังทาสีครีม การให้แสงจะใช้ทั้ง แสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์จากฟลูออเรสเซนต์ โดยทำให้แสงนุ่มนวลขึ้นโดยการซ่อนไฟ

### ส่วนศูนย์ตัวอย่างทางธรรมชาติ

ในส่วนนี้ลักษณะการใช้งานจะมีส่วนคล้ายคลึงกับห้องสมุด แต่แตกต่างตรงที่ข้อมูล และเนื้อหาที่จะเข้าใช้จะเป็นตัวอย่างทางธรรมชาติ ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่จัดทำทะเบียนการตกแต่งจะ เน้นการใช้งานที่สะดวกสบาย ทั้งการเบิกและจัดเก็บมีการแบ่งหมวดหมู่และกลุ่มการเก็บ การออกแบบตู้จัดเก็บแต่ละประเภท ต้องเหมาะสมกับการใช้งานใช้วัสดุที่มีความคงทนเรียบง่ายมี อายุการใช้งานที่ยาวนานในส่วนจัดทำและจำแนกตัวอย่างจะใช้วัสดุที่ทนต่อการปฏิบัติงานและ การทำความสะอาด เช่น ส่วนลานล้างจะปูกระเบื้องเคลือบ

ส่วนของตู้และส่วนปฏิบัติการผิวหนังบนของโต๊ะกรุด้วยพลาสติกกลามิเนตเพื่อ การทนต่อการใช้งาน

## ส่วนนิทรรศการถาวร

จะอยู่ในส่วนชั้นที่ 2 ของอาคาร (ชั้นลอย) การจัดและนำเสนอจะแบ่งเนื้อหาออกเป็นหมวดหมู่ตามเรื่องจัดแสดง รูปแบบความคิดในการจัดแสดงจะใช้รูปแบบการออกแบบจากลักษณะของเนื้อหาคือเรื่องราวและจินตนาการทางด้านธรรมชาติวิทยา โดยดึงเอาลักษณะที่จะสามารถสร้างเรื่องราวและจินตนาการให้สอดคล้องกับเนื้อหาโดยการใช้องค์ประกอบทั้งเส้นสีรูปทรงของธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ ผสมผสานกับการใช้สื่อและเทคโนโลยีทางโสตทัศนศาสตร์มาประกอบเพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้และปฏิสัมพันธ์ในการชม การจัดวางผังจะดำเนินเรื่องราวให้เกิดความต่อเนื่องการกำหนดทางสัญจรจะใช้รูปแบบเส้นทางการจัดวางโดยใช้รูปทรงของผังจากรูปทรงธรรมชาติ การใช้วัสดุในการออกแบบจะใช้วัสดุธรรมชาติและนำเอาวัสดุสังเคราะห์มาผสมผสานในการออกแบบเพื่อให้เกิดความเหมาะสม เช่น ไม้ วัสดุประเภทไม้ สแตนเลส กระดาษ และไฟเบอร์กลาส การเลือกวัสดุจะเป็นสิ่งที่สร้างบรรยากาศและจินตนาการให้เกิดความสอดคล้องกันขึ้น

## แนวความคิดในการออกแบบในส่วนต่างๆ

การจัดวางผัง LAY-OUT ต้องการลักษณะของการจัดวางผังและทางสัญจรโดยใช้แนวความคิดที่สอดคล้องกับเรื่องราวที่เป็นธรรมชาติ จึงให้แนวทางการคิดผังจากลักษณะของเซลล์ของพืช ซึ่งมีองค์ประกอบใหญ่และองค์ประกอบย่อยซึ่งทำงานประสานกัน โดยลักษณะของรูปทรงที่มีอิสระแต่สามารถที่จะทำงานประสานกันได้เป็นองค์ประกอบเดียว การจัดเนื้อเรื่องจะเปรียบเสมือนโครงสร้างในเซลล์ส่วนต่างๆ นำมาลำดับให้เกิดความต่อเนื่องของเนื้อหา รูปทรงและเส้นสายที่เป็นธรรมชาติ จะทำให้เกิดความรู้สึกที่เคลื่อนไหว (MOVEMENT) สร้างความรู้สึกที่ต่อเนื่องในเนื้อหาและการชม ลักษณะของพื้นที่มีการแบ่ง SPACE เพื่อสร้างบรรยากาศและความรู้สึกที่น่าติดตาม

## ส่วนที่ 1. เรื่องกำเนิดโลกและสิ่งมีชีวิต

1.1 การเกิดโลกและระบบสุริยะจักรวาล ในส่วนนี้จะแสดงเรื่องราวเกี่ยวกับการเกิดของโลกในระบบสุริยะจักรวาล ลักษณะองค์ประกอบของโลกแนวความคิดในการออกแบบต้องการสื่อและสร้างจินตนาการเปรียบเสมือนว่าเข้าไปภายในโลก โดยส่วนนี้จะจัดทำเป็นห้องที่กลมมีหลังคาโค้งแบบลูกโลก ภายในจะจัดแสดงบอร์ดภาพ V.D.O WALL และ MODEL การออกแบบจะจำลองบรรยากาศของอวกาศ โดยสภาพของห้องจะตกแต่งด้วยไฟเบอร์กลาสที่ทำพื้นผิวของดวงดาวในอวกาศส่วนของเพดานใช้โครงเหล็กทำเป็นแถบเส้นรุ้งเส้นแวง ลักษณะของการใช้แสงจะให้บรรยากาศที่มีมิติ เสมือนอยู่ในอวกาศ และใช้แสงประดิษฐ์ช่วยในการสร้างบรรยากาศส่วนของบอร์ดจะเป็นบอร์ดโลหะประกอบด้วยแผ่นภาพเรืองแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับผูกมัดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การเริ่มต้นของสิ่งมีชีวิตบนโลก ในส่วนนี้จะแสดงถึงการเกิดของสิ่งมีชีวิตในยุคแรกแนวความคิดในการออกแบบสร้างบรรยากาศของการเริ่มเข้าสู่ยุคอดีต ผังตกแต่งลักษณะพื้นผิวของถ้ำและหินตามธรรมชาติ

### 1.3 ยุคและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

ส่วนนี้จำแสดงถึงสภาพความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตในยุคต่างๆ ซึ่งแบ่งตามหลักทางธรณีวิทยา แนวความคิดในการออกแบบจะจำลองสภาพของชีวิตและความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตในยุคต่างๆ เพื่อให้เกิดจินตนาการคล้ายตาม โดยใช้หุ่นจำลองนำมาจัดแบบไดโอรามา โดยใช้สื่อต่างๆ เช่น แท่นคำบรรยายอิเล็กทรอนิกส์ ระบบแสงมาช่วยสร้างบรรยากาศในการชมการใช้วัสดุจะใช้ไฟเบอร์กลาสเพื่อสร้างสภาพบรรยากาศจำลองขึ้นมาในแต่ละส่วน

### ส่วนที่ 2 สิ่งมีชีวิตที่สูญพันธุ์

ส่วนนี้แสดงถึงเรื่องราวของสิ่งมีชีวิตที่สูญพันธุ์ไปแล้วคือไดโนเสาร์ โดยแสดงถึงวิวัฒนาการของสัตว์จำพวกนี้ สาเหตุของการสูญพันธุ์ และเรื่องราวของไดโนเสาร์ในเมืองไทย การออกแบบในส่วนนี้จะนำเสนอโดยใช้การจัดแบบไดโอรามา ประกอบกับการนำเสนอโดยใช้บอร์ดประกอบกับคอมพิวเตอร์เพื่อนำเสนอข้อมูลรูปแบบและวัสดุจะยังคงความต่อเนื่องกับหัวข้อ ยุคและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

### ส่วนที่ 3 ชีวิตใต้น้ำ

ส่วนนี้จัดแสดงเรื่องราวของสิ่งมีชีวิตในทะเลได้แก่อาณาจักร การแบ่งกลุ่มของสัตว์ในทะเล ชีวิตของสัตว์ในทะเลลึกชีวิตในแนวปะการัง รวมทั้งชีวิตชายฝั่งทะเล การออกแบบใช้แนวความคิดจากลักษณะของเนื้อหา โดยสร้างบรรยากาศทั้งเปลี่ยนไปโดยส่วนทางเข้าจะเป็นลักษณะของอุโมงค์ที่เป็นรูปของหัวปลาเพื่อสื่อถึงเนื้อหาที่มีการจัดตกแต่งบรรยากาศ เพื่อให้เกิดความรู้สึกเสมือนอยู่ใต้น้ำในแต่ละส่วนภายในเริ่มจาก ส่วนของอาณาจักรในทะเลจะเป็นบอร์ดภาพแสดงเรื่องราวการแบ่งกลุ่มส่วนเรื่องราวจะแสดงลักษณะของความเป็นอยู่ของชีวิตในกลุ่มต่างๆ โดยจัดแสดงโดยตู้ไดโอรามา สภาพของตู้จะตกแต่งเลียนแบบบรรยากาศใต้ท้องทะเล เช่น ใช้สีสีนของสีฟ้าคราม สีเขียว พื้นผิวของหิน และปะการัง ในส่วนนี้มีการใช้สื่อวีดิทัศน์ เสนอเรื่องราวเกี่ยวกับใต้ท้องทะเลโดยใช้หุ่นที่ทำเลียนแบบสัตว์จากท้องทะเลเป็นการสร้างความน่าสนใจในการชม

#### ส่วนที่ 4 ชีวิตบนบก

เป็นส่วนที่จัดแสดงเรื่องราวเกี่ยวกับสภาพความเป็นอยู่บนบกในระบบนิเวศน์แบบต่างๆ เช่น ในเขตป่าชายเลนในเขตป่าผลัดใบ และในเขตป่าดงดิบ การออกแบบจะจัดแสดงในลักษณะของการจำลองสภาพแวดล้อมต่างๆ การใช้วัสดุ และการตกแต่งต้องการสร้างบรรยากาศ เหมือนกับการเดินเข้าไปชมภายในส่วนต่างๆ โดยให้ความรู้สึกเหมือนจริง การจัดสภาพจะใช้หุ่นจำลองทั้งหมด และใช้แสงประดิษฐ์ช่วยในการสร้างบรรยากาศ

#### ส่วนที่ 5 เรื่องราวเฉพาะของสิ่งมีชีวิต

ในส่วนนี้จะนำเสนอเรื่องราวที่เป็นลักษณะข้อมูลเฉพาะเรื่องของสัตว์ต่างๆ ที่มีเนื้อหาที่กว้างและครอบคลุมฉะนั้นจึงนำเสนอข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์และบอร์ดแสดงโดยข้อมูลที่ต้องการทราบนั้น จะสามารถเลือกชมจากคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้ระบบ TRACKBALL เช่น ต้องการเลือกชมเรื่องของพฤติกรรมของสัตว์สรีระของสัตว์ ก็สามารถเลือกชมจากข้อมูลที่บันทึกไว้ การตกแต่งในส่วนนี้จะใช้วัสดุที่สร้างบรรยากาศ ให้สอดคล้องกับส่วนอื่นๆ แต่จะไม่เป็นรูปแบบมากนัก การนำเสนอจะใช้บอร์ดจัดแสดงประกอบด้วยภาพ DURATAN ส่วนจัดแสดงจะเป็นตู้ดูได้โดยรอบ เป็นตู้แสดงหุ่นจำลอง ของสัตว์กลุ่มต่างๆ

#### 5.2 บทสรุป

จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลโครงการศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ สามารถวิเคราะห์และสรุปข้อมูลเพื่อนำไปสู่การออกแบบได้ดังนี้

1. ผู้เข้าใช้โครงการจะเป็นกลุ่มบุคคลต่างๆ กัน เช่น ผู้เข้าชม, บุคคลทั่วไป, นักท่องเที่ยว, นักเรียนนักศึกษา รวมทั้งผู้มาค้นคว้าวิจัยซึ่งได้แก่ นักวิชาการจากสถาบันต่างๆ
2. รูปแบบโครงสร้างเป็นอาคารที่สร้างเพื่อเป็นอาคารสำนักงานฉะนั้นในการจัดสวนพิพิธภัณฑ์จำเป็นที่จะต้องแก้ปัญหาทางด้านโครงสร้างบางส่วนที่ไม่เหมาะสมสอดคล้องกับการจัดนิทรรศการ เช่นการกำหนดทางสัญจรการบังคับและใช้แสงธรรมชาติ การควบคุมแสงประดิษฐ์
3. แนวความคิดของการออกแบบต้องใช้แนวที่สอดคล้องกับรูปแบบและสามารถใช้กับลักษณะของโครงการ
4. เนื้อหาและรูปแบบของโครงการเป็นรูปแบบที่มีเนื้อหาเฉพาะด้าน คือ เป็นการเสนอทางด้านวิทยาศาสตร์ในสายธรรมชาติวิทยาเป็นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

จำเนียร เหมะรัต. ชีวิตยุคก่อนประวัติศาสตร์.

กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2527

ชิตนีย์ คิลลอน ริปเลย์. ไลฟ์ หนังสือชุดธรรมชาติ เอเชีย เซตร้อน.

แปลโดย มีชัย วรสายัณณ์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2528

นิคม มุสิกคามะ. วิชาการพิพิธภัณฑ.

กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2518

วิมลสิทธิ์ หรยางกูร. การจัดทำรายละเอียดโครงการเพื่อการออกแบบงานสถาปัตยกรรม.

กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2535

เลโอนาร์ด เอนเจล. ไลฟ์ หนังสือชุดธรรมชาติทะเล.

แปลโดย ทศนีย์ ศรีปโชติ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2528

กรมป่าไม้, สำนักงาน. “ป่าชนิดต่างๆ ในประเทศไทย”.

กรุงเทพฯ : ฝ่ายประชาสัมพันธ์และเผยแพร่, 2531 กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน, สำนักงาน.

“ชีวิตที่เกิดอยู่ในป่า”. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2533 กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน, สำนักงาน.

“ปะการัง ระบบนิเวศน์ของชีวิตแห่งท้องทะเล” กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2534

วราวุธ สุธีธร วันชัย ดันติวิทยาพิทักษ์. “ย้อนรอยสองร้อยล้านปีกับไดโนเสาร์ในเมืองไทย” วารสารสารคดี 6 (มีนาคม 2532) : 65-83

วิชัย สุมานุสตาจรกุล. “โครงการปรับปรุง พิพิธภัณฑวิทยาศาสตร์

วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายในคณะสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2530

วีรวัฒน์ อังสุเลิศ. “พิพิธภัณฑหอย จ.ภูเก็ต”

วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ สถาปัตยกรรม สาขาสถาปัตยกรรมภายใน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2535

ศ.บ., สำนักงาน. “รายงานผลการปฏิบัติงาน”.

กรุงเทพฯ : กรมการศึกษานอกโรงเรียนกระทรวงศึกษาธิการ, 2536

สุชาติ วจิรวารการ. “พิพิธภัณฑสัตว์น้ำภูเก็ต”

วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิตภาควิชาสถาปัตยกรรมสาขาสถาปัตยกรรมภายใน  
คณะสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2535

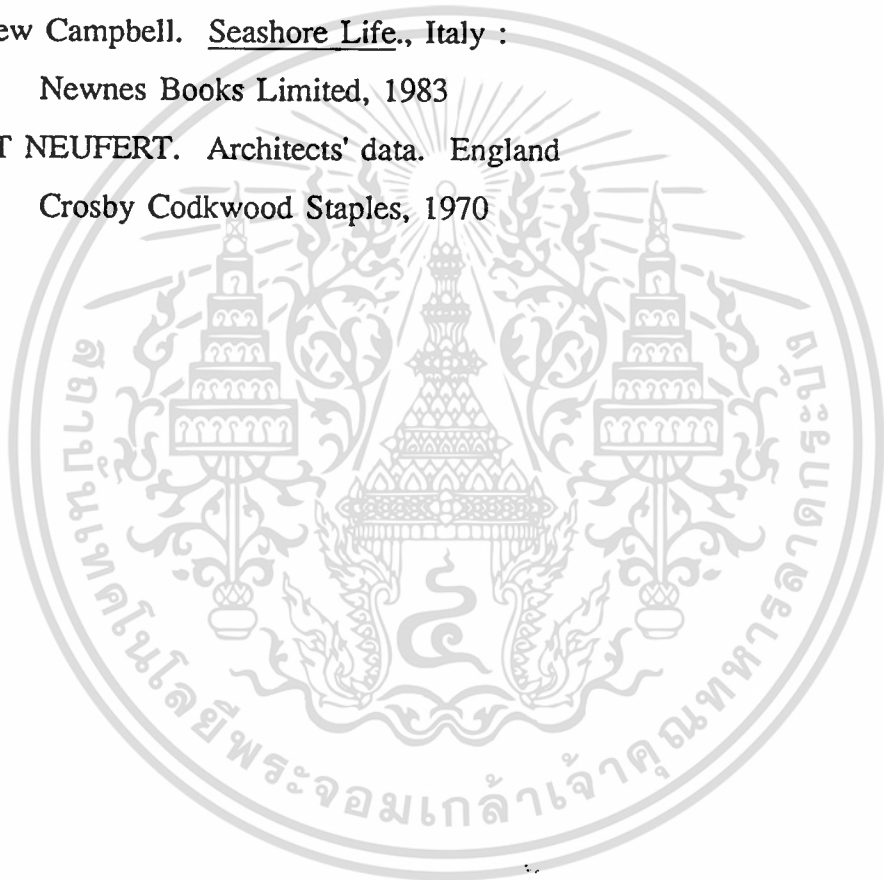
ไชยันต์ ภาคอุทัย, บรรณาธิการ. เอกสารวิชาการเรื่องกิจกรรมการศึกษาวิทยาศาสตร์, กรุงเทพฯ :  
สำนักงานไอเดียสแควร์, ม.ป.ป.

Andrew Campbell. Seashore Life., Italy :

Newnes Books Limited, 1983

ERNT NEUFERT. Architects' data. England

Crosby Codkwood Staples, 1970



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ผลงานการออกแบบ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

01

# INTRODUCTION



## บทนำ



ความเป็นมาของโครงการ  
BACK GROUND  
ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ  
ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ



## วัตถุประสงค์

1. เป็นศูนย์กลางทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งก่อให้เกิดการเรียนรู้ทางการศึกษาระดับกลาง
2. เป็นแหล่งวิจัยและค้นคว้าวิจัยและพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์
3. เป็นแหล่งส่งเสริมและเผยแพร่ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย

## สังคม

1. ทรัพยากรทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีขีดความสามารถ
2. สนับสนุนและส่งเสริมด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

## เศรษฐกิจ

1. ส่งเสริมการขยายตัวและการให้บริการทางด้านวิทยาศาสตร์

## วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อให้บริการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ประชาชน
2. เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาพแสดง การแนะนำโครงการ

02

# INTRODUCTION



## MEANING AND FUNCTION OF SCIENCE CENTRE



WHAT IS THE SCIENCE CENTRE  
ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ  
ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ

## FUNCTION OF THE NATIONAL SCIENCE FOR EDUCATION CENTRE

1. ส่วนบริการแก่ประชาชน (บริการแก่ผู้สนใจ)
  - บริการด้านข้อมูลและเป็นที่ตั้งของอาคาร เช่น อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและศูนย์บริการด้านวิทยาศาสตร์
  - ส่วนห้องปฏิบัติการและ ห้องเรียนด้านวิทยาศาสตร์
  - ส่วนห้องสมุดและห้องเรียน
2. ส่วนบริการด้านอาคาร
  - เป็นบริการด้านข้อมูลและเป็นที่ตั้งของอาคาร
3. ส่วนบริการด้านอาคาร
  - ส่วนบริการด้านอาคารด้านวิทยาศาสตร์
  - ส่วนบริการด้านอาคารด้านวิทยาศาสตร์
  - ส่วนบริการด้านอาคารด้านวิทยาศาสตร์
  - ส่วนบริการด้านอาคารด้านวิทยาศาสตร์
4. ห้องสมุดและห้องเรียน
5. ส่วนบริการด้านอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดง การแนะนำโครงการ





07

# ORGANIZATION



หน้าที่ความรับผิดชอบฝ่ายต่างๆ

### ฝ่ายบริหารทั่วไป

- งานธุรการ** หน้าที่รับส่งสารติดต่อรับเอกสารและหนังสือราชการจัดประชุมภายใน
- งานการเงิน - บัญชี** หน้าที่รับจ่ายผลประโยชน์และตรวจเอกสารรับส่งบัญชีของเงินสหกรณ์
- งานพัสดุ** หน้าที่จัดซื้อจัดหาพัสดุทั้งในและนอกประเทศ เก็บรักษาพัสดุในคลังพัสดุและควบคุมและตรวจสอบพัสดุ
- งานอาคารสถานที่** หน้าที่รับผิดชอบดูแลรักษาที่ทางด้านการใช้อาคารสถานที่ความสะอาดและรักษาความสงบเรียบร้อย
- งานศึกษาค้นคว้าและวิจัย** หน้าที่ดูแลกิจกรรมของศูนย์วิจัย
- งานบริการผู้พิการ** หน้าที่ให้บริการช่วยเหลือผู้พิการด้านร่างกายและสติปัญญา

### ฝ่ายตรวจสอบและประสานสัมพันธ์

- งานประชาสัมพันธ์** หน้าที่ปฏิบัติงานเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับงานศูนย์ฯ แก่บุคลากรทั้งในและนอกศูนย์ฯ
- งานห้องสมุด** หน้าที่จัดและดำเนินการงานห้องสมุดศูนย์วิจัยฯ เพื่อเผยแพร่ความรู้และให้บริการแก่ผู้เกี่ยวข้อง
- งานอนุรักษ์สัตว์และเลี้ยง** หน้าที่รับผิดชอบดูแลควบคุมและประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับงานศูนย์ฯ



ภาพแสดง รูปแบบองค์กรและสายงานการบริหารงาน

08

# ORGANIZATION



หน้าที่ความรับผิดชอบฝ่ายต่างๆ

### ฝ่ายวิชาการ

- งานวิจัยสัตว์ทดลอง** หน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการดูแลระบบและวิธีดูแลสัตว์ที่ใช้ในการทดลองที่มีอายุ 1 เดือน - 3 เดือน
- งานวิจัยโรคพยาธิวิทยา** หน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการดูแลระบบและวิธีดูแลสัตว์ที่ใช้ในการศึกษาพยาธิวิทยา
- งานวิจัยโรคระบาดวิทยา** หน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการดูแลระบบและวิธีดูแลสัตว์ที่ใช้ในการศึกษาโรคระบาดวิทยา
- งานวิจัยโรคพยาธิวิทยา** หน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการดูแลระบบและวิธีดูแลสัตว์ที่ใช้ในการศึกษาพยาธิวิทยา
- งานวิจัยโรคพยาธิวิทยา** หน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการดูแลระบบและวิธีดูแลสัตว์ที่ใช้ในการศึกษาพยาธิวิทยา

### ฝ่ายเทคนิค

- งานโรงงาน** หน้าที่ปฏิบัติงานและซ่อมบำรุงเครื่องจักรกลที่ใช้ในศูนย์วิจัยสัตว-กรรมศาสตร์
- งานออกแบบ** หน้าที่ปรึกษากับช่างเทคนิคและดูแลการออกแบบภายในอาคารและปรับปรุงอาคารศูนย์วิจัยสัตว-กรรมศาสตร์
- งานศิลปกรรม** หน้าที่ปรึกษากับช่างเทคนิคและดูแลการออกแบบและตกแต่งภายในอาคารศูนย์วิจัยสัตว-กรรมศาสตร์
- งานสื่อและข้อมูล** หน้าที่ปรึกษากับช่างเทคนิคและดูแลการออกแบบและตกแต่งภายในอาคารศูนย์วิจัยสัตว-กรรมศาสตร์



ภาพแสดง รูปแบบองค์กรและสายงานการบริหารงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีข้อตกลงว่าฉบับนี้และข้อมูลอ้างอิงถึงข้อมูลเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

09

# CASE STUDY



## พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

**ผู้จัด** : นาย ฐิติวัฒน์ หอม พงษ์ทอง กรุงเทพมหานคร

**ประเภท** : พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี

**เป้าหมาย** :

1. เป็นพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่ทันสมัยและครบวงจร
2. เป็นแหล่งอาศัย และ ส่วนบริการวิชาการ
3. เป็นศูนย์รวมสื่อทาง ผลิตสื่อและ อุปกรณ์ด้านวิทยาศาสตร์

**เนื้อหาการนำเสนอ** : มีเนื้อหาครอบคลุมกว้าง เช่น ทางด้านชีววิทยา อวกาศ-อวกาศวิทยา เทคโนโลยีการขนส่ง การสื่อสาร ไม้ประดับพืชสวน สวนพฤกษศาสตร์ และ ชิ้นส่วนที่มีต้นกำเนิดมาจากชีววิทยา

**ลักษณะการจัด** : การจัดเป็นโซนนิ่ง 4 โซน ส่วนบริการวิชาการและส่วนจัดแสดง วัสดุวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัยมีอยู่สูงและ

**ระบบเทคนิค** : แสงสว่างที่ใช้เป็นแบบดิจิตอลได้ทุกรูปแบบ ใช้ได้และใช้ประโยชน์ได้สูง ใช้สีที่ตัดและ การจัดแสดงอุปกรณ์ที่ผลิตมาเพื่อการใช้งาน เพื่อให้ผู้ชมสามารถสัมผัสกับเทคโนโลยีชีววิทยา

**การนำไปใช้** :

1. ใช้จัดแสดงงานวิจัย และ สื่อที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาวิจัย ชิ้นส่วนประกอบที่เป็นประโยชน์และ
3. ใช้ผลิตสื่อที่ใช้ในการผลิตสื่อการเรียนการสอนแบบมัลติมีเดีย



## ภาพแสดง โครงการเปรียบเทียบ

11

# CASE STUDY



## พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

**ผู้จัด** : อาจารย์ไพฑูริย์พรหมพร เกตุชูโชติ กรุงเทพมหานคร

**ประเภท** : พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์

**เป้าหมาย** :

1. ใช้จัดแสดงงานวิจัย และ สื่อที่เกี่ยวข้อง
2. เป็นศูนย์บริการวิชาการและส่วนจัดแสดงอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
3. เป็นศูนย์รวมสื่อทาง ผลิตสื่อและ อุปกรณ์ด้านวิทยาศาสตร์

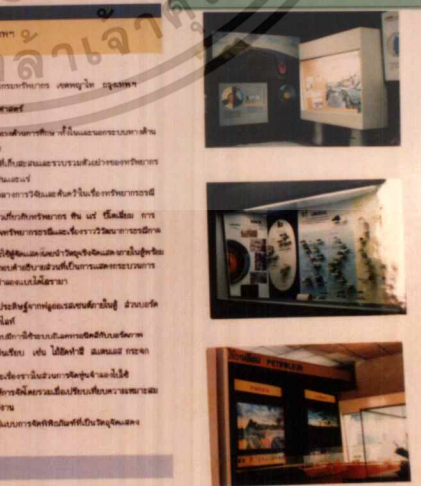
**เนื้อหาการนำเสนอ** : จะเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับอวกาศ เช่น ไม้ประดับ การสื่อสารเทคโนโลยี และ ชิ้นส่วนที่มีต้นกำเนิดมาจากชีววิทยา

**ลักษณะการจัด** : การจัดเป็นโซนนิ่ง 4 โซน ส่วนบริการวิชาการและส่วนจัดแสดง วัสดุวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัยมีอยู่สูงและ

**ระบบเทคนิค** : แสงสว่างที่ใช้เป็นแบบดิจิตอลได้ทุกรูปแบบ ใช้ได้และใช้ประโยชน์ได้สูง ใช้สีที่ตัดและ การจัดแสดงอุปกรณ์ที่ผลิตมาเพื่อการใช้งาน เพื่อให้ผู้ชมสามารถสัมผัสกับเทคโนโลยีชีววิทยา

**การนำไปใช้** :

1. ใช้จัดแสดงงานวิจัย และ สื่อที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาวิจัย ชิ้นส่วนประกอบที่เป็นประโยชน์และ
3. ใช้ผลิตสื่อที่ใช้ในการผลิตสื่อการเรียนการสอนแบบมัลติมีเดีย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**ภาพแสดง โครงการเปรียบเทียบ**  
 ไม่ว่าจะตีพิมพ์ที่ไหน ก็ห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13

# CASE STUDY



สถาบันวิทยาศาสตร์การแพทย์ จ. บุรีรัมย์ จ. บุรีรัมย์

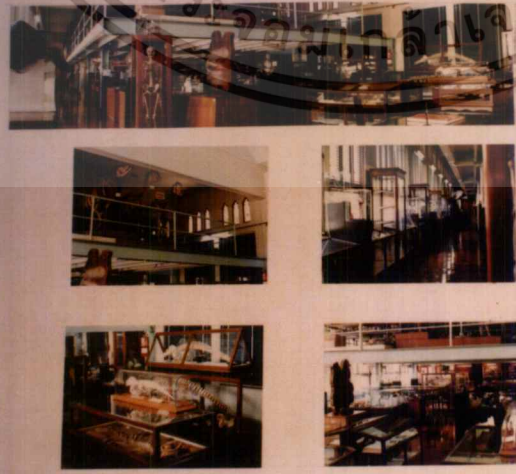
- ที่ตั้ง:** มหาวิทยาลัยบูรพา จ. บุรีรัมย์
- ประเภท:** ศาสตึกวิทยาศาสตร์การแพทย์
- เป้าหมาย:**
1. ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับงานวิจัยและผลงานวิจัยของมหาวิทยาลัยการแพทย์
  2. มีศูนย์บริการทางการแพทย์ที่ทันสมัยและมีความปลอดภัย
  3. มีพื้นที่จอดรถและลานจอดรถที่เพียงพอสำหรับรถของบุคลากรทางการแพทย์ และรถส่วนตัวของบุคลากร
- เนื้อหาการนำเสนอ:**
- งานวิจัยทางการแพทย์ที่ทันสมัยและมีความปลอดภัย
- รูปแบบการจัด:**
- งานวิจัย และผลงานวิจัยที่ทันสมัยและมีความปลอดภัย
- การนำไปใช้:**
1. ศึกษาและทำความเข้าใจงานวิจัย
  2. ศึกษาและทำความเข้าใจงานวิจัย
  3. ศึกษาและทำความเข้าใจงานวิจัย
  4. ศึกษาและทำความเข้าใจงานวิจัย



ภาพแสดง โครงการเปรียบเทียบ

15

# CASE STUDY



- ศาสตึกวิทยาศาสตร์การแพทย์ จ. บุรีรัมย์ จ. บุรีรัมย์
- ที่ตั้ง:** มหาวิทยาลัยบูรพา จ. บุรีรัมย์
- ประเภท:** ศาสตึกวิทยาศาสตร์การแพทย์
- เป้าหมาย:**
1. ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับงานวิจัยและผลงานวิจัยของมหาวิทยาลัยการแพทย์
  2. มีศูนย์บริการทางการแพทย์ที่ทันสมัยและมีความปลอดภัย
  3. มีพื้นที่จอดรถและลานจอดรถที่เพียงพอสำหรับรถของบุคลากรทางการแพทย์ และรถส่วนตัวของบุคลากร
- เนื้อหาการนำเสนอ:**
- งานวิจัยทางการแพทย์ที่ทันสมัยและมีความปลอดภัย
- รูปแบบการจัด:**
- งานวิจัย และผลงานวิจัยที่ทันสมัยและมีความปลอดภัย
- การนำไปใช้:**
1. ศึกษาและทำความเข้าใจงานวิจัย
  2. ศึกษาและทำความเข้าใจงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**ภาพแสดง โครงการเปรียบเทียบ**  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17

# CASE STUDY



พิพิธภัณฑ์ ศูนย์นวัตกรรมแห่งพระนคร

ที่ตั้ง	2 อาคารพิพิธภัณฑ์ และพิพิธภัณฑ์ศูนย์นวัตกรรมแห่งพระนคร
ประเภท	พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีสมัยใหม่
เป้าหมาย	1. เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ 2. เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3. เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เนื้อหาและกิจกรรม	1. กิจกรรมการเรียนรู้และการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2. กิจกรรมการเรียนรู้และการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ลักษณะการจัด	1. การจัดแสดงนิทรรศการแบบถาวร และแบบหมุนเวียน 2. การจัดแสดงนิทรรศการแบบถาวร และแบบหมุนเวียน 3. การจัดแสดงนิทรรศการแบบถาวร และแบบหมุนเวียน
ความสำเร็จ	1. การจัดแสดงนิทรรศการแบบถาวร และแบบหมุนเวียน 2. การจัดแสดงนิทรรศการแบบถาวร และแบบหมุนเวียน 3. การจัดแสดงนิทรรศการแบบถาวร และแบบหมุนเวียน



## ภาพแสดง โครงการเปรียบเทียบ

19

# CASE STUDY



National Museum of Science  
Ueno, Tokyo

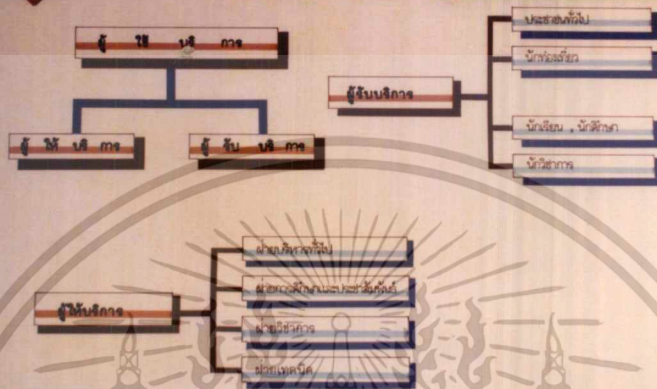
Wakayama Prefectural Museum  
of Natural History

พิพิธภัณฑ์ทางธรณีวิทยา ประเทศญี่ปุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในงานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**ภาพแสดง โครงการเปรียบเทียบ**  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ประเภทผู้ใช้โครงการ



ภาพแสดง ประเภทผู้ใช้โครงการ

## ชมเกล้าเจ้า

## ตารางเวลาผู้ใช้โครงการ



หมายเหตุ : ส่วนที่ติดกับโต๊ะโครงการ รังสิต - ชาติพันธุ์ ดนตรีการ รับพิมพ์ - ติงลา  
 ส่วนที่ติดกับโต๊ะโครงการ รังสิต - ชาติพันธุ์ ดนตรีการ รังสิต - ชาติพันธุ์

ที่มา : จากการสังเกตและสอบถาม  
 สังกัดที่จัดเป็นโครงการตามนี้

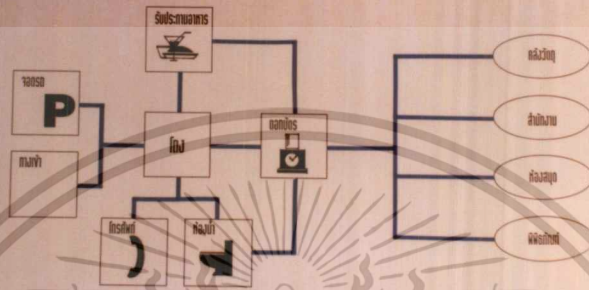
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมี **ภาพแสดง ตารางเวลาผู้ใช้โครงการ** ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27

# ACTIVITY DIAGRAM



W ฤทธิกรรรมผู้ให้บริการ



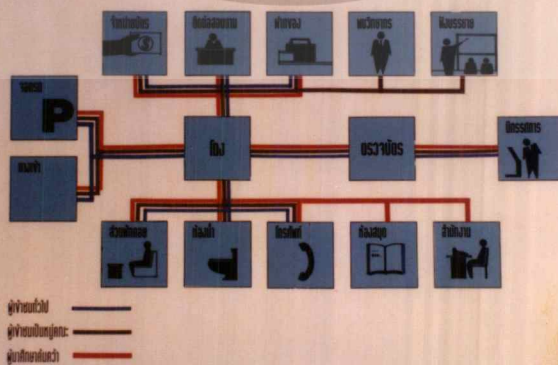
ภาพแสดง พฤติกรรมผู้ให้บริการ

28

# ACTIVITY DIAGRAM



W ฤทธิกรรรมผู้รับบริการ



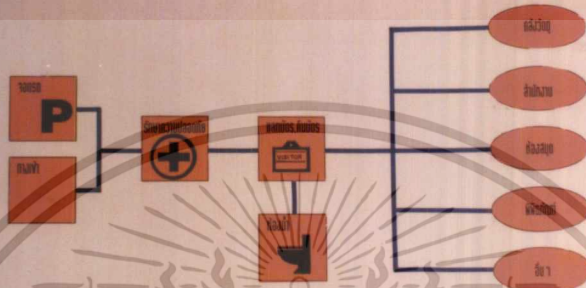
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกภาพแสดง พฤติกรรมผู้รับบริการ ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29

# ACTIVITY DIAGRAM



พฤษภาคม ๒๕๖๕



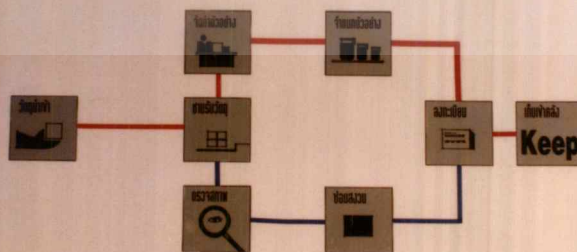
ภาพแสดง พฤติกรรมผู้มาติดต่อ

30

# ACTIVITY DIAGRAM



กิจกรรมการนำวัตถุเข้าคลัง



วงรีสีแดงใช้กิจกรรมหลัก  
 วงรีสีน้ำเงินใช้กิจกรรมรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องนำอ้างอิงถึงที่มาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

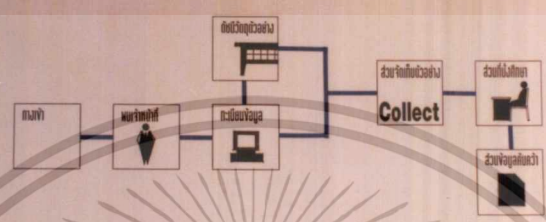
ภาพแสดง พฤติกรรมการนำวัตถุเข้าคลัง



# ACTIVITY DIAGRAM



พฤติกรรมผู้ใช้ศูนย์ตัวอย่างทางธรรมชาติ

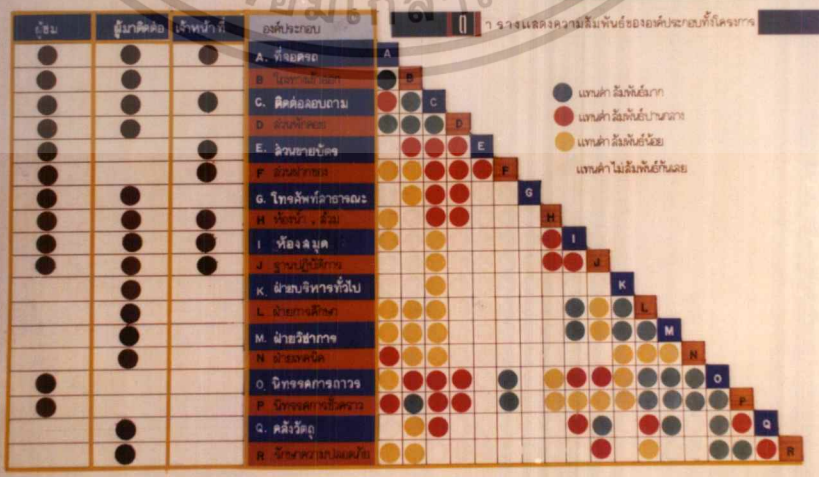


ภาพแสดง พฤติกรรมผู้ใช้ศูนย์ตัวอย่าง

# INTERACTION



ตารางแสดงความสัมพันธ์ของหน่วยประกอบกิจกรรม



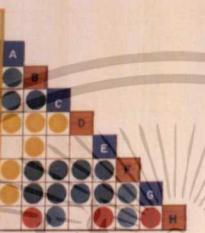
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่ข้อมูลใดๆจากเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดงความสัมพันธ์

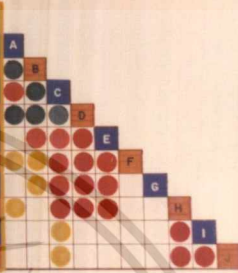
### องค์ประกอบหลัก

- องค์ประกอบ
- A ข้าราชการทั่วไป
- B ข้าราชการระดับสูง
- C วิชาการ
- D วิชาการ
- E วิชาการที่มีความโดดเด่น
- F วิชาการที่มีความโดดเด่น
- G ข้าราชการวิเศษ
- H ข้าราชการวิเศษ



### องค์ประกอบเสริม

- องค์ประกอบ
- A ที่จอดรถ
- B โรงงาน
- C สัตว์คอกอบตาม
- D สัตว์คอกอบตาม
- E ล้วนขายคอก
- F ล้วนขายคอก
- G ไร่ที่คอกคอกตาม
- H ไร่ที่คอกคอกตาม
- I ไร่ที่คอกคอกตาม
- J ไร่ที่คอกคอกตาม



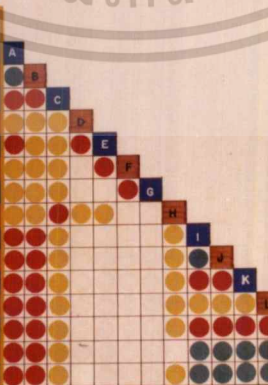
● แรกค่าสัมพันธ์กันมาก    ● แรกค่าสัมพันธ์กันปานกลาง    ● แรกค่าสัมพันธ์กันน้อย    ● แรกค่าไม่สัมพันธ์กันเลย

ภาพแสดง ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ



ภาพแสดงความสัมพันธ์ส่วนสำนักงาน

- องค์ประกอบ
- A ล้วนข้าราชการ
- B ข้าราชการ
- C งานราชการ
- D งานราชการ (วิจัย)
- E งานพิเศษ
- F งานพิเศษเฉพาะที่
- G งานวิชาการที่มีความโดดเด่น
- H งานพิเศษที่มีความโดดเด่น
- I งานที่อิงตัวจ้าง
- J งานที่อิงตัวจ้างเฉพาะที่
- K งานที่อิงตัวจ้างที่อิงจนสำเร็จ
- L งานที่อิงตัวจ้างที่อิงจนสำเร็จ
- M งานที่อิงตัวจ้างที่อิงจนสำเร็จ
- N งานที่อิงตัวจ้างที่อิงจนสำเร็จ
- O ล้วนประมุขสำนักงาน



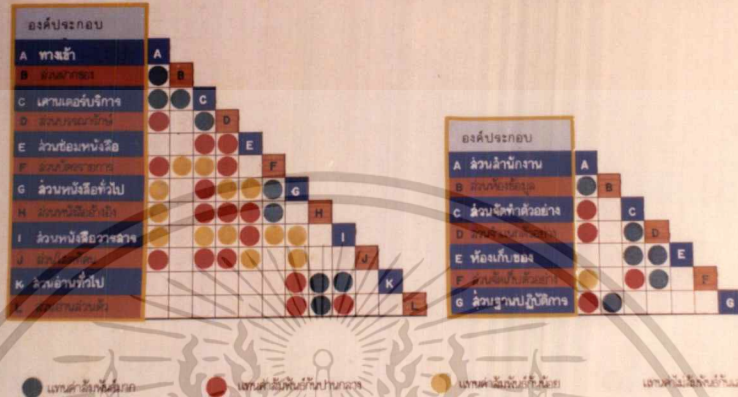
● แรกค่าสัมพันธ์กันมาก  
● แรกค่าสัมพันธ์กันปานกลาง  
● แรกค่าสัมพันธ์กันน้อย  
● แรกค่าไม่สัมพันธ์กันเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**ภาพแสดง ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ**  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางแสดงความสัมพันธ์ส่วนห้องสมุด

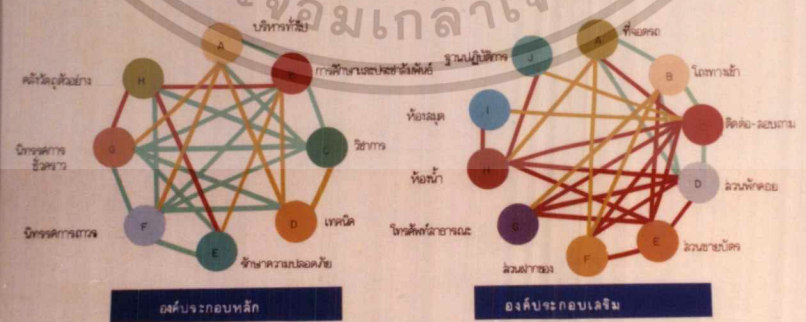
ตารางแสดงความสัมพันธ์ส่วนศูนย์สื่อต่าง



ภาพแสดง แผนภาพแสดงความสัมพันธ์แบบฟอง



แผนภาพแสดงความสัมพันธ์



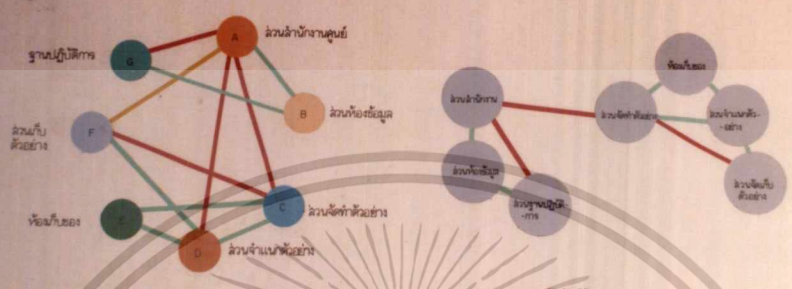
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ภาพแสดง แผนภาพแสดงความสัมพันธ์แบบฟอง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# BUBBLE DIAGRAM



II ภาพภาพแสดงความสัมพันธ์ด้านศูนย์วิจัยต่าง

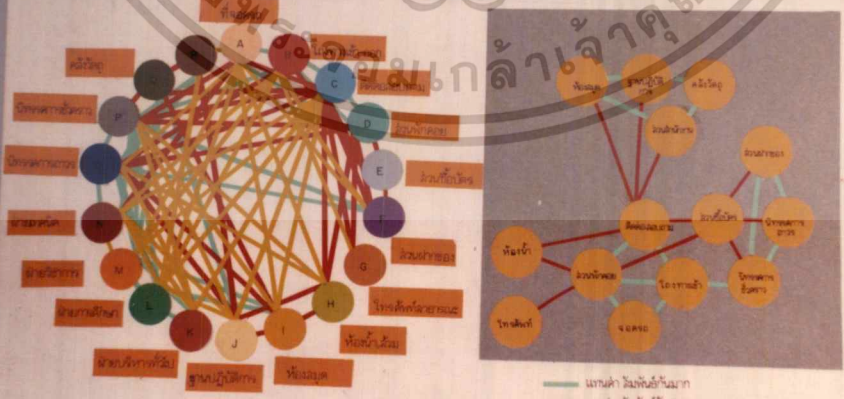


- เส้นดำ สีทับทิมมาก
- เส้นดำ สีทับทิมปานกลาง
- เส้นดำ สีทับทิมน้อย

# BUBBLE DIAGRAM



II ภาพภาพแสดงความสัมพันธ์ของหน่วยงานที่ตรงจาก



- เส้นดำ สีทับทิมมาก
- เส้นดำ สีทับทิมปานกลาง
- เส้นดำ สีทับทิมน้อย

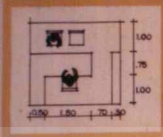
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

43

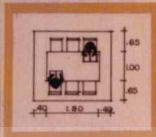
# AREA REQUIREMENT



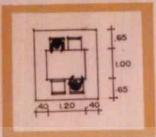
การวิเคราะห์พื้นที่ส่วนห้องสมุดและส่วนบริการสาธารณะ



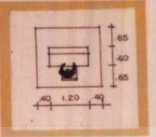
บรรณารักษ์ พื้นที่ 0.25 ม<sup>2</sup>/คน



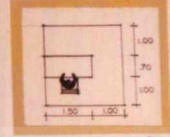
โต๊ะอ่านหนังสือ 6 ที่นั่ง พื้นที่ 0.98 ม<sup>2</sup>/โต๊ะ



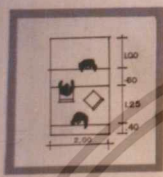
โต๊ะอ่านหนังสือ 4 ที่นั่ง พื้นที่ 4.14 ม<sup>2</sup>/โต๊ะ



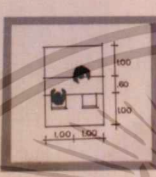
โต๊ะงานส่วนตัว พื้นที่ 3.8 ม<sup>2</sup>/โต๊ะ



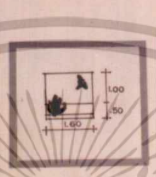
ด้านคอมพิวเตอร์-4-8คนโต๊ะ พื้นที่ 6.75 ม<sup>2</sup>/คน



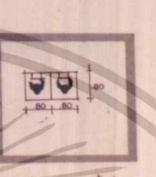
ส่วนฉายภาพ พื้นที่ 3.25 ม<sup>2</sup>/คน



ประตูลิฟต์พื้นที่ 200 ม<sup>2</sup>ขึ้นไป



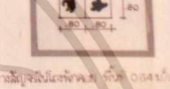
ส่วนพักผ่อน พื้นที่ 1.6 ม<sup>2</sup>/คน



ทางเดินสาธารณะ พื้นที่ 0.64 ม<sup>2</sup>/ทางเดิน



ที่นั่งพักผ่อน พื้นที่ 0.72 ม<sup>2</sup>



ทางเดินเชื่อมในที่พัก พื้นที่ 0.64 ม<sup>2</sup>/คน

ภาพแสดง การวิเคราะห์พื้นที่

44

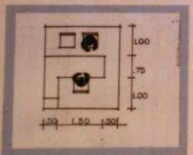
# AREA REQUIREMENT



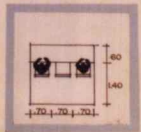
ผู้อำนวยการ พื้นที่ 18.50 ม<sup>2</sup>/คน

เลขานุการ-หัวหน้างาน พื้นที่ 10.72 ม<sup>2</sup>/คน

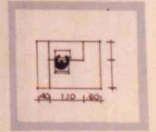
ผู้ช่วยที่ปรึกษา พื้นที่ 5.88 ม<sup>2</sup>/คน



นักวิชาการ พื้นที่ 6.90 ม<sup>2</sup>/คน



ส่วนประชุม พื้นที่ 1.40 ม<sup>2</sup>/คน



นักงานถึงอดีต พื้นที่ 3.36 ม<sup>2</sup>/คน

การวิเคราะห์พื้นที่ส่วนสำนักงาน

ภาพแสดง การวิเคราะห์พื้นที่

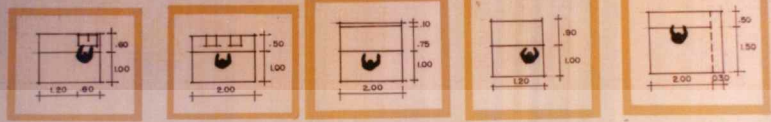
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

45

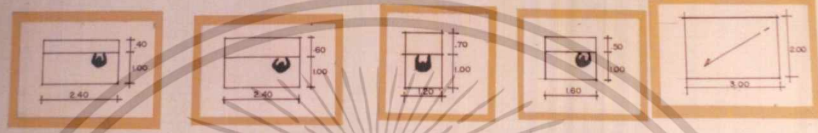
AREA REQUIREMENT



การวิเคราะห์พื้นที่ส่วนหัวตัวอย่าง



ส่วนหัวรูปวงกลม พื้นที่ 3.14 ตารางมิลลิเมตร  
 ส่วนหัวตัวอย่าง พื้นที่ 3 ตารางมิลลิเมตร  
 ส่วนหัวตัวอย่าง พื้นที่ 3.71 ตารางมิลลิเมตร  
 ส่วนหัวตัวอย่าง พื้นที่ 2.28 ตารางมิลลิเมตร  
 ส่วนหัวรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส พื้นที่ 3.44 ตารางมิลลิเมตร



ส่วนหัวตัวอย่าง พื้นที่ 3.36 ตารางมิลลิเมตร  
 ส่วนหัวตัวอย่าง พื้นที่ 3.94 ตารางมิลลิเมตร  
 ส่วนหัวตัวอย่าง พื้นที่ 2.04 ตารางมิลลิเมตร  
 ส่วนหัวตัวอย่าง พื้นที่ 6 ตารางมิลลิเมตร

ภาพแสดง การวิเคราะห์พื้นที่

46

AREA REQUIREMENT



ตารางวิเคราะห์พื้นที่ส่วนหัวตัวอย่าง

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่/คน	พื้นที่รวม	ทางสัญจร 20%
โถงรับผู้โดยสาร	1	16.50	16.50	3.3
โถงบริการ	1	10.72	10.72	2.144
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	1	10.72	10.72	2.144
โถงนำผู้โดยสารลงรถโดยสาร	1	10.72	10.72	2.144
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	5	5.85	29.25	5.85
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	3	3.36	10.08	2
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	1	10.72	10.72	2.144
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	8	5.85	46.8	9.36
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	1	10.72	10.72	2.144
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	4	5.85	23.4	4.68
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	3	5.85	17.55	3.51
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	3	5.85	17.55	3.51
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	1	10.72	10.72	2.144
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	2	5.85	11.7	2.34

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่/คน	พื้นที่รวม	ทางสัญจร 20%
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	2	5.85	11.7	2.34
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	1	10.72	10.72	2.144
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	5	6.90	34.5	6.9
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	1	10.72	10.72	2.144
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	11	6.90	75.9	15.18
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	1	10.72	10.72	2.144
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	4	6.90	27.6	5.52
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	1	10.72	10.72	2.144
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	3	6.90	20.72	4.14
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	1	10.72	10.72	2.144
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	2	6.90	13.8	2.76
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	1	10.72	10.72	2.144
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	2	6.90	13.8	2.76
โถงนำผู้โดยสารขึ้นรถโดยสาร	3	5.85	17.55	3.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ภาพแสดง การวิเคราะห์พื้นที่  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AREA REQUIREMENT



ตารางวิเคราะห์พื้นที่ส่วนสำนักงาน

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่/คน	พื้นที่รวม	ทางสัญจร 20%
สำนักงาน	2	5.85	11.7	2.34
ห้องประชุม	1	5.85	5.85	1.17
ห้องปฏิบัติการ	4	5.85	23.4	4.68
ห้องเรียน	1	5.85	5.85	1.17
ห้องโถง	3	5.85	17.55	3.51
ห้องครัว	15	1.40	21.0	4.20

รวมพื้นที่ใช้สอยส่วนสำนักงาน (รวมทางสัญจร 20%) = 799.87 ม<sup>2</sup>

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่/คน	พื้นที่รวม	ทางสัญจร 20%
ส่วนผ่านทั่วไป (6 ที่)	4	5.98	23.92	4.78
ส่วนผ่านทั่วไป (4 ที่)	27	4.6	124.2	24.84
ส่วนผ่านทั่วไป (2 ที่)	19	3.8	72.2	14.44
ชั้นหนังสืออ้างอิง	16	2.34	37.44	7.48
ชั้นหนังสือทั่วไป	60	2.34	140.4	28.08
ชั้นวางสาร	12	2.25	27.0	5.4
ตู้จัดรายการ	6	3.13	18.78	3.75
ตู้ฝากซอง	1	3.375	3.375	0.675
แท่นพจนานุกรม	2	2.21	4.42	0.88
เลนส์ น. ส. พ.	4	2.21	8.84	1.77
ส่วน COM, ซ้อม	2	4.2	8.4	1.68
ส่วนถ่ายเอกสาร	1	3.04	3.04	0.6
ส่วนสื่อโสต	8	3.45	27.6	5.52
ตู้เก็บ V. D. O.	4	1.47	5.88	1.176

รวมพื้นที่ใช้สอยส่วนห้องสมุด (รวมทางสัญจร 20%) = 1044.81 ม<sup>2</sup>

ตารางวิเคราะห์พื้นที่ส่วนห้องสมุด

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่/คน	พื้นที่รวม	ทางสัญจร 20%
บรรณารักษ์	2	8.25	16.5	3.3
เจ้าหน้าที่บริการ	2	5.85	11.7	2.34
เจ้าหน้าที่งานซ่อมหนังสือ	2	5.85	11.7	2.34
ส่วนบริการืม-คืน	2	6.75	13.5	2.7

ภาพแสดง การวิเคราะห์พื้นที่

AREA REQUIREMENT



ตารางวิเคราะห์พื้นที่ส่วนศูนย์สื่อต่างและฐานปฏิบัติการ

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่/คน	พื้นที่รวม	ทางสัญจร 20%
ส่วนปฏิบัติการ	1	10.72	10.72	2.144
ห้องเรียน	3	6.90	20.7	4.14
ห้องปฏิบัติการ	4	5.85	23.4	4.68
ส่วนห้องเรียน	2	5.98	11.96	2.39
ส่วนผ่านทั่วไป (6 ที่)	2	4.6	9.2	1.84
ส่วนผ่านทั่วไป (4 ที่)	10	2.1	21	4.2
ส่วน COM, ซ้อม	1	4.2	4.2	0.84
ส่วนสื่อโสต	1	9	9	1.8
ส่วนสื่อโสต	2	3.7	7.4	1.48
ส่วนสื่อโสต	1	3	3	0.6
ส่วนสื่อโสต	1	3.2	3.2	0.64
ส่วนสื่อโสต	1	2.4	2.4	0.48
ส่วนสื่อโสต	1	5	5	1

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่/คน	พื้นที่รวม	ทางสัญจร 20%
ส่วนผ่านทั่วไป	1	3	3	0.6
ส่วนผ่านทั่วไป	2	4.2	8.4	1.68
ส่วนผ่านทั่วไป	4	2.25	9	1.8
ส่วนผ่านทั่วไป	1	3	3	0.6
ส่วนสื่อโสต	1	3.2	3.2	0.64
ส่วนสื่อโสต	1	4.8	4.8	0.96
ส่วนสื่อโสต	24	3.84	92.16	18.4
ส่วนสื่อโสต	38	3.36	127.68	25.54
ส่วนสื่อโสต	17	2.25	38.25	7.65
ส่วนสื่อโสต	4	1.92	7.68	1.536
ส่วนสื่อโสต	2	4.4	8.8	1.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ภาพแสดง การวิเคราะห์พื้นที่  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

49

# AREA REQUIREMENT



## ตารางวิเคราะห์พื้นที่ส่วนศูนย์สัตว์อย่างและฐานปฏิบัติการ

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่/คน	พื้นที่รวม	ทางสัญจร 20%
<b>ส่วนคลังวัสดุ</b>				
ตู้แช่อาหารแช่เย็น	2	2.4	4.8	0.96
ตู้แช่อาหารแช่แข็ง 1.5 x 1.5	3	4.6	13.8	2.76
ตู้แช่ยา	2	2.4	4.8	0.96
<b>ส่วนฐานปฏิบัติการเขียน</b>				
<b>โต๊ะรวมชาติ</b>				
โต๊ะปฏิบัติการ	24	2.34	56.16	11.23
ตู้เก็บชุดตัวอย่าง	6	1.92	11.52	2.3
ส่วนบริการรับ-จ่ายชุดตัวอย่าง	3	6.75	20.25	4.05
ส่วนซักล้าง	20	1.40	28	5.6
รวมพื้นที่วิเคราะห์ส่วนศูนย์สัตว์อย่างและฐานปฏิบัติการ (รวมทางสัญจร 20%)				

## ตารางวิเคราะห์พื้นที่ส่วนบริการลาออาละ

องค์ประกอบ	จำนวน	พื้นที่/คน	พื้นที่รวม	ทางสัญจร 40%
ส่วนปฏิบัติการ	1	3.25	3.25	1.3
ห้องปฏิบัติการ	2	2.60	5.20	2.08
ห้องปฏิบัติการ	1	2.60	2.60	1.04
ส่วนซักล้าง	40	0.96	38.4	15.36
ส่วนบริการรับ-จ่าย	4	0.46	2.56	1.02
รวมพื้นที่วิเคราะห์ส่วนบริการลาออาละ (รวมทางสัญจร 40%) = 72.8 ตร.ม.				



50

# AREA REQUIREMENT



## ตารางวิเคราะห์พื้นที่จัดเลี้ยง

ชนิดโต๊ะ	จำนวน	พื้นที่/คน	พื้นที่รวม	ทางสัญจร 20%	รวม	พ.ร. 4%	พื้นที่
โต๊ะกลม	1	2.1	2.1	0.42	2.52		
โต๊ะสี่เหลี่ยม	8	1.5	12.0	2.4	14.4		
โต๊ะยาว	1	14.2	14.2	2.84	17.04		
โต๊ะยาว	1	7.5	7.5	1.5	9.0		
<b>รวม</b>					<b>42.8</b>	<b>1%</b>	
โต๊ะกลม	1	7.5	7.5	1.5	9.0		
โต๊ะยาว	1	14.2	14.2	2.84	17.04		
โต๊ะยาว	1	7.5	7.5	1.5	9.0		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**ภาพแสดง การวิเคราะห์พื้นที่**  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ชีวภัณฑ์ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

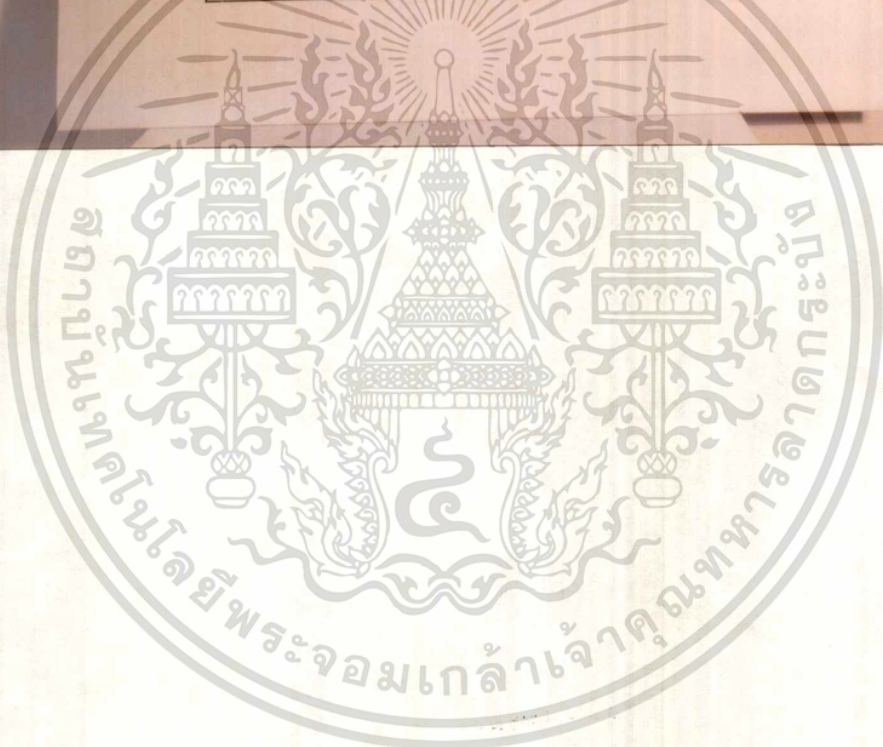






ตารางเปรียบเทียบพื้นที่วิเคราะห์และพื้นที่จริง

องค์ประกอบ	พื้นที่วิเคราะห์ (ม <sup>2</sup> )	พื้นที่จริง (ม <sup>2</sup> )	เปอร์เซ็นต์	พื้นที่ต่างกัน (ม <sup>2</sup> )
พื้นที่วิเคราะห์รวม (รวมที่จอดรถ)	72.8	168	1.9	+95.2
พื้นที่วิเคราะห์อาคาร	928	928	24	0.00
พื้นที่วิเคราะห์ถนน	724.8	775	18.7	+50.8
พื้นที่วิเคราะห์	799.87	768	20.6	-31.87
พื้นที่วิเคราะห์	664.8	768	17	+103.2
พื้นที่วิเคราะห์รวม (รวมที่จอดรถ)	691.8	768	17.8	+76.2
<b>รวม</b>	<b>3881.4</b>	<b>4175</b>	<b>100</b>	<b>+293.59</b>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



58

ZONING



การแบ่งเขตพื้นที่ทั้งหมด

องค์ประกอบ	พื้นที่วิเคราะห์	เปอร์เซ็นต์	พื้นที่ใช้งาน
เขตเมือง	19.8	2.98	22.98
เขตเมืองเก่า	24.08	3.62	25
เขตเมืองใหม่	26.28	3.95	30.3
1. ส่วนราชการ	3.65	0.55	4.2
2. ส่วนราชการ	22.53	3.39	26
3. ส่วนราชการ	37.6	5.65	43.4
4. ส่วนราชการ	4.05	0.61	4.88
5. ส่วนราชการ	33.12	4.98	38.04
6. ส่วนราชการ	50.74	7.55	57.98
7. ส่วนราชการ	168.48	25.34	194.6
8. ส่วนราชการ	86.64	13	98.84
9. ส่วนราชการ	177.36	26.67	204.62
<b>รวม</b>	<b>664.8</b>	<b>100</b>	<b>798</b>

ภาพแสดง แผนภูมิการแบ่งพื้นที่

59

ZONING



การแบ่งเขตพื้นที่บริเวณสำนักงาน

องค์ประกอบ	พื้นที่วิเคราะห์	เปอร์เซ็นต์	พื้นที่ใช้งาน
1. ส่วนราชการ	72.92	9.11	69.96
2. ส่วนราชการ	40.94	5.11	39.24
3. ส่วนราชการ	42.12	5.26	40.59
4. ส่วนราชการ	69	8.62	83.43
5. ส่วนราชการ	40.94	5.11	39.24
6. ส่วนราชการ	27.32	33.92	260.5
7. ส่วนราชการ	127.7	15.96	122.57
8. ส่วนราชการ	19.8	2.47	18.96
9. ส่วนราชการ	12.86	1.6	12.38
10. ส่วนราชการ	32.4	4	30.72
<b>รวม</b>	<b>799.87</b>	<b>100</b>	<b>786</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ใช้สอยอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ภาพแสดง แผนภูมิการแบ่งพื้นที่  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60

# ZONING



แผนภาพวงกลมและสัดส่วนการใช้ที่ดินในย่าน



องค์ประกอบ	สัดส่วน (%)
1. อ่างน้ำ	9.11
2. อ่างน้ำดิบ	5.11
3. อ่างน้ำ	5.26
4. อ่างน้ำดิบ	8.62
5. อ่างน้ำ	5.11
6. อ่างน้ำ	33.02
7. อ่างน้ำดิบ	15.96
8. อ่างน้ำ	2.47
9. อ่างน้ำ	1.6
10. อ่างน้ำ	4
<b>รวม</b>	<b>100</b>

ภาพแสดง แผนภูมิการแบ่งพื้นที่

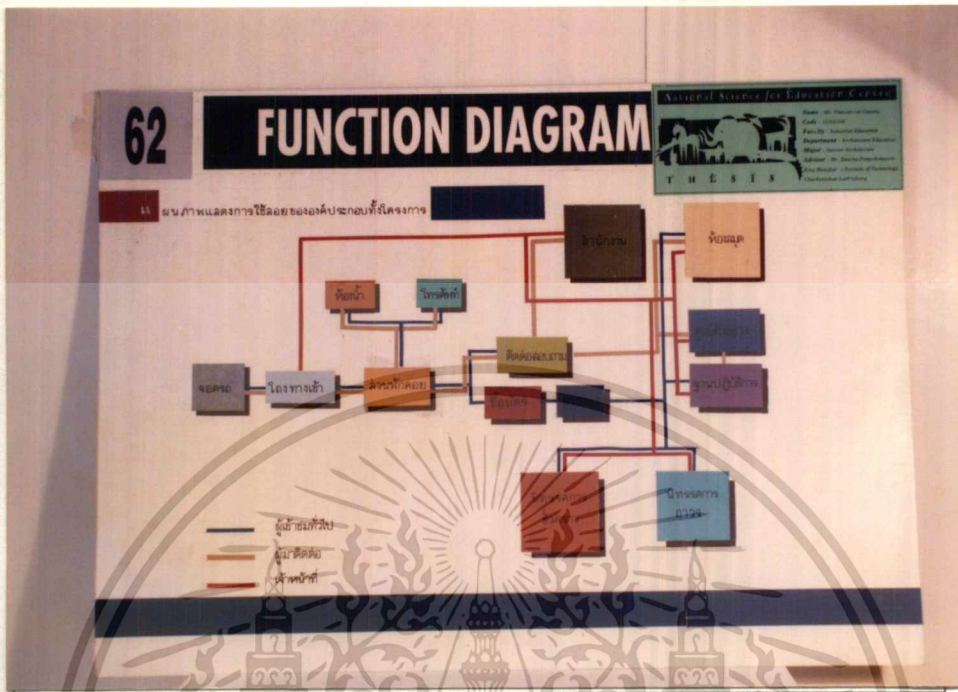
61

# ZONING

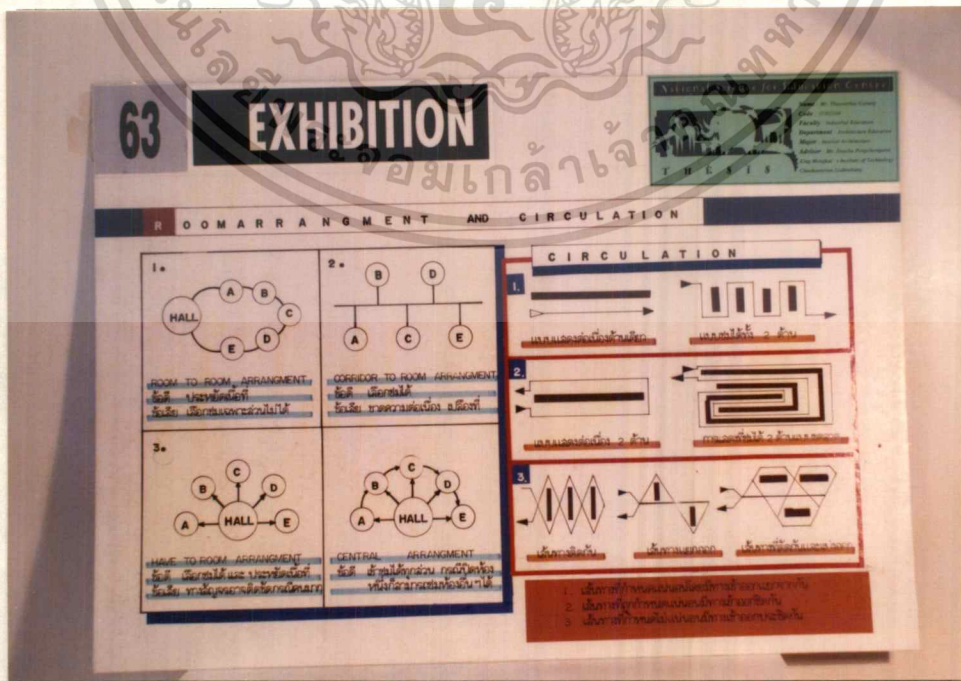


การแบ่งพื้นที่ส่วนราชการต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่สามารถนำออกเผยแพร่ได้โดยไม่ได้รับอนุญาต  
นอกจากนี้หากมีข้อผิดพลาดใดๆ กรุณาแจ้งให้ทราบเพื่อปรับปรุงแก้ไข และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดง การใช้สอยขององค์ประกอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดง หลักการจัดแสดง

64

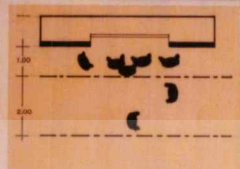
# EXHIBITION



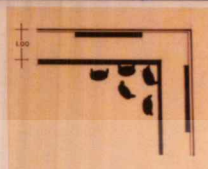
มุมมองและระยะในกาจัดแสดง



มุมมองและทางมัลยุมุมสำหรับกาจัดแสดงภาพ, วัตถุตั้งผนัง



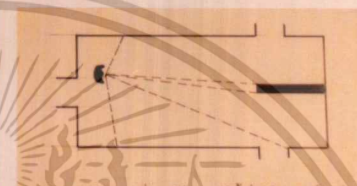
มุมมองและทางมัลยุมุมสำหรับจัดแสดง



จัดกาจัดแสดงในกาจัดแสดงระหว่งทางจัดแสดง ผู้ดูในมุมมัลยุมุมจัดแสดงและมัลยุมุมจัด



กาจัดแสดงภาพในมุมมัลยุมุมจัดแสดงกาจัดแสดงระหว่ง



กาจัดแสดงภาพในมุมมัลยุมุมจัดแสดงกาจัดแสดงระหว่ง

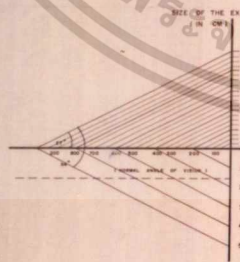
ภาพแสดง หลักการจัดแสดง

65

# EXHIBITION



SIZE OF THE EXHIBIT

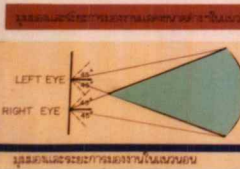


ผู้ใหญ่ เด็กอายุ 8 ขวบ

แสดงและระยะกาจัดแสดงระหว่งผู้ดู



แสดงและระยะกาจัดแสดงระหว่งผู้ดู



มุมมองและระยะกาจัดแสดงระหว่งผู้ดู

ขนาดของวัตถุและระยะกาจัดแสดง	
วัตถุตั้งผนัง	0.50-1.00 ม. ระยะกาจัดแสดง 1.00 ม.
วัตถุตั้งผนัง	1.00-1.50 ม. ระยะกาจัดแสดง 1.00 ม.
วัตถุตั้งผนัง	1.50-2.00 ม. ระยะกาจัดแสดง 2.00 ม.

ระยะกาจัดแสดงระหว่งผู้ดู	
วัตถุตั้งผนัง	1.00-1.50 ม.
วัตถุตั้งผนัง	1.50-2.00 ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีฉุกเฉินเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**66 EXHIBITION**

Visual Aids and Display Section  
 Thesis

หน้าตาที่ถูกจัดแสดงที่ผนัง  
 แฉกทางด้านข้างจะติดตั้งบริเวณแถวด้านนอก  
 การนำเสนอด้วยจอแสดงผล  
 ผู้ที่จะอยู่ตรงข้ามหน้าตานี้จะมองจากด้านบน  
 การนำเสนอด้วยจอแสดงผล  
 การนำเสนอด้วยจอแสดงผล  
 การนำเสนอด้วยจอแสดงผล  
 การนำเสนอด้วยจอแสดงผล



ภาพแสดง หลักการจัดแสดง

**67 EXHIBITION**

Visual Aids and Display Section  
 Thesis

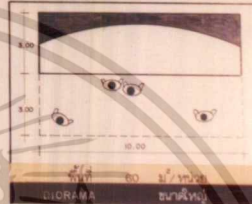
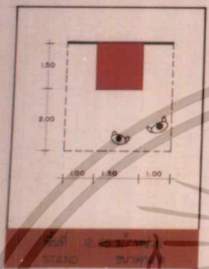
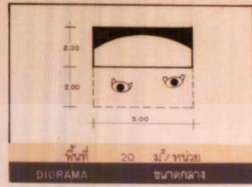
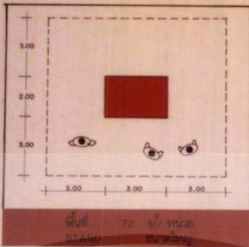
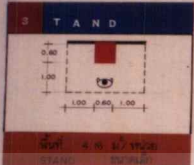
BOARD AUDIO VISUAL

พื้นที่ 1.00 ม.² พบ  
 บนโต๊ะแสดงผล  
 พื้นที่ 2.00 ม.² พบ  
 บนโต๊ะแสดงผล  
 พื้นที่ 3.00 ม.² พบ  
 บนโต๊ะแสดงผล  
 พื้นที่ 4.00 ม.² พบ  
 บนโต๊ะแสดงผล  
 พื้นที่ 20.0 ม.² พบ  
 บนโต๊ะแสดงผล  
 พื้นที่ 12 ม.² พบ  
 วีดีทัศน์  
 SLIDE MULTIVISION  
 พื้นที่ 13.75 ม.² พบ  
 พื้นที่ 22 ม.² พบ  
 V. D. O.  
 PROJECTOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

68

# EXHIBITION



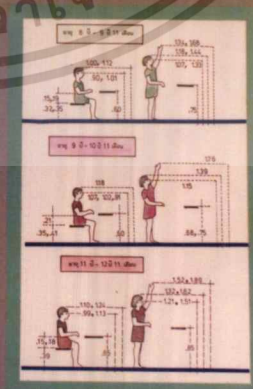
ภาพแสดง หลักการจัดแสดง

69

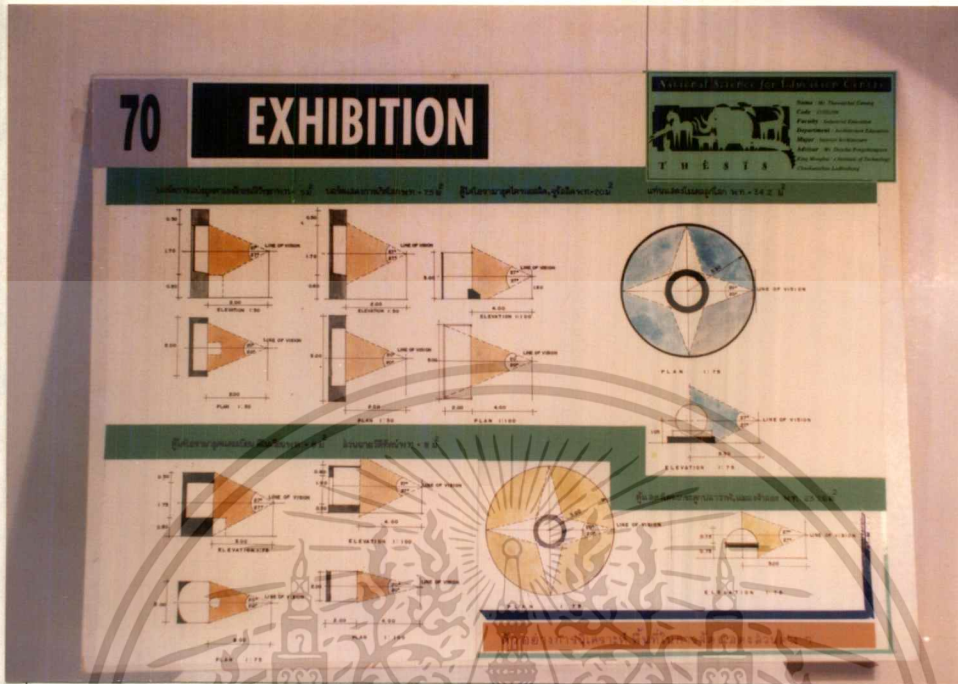
# EXHIBITION



ขนาดและสัดส่วนที่ใช้ในการออกแบบสำหรับเด็ก



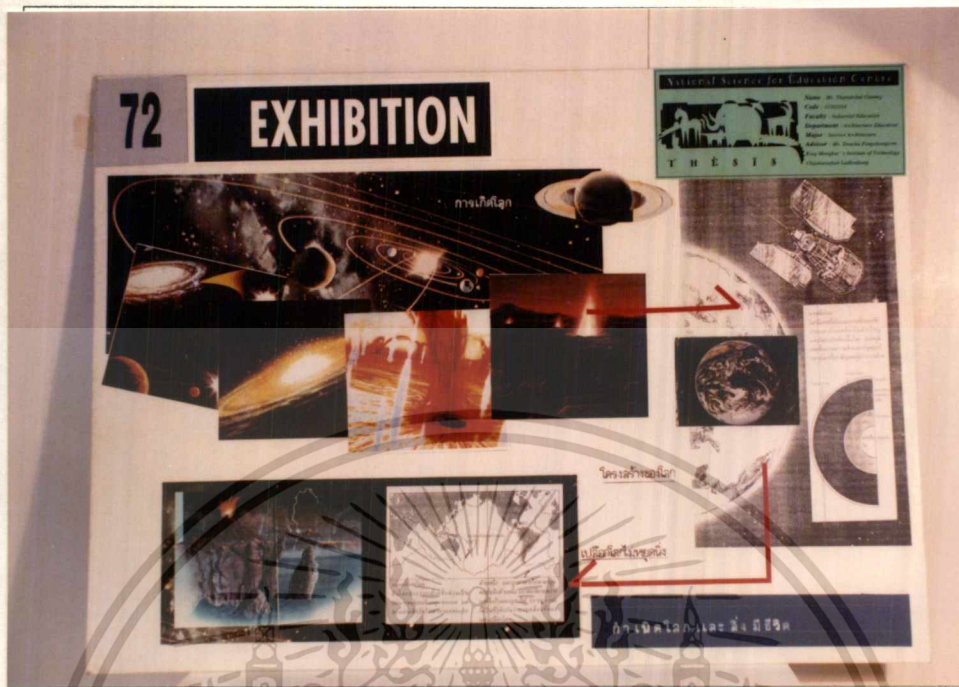
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ภาพแสดง หลักการจัดแสดง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดง ตัวอย่างการวิเคราะห์การจัดแสดง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่ภาพแสดง การเรียงลำดับเรื่องจัดแสดงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดง การเรียงลำดับเรื่องจัดแสดง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้ใช้งานเพื่อการศึกษานี้ไปอนาคตก็นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ภาพแสดง การเรียงลำดับเรื่องจัดแสดง  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

74

# EXHIBITION



ไดโนเสาร์ 250



จิ้งจอก 200



คิงคอง 150



เซโนโบริคัส

ภาพแสดง การเรียงลำดับเรื่องจัดแสดง

75

# EXHIBITION



วิวัฒนาการของไดโนเสาร์



การสูญพันธุ์



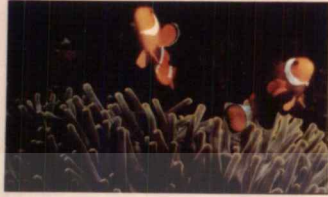
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ภาพแสดง การเรียงลำดับเรื่องจัดแสดง  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



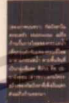


80

# EXHIBITION



ชีวิตในแนวปะการัง



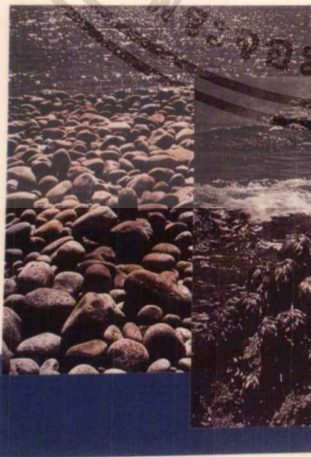
ชีวิตในแนวปะการัง  
 ปะการังเป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำและมีความสำคัญต่อระบบนิเวศทางทะเลเป็นอย่างมาก ปะการังสามารถสร้างโครงสร้างที่แข็งแรงและเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำจำนวนมากได้



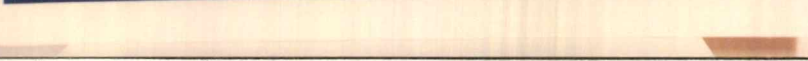
ภาพแสดง การเรียงลำดับเรื่องจัดแสดง

81

# EXHIBITION



ชีวิตชายฝั่งทะเล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูที่ทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเอาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

82

# EXHIBITION



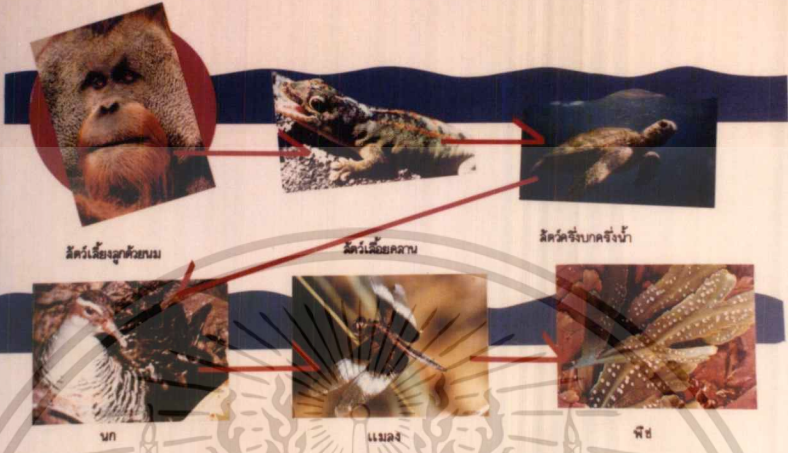
ภาพแสดง การเรียงลำดับเรื่องจัดแสดง

83

# EXHIBITION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับควำใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**ภาพแสดง การเรียงลำดับเรื่องจัดแสดง**  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สัตว์เลื้อยลูกวียนม

สัตว์เลื้อยคาง

สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ

นก

แมลง

พืช

ภาพแสดง การเรียงลำดับเรื่องจัดแสดง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ภาพแสดง การเรียงลำดับเรื่องจัดแสดง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

85

# DESIGN CONCEPT

National Science for Education Centre

Thesis

Faculty: Industrial Education  
Department: Industrial Education  
Major: Industrial Architecture  
Advisor: Dr. Sittichai Pongpanich  
Thesis Advisor: Institute of Technology  
Chulalongkorn University



ภาพแสดง แนวความคิดในการออกแบบ

86

# DESIGN CONCEPT

National Science for Education Centre

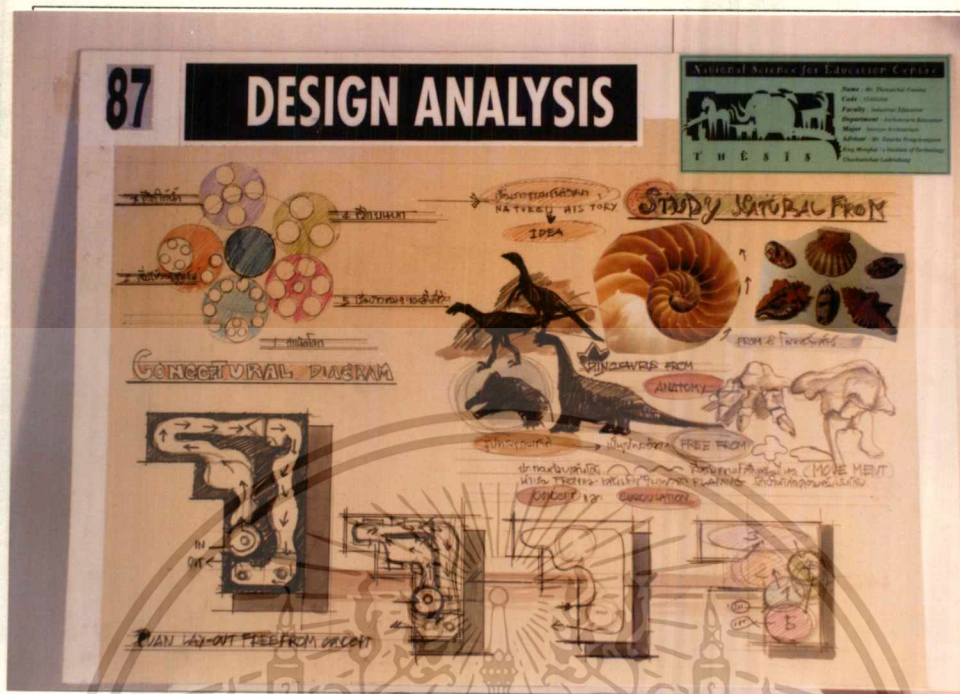
Thesis

Faculty: Industrial Education  
Department: Industrial Education  
Major: Industrial Architecture  
Advisor: Dr. Sittichai Pongpanich  
Thesis Advisor: Institute of Technology  
Chulalongkorn University

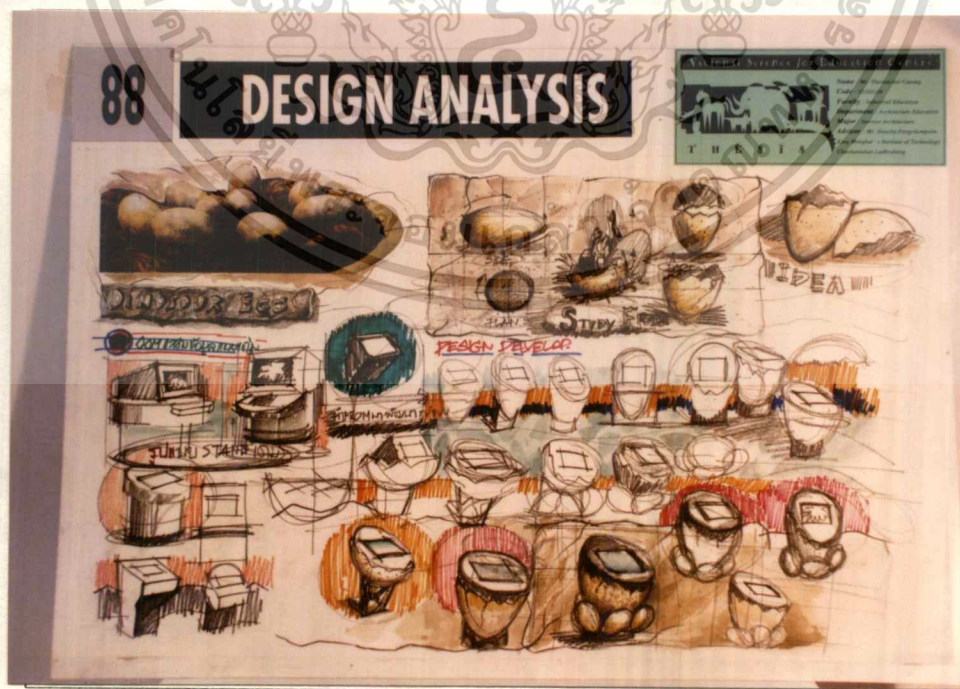
องค์ประกอบ	แนวทางการออกแบบ
ส่วนเอนท์-จัดอเนก	การออกแบบเน้นความเรียบง่าย ดูทันสมัย สามารถรองรับการใช้งานในช่วงเวลาได้
ส่วนจำหน่าย	การออกแบบเน้นความเรียบง่ายสร้างความรู้สึกสบาย สบาย มีมิติ การจัดพื้นที่บริเวณนี้ด้วย
ส่วนโถงแสดง	ส่วนจำหน่ายทำให้ดูสบาย สบาย มีมิติ การใช้เฟอร์นิเจอร์เป็นแบบเรียบง่ายทันสมัย
ส่วนศูนย์ข้อมูลและฐานปฏิบัติการ	เน้นการจัดเพื่อการใช้งาน การตกแต่งเน้นการใช้งานที่สะดวกสบาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่เอกสารนี้แก่บุคคลอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดง การวิเคราะห์การออกแบบ

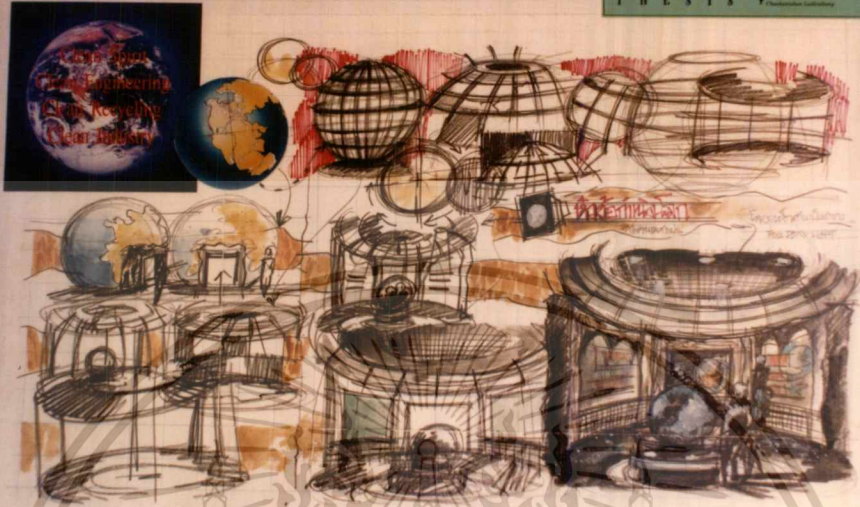


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้ทางเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ภาพแสดง การวิเคราะห์การออกแบบ  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

89

# DESIGN ANALYSIS

National Science for Education Center  
 Faculty of Education  
 Department of Architecture  
 Master of Science Program  
 Thesis  
 The National Science for Education Center Library



90

# DESIGN ANALYSIS

National Science for Education Center  
 Faculty of Education  
 Department of Architecture  
 Master of Science Program  
 Thesis  
 The National Science for Education Center Library



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

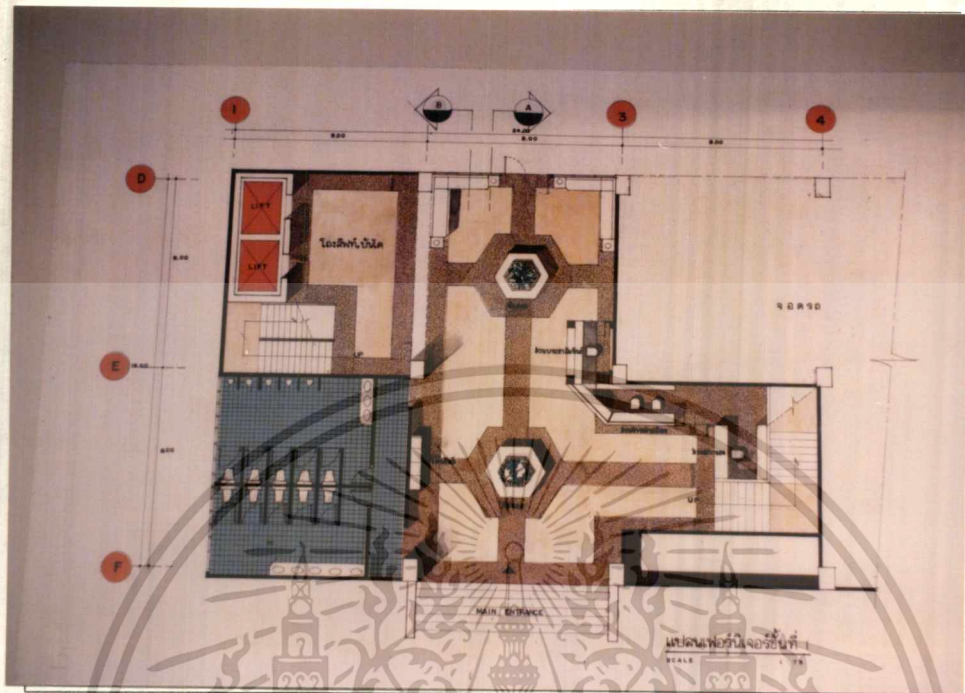


ภาพแสดง ตัวอย่างการใช้วัสดุ

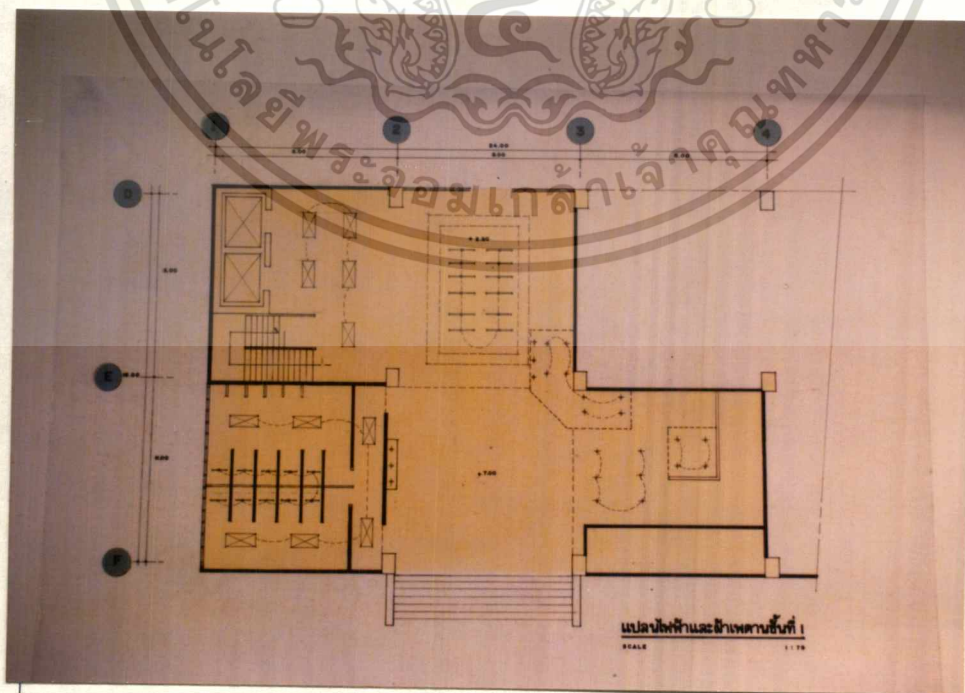


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดงัดลงนิตินิตหา และอ้างถึงในเนื้อหาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

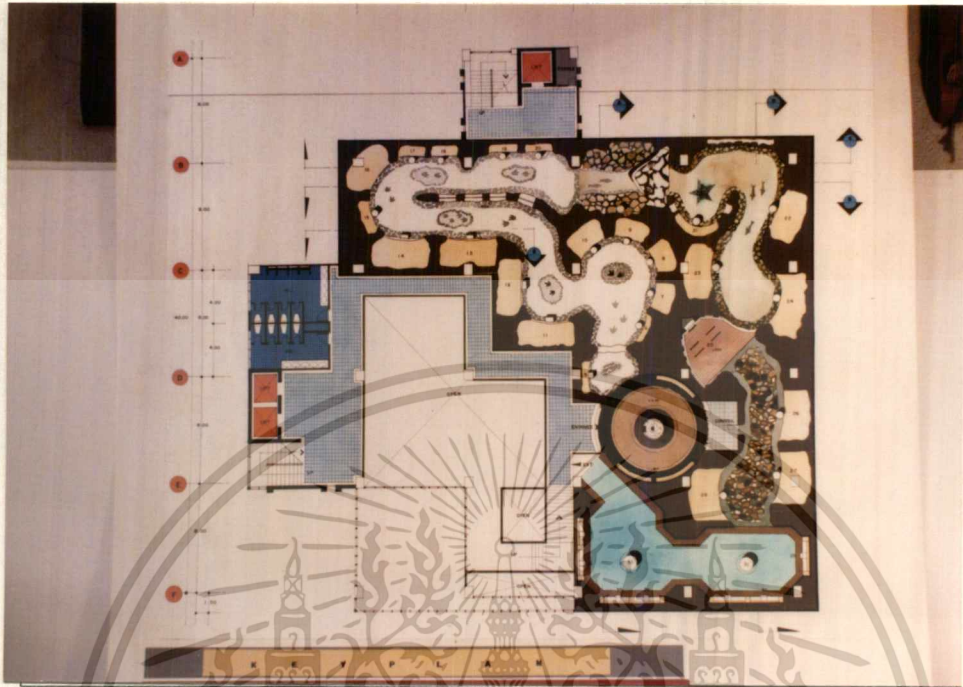
ภาพแสดง ตัวอย่างการใช้วัสดุ



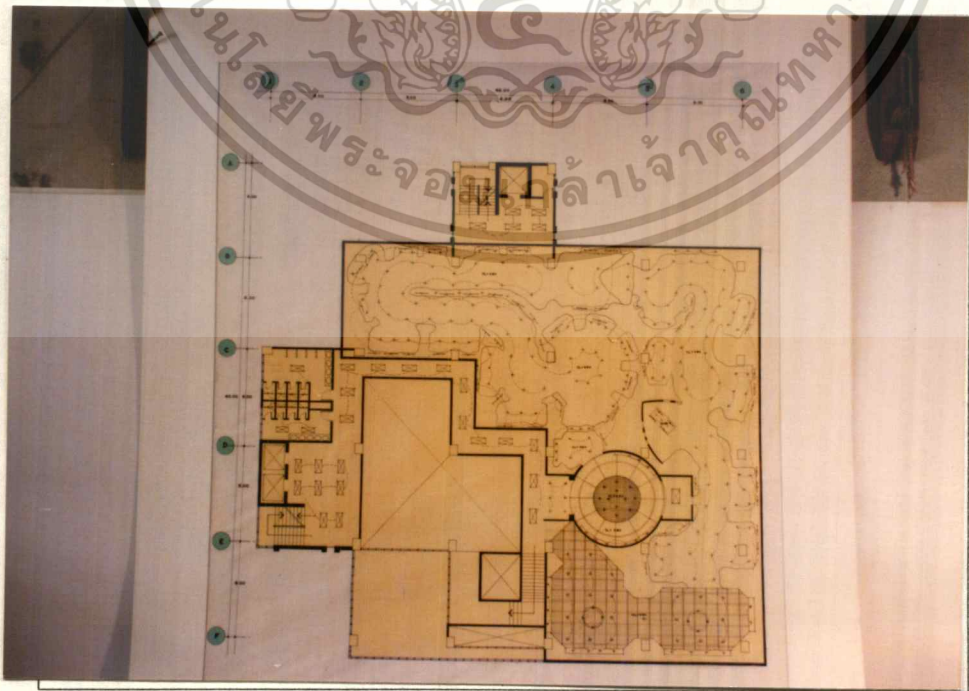
ภาพแสดง แปลนเฟอร์ริเจอร์ชั้นที่ 1



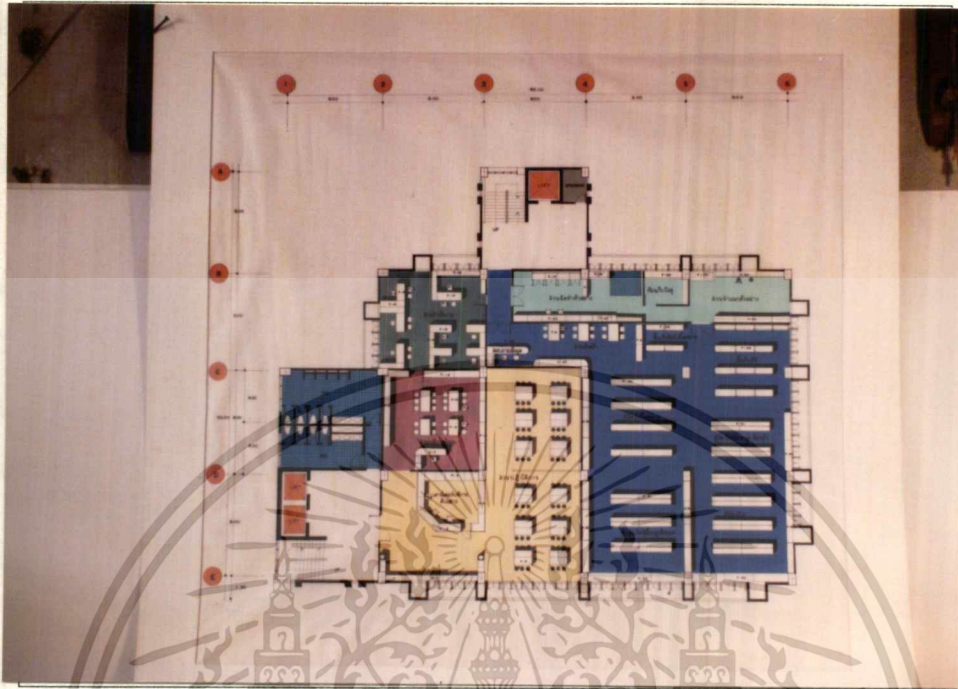
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม **ภาพแสดง แปลนไฟฟ้าและฝ้าเพดานชั้นที่ 1** เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



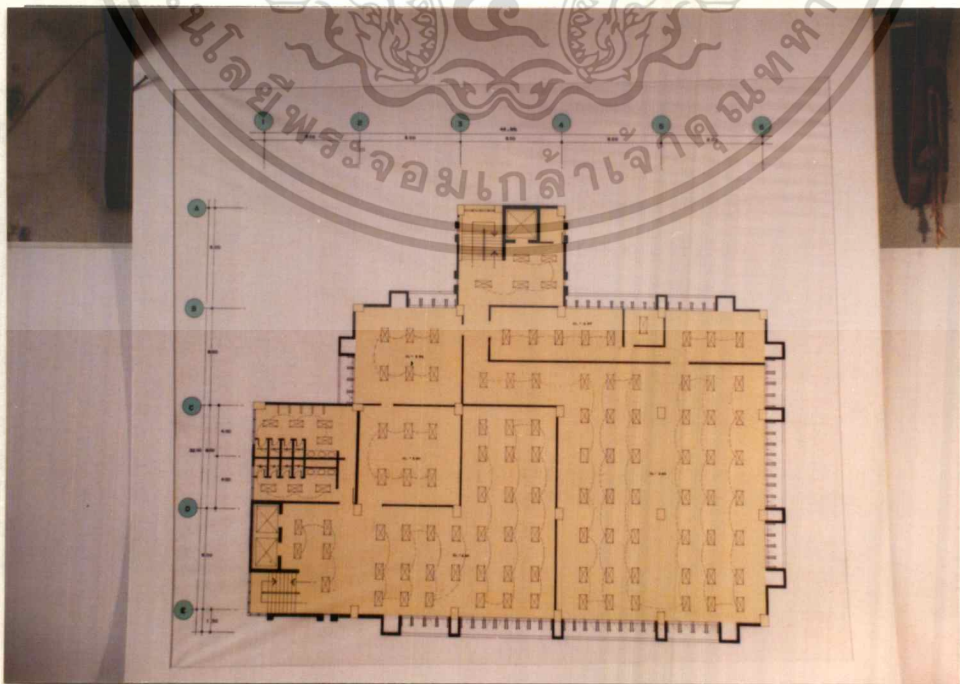
ภาพแสดง แพลนเฟอร์ริเจอร์ชั้นที่ 3



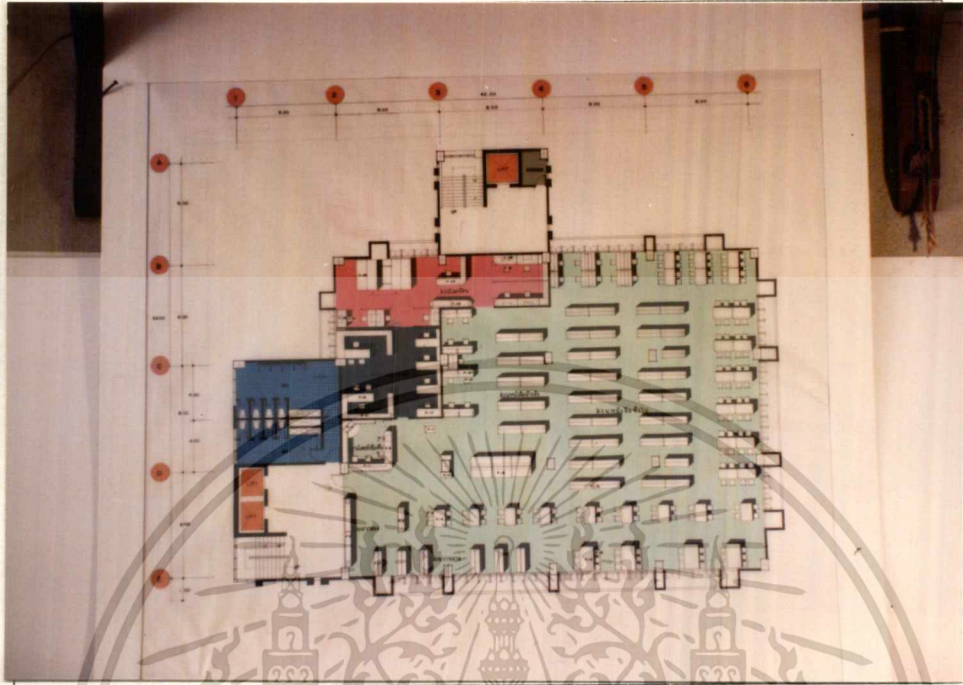
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้าภาพแสดง แพลนไฟฟ้าและฝ้าเพดานชั้นที่ 3 เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



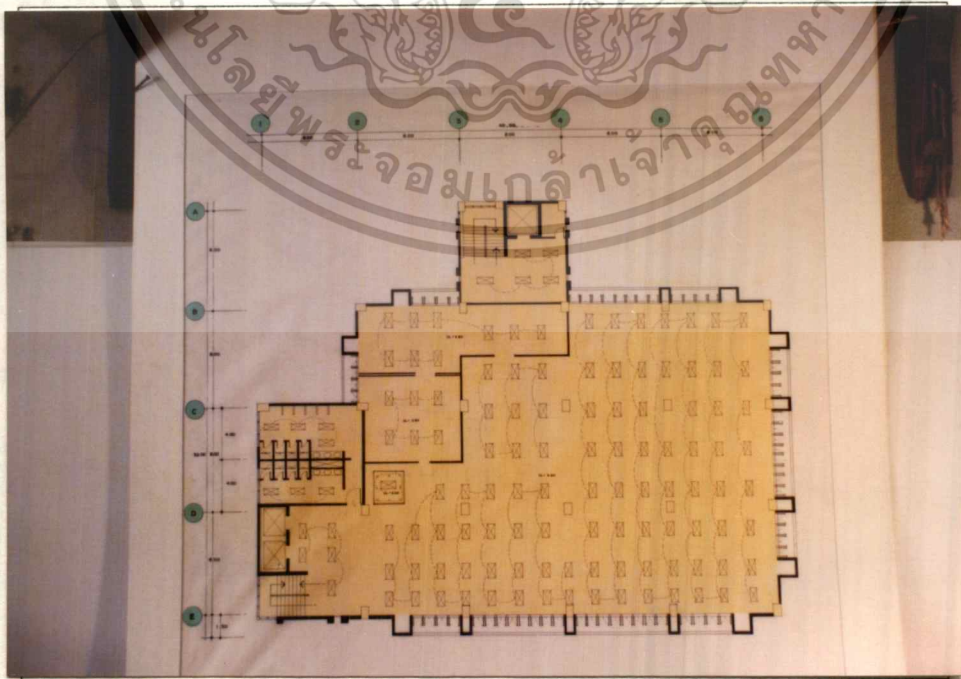
ภาพแสดง แพลนเฟอร์นิเจอร์ชั้นที่ 4



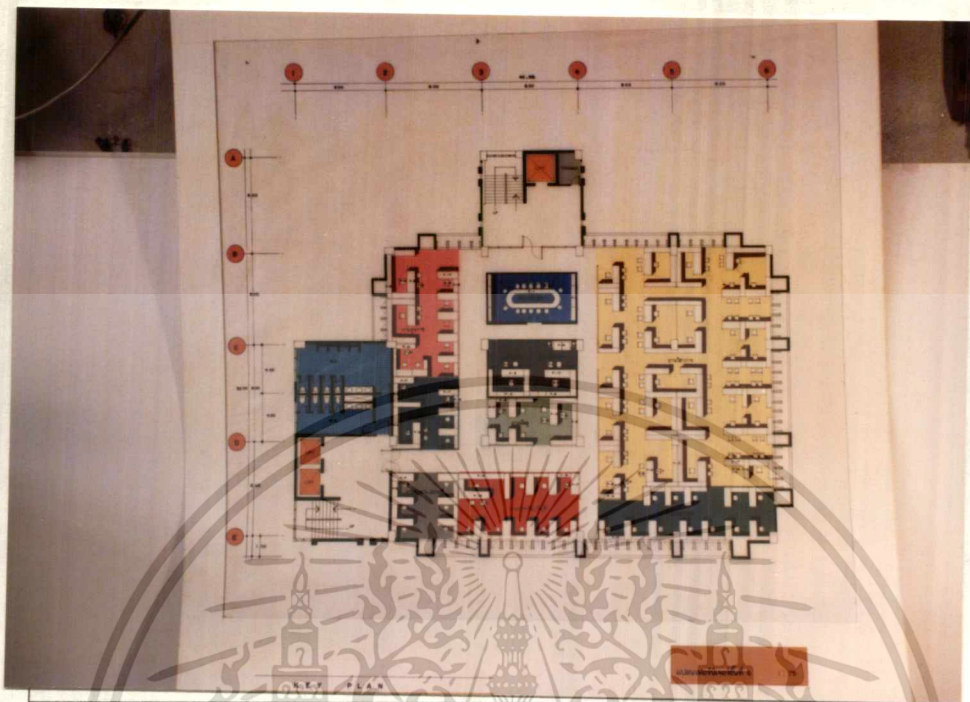
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม **ภาพแสดง แพลนไฟฟ้าและฝ้าเพดานชั้นที่ 4** เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



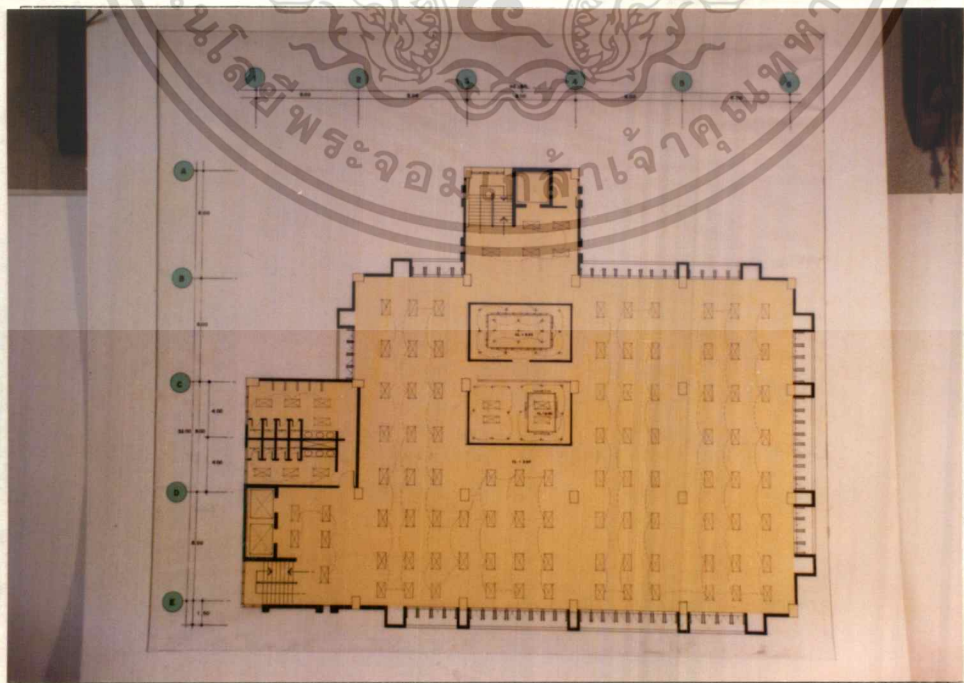
ภาพแสดง แพลนเฟอร์นิเจอร์ชั้นที่ 5



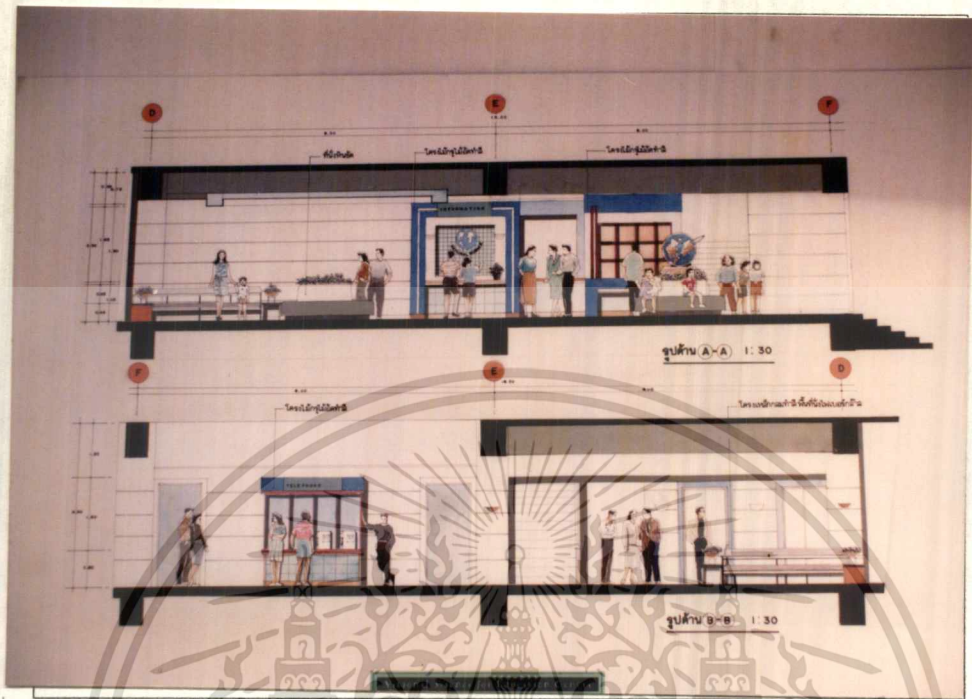
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามภาพแสดง แพลนไฟฟ้าและฝ้าเพดานชั้นที่ 5 เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดง แพลนเฟอร์ริเจอร์ชั้นที่ 6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม **ภาพแสดง แพลนไฟฟ้าและฝ้าเพดานชั้นที่ 6** เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

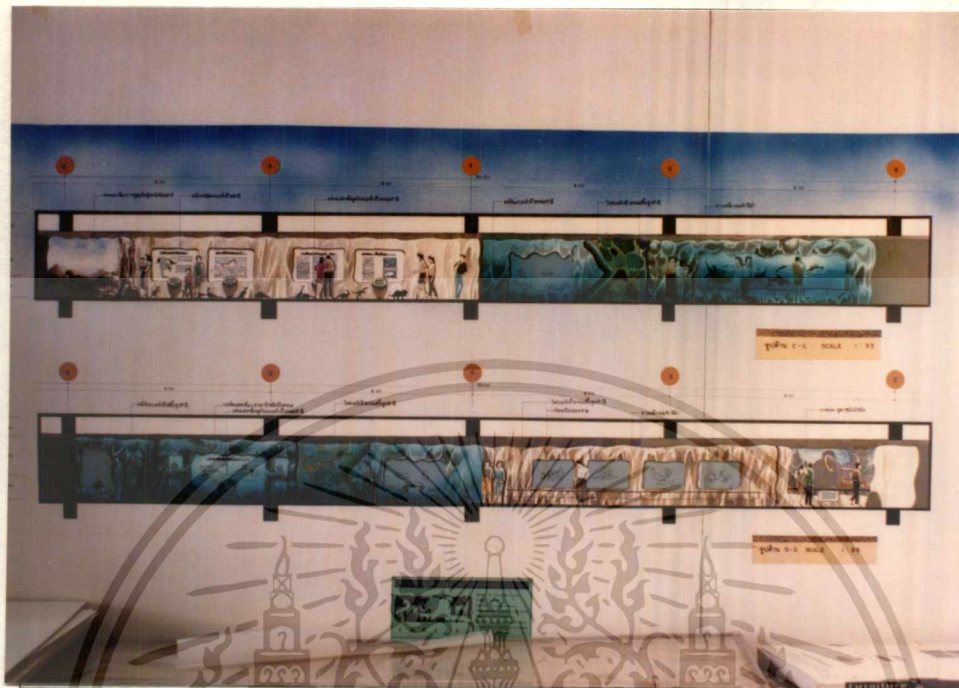


ภาพแสดง รูปด้านส่วนโรงพักคอย

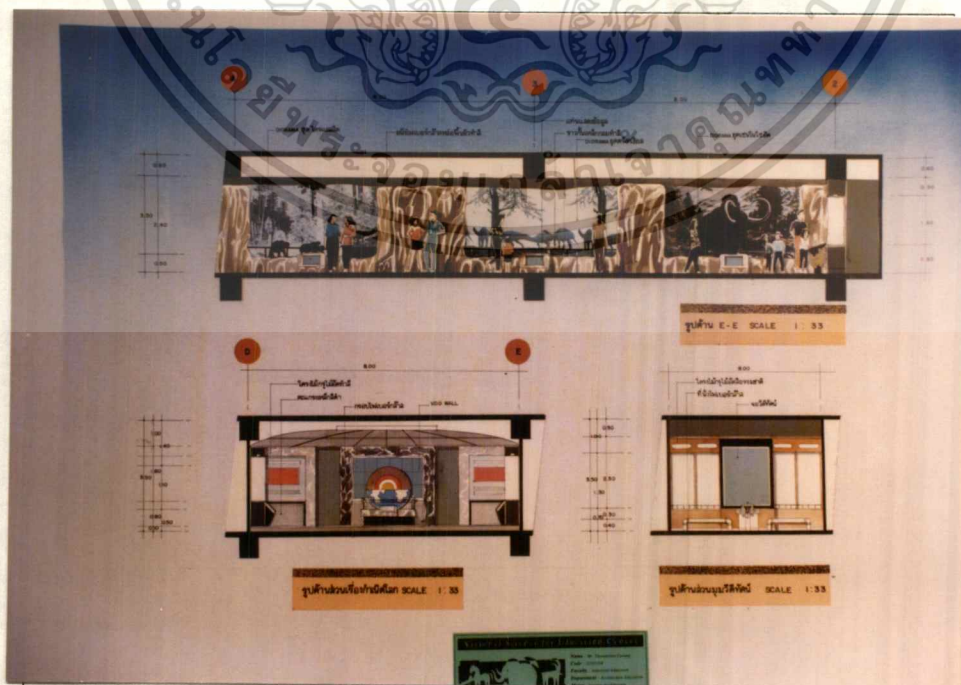


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา รูปด้านต้นฉบับของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดง รูปด้านส่วนจัดแสดง

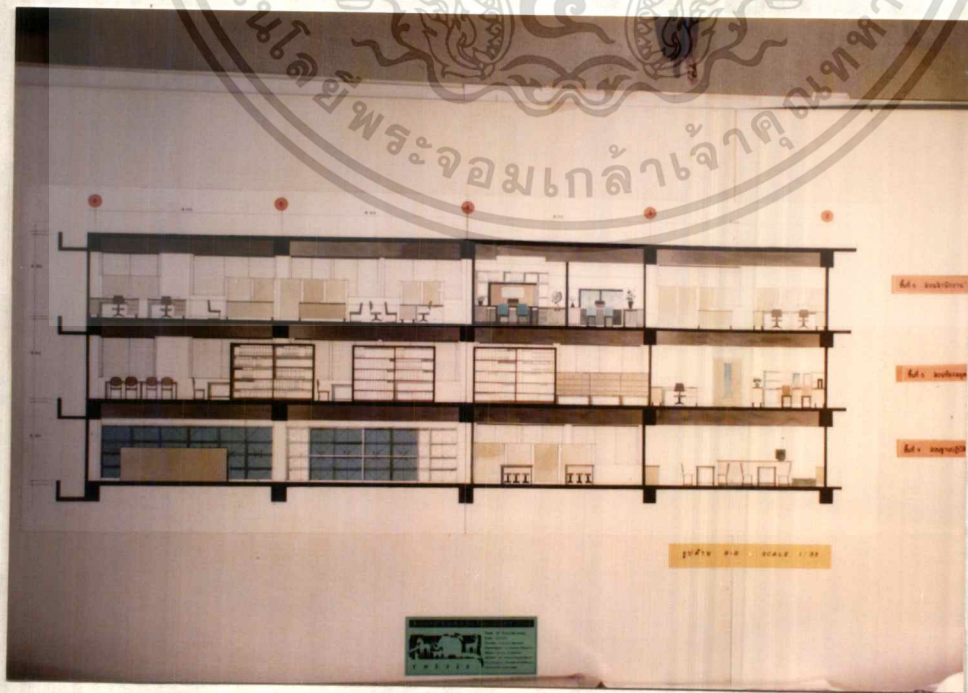
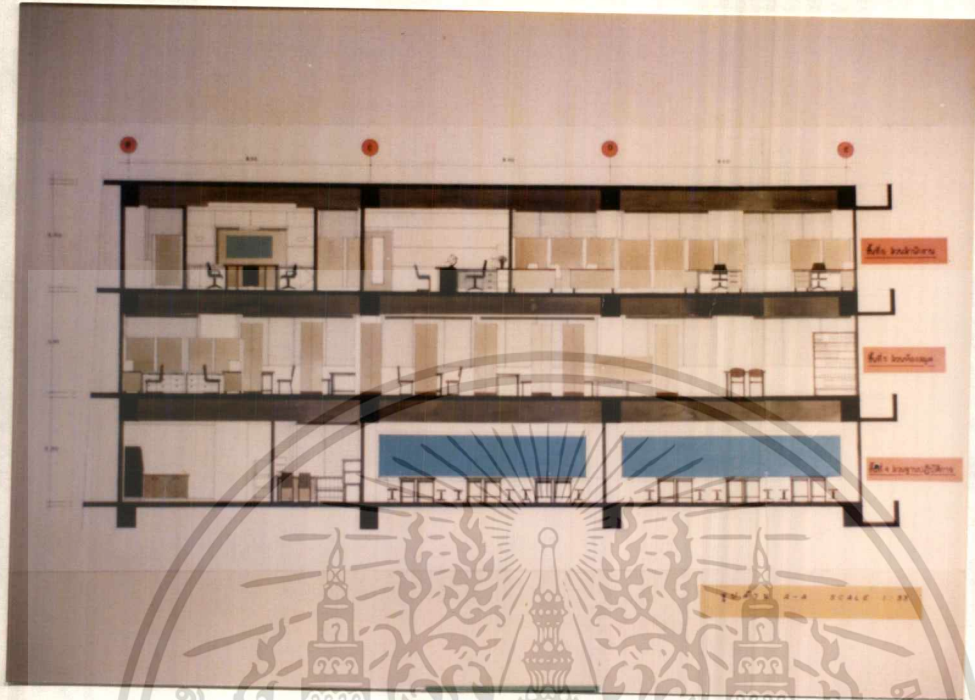


ภาพแสดง รูปด้านส่วนจัดแสดง

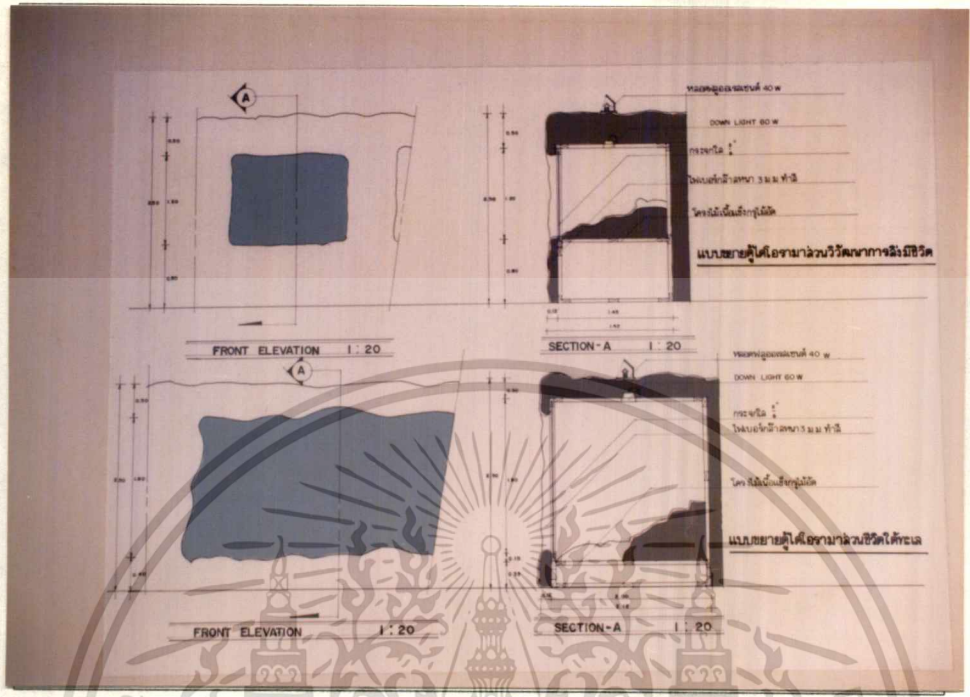


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดทอนเนื้อหาหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากรั้วของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

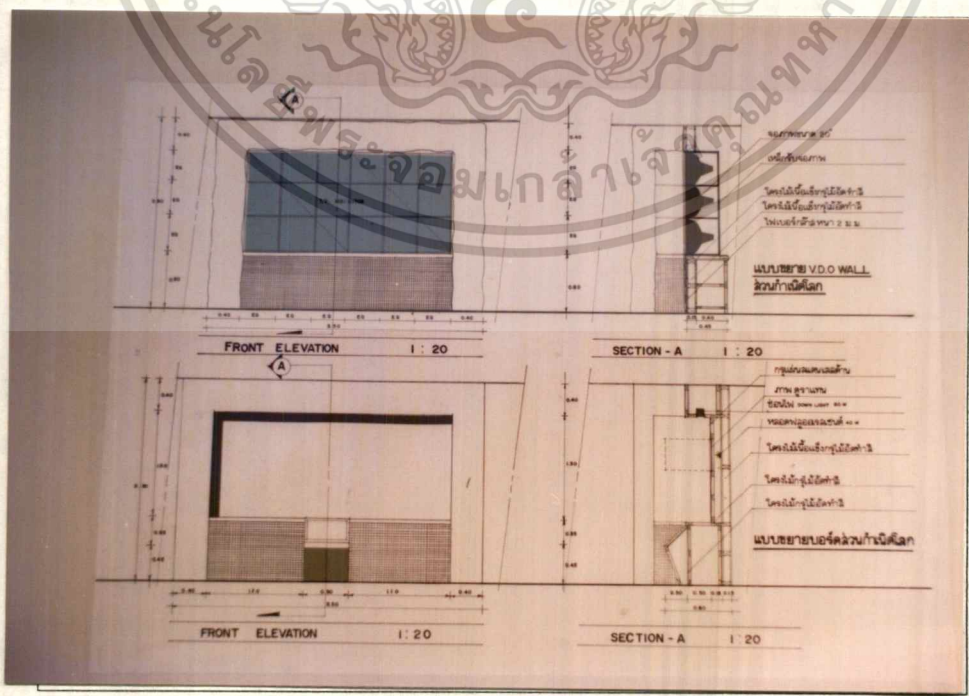
ภาพแสดง รูปด้านส่วนจัดแสดง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

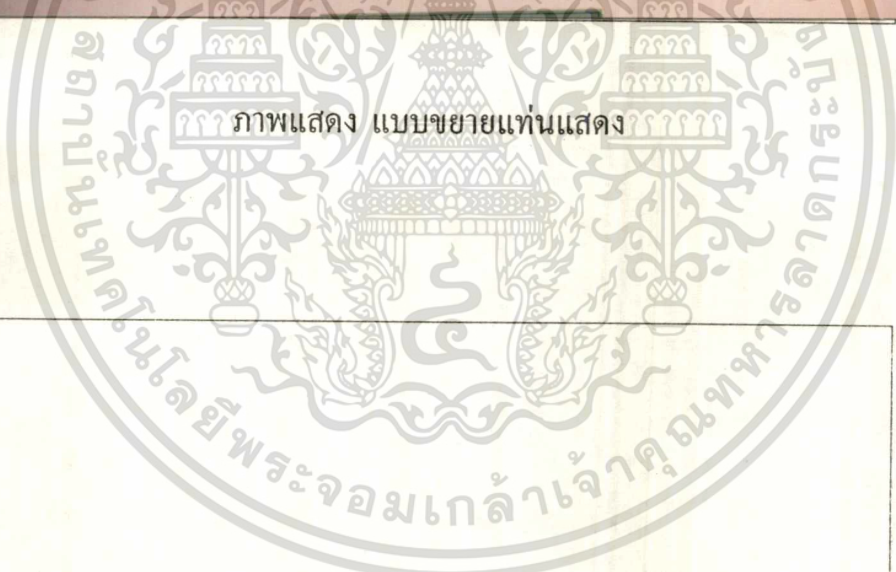
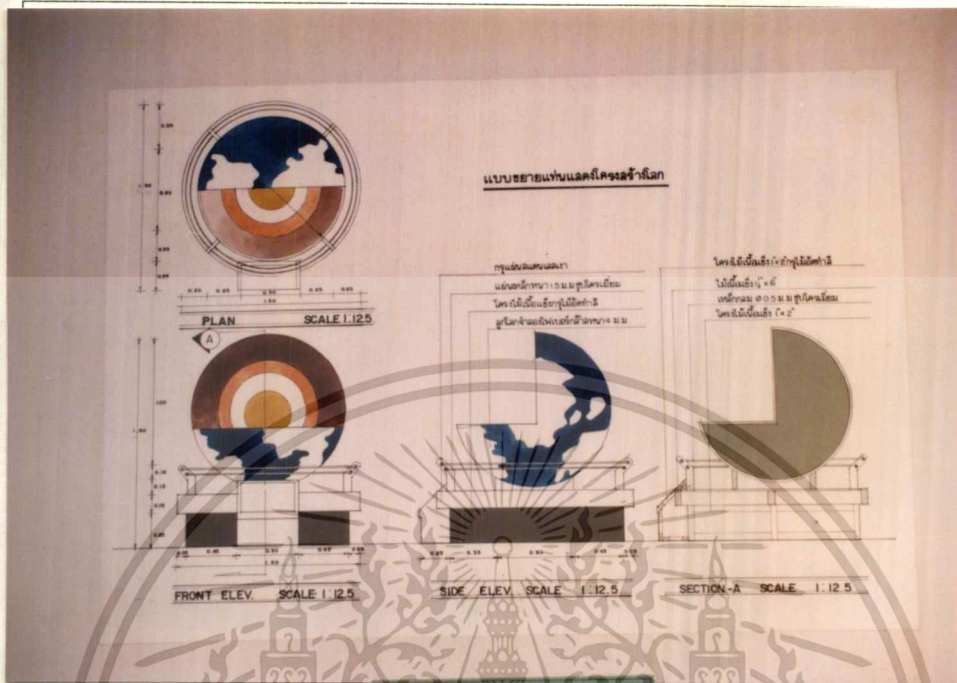


ภาพแสดง แบบขยายดูจัดแสดง

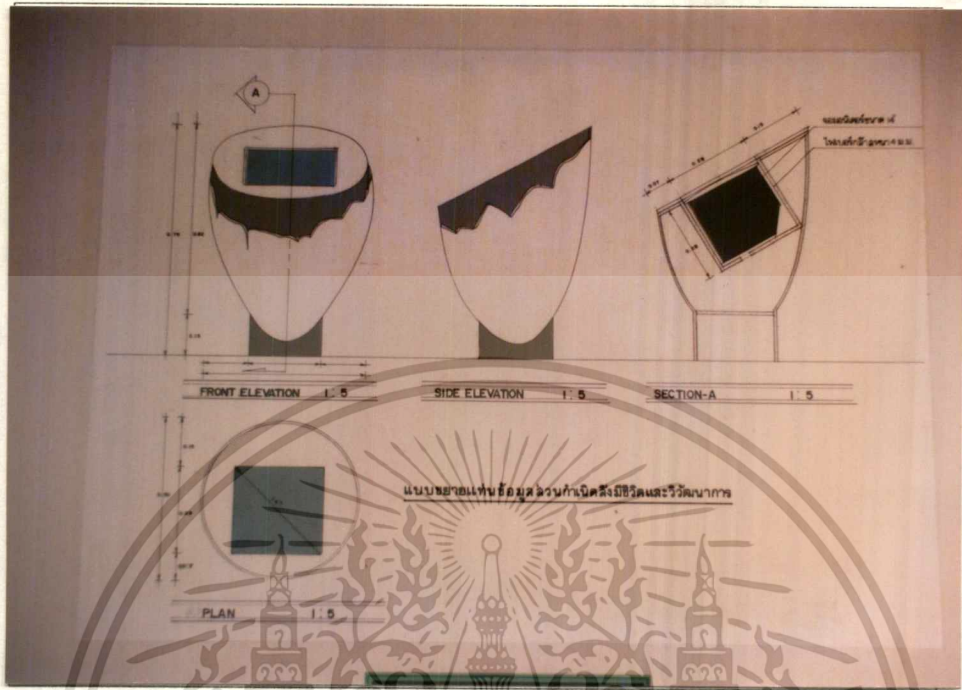


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

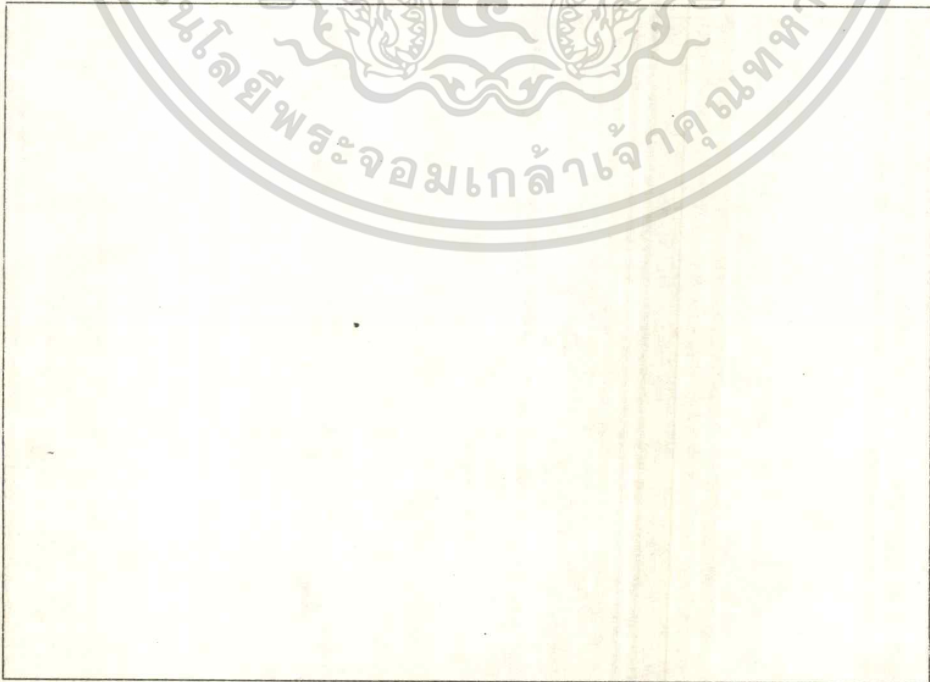
ภาพแสดง แบบขยายวีดีโอวอลล์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ **ภาพแสดง แบบขยายแท่นแสดง** ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดง แบบขยายแทนข้อมูล

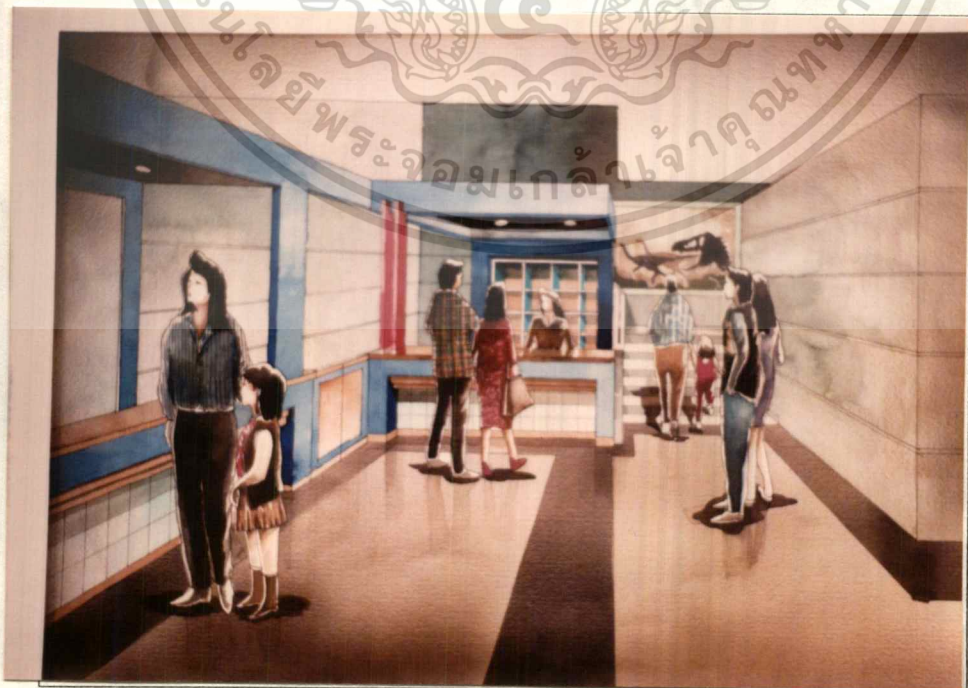


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงแก้ไขหรือเผยแพร่ข้อมูลของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดง แบบขยายแทนข้อมูล



ภาพแสดง ทัศนียภาพส่วนโถงพักคอย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและดัดแปลงแก้ไข และต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดง ทัศนียภาพส่วนโถงพักคอย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดง ทัศนียภาพส่วนกำเนิดสิ่งมีชีวิต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งภาพแสดง ทัศนียภาพส่วนวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต สารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดง ทรรศนียภาพส่วนวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต



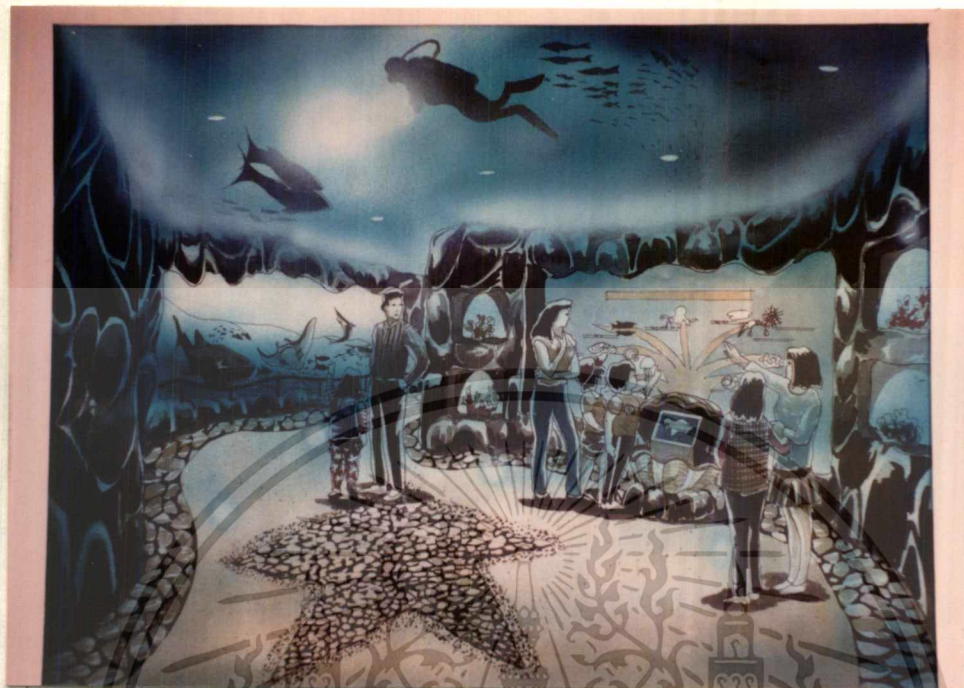
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งภาพแสดง ทรรศนียภาพส่วนวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดง ทัศนียภาพส่วนสิ่งมีชีวิตที่สูญพันธ์



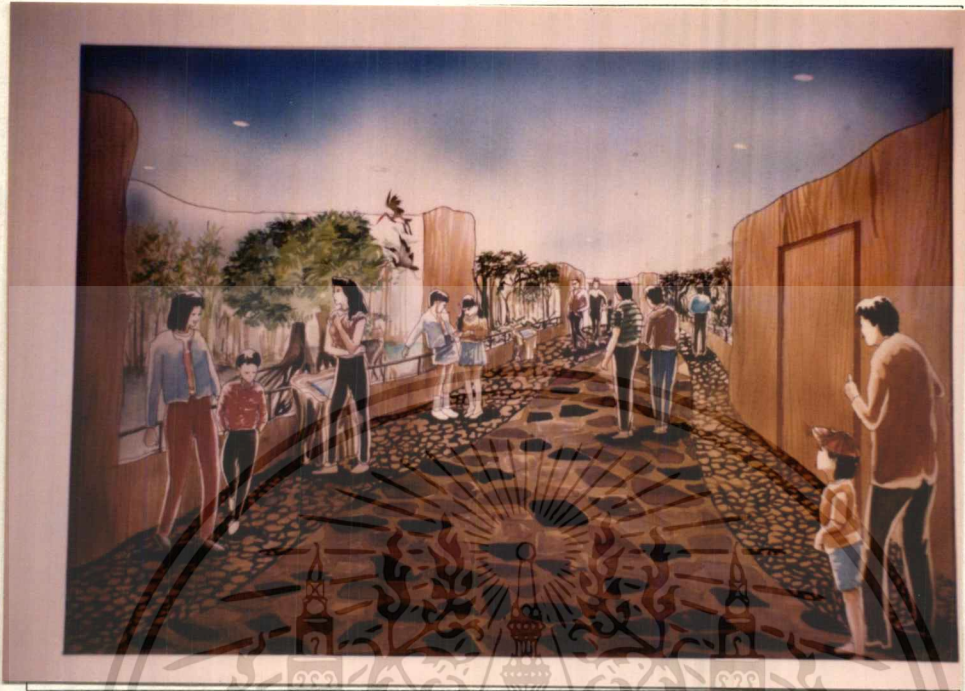
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ **ภาพแสดง ทัศนียภาพส่วนชีวิตไดโนเสาร์** ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



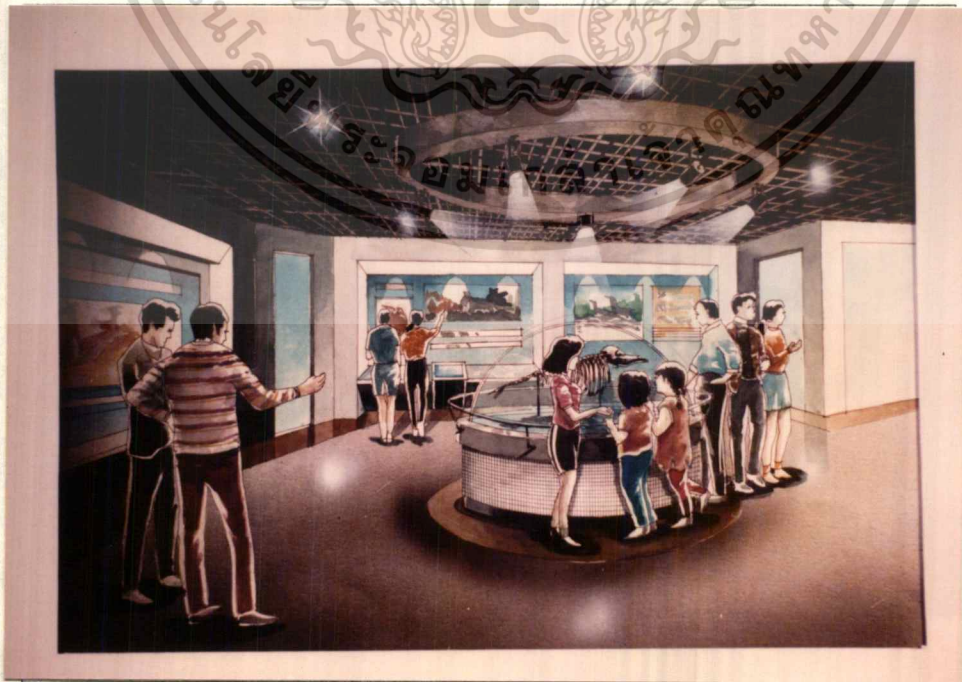
ภาพแสดง ทัศนียภาพส่วนชีวิตใต้น้ำ



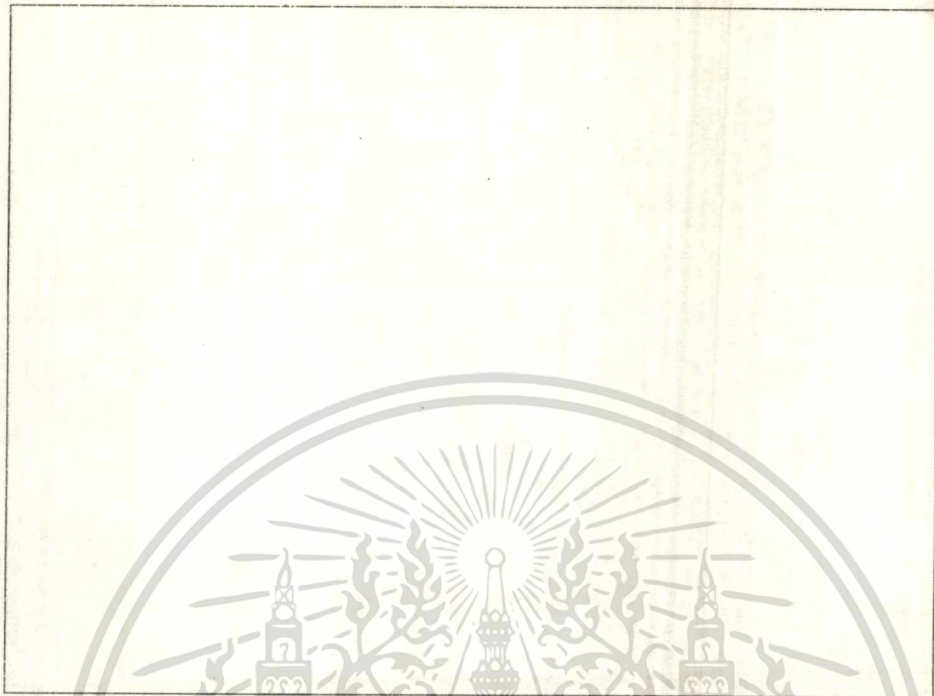
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีภาพแสดง ทัศนียภาพส่วนชีวิตใต้น้ำ ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



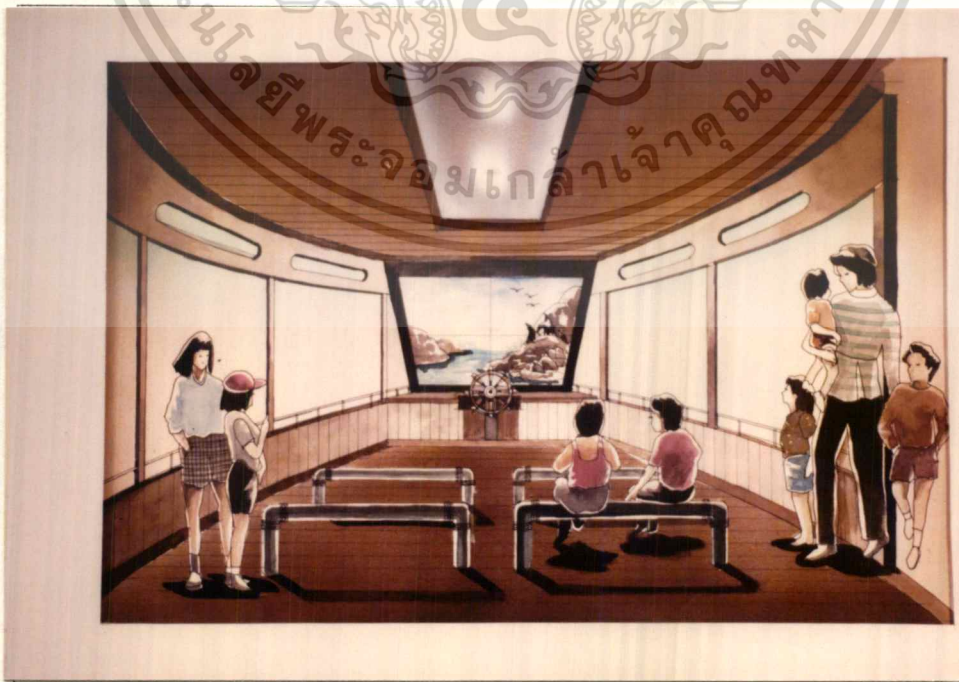
ภาพแสดง ทัศนียภาพส่วนชีวิตบนบก



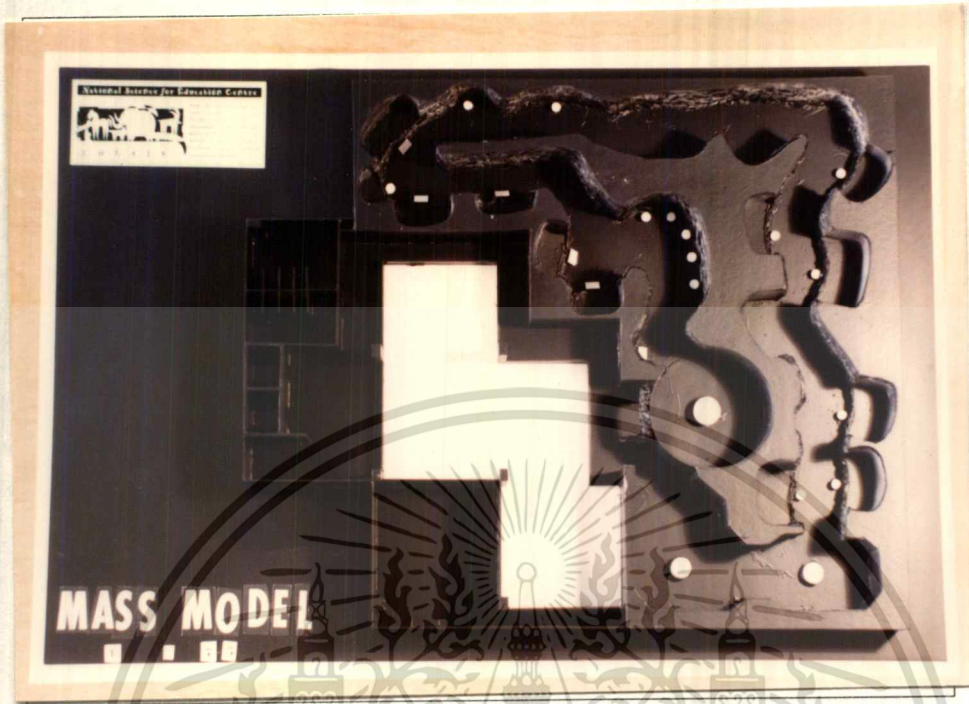
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงในลักษณะใดๆทั้งสิ้น หากพบการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ภาพแสดง ทัศนียภาพส่วนเรื่องราวเฉพาะของสิ่งมีชีวิต



ภาพแสดง ทัศนียภาพส่วนชีวิตได้นำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิ**ภาพแสดง ทัศนียภาพส่วนชีวิตได้นำ**ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดง หุ่นจำลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง **ภาพแสดง หุ่นจำลอง** ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาคผนวก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## มหายุคพาลีโอโซอิก

### ยุคแคมเบรียน (550-570 ล้านปี)

โลกของเราเต็มไปด้วยภูเขาไฟที่กำลังคุกรุ่น และกำลังระเบิด ในทะเลเริ่มเกิดแมงกะพรุน หอยแมงดาทะเล และตัวไทรโลไบท์

### ยุคดีโวเนียน (405 ล้านปี)

โลกยังเต็มไปด้วยภูเขาไฟเป็นบริเวณกว้างมากบรรยากาศเริ่มเย็นลง และผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงแบ่งแยก เกิดทะเลทราย มีสัตว์จำพวกปลาในทะเลเกิดขึ้น มีปลาที่มีปอด ประการัง รวมทั้งเกิดสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ

### ยุคคาร์บอนิเฟอรัส (300-310 ล้านปี)

ภูเขาไฟยังคงระเบิด อากาศเริ่มอบอุ่นและมีฝนตก เกิดป่าไม้ ป่าพรุนขนาดใหญ่ ในยุคนี้เกิดสัตว์เลื้อยคลานโบราณที่กินเนื้อสัตว์เป็นอาหาร ปลา ทะเล หอย ประการัง และยังคงพบไทรโลไบท์

### ยุคเพอเมียน (260-280 ล้านปี)

เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย อากาศอบอุ่นขึ้น เกิดทะเลทราย และแผ่นดินแห้งแล้งแผ่ไปทั่ว เกิดสัตว์เลื้อยคลานที่กินพืช ปลาน้ำจืด แมลง หอย ในยุคนี้ไทรโลไบท์สูญพันธุ์ไป

หลังจากที่สิ้นสุด มหายุค มาลีโอโซอิก แล้วจึงเริ่มเข้าสู่ในยุคช่วงมหายุคเมโสโซอิก ซึ่งในมหายุคนี้ได้แบ่งออกเป็นยุคต่างๆ ดังนี้

## มหายุคเมโสโซอิก

### ยุคไทรแอสสิก (225-230 ล้านปี)

เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย น้ำทะเลท่วมโลกครั้งยิ่งใหญ่ เกิดทะเลทรายอย่างต่อเนื่องอากาศเริ่มผันแปรสุดฤดูกาล มีฤดูแล้งและฤดูฝน เกิดสัตว์เลื้อยคลานบินได้ สัตว์กึ่งปลากึ่งสัตว์เลื้อยคลาน สัตว์เลื้อยคลานที่อาศัยในน้ำจืด เกิดไดโนเสาร์ยุคแรก

### ยุคจูรสสิก (180 ล้านปี)

เปลือกโลกยังคงเปลี่ยนแปลงอากาศอบอุ่นขึ้นเริ่มเกิดป่าพรุและแอ่งน้ำจืดขนาดใหญ่ เกิดไดโนเสาร์มากมายหลายชนิด

### ยุคครีตาเชียส (130-155 ล้านปี)

เปลือกโลกยังคงมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยโลกเริ่มเย็นลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งสิ้นสุดยุคนี้ เกิดแอ่งน้ำเค็ม เริ่มมีพืชมีดอกเกิดขึ้นเป็นครั้งแรกเกิดไดโนเสาร์ปากเปิด สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีสายรก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีถุงใส่ลูกอ่อนหน้าท้องมีงู สัตว์เลื้อยคลาน ขนาดเล็กลง สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ ปลา หอย ปะการัง เมื่อสิ้นสุดยุคนี้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์จนหมดสิ้น

จากมหายุค เมโสโซอิกเมื่อไดโนเสาร์ได้สูญพันธุ์ไปแล้วโลกก็เข้าสู่มหายุคซีโนโซอิก

### ยุคเซนโนโซอิก

โลกอบอุ่นขึ้นในตอนท้าย ๆ ของยุค แต่แล้วกลับเย็นอย่างกระทันหันเข้าสู่ยุคน้ำแข็งอันยาวนานเกิดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ เช่น ช้างแมมมอธ, ลิงใหญ่ คนกึ่งลิง เสือเขี้ยวยาว แรดขนฟู เมื่อสิ้นยุคนี้ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่สูญพันธุ์ไป

จะเห็นว่าโลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ในแต่ละยุคแต่ละสมัยสัตว์ดิग्ดำบรรพ์ที่ถือกำเนิดขึ้นก็ต้องปรับตัวเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตและดำรงเผ่าพันธุ์เอาไว้ให้ได้ สัตว์ชนิดใดไม่สามารถปรับตัวทันต่อความเปลี่ยนแปลงของโลกก็สูญพันธุ์ไป ส่วนสัตว์ชนิดใดมีความสามารถปรับตัวได้ก็มีชีวิตรอดผ่านแต่ละยุคมาจนถึงปัจจุบันนี้ได้

ตารางแสดงการแบ่งยุคก่อนประวัติศาสตร์

มหายุค (ERA)	ยุค (PERIOD)	PERIOD	เริ่มเมื่อกี่ปีมาแล้ว
ซีโนโซอิก	ควอเตอนารี	ยุคหลัง (RECENT) เพลอสโตซีน	กินเวลา 11,000 ปี 2 ล้านปี
	เทอเทียร์	พาลีโอซีน ไมโอซีน โอลิโกซีน อีโอซีน พาลีโอซีน	10-11 ล้านปี 25-27 ล้านปี 36-38 ล้านปี 55-58 ล้านปี 65-70 ล้านปี
เมโสโซอิก	ครีเทเชียส		130-135 ล้านปี
	จูเรสสิก		180 ล้านปี
	ไทรแอสสิก		225-230 ล้านปี
พาลีโอโซอิก	เปอร์เมียน		260-280 ล้านปี
	คาร์บอนิฟอรัส		300-310 ล้านปี
	เพนซิลวาเนียน		
	พิสซัสซิบเนียน		340-345 ล้านปี
	ดีโวเนียน		405 ล้านปี
	ซิลูเรียน		425-435 ล้านปี
	ออโดวิเชียน		480-500 ล้านปี
	แคมเบียน		550-570 ล้านปี
ก่อนยุคแคมเบียน (ฟรี-แคมเบียน)			1500-3490 ล้านปี (จากตัวอย่างที่วัดอายุได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### สิ่งมีชีวิตที่สูญสิ้นไปจากโลก

การสูญพันธุ์เป็นคำที่หมายถึงการอวสานของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ทฤษฎีที่นิยมใช้อธิบายการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตคือทฤษฎีที่เรียกว่า 'Natural Selection' ซึ่ง ชาร์ลส์ ดาร์วิน ได้กล่าวไว้ว่า สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถต่อสู้เพื่อความอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจะต้องสูญพันธุ์ไปนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเห็นว่า การสูญพันธุ์ของสัตว์และพืชเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนแปลงไปที่ละน้อย โดยที่สัตว์ต่างๆ ปรับตัวหรือไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้การศึกษาถึงสิ่งมีชีวิตหรือพืชชนิดใดเคยมีชีวิตในโลกจึงต้องศึกษาจากซากดึกดำบรรพ์หรือฟอสซิล

#### ยุคและวิวัฒนาการของไดโนเสาร์

ไดโนเสาร์มีวิวัฒนาการมาจากสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็กจนกลายเป็นสัตว์เลื้อยคลานที่มีขนาดใหญ่โตที่สุด ยุคของสัตว์ประเภทนี้จะอยู่ในช่วงปลายยุคไทรแอสสิก ไดโนเสาร์ถือว่าเป็นสัตว์สี่เท้าที่อาศัยอยู่บนบกที่สำคัญที่สุดจนถึงปลายมหายุคเมโสโซอิก

ไดโนเสาร์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. กลุ่มออกนิธิสเซีย ซึ่งมีลักษณะของตะโพกคล้ายนก ซึ่งในกลุ่มนี้ได้แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มย่อยคือ

1. ออโรโรพอด
2. แองคีโลเสาร์
3. สเตโกเสาร์
4. เซอราทอปเซียน

2. กลุ่มซอร์สเซียเป็นไดโนเสาร์ที่มีลักษณะของตะโพกคล้ายกับพวกจิ้งจกในปัจจุบัน

ในกลุ่มของ ซอร์สเซียยังแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1. พวก ซอโรพอด คือ ไดโนเสาร์พวกกินพืช
2. พวก เทโรพอด คือ ไดโนเสาร์พวกกินเนื้อสัตว์



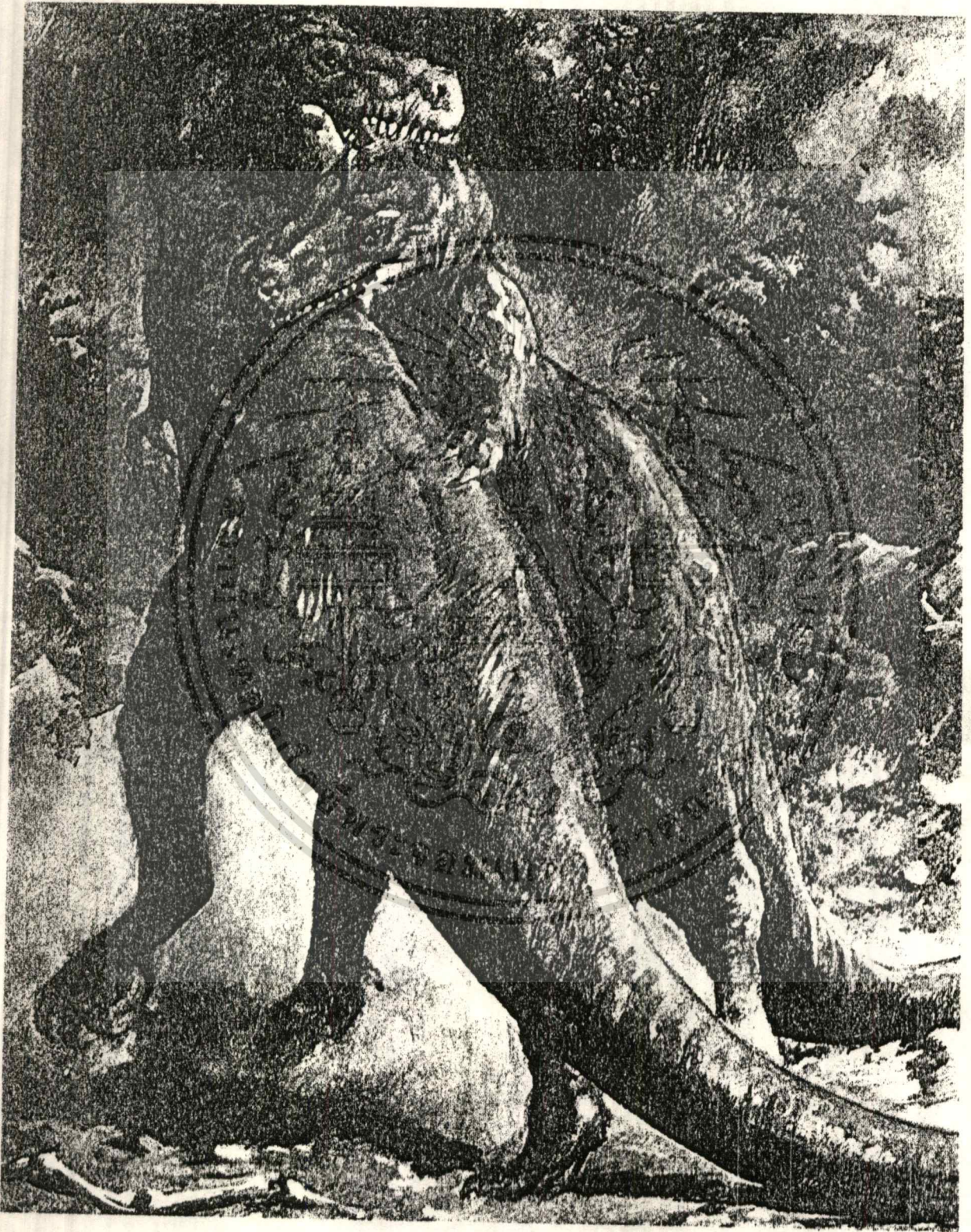
### การสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์

ไดโนเสาร์มีชีวิตที่พัฒนาและเจริญเติบโตมาจนถึงในปลายยุคครีเทเชียส เมื่อประมาณ 65 ล้านปีที่ผ่านมาไดโนเสาร์จึงได้สูญพันธุ์ไปโดยสาเหตุการสูญพันธุ์มีด้วยกันหลายๆ สาเหตุ เช่น มีทฤษฎีสันนิษฐานกันว่า อุกาบาต ได้พุ่งชนโลกอย่างแรงอาทิตยเป็นเวลานาน ทำให้แสงไม่สามารถส่องลงมาบนพื้นโลกได้ ก่อให้เกิดความหนาวเย็น หินเหลวภายในโลกเกิดการเคลื่อนไหวทำให้เปลือกโลกเคลื่อนที่ สภาวะอากาศเปลี่ยนแปลง ทำให้พืชสังเคราะห์แสงไม่ได้ทำให้ไดโนเสาร์ที่กินพืชขาดแคลนอาหารส่วนไดโนเสาร์ที่กินเนื้อกินกันเองจนตายหมด จากสาเหตุดังกล่าวจึงทำให้ไดโนเสาร์สูญพันธุ์ไปจากโลกนี้

จากข้อสันนิษฐานต่างๆ สามารถสรุปทฤษฎีเกี่ยวกับการสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์ออกเป็น 4 ทฤษฎี คือ

1. ทฤษฎีแรงปะทะจากอุกาบาตขนาดใหญ่
2. ทฤษฎีเกี่ยวกับความหิวโหย
3. ทฤษฎีเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของภูมิอากาศ
4. ทฤษฎีโรคติดต่อและตัวเบียนและไวรัสบางชนิด

## การสูญพันธุ์ของไดโนเสาร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การค้นพบฟอสซิล หรือโครงกระดูกของสัตว์ดึกดำบรรพ์นั้นเกิดจากคุณสมบัติของมนุษย์ที่มีมันสมองอันชาญฉลาดเป็นพิเศษที่ชอบการศึกษาค้นคว้าและวิจัยตลอดเวลาเป็นเหตุให้มนุษย์หันกลับไปศึกษาเรื่องราวในอดีต เช่น ศาสตราจารย์ ริชาร์ด โอเวน ได้ค้นพบฟอสซิลชนิดหนึ่งซึ่งได้ตั้งชื่อว่า ไดโนเสาร์ ซึ่งเป็นชื่อที่มีความหมายว่า กิ้งก่ายักษ์ ซึ่งถือว่าเป็นจุดกำเนิดของการค้นพบและเรียกฟอสซิลนั้นว่าเป็นสัตว์ประเภทไดโนเสาร์

### การค้นพบไดโนเสาร์ในประเทศไทย

ดินแดนทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นดินแดนส่วนหนึ่งซึ่งในสมัยตอนปลายของยุคจูราสสิกหรือเมื่อประมาณ 200 ล้านปีที่ผ่านมาเคยเป็นแหล่งที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยหนองบึง ทะเลทรายต้นไม้ขนาดใหญ่จึงเป็นที่เหมาะแก่การอยู่อาศัยของไดโนเสาร์ การค้นพบกระดูกท่อนขาของไดโนเสาร์ชนิด คามราชอร์ส ซึ่งต่อมาก็มียุคค้นพบซากของซึ่งโครงกระดูกพบของไดโนเสาร์เพิ่มมากขึ้น

### แหล่งค้นพบไดโนเสาร์ในประเทศไทย

จากการค้นพบซากโครงกระดูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจังหวัดที่ขุดพบซากไดโนเสาร์คือ จ.ขอนแก่น จ.นครราชสีมา จ.กาฬสินธุ์ และจ.สกลนคร

ไดโนเสาร์พันธุ์คาร์โนซอร์ พบรอยเท้าที่ภูหลวง จ.เลย และที่ภูเวียง จ.ขอนแก่น พบกระดูกและฟันที่ภูเวียง และพบรอยเท้าที่เขาใหญ่ จ.นครราชสีมา

ไดโนเสาร์ คอมพ์ซอกกนาซัส พบกระดูกเล็ก ๆ 2 ชั้นที่ภูเวียง จ.ขอนแก่น

ไดโนเสาร์ ซีลูโรซอร์ พบรอยเท้าที่ภูเวียงและเขาใหญ่

ไดโนเสาร์ ออนิโรมิโซอร์ พบกระดูกและฟันที่ภูเวียง จ.ขอนแก่น นอกจากนี้ยังพบไดโนเสาร์กินพืชขนาดใหญ่หลายชนิดที่ จ.กาฬสินธุ์ และ จ.สกลนคร

ไดโนเสาร์ที่พบในเมืองไทยที่ได้รับการยืนยันชนิดและสกุล แล้วมี 2 พันธุ์คือ

### ไซแอมโมซอร์ส สุธีธรณี (SIAMOSAURUS SUTEETHORNI)

เป็นไดโนเสาร์เทอร์โรพอด ซึ่งพบซากฟันโดยคุณวราวุธ สุธีธรผู้เชี่ยวชาญการค้นหาไดโนเสาร์ในเมืองไทย โดยค้นพบที่ อ.ภูเวียง ไซแอมโมซอร์ส เป็นไดโนเสาร์กินเนื้อที่มีขนาดเล็กปราดเปรี้ยวว่องไวมีฟันที่แหลมคมมีชีวิตอยู่เมื่อ 150 ล้านปีที่แล้ว ตัวยาวประมาณ 0.45 เมตร น้ำหนักประมาณ 2 กิโลกรัม

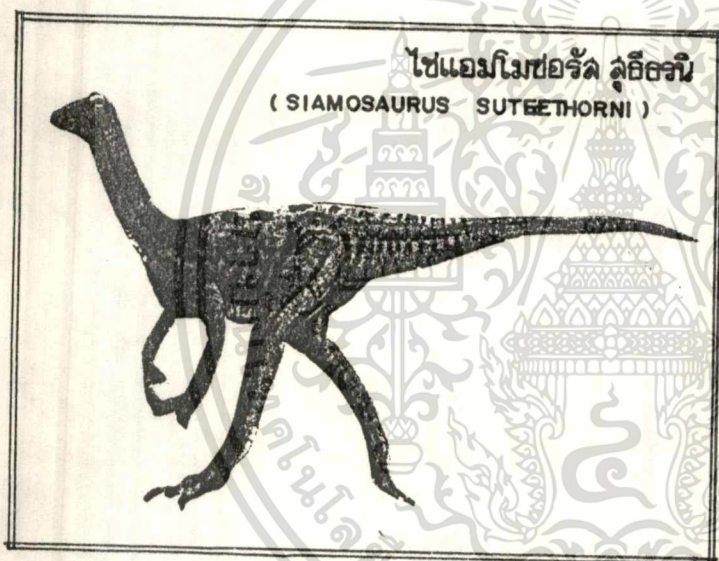
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ซิตตาโครัส สัตยารักกิ (PSITTACOSAURUS SATTAYARAKI)

ไดโนเสาร์ปากบึกแก้ว พบกรมล่างขวา ฟันและกะโหลกด้านบนซ้ายเนื่องจากมีลักษณะแตกต่างไปจากฟอสซิลที่พบในมองโกเลียจึงให้ชื่อเป็นชนิดใหม่ ตามชื่อของคุณนเรศ สัตยารักษ์ ผู้ค้นพบที่จะชัชภูมิ

### ซิตตาโคซอร์ส

เป็นไดโนเสาร์กินพืชที่มีจงอยปากเหมือนนกแก้วมีชีวิตอยู่เมื่อ 144-165 ล้านปีที่ผ่านมามีความยาวประมาณ 2 เมตรมีเขี้ยวบริเวณแก้มไว้ป้องกันศัตรู เดินด้วย 2 ขา จัดว่าเป็นบรรพบุรุษของไดโนเสาร์หุ้มเกราะทั้งหลาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### ชีวิตใต้น้ำ

#### 3.1 อาณาจักรสัตว์ในทะเล

สิ่งมีชีวิตในทะเลหรือในมหาสมุทรสามารถแบ่งเป็นอาณาจักรได้อย่างชัดเจน แต่ละอาณาจักรมีกลุ่มสัตว์ของตนซึ่งต่างก็กินกันเป็นอาหารหรืออาจกินสัตว์อื่น ๆ ส่วนทะเลตอนแรก ซึ่งเป็นบริเวณแผ่นดิน และทะเลจรดกัน เรียกว่า เขตน้ำขึ้นน้ำลง ต่อมาเป็นเขตน้ำตื้นที่อยู่รอบทวีป เรียกว่า ไหล่ทวีป มีความลึกประมาณ 500 ฟุต ในสองเขตนี้จะมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มาก ต่อจากไหล่ทวีปเป็นส่วนของมหาสมุทรลึก ซึ่งแบ่งเป็นสองเขตคือ เขตที่ได้รับแสงสว่างบ้างและเขตที่ได้รับแสงสว่างบ้างและเขตที่มืดสนิทในบริเวณที่มีน้ำในแสงสว่างสามารถส่องลงไปจนถึงระดับความลึก 1,000 ฟุต โดยปกติแล้วเขตที่แสงสว่างส่องถึงจะประมาณ 600 ฟุต ถ้าต่ำกว่าระดับนี้แล้ว จะได้รับแสงสว่างเพียงเล็กน้อยเพื่อให้พืชในทะเลเติบโต ซึ่งพืชเหล่านี้ ได้แก่ พืชเซลล์เดียว แสงแดด พืชเหล่านี้จะกลายเป็นแหล่งอาหารที่ใหญ่ที่สุดสำหรับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในมหาสมุทร

การจำแนก และการศึกษาสัตว์ที่มีชีวิตที่ทุกรูปแบบ ซึ่งอาศัยอยู่บนโลกหรือได้ อาศัยอยู่มานานแล้ว โดยจำแนกตามลักษณะโครงสร้างพื้นฐานเป็นกลุ่มต่างๆ ที่เรียกว่า ไฟลัม สัตว์บางชนิดในไฟลัมหนึ่ง อาจมีวิวัฒนาการที่แตกต่างจากชนิดอื่นๆ ในไฟลัมเดียวกัน จึงเป็นการยากที่จะเข้าใจได้ว่ามันเกี่ยวข้องกัน

การแบ่งกลุ่มตามไฟลัมของสัตว์ในทะเล

#### 1. ไฟลัม แอนเนลิดา (ANNELIDA)

พวกหนอนมีปล้อง

ในไฟลัมของสัตว์เกือบครึ่ง เป็นจำพวกหนอน และไฟลัมของหนอนในทะเลที่สำคัญเป็นพวกแอนเนลิด ซึ่งมีลักษณะรูปร่างเป็นท่อนกลวง ประกอบด้วยปล้องขนาดเล็ก แอนเนลิดหลายพันธุ์ อาศัยอยู่ในมหาสมุทรเกือบทุกเขตตั้งแต่ชายหาดไปจนถึงท้องทะเลลึก

#### 2. ไฟลัม พอริเฟอรา (PORIFERA)

พวกฟองน้ำ

ฟองน้ำเป็นสัตว์ที่เคลื่อนไหวอย่างช้าๆ โครงร่างของฟองน้ำประกอบด้วยรูขนาดเล็กที่เชื่อมต่อกันได้ ภายในช่องทางเหล่านี้มีเส้นพัดโบกให้กระแสน้ำผ่านเข้าตัว เวลาที่น้ำผ่านเข้าจะเปิดช่องขนาดเล็ก ฟองน้ำผ่านออกจะเปิดช่องขนาดใหญ่ ฟองน้ำมีวิธีการกินอาหารแบบกรองเอาอาหารเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ไฟลัม ซีเลนเตอรตา (COELENTERATA)

ดอกไม้ทะเล ปะการัง และแมงกะพรุน

ไฟลัมของสัตว์ที่มีรูปร่างมากแบบกว่าซีเลนเตอรตามีไม่กี่ไฟลัมซึ่งในไฟลัมนี้ได้แก่ พวก แมงกะพรุน ปะการัง และดอกไม้ทะเล รูปร่างของพวกนี้จะสร้างขึ้นล้อมรอบท่อกวาง โดยมีหนวดอยู่รอบ ๆ ปากช่องว่างกลางลำตัวเรียกว่า “ซีเลนเตอรอน”

### 4. ไฟลัม อาร์โทรโปดา (ARTHROPODA)

ปู กุ้ง และ เพรียง

สีในห้าของสัตว์ทั้งหลายเป็นพวกอาร์โทรพอดซึ่งอาศัยอยู่ในทะเลมากกว่า 35,000 ชนิด พวกนี้มีเปลือกหุ้มร่างกายเมื่อเติบโตโตก็จะลอกคราบออกลำตัว แบ่งเป็นปล้อง

### 5. ไฟลัม มอลลัสกา (MOLLUSCA)

หอยกาบ หอยนางรม ปลาหมึก

ในไฟลัมนี้จะมีลักษณะของลำตัวที่นิ่มอยู่ภายในเปลือกแข็งสัตว์ประเภทนี้มีเท้าที่เป็นกล้ามเนื้อใช้สำหรับเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ แต่สำหรับปลาหมึกสายที่มีหนวดแปดสายเป็นเท้า

### 6. ไฟลัม เอไคโนเดิร์มาตา (ECHINODERMATA)

ปลาดาว และเม่นทะเล

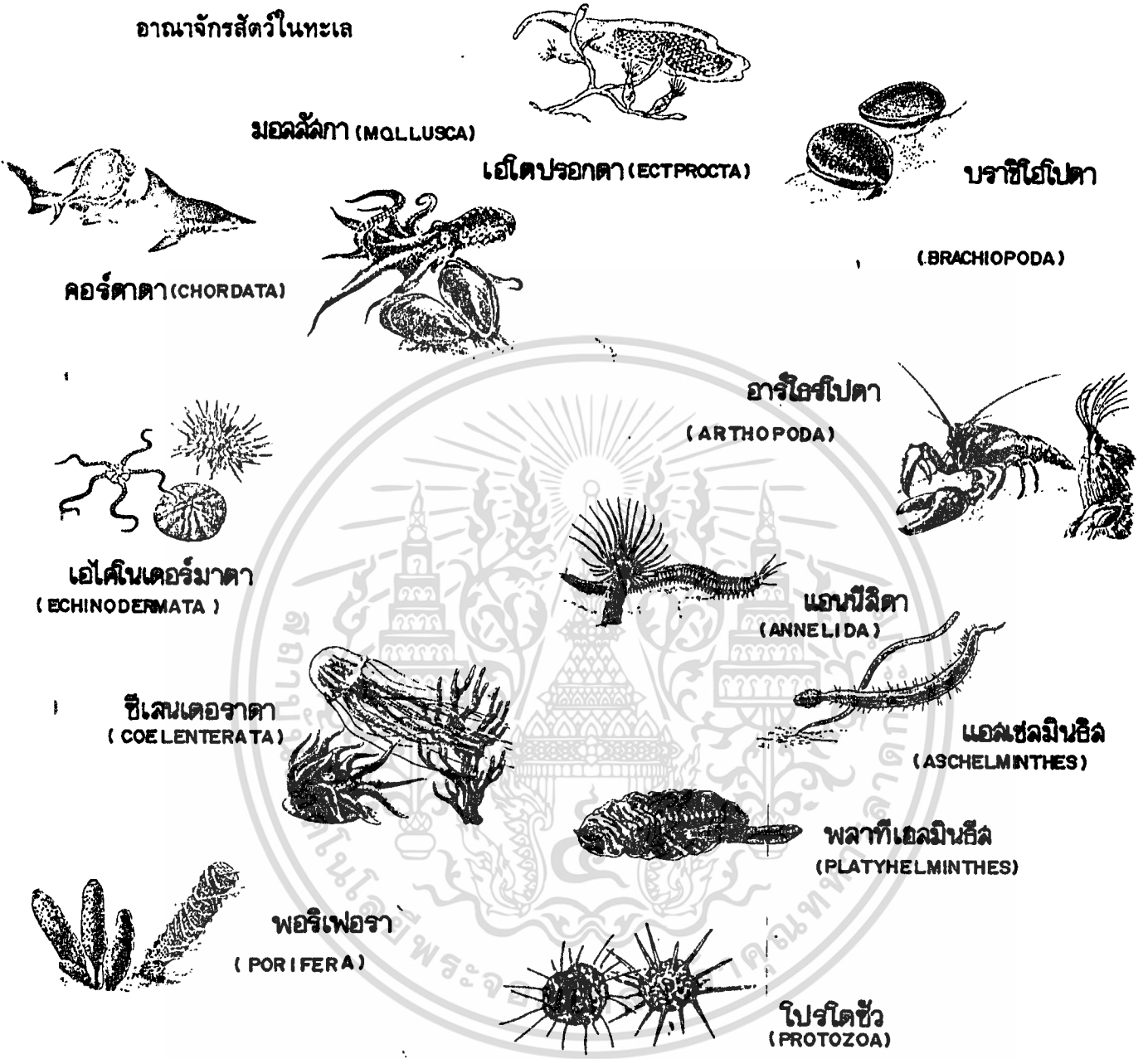
สัตว์ในไฟลัมนี้ได้แก่ปลาดาวและเม่นทะเลซึ่งลักษณะของโครงสร้างคล้ายซึ่งลอร์ดจะมีโครงร่างภายในแข็งเป็นหินปูนชิ้นเล็ก ๆ ติดอยู่ทั่วผิวจึงเรียกว่า “เอไคโนเดิร์ม” (ผิวผนังที่เป็นหนาม)

### 7. ไฟลัม คอร์ดาคตา (CHORDATA)

ปลา และสัตว์น้ำที่เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

พอก คอร์ดาคตาเป็นกลุ่มที่ครองทะเล มีลักษณะต่างจากสัตว์อื่น ๆ ตรงที่มีโครงสร้างเป็นแกนอยู่ในร่างกาย สำหรับสัตว์โบราณนั้นอาจเป็นเพียงท่อนกลมหุ้มด้วยเนื้อเยื่อที่ยืดหยุ่นได้ ส่วนพวกปลาจะเป็นกระดูกที่ตัวเชื่อมกันเรียกว่ากระดูกสันหลังซึ่งจะมีกล้ามเนื้ออันแข็งแรงมายึดติดควบคุมโดยระบบประสาทอันซับซ้อนทำให้เกิดพลังกำลัง จึงทำให้พวกคอร์ดาคตาเป็นเจ้าทะเล

อาณาจักรสัตว์ในทะเล



ทะเลเป็นแหล่งที่สิ่งมีชีวิตกำเนิดมาเป็นครั้งแรก และเกี่ยวข้องกับกลุ่มของสัตว์ที่สำคัญ ตั้งแต่โปรโตซัวจนถึงสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

สัตว์ที่มีชีวิตอยู่อาจแบ่งเป็นกลุ่มได้ 26 ไฟลัม และปรากฏว่าสมาชิกทั้งหลายของไฟลัมที่สำคัญเกิดขึ้นในทะเล จากภาพข้างบนที่แสดงไว้ 12 ไฟลัม ใน 11 ไฟลัมมีความสำคัญมากที่สุด ไฟลัมที่ 12 เป็นพวกโปรโตซัว สัตว์เซลล์เดียวที่ยังล้าหลัง ซึ่งเป็นการสนับสนุนความเชื่อที่ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหลายเริ่มจากทะเล เนื่องจากมีโปรโตซัวบางชนิดที่มีลักษณะคล้ายพืชบางชนิดซึ่งกินอาหารคล้าย

เอกสัตว์ เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 ชีวิตใต้ทะเลลึก

ทะเลลึกเป็นสภาพการดำรงชีวิตใต้ท้องทะเลซึ่งมีทั้งส่วนที่แสงแดดส่องถึงและส่องไม่ถึง ในสภาพท้องทะเลลึกจะมีอาหารเพียงเล็กน้อย วิธีชีวิตบริเวณใต้ทะเลลึกจะเชิงซ้อนมากกว่าบริเวณพื้นผิว ในส่วนบริเวณร่องลึกบาดาล ซึ่งมีความลึก 27,400 ฟุต จะเป็นระดับลึกที่สุดที่พบปลา และจะมีเพียงสัตว์ที่คล้ายปลาดาวหนอน และสัตว์จำพวกเปลือกแข็งอาศัยอยู่เท่านั้น ปลาที่พบในทะเลลึก (ส่วนใหญ่เป็นปลาที่ใช้ชื่อทางวิทยาศาสตร์)

1. ปลาสเตอร์นอยทิกซ์ ไดอาฟานา ขนาด 2 นิ้ว
2. ปลาไคเรมีส อาร์เจนทอส ขนาด 2 นิ้ว
3. ตัวอ่อนของปลาไหลทะเล ขนาด 4 นิ้ว
4. ปลาแฮกเซต ขนาด 1 นิ้ว
5. ปลาแลมโปรทอกซัส ขนาด 8 นิ้ว
6. ปลาพลาคิเบอร์ก ขนาด 3 นิ้ว
7. ปลาหอนไก่ ขนาด 15 ฟุต
8. ปลางูพิษ ขนาด 12 นิ้ว
9. กุ้งทะเลลึก ขนาด 4 นิ้ว
10. ปลาโคมไฟ ขนาด 3 นิ้ว
11. ปลาไหลปากนก ขนาด 2 ฟุต
12. ปลาซิเอสโมควอน นิเกอร์ ขนาด 2 นิ้ว
13. ปลาโอปิสพรวกตัส โซลิอาคัส ขนาด 1 นิ้ว
14. ปลาเมลาโนซิตัส จอห์นสันนี ขนาด 2 นิ้ว

### 3.3 ชีวิตในแนวปะการัง

ลึกลงไปใต้น้ำแห่งท้องทะเลแถบเขตร้อนของโลกนั้นธรรมชาติได้สร้างสายใยแห่งชีวิตที่เป็นที่พึ่งพาระหว่างกันของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ชีวิตเล็ก ๆ ไปจนถึงชีวิตที่ใหญ่ที่สุดของท้องทะเลชั้นไว้ในลักษณะหนึ่ง ณ บริเวณที่เรียกว่า แนวปะการัง

แนวปะการังเป็นสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในทะเลเนื่องจากธรรมชาติได้สร้างโครงสร้างที่เป็นหินปูนห่อหุ้มตัวอันอ่อนนุ่มของปะการังไว้อีกชั้นหนึ่ง ซึ่งโครงสร้างที่เป็นหินปูนนี้เกิดจากชีวิตเล็กๆ ของปะการังได้สร้างขึ้นมาและแผ่ขยายออกไปเป็นกิ่งก้านสาขาด้วยรูปทรงแปลกๆ ต่างๆ กันให้เป็นแนวปะการังอยู่ใต้ท้องทะเล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุมชนของสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังมีก๊าซในโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สำคัญก๊าซในโตรเจนในแนวปะการังนั้นส่วนหนึ่งผลิตขึ้นโดยสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว ซึ่งทำหน้าที่ผลิตก๊าซในโตรเจนและความอุดมสมบูรณ์ให้ชุมชนของสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง

ระบบการสร้างและถ่ายทอดอาหารในแนวปะการังเริ่มจากมวลชีวิตเล็กๆ ได้แก่ สาหร่าย และแพลงตอนเป็นผู้สร้างธาตุอาหารจากพลังงานแสงอาทิตย์และจากธาตุอาหารในน้ำทะเล แล้วสาหร่าย และ แพลงตอนก็จะเป็นอาหารให้กับสัตว์ทะเล เล็ก ๆ ได้แก่ พวกหนอนทะเล ทากทะเล เม่นทะเล กุ้ง หอย และปลา จากนั้นสัตว์ทั้งหลายก็ไปเป็นอาหารให้กับสัตว์ที่ใหญ่กว่าขึ้นไป เช่น ปลาหมึก กุ้งมังกร และปลาขนาดใหญ่ ซึ่งธาตุอาหารก็จะถ่ายทอดไปถึงผู้บริโภคขั้นสุดท้าย

### สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแนวปะการัง

1. สาหร่ายเซลล์เดียว มีความสำคัญต่อชีวิตในแนวปะการังอื่นๆ เพราะทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตเบื้องต้นด้วยการสังเคราะห์แสงจากพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อผลิตธาตุอาหารขั้นต้นในระบบนิเวศน์ของปะการังจากนั้น สาหร่ายก็จะเป็นอาหารแก่สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ได้แก่ ตัวปะการัง และแพลงตอน

2. หญ้าทะเล เจริญเติบโตได้ดีในแนวปะการังที่ราบเรียบ และบริเวณชายฝั่งทะเล ส่วนรากของหญ้าทะเลเกาะยึดตะกอนหน้าดินเข้าด้วยกัน จึงช่วยในการป้องกันการกัดเซาะหน้าดิน และเป็นผู้ผลิตอาหารเบื้องต้นจากพลังงานแสงอาทิตย์แล้วเป็นอาหารให้กับเต่าทะเลและปลาบางชนิด

3. ฟองน้ำ เป็นสัตว์เก้าหลายเซลล์ มีขนาดต่างๆกัน ทั้งลักษณะและรูปร่างสีสัน บางชนิดเป็นรูปถ้วยบางชนิดเป็นก้อน บางชนิดเป็นแผ่นบางๆ และบางชนิดมีสีสันสดสวย งดงามมาก ฟองน้ำทำหน้าที่ผลิตสารที่มีคุณค่าให้แก่เพรียง หญ้าทะเล และสัตว์น้ำอื่นและฟองน้ำบางชนิดยังเป็นอาหารของมนุษย์ด้วย

4. ปะการังอ่อน ปะการังชนิดนี้ไม่สร้างโครงหินปูนห่อหุ้มตัว แต่จะสร้างโครงหินปูนภายในตัวของมันเองที่สามารถสลายตัวไปไปตามกระแสก็ได้ จึงเรียกว่าปะการังอ่อน โครงสร้างแข็งแรงภายในตัวปะการัง ชนิดอ่อนนี้ มีลักษณะเป็นแท่งเรียวยาวเหมือนเขาสัตว์ ซึ่งสามารถโค้งงอได้ ปะการังอ่อนนี้มีสีส้มหลากหลายสวยงามที่เติบโตทั้งเป็นต้นเป็นกอและเป็นแผ่น

5. กัลปังหา เป็นปะการังที่มีหลายสี รูปทรงของกัลปังหาเรียวยาว และมีกิ่งก้านสาขาแผ่คล้ายต้นไม้กิ่งก้านหนึ่ง ๆ ของกัลปังหาอาจมีความยาวตั้งแต่ 2-3 นิ้ว ไปจนถึงความยาวเป็นเมตรกัลปังหาแต่ละกิ่งก้านนั้นเกิดจากการสร้างของปะการังที่อาศัยอยู่โดยรอบแทนที่มันสร้างขึ้น

6. ดอกไม้ทะเล เป็นสัตว์กลุ่มเดียวกับปะการังมีรูปร่างทรงกระบอกเช่นเดียวกัน ด้านล่างเป็นฐานยึดติดกับก้อนหิน มีหนวดอยู่ด้านบน มีปากที่แผ่บานออกคล้ายดอกไม้ ที่หนวดมีเข็มพิษสำหรับจับปลาเล็ก ๆ กินเป็นอาหาร สีสันของดอกไม้ทะเลมีตั้งแต่ ม่วง ชมพู เขียว น้ำเงิน แต่แม้ดอกไม้ทะเลจะมีหนวดที่มีเข็มพิษคอยทำร้ายปลาเล็ก ๆ แต่ก็มีปลาชนิดหนึ่งที่อาศัยอยู่ได้ในตงดอกไม้ทะเล เรียกว่า ปลาการ์ตูน ซึ่งนอกจากจะมีสีสวยงามแล้ว ยังมีเมือกกันพิษจากดอกไม้ทะเลหุ้มตัวมันอยู่ ทำให้มันไม่ได้รับอันตรายจากดอกไม้ทะเล

7. หนอนทะเล มีหนอนทะเลหลายชนิดอาศัยอยู่ในแนวปะการัง บางชนิดมีขนาดเล็ก อาศัยอยู่ในรอยแตกหรือซอกของหิน และแนวปะการังมีรูปร่างสีสันสวยงามมาก หนอนทะเลเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดการแตกสลายของปะการัง โดยการจุดโพรงเป็นที่อยู่อาศัยเศษหินที่จุดออกมา ก็จะกลายเป็นเศษหินหรือทราย

#### 8. สัตว์อื่นๆ ที่อาศัยในแนวปะการัง

8.1 หอย มีหอยมากมายหลายชนิดที่อาศัยอยู่ในแนวปะการัง ได้แก่ หอยเบี้ย หอยสังข์ หอยนางรม หอยมือเสือ หอยเต้าปูง และหอยสังข์แตร หอยสังข์แตรนี้มีความสำคัญต่อปะการังสูงมาก เพราะหอยสังข์แตรจะเป็นหอยที่กินปลาตัวมวงกฏหนาม ซึ่งเป็นศัตรูของปะการัง

8.2 หมึกทะเล เป็นหอยชนิดที่ไม่มีเปลือกมีลำตัวอ่อนนุ่ม มีหนวดสำหรับจับเหยื่อ ได้แก่ กุ้ง ปู ปลา เป็นอาหาร หมึกทะเลจะพ่นหมึกสีดำจากตัวในเวลาที่จะหนีศัตรูหมึกทะเลมี 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ หมึกยักษ์ และหมึกธรรมดา ซึ่งได้แก่ หมึกกล้วย หมึกกระดอง

8.3 กุ้งและปู กุ้งและปู ที่จะอาศัยอยู่ในแนวปะการังมีอยู่มากมายหลายชนิด เช่น

- ปูปะการัง มีกระดองกว้างถึง 6 นิ้ว กระดองมีสีแดง สลับเหลืองอ่อนและสีขาว ปูปะการังเป็นปูที่มีก้ามแข็งแรงมาก ซึ่งก้ามนี้คืออาวุธที่ปูปะการังใช้ในการจับเหยื่อ และฉีกก่อนกินเป็นอาหาร

- กุ้งพยาบาล มีสีของลำตัวเป็นสีแดงสลับขาว กินอาหารด้วยการกินตัวพยาธิที่เกาะอยู่ตามผิวหนังของปลาที่อาศัยอยู่ในแนวปะการัง จึงทำให้เรียกว่ากุ้งพยาบาล

- **กุ้งมังกร** เป็นกุ้งขนาดใหญ่ ที่มีความยาวถึง 2 ฟุต และมีน้ำหนักในขนาดที่โตเต็มที่เกือบถึง 12 กิโลกรัมตัวของกุ้งมังกรมีสีน้ำเงิน หัวใหญ่ มีหนาม และมีหนวดอยู่ 2 เส้น หนวดมีความยาวมากกุ้งมังกรกินหนอนทะเล ทากทะเล และปูเป็นอาหาร ปัจจุบันกุ้งมังกร เป็นที่นิยมบริโภค กุ้งมังกรตัวหนึ่ง ๆ จึงถูกจับขึ้นมาจากท้องทะเลด้วยน้ำหนักเพียง 1-2 กิโลกรัม ทำให้กุ้งมังกรค่อย ๆ สูญพันธุ์ไปจากทะเลอย่างรวดเร็ว

**8.4 ปลาต่างๆ** ปลาที่อาศัยอยู่ในแนวปะการังมีทั้งปลาที่เป็นอาหารและปลาประเภทสวยงาม ได้แก่ ปลาสิงโต ปลาหกแก้ว ปลาการ์ตูน และปลาผีเสื้อโดยเฉพาะปลากะรัง หรือปลาเก๋า ปลาชนิดนี้เมื่อโตเต็มที่จะมีลำตัวใหญ่มาก มีความยาวถึง 2 เมตร

ปลานกแก้ว นอกจากจะเก็บปลาสวยงามแล้วมันยังมีปากและขากรรไกรที่แข็งแรงคล้ายนกแก้วมีฟันหลายแถว กินสาหร่ายและปะการังเป็นอาหารปะการังที่มันกินนั้นปลานกแก้วจะกัดทั้งก้อนปะการังและจะย่อยเฉพาะตัวปะการัง ส่วนโครงแข็งของปะการัง นั้น มันจะขับถ่ายคายออกมาเป็นเศษละเอียดให้กลายเป็นเม็ดทรายละเอียด

**8.5 สัตว์ที่มีผิวหนังเป็นปุ่ม** ที่อาศัยทั่วไปในแนวปะการังได้แก่ ปลิงทะเล หอยเม่น และ ดาวทะเล

**หอยเม่น** มีหลายชนิด ลักษณะโดยทั่วไปนั้นมีรูปร่างกลม มีหนามที่ผิวหนังบางชนิดหนามสั้นบางชนิดหนามยาว หอยเม่นมีพบบ่อยทั่วไป จะมีสีดำหนามเปราะแตกได้ง่าย แต่หอยเม่นที่อาศัยอยู่ในแนวปะการังนั้นมีทั้งชนิดหนามสั้น หนามยาว หนามแหลม หนามทู่ และหอยเม่นที่เป็นที่นิยมเก็บมาทำของที่ระลึก ได้แก่ หอยเม่นหนามสั้น และหอยเม่นดินสอ

**ดาวทะเล** มีหลายชนิด หลายสี มีรูปร่างที่แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนลำตัว และส่วนแขนที่แยกออกไปเป็นแฉกคล้ายรัศมีดาว ดาวทะเล ส่วนใหญ่มีรัศมี 5 แฉก บางชนิดอาจมีมากกว่านั้น ดาวทะเลส่วนใหญ่กินหอยเป็นอาหาร แต่มีดาวทะเลชนิดหนึ่งที่กินปะการังเป็นอาหารเรียกว่าดาวมงกุฎหนาม

**ดาวมงกุฎหนาม** หรือที่เรียกว่าปลาดาวหนามนั้นมีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Crown of Thorns Starfish เป็นสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง รูปร่างมีลักษณะเป็นแฉกคล้ายดาว และมีหนามอยู่บนผิวหนังรอบตัว บริเวณใต้แขนที่เป็นแฉกแต่ละแขนจะมีขาเป็นหลอดสั้นเรียงกันเป็นแถว สำหรับใช้จับอาหาร และเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่นี้ของดาวมงกุฎหนามเป็นไปอย่างเชื่องช้า แต่มันมีความสามารถเคลื่อนที่ได้ทุกแนวระดับตามพื้นที่ท้องทะเล ดาวมงกุฎหนามจะกินเนื้อเยื่อของปะการังเป็นอาหาร โดยจะใช้ส่วนของกระเพาะออกมาอยู่บริเวณปาก แล้วปล่อยน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย่อยเพื่อย่อยเนื้อเยื่อของปะการังปะการังที่ถูกกินจะปรากฏเป็นรอยหินปูนสีขาว ต่อมาซากหินปูนนี้ จะถูกปกคลุมด้วยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และโครงหินปูนก็จะผุร่อนแตกหักไปในที่สุด

ปะการังที่ถูกดาวมงกุฎหนามกินมากที่สุด ได้แก่ปะการังเขากวาง และปะการังเห็ด และปะการังที่ไม่ถูกดาวมงกุฎหนามกินเลย ก็คือ ปะการังสีน้ำเงิน

ปลาทุกชนิดในแนวปะการังต่างเป็นส่วนหนึ่งของมันและกันในระบบสายใยของอาหารที่มีความสมดุลย์ในความสัมพันธ์ของผู้ล่าและผู้ถูกล่า ปลาบางชนิด เช่น ปลาผีเสื้อจะเลือกกินเฉพาะในบริเวณแนวปะการัง ซึ่งอาจใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพความสมบูรณ์ของปะการังได้ โดยดูจากจำนวน และความหลากหลายของปลาประเภทนี้ หรือ ปลานกแก้ว ซึ่งจะกินหินปะการังและขับถ่ายเศษสีขาวออกมาให้กลายเป็นตะกอนทราย ในปีหนึ่งๆ ปลานกแก้วที่โตเต็มที่ จะสามารถสร้างทรายให้กับทะเลด้วยการกินและขับถ่ายกากสีขาวของปะการังให้เป็นทรายถึง 500 กิโลกรัม

### ประเภทของแนวปะการัง

แนวปะการังแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

#### 1. แนวปะการังบริเวณชายฝั่ง

เป็นแนวปะการังนำต้นอยู่ใกล้ชายฝั่ง พบเป็น 2 บริเวณ คือ

1.1 ปะการังแนวลาดชัน เป็นแนวปะการังที่อยู่ติดทะเลลึก เป็นบริเวณที่ปะการังเติบโตได้ดีเพราะมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ทั้งระดับความลึกความเค็มและความใสของน้ำทะเล

1.2 แนวปะการังพื้นราบ เป็นบริเวณแนวปะการังที่อยู่ติดกับชายฝั่ง เป็นบริเวณที่มีปะการังเติบโตอยู่ไม่กี่ชนิด เนื่องจากเป็นเขตน้ำตื้น เมื่อเวลาที่น้ำลงปะการังได้รับแสงแดดมากเกินไป และน้ำทะเลบางส่วนระเหยไป ทำให้ความเค็มของน้ำเพิ่มมากขึ้นขณะเดียวกันในเวลาที่ไม่ฝนตก บริเวณนี้ก็จะเป็แหล่งรับน้ำที่ไหลลงมาจากชายฝั่ง ทำให้ความเค็มของน้ำเจือจาง ความไม่คงที่ของน้ำทะเลทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปะการัง

แนวปะการังบริเวณชายฝั่งมักจะพบในบริเวณรอบ ๆ เกาะ ซึ่งโดยทั่วไปการเกิดและเติบโตของแต่ละประเภทของแนวปะการังนั้น ต้องขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและระบบนิเวศที่คล้ายกันซึ่งรวมถึงโครงสร้างทางภูมิศาสตร์นั่นคือชายหาดส่วนใหญ่ต้องเป็นหาดทราย ป่าชายเลนหน้าผาหินหรือแนวระยะทางระหว่างน้ำขึ้นน้ำลง โดยมีความลึกของน้ำ ประมาณ 1 เมตรหรือไม่ลึกกว่า ซึ่งตอนช่วงน้ำลดมากๆ จะเห็นปะการังได้ โดยเฉพาะในบริเวณที่ค่อยๆ ลาดชัน จะพบปะการังแผ่นแบนราบที่มีลักษณะคล้ายหิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวปะการังบริเวณชายฝั่งนี้ปกติจะเจริญเติบโตอยู่ในบริเวณเกาะขนาดเล็ก และ เกาะขนาดกลางส่วนเกาะขนาดใหญ่ หรือพื้นที่ติดกับแผ่นดินนั้น ความเจริญเติบโตของแนวปะการังอาจถูกจำกัดจากน้ำที่ขุ่นและตะกอนดินจกบนบกที่ไหลลงสู่ทะเล

## 2. แนวปะการังแบบกำแพง

แนวปะการังแบบกำแพง มีลักษณะเช่นเดียวกับแนวปะการังบริเวณชายฝั่งต่างกันเพียงว่าแนวปะการังแบบกำแพงนี้จะอยู่ห่างจากชายฝั่งออกมามากกว่า และปกติจะมีร่องน้ำที่ลึกและกว้าง คั่นอยู่ระหว่างแนวปะการังแบบกำแพงกับบริเวณชายฝั่ง ในบริเวณที่เป็นร่องน้ำลึกน้ำก็เป็นที่ๆ มีปะการังเกิดเจริญเติบโตอยู่ด้วยและบริเวณร่องน้ำลึกนี้ ก็คือ บริเวณที่เรือเดินทะเลมักใช้เป็นที่ยอดเรือ เพราะเป็นที่ๆ คลื่นลมสงบเงียบ

## 3. แนวปะการังแบบเกาะ

เป็นแนวปะการังที่อยู่ในแนวหน้าทะเลลึกไกลออกจากฝั่ง บางครั้งมีลักษณะเป็นเกาะเล็กๆ ที่เกิดจากโครงสร้างหินปูนของปะการัง ปะการังแบบนี้ มีลักษณะเป็นรูวงกลมที่ตรงส่วนกลางของวงกลม จะมีทะเลสาบที่มีความลึก เกาะที่เกิดจากโครงสร้างหินปูนของปะการังประเภทนี้จะเป็นเกาะที่ชายหาด ทRAYที่สวยงามและขาวสะอาด เพราะเป็นทรายที่เกิดจากการสลายตัวของโครงสร้างหินปูนของปะการังโดยตรง

**แนวปะการังในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้**

แนวปะการังบริเวณชายฝั่ง เป็นแนวปะการังที่พบมากที่สุดในพื้นที่ทะเลแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งมีมากถึง 30% ของแนวปะการังประเภทนี้ของโลก

บริเวณที่พบทั่วไปก็คือ เกาะขนาดเล็กและขนาดกลาง ซึ่งกระจุกกระจายอยู่ในท้องทะเล

บริเวณเกาะในแถบชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย ส่วนใหญ่จะเป็นเกาะที่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเกิดและเจริญเติบโตของปะการังส่วนบริเวณอ่าวไทยนั้นมิใช่ข้อจำกัดของการเจริญเติบโตของปะการังค่อนข้างสูง

ประเทศไทยเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีแนวปะการังมากที่สุด คือ ประเทศอินโดนีเซียเนื่องจากเป็นประเทศที่มีความยาวของแนวชายฝั่งทะเล รวมกันถึง 81,000 กิโลเมตร ปะการังส่วนใหญ่พบในบริเวณชายฝั่งทางใต้และหมู่เกาะทางตะวันออก

ประเทศฟิลิปปินส์ เป็นอีกประเทศหนึ่งที่มีความอุดมสมบูรณ์ของแนวปะการัง เนื่องจากมีชายฝั่งทะเลที่ยาวรวมกันถึง 18,000 กิโลเมตร และจะพบแนวปะการังทั่วไปตามแนวชายฝั่งของเกาะต่างๆ

### แนวปะการังที่พบในประเทศไทย

แนวปะการังที่พบในประเทศไทย มีดังนี้

#### 1. แนวปะการังบริเวณชายฝั่งตะวันตก (ฝั่งทะเลอันดามัน)

- 1.1 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบบริเวณอ่าวประจวบ อ่าวมะนาว เกาะจาน เกาะทะลุ
- 1.2 จังหวัดชุมพร พบบริเวณเกาะเต่า เกาะนางยวน และหมู่เกาะขนาดเล็ก
- 1.3 จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบบริเวณหมู่เกาะอ่างทอง เกาะพังัน เกาะสมุย

และเกาะแตน

#### 1.4 จังหวัด หมู่เกาะสุรินทร์ เกาะตาชัย และหมู่เกาะสิมิลัน

1.5 จังหวัดภูเก็ต พบแนวปะการังทางด้านฝั่งตะวันตกของเกาะ ได้แก่ หาดในยาง อ่าวบางเทาหาดกมลา อ่าวป่าตองหาดกะตะ-กะรน หาดในหาดเกาะไม้ท่อน เกาะราชา ฯลฯ

1.6 จังหวัดกระบี่ พบบริเวณหาดนพรัตน์ธารา หมู่เกาะไผ่ หมู่เกาะพีพี เกาะด้านนอก เกาะด้านขวาน เกาะไผ่ เกาะขุ่น เกาะห้อง เกาะห้อง เกาะแดง เกาะปอดะ

1.7 จังหวัดสตูล หมู่เกาะตะรุเตา เกาะกลาง เกาะไข่ เกาะอาดัง เกาะราวี เกาะหลีเป๊ะ เกาะมาดอง ฯลฯ

#### 2. แนวปะการังบริเวณชายฝั่งตะวันออก (อ่าวไทย)

2.1 จังหวัดชลบุรี พบบริเวณ เกาะครก เกาะสาก เกาะล้าน เกาะแรก เกาะคราม ฯลฯ

2.2 จังหวัดระยอง พบบริเวณ เกาะเสม็ด

2.3 จังหวัดตราด หมู่เกาะช้าง เกาะกูด

### คุณค่าของแนวปะการัง

1. แนวปะการังบริเวณชายฝั่งและแนวปะการังแบบกำแพง จะทำหน้าที่ป้องกันชายฝั่งจากการกัดเซาะของคลื่น และกระแสน้ำโดยตรง ในบริเวณชายฝั่งที่แนวปะการังถูกทำลายไปแล้วนั้น ในเวลาที่เกิดคลื่นลมทะเลในฤดูมรสุม ชายฝั่งทะเลจะถูกทำลายอย่างรุนแรงเสมอทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แนวปะการังกำเนิดทรายให้กับชายหาดโดยเกิดจากการสึกกร่อนของโครงสร้างหินปูน การกัดกร่อนโดยสัตว์ทะเลบางชนิด และโดยกระแสคลื่นซึ่งทำให้หินปูนปะการังแตกย่อยละเอียดเป็นเม็ดทรายที่ชาวสะอาดได้มีการประมาณว่าแร่ธาตุแคลเซียมคาร์บอเนตที่ทับถมในมหาสมุทรนั้น 50 เปอร์เซ็นต์เกิดจากแนวปะการัง

3. แนวปะการังเป็นแหล่งอาหารของมนุษย์จากสถิติพบว่า การประมงในแนวปะการังให้ผลผลิตประมาณ ปีละ 9-12 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตการประมงทั่วโลก ซึ่งเท่ากับประมาณ 7 แสน ล้าน กิโลกรัม นอกจากนี้ยังมีสัตว์ที่อาศัยอยู่เฉพาะในแนวปะการังที่เป็นอาหารอีกมากมาย เช่น เต่าทะเลและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ได้แก่ ปลาหมึก หอย กุ้ง แมงกระพุน และปลิงทะเล เป็นต้น

4. แนวปะการังเป็นแหล่งที่มาของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง เช่น ประเทศอินโดนีเซีย ใช้ปูนขาวที่ทำจากแนวปะการัง ประเทศฟิลิปปินส์ใช้กระเบื้องที่ทำจากปะการังและใช้ทรายที่ได้จากแนวปะการังในการก่อสร้าง

5. สิ่งมีชีวิตหลายชนิดในแนวปะการังได้ผลิตสารบางอย่างที่เป็นพิษเพื่อป้องกันตัวเอง ซึ่งสารดังกล่าวสามารถนำมาสกัดใช้ทำยา เช่น ยาต่อต้านโรคมะเร็ง ยาต่อต้านจุลชีพ และน้ำยาป้องกันการตกผลึกและแข็งตัว เช่น Sea hare และ Sea Fan เป็นต้น

6. แนวปะการังเป็นเหมือนห้องทดลองของวิชานิเวศน์วิทยา ในช่วงเวลา 15 ปี ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับระบบนิเวศน์ในแนวปะการังเพิ่มขึ้นอย่างมาก และเป็นแหล่งที่คงต้องใช้เวลาในการศึกษาที่ไม่มีวันหมดสิ้น

7. แนวปะการัง เป็นแหล่งท่องเที่ยวได้ทะเลเนื่องจากความสวยงาม ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตน้ำที่ใสสะอาด และสิ่งประกอบต่างๆอีกมากมาย ในบริเวณแนวปะการัง ทำให้แนวปะการังกลายเป็นแหล่งนันทนาการในท้องถิ่นต่อนักท่องเที่ยวต่างชาติ ปะการังจึงเป็นทรัพยากรที่มีค่าต่ออุตสาหกรรมท่องเที่ยวการดำน้ำ การถ่ายภาพใต้น้ำ

8. ปะการังเป็นสินค้า มีกิจการส่งออกสินค้าปะการัง, เปลือกหอย, กระจดงเต่า และปลาสวยงามซึ่งกลายเป็นอุตสาหกรรมหลักในการผลิตเครื่องประดับที่นิยมไปทั่วโลก เช่นมีการส่งปลาสวยงาม เข้าประเทศสหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ปี 1970 มีมูลค่าถึง 24-40 ล้านเหรียญสหรัฐ ประเทศฟิลิปปินส์ได้ส่งปะการังเป็นสินค้าออกถึง 7,000 ตัน เปลือกหอยสวยงาม อีก 4,000 ตันในปี 1974 แต่ก็ได้มีการลดปริมาณลง เนื่องจากได้มีข้อกำหนดห้ามการส่งออกปะการังและเต่าทะเลอย่างเด็ดขาด แต่ก็ยังมีการลักลอบส่งออกอยู่อีกมากมาย

## บทที่ 4

### ชีวิตบนบก

จากลักษณะของภูมิประเทศ และสภาพภูมิอากาศรวมทั้งคุณสมบัติทางกายภาพ บางอย่างเป็นสิ่งที่กำหนดให้พืชและสัตว์ในพื้นที่นั้น ๆ มีลักษณะของการอยู่อาศัย ซึ่งเรียกว่า ถิ่นอาศัยที่แตกต่างกันซึ่งการอาศัยนี้มีทั้งถิ่นอาศัยที่มีขนาดใหญ่และย่อยแตกต่างกันออกไป สำหรับในประเทศไทยเราอาจแบ่งถิ่นอาศัย ขนาดใหญ่ที่สำคัญและแตกต่างกันตามสภาพได้คือ

1. สิ่งมีชีวิตในเขตป่าดงดิบ
2. สิ่งมีชีวิตในป่าแดงหรือป่าเต็งรัง
3. สิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน

ลักษณะของป่าในประเทศไทยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ป่าประเภทที่ไม่ผลัดใบ (Evergreen Forest)
2. ป่าประเภทที่ผลัดใบ (Deciduous Forest)

#### ป่าประเภทที่ไม่ผลัดใบ (Evergreen Forest)

ป่าประเภทนี้มีต้นไม้ที่มีใบสีเขียว ชุ่มตลอดปี ไม่มีระยะเวลาผลัดใบที่แน่นอน เมื่อใบไม้แก่ร่วงหล่นไปใบใหม่ก็ผลิแตกออกมาแทนที่อยู่เรื่อย ๆ ป่าประเภทนี้มีอยู่ทั่วไปในประเทศไทย ซึ่งอาจแยกออกได้ตามลักษณะเด่นของป่าได้เป็น 4 ชนิดคือ

- 1.1 ป่าดงดิบหรือป่าดิบชื้น (Tropical Rain Forest หรือ Tropical Evergreen Forest)
- 1.2 ป่าดงดิบเขา (Hill Evergreen Forest)
- 1.3 ป่าสน หรือ ป่าสนเขา (Coniferous Forest)
- 1.4 ป่าชายเลน หรือ ป่าเลนน้ำเค็ม หรือป่าโกงกาง (Mangrove Forest)

#### ป่าประเภทที่ผลัดใบ (Deciduous Forest)

ป่าประเภทนี้คือป่าที่ต้นไม้ส่วนใหญ่ที่ขึ้นอยู่ทั่วไปไม้ร่วงหล่นลงหมดในฤดูแล้ง เหลือแต่กิ่ง พอลงถึงฤดูฝนจึงเริ่มผลิใบใหม่ออกมา

อาจแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

- 2.1 ป่าเบญจพรรณ หรือป่าผสมผลัดใบ (Mixed Deciduous Forest)

## 2.2 ป่าแพะหรือป่าแดงหรือป่าโคก (Dry Deciduous Dipterocarp Forest)

### ชีวิตในป่าดงดิบหรือป่าดิบชื้น (Tropical Evergreen Forest)

ป่าดงดิบมีอยู่ทั่วไปในทุกภาคของประเทศ แต่มีมากที่สุด ในเขตภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในเขตจังหวัด ระยอง จันทบุรี และตราด เพราะบริเวณดังกล่าวจะมีฝนตกชุกและชุ่มชื้น ในท้องที่ภาคอื่นป่าดงดิบมักกระจายอยู่ตามบริเวณที่มีดินฟ้าอากาศชุ่มชื้นมากๆ เช่น ตามหุบเขา ริมแม่น้ำ ลำธาร ห้วย แหล่งน้ำและบนภูเขา

ลักษณะของป่าดงดิบโดยทั่วไป มักเป็นป่ารกทึบ มองดูเขียวชอุ่มตลอดปีมีพันธุ์ไม้หลายชนิดขึ้นเบียดเสียดกันอยู่ ทั้งขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก ซึ่งล้วนแต่เป็นชนิดที่ไม่ผลัดใบทั้งสิ้น ป่าดงดิบในท้องที่บางแห่ง เช่นในแถบภาคเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือมีความชุ่มชื้นน้อยกว่าที่อื่น ชนิดพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่จึงแตกต่างกันไปบ้างเล็กน้อยและป่ามีลักษณะโปร่งขึ้น เรียกกันว่า ป่าดงดิบแล้ง

ชนิดพันธุ์ไม้ที่สำคัญในป่าดงดิบ ได้แก่ ยาง ตะเคียน กะบาก เตียม จำปา หลุมพอ มะม่วงป่า มะยมป่า ฯลฯ

นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ไม้ขนาดเล็ก กระจับปี่ ฝั่บง ฝั่บก ระกำ กระวาน ซึ่งไม้เหล่านี้เรียกว่า ไม้พื้นล่าง

สิ่งมีชีวิตและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในป่าดงดิบ มีอยู่ด้วยกันหลากหลายชนิด เช่น เสือชนิดต่างๆ ซึ่งชอบอาศัยอยู่ตามถ้ำและซอกหินในป่าเขตร้อน รวมทั้งกระทิง หมี ซึ่งสัตว์ในตระกูลสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมนี้เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในป่าดงดิบนี้เป็นกลุ่มใหญ่ นอกจากนี้ในเขตป่าดงดิบจะพบกลุ่มสัตว์เลื้อยคลานที่อาศัยในเขตป่าดงดิบ สัตว์ปีกที่อาศัยในเขตป่าดิบจะพบนกจำพวกกินแมลง ผลไม้ ชนิดต่างๆ เช่น นกกระเดื่อง นกเงือก ซึ่งระบบนิเวศของการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตต่างๆ มีความสมบูรณ์และมีสถานที่ต้องพึ่งพาอาศัยกัน

### ชีวิตในป่าแดง หรือ ป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarpus Forest)

ป่าชนิดนี้มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปหลายชื่อตามความนิยมของแต่ละท้องถิ่น เป็นต้นว่าป่าแดงป่าแพะป่าโคกหรือป่าเต็งรังลักษณะทั่วไปเป็นป่าโปร่งมีต้นไม้ขนาดใหญ่ขนาดกลาง และขนาดเล็กปะปนอยู่มีสภาพไม่ค่อนข้างแน่นทึบ ตามพื้นป่ามักจะมีจุดและหญ้าเฟี้ยกซึ่งเป็นไม้ไผ่ขนาดเล็กขึ้นอยู่ทั่วไป พื้นที่แห้งแล้งดินร่วนปนทรายหรือกรวดลูกรังความสมบูรณ์น้อย ต้นไม้แทนทั้งหมดผลัดใบและมักเกิดไฟป่าไหม้ลูกกลามทุกปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป่าแดงมีอยู่ทั่วไป ทั้งในที่ราบ และที่ภูเขา ในภาคเหนือส่วนบนขึ้นอยู่บนที่เขาส่งมี ดินคั่นและแห้งแล้งมาก ต้นไม้ที่ขึ้นอยู่จึงไม่ค่อยเติบโตและมีขนาดเล็กแคระแกร็น ป่าจึงมี ลักษณะโปร่งมาก ถ้าหากดินดีและมีความชุ่มชื้นอยู่บ้าง ต้นไม้ก็มีขนาดใหญ่ในภาคตะวันออก เฉียงเหนือมีป่าแดงอยู่มากที่สุด และมักขึ้นอยู่บนเนินเขาหรือที่ราบดินทราย ลักษณะป่าจึงแน่น ทึบและสมบูรณ์กว่า ป่าแดงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางแห่งมีลักษณะค่อนข้างโปร่งป่า เบญจพรรณมาก

ชนิดพันธุ์ไม้ที่สำคัญในป่าแดง ได้แก่ เต็ง รัง เหียง พลวง กรวด พะยอม มะคาแต้ ประดู่แดง สมอไทย ส่วนไม้พื้นล่างที่พบมากได้แก่ มะพร้าวเต่า หญ้าเพ็ก ใจด นอกจากพันธุ์ไม้ ชนิดต่างๆ แล้วจะพบสัตว์ที่กินพืชสีเขียวลูกไม้ ในเขตป่าชนิดนี้ ได้แก่ พวกแก้ง กวาง กระเจง เนื้อทราย ละอง ละมั่ง ซึ่งสัตว์ประเภทนี้จะอาศัยอยู่หาอาหารซึ่งสัตว์ประเภทนี้อาศัยอยู่หาอาหาร ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของสิ่งมีชีวิตในเขตป่าแบบนี้

### ชีวิตในเขตป่าชายเลน

ป่าชายเลนบางที่เรียกว่า ป่าเลนน้ำเค็มหรือป่าโกงกางลักษณะเป็นป่าไม้ผลัดใบ ป่า ชนิดนี้ปรากฏอยู่ตามที่ดินเลนริมทะเลหรือบริเวณปากแม่น้ำใหญ่ๆ ซึ่งมีน้ำเค็มท่วมถึงตามชาย ทะเลภาคตะวันออกมีอยู่ทุกจังหวัด แต่ที่มีมากที่สุดคือ บริเวณปากแม่น้ำ เวฬุ อาเภอลง จังหวัด จันทบุรี ในภาคใต้มีอยู่ตามชายฝั่งทะเลทั้งสองด้าน ชายฝั่งด้านตะวันออกมีป่าชายเลนเป็นแห่งๆ ตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ลงไปจนถึงจังหวัดปัตตานี ส่วนชายฝั่งด้านตะวันตกมีป่าชายเลนอยู่ อย่างหนาแน่นตั้งแต่จังหวัดระยองจนถึงจังหวัดสตูล

พันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ตามป่าชายเลนจะมีลักษณะเป็นพันธุ์ไม้ขนาดเล็กที่มีระบบรากที่มี ลักษณะพิเศษ คือระบบรากที่ใช้ในการหายใจ เนื่องจากรากจะต้องอยู่ในสภาพของโคลนเลนและ น้ำทะเลซึ่งจะไม่ค่อยมีออกซิเจนจึงทำให้รากของต้นไม้ในแถบป่าชายเลนจะมีลักษณะเป็นหน่อมี รากโค้งงอซึ่งจะโผล่ขึ้นมาในอากาศเวลาน้ำลงเพื่อหายใจเอาออกซิเจน ซึ่งต้นไม้เหล่านี้ได้แก่ โกง กาง ประสัด ถั่วขาว ถั่วดำ ไปรง แสมทะเล ส่วนสิ่งมีชีวิตซึ่งอาศัยในระบบนิเวศน์นี้ที่สำคัญ ได้แก่ กลุ่มสัตว์ที่อาศัยอยู่ชายเลน เช่น กลุ่มปลาตีน ที่ใช้ชีวิตบนโคลนเลน เป็นสัตว์ที่สามารถเดินอยู่ บนโคลนเลน ซึ่งมีสภาพกึ่งเปียกกึ่งแห้งอาศัยกินแมลงตามเลนอีกกลุ่มหนึ่งคือ พวกปูชนิดต่างๆ ที่ อาศัยขุดรูหลบภัยภายในโคลนเลนเหล่านี้เมื่อน้ำขึ้นและจะขึ้นมาใช้ชีวิตเมื่อน้ำลดปูชนิดต่างๆ ได้แก่ ปูเสฉวน ปูครึ่งบกครึ่งน้ำ ปูม้า ปูลาย ปูก้ามตม ฯลฯ ซึ่งปูเหล่านี้จะเป็นกลุ่มที่มีชีวิตสามารถ อำนวยการตัวเองเพื่อป้องกันภัย และมีความว่องไวในการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่

## บทที่ 5

### เรื่องราวเฉพาะของสิ่งมีชีวิต

#### 5.1 สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมปรากฏครั้งแรกในยุคไทรแอสสิก โดยสืบเชื้อสายมาจากสัตว์เลื้อยคลาน ซัยโนนาซัส สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดแรกตัวเล็กมากอาศัยอยู่ตามต้นไม้เตี้ยๆ ในป่าเขตร้อน และมีชีวิตอยู่รอดได้โดยการหลีกเลี่ยงให้พื้นทางของสัตว์เลื้อยคลานไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพใหม่จึงสูญพันธุ์ไป ส่วนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสามารถปรับตัวได้อย่างดีจึงทวีจำนวนขึ้น

สัตว์เลี้ยง ลูกด้วยนมเป็นสัตว์ที่มีกระดูกหลังที่ประสบความสำเร็จมากที่สุด เพราะมีชีวิตอยู่รอดได้ตั้งแต่มหายุคซีโนโซอิกมาจนถึงปัจจุบันสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเป็นสัตว์เลือดอุ่นกล่าวคือสามารถรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้อยู่ในระดับสูงได้แม้อากาศจะเป็นจืดนอกจากนี้ยังมีขนและผมด้วย สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนใหญ่ออกลูกเป็นตัวอ่อน กินนมแม่เป็นอาหาร และเดินสี่ขาแต่บางชนิด เช่น คน เดินสองขาคนถือว่าเป็นตัวอย่างที่มีลักษณะเด่นที่สุดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม



### ตุ่นปากเป็นและจิงโจ้

ตุ่นปากเปิดเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ออกลูกเป็นไข่ เป็นสัตว์โบราณที่สุดชนิดหนึ่งในบรรดาสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สืบพันธุ์โดยการวางไข่ มีพังผืดระหว่างนิ้วเท้าเหมือนตีนเป็ด ปากแบนแข็งอาศัยอยู่ตามริมฝั่งแม่น้ำตัวกินมดคล้ายเม่นก็เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอีกชนิดหนึ่งที่วางไข่

จิงโจ้เป็นสัตว์ที่มีกระเป๋าใส่ลูกออกลูกเป็นตัวอ่อนซึ่งเล็กมากและยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ดังนั้นต้องอยู่ในกระเป๋าหน้าท้องแม่จนกว่าจะโตเต็มที่ จิงโจ้เคลื่อนไหวโดยการกระโดดบนขาหลังทั้งสอง โอพอสซัมก็เป็นสัตว์ที่มีกระเป๋าใส่ลูกเช่นกัน

ในสมัยก่อนดินแดนที่เรารู้จักในปัจจุบันว่าเป็นทวีปแอฟริกา เอเชียออสเตรเลีย ยุโรป อเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ล้วนมีเหมือนกันหมดทั่วแผ่นดินต่อมาแผ่นดินแยกออกจากกันเป็นทวีปต่าง ๆ มีมหาสมุทรอันกว้างใหญ่คั่น ทำให้สัตว์และพืชในต่างทวีปกันมีความเจริญเติบโตแตกต่างกันออกไป ตุ่นปากเปิดและจิงโจ้ถูกทิ้งอยู่ในออสเตรเลียจนถึงปัจจุบันโดยแทบจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงนับเป็นพัน ๆ ปีมาแล้ว

### วิวัฒนาการของม้า

สัตว์ทุกชนิดที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่อย่างใดก็อย่างหนึ่งตั้งแต่มันเริ่มปรากฏจนถึงปัจจุบัน บางชนิดมีขนาดโตขึ้นในขณะที่บางชนิดมีคอหรือขาวยาวขึ้น บางชนิดรูปร่างเปลี่ยนไป แต่บางชนิดมีจำนวนฟันเปลี่ยนไป สัตว์บางชนิดมีจำนวนนิ้วเท้าลดลงแต่ไม่ปรากฏว่ามีชนิดใดที่จำนวนนิ้วเท้าเพิ่มขึ้น ม้าเป็นสัตว์ชนิดหนึ่งที่มีจำนวนนิ้วเท้าลดลงจากที่บรรพบุรุษเคยมี ม้าชนิดแรกเป็นสัตว์โบราณที่เรียกว่า ไฮราโคเธอเรียม หรือ อีโอฮิปพัส มีชีวิตอยู่ในยุคโอลิโกซีน มีขายาวพอม เท้าหน้ามีสี่นิ้ว เท้าหลังมีสามนิ้ว ปลายนิ้วเท้าแต่ละนิ้วเป็นกีบเล็ก ๆ

**เมอร์ซิพพัส** เป็นม้าที่เจริญขึ้น ปรากฏในยุคมีโอซีน มีขนาดเท่ากับลูกม้า ขา ยาว เท้าหน้ามีเพียงสามนิ้ว นิ้วเท้าด้านข้างทั้งสองของขาทั้งสี่เล็กมากและไม่มีประโยชน์แต่มีนิ้ว กลางแข็งแรงช่วยพยุงขาได้

**พลิโอฮิปพัส** มีชีวิตอยู่ในปลายยุคมีโอซีน ตัวและสมองใหญ่กว่าเมอร์ซิพพัส นิ้วเท้าด้านข้างทั้งสองเปลี่ยนเป็นกระดูกอ่อนและซ่อนอยู่ใต้ผิวหนัง

ม้าปัจจุบันอีกตัวเป็นสัตว์ที่มีนิ้วเท้าเตี้ยและเป็นกีบ ส่วนใหญ่เชื่อง ลาและม้าลากก็ รวมอยู่ในตระกูลม้า

## ปลาวาฬ

ปลาวาฬเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่อาศัยอยู่ในทะเล ปรับตัวให้เข้าชีวิตในน้ำได้ดีมากจนกระทั่งไม่สามารถมีชีวิตรอยู่บนบกได้ ลำตัวเพรียวยาว ไม่มีคอ ขาหน้ากลายเป็นอวัยวะที่มีลักษณะเหมือนพายขาหลังหดหายไปแต่ยังมีปอดและหายใจผ่านทางรูบนหัว ปลาวาฬไม่มีขน แต่มีชั้นไขมันซึ่งอยู่ใต้ผิวหนังเรียกว่า บลubber ซึ่งช่วยให้มันอบอุ่น ปลาวาฬออกลูกเป็นตัวอ่อน ซึ่งกินนมจากอกแม่เหมือนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ

ปลาวาฬชนิดแรกคือ ซูโกลดอนมีชีวิตรอยู่ในยุคอีโอซีน ลำตัวเพรียวยาวประมาณ 20 เมตร ขากรรไกรยาว ปลายแหลม มีฟันซี่ใหญ่ สูญพันธุ์ไปในปลายยุคอีโอซีน ปลาวาฬในปัจจุบันเริ่มปรากฏในยุคโอลิโกซีน แบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่มีฟัน และกลุ่มที่มีกระดูกในปาก ปลาวาฬที่มีฟันมีขากรรไกรยาว ปลายแหลมคม ปลาวาฬประเภทนี้ได้แก่ ปลาโลมาและปลาวาฬสเปิร์ม

ส่วนปลาวาฬที่มีกระดูกในปากไม่มีฟันแต่มีกระดูกแข็งเป็นเส้นขนาดจากเพดานปากทำหน้าที่เหมือนตะแกรงจับสัตว์ทะเลเล็ก ๆ แล้วปล่อยน้ำทะเลออกไป ปลาวาฬสีน้ำเงินซึ่งหนักเกือบ 200 ตันและลำตัวยาวประมาณ 30 เมตร ซึ่งใหญ่กว่าไดโนเสาร์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ทุกชนิดเป็นตัวอย่างของปลาวาฬกลุ่มนี้

## ไพรเมทส์

ไพรเมทส์เป็นกลุ่มของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่เจริญที่สุดซึ่งรวมทั้งกระแตลิงลมทาร์เซีย ลิง เอพและคน ไพรเมทส์มีสมองใหญ่และเจริญกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ ตาของไพรเมทส์จ้องไปข้างหน้ามีแขนขายาว มีนิ้วห้านิ้วทุกข้างและมักมีเล็บแบน ไพรเมทส์ยกเว้นคนและเอพบางชนิดอาศัยอยู่บนต้นไม้ พวกนี้มีหางยาวแข็งแรงซึ่งใช้เหมือนกับแขนขาเมื่อโหนตัวจากต้นไม้หนึ่งไปยังอีกต้นหนึ่ง

## กระแต

แม้ว่าการสืบบรรพบุรุษของมนุษย์ย้อนกลับไปจนถึงกระแตจะค่อนข้างไกลแต่ก็เป็นที่น่าทึ่งที่แน่นอนว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมตัวเล็ก ๆ อาศัยอยู่บนต้นไม้เป็นไพรเมทส์ชนิดแรก กระแตโบราณเป็นสัตว์เล็ก มีหัวยาวแหลมหางเป็นพวง นิ้วโค้งงอได้ทั้งห้านิ้วและปลายนิ้วเป็นอุ้งเล็บ กระแตยังมีอยู่ในปัจจุบันนี้โดยแทบไม่เปลี่ยนแปลงไปจากบรรพบุรุษในยุคก่อนประวัติศาสตร์ซึ่งอาศัยอยู่ในเขตป่าฝนในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เลย

ลิงลมอยู่ในอีโอซีน มีผู้ค้นพบโครงกระดูกของลิงลมโบราณที่เรียกว่าโนมาร์คัทสในอเมริกาเหนือ ลิงลมนี้มีหัวกะโหลกยาวประมาณ 75 ซม. ขากรรไกรยาวและมีฟันหลายซี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตากกว้างใหญ่อยู่กลางหน้า ปรับตัวให้เข้ากับชีวิตความเป็นอยู่ได้ดี แขนยาว นิ้วแข็งแรงและหางยาวถึงลมในปัจจุบันมีส่วนคล้ายคลึงกับโนอาร์คทีสโบราณมาก พบในแถบร้อนชื้นของแอฟริกาและเอเชีย โดยเฉพาะในมาดากัสการ์

### ทาร์เซีย

ทาร์เซียปรากฏในสมัยเดียวกับลิงลม มีตากกว้างใหญ่มาก ขากรรไกรสั้นเขี้ยวยาว สมองใหญ่ปัจจุบันทาร์เซียซึ่งเป็นทาร์เซียจำพวกหนึ่งและอาศัยอยู่ในป่าของอินดีสตะวันออกเป็นสัตว์เล็กมีขนสัตว์ปกคลุม ดาโต หูโต หางยาว เคลื่อนไหวไปมาโดยการกระโดดไปบนขาหลังทั้งสองข้าง ออกหากินในเวลากลางคืนและนอนในเวลากลางวัน

### ลิง

ลิง, เอฟและมนุษย์จัดอยู่ในกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมประเภทที่เจริญที่สุด ลิงมีสมองที่เจริญ ดาโตมองไปข้างหน้า หูภายนอกเล็ก โดยทั่วไปลิงอาศัยอยู่ตามต้นไม้ แต่มีบางพวกอาศัยอยู่บนพื้นดิน ลิงเคลื่อนไหวไปมาโดยใช้แขนขาทั้งสองข้าง แต่มักจะนั่งตรงและใช้มือจับสิ่งของ ลิงมีสองกลุ่มคือลิงโลกใหม่และลิงโลกเก่า

ลิงโลกใหม่มีกำเนิดมาจากอเมริกาใต้แต่มีซากดึกดำบรรพ์หลงเหลืออยู่น้อยมากจนไม่สามารถศึกษาเรื่องราวของมันได้มากนัก ลิงโลกใหม่ที่มีชีวิตอยู่ในปัจจุบันเช่น มาร์โมเซทและคาปูชินพบในป่าเขตร้อนชื้นในอเมริกาใต้ สัตว์ทั้งสองชนิดมีตัวเล็ก จมูกแบนกว้างและหางยาวใช้จับสิ่งของเหมือนเป็นแขนขาที่ห้า ลิงโลกเก่าเป็นกลุ่มที่ใหญ่กว่าลิงโลกใหม่ ซากของลิงโลกเก่ามีมากมายทำให้สามารถศึกษาประวัติของมันย้อนกลับไปจนถึงยุคโอลิโกซีนได้ซากที่เก่าแก่ที่สุดของลิงโลกเก่าคือพาราพิเทคัส ซึ่งเป็นสัตว์ตัวเล็ก ๆ ในยุคโอลิโกซีน ในภายหลังลิงโลกเก่าเริ่มมีขนาดและสัดส่วนใหญ่ขึ้น สมองก็เจริญขึ้นด้วยลิงโลกเก่าที่มีชีวิตอยู่ในปัจจุบันได้แก่ลิงกัง ลิงแมนดริล และลิงบาบูนส์

### เอฟ

เอฟไม่มีหางแต่มีแขนยาวแข็งแรงใช้โหนต้นไม้ ขาหลังสั้นมาก เคลื่อนไหวได้เชื่องช้า เอฟมีลักษณะคล้ายกับมนุษย์มาก ซากเอฟที่โบราณที่สุดได้แก่ โพรพลีโอพิเทคัส ซึ่งพบในหินยุคโอลิโกซีนของอียิปต์ตัวเล็กมาก กระดูกขากรรไกรล่างยาวเพียง 7-8 ซม. แอจิปโทพิเทคัสเป็นเอฟที่เจริญกว่า ตัวใหญ่กว่าและมีสมองใหญ่กว่า โพรพลีโอพิเทคัสพลินแห่งเดียวกัน เอฟมีขนาดใหญ่ขึ้นในระหว่างวิวัฒนาการและสมองก็โตขึ้นด้วย เอฟปัจจุบันมีตั้งแต่ชะนีเล็ก ๆ ซึ่งมีแขนยาวลากดินเมื่อยืนตรงไปจนถึงกอริลลาซึ่งใหญ่และแข็งแรงกว่าคนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.2.1 สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ

สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำเป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง สามารถอาศัยอยู่ทั้งในน้ำและบนบก เริ่มปรากฏในปลายยุคดีโวเนียน สัตว์ชนิดนี้วิวัฒนาการมาจากปลาครีบกลม เช่น ยุคเธอโนทีรอน ครีบพัฒนาเป็นขาซึ่งแข็งแรงพอที่จะอยู่บนบก ปอดขยายใหญ่และแข็งแรงขึ้น แม้ว่าสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกนี้สามารถอาศัยอยู่บนบก แต่ยังคงพัวพันอยู่กับน้ำมากกว่ามันวางไข่ในน้ำเพราะในน้ำมีอาหารและป้องกันตัวอ่อนจากความร้อนของแสงอาทิตย์ได้ ตัวอ่อนของสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกมีลักษณะคล้ายปลา โดยในระยะแรกจะมีเพียงเหงือกเท่านั้น ตัวอ่อนนี้จะอาศัยอยู่ในน้ำจนกระทั่งมีปอด





### สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกระยะแรก

สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกระยะแรกมีลำตัวอ้วน ยาวประมาณ 1 เมตร ขาข้างอ่อนแอและสั้น ดังนั้นเวลาเดินจึงต้องลากลำตัวไปตามพื้นดิน หัวกะโหลกกว้างแบน ตาก็มักจะอยู่ส่วนบนของหัว ทำให้สามารถมองเห็นสิ่งต่างๆเหนือพื้นผิวน้ำในเวลาตื้นน้ำ อากาศอบอุ่นและหนองบึงที่เพิ่มมากขึ้นช่วยในการขยายพันธุ์ของสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกได้อย่างดี



เอริออปต์ เป็นสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกขนาดใหญ่ มีชีวิตอยู่ในยุคเพอร์เมียน ลำตัวยาวประมาณ 1.5 เมตร หางยาว ขาคู่บนและอ่อนแอ เคลื่อนไหวไม่ถนัด อาศัยอยู่ในบึงและบริเวณที่ใกล้กับน้ำ

คิโตนอวอนเทรคอน มีชีวิตอยู่ในยุคคาร์บอนิเฟอรัส ลำตัวยาวประมาณ 1 เมตร มีหัวกะโหลกแบน กว้างเกือบเท่าความสูงของลำตัวและมีฟันเล็กแหลมคม

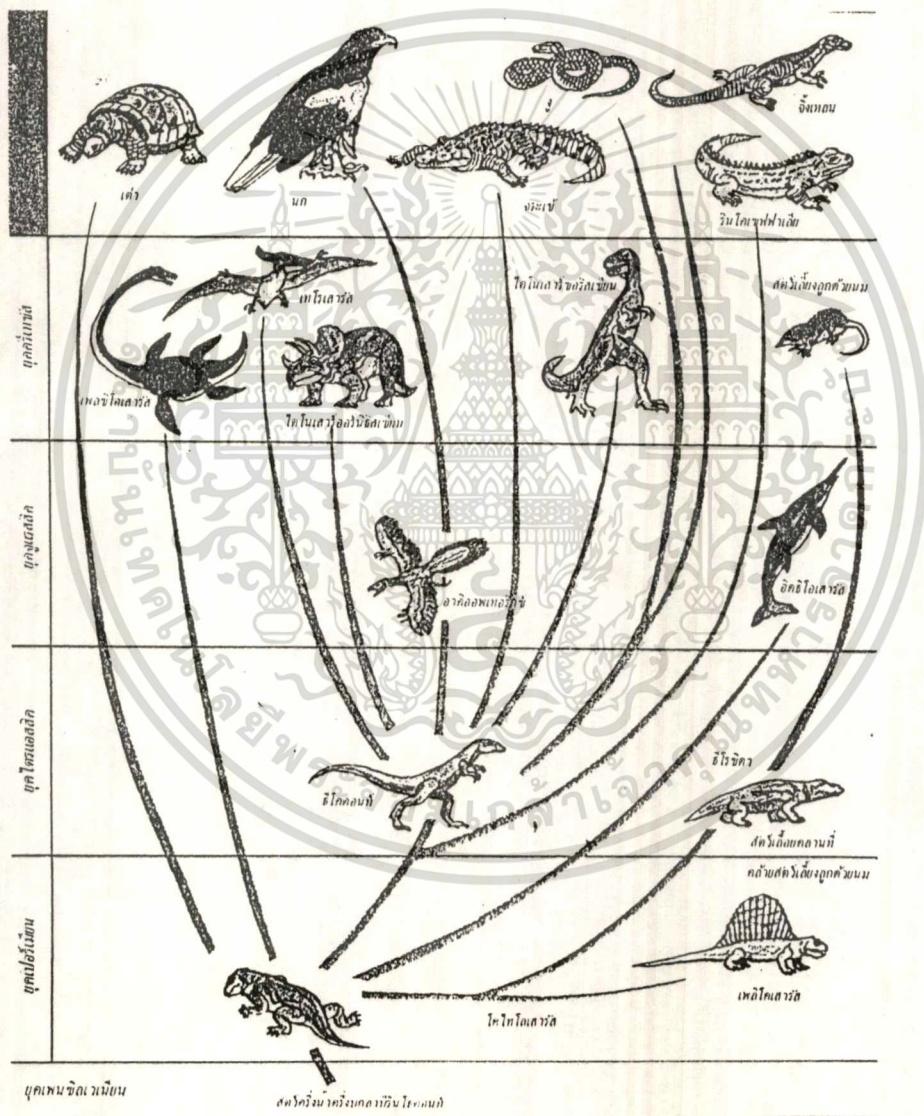
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.2.2 สัตว์เลื้อยคลาน

สัตว์เลื้อยคลานเป็นกลุ่มของสัตว์มีกระดูกสันหลังที่วิวัฒนาการมาจากสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก ในขณะที่สัตว์ครึ่งน้ำวางไข่ในน้ำ สัตว์เลื้อยคลานสามารถอาศัยอยู่บนบกวางไข่บนบกได้อย่างปลอดภัย ไข่ของมันมีเปลือกแข็งเป็นเครื่องป้องกันอันตรายและมีอาหารอยู่ภายใน มีถุงช่วยให้ตัวอ่อนในไข่เจริญเติบโต ไข่จะถูกฟักเมื่อเติบโตที่จะสามารถหายใจผ่านปอดได้ สัตว์เลื้อยคลานมีหนังหนา และมีเกล็ดปกคลุม เพื่อช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำในร่างกายโดยการระเหย



ภาพแสดงวิวัฒนาการของสัตว์เลื้อยคลาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

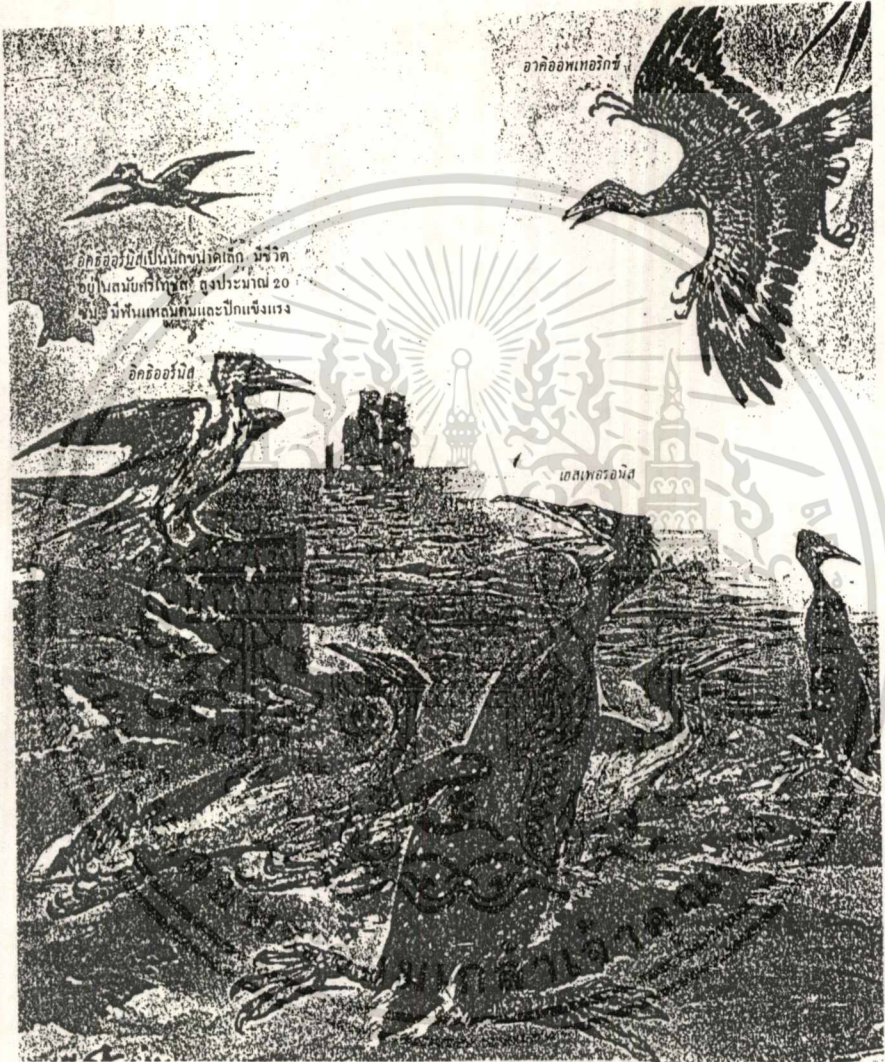
### สัตว์เลื้อยคลานปัจจุบัน

จากการศึกษาสัตว์เลื้อยคลานในปัจจุบันเราสามารถเห็นร่องรอยบรรพบุรุษยุคก่อนประวัติศาสตร์ของมันได้ จระเข้เปลี่ยนแปลงจากบรรพบุรุษน้อยมากเพราะยังมีปากแหลมยาว ลำตัวขรุขระและขาสั้นนุ่มง่ำม แต่ก็ไม่ค่อยจะเปลี่ยนแปลงรูปลักษณ์เลยตลอดเวลา 200 ล้านปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตามขาของงูหดหายไปแต่ลำตัวยังมีเกล็ดซ้อน ๆ กันอยู่ สัตว์จำพวกกิ้งก่าบางชนิดเช่น ดรากอนมีเขี้ยวปีกบางๆช่วยให้ลาไปในอากาศได้บ้างคล้าย ๆ กับเทโรเสาร์ในยุคก่อนประวัติศาสตร์

### 5.3 นก

ในระยะเวลาที่เทโรเสาร์เริ่มบินได้ นกที่แท้จริงก็ถือกำเนิดขึ้นคือ อาคิออปเทอริกซ์ ซึ่งมีขนาดเท่ากับเป็ดในปัจจุบัน อาคิออปเทอริกซ์นี้เป็นสัตว์เลือดอุ่น มีขน ปีก หาง และฟันคมแหลมหลายซี่ อู้งเลื้อยยื่นออกมาจากปลายปีก ในขณะที่เทโรเสาร์เพียงแต่ลาไปมาได้ อาคิออปเทอริกซ์สามารถบินได้อย่างว่องไว เทโรเสาร์สูญพันธุ์ไปแล้วพร้อมกับสัตว์เลื้อยคลานโบราณอื่น ๆ อีกมาก แต่อาคิออปเทอริกซ์ยังคงอยู่ต่อมาและมีลูกหลานมากมาย

ภาพแสดงต้นตระกูลของนก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอสเพอรอนิส เป็นนกน้ำมีชีวิตอยู่ในปลายยุคครีเทเชียส ลำตัวเพรียวยาวประมาณ 2 เมตร มีจงอยปากแบนนาก ฟันแหลมคม แต่ปีกยังไม่เจริญเต็มที่จึงบินไม่ได้ พังผืดระหว่างนิ้วเท้าเหมือนเป็ด กินปลาเป็นอาหาร เช่น นกเป็ดผีในสมัยนี้ซึ่งว่ายน้ำและดำน้ำได้ดีเหมือนเป็ดแต่ปากแหลมมีผู้พบซากของเอสเพอรอนิส ในแคนซัสประเทศสหรัฐ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิวัฒนาการการเปลี่ยนแปลงรูปลักษณะของนก

นกโบราณมีหางยาวซึ่งเป็นกระดูกต่อมาจากกระดูกสันหลัง มีพื่นเหมือน กับบรรพบุรุษซึ่งเป็นสัตว์เลื้อยคลาน นกปัจจุบันมีหางสั้นปากแหลมและไม่มีพื่น



นกปัจจุบัน



อาคีออร์นิส



อาคีออฟเทอริกซ์



สัตว์เลื้อยคลานที่เป็นบรรพบุรุษของนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ทวนใจหรือบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ผู้ที่ขำมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.4 พืช

### 5.4.1 อาณาจักรพืช

หากปราศจากพืช โลกนี้ก็จะปราศจากชีวิต สัตว์มากมายชนิดดำรงชีวิตอยู่ได้โดยใช้พืชเป็นอาหาร พืชเป็นสิ่งมีชีวิตพวกเดียว ที่สามารถสร้างอาหารขึ้นเองได้จากน้ำ อากาศ และพลังงานจากแสงอาทิตย์ พืชได้รับคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ ซึ่งเป็นของเสียของมนุษย์และสัตว์เข้าไปแล้วปล่อยออกซิเจนออกมาให้มนุษย์และสัตว์ใช้ในการดำรงชีวิต หากปราศจากออกซิเจนเสียแล้ว มนุษย์และสัตว์ก็ไม่สามารถจะมีชีวิตอยู่ได้ ขบวนการที่พืชใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์มาสร้างอาหารนี้ เรียกว่า การสังเคราะห์แสง

ในโลกนี้มีพืชอยู่มากกว่า 360.00 ชนิด บางชนิดสูงถึง 300 ฟุต และมีอายุยืนเป็นพันๆ ปี แต่บางชนิดก็เล็กจนต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ส่องดูจึงจะมองเห็นพืชส่วนใหญ่มีดอก แต่ที่ไม่มีดอกเห็นมีอยู่มากมาย ทำให้ไม่สามารถที่จะนิยามให้แน่ชัดลงไปได้ว่า ‘พืช’ คืออะไร แต่โดยทั่วไปๆ พืชคือสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารขึ้นเองได้ แต่ให้ตรงและพืชชั้นต่ำเล็กๆ บางชนิดต้องอาศัยพืชหรือสัตว์อื่นเป็นอาหาร จึงมีรูปร่างเรียวยาวคล้ายเส้น และสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2

4.4.2. ส่วนต่างๆของพืช

เซลล์เป็นหน่วยที่มีชีวิตที่เล็กที่สุดแม้ว่าเซลล์ของพืชและสัตว์และจะมีความคล้ายคลึงกันอยู่หลายประการ แต่ก็มีความแตกต่างที่สำคัญหลายอย่างรวมทั้งลักษณะการเจริญเติบโต

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบขึ้นด้วยเซลล์ ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของชีวิต พืชชั้นต่ำสุดจะประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว ในขณะที่ต้นสนสูงใหญ่ ประกอบด้วยเซลล์หลายล้านเซลล์

เซลล์ของพืชมีหลายชนิดต่าง ๆ กัน บางชนิดทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร บางชนิดเป็นทางนำน้ำหรืออาหาร และบางชนิดสร้างความเจริญเติบโต อย่างไรก็ตาม เซลล์ต่างๆของพืชก็มีสิ่งที่คล้ายกันอยู่หลายประการ เช่น ทุกเซลล์มีนิวเคลียส (nucleus) ทำหน้าที่คล้ายสมองคอยควบคุมเซลล์ มีรหัสพิเศษกำหนดว่าเซลล์และพืชนั้นจะเจริญเติบโตอย่างไร

รอบ ๆ นิวเคลียสเป็นไซโตพลาสซึม (cytoplasm) มีลักษณะคล้ายวุ้น ซึ่งประกอบขึ้นด้วยส่วนอื่นๆ ของเซลล์และรวมถึงแวคิวโอล (vacuoles) หรือช่องว่างภายในไซโตพลาสซึมที่มีน้ำ น้ำตาล และเกลือต่างๆ ละลายอยู่ เมื่อเซลล์เจริญเติบโตขึ้น แวกิวโอลแต่ละอัน จะขยายออกและมาเชื่อมกัน กลายเป็นแวคิวโอลใหญ่ช่องเดียว

นิวเคลียส (Nucleus) : "สมอง" ของเซลล์ที่ควบคุมทุกกิจกรรมของเซลล์และควบคุมการเจริญเติบโตของเซลล์

สตรัคกราน (Strach Grains) เป็นอนุภาคที่มีอะไมโลส

โครโมพลาสต์ (Chromoplasts) : มีสีต่างๆ อยู่ในพืชที่มีสีเข้มนอกจากนี้ยังพบในพืชที่มีสีส้มและสีเหลือง

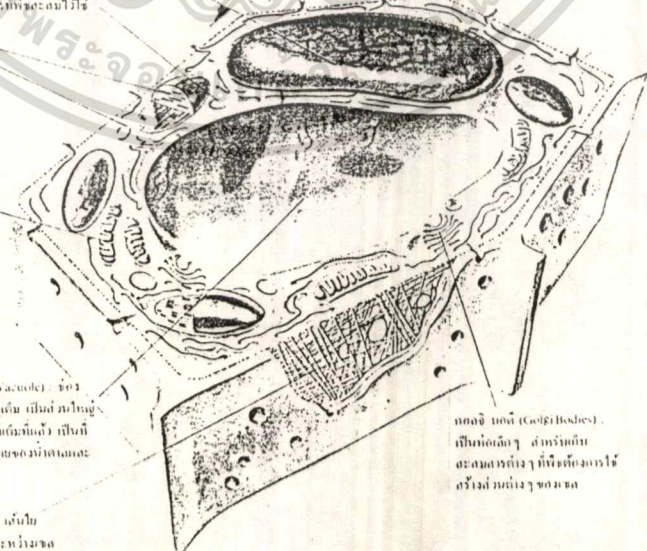
ไมโทคอนเดรีย (Mitochondria) : แหล่งพลังงานของเซลล์ โดยผลิตพลังงานเคมีที่เรียกว่า ATP จากพลังงานแสงอาทิตย์

แวคิวโอล (Vacuole) : ช่องว่างที่มีน้ำอยู่เต็ม เป็นที่เก็บสะสมของเสียและน้ำที่มากเกินไป

พลาสมาเดสมาตา (Plasmodesmata) : เป็นช่องว่างที่เชื่อมระหว่างเซลล์

ผนังเซลล์ (Cell Wall) : ประกอบด้วยชั้นชั้นนอกและชั้นใน โดยชั้นนอกประกอบด้วยเซลลูโลส และชั้นในประกอบด้วยเพกทิน

กอลจิบอดี (Golgi Bodies) : เป็นออร์แกเนลล์ที่ทำหน้าที่คล้ายกับโรงงานที่ผลิตและบรรจุของเซลล์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### พืชล้มลุกและพืชไม้เนื้อแข็ง

พืชสีเขียวที่มีลำต้นอ่อนนุ่มเรียกว่าพืชล้มลุกพืชจำพวกนี้จะเจริญทางยาวมากกว่าทางกว้างและตายเมื่อหมดฤดู ลำต้นจะไม่แข็ง ส่วนไม้พุ่มและไม้ต้น เป็นไม้เนื้อแข็งเหนียว มีอายุยืน ลำต้นจะมี 'วงปี' ลำต้นจะแข็งและไม่เป็นสีเขียว

ส่วนต่างๆ ภายในเซลล์ของพืชมีผนังเซลล์หุ้มไว้ ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารที่เรียกว่าเซลลูโลส เมื่อเซลล์ยังอ่อนอยู่ ผนังเซลล์จะบางและอ่อนยืดหดได้ แต่เมื่อเซลล์เจริญเติบโตเป็นเซลล์แก่ ผนังเซลล์มีเซลลูโลสมาเกาะมากขึ้น ก็จะหนาและแข็งแรงขึ้น ดังนั้น พืชผักอ่อนๆ จึงนิ่มและพืชผักที่แก่จึงแข็งและเหนียว

เซลล์ของพืชสีเขียวทุกชนิดมีคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งเป็นสารที่มีสีเขียว ช่วยให้พืชสร้างอาหารได้เมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์คลอโรฟิลล์นี้เป็นตัวทำให้พืชมีสีเขียว

ส่วนสำคัญของพืชได้แก่ ราก ลำต้นและใบ เซลล์ในส่วนต่างๆ ก็แตกต่างกันออกไปรูปร่างและส่วนประกอบภายในของเซลล์ ขึ้นอยู่กับหน้าที่ของเซลล์นั้นๆ ทุกส่วนของพืชจะมีเซลล์ที่เจริญเต็มที่แล้ว เรียกว่าแพคกิงเซลล์ (Packing cell) เซลล์เหล่านี้จะเป็นตัวเพิ่มขนาดและกำหนดรูปร่างของพืช ลักษณะของเซลล์จะมีหลายด้านผนังเซลล์หนา และมีช่องว่างขนาดใหญ่

เซลล์เจริญ (growing cell) เป็นเซลล์ที่อยู่บริเวณปลายรากและส่วนของลำต้นที่กำลังเจริญเติบโตเซลล์จะมีขนาดเล็ก ผนังเซลล์บาง และแบ่งตัวหลายครั้งเพื่อเพิ่มความเจริญเติบโตให้พืช เซลล์พาลิเสด (palisade cell) ในใบมีลักษณะยาวและแคบ เป็นเซลล์ที่มีคลอโรฟิลล์มากกว่าเซลล์อื่นๆ และเป็นโรงงานสร้างอาหารของพืช

**ดอก** : ส่วนที่เป็นดอกของพืชจะเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ดอกไม้ส่วนใหญ่จะมีเกสรทั้งเพศผู้และเพศเมียอยู่ในดอกเดียวกัน

**ใบ** : ส่วนที่สร้างอาหารของพืช มีคลอโรฟิลล์เมื่อได้รับคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ น้ำ จากดิน และพลังงานจากแสงอาทิตย์ ก็จะสร้างอาหารขึ้นได้

**ลำต้น** : เป็นส่วนชูใบและดอก มีท่อน้ำและอาหาร ไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืช และลำต้นยังเก็บสะสมอาหารอีกด้วย

**ราก** : เป็นส่วนที่ยึดลำต้นไว้กับพื้นดิน และดูดน้ำและเกลือแร่จากดินในพืชบางชนิดรากจะเก็บสะสมอาหารไว้ด้วย หมวกรากจะทำหน้าที่ป้องกันรากเมื่อยังงลงดินเพื่อหาน้ำโดยมีรากขนอ่อนทำหน้าที่ดูดน้ำจากดิน



#### 4.4.3. การสร้างอาหารของพืช

**วิธีการที่พืชสีเขียวสร้างอาหารเป็นขบวนการทางเคมีที่สำคัญที่สุดขบวนการหนึ่งสิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องอาศัยขบวนการนี้**

พืชต้องการอาหารเพื่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับสัตว์ สัตว์ได้อาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น พืช หรือสัตว์อื่นซึ่งกินพืชอีกต่อหนึ่ง แต่พืชสีเขียวสร้างอาหารขึ้นเองได้จากสิ่งไม่มีชีวิต คือจากน้ำ อากาศ และแร่ธาตุในดิน

ขั้นแรกของขบวนการนี้ เรียกว่า การสังเคราะห์แสง ซึ่งเกิดขึ้นที่ใบ และต้องใช้สารสีเขียวที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์ ในเซลล์ของใบ โดยคลอโรฟิลล์จะดูดพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ไปใช้ในขบวนการ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่สลับซับซ้อนพอสมควร ทำให้น้ำซึ่งรากดูดจากดินและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใบดูดจากอากาศ สังเคราะห์เป็นอาหารของพืช ซึ่งเป็นน้ำตาลชนิดหนึ่ง เรียกว่ากลูโคส กลูโคสผ่านออกจากเซลล์ของใบทางพลาสโมเดสมิตา ซึ่งเป็นชั้นของไซโตพลาสซึมที่เชื่อมระหว่างเซลล์ โดยจะผ่านจากเซลล์หนึ่งไปอีกเซลล์หนึ่งเรื่อย ๆ จนถึงท่อลำเลียงที่เรียกว่าโฟลเอ็ม (phloem) ซึ่งจะนำกลูโคสนี้ไปยังทุกส่วนของพืช

กลูโคสที่ได้จากขบวนการนี้ จะเป็นเสมือนเชื้อเพลิง และสามารถจะเปลี่ยนเป็นพลังงานได้ด้วยขบวนการที่เรียกว่า การหายใจพืชใช้ออกซิเจนจากอากาศมา 'เผา' เชื้อเพลิงนี้ให้เกิดเป็นพลังงาน และได้คาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเป็นของเสียจากขบวนการนี้ ดังนั้นการหายใจจึงเป็นขบวนการตรงข้ามกับการสังเคราะห์แสง คือพืชรับเอาคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศเข้าไป และคายออกซิเจนออกมา

พลังงานที่เกิดขึ้นบางส่วนจะถูกใช้ไปในการเปลี่ยนกลูโคสให้เป็นเซลล์ลูโลส แป้ง และไขมัน ไขมันมักจะถูกเก็บสะสมไว้เป็นอาหารสำรอง

#### ส่วนประกอบของชีวิต

คาร์บอนและไนโตรเจนเป็นสิ่งจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตพืชและสัตว์ต้องใช้ธาตุทั้งสองนี้และอาจจะหมดไปในไม่ช้า แต่ธาตุทั้งสองสามารถที่จะหมุนเวียนกลับมาได้อีก โดยพืชใช้คาร์บอนจากคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศไปในการสังเคราะห์แสง เมื่อสัตว์กินพืชเข้าไป และหายใจเอาคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ก็จะได้คาร์บอนกลับมาสู่อากาศอีก ส่วนไนโตรเจนนั้น พืชใช้ไปในการสร้างเป็นอาหาร เมื่อพืชตายแบคทีเรียจะทำให้พืชเน่า และทำให้เกิดไนโตรเจนขึ้นในดิน

สารอื่นที่พืชสร้างขึ้น ได้แก่ วิตามิน ฮอร์โมน น้ำมัน และกรด นักวิทยาศาสตร์พบว่าวิตามินมีความสำคัญต่อสัตว์ แต่ความสำคัญต่อพืชนั้นยังไม่ทราบแน่ชัดนัก ส่วนฮอร์โมนเป็นสารเคมีที่ควบคุมการเจริญเติบโต และควบคุมการพัฒนาการของพืช (ดูหน้า 29)



การเจริญขึ้นต้นของลำต้น ใบ เจริญจากต้นตรงข้อ ดาข้างเกิดตามลำต้นเป็นระยะ ๆ ตลอดลำต้น บางครั้งยังคงเป็นตา แต่บางครั้งงอกเป็นกิ่ง แต่ละตาก็คือต้นใหม่หรือกิ่งใหม่ตรงยอดคือใบเล็กๆ รวมกันเป็นกระจุก เมื่อตาเจริญจะมีกาบใบ ซึ่งระยะแรกจะเป็นใบที่ป้องกันยอดอ่อนต่อมาจะหลุดไปเหลือแต่รอย

#### 5.4.3. การเจริญเติบโตของพืช

มีอยู่อย่างหนึ่งที่พืชต่างจากสัตว์ คือพืชจะเจริญเติบโตตลอดชีวิตซึ่งอาจนานเป็นพันๆปี ถึงกิ่งก้านบางส่วนจะหักแต่ต้นก็จะเป็นอันตรายน้อย และแม้บางส่วนของต้นจะตาย พืชก็ยังสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้

หลังการผสมเกสรแล้วเซลล์ไซจะทำการแบ่งตัวจากเซลล์เดียวเป็นสองเซลล์ที่เซลล์เปิดเซลล์ เช่นนี้เรื่อยๆไป กรรมวิธีนี้เรียกว่า 'การแบ่งเซลล์' การแบ่งเซลล์นี้บางเซลล์จะพัฒนาเป็นราก ยอดเป็นเซลล์ลำเลียงน้ำและอาหาร เป็นเซลล์สำหรับป้องกัน การแบ่งเซลล์ทั้งหมดนี้จะแตกต่างกันตามหน้าที่ และจะสมบูรณ์ตั้งแต่เริ่มเป็นต้นอ่อนอยู่ภายในเมล็ด

ขณะที่เมล็ดงอกนั้น การเจริญตอนแรกๆ ส่วนใหญ่ไม่ใช่การสร้างเซลล์ใหม่ แต่เป็นการขยายเซลล์ที่มีอยู่ให้ใหญ่ขึ้นกว่าเดิม โดยการดูดน้ำและพองตัวออก บางชนิดสามารถพองตัวโตขึ้นกว่าเดิมประมาณ 10 ถึง 100 เท่า

พืชทุกชนิดที่ประกอบขึ้นด้วยเซลล์มากกว่าหนึ่งเซลล์จะเจริญเติบโตเพิ่มความยาวเรียกว่า การเจริญขึ้นต้น หรือการเจริญด้านยาว ซึ่งจะเกิดตรงปลายภาพตัดลำต้นแสดงให้เห็นการเจริญด้านข้างทำให้เกิดวงในเนื้อไม้ใหม่ทุก ๆ ปี จำนวนวงปีนี้จะบ่งบอกอายุของต้นไม้รากและปลายยอด และที่ตาซึ่งเกิดขึ้นที่ข้อของลำต้น ไม้เนื้อแข็งส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตทั้งทางส่วนสูงและทางกว้าง ที่เรียกว่าการเจริญด้านข้าง ซึ่งเกิดจากเซลล์ที่อยู่ระหว่างไซเลมและโฟลเอ็ม เรียกว่าวาสคิวลาร์ แคมเบียม (vascular cambium) โดยจะเกิดเป็นวงรอบต้น ปีหนึ่งๆ แคมเบียมจะสร้างเซลล์ใหม่ออกทั้งสองด้าน ด้านนอกจะเป็นโฟลเอ็มวงใหม่บางๆ และด้านในก็จะเป็นไซเลมใหม่ซึ่งเป็นวงหนา จำนวนวงดังกล่าวนี้เป็นเครื่องบอกอายุของต้นไม้

#### วัฏจักรชีวิตของพืช

พืชพวกไม้ล้มลุกส่วนมากและพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั้งหมดจะเจริญเติบโตเฉพาะทางด้านยาว พืชพวกนี้จะมีชีวิตอยู่เพียงฤดูเดียว แล้วใบและตาก็ตายไป มีพืชหลายชนิดเราเรียกว่า 'พืชปีเดียว' เนื่องจากพืชพวกนี้มีชีวิตตั้งแต่งอกจากเมล็ดสืบพันธุ์ และตายภายในปีเดียว และอีกพวกได้แก่ 'พืชมultipennial' ซึ่งจะมีอายุสองปี เช่น ต้นหัวผักกาดแดง พวกนี้ปีแรกจะเจริญจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายวิชาการ

เมล็ดและสร้างอาหารแล้วเก็บสะสมไว้ที่รากแก้ว ซึ่งก็คือหัวผักกาดแดงนั่นเอง ปีต่อไปจะมีดอก และสร้างเมล็ดแล้วในที่สุดก็ตาย นอกจากนี้ยังมีพืชล้มลุกอีกพวกหนึ่งคือพวกที่มีอายุยืน ซึ่งแม้ว่ากิ่งก้านบนดินจะตาย แต่ส่วนที่อยู่ใต้ดินจะยังคงมีชีวิตอยู่ (ดูหน้า 33)

การเจริญเติบโตของพืชขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ แสงสว่าง ความชื้น และอาหาร ถ้าได้รับสิ่งเหล่านี้อย่างพอเพียง พืชจะเจริญอย่างรวดเร็ว เช่นในเขตร้อนบางแห่งต้นไผ่สามารถเจริญสูงขึ้นได้ถึงวันละ 2 ฟุตหรืออาจจะปีละประมาณ 100 ฟุต แต่ก็มีพืชบางพวก เช่น ปรัง กว่าจะสูงถึง 8 ฟุต ได้ก็ต้องใช้เวลานานปีนร้อย ๆ ปี

สารเคมีพวกหนึ่งที่เรียกว่า ฮอร์โมน มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชหลายประการ เช่น ออกซินจะช่วยให้ยอดของพืชเจริญได้มากกว่าตาข้างลำต้น นอกจากนี้ยังมีฮอร์โมนอื่นๆ ซึ่งช่วยควบคุมอัตราการแบ่งเซลล์ การสุกของผลการออกดอก และการงอกของเมล็ดเป็นต้น

#### เซลล์ใหม่จากเซลล์เก่า

เมื่อเซลล์เจริญเต็มที่และกลายเป็นเซลล์แก่แล้วไม่สามารถแบ่งเซลล์เพื่อเจริญต่อไปได้อีกแต่เมื่อจำเป็น พืชก็สามารถเปลี่ยนเซลล์เหล่านี้กลับมาเป็นเซลล์ที่สามารถเจริญใหม่ได้อีก และเมื่อนำต้นหรือกิ่งไม้ไปปักในดินชั้นๆ หรือแช่ในน้ำ ก็จะมีรากงอกออกมา

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายรัชชัย นามสกุล แซ่อึ้ง อายุ 23 ปี

เกิด 23 พฤศจิกายน 2514 จังหวัด กรุงเทพฯ

การศึกษา ประถมศึกษาตอนต้น โรงเรียนตรีวิทยา จ.กรุงเทพฯ

ประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวัดพลับพลาชัย จ.กรุงเทพฯ

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเทพศิรินทร์ จ.กรุงเทพฯ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยช่างศิลป์ กรมศิลปากร

อุดมศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่อยู่ 10/8 ซ.นาคราช ถ.บำรุงเมือง เขตป้อมปราบฯ จ.กรุงเทพฯ โทรศัพท์ 224-0882



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้