

# สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

## โครงการเสนอแนะ

พิพิธภัณฑ์พลังงานธรรมชาติสำหรับเด็ก

(NATURAL ENERGY MUSEUM FOR CHILDREN)



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (สถาปัตยกรรมภายใน)  
ภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538 - 2539

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน TD26747  
วัน, เดือน, ปี 17 มิ.ย. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับ  
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต  
(สถาปัตยกรรมภายใน)

ผศ.วิเชียร สุวรรณรัตน์

คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

( )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

- อ. เอกพล ลีระชัยนันท์
- อ. สมศักดิ์ เข้มพราย
- อ. พรชัย บุญชัยวัฒนา
- อ. ประสิทธิ์ สุโลมาน
- อ. กฤษฎา อินทรสถิตย
- อ. วิรัชญา บัวศรี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อ

### โครงการพิพิธภัณฑ์พลังงานธรรมชาติสำหรับเด็ก (NATURAL ENERGY MUSEUM FOR CHILDREN )

#### 1. นายภูริทัต ไชยเศรษฐ์

Mr. PURITAT CHAIYASET

รหัสประจำตัวนักศึกษา 34202020

ที่อยู่ 223/46 ซอยวัดอัมพวา ถนนจรัลสนิทวงศ์ ตำบลบ้านช่างหล่อ อำเภอบางกอกน้อย  
กทม. 10700 โทร. 4126384

#### 2. หัวเรื่องวิทยานิพนธ์ โครงการพิพิธภัณฑ์พลังงานธรรมชาติสำหรับเด็ก

#### 3. ประเภทของโครงการ โครงการเสนอแนะ

#### 4. ความเป็นมาและเหตุผลในการเลือกโครงการ

ปัจจุบันปัญหาที่สำคัญของสังคม ไม่ว่าจะเป็นสังคมขนาดใหญ่หรือสังคมย่อย คือ ปัญหาทางด้านพลังงาน เนื่องจากปัจจุบันมีจำนวนประชากรเพิ่มสูงขึ้น การใช้ประโยชน์จากพลังงานจึงสูงขึ้นอย่างไม่ขีดจำกัดในขณะที่พลังงานที่ได้จากแหล่งพลังงานในธรรมชาติ บางอย่างมีขีดจำกัด ซึ่งบางครั้งสังคมซึ่งได้พลังงานโดยตรงจากธรรมชาติ กลับเป็นผู้ทำลายแหล่งพลังงานของตัวเองโดยความรู้ หรืออาจเป็นความตั้งใจเพราะจำเป็นเด็ก คือ อนาคตของสังคม การให้ความรู้การศึกษาแก่เด็กในเรื่องคุณค่าของธรรมชาติและที่มาของพลังงาน คือการแก้ปัญหาทางด้านพลังงานในระยะยาววิธีหนึ่ง นอกจากนี้จะได้เป็นแหล่งศึกษาหาความรู้ แล้วยังจะเป็นแหล่งนันทนาการพักผ่อนของเด็กอีกด้วย

#### 5. จุดประสงค์ของโครงการ

เป็นแหล่งให้ความรู้และนันทนาการสำหรับเด็ก

เป็นศูนย์กลางในการเผยแพร่ข้อมูลทางด้านพลังงานและธรรมชาติสำหรับเด็ก และ

ประชาชนผู้สนใจทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. ขอบข่ายโครงการ

ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

### 6.1 ส่วนบริการสาธารณะ ( PUBLIC SERVICE)

- ลานจอดรถ
- โถงทางเข้าหลักของโครงการ
- ร้านขายของที่ระลึก
- ร้านขายอาหารและเครื่องดื่ม
- ศูนย์ข้อมูล และห้องสมุด
- ห้องน้ำ
- โทรศัพท์สาธารณะ

### 6.2 ส่วนนิทรรศการ

- นิทรรศการถาวร
- นิทรรศการชั่วคราว
- หอประชุม

### 6.3 ส่วนสำนักงาน

- ส่วนทำงานของเจ้าหน้าที่ส่วนต่าง ๆ
- ห้องประชุม

## 7. ขอบเขตโครงการ

- นิทรรศการถาวร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

วัยเด็กเป็นวัยที่ดีที่สุดของฉัน และฉันยังเห็นแก่ตัวคิดว่า คงเป็นของ  
มนุษย์ทุกคน เป็นวัยที่ฉันมีเรื่องเล่าที่ไม่มีวันจบ

วัยเด็กเป็นวัยที่เราจดจำ เราไม่เลือกที่จะจำ แต่เราจำที่เราสามารถจำได้อย่างบริสุทธิ์  
นั่นเป็นเหตุของวันที่สวยงามในปัจจุบันเสมอเมื่อฉันนึกขึ้นมา

ธรรมชาติให้เรามากกว่ามาก หากถามถึงธรรมชาติว่าธรรมชาติคืออะไร หลายคน  
ตอบว่า ภูเขา ต้นไม้ หิน ไม่รู้ ทุกสิ่งทุกอย่าง ฯลฯ ฉันว่าไม่มีใครจะตอบได้ดีกว่าเด็กที่วิ่งเล่นใน  
ทุ่งหญ้า ไล่จับผีเสื้อที่บินหาน้ำหวานจากดอกไม้ ได้ยินเสียงน้ำตกกระทบโขดหิน สามารถสัมผัสถึง  
ความเป็นชื้นได้ที่ใบหญ้า ถ้าคุณเรียกเด็กมาถาม เด็กจะไม่ตอบแต่จะวิ่งไปยังน้ำตก ตามผีเสื้อไปด้วย  
ใจบริสุทธิ์

เด็กไม่รู้หรือว่าสิ่งที่เขารู้เป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่สุดของเขา เพราะฉันไม่สามารถจะกลับไปสู่  
ความไม่รู้ได้อีกเลยตลอดชีวิตของฉัน

ภริทัต ไชยเศรษฐ์

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกจัดทำขึ้นจากความพอใจที่จะทำให้เสร็จลุล่วงของข้าพเจ้า  
และใคร ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

แม่กับพ่อที่ให้ชีวิต

กราบเท้าแม่ผู้ที่ทำทุกอย่างเพื่อลูก

สถาบัน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ที่มีทุกอย่างให้เก็บเกี่ยว

อาจารย์, ครู ทุกท่านที่ให้ความรู้

อาจารย์ พรชัย อาจารย์ที่ปรึกษา

เพื่อน ๆ ทุก ๆ คน ที่ทำให้ฉันเป็นเพื่อนของเธอ

ขอบคุณ น้องต๋ม แก๊ป ปาน จัดการงานอย่างน่ารักและช่วยเหลือ

น้องโอ๊ฟ โอ๊โจ๋ บ๊วย จัดการ PUATE อย่างอดทนและเป็นกันเอง

น้อง ออม ผู้ทุ่มเทและเสียงหัวเราะสดใส

น้อง ดอน สำหรับสัตว์ต่าง ๆ ใน MODEL ที่น่ารักมาก ๆ

น้อง ต่าย MODEL ADVISOR ชั้นดี Motel Maker ชั้นยอด

พี่ เลิศ สำหรับกำลังใจและคำแนะนำ รวมถึง Feel ที่พี่สร้างขึ้น

พี่ หงอด สำหรับวัสดุและพื้นที่สัยน่ารัก

พี่ เอ็ม ( M ) พุดคุยให้กำลังใจและข่าวขามหุเซนต์หุหลุส ที่อร่อยที่สุดในโลก

และน้อง ๆ พี่ ๆ อีกรหลายคน ขอขอบคุณครับ

ขอบคุณ ตี สำหรับความเข้าใจ

ขอบคุณ บริษัท SJA + 3D

ดร. อับษร

พี่ ๆ ที่กองผังเมือง

ป่าเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ขอบคุณโลกที่มีเสียงดนตรี  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# INTRODUCTION

S C I E N C E



NATURAL

POWER

TECHNOLOGY

CHILDREN



Education & Information  
Natural to Technology  
Conservation Development

Education      Economical  
Recreation      Social

NEED OF PROGRAM

PUBLIC SERVICE

Library

Auditorium

Etc.

PERMANENT EXHIBITION

Temporary Exhibition

Auditorium

Office

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มี**บทที่ ๑**ไปใช้

## 1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า วัยเด็กเป็นช่วงเวลาที่สำคัญที่สุดในชีวิต เป็นช่วงการเจริญเติบโตที่เก็บเอาประสบการณ์ต่าง ๆ มากมาย เพื่อที่จะโตขึ้นอย่างมีคุณภาพในอนาคต เด็กและเยาวชน คือ ส่วนประกอบที่สำคัญของสังคม การพัฒนาเยาวชนในวันนี้ก็หมายถึง การพัฒนาสังคมในวันข้างหน้า

การให้ความรู้แก่เด็กและเยาวชนให้เพียงพอไม่ใช่การเรียนแต่เพียงในห้องเรียนเท่านั้น แต่ยังต้องให้โอกาสให้เด็กและเยาวชนได้เห็นสังคมอย่างกว้างขวาง จากการเรียนรู้เรื่องราว เข้าใจสภาพความเป็นอยู่ของสิ่งต่าง ๆ เด็กและเยาวชนเหล่านี้ย่อมมีจิตสำนึก และความรับผิดชอบต่อสังคมได้ดีและมากกว่าผู้ที่ไม่ได้รับโอกาสนั้น

การปลูกฝังให้เด็กและเยาวชนมีความสนใจในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปพร้อม ๆ กับการให้ความรู้ด้านคุณค่าและประโยชน์ของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จะทำให้เด็กและเยาวชนเป็นผู้ที่มีความพร้อมทั้งทางสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ รวมถึง มีคุณสมบัติที่จะแสดงความสามารถไปสร้างและรักษาสภาพแวดล้อม สภาพสังคมในอนาคต

นอกจากนี้ เด็กและเยาวชนเป็นวัยที่พร้อมและเหมาะสมที่สุดในการสร้างสรรค์กิจกรรมเพื่อการนันทนาการ การพักผ่อนหย่อนใจอย่างสร้างสรรค์ย่อมเป็นประโยชน์ในด้านสติปัญญา สังคม และจิตใจของบุคคลที่ทำการกิจกรรมนั้นเอง

## 1.2 สภาพปัจจุบันและปัญหา

1. งานการศึกษาสิ่งแวดล้อมเป็นงานที่ต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วน เพราะการศึกษาเรื่องพลังงานในปัจจุบันมีเป้าหมายเพื่อความอยู่รอดของชีวิตคนไทย ระบบเศรษฐกิจ - สังคม และการพัฒนาต่าง ๆ ในระยะยาว
2. ปัจจุบันยังขาดศูนย์ที่ทำหน้าที่ประสานงาน โดยเฉพาะเรื่องพลังงาน เพื่อประโยชน์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ ของกระทรวงศึกษาธิการ หรือหน่วยงานของทบวง กรมอื่น ๆ องค์การและหน่วยงานเอกชนที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ในระดับเด็กและเยาวชน
3. ระบบการศึกษาของไทยยังพัฒนาไม่ทันความก้าวหน้าที่ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่

เกี่ยวข้องกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4. เด็กและเยาวชนส่วนใหญ่ยังไม่รู้จักการใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 จุดประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อปลูกฝังให้เยาวชนมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ธรรมชาติและพลังงานจากธรรมชาติ
2. เพื่อปลูกฝังให้เยาวชนมีความรู้ ความสามารถและความสนใจในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับพลังงานจากธรรมชาติ
3. เพื่อให้เยาวชนรู้จักคุณค่าและประโยชน์ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
4. เพื่อเป็นแหล่งในการค้นคว้า รวบรวมข้อมูล ทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม สำหรับเด็กและเยาวชน รวมทั้ง บุคคลผู้สนใจทั่วไป
5. ส่งเสริมให้เด็กและเยาวชนมีกิจกรรมทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ
6. เพื่อเป็นสถานที่ที่เยาวชนสามารถใช้ในการพักผ่อนหย่อนใจ สนุกสนาน ในขณะเดียวกัน ได้ความรู้ พัฒนาสติปัญญา และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

### 1.4 ขอบข่ายและหน้าที่ใช้สอยของโครงการ

จุดประสงค์ของโครงการ

องค์ประกอบของโครงการ (หลัก)

- ทางด้านการศึกษาเป็นแหล่งในการ

- ห้องสมุด

ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล

- นิทรรศการชั่วคราว

- นิทรรศการถาวร

- ห้อง VICTORIE

- AUDIO VISUAL

- ทางด้านการนันทนาการ

- นิทรรศการภายนอก

- นิทรรศการถาวร

- AUDIO VISUAL

### องค์ประกอบย่อย

- โถงทางเข้า
- ร้านขายของที่ระลึก
- ห้องน้ำ
- โทรศัพท์สาธารณะ
- ส่วนประชาสัมพันธ์ บริการ
- ส่วนขายอาหารและเครื่องดื่ม
- ส่วนสำนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

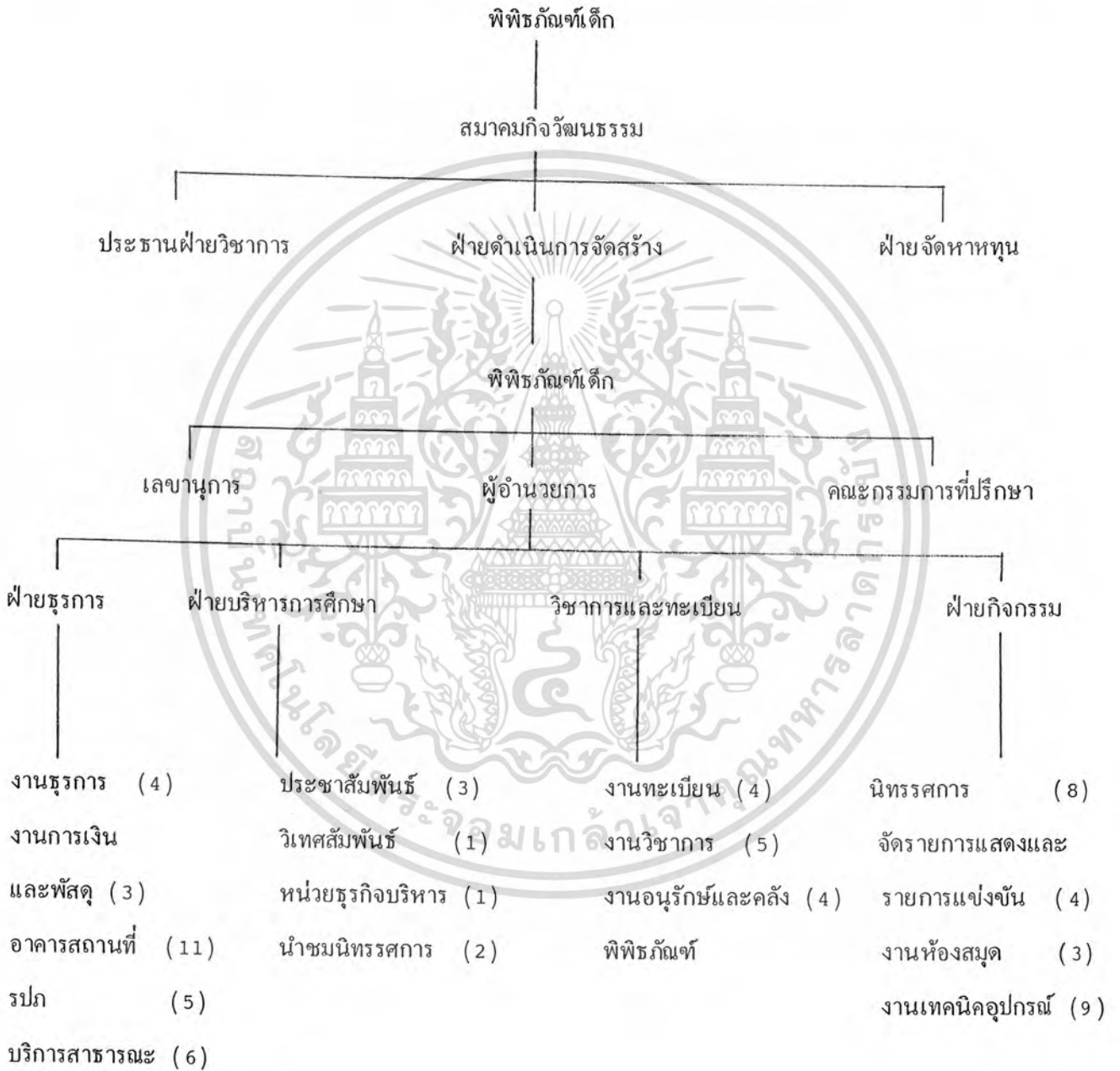
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 อัตรากำลังและสายการบริการ

เนื่องจากเป็นโครงการเสนอแนะจึงศึกษาจากโครงการเปรียบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการเปรียบเทียบ พิพิธภัณฑศึกษาวิทยาศาสตร์

ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ

ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา (98)

เลขานุการ

รองผู้อำนวยการ

(26)	(14)	(8)	(7)
ส่วนบริหารและ สารสนเทศ	ส่วนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี	ส่วนธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม	ส่วนดาราศาสตร์ อวกาศ

ฝ่ายบริหารทั่วไป

- งานธุรการ (3)
- การเงินการบัญชี (4)
- งานบุคลากร (1)
- งานพัสดุ (3)
- งานอาคารสถานที่  
และยานพาหนะ (1)

ฝ่ายแผนงาน (3)

- งานงบประมาณ (1)
- งานแผนงาน (1)

ฝ่ายการตลาดและ  
ประชาสัมพันธ์ (6)

- งานการตลาด (2)
- งานประชาสัมพันธ์ (2)
- งานวิเทศสัมพันธ์ (1)

ฝ่ายสารสนเทศ (5)

- และบริการข้อมูล
- งานบริการข้อมูล (1)
- งานสารสนเทศ (3)

ฝ่ายวิทยาศาสตร์ (5)

พื้นฐาน

- กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
- กลุ่มวิชาเคมี
- กลุ่มวิชาฟิสิกส์
- กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์

ฝ่ายวิทยาศาสตร์

ประยุกต์ (8)

- เทคโนโลยีสมัยใหม่
- เทคโนโลยีอุตสาหกรรม
- เทคโนโลยีการคมนาคม  
และการขนส่ง
- เทคโนโลยีการเกษตร
- เทคโนโลยีพลังงาน
- เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

ฝ่ายธรรมชาติวิทยา

- กลุ่มวิชาพฤกษศาสตร์
- กลุ่มวิชาสัตวศาสตร์
- กลุ่มวิชาธรณีวิทยา

ฝ่ายสิ่งแวดล้อม (4)

- กลุ่มวิชาสิ่งแวดล้อม  
ศึกษา
- กลุ่มวิชาเทคโนโลยี  
และสิ่งแวดล้อม

(26)

ส่วนเทคนิค

ฝ่ายพัฒนา

รูปแบบ (9)

- งานวิศวกรรม (3)
- งานมัณฑนศิลป์ (2)
- งานพัฒนา (3)

เทคโนโลยี

ฝ่ายการผลิต (16)

- งานโครงสร้าง (3)
- งานไฟฟ้า (4)
- งานศิลปกรรม (4)
- งานโสตทัศน (4)

ฝ่ายดาราศาสตร์ (4)

- วิชาดาราศาสตร์
- ดวงดาวและวัตถุ  
ท้องฟ้า

ฝ่ายอวกาศ (3)

- กลุ่มวิชาเทคโนโลยี  
อวกาศ
- กลุ่มวิชาอวกาศนิยมนวิทยา

(13)

ส่วนเผยแพร่การศึกษา

ฝ่ายกิจกรรมการศึกษา (4)

- งานศึกษา
- งานฝึกอบรม
- งานค่าย

ฝ่ายบริการเคลื่อนที่ (6)

- งานวางแผน (2)
- งานเผยแพร่ (3)

ฝ่ายประสานงานเครือข่าย

- งานเครือข่าย 1 (2)
- งานเครือข่าย 2 (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตรากำลังและสายการบริหาร โครงการพิพิธภัณฑ์พลังงานธรรมชาติสำหรับเด็ก

กระทรวงศึกษาธิการ  
กรมการศึกษานอกโรงเรียน  
ศูนย์บริภัณฑ์เพื่อการศึกษา  
พิพิธภัณฑ์พลังงานธรรมชาติสำหรับเด็ก

ผู้อำนวยการ

รองผู้อำนวยการ

เลขานุการ

ฝ่ายอำนวยการ (37)

ฝ่ายพิพิธภัณฑ์ (15)

ฝ่ายวิชาการและการศึกษา<sup>(21)</sup>

ฝ่ายการศึกษาและ  
ซ่อมบำรุง (11)

ธุรการและการเงิน

ออกแบบนิทรรศการ

ข้อมูลวิจัยค้นคว้า

วิศวกรรมเครื่องกล

- สารบรรณ (1)
- บุคลากร (1)
- การเงินการบัญชี (1)
- พัสดุครุภัณฑ์ (3)
- พิมพ์ดีด (2)
- นักการ (1)

- มณฑนาการ (1)
- ช่างเยนแบบ (1)
- ศิลปกรรม
- กราฟิคดีไซน์ (1)

- ภัณฑารักษ์ (3)
- นักวิชาการธรรมชาติวิทยา
- นักวิทยาศาสตร์ (1)
- นักวิชาการจิตวิทยาเด็ก (2)

- ช่างเครื่องยนต์ (1)
- โสตทัศนูปกรณ์
- วีดีโอ (1)
- ช่างถ่ายภาพ (1)

- ช่างแสงและเสียง (2)
- เทคนิคพิเศษ (1)

วิเทศสัมพันธ์และ

- จัดทำนิทรรศการ
- ช่างไม้, สี ฯลฯ (1)

- บรรยายอบรม
- ภัณฑารักษ์

ประชาสัมพันธ์

- ชิลด์สกรีน (1)

- นักวิชาการธรรมชาติ

ประชาสัมพันธ์ (1)

- ช่างถ่ายภาพ (1)

- นักวิทยาศาสตร์

วิเทศสัมพันธ์ (1)

- ช่างวาดเขียน (1)

- นักวิชาการจิตวิทยาเด็ก

อาคารสถานที่

- ช่างทำ (1)

ห้องสมุด

นักการ (10)

ทะเบียน

- บรรณารักษ์ (1)

รปภ. (5)

- นายทะเบียน (1)

จนท. (4)

ควบคุม ทีวี วงจรปิด (2)

คลังและพัสดุ

จนท. บริการทั่วไป (3)

บริการสาธารณะ

จนท. (3)

ฝ่ายกิจกรรม

ติดต่อสอบถาม (2)

นิทรรศการ (2)

ฝากของ (2)

จัดรายการเกมส์ (3)

ขายบัตร, ของที่ระลึก (15)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1 ประเภทของผู้ใช้อาคาร

1. ผู้ให้บริการ คือ เจ้าหน้าที่ต่าง ๆ ของพิพิธภัณฑ์

2. ผู้รับบริการ แบ่งเป็น

2.1 ผู้เข้าชมและศึกษาค้นคว้า

- ประชาชน เยาวชน เด็ก (GENERAL) เป็นบุคคลไปใช้บริการของพิพิธภัณฑ์ ส่วนใหญ่จะเข้าชมในวันหยุดสุดสัปดาห์ หรือตอนเย็นหลังเลิกเรียน

- ผู้เข้าชมประเภทเป็นกลุ่ม เป็นกลุ่มที่ทางโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา ประสานงานกับทางพิพิธภัณฑ์เพื่อเข้าชม หรือทางพิพิธภัณฑ์จัดกิจกรรมพิเศษ โดยจะเข้าชมเพื่อการศึกษาบ้างไม่ใช่เพื่อความเพลิดเพลินอย่างเดียว เป็นผู้เข้าชมส่วนใหญ่ของโครงการ

2.2 ผู้สนใจกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง

- ผู้เข้าร่วมกิจกรรม เป็นผู้ที่สนใจกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทางพิพิธภัณฑ์ได้เตรียมการไว้ เช่น การแสดง ละคร ปลูกถั่ว

- ผู้เข้าร่วมกิจกรรม ได้แก่ เด็กและเยาวชนที่สนใจเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทางพิพิธภัณฑ์จัด โดยกำหนดจำนวนที่แน่นอนในช่วงวันหยุด

2.3 ผู้มาติดต่อทางพิพิธภัณฑ์ จะมาติดต่อกับส่วนสำนักงานโดยตรง ซึ่งจะมาหาข้อมูล ความร่วมมือ หรือยื่นอุทธรณ์ต่าง ๆ

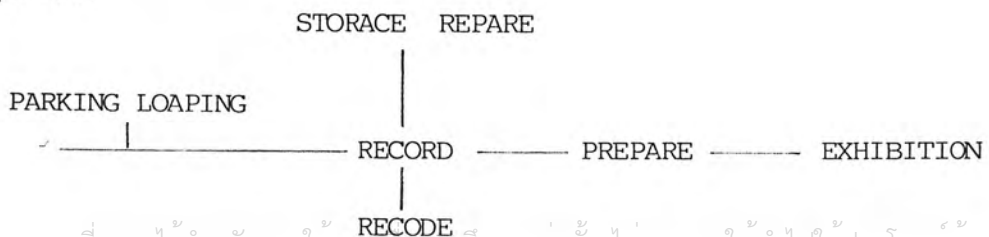
2.4 วัตถุแสดง เป็นสมบัติของทางพิพิธภัณฑ์ หรือขอยืมจากหน่วยงานอื่น ๆ

ตารางพฤติกรรม

ผู้เข้าชมทั่วไป



วัตถุจัดแสดง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 การพิจารณาขอบเขตอายุของเด็กในโครงการ

การพิจารณาขอบเขตอายุของเด็กที่จะมาใช้พิพิธภัณฑ์นี้เป็นสิ่งที่มีความสำคัญ ซึ่งตัวเลขอายุเหล่านี้จะเป็นเครื่องบ่งบอกถึงขอบเขตโครงการ รวมทั้งทำให้การจัดการให้การศึกษาในพิพิธภัณฑ์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น รายละเอียดมีดังนี้

#### ระดับการศึกษา แบ่งเป็น

1. ระดับชั้นอนุบาล
2. ระดับประถมศึกษา (ป. 1 - ป.6)
3. ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ม. 1 - ม. 3)
4. ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.4 - ม.6)
5. เด็กที่อยู่นอกระบบโรงเรียน

#### การแจกแจงจำนวนเด็กตามระดับการศึกษา แบ่งได้เป็น

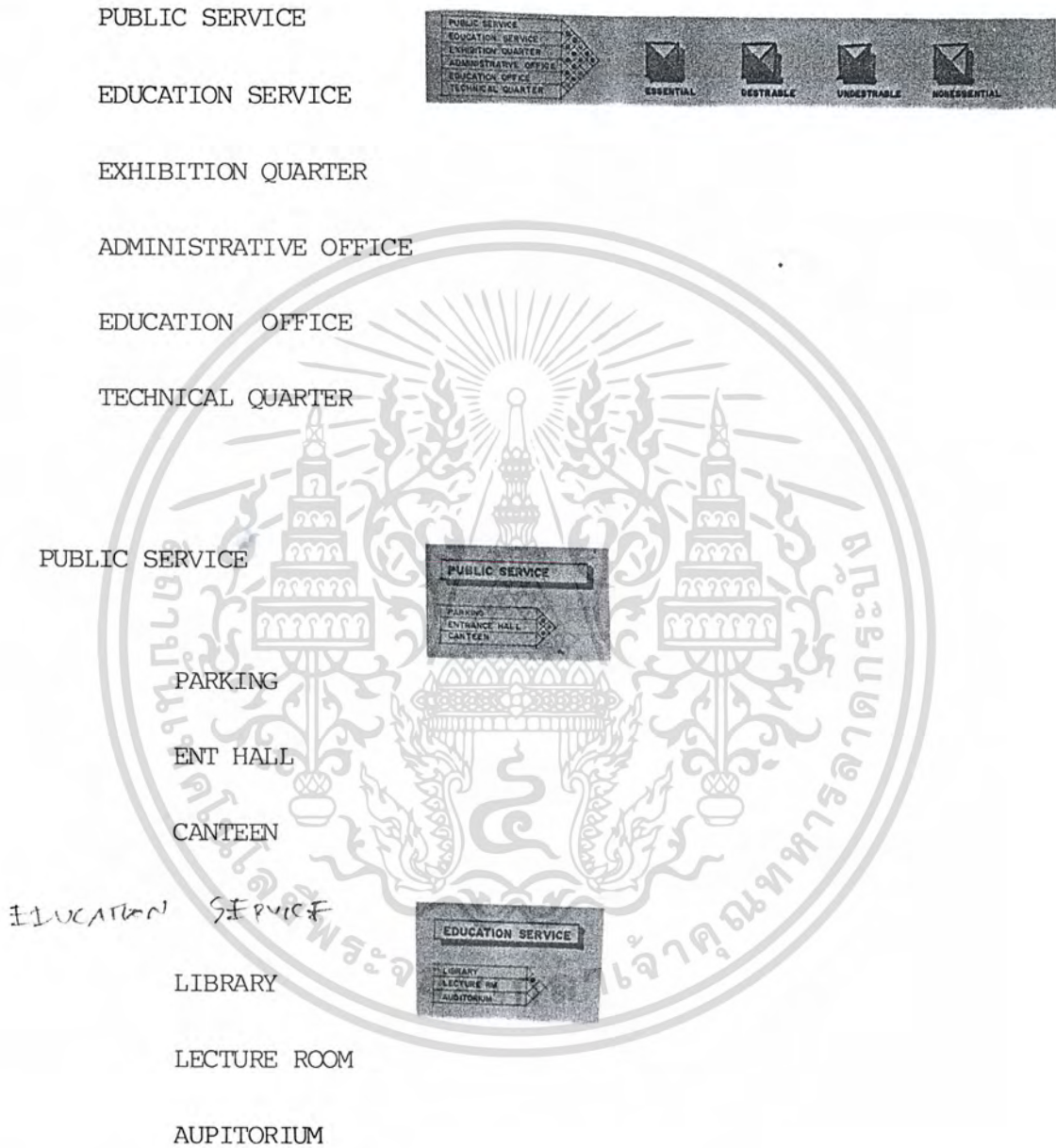
1. ระดับชั้นอนุบาล มีจำนวน 3.0% ของนักเรียนทั้งหมด
2. ระดับชั้น ป. 1 - ป.6 ของนักเรียนทั้งหมด
3. ระดับชั้น ม.1 - ม. 3 มีจำนวน 17.5% ของนักเรียนทั้งหมด
4. ระดับชั้น ม. 4 - ม. 6 มีจำนวน 2.7% ของนักเรียนทั้งหมด (1)

#### การเลือกช่วงอายุของเด็กในโครงการ

จากการแจกแจงนักเรียนทั้งหมดแล้วจะเห็นได้ว่า นักเรียนที่เรียนตั้งแต่ ป.1 - ม. 3 มีจำนวนถึง 96.2% ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และจากสถิติจำนวนประชากรก็ปรากฏว่า ผู้ที่มีอายุต่ำกว่า 15 ปีมีถึง 17.9 ล้านคน หรือ 45.1% ของประชากรทั่วประเทศ

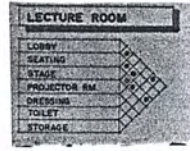
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LECTURE ROOM



LOBBY

SEATING

STAGE

PROJECTOR ROOM

DRESSING

TOILET

STORAGE

AUDITORIUM

LOBBY

SEATING

STAGE

PROJECTOR ROOM

DRESSING

TOILET

STORAGE

EXHIBITION



PERMANENT EXHIBITION

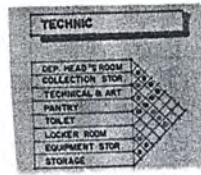
TEMPORARY EXHIBITION

OUT DOOR EXHIBITION

STORAGE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ผู้จัดทำขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TECHNIC



DEP. HEAD 'S ROOM

COUECTION STORAGE

TECHNICIAL ATR

LOUNGE (PANTRY)

TOILET

LOCKER ROOM

EQUIP STORAGE

STORAGE

OFFICE



DIRECTOR

ADVICE DIRECTOR

SECRETARY

LOBBY

CONFERENCE

EXECUTIVE

DOCUMENT SEC

ALLOUNG SEC

BIILDING SEC

EDUCATION SEC

EXHIBITION SEC

INFORMATION SEC

TECHNIC SEC

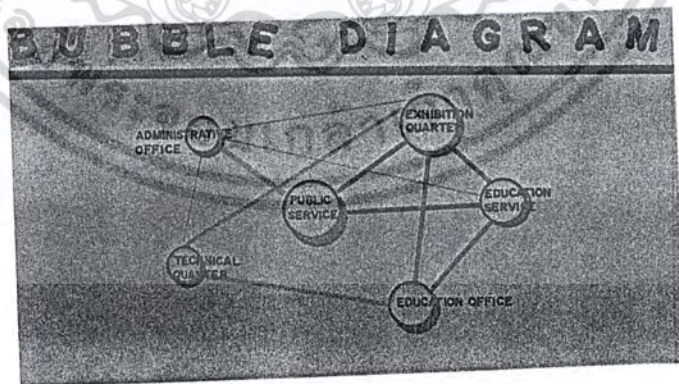
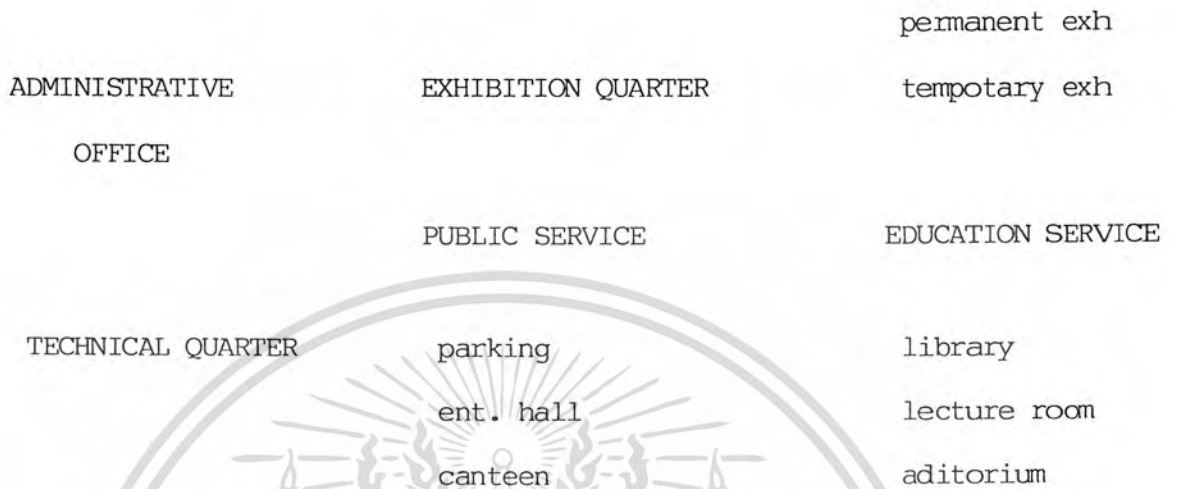
DESIGN SEC

ART SEC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ความสัมพันธ์วงกลม (แผนภูมิ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกบที่ 4 ใช้

#### 4.1 การออกแบบส่วนจัดนิทรรศการ

วัตถุประสงค์ของการเลือกเทคนิคการจัดแสดงในพิพิธภัณฑ์สำหรับเด็ก

1. จัดแสดงเพื่อความสนุกสนาน เป็นการกระตุ้นให้เด็กสนใจในการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์

2. จัดแสดงเพื่อให้ได้ศึกษาจากสภาพความเป็นจริง โดยการจัดสภาพเลียนแบบธรรมชาติให้เหมือนจริงที่สุด อาจใช้เทคนิคการจัดฉากละคร ( DIORAMA TECHNIQUE )

การจัดกลุ่ม เช่น สัตว์อยู่เป็นกลุ่มตามสภาพจริงเรียกว่า HABITAL GROUP

3. จัดแสดงเพื่อให้เด็กได้สัมผัสจับต้อง ไม่มีสิ่งใดในพิพิธภัณฑ์สำหรับเด็กในส่วนแสดงนิทรรศการที่เด็กจะไม่สามารถจัดได้

4. จัดแสดงเพื่อให้ความรู้ต้องมีรายละเอียด เช่น คำบรรยาย ภาพถ่าย ภาพเขียน มาประกอบซึ่งอาจจะทำให้เด็กไม่สนใจ ควรใช้วิธีการอื่น เช่น อธิบายเป็นลักษณะของ GRAPHIC SIGNS เป็นสัญลักษณ์ หรือการเขียนคำบรรยายเป็นตัวอักษรที่สนุกสนาน มีสีสัน ลักษณะตัวอักษรได้โดดเด่นแทรกด้วยภาพเขียนหรือการ์ตูน พยายามตัดรายละเอียดที่ไม่จำเป็นออกมากที่สุด

#### เทคนิคการจัดแสดงและจัดกิจกรรมสำหรับเด็กในแง่จิตวิทยา

1. ระวังให้เด็กแสดงออกและกระตือรือร้นในการเรียนรู้ โดยการเตรียมสภาพแวดล้อมที่รู้สึกปลอดภัย อบอุ่น และมีเสรีภาพในการแสดงออก ไม่รู้สึกถูกบังคับ เช่น SPACE ที่ต้องต่อเนื่องแสงสว่างที่เข้ามาในทิศทางต่างๆ พอเหมาะไม่มี

2. มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาทั้ง SPACE และ FORM สีสันการจัด SCALE และ PROPORTION

3. มีการเคลื่อนไหว การใช้ MOBILE หรือแสดงการทำงานของเครื่องจักรให้รู้สึกเหมือนกับว่าเคลื่อนไหว เช่น ของเล่นการใช้อื่นๆ ช่วย เป็นต้น

4. ระวังความสนใจด้วยการจัดแสดงให้มี VARIETY มี CLIMAX เช่น เทคนิคการใช้แสง เสียง โสตทัศนูปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือวัตถุที่สร้างขึ้นให้มีขนาดใหญ่สะดุดตา

5. การจัดแสดงที่เด็กจะได้ค้นคว้าหาวิธีการเล่นได้เองตามใจชอบ เช่น จัดแสดงวัตถุเครื่องใช้ที่ทำให้เกิดเสียง และการทำงานที่สัมพันธ์กันจนทำให้เกิดเสียงต่างๆ เด็กจะสามารถค้นหาวิธีการทำเสียงต่างๆ ให้ออกมาจากวัตถุนั้นได้ตามอิสระ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ความสนใจจะคงอยู่เมื่อเด็กสามารถทำได้สำเร็จตามความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง เริ่มต้องการแสดงออกถึงความสามารถของตนเอง โดยการสนใจที่จะแก้ปัญหาต่างๆ ที่ประสบได้ด้วยตนเอง

การพิจารณาสิ่งเร้าหรือเทคนิคการจัดสร้างสื่อการเรียนรู้สำหรับเด็กในพิพิธภัณฑ์ สำหรับเด็ก DR. DEGA DALE ได้สมมติให้ประสบการณ์แต่ละชนิดบรรจุลงในกรวย สื่อการจัดแสดงที่กระตุ้นการเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุดอยู่ที่ฐานกรวย ซึ่งมีพื้นที่มากที่สุดและลดลงตามลำดับ ได้แก่

1. ประสบการณ์จริงและมีความหมาย ( DIRECT PURPOSEFUL EXPERIENCE ) ได้แก่ ของจริง สิ่งให้เห็น ได้สัมผัส และปฏิบัติด้วยตนเองเป็นสื่อที่ได้ผลที่สุด

2. ประสบการณ์จำลอง ( CONTRIVED EXPERIENCE ) ได้แก่ หุ่นจำลอง ( MOCK UP, SIMULATIONS, MODELS ) ของตัวอย่าง ซึ่งของจริงใหญ่ไป เล็กไป อยู่ไกลไป ไม่น่าสนใจต่อการกระตุ้น การเรียนรู้ จึงต้องจำลองขึ้นเป็นลักษณะการจัดแบบ THREE-DIMENSIONAL OBJECTS และการจัดแสดงแบบ DIORAMA TECHNIQUE จำลองภาพของจริง อีกทั้งการจำลองวัตถุในลักษณะการเคลื่อนไหวได้

1. การจัดแสดงแบบสามมิติ

หมายถึง การจัดทำเป็นหุ่นจำลอง ขนาดเท่าของจริงหรือย่อส่วนลง หรือขยายให้ใหญ่ขึ้น การจัดแสดงแบบนี้อาจจะไม่ค่อยได้รับความนิยมจากสถาบันต่างๆ มากนัก เนื่องจากต้องใช้งบประมาณสูง และมีความยุ่งยากในการจัดทำมาก เพราะต้องใช้ความชำนาญเป็นพิเศษ แต่เป็นความจริงที่ว่าทุกสถาบันต้องการจัดทำประเภทนี้มากที่สุด เนื่องจากก่อประโยชน์มากที่สุดสำหรับผู้เข้าชม การจัดแสดงแบบนี้เป็นสื่อที่สมบูรณ์แบบที่ตรงกับอุดมคติการเรียนรู้ของเด็ก คือ การเรียนด้วยการกระทำ เด็กสามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ จากการจัดแสดงแบบนี้ได้ด้วยตนเองแทบทุกอย่าง เด็กจะเกิดความภาคภูมิใจความเป็นอิสระ ความเป็นตัวของตัวเอง ทำให้เด็กเกิดความพึงใจ และความทรงจำในสิ่งต่างๆ โดยไม่ต้องท่องจำแบบนกแก้ว และมีความทรงจำในสิ่งต่างๆ ได้ด้วยความสนุกสนานมีชีวิตชีวา

เทคนิคในการจัด หุ่นจำลองที่กล่าวถึงในที่นี้หาได้เป็นแบบที่จัดทำขึ้นมาแล้ว ตั้งแสดงไว้กับที่เพื่อให้ผู้ชมมองผ่านไปมารอบๆ เท่านั้นไม่ แต่สามารถลงมือเรียนรู้ โดยสามารถบังคับได้ด้วยตนเอง ดังนั้นแบบจำลองดังกล่าวอาจต้องใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์เข้าช่วย

2. การจัดแสดงในลักษณะการเคลื่อนที่ ( MOBILE )

คือการจัดให้สิ่งที่เราต้องการแสดงนั้นมีการเคลื่อนไหวในลักษณะการหมุน อาจจะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนูญาตเห็นใบโฆษณาชิ้นงานการคา เป็นโดยการชักกลไกต่างๆ เมื่อการเคลื่อนที่เป็นเหมือนสิ่งเร้าพิเศษย่อมเกิดการตอบสนองเป็นพิเศษ ไม่ว้ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุใดเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกชิ้นที่กรณินาเปใช้

( SPECIAL STIMULATE ) ในทำนองเดียวกันย่อมหมายถึง ผลประโยชน์อย่างเต็มที่แก่เด็ก  
ในการเรียนรู้คือเกิดความประทับใจ

สัญชาตญาณของมนุษย์คือ การมีความรู้สึกไวต่อสิ่งเคลื่อนที่ นำมาใช้เป็นหลักใน  
การจัด MOBILE ได้อย่างดีและมีประโยชน์อย่างเต็มที่ เมื่อผู้ชมหันไปเพื่อจะให้ทราบว่าจะอะไรคือ  
สิ่งที่เคลื่อนที่อยู่รอบตัวเขา เขาจะไม่หยุดอยู่เพียงแค่นั้น ถ้าหากสิ่งนั้นไม่เป็นอันตรายแล้ว พวกเขา  
ต้องสังเกตต่อไปจนเข้าใจว่า ทั้งหมดที่อยู่นั้นคืออะไร

เทคนิคในการจัดคำว่า MOBILE หมายถึง การเคลื่อนไหว ดังนั้นหลักสำคัญในการจัด  
ก็คือการทำให้สิ่งที่เราต้องการแสดงนั้นเคลื่อนที่เป็นจุดสนใจ

3. นาฏกรรมและการแสดงเป็นละคร ( DRAMATIZED EXPERIENCE ) ได้แก่  
การเล่นการแสดงประกอบการเรียนรู้ ช่วยพัฒนาทางภาษาพูดและการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อใหญ่เป็น  
เทคนิคการจัดแสดงในส่วน BODILY ACTION แบ่งเป็น 2 อย่าง

- FORMAL PLAY
- INFORMAL PLAYING, ROLE PLAYING เป็นการแสดงประเภท หุ่นมือ  
หุ่นกระบอก หุ่นชัก PUPPET เป็นการให้เด็กได้ประดิษฐ์การฝึมือประกอบไปในตัวตามความคิด  
สร้างสรรค์ของตน

4. การสาธิตหรือทดลอง ( DEMONSTRATION EXPERIENCE )

- การสาธิตเป็นการบอกผลให้ทราบ แล้วทำให้ดู
- การทดลอง ยังไม่บอกผลที่เกิดขึ้นให้ทราบ จนกว่าจะเสร็จสิ้นการทดลอง

5. การศึกษานอกสถานที่

เป็นการศึกษาที่ทำให้เด็กได้รับประสบการณ์โดยตรง ซึ่งจะต้องมีการจัดโปรแกรมแล้ว  
ประกาศให้เด็กทราบก่อนล่วงหน้า

6. การจัดนิทรรศการ

เป็นการจัดแสดงผลงานหรือการจัดในโอกาสเทศกาลสำคัญต่างๆ โดยมีจุดมุ่งหมาย  
เพื่อการศึกษาและการเรียนรู้ของเด็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 7. โทรทัศน์เพื่อการศึกษา

เป็นสื่อทัศนูปกรณ์ประเภทหนึ่งที่จะเผยแพร่ความรู้ และเสริมการเรียนรู้ด้วยเสียง และภาพไปพร้อมๆ กัน และเป็นการกระจายการเรียนรู้ไปสู่เด็กได้ไกล โดยการส่งกระจายเสียงจาก สถานีโทรทัศน์เป็นบริการหนึ่งให้แก่เด็ก โดยเด็กไม่ต้องมาถึงศูนย์ในกรณีที่อยู่ไกลมาก

## 8. ภาพยนต์ โทรทัศน์

เด็กได้เห็นภาพ การเคลื่อนไหวและได้ยินเสียงด้วย เป็นการกระตุ้นให้เด็กสนใจ ประกอบความเพลิดเพลินสนุกสนาน ไม่จำเป็นต้องอธิบายกันมากนัก เพราะเด็กทุกคนรู้จักภาพยนตร์ดีและ ชอบดูกันมากอยู่แล้ว

## 9. การจัดแสดงด้วยภาพนิ่ง

เช่น SLIDE, FILM STRIP ETC. มีอยู่ 2 ประเภท คือ

- ประเภทที่มีเสียงประกอบ
- ประเภทที่ไม่มีเสียงประกอบ

## 10. การจัดแสดงด้วยเครื่องเสียง

เป็นการเรียนรู้ด้วยเสียงประกอบเพียงอย่างเดียว

11. การจัดแบบ VISUAL SYMBOL ด้วย PHOTOGRAPH, POSTER, GRAPHIC SINGS & และ BOARD ต่างๆ ให้เกิดการเรียนรู้ด้วยการดูและการอ่าน เทคนิคการจัดในลักษณะของบอร์ด แบ่งออกได้ดังนี้

11.1 กระดานประกาศต่างๆ ( BULLETIN BOARD ) คือกระดานที่มีการแบ่งช่องไว้ สำหรับเรื่องต่างๆ ที่จะทำการประกาศ เช่น ข่าวในพิพิธภัณฑ์ ประกาศสำคัญหรือข่าวต่างๆ

11.2 PEC BOARD คือกระดานที่ใช้ตัวอักษรพลาสติกแสดงข้อความต่างๆ ที่ ต้องการจะเสนอและประชาสัมพันธ์ เมื่อต้องการจะเปลี่ยนข้อความนั้นๆ ครั้งใดก็เพียงแค่เรียงอักษร พลาสติกใหม่เท่านั้น.

11.3 กระดานแม่เหล็ก ( MAGNETIC BOARD ) เมื่อมีความจำเป็นต้องแสดง เรื่องเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ เช่น การเดินทางต่างๆ เพื่อให้เห็นจริงเห็นจรงในการสอนนั้นๆ การใช้กระดาน แม่เหล็กนับว่าเหมาะสม เพราะสามารถแสดงการเคลื่อนที่ของการเดินทางได้อย่างแท้จริงบนกระดาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11.4 แผงภาพต่างๆ ( CHART BOARD ) เมื่อต้องการแสดงเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นส่วนๆ อย่างชัดเจน หรืออาจจะเป็นกราฟแผนภูมิ แผนผนังต่างๆ ( PHOTOGRAPH & POSTER ) บนกระดานนั้น เด็กๆ จะได้รับความประทับใจ และให้ประโยชน์ในการสนองตอบทางด้านความจำที่ได้รับจากความรู้ที่ได้พอมมา

เทคนิคในการจัด เพื่อให้เกิดความตื่นตันทันทีมีชีวิตแก่ภาพที่จัดแสดงการจัดภาพให้เข้ากันได้ตามกฎเกณฑ์ทางศิลปะและจิตวิทยา และโดยเฉพาะอย่างยิ่งจิตวิทยาเด็ก ซึ่งต้องการความตื่นตันทันที ต้องการรู้ ต้องการความมีชีวิตชีวา ดังนั้นไม่ควรจัดภาพต่างๆ แบบเรียง ไม่มีการเร้าความสนใจ เพราะเด็กจะมองข้ามภาพเหล่านั้นไปอย่างไม่แยแส ภาพที่จัดควรมีลักษณะโดดเด่น เติมไปด้วยสีสัน เพื่อเร้าความรู้สึกอยากรู้อยากเห็นของเด็ก

12. การแสดงด้วยวิธีนี้ให้เด็กสนใจได้ ผู้พูดจะต้องมีความเข้าใจในด้านจิตวิทยาเด็กเป็นอย่างดี สามารถพูดชักจูงให้เด็กสนใจ และเข้าใจได้ ไม่ทำให้เด็กเบื่อหน่าย

เทคนิคการจัดแสดงในลักษณะที่มีการใช้ AUDIO - VISUAL ทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อการสอนให้แก่เด็ก ประกอบด้วย

RECORDS COLLECTION เป็น CLOSED STACK ไม่อนุญาตให้ผู้ใหญ่หรือเด็กเข้าไปเลือกใช้ TAPE & CASSETTES & AVIODEO TAPE CONECTION แผ่นเสียงและเทปจะเก็บไว้ในชั้นโดยจัดทำไว้เป็นบัตรรายการ ปิดชื่อและเลขหมู่แล้วจึงนำมาใช้ในการแสดงประกอบนิทรรศการหรือแสดงในช่วงส่วน AUDITORIUM และการจัดแสดงต่างๆ สำหรับที่เก็บแผ่นเสียง ทำเป็นช่องสูงประมาณ 14" อีก 12.5" กว้างช่องละ 6" วิธีการเก็บแผ่นเสียงขนาดลองเพลย์ เก็บในช่อง - กระจาดแข็งก่อน จึงนำมาเก็บทางตั้งตามช่องอีกที่หนึ่ง

ส่วนการเก็บเทป ทำเป็นช่องขนาดสูง 8" อีก 7.5" กว้างตามความเหมาะสม

SLIDES . FILMS AND MICROFILM COLLECTION

จัดเก็บไว้ในตู้หรือชั้น ตู้เก็บฟิล์มภาพยนตร์จะเป็นสำหรับวางกล่องฟิล์มตั้งตรง ที่วางสไลด์และฟิล์ม STRIP จะเป็นลิ้นชักกันเป็นช่อง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนเฉพาะของเจ้าหน้าที่จัดเก็บและรวบรวม เมื่อต้องการจะจัดฉายหรือแสดง เจ้าหน้าที่จะเป็นผู้หยิบใช้

2. ส่วนตู้สำหรับเด็ก เพื่อให้เด็กฝึกค้นด้วยตนเอง จะมีบอร์ดรายการต่างๆ ที่มีอยู่ในตู้ฟิล์มเมื่อเด็กต้องการจะดูชุดไหน ก็มาบอกเจ้าหน้าที่ เจ้าหน้าที่จะเป็นผู้หยิบให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTROL STATION เพื่อที่ควบคุมการจ่ายแผ่นเสียงจาก CLOSED STACK และควบคุมการส่งรายการไปยัง LISTENING OUTLET ต่างๆ ทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. จ่ายและรับแผ่นเสียงและเทปต่างๆ ที่นำออกไปประกอบการศึกษา และจัดแสดงสำหรับเด็ก
2. ทำหน้าที่ส่งรายการที่มีอยู่ไปยังที่เสียบหูฟังต่างๆ สำหรับเด็กและผู้ใช้อื่นๆ เพื่อความบันเทิงและการพักผ่อนหย่อนใจ

LISTENING AREA เป็นบริเวณที่มีการส่งรายการมาจากสถานีควบคุม ผู้ฟังจะต้องใช้หูฟังเสียบกับ OUTLET ต่างๆ บริเวณนี้จะเป็นบริเวณการฟังเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจสำหรับเด็กทางด้านดนตรีและภาษา เช่น จะมีเสียงดนตรีชนิดต่างๆ มีการเล่านิทานสำหรับเด็ก เป็นต้น

LISTENING ROOM เป็นส่วนหนึ่งของการจัดแสดงในลักษณะต่างๆ และเนื้อหาต่างๆ เช่น ห้องแสดงดนตรีสำหรับเด็ก ส่วนนี้จึงจำเป็นต้องมีการป้องกันเสียง มีการควบคุมทาง

SLIDE-FILM-STRIP AREA เป็นบริเวณสำหรับเด็กใช้ดูสไลด์และฟิล์มสคริปต่างๆ จะต้องมียุโรปกรณ์ไว้ให้โดยเฉพาะมีที่ปรึกษาในการใช้และการต้องมีบรรยากาศสนุกสนาน

RECORDING ROOM เป็นห้องบันทึกเสียง สำหรับเจ้าหน้าที่ในกรณีดังต่อไปนี้

1. ใช้บันทึกเสียงในกรณีที่มีการแสดงดนตรีเพื่อการศึกษา
2. ใช้ถ่ายเทปจากการบันทึกการแสดงของเด็กหรือการแสดงพิเศษของพิพิธภัณฑ์สำหรับเด็กผู้ใหญ่ และย่อยเพื่อใช้ในการเผยแพร่ และให้ยืมวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้ประกอบการศึกษา

การกำหนดขนาดของ REQUIREMENT ต่างของส่วน โสตทัศนูปกรณ์

- การกำหนดจากผู้ใช้
- กำหนดจากจำนวนวัสดุอุปกรณ์ที่ทางศูนย์มีความสามารถจะทำได้

การจัดแสดงแบบ DIORAMA

การจัดแสดงแบบนี้เป็นการจัดแสดงโดยเลียนสภาพความเป็นจริงของงานที่จัดแสดงออกมาเป็นฉากละคร เป็นการแสดงที่นับได้ว่าสามารถแสดงถึงความรู้สึกในบรรยากาศของการแสดงได้สมจริงสมจัง และสามารถถ่ายทอดความรู้ต่างๆ ได้ดีมาก นอกจากอาศัยการจัดฉากแล้ว ยังนำเอาแสง สี เข้ามาช่วยเน้นในการจัดแสดงงานต่างๆ ด้วย

การจัดแบบ DIORAMA เป็นที่นิยมจัดกันมากในงานแสดงเกี่ยวกับชาติพันธุ์วิทยา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับใช้ในการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การแสดงเกี่ยวกับชีวิตความเป็นอยู่ การแสดงในด้านวัฒนธรรมและไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดแสดงแบบ DIORAMA สามารถจัดแสดงเป็นแบบต่างๆ ได้ 2 แบบ คือ

- แบบเปิด คือการจัดแสดงโดยนำเอาสิ่งของที่จัดแสดงในระบบที่เปิดเผยไม่มี การปกปิดจากกระจกใส อาจจัดชั้นที่มุมใดมุมหนึ่งของห้อง หรืออาจจะใช้การจัดบนพื้นที่ระดับ เช่น การแสดงหุ่นขี้ผึ้ง
- แบบปิด คือการจัดแสดงโดยจัดในตู้กระจก โดยมากนิยมการจัดแบบนี้ในการ จัดแสดงแบบถาวร เพราะสามารถป้องกันความเสียหายและฝุ่นละอองได้อีกว่า มีการจัดทั้งในแบบ ตู้ติดผนัง หรือใช้ตู้แบบลอยตัวก็ได้

#### เทคนิคการจัดแบบ

ในการจัดแบบ DIORAMA นอกจากจะนำเอา แสง เสียงมาประกอบในการจัดแสดง แล้ว การจัดฉากซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการจัดแบบ DIORAMA ยังสามารถทำได้หลายแบบ ส่วนมาก นิยมใช้ฉากหลังเป็นผนังโค้ง เพื่อไม่ให้เกิดมุมฉากด้านหลัง เพื่อความสมจริงสมจัง ฉากหลังในสมัยก่อน นิยมเขียนเอา แต่ปัจจุบันวิทยาการก้าวหน้าจึงใช้การตัดรูปถ่ายขยายเข้ามา ทำให้บรรยากาศเหมือน จริงขึ้น นอกจากนี้บางที่ยังใช้ภาพ SLIDE หรือการฉายภาพยนตร์เป็น BACKGROUND ประกอบ การจัดแสดงบางที่อาจจะเอาเสียงมาประกอบด้วย นอกจากนี้ยังมีการนำเอาความสัมพันธ์ที่ต่อเนื่องระหว่าง ภาพเป็น BACKGROUND และหุ่นจำลองที่ได้จัดทำขึ้น สำหรับการจัดในแบบ DIORAMA นี้ยังมี เทคนิคอีกหลายอย่าง

## 4.2 ระบบแสง สี ในการจัดนิทรรศการ

### 1. แสงธรรมชาติ สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ได้แก่

#### ก. การใช้แสงสว่างจากด้านข้าง

เมื่อได้รับแสงสว่างที่อยู่ในระดับต่ำ ทำให้ด้านข้างหลังของวัตถุได้รับแสงไม่พอเพียง เมื่อมองออกไปนอกหน้าต่างจะมีแสงจ้า ทำให้ตาพร่า เกิดเงาผู้ชมปรากฏบนวัตถุและเปลืองเนื้อที่ จึงควรแก้ปัญหาโดย

- มีหน้าต่างบานเดียว แม้ห้องจะมีขนาดใหญ่ถึง 24 × 32 เมตร ก็ตาม
- ขอบหน้าต่างต้องอยู่สูงกว่าระดับสายตาผู้ชม
- ขอบหน้าต่างต้องลึก เพื่อไม่ให้แสงเกิดเฉพาะกลางห้อง
- ต้องไม่ให้มีอะไรมาบังหน้าต่างกระจก เพราะจุดกระทบของแสงที่ดี อยู่ในระหว่าง  $45^\circ - 70^\circ$
- หน้าต่างต้องกว้างเป็น  $\frac{1}{2}$  ของความกว้างของห้อง และมีความสูง  $\frac{1}{2}$  ของความลึกของห้อง

#### ข. การให้แสงสว่างจากด้านบน

เป็นการให้แสงสว่างมาจากเหนือศีรษะ ควรใช้กับวัตถุมากกว่า แต่มีส่วนเสีย คือ แสงส่วนใหญ่จะตกที่พื้นห้องมากกว่าผนัง และเกิดการสะท้อนที่ตู้กระจกเรียบ ทำให้เกิดความรู้สึกว่าเนื้อที่แสดงงานแคบลง ผู้ชมมักแหงนดูช่องแสง ทำให้นัยน์ตาเมื่อยเร็ว การแก้ไขต้องทำให้ห้องสูงมาก แต่ก็เป็นการสิ้นเปลือง ลักษณะส่วนใหญ่ของแสงได้จากหลังคากระจก จะเป็นทั้งหมดหรือบางส่วนก็ได้ แถบประเทรร้อนไม่ค่อยใช้ แต่อาจใช้กระจกแผ่นเล็กๆ ทั้งหมด ไม่เกินร้อยละ 6 ของเนื้อที่หลังคา

#### ค. การให้แสงสว่างจากหน้าต่างค่อนข้างสูง

แบบนี้เป็นการให้แสงที่เหมาะสมที่สุด แสงที่ตกลงมาทำมุม  $45^\circ$  และกระจายไปทั่วห้อง ไม่ทำให้เกิดแสงสะท้อนและนัยน์ตาพร่า

#### ง. การให้แสงธรรมชาติโดยทางอ้อม

- การให้แสงมายังผนังสะท้อนแสงที่เป็นรูปโค้ง ผนังจะกลืนแสงเสียงมาก ถ้าทาสีขาวจะช่วยส่งความสว่างออกมาได้ถึงร้อยละ 86 ปูนฉาบธรรมดา เพียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อาจใช้แสงสอดจากหลังคาซึ่งซ้อนกันหลายชั้น การให้แสงสว่าง แบบนี้  
เหมาะกับประเทศที่แสงแดดจัด
- ใช้กระจก 2 แผ่น แผ่นหนึ่งติดกับที่ และอีกแผ่นหนึ่งเคลื่อนไหว ไปมาตาม  
การโคจรของดวงอาทิตย์ แผ่นที่เคลื่อนไหวจะคอยรับแสงจากดวงอาทิตย์  
ส่งมายังแผ่นที่อยู่กับที่ และส่งไปยังกระจกแผ่นหนึ่งหรือแผ่นอื่นที่ซึ่ง  
สะท้อนไปยังที่ที่ต้องการ ในเวลาที่มีเมฆมาก ต้องใช้ไฟฟ้าแทน เหมาะกับ  
ประเทศที่มีแสงแดดมาก และพวกพิพิธภัณฑ์ที่ไม่ต้องการใช้หน้าต่าง

ห้องที่มีความกว้าง - แสงสว่างยิ่งลดลง

ห้องที่มีความสูง - แสงสว่างจะมากขึ้น

## 2. แสงประดิษฐ์

การเปรียบเทียบคุณสมบัติของแสงธรรมชาติและแสงประดิษฐ์เพื่อนำไปใช้

แสงธรรมชาติ

แสงประดิษฐ์

- |   |   |
|---|---|
| 1. เป็นแสงที่กระจายไม่เสียดสายดา  | 1. แแรงเกินไป กระตุ้นเรตินา มีคุณสมบัติ<br>ที่ดี ผู้แสงธรรมชาติไม่ได้ และทำให้<br>นัยน์ตาเมื่อยเร็ว   |
| 2. เป็นแสงที่ทำให้เห็นสีสั่น รูปทรงและ<br>ผิวของวัตถุถูกต้องตามธรรมชาติ | 2. มีสีไม่ถูกต้องนัก เช่นหลอดฟลูออเรส -<br>เซนต์ แต่ก็เหมาะสมกับการโชว์วัตถุ<br>และปรับทิศทางได้สะดวก |
| 3. ควบคุมยาก เปลี่ยนไปตามฤดูกาลเวลา<br>เย็นและค่ำก็ไม่มีแสง             | 3. ควบคุมได้ตามต้องการ สามารถเพิ่ม<br>ลดความเข้มของแสงได้   |
| 4. แสงธรรมชาติได้แก่<br>แสงเหนือ - สีสอนน้ำเงินเยือกเย็น                | 4. หลอดฟลูออเรสเซนต์<br>- ไม่เหมาะกับงานปฏิมากรรม เพราะ   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แสงธรรมชาติ

## แสงประดิษฐ์

เหมาะกับการจัดกรรม  
แสงได้ - ออกเหลืองแดง เหมาะ  
กับการปฏิมากรรม

ไม่ให้เงาเด่นชัด  
- พอใช้ได้กับการจัดกรรมโพลีสปอร์ตไลท์  
- ต้องควบคุมทิศทางและตำแหน่ง การ  
ติดตั้งเพื่อไม่ให้เกิดแสงสะท้อน  
- ใช้ได้ดีกับการปฏิมากรรม ให้เงาชัดเจน

### 5. ประหยัด

### 5. สิ้นเปลือง

จากการเปรียบเทียบจะเห็นได้ว่า การใช้แสงทั้ง 2 ชนิด ควบคู่กันไป เพื่อแก้ข้อเสีย  
ของกันและกัน จะทำให้ได้ผลตามความมุ่งหมาย นอกจากนี้แล้ว การเลือกชนิดของแสงเพื่อนิทรรศการ  
ควรพิจารณาจาก

1. เลือกให้เข้ากับเนื้อหา เรื่องของสิ่งแสดง และพิจารณาว่าบรรยากาศของส่วนนั้น  
ควรเป็นอย่างไร เช่น มีตลิ่งเห็นเพียงจุดที่ต้องการเน้น เป็นต้น
2. คำนึงถึงเวลาที่จัดนิทรรศการ และสภาพอากาศ เช่น เวลากลางวันซึ่งต้องการ  
แสงไฟฟ้าที่เพียงพอ เป็นต้น
3. ภูมิอากาศของห้องที่จัดแสดง
4. พิจารณามุมที่เน้นต้องการเน้นอะไร ส่วนไหน เช่น จากหลาย ๆ มุม หรือ  
ส่วน ส่วนใดต้องการแสงมากน้อยเท่าใด หรือมุมที่ต้องการเน้นวัตถุเป็นพิเศษ ก็ควร  
ใช้โพลีสปอร์ตไลท์

5. พิจารณาคณะสมบัติในการสะท้อนแสงของวัตถุ

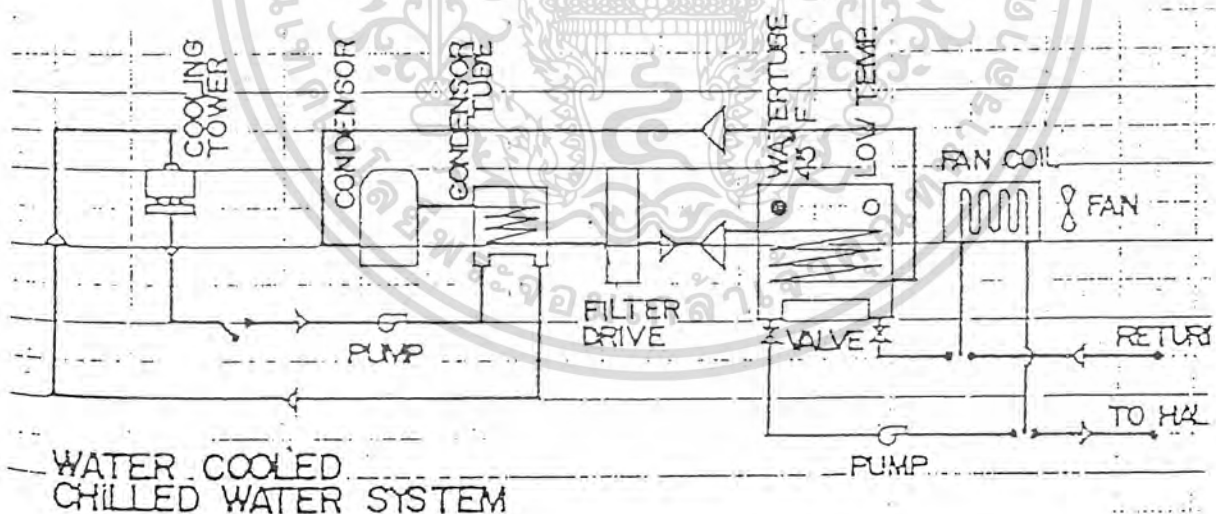
#### 4.3 ระบบปรับอากาศในอาคาร

การปรับอากาศ หมายถึง การควบคุมอุณหภูมิ การเคลื่อนไหว ความชื้นและความบริสุทธิ์ของบรรยากาศในเนื้อที่จำกัดที่ใดที่หนึ่ง โดยเครื่องปรับอากาศซึ่งประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ คือ

- ส่วนอัดอากาศหรือเพิ่มความดัน (COMPRESSOR)
- ส่วนระบายความร้อน (CONDENSING UNIT.)
- ส่วนลดความร้อน (EXPANSION VALVE)
- ส่วนทำความเย็น (FAN COIL UNIT.) สำหรับเครื่องขนาดเล็กและ AIR HANDLING UNIT. สำหรับเครื่องขนาดใหญ่

#### ระบบปรับอากาศที่เหมาะสมกับโครงการ

ควรใช้ระบบ WATER COOLED SYSTEM เพราะเหมาะสมกับอาคารที่มีขนาดใหญ่ เช่น โรงแรม โรงพยาบาล ฯลฯ



#### แสดงการทำงานของระบบซิลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หลักการการทำงานของเครื่องปรับอากาศในระบบที่ใช้กับโครงการ

ในระบบนี้ การส่งความเย็นไปยังบริเวณที่ต้องการ โดยผ่านท่อส่งและใช้น้ำเป็นตัวกลางนำ คือเครื่องทำความเย็นจะทำให้เย็นแล้วบีบส่งไปตามท่อซึ่งห่อหุ้มด้วยฉนวนส่งไปยังส่วนต่างๆ ในอาคารที่ต้องการการปรับอากาศ โดยมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า UNIT หรือ AIR HANDLING UNIT เปลี่ยนสภาพจากน้ำเย็นเป็นลม โดยผ่านน้ำเย็นไปใน COIL เล็กภายใน FAN CLIL UNIT นั้น และเป่าลมผ่าน CLIT กลายเป็นลมเย็นออกมา น้ำเย็นจะหมุนเวียนกลับไปยังเครื่องทำความเย็น เพื่อให้เย็นขึ้นอีก ระบบนี้ให้การประหยัดในการปฏิบัติงาน นอกจากนั้น ตัว FAN COIL ก็สามารถให้ความเย็นได้อย่างรวดเร็วและให้ความสะดวกในการเปิดปิดเฉพาะส่วนได้ โดยแยก FAN COIL หลายๆ ตัวตามจุดต่างๆ ควบคุมอุณหภูมิด้วย THERMOSTAT ที่ติดตั้งไว้สำหรับตั้งอุณหภูมิของอากาศภายในห้อง โดยมักจะต่อเชื่อมกับสวิทช์ของพัดลมใน FAN COIL นั้น พัดลมที่ใช้โดยทั่วไปจะมีความเร็ว 3 จังหวะ ส่วนอาคารที่มีขนาดใหญ่ เช่น โถงแสดงงาน โถงประชุม ฯลฯ ที่มีพื้นที่ใหญ่มาก และไม่อาจใช้ FAN COIL UNIT. เป่าลมโดยตรงเพราะพื้นที่มากเกินไปจากจุดๆ เดียวจะไปทั่วถึงก็ใช้วิธีเป่าลมเย็นจาก FAN COIL ไปในที่ท่อส่งซึ่งเชื่อมโยงกันไป และมีช่องปล่อยลมกระจายทั่วไป การระบายอากาศในส่วนที่ได้รับการปรับอากาศนั้น ทำได้โดยหมุนเวียนอากาศผ่านส่วน FAN COIL UNIT. โดยที่ส่วน FAN COIL UNIT. นั้นจะมีการทิ้งอากาศที่ใช้ในห้องออกสู่ - อากาศภายนอกแล้วดูดเข้าอีกจากอากาศบริเวณบริสุทธิ์ภายนอก เป็นการหมุนเวียนอากาศในห้อง การที่จะ RETURN AIR ภายในห้องกลับสู่ส่วน FAN COIL นั้นอาจทำได้โดยใช้ RETURN AIR DUCT เดินบนส่วนในเพดานไป หรืออาจทำเป็น GRILL ที่ห้อง FAN COIL เลยก็ได้ ถ้าผนังของห้อง นั้นอยู่ติดกันกับห้องอื่นๆ แต่ต้องแล้วแต่ความพอดีพอเหมาะในประการต่างๆ เช่น ระยะทางในการกลับหรือประโยชน์ใช้สอยของพื้นที่นั้น เช่น ห้องอาหาร การส่งอากาศกลับจะต้องคิดถึงกลิ่นที่มาจากเคาน์เตอร์หรือครัวที่อยู่ติดกันไม่ให้มีทิศทางไปสู่บริเวณที่ผู้คนนั่งทานอาหารอยู่ เป็นต้น ในกรณีนี้จึงอาจให้ส่วนที่แอร์ไหลกลับไปอยู่ใกล้ทางส่วนใกล้ครัว เป็นต้นนั้น อากาศก็จะเริ่มลงสู่ที่ต่ำ และถูกดูดกลับที่ดูดอากาศกลับ ซึ่งจะมีผลทำให้อากาศภายในห้องเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา

การเคลื่อนไหวของอากาศภายในห้องขึ้นอยู่กับ

1. แรงที่เกิดจากใบพัด
2. คุณลักษณะตามธรรมชาติของอุณหภูมิซึ่งส่วนใหญ่เครื่องปรับอากาศจะอยู่บน -

หลังคาดี อากาศเย็นจะลดต่ำลง และอากาศร้อนจะลอยตัวสูงขึ้นไปยัง  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
เครื่องปรับอากาศ  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนความเร็วของอากาศภายในท่อที่จะไม่ทำให้เกิดเสียงรบกวน และได้ผลดีควรอยู่ในเกณฑ์ 6000

อากาศที่ส่งผ่านท่อควรมีอุณหภูมิต่ำกว่าอากาศภายในห้อง  $20^{\circ} - 30^{\circ}$  ฟาเรนไฮต์ เพื่อชดเชยกับความร้อนภายนอกที่แทรกซึมเข้ามา หรือเข้ามาในขณะที่เปิดประตู

### หัวจ่ายลม ( AIR SUPPLY )

หน้ากากลมโดยทั่วไป จะเรียกรวมๆ กันว่า

- หน้ากากจ่ายลม เรียกว่า SUPPLY AIR GRILLE
- หน้ากากลมกลับ เรียกว่า RETURN AIR GRILLE
- หน้ากากติดเพดานเรียกว่า AIR DIFFUSER
- หน้ากากติดข้างฝาเรียกว่า AIR REGISTER

สำหรับการเลือกใช้หน้ากากสำหรับโครงการนี้จะใช้ลักษณะติดเพดาน คือ

ชนิดติดเพดาน AIR DIFFUSER

เท่าที่มีอยู่ในขณะนี้คือ มีแบบสี่เหลี่ยมซึ่งมีทั้งแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส และแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า แบบ SLOT และในบางแห่งเจาะผ้าเป็นรูใช้แทนหัวจ่าย ซึ่งมองดูเผินๆ จะไม่เห็น

### ลมกลับ ( RETURN AIR SYSTEM )

ลมที่เป่าออกแล้วจะต้องถูกดูดกลับเข้าเครื่องเพื่อทำให้เย็นจึงถูกส่งไปเป่า เนื่องจากลมภายนอกห้องร้อนกว่าลมเก่า ตัวเราใช้ลมจากภายนอกทั้งหมดเครื่องจะต้องมีขนาดใหญ่มาก จึงจะได้อากาศที่มีอุณหภูมิต่ำตามความต้องการ ส่วนเรื่องอากาศบริสุทธิ์ ถ้าติดตั้งลมดูดอากาศเก่าออกไป อากาศใหม่ก็จะแทรกตัวเข้ามา ดังนั้นจึงต้องให้ลมที่เป่าออกไปสามารถเดินทางกลับเข้าเครื่องได้อีก

#### 4.4 ระบบเสียงและการควบคุม

##### เสียง ( SOUND )

การป้องกันเสียงสะท้อนในทางสถาปัตยกรรมนั้น มีความต้องการที่สำคัญ 2 ประการ

##### ก. สิ่งแวดล้อมในการป้องกันเสียงสะท้อน

ก. ความเข้มและลักษณะของเสียงต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายนอกห้อง

ข. วิธีเสียงต่างๆ จะกระจายไปยังจุดต่าง ๆ มาถึงห้อง

สิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวกับระบบเสียงสะท้อน ขึ้นอยู่กับความมุ่งหมายของการใช้ห้องหรืออาคารนั้น ๆ เป็นสำคัญ

##### ข. ภาวะการฟังเสียง

ภาวะการฟังเสียงในห้อง จะได้รับผลเป็นที่พอใจนั้นต้องการส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. เสียงเบื้องหลัง ( BLACKGROUND NOISE ) จะต้องมียกระดับต่ำพอ
2. การขจัดเสียงสะท้อนกลับ ซึ่งต่อเนื่องกันหลายครั้งหลายหน
3. จัดการกระจายเสียงไปในที่ว่าง ในห้องให้เหมาะสม
4. ให้เสียงไปยังผู้ฟังชัดเจนและดังพอ

เสียงเบื้องหลังเกิดจากเสียงที่ลอดมาจากภายนอกห้อง รวมทั้งเสียงซึ่งเกิดขึ้นในห้องด้วย จำเป็นต้องตัดลงให้เหลือน้อยที่สุด เพื่อจะทำให้การฟังดีขึ้น

สำหรับการจัดติสโก้กลับ หรือในทึคลับอื่นๆ เสียงสะท้อนกลับที่พอเหมาะจะช่วยให้เสียงดนตรีไพเราะยิ่งขึ้น แต่ต้องไม่มีขึ้นอย่างสม่ำเสมอทั้งห้อง

ส่วนการจัดให้เสียงไปถึงผู้ฟังได้ชัดเจน และดังพอนั้นก็เพื่อจะช่วยให้ผู้ฟังดนตรีอย่างชัดเจนเหมาะสม โดยทั่ว ๆ ไปแล้วสำหรับห้องเล็ก ๆ เสียงดนตรีจะต้องดังพอซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการควบคุมเสียงว่าจะต้องการให้เสียงออกมาในลักษณะใด

##### มาตรฐานการป้องกันเสียงสะท้อน

มาตรฐานการป้องกันเสียงสะท้อน ขึ้นตรงต่อภาวะการฟังเสียงทั้ง 4 ข้อ ซึ่งได้รวมกันขึ้นเป็นสูตร และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการออกแบบให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาแทรกเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และภาวะการฟังเสียงก็คือ การควบคุมเสียงเบื่องหลังระดับเสียงนี้เราอนุญาตให้มีในห้องต่างๆ ได้ไม่เท่ากัน

การควบคุมเสียงสะท้อนเบื่องหลังมีปัญหาต่อไปนี้คือ

การควบคุมเสียงต่อเนื่อง ได้แก่ การกั้นเสียงให้จางไป แม้ว่าจุดที่เปล่งเสียงจะหยุดแล้วก็ตาม ก็ยังมีเสียงสะท้อนต่อเนื่องอีกชั่วระยะเวลาหนึ่ง

ในกรณีส่วนมาก ห้องที่ให้เวลาของเสียงสะท้อนต่อเนื่อง มากกว่าเวลาที่กล่าวแล้ว 3 เท่า การป้องกันเสียงสะท้อนจะไม่ได้ผลดี เนื่องจากจะมีเสียงสะท้อนก้อง และเพราะมากสำหรับความต้องการให้เสียงกระจายในทั้งห้องอย่างดีเท่านั้น ห้องควรปราศจากจุดสะท้อนและจุดรวมเสียง-สะท้อน ซึ่งทำให้เกิดเสียงรบกวนนั้น

#### การดูดเสียง

พลังงานเสียงประกอบด้วย (AIT PRESS PE) ซึ่งเกิดจากการไหวตัวของมีชฌิมในรูปและขนาดที่คลื่นเสียงที่ประสาทหูรับได้

ถ้ามีพลังงานของคลื่นเสียงมากพอ อาจทำให้มีชฌิม ที่คลื่นเสียงไปกระทบสิ่งได้ทราย นุ่น พื้นผิวขรุขระเมื่อเวลาผ่านไปคลื่นเสียงมาก แรงอัดในอากาศจะขยับเส้นใยนั้นพลังของมัน จะหมดไป แต่ถ้าเสียงกระทบกับวัสดุแข็ง ผิวหน้าเรียบ ( SOUND MATERIALS ) เช่น ไม้หนา ๆ กำแพงคอนกรีต คลื่นเสียงจะสะท้อนกลับเป็นส่วนใหญ่

#### การดูดเสียงโดยวิธีอื่นๆ

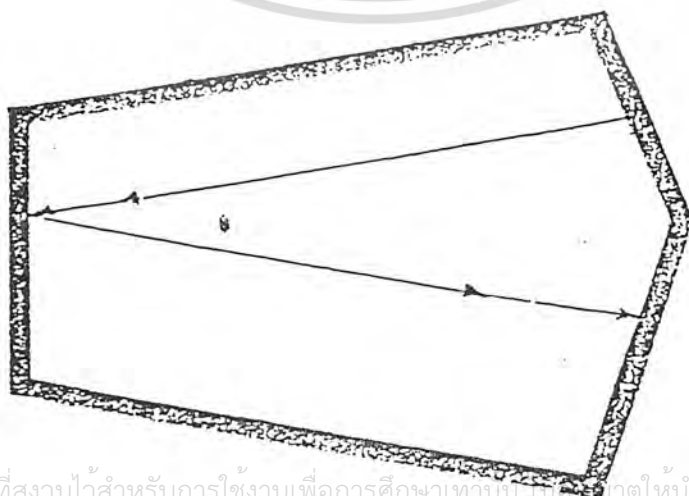
ABSORBITON BY DATCHER OF MATERIALS เป็นวิธีการดูดเสียงด้วยเสียงช่วยลดความดังของเสียงลง ขึ้นอยู่กับการนำเอาวัตถุมาติดตั้งภายในห้องที่ต้องการโดยการติดตั้งอย่าง - กระจายทั่วไป

เพื่อให้คุณสมบัติในการดูดเสียงที่ดีที่สุด การกระจายติดตั้งวัตถุเป็นแผ่นเล็กๆ แทนการติดตั้งวัตถุที่มีพื้นที่เท่ากัน แต่คิดเป็นแผ่นใหญ่แผ่นเดียว จากการค้นพบวัตถุดูดเสียงชนิดหนึ่งหนา 1 นิ้ว เพื่อที่ 48 ตารางฟุต จะมีคุณสมบัติน้อยกว่า นำมาตัดเป็นชิ้นๆ แล้วนำมาจัดใหม่

การลดเสียงที่มีความถี่ต่ำ ๆ ควรใช้วัสดุที่เป็นแผ่นในไม้อัด กระดาษอัด ไม้อัดหรือพลาสติก เป็นฝาเพดาน หรือไม้บุผนังตามปกติวัตถุเหล่านี้มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงได้ดี ถ้าทำให้แข็ง เช่นติดแนบกับโครงสร้างอย่างมั่นคง หรือปะติดผนังคอนกรีต ถ้าติดแผ่นวัตถุเหล่านี้ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ เช่น ปะหน้าวัตถุหย่อนตัวได้ พวกทำให้มีช่องอากาศอยู่เบื้องหลังวัตถุ หรือโดยวิธีโดยตรงแล้ว จะกับมีคุณสมบัติดูดเสียงที่มีความถี่ต่ำ ๆ ได้ดี แต่จะดูดได้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับระยะของช่องอากาศและคุณภาพของวัตถุอ่อนตัว

การเกิดและการป้องกันเสียงก้อง

เสียงก้องเกิดจากการที่เสียงสะท้อนกลับไปกลับมาระหว่างผนังคู่นาน และผนังตรงข้ามหรือผนังที่ผิวโค้ง ดังภาพ

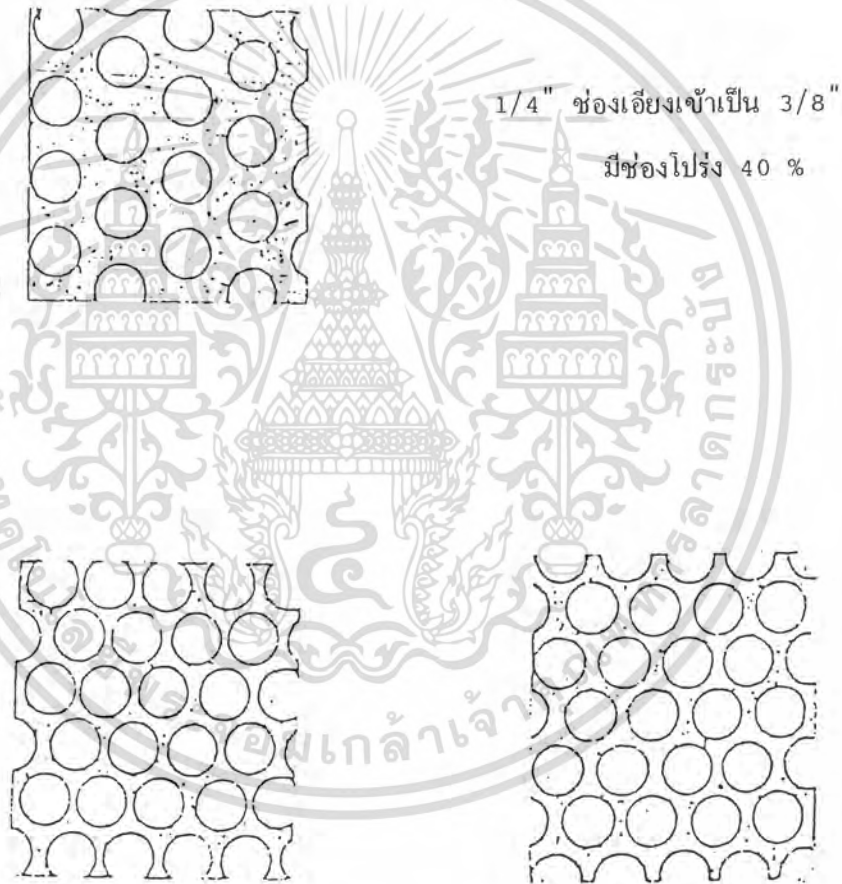


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วัสดุดูดซึมเสียงประเภทที่มีผิวหน้าโปร่ง

วัสดุดูดซึมเสียงประเภทที่มีผิวหน้าโปร่ง สามารถโปร่งพรุนได้ตั้งแต่ 5 - 50 % หรือมากกว่านั้น ซึ่งตามกฎแล้ว มันจะสามารถดูดซึมเสียงที่มีความถี่สูงและสามารถกันเสียงสะท้อนได้ด้วย ส่วนวัสดุที่เป็นโลหะก็ต้องนำมาตกแต่งผิวหน้าด้วยวัสดุดูดซึมเสียง

ตัวอย่างที่แสดงถึงลักษณะของรู โปร่งบนผิววัสดุดูดซึมเสียง



1/4" ช่องเอียงเข้าเป็น 1/4"

17/64" เอียงเข้าเป็น 5/16"

มีช่องโปร่ง 65 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

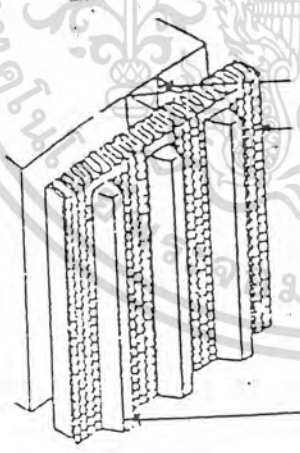
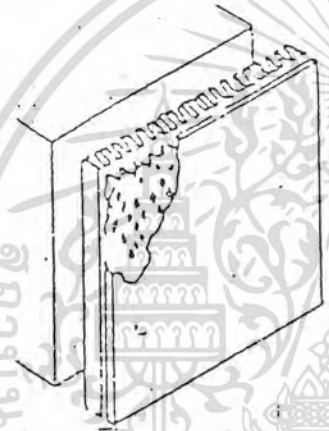
ตัวอย่างการตกแต่งผนัง



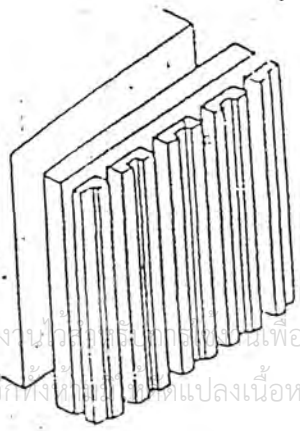
โครงไม้

เยื่อ เส้นใย เส้นผม ขนสัตว์

ไฟเบอร์กลาส หนา 1 - 2 นิ้ว



เป็นตัวตกแต่งผนังและยึดวัสดุติดซี่ม



ตัวการ อย่าง ตกแต่งผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งหากมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5 วัสดุตกแต่ง

วัสดุที่ใช้กับอาคารประเภทสาธารณะ จะต้องมีความสมบัติที่สะดวกตา คงทนถาวรและราคาไม่แพงนัก จะต้องเป็นวัสดุที่ดูแลรักษาทำความสะอาดง่ายด้วย เพื่อประหยัดค่าดูแลรักษา วัสดุที่แลดูไม่เปลืองง่ายได้แก่ วัสดุประเภทหิน ไม้ อัญมณี โลหะ กระฉก และผ้า ดังจะกล่าวถึงวัสดุที่ใช้บ่อยที่สุดและเหมาะสมดังต่อไปนี้ .

##### 1. วัสดุประเภทหิน

เหมาะสำหรับผนังภายในและภายนอก หินที่ใช้ควรเป็นหินประเภทเนื้อละเอียดสามารถขัดให้เป็นมันได้ ควรหลีกเลี่ยงหินที่มีเนื้อยู่ยงรุกรณะ เพื่อความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศและใช้กับผนังและพื้นที่ใช้งานสมบูรณ์ตลอดจนเนื้อที่ที่คนพลุกพล่าน เนื่องจากหินทนทานต่อการสัมผัสและทำความสะอาดง่าย

เหตุผลสำคัญที่เลือกใช้หินก็เนื่องจากหินมีความคงทนที่ประทับใจมีค่าและดูหรูหรา ดังนั้นสถานที่ที่เหมาะสมแก่การใช้หินมากที่สุดของอาคารได้แก่ บันไดทางเข้าบริเวณ - ทางเข้าผนังด้านทางเข้า เป็นต้น หินที่นิยมใช้ได้แก่

หินอ่อน หินอ่อนสามารถทนสกปรกได้ดี ทนต่อสารเคมีได้บ้างบางชนิด มักใช้กับผนังภายในเป็นส่วนมาก หินอ่อนให้ลักษณะที่มีค่ากว่าหินประเภทอื่นๆ มีสีให้เลือกหลายสี เช่น สีชมพู สีเทา สีขาว สีฟ้า

หินแกรนิต ส่วนมากใช้กรุผนังเหนือพื้นทางเดินต่างๆ เนื่องจากเป็นหินที่แข็งที่สุด เนื้อแน่นและทนทานเมื่อขัดให้มันเงาจะมีลักษณะคล้ายหินอ่อน และบำรุงรักษาความสะอาดได้ง่าย

หินชนวน หินชนวนมีสีต่างๆ ให้เลือก ได้แก่ สีดำ สีฟ้า สีเทา และสีน้ำตาล มีราคาแพงอยู่บ้าง แต่ประหยัดค่าบำรุงรักษาได้ดี

##### 2. วัสดุประเภทดินเผา

วัสดุประเภทดินเผา เช่น อัญมณี กระเบื้อง และ TERRA COTTA สามารถใช้กรุพื้นและผนังของโรงพักคอย ราคาถูกกว่าหิน ทนทานดินฟ้าอากาศ ทนการสึกกร่อนบำรุงรักษาง่าย ตลอดจนมีสีและลายให้เลือกได้กว้างขวางกว่า ดังจะกล่าวเป็นชนิดต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิฐ อิฐสามารถนำมาใช้ได้โดยธรรมชาติของมัน หรือทาสีทับก็ได้โดยใช้แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างในสมัยโบราณ ธรรมชาติของอิฐมีสีแดง แสด เหลือง เทาหรือขาวราคาถูกกว่าหิน ถ้าหากใช้อย่างถูกวิธีก็จะได้รับความคงทนและง่ายต่อการบำรุงรักษา

กระเบื้อง กระเบื้องดินเผาใช้เป็นวัสดุกรุต่างๆ มีสี พื้นผิวและลายให้เลือกมากมาย ส่วนมากใช้กรุเสา ผนังและพื้น

### 3. วัสดุประเภทผสมเหลว

วัสดุผสมเหลวไม่ว่าจะเป็นวัสดุที่ใช้เชื่อมต่ออิฐหรือใช้ฉาบหน้าของผนังและพื้นย่อมเป็นวัสดุที่ใช้กันมาก และจำเป็นสำหรับอาคาร เนื่องจากการกรุวัสดุบนผนังหรือพื้นย่อมหรือพื้นย่อมต้องการวัสดุผสมเหลวเหล่านี้ เช่น อิฐ หิน กระเบื้อง TERRAZZO และ TERRA COTTA เป็นต้น วัสดุผสมเหลวเหล่านี้ยังแบ่งออกเป็น

PLASTER AND STUCCO ปูนฉาบ เป็นวัสดุที่คงทนและประหยัดมากที่สุดและยากแก่การดูแลรักษา งานฉาบต้องใช้เวลาทำให้ส่วนอื่นๆ ของอาคารสกปรกทั้งยังไม่อ่อนต่อการเปลี่ยนแปลงอีกด้วย ดังนั้น จึงไม่ควรใช้กับผนังกันโดยทั่วไป แต่เหมาะสมกับการตกแต่งผนังภายนอกที่จะให้ผิวเรียบราบ แต่ปัญหาที่สำคัญก็คือ จะต้องทาสีบ่อยๆ และเมื่อสีที่ทาทับหน้าขึ้น ฝาผนังอาจเกิดรอยร้าวหรือสีที่ทาอาจลอกออกทำให้ไม่น่าดู

คอนกรีตเปลือย ปัจจุบันอาคารต่างๆ มักนิยมตกแต่งผนัง ในลักษณะคอนกรีตเปลือยฉาบด้วยสีปูน ดังนั้น คอนกรีตในอดีตซึ่งใช้เป็นเพียงวัสดุ ปัจจุบันก็มีบทบาทมากในการตกแต่งซึ่งให้ความรู้สึกที่แข็งแรง ทึบ มีพื้นผิวหยาบเป็นธรรมชาติ และแสดงความจริงใจออกมาแต่ข้อเสียของคอนกรีตเปลือยคือ ดูแลรักษาลำบาก ไม่สามารถได้รับการสัมผัสบ่อยๆ อาจทำสีฉาบสกปรกและต้องทาสีใหม่เสมอ ทั้งยังให้ความรู้สึกที่เป็นอันตราย ไม่สามารถเข้าใกล้ก็ได้ ดังนั้นคอนกรีตเปลือยจึงมักใช้เฉพาะภายนอกอาคารเป็นส่วนใหญ่

หินขัด การทำพื้นหินขัดได้แก่ การนำเอาเม็ดหินอ่อนผสมกับปูนแล้วขัดด้วยเครื่องให้เรียบ ซึ่งใช้กันมากและได้ผลดีตามห้างสรรพสินค้า และเพื่อป้องกันการแตกร้าวในพื้นที่กว้าง เนื่องจากการยึดหดตัว จะต้องแบ่งพื้นที่ออกเป็นตารางและฝังเส้นทองเหลืองไว้อาจใช้เส้นอลูมิเนียมหรือพลาสติกได้ สามารถที่จะแบ่งสลับกันโดยผสมสีลงในปูนขาว ให้ความสว่าง ทนทาน ทำความ -

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เจ้าของโครงการได้มอบให้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. ไม้

ไม้เป็นวัสดุที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งขาดเสียไม่ได้ในการออกแบบ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุผนัง พื้น ตลอดจนอุปกรณ์และส่วนประกอบของนิทรรศการ เช่น ไม้จริง ไม้อัด แผ่นป้องกันความร้อน ป้องกันเสียงสะท้อน เป็นต้น ประโยชน์สำคัญที่ได้จากการใช้วัสดุประเภทไม้คือ มีความอ่อนตัวต่อการเปลี่ยนแปลงได้ดี สามารถก่อสร้างได้เร็วราคาถูก สามารถรีดลอนและนำมาประกอบใหม่ได้ง่าย ซึ่งหาวัสดุที่มีคุณลักษณะเหมือนไม้ได้ยากมาก ทั้งยังความสะดวกง่าย ราคาถูก ให้ความงดงาม และความรู้สึกที่อ่อนนุ่มตามธรรมชาติอีกด้วย

#### 5. วัสดุผนัง

วัสดุเหล่านี้ได้แก่ กระดาษปิดผนัง แผ่นวีเนียร์ ไม้อัด โฟโต้วอลล์ เป็นต้น วัสดุเหล่านี้สามารถนำมาตกแต่งบางส่วนของผนังเพื่อดึงดูดความสนใจ แต่มีข้อเสียที่ควรระวังคือ วัสดุเหล่านี้ดูแลรักษา - ความสะอาดลำบาก แต่ปัจจุบันใช้วัสดุผนังชนิดที่ทำจากพลาสติก จึงตัดปัญหานี้ออกไป

#### 6. โลหะ

ปัจจุบันโลหะเป็นเทคโนโลยีในความก้าวหน้า ไม่ว่าจะเป็วัสดุใช้ในโครงสร้างหรือใช้ในอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ก็ตาม โลหะพื้นฐานที่ใช้กันมาก ก็ได้แก่เหล็กกล้า เหล็กปอดสนิม อลูมิเนียม แมงกานีส โลหะผสมของอลูมิเนียม ตลอดจนวัสดุประเภทบรอนซ์ ซึ่งสามารถขึ้นรูปรีดเป็นแผ่น หรือหล่อเป็นรูปร่างลักษณะต่าง ๆ โลหะที่จะกล่าวในที่นี้มีดังนี้คือ

เหล็กกล้า โดยมากเหล็กกล้าใช้ในโครงสร้างทั่วไป เช่น ในเสาคาน ตลอดจนพื้นคอนกรีต เป็นต้น

เหล็กปอดสนิม โลหะผสมชนิดเดียวที่สามารถทนต่อสภาพอากาศทุกชนิดได้ ก็คือเหล็กปอดสนิม ทำความสะอาดง่าย ให้ความสวยงาม ใช้กรุผนังและเสาตลอดจนใช้ประดิษฐ์ตัวอักษร

อลูมิเนียม โลหะชนิดนี้ให้ความสวยงามและนำมาใช้ประกอบการจัดนิทรรศการบางส่วน

โลหะกั๊ดกร่อน เป็นวัสดุที่แสดงให้เห็นถึงความเก่าแก่ และความคงทนรวมทั้งแสดงถึงเนื้อแท้ของวัสดุ โดยใช้ประกอบการจัดนิทรรศการ

#### 7. วัสดุอื่นๆ ได้แก่

กระจก มีบทบาทสำคัญในการตกแต่งเป็นอย่างมาก กระจกเงาก็มีบทบาทสำคัญมิใช่น้อย เช่น ใช้กรุเสา เพื่อให้โปร่งโล่งราวกับไม่มีเสา ใช้ตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์ เป็นต้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ้า วัสดุประเภทผ้ามีลาย สีและแบบให้เลือกมากมายใช้ประกอบนิทรรศการในบางส่วน  
พลาสติก พลาสติกเป็นวัสดุใหม่และทันสมัยมาก ทนน้ำ และล้างได้เป็นวัสดุที่ทนทาน  
และราคาไม่แพงนัก วัสดุพวกโฟมก็ มีบทบาทในการทำเครื่องเรือน มากเช่นกัน เป็นวัสดุที่สามารถ  
ตัดโค้งงอได้ตามใจชอบ โดยนำมาใช้ประกอบตู้นิทรรศการ และแผงนิทรรศการบางส่วน

สีวัสดุเคลือบและการย้อมไม้ สีทาเป็นวัสดุที่คงทนน้อยที่สุด การทาสีในจุดที่แออัดมักมี  
การสัมผัสบ่อย ทำให้ต้องทาสีใหม่บ่อยๆ ดังนั้นบริเวณเหล่านี้ควรกรุวัสดุชนิดอื่นที่มีความคงทนต่อความสกปรก  
แทนเช่น ไม้ หิน โลหะ หรือพลาสติก วัสดุเคลือบ เช่น แลคเกอร์สามารถให้ความคงทนมากกว่าสีทา  
สามารถลดค่าดูแลรักษาได้ด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวัสดุที่ใช้

วัสดุที่ใช้ตกแต่งภายในอาคารโดยเฉพาะในเขตที่อยู่ใน ภูมิภาคที่ร้อน ควรเป็นวัสดุที่สามารถป้องกันความชื้นได้ กับกันแมลงปลวกและเชื้อราที่จะเกิดขึ้นโดยเฉพาะวัสดุที่ใช้ภายนอกห้องสมุดเพราะจะใช้เป็นเวลานาน และควรจะมีคุณภาพที่ดีด้วยต้องคำนึงถึงการป้องกันความร้อนแสงจากธรรมชาติ แสงสะท้อนจากวัสดุและเงา สี รูปฟอร์มผิวหน้าลวดลาย ในเขตเมืองร้อนวัสดุที่ใช้จะมีราคาไม่แพงนัก ส่วนมากจะนำวัสดุพื้นเมืองท้องถิ่นมาใช้โดยเฉพาะไม้ นิยมใช้กันมากอย่างไวกิติก็มีนักออกแบบได้พยายามนำวัสดุแปลกๆ และใหม่ๆ มาใช้ในเขตเมืองร้อนได้ผลบ้าง เช่นพลาสติก วัสดุทางวิทยาศาสตร์อย่างอื่น ดังนั้น ก่อนทำการออกแบบจึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงข้อดีข้อเสียของวัสดุแต่ละชนิดเสียก่อน

วัสดุ	ข้อดี	ข้อเสีย
<u>ไม้</u>	เป็นวัสดุที่หาง่ายในเขตร้อนแข็งแรง สวยงามเก็บความร้อนได้น้อย ลวดลายสวยงามเหมาะที่จะใช้ตกแต่งทำเฟอร์นิเจอร์ ราคาไม่แพงนัก	จะเสื่อมคุณภาพได้โดยน้ำ ความร้อน อากาศ แสง การทำสีไม้พู่กันเร็ว เพราะเชื้อรา ปลวก มอด แมลงกัดไช ต้องหาวิธีป้องกัน
<u>อิฐ</u>	มีความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ นำมาความชื้นต่ำ ทนต่อการเผาไหม้	กรรมวิธีเผาไม่ดีพอ เนื้อไม้แน่นอน ทำให้น้ำซึมเข้าไปรวมทั้งแมลงต่างๆ
<u>หิน</u>	สามารถนำใช้ได้ดีกับสภาพในเขตร้อน แข็งแรงทนน้ำ เหมาะกับตกแต่งทำกำแพงกันดิน จัดสวน	ค่าขนส่งแพงและแตกร้าวได้
<u>ซีเมนต์</u>	ทนทานและเข้ากับสภาพภูมิประเทศต่างๆ ได้ดี ทั้งมีความสวยงาม	มีความชื้น ดูดความร้อนได้รวดเร็ว
<u>ไม้ไฟ</u>	สะดวกต่อการตกแต่ง ทำให้เป็นธรรมชาติได้ง่าย ถ้าตัดแปลงโดยอัตโนมัติเป็นแผ่นสำเร็จรูปมีความแข็งแรงทนทาน เหนียวแน่นทำประโยชน์ได้มาก	เก่าและผุพังได้ง่าย โดยเร็ว แมลงเจาะไชได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุ

ข้อดี

ข้อเสีย

ยิบซัม

สามารถคงคุณภาพที่ดีได้ในระยะเวลา  
นานแม้ในที่ที่มีอากาศร้อนจัด กันความ -  
ร้อนได้ดี

เปราะ หลุดแตกง่าย

อลูมิเนียมและ

แข็งแรงทนทานต่ออากาศร้อนไม่เป็น -

ราคาแพง

โลหะผสม

สนิม มีความสามารถในการสะท้อนสูง

อลูมิเนียม

น้ำหนักเบาสะดวกในการขนส่ง ไม่ต้อง  
ระวังในการแตกหักผลิตให้มีขนาดเล็ก  
และบางมากได้

กระจก

กันน้ำ, ฝุ่น, ฟัน ปลอดภัยจากเชื้อรา  
เหมาะสำหรับใช้ในที่ต้องการแสง  
ธรรมชาติถ้าเป็นกระจก 2 ชั้น จะกระ-  
จายแสงได้ดีและช่วยกรองความร้อน  
ถ้าฉาบผิวในด้วยแผ่นฟิล์มซุบสารเคมี  
อลูมิเนียมจะสะท้อนความร้อนออกไป  
ได้ดี โดยที่ยังได้รับแสงเข้าสู่ภายในห้อง

แตกง่าย โดยเฉพาะที่ที่เป็น  
แผ่นใหญ่ ไม่เหมาะกับสภาพ  
ที่มีลมพายุแรง เป็นตัวนำความ  
ที่ดี

ไฟเบอร์กลาส

คงทนถาว์ไม่ผุพังได้ง่าย ทนต่อการ  
เผาไหม้ไร้ทำแฉกกันห้องที่แข็งแรง มี  
โครงสร้างเสริมในตัวโดยไม่ต้องมีกรอบ-  
คร่า

ราคาแพง

พลาสติก

เหมาะกับงานตกแต่งและฉาบปะทำพื้นหน้า  
ทำท่อน้ำก๊อติ ทนต่อแรงลม ฝนความชื้น  
ยืดหยุ่นต่อความเค็มและทำได้หลายสี

เมื่อถูกความร้อนจัดจะ โด่งงอ  
และร้าวได้ มีการขยายตัวแมลง  
อาจเจาะกันได้ ผิวของพลาสติก  
จะเสื่อมและเก่าได้เร็วด้วยฝุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุ

ข้อดี

ข้อเสีย

สีเทา

ให้ความสวยงามยิ่งขึ้นมีหลายสีให้เลือก  
ช่วยสะท้อนแสง โดยเฉพาะสีอ่อน ทำให้  
เกิดความสว่างภายในห้องมากขึ้น

ซีดเก่าเร็วเมื่อถูกความร้อน  
แตกร้าวง่ายด้วยความเป็น  
เปื่อยชื้นและความแห้งแล้งของ  
อากาศสีขาวจะเก่าเร็วต้องทา  
ทับบ่อย ๆ

ไม้อัด

มีอายุทนกว่าไม้ธรรมชาติ ทนต่อสภาพดิน-  
ฟ้าอากาศ ไม้ยัด - หด เมื่อใช้ในระยะ  
ตัดแปลงโค้งงอได้เป็นรูปต่างๆ ทนต่อสารเคมี  
เช่น กรด เกลือ ด่าง น้ำหนักเบา ดอกตะปู  
ไม่แตกเหนียวและมีลวดลายต่างๆ ที่สวยงามอีกด้วย

ถ้าอยู่ในที่ชื้นและแห้งแล้งในกลาง  
แจ้งจะโค้งงอและแตกแยกดูดี  
และสิ่งขัดมันทำให้เปลือง

กระดาด

เก็บเสียงและความร้อนได้ดีน้ำหนักเบา ติดไฟง่าย ภูน้ำยุ่ง่าย

ซานอ้อย

มีขนาดแผ่นที่เท่ากันใช้ทำผนังได้

(เซโกลเท็กซ์)

เซลโลกริด

เป็นใยไม้ซึ่งผสมน้ำยาป้องกันปลวก  
เก็บเสียง ป้องกันความร้อนได้ดี ไม่บิดงอ  
และยุ่ยหรือพุง่าย ทนแดดทนไฟ

ผิวหน้าแข็ง อาจแตกได้บ้างเป็น  
รอยร้าวระหว่างรอยต่อของแผ่น

อะคูสติค

เก็บเสียงได้ดีมีเนื้อนุ่ม ป้องกันความร้อน  
น้ำหนักเบาผนัง ทาสีได้มีความคงทนไม่บิดงอ

มองเห็นรอยต่อ ภูน้ำยุ่ง ดูดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่ใช้ที่ 5

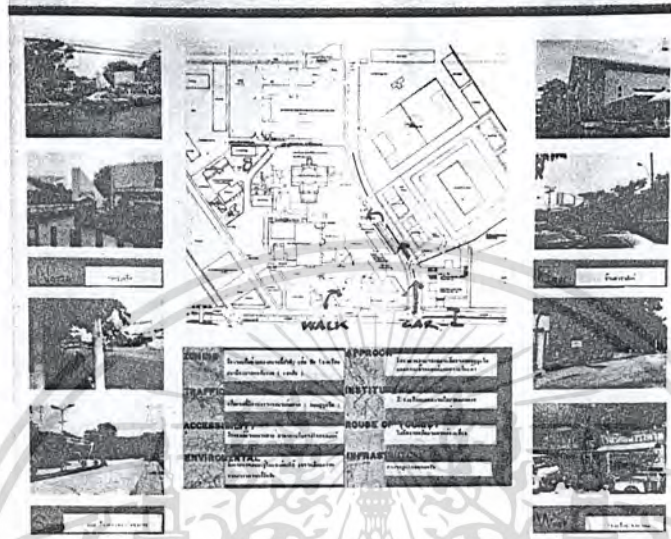
## 5.1 การวิเคราะห์ที่ตั้งและสภาพแวดล้อม

เนื่องจากเป็นโครงการเสนอแนะการศึกษาที่ตั้งของโครงการเปรียบเทียบเพื่อนำมาวิเคราะห์หาข้อดีข้อเสีย แล้วนำมาพัฒนาใช้ในโครงการพิพิธภัณฑ์พลังงานธรรมชาติสำหรับเด็ก

ที่ตั้ง	โครงการเปรียบเทียบ พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ เลขที่ 928 ถนนสุขุมวิท เขตพระโขนง กรุงเทพฯ ฯ
ทิศเหนือ	ติดกับ ถนนสุขุมวิท
ทิศตะวันออก	สถานีขนส่งสายตะวันออก
ทิศใต้	ถนนที่จอดรถของโครงการ
ทิศตะวันตก	โรงเรียนดาราคม
ความเหมาะสมของที่ตั้งโครงการเปรียบเทียบ	
ZONING	มีความเป็นย่านของสถานที่สำคัญ เช่น วัด โรงเรียน เอกมัย
TRAFFIC	เป็นเขตที่มีการจราจรหนาแน่นมาก
ACCESSIBILITY	สามารถเข้าสู่โครงการได้ทั้งรถยนต์ รถเมล์หลายสาย
ENVIROMENTAL	มีสภาพแวดล้อมอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เพราะมีผลกระทบจากการจราจรที่ติดขัด
APPROCH	โครงการสามารถมองเห็นจากถนนสุขุมวิท แยกทางเข้ารถยนต์และ ทางเดินเท้า
INSTITUTEAL ZONE	มีโรงเรียนและสถานศึกษาพอสมควร
ROUGE OF TOURIST	ไม่มีความเป็นย่านท่องเที่ยว ทศนศึกษา
INFRASTRATURE	สาธารณูปโภคครบครัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# SITE LOCATION STUDY



จากผังการวาง LAY - OUT มีข้อดีสำหรับพิพิธภัณฑ์สำหรับเด็ก

คือ ทางเข้ารถยนต์และทางเดินเข้าแยกออกจากกันโดยเด็ดขาด มีผลดีในด้านความปลอดภัยของเด็กอย่างมาก

ที่ตั้ง โครงการพิพิธภัณฑ์พลังงานธรรมชาติสำหรับเด็ก

ที่ตั้ง บริเวณท่าวาสุกรี (ที่ว่าง)

พื้นที่ 22,100 ตารางเมตร

ความเหมาะสมของที่ตั้งโครงการ



1. ZONNING มีลักษณะความเป็นย่านเทคโน
2. TRAFFIC การจราจรหนาแน่นปานกลาง
3. ACCESSIBILITY เข้าถึงโครงการได้หลายทางทั้งรถยนต์ รถประจำทาง ทางเรือ
4. ENVIROMENTAL สภาพแวดล้อมอยู่ในเกณฑ์ดี
5. APPROCH สามารถมองเห็นทางเข้าโครงการได้ชัดเจน
6. INSTITUTEAL ZONE มีโรงเรียนและสถานศึกษาเป็นจำนวนมาก
7. ROUGE OF TOURIST อยู่ในแหล่งของสถานที่ท่องเที่ยวทัศนศึกษา



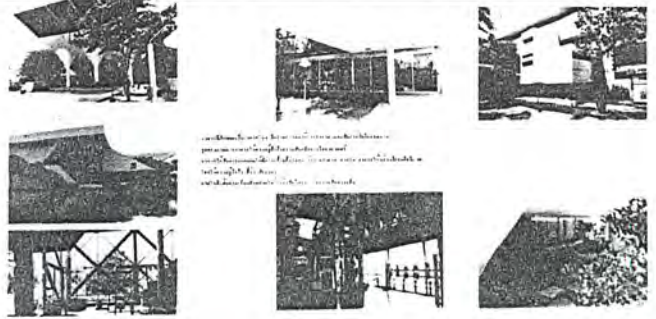
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# BUILDING CONDITION STUDY

## 5.2 การวิเคราะห์อาคาร

อาคารโครงการเปรียบเทียบ

ความเหมาะสมของอาคาร



อาคารมีลักษณะเป็นอาคารโล่ง มีความกว้าง ยาวของห้องเสาเหมาะแก่การจัด  
นิทรรศการ รูปทรงภายนอก ของอาคารให้ความรู้สึกถึงความก้าวหน้าทันสมัยทางวิทยาศาสตร์  
อาคารได้รับการออกแบบให้มีการเชื่อมที่ว่าง ภายนอก ภายในของอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การนำไปใช้โครงการพิพิธภัณฑ์พลังงานธรรมชาติสำหรับเด็ก

อาคารที่ใช้กับโครงการ อาคารโรงเรียนนานาชาติ กรุงเทพ ฯ

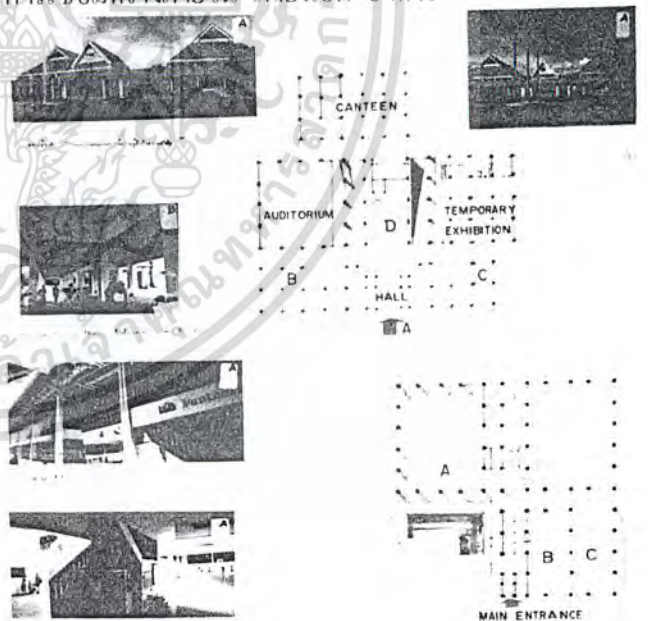
โดยใช้อาคาร 2 อาคาร

อาคาร 1 ความเหมาะสมของอาคาร

- อาคารมีลักษณะสถาปัตยกรรมแบบไทยประยุกต์ เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม  
ที่ตั้งซึ่งติดกับหอสมุดแห่งชาติ
- มีการออกแบบการจัดความสัมพันธ์ การเชื่อมที่ว่างภายใน ภายนอก อาคาร  
อย่างมีประสิทธิภาพ

อาคาร 1 ใช้ประโยชน์เป็นพื้นที่

- โถงทางเข้าหลักของโครงการ
- AUDITORIUM,
- TEMPORARY EXHIBITION
- CANTEEN
- OFFICE
- LIBRARY
- LECTURE ROOM



อาคาร 2 ( GYMNASIUM ) ความเหมาะสมของอาคาร

- อาคารมีลักษณะพื้นที่หลายรูปแบบทั้งปิดล้อม กึ่งภายนอก และมีการถ่ายเทเชื่อม  
สภาพแวดล้อมภายใน ภายนอกอาคาร
- โครงสร้างเป็นระบบเสาและคาน โครงหลังคาเป็นโครงเหล็ก ( TRUSS ) ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนจันทบุรี  
แม้ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อังคารมีพื้นที่ขนาดใหญ่มาก 6,400 ตารางเมตร (รวมสระว่ายน้ำ) ครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3 การวิเคราะห์จำนวนผู้ใช้โครงการ

ในส่วนนิทรรศการถาวร กำหนดให้มีจำนวนผู้เข้าชมโครงการสูงสุด 1,200 คน / วัน

#### พื้นที่ส่วนโรงพักคอย

จำนวนผู้ใช้/ชั่วโมง = 1,200/8

= 150 คน

จำนวนผู้เข้าชมเป็นหมู่คณะสูงสุด = 500 คน

จำนวนผู้ใช้โครงการ/ชั่วโมง = 650 คน

การใช้พื้นที่ส่วนโรงพักคอย/คน = 0.64 ตารางเมตร

พื้นที่ส่วนโรงพักคอย = 0.64 (650)

= 416 ตารางเมตร

ส่วนพักคอยมีจำนวนผู้ใช้ 10.6 ของผู้ใช้โรง

= 65 คน

การใช้พื้นที่ส่วนพักคอย/คน = 1.2 ตารางเมตร

พื้นที่ส่วนพักคอย = 65 (1.2)

= 78 ตารางเมตร

พื้นที่ส่วนฝากของ 15% ของโรง

= 416 (15%)

= 62.4 ตารางเมตร

การใช้พื้นที่ส่วนขายบัตร/คน = 21 ตารางเมตร

พื้นที่ส่วนขายบัตร = 4.2 ตารางเมตร

รวมขนาดพื้นที่ส่วนโรงพักคอย = 660 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 5.4 การหาพื้นที่ของส่วนนิทรรศการ

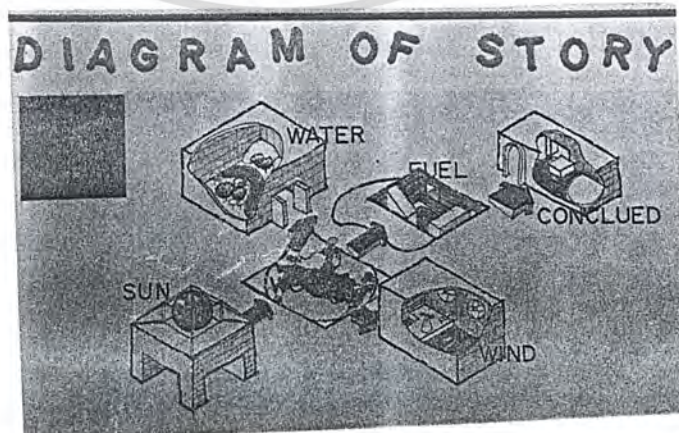
ส่วนนิทรรศการจะต้องนำเนื้อเรื่องและวิธีจัดแสดง มาใช้ในการคำนวณพื้นที่รวมถึง การนำเอาขนาดสัดส่วนร่างกายเด็กมาร่วมคิดคำนวณด้วย

##### เนื้อเรื่องจัดแสดง

โครงการพิพิธภัณฑ์พลังงานธรรมชาติสำหรับเด็กได้ที่มาของเนื้อเรื่องจากหลักสูตร การศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการในชั้นประถมศึกษา - มัธยมศึกษาตอนต้นส่วนหนึ่ง แต่ที่มาหลักของ เนื้อเรื่องคือ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่ม 1 ในบท พลังงานการควบคุมและการใช้ประโยชน์ โดยเลือกเอาพลังงานที่อยู่ในธรรมชาติและมนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ ได้ดังนี้

- พลังงานจากดวงอาทิตย์
- พลังงานน้ำ
- พลังงานลม
- พลังงานเชื้อเพลิง

DIAGRAM OF STORY



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.5 การศึกษาโครงการเปรียบเทียบ

วิเคราะห์ลักษณะ โครงการที่มีการออกแบบให้มีการเชื่อมสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อม  
ภายใน - ภายนอก

HAMUTSU SCIENCE MUSEUM

### CASE STUDY



แนวความคิดหลักในการออกแบบ

การออกแบบแสดงได้ถึงความเป็นเครื่องยนต์  
เทคโนโลยี โดยการนำเอาองค์ประกอบต่าง ๆ  
มาลดทอนแล้วนำมาใช้ในรูปแบบของสัญลักษณ์  
ของชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล  
การออกแบบมีการนำเอาแนวความคิดดังกล่าวมา  
ใช้ทั้งในส่วนของประโยชน์ใช้สอย (ประตูอัตโนมัติ)  
หรือทางด้าน DESIGN (การเปลี่ยนท่อแอร์)  
รวมทั้งมีการออกแบบสภาพแวดล้อมภายนอก  
อาคาร เพื่อเป็นการเสริมบรรยากาศ และเป็น  
ส่วน Introduction ไปในตัวด้วย

การนำไปใช้      โครงการจะมีส่วนนิทรรศการภายนอก เพื่อเสริมบรรยากาศ และให้ความรู้  
ส่วนนิทรรศการภายใน

การจัดนิทรรศการเน้นการเล่นส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องจักรกล ในความ  
หลากหลายของการออกแบบ ใช้สัญลักษณ์ของเครื่องจักรในการดึงดูด

การนำไปใช้      เน้นการมีส่วนร่างกายผู้ชม และการออกแบบตามแนวความคิดหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

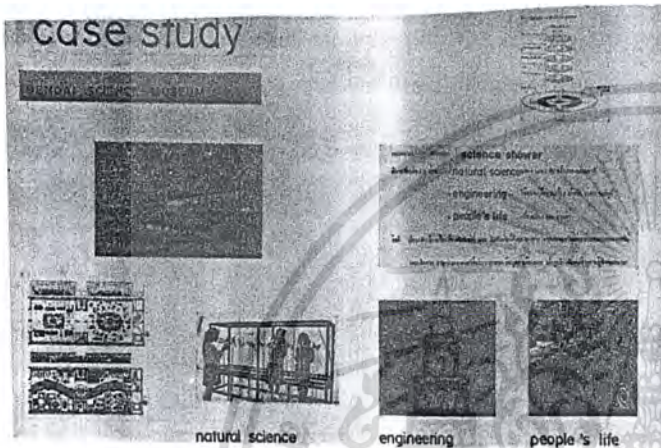
โครงการเปรียบเทียบ วิเคราะห์ลักษณะการออกแบบนิทรรศการที่แยกออกเป็นห้อง

SENDAI SCIENCE MUSEUM

แนวคิดหลักในการออกแบบ SCIENCE SHOWER

การจัดแสดงแบ่งเป็น 3 ส่วน

- NATURAL SCIENCE แสดงเรื่อง แมลง นก ฯลฯ เป็นเรื่องธรรมชาติ
- ENGINEERING ให้ความรู้พื้นฐานเรื่อง หน้าที่ เวลา อุณหภูมิ
- PEOPLE'S LIFE เรื่อง เมือง ถนน ร้านค้า



การจัดเรียงเนื้อเรื่องมีความสัมพันธ์กันในแต่ละห้อง การออกแบบในแต่ละส่วนแยกออกจากกันโดยเด็ดขาด สามารถออกแบบห้องนิทรรศการได้ตามบรรยากาศของข้อมูล

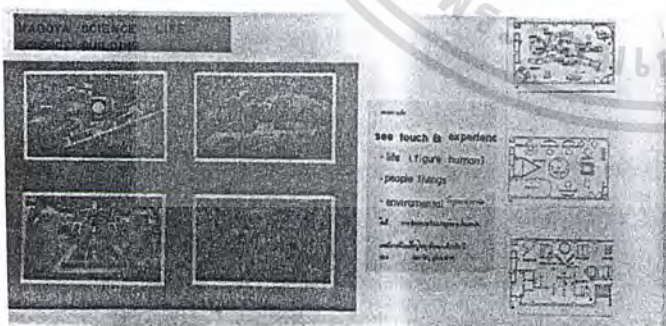
NAGOYA SCIENCE - UFE SCIENCE BUILDING

แนวคิดหลักในการออกแบบ SEE TOUCH EXPERIENCE

การจัดแสดงมี 3 ส่วน

- LIFE FIGURE HUMAN
- PEOPLE UVINGS
- ENVIROMENTAL

การจัดแสดงเป็นแบบทุกห้องเชื่อมติดต่อกัน มีการออกแบบที่อยู่ในรูปแบบลักษณะ THEME เดียวกันทั้งในด้านวัสดุ สี บรรยากาศ มีเอกภาพ



การนำไปใช้

1. ลักษณะการออกแบบในส่วนต่าง ๆ ที่แยกออกจากกันจะมีการออกแบบให้มีลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต และห้องอ้างอิงแจ้งไปยังเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะ การออกแบบส่วนต่าง ๆ ภายในห้องเดียวกันจะมี THEME เดียวกัน

โครงการเปรียบเทียบ วิเคราะห์ลักษณะวิธีจัดแสดงนิทรรศการสำหรับเด็ก

YOKOHAMA XCIENCE CENTRE

แนวความคิดหลักของนิทรรศการ FROM SHOWING TO TOUCHING เพื่อให้เด็ก ๆ ได้สัมผัสกับ

อุปกรณ์ต่าง ๆ ในส่วนนิทรรศการในหลาย ๆ รูปแบบ เพื่อส่งเสริมประสบการณ์และความคิดสร้างสรรค์  
ของเด็ก

**CASE STUDY**  
YOKOHAMA SCIENCE CENTRE

**เนื้อเรื่องจัดแสดง SPACE SCIENCE**

- SIMULATED
- COMPUTER
- VIDEO TEX

**SCIENCE TITREATRE**  
เรื่องจัดแสดง มี 4 ตอน

- ตัวตื้น
- นกดูเหว่า
- LIGHT COMMUNICATION BY FIRE FLIES
- ไข่และการฟักตัว
- การต่อสู้ของแมงมุม
- การดำรงชีวิตในฤดูหนาว

**MOTOR DRIVER CREATURES**

การจัดแสดงไดโอรามา มี MOTOR DRIVER CREATAURES

ทำให้มีลักษณะเหมือนเวทีละครมีความเคลื่อนไหว ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ให้บรรยากาศมีองค์ประกอบ  
ทางศิลปะ ส่งเสริมจินตนาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิเคราะห์ลักษณะการพัฒนาของเด็กในช่วงอายุ 6 - 13 ปี



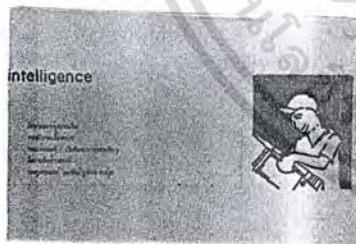
### ทางด้านร่างกาย PHYSICAL

- สายตายังไม่เจริญเต็มที่ มักจะมีสายตาวัว ซึ่งไม่เหมาะจะอ่านหนังสือตัวธรรมดา
- ร่างกายว่องไว ไม่หยุดนิ่ง ชอบทำเสียงอึกทึก
- เด็กต้องการเสรีภาพในการเคลื่อนไหว
- การเล่นหรือการฝึกใด ๆ ควรมีระยะเวลาสั้น ๆ
- เด็กต้องการเล่นในที่โล่งแจ้ง
- ทำงานละเอียดได้บ้าง



### ทางด้านอารมณ์ EMOTION

- เปลี่ยนอารมณ์ง่าย ตื่นเต้นง่าย
- สนใจในสิ่งที่แปลกหรือใหม่ พอใจ ทำงานที่สนใจ



### ทางด้านสมอง INTELLIGENCE

- มีความอยากรู้อยากเห็น
- ชอบซักถามเรื่องต่าง ๆ
- ชอบเล่นสมมติ (เป็นจินตนาการของเด็ก)
- มีความคิดสร้างสรรค์
- ชอบดูภาพยนตร์ โทรทัศน์ รูปภาพ การ์ตูน



### ทางด้านสังคม SOCIAL

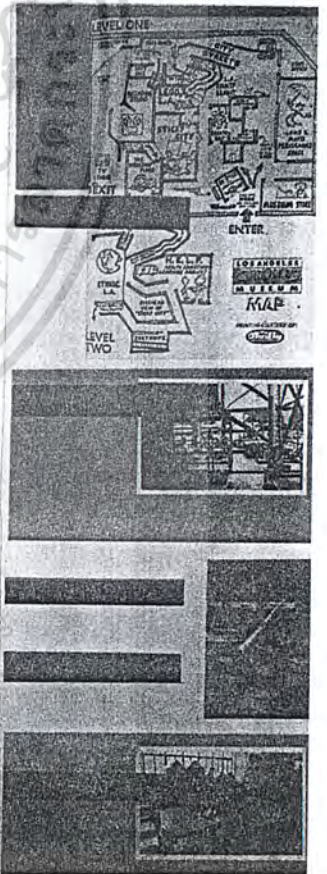
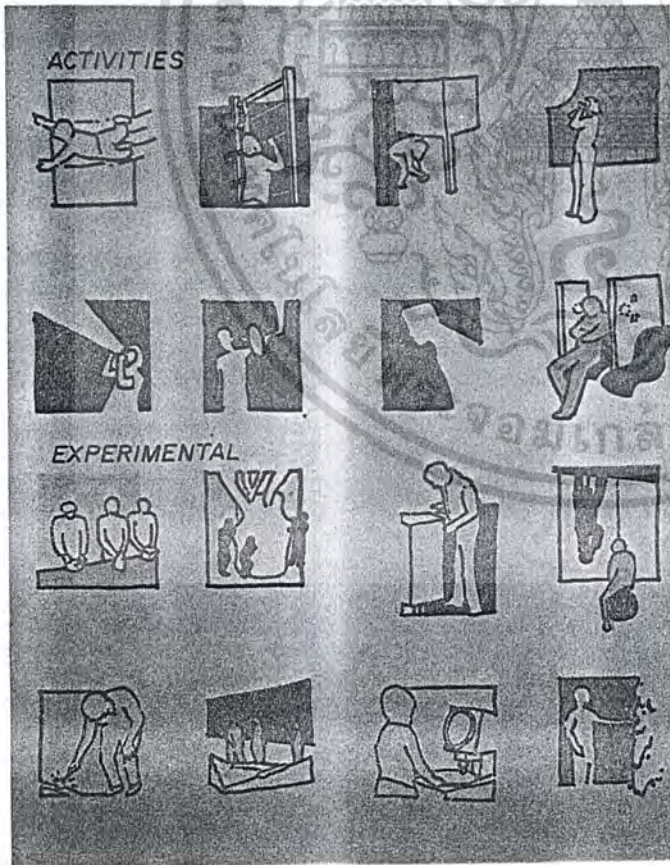
- ชอบการแข่งขัน
- ชอบเพื่อน ชอบเล่นเป็นหมู่กับเพื่อน
- เข้ากับคนแปลกหน้าได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังนี้ EXHIBITION CONCEPT ได้ดังนี้

1. FREE & EXITING ให้อิสระแก่เด็กในการเลือกที่จะเข้าชมดู  
DIAGRAM OF STORY และเร้าความสนใจตลอดเวลา
2. VARIETY ความหลากหลายทั้งในแง่ข้อมูล ความหลากหลายของวิธีการ  
จัดแสดง
3. MOVEMENT ความเคลื่อนไหวของทั้งวัตถุแสดงและตัวของเด็กในนิทรรศการ
4. CLIMAX มีจุดเด่นสำคัญ จุดสนใจสุดท้ายในแต่ละส่วน
5. CREATIVE ส่งเสริมจินตนาการ

## EXHIBITION STUDY



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

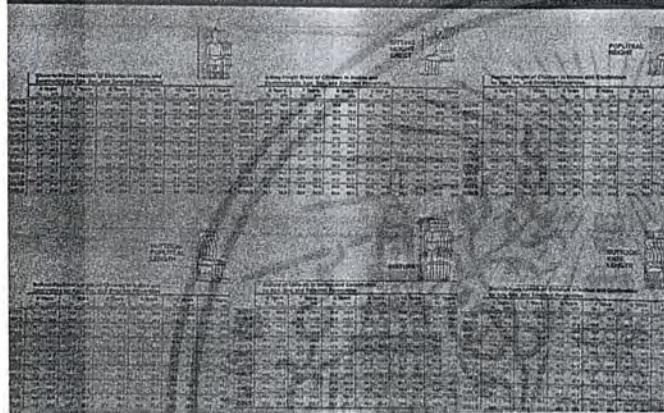
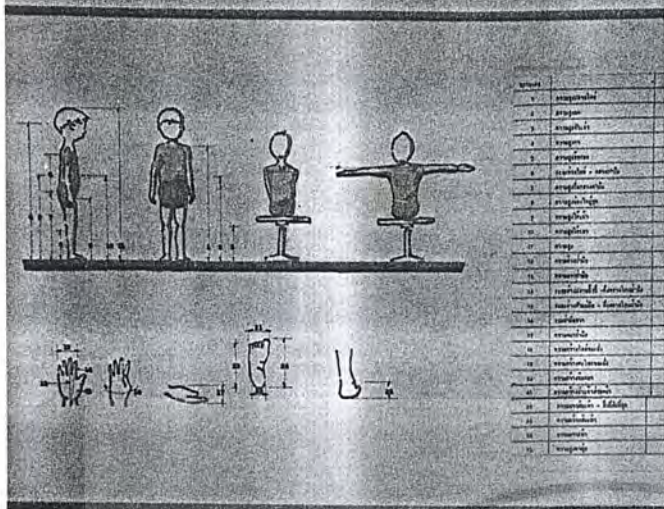
5.6 เนื้อเรื่องจัดแสดง (รายละเอียด พื้นที่ )

จาก DIAGRAM OF STORY



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# AREA REQUIREMENT



**PUBLIC SERVICE**

FUNCTION	AREA	AREA
PARKING		
ENTRANCE	6.60	1,260
CANTEEN	4.70	660

**EDUCATION SERVICE**

FUNCTION	AREA	AREA
LIBRARY	8.20	920
LECTURE RM. 6x	1.20	720
AUDITORIUM	1.20	920

**OFFICE**

FUNCTION	AREA	AREA
OFFICE	10.4	610

**EXHIBITION**

FUNCTION	AREA	AREA
INTRODUCTION		1,100
OUTDOOR EXHIBITION		
WATER		
PETROLEUM		
WIND		
TOTAL		5,900

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตัวอย่างอื่นที่เข้าข่ายเอกสารทุกฉบับ

บทย่อ

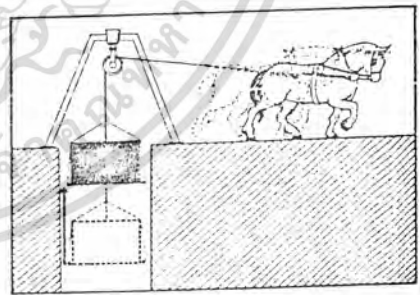
ส่วนเริ่มของนิทรรศการ คือส่วนที่ 1 (นิทรรศการภายนอก) ซึ่งเป็นส่วนที่ให้ความรู้แก่เด็กถึงความหมายของพลังงาน และที่มาของพลังงาน รวมไปถึงตัวเด็กเองมีพลังงาน แล้วตั้งคำถามว่าพลังงานในตัวเขามาจากไหน เมื่อเข้าสู่ส่วนนิทรรศการภายใน ผู้ส่วนดวงอาทิตย์ (ส่วนที่ 2) เด็ก ๆ จะได้รู้ถึงต้นกำเนิดของพลังงานทั้งหมดบนโลก แล้วไปสู่ส่วนโลกกลาง (ส่วนที่ 3) ส่วนโลก (EARTH) ที่ให้อิสระแก่เด็กในการเข้าชม นิทรรศการส่วนต่อไปคือ น้ำลม เชื้อเพลิง เด็ก ๆ จะสามารถเลือกเข้าชมได้ในสิ่งที่เขาสนใจมากกว่า หรือทั้งหมด แล้วไปสู่ส่วนสรุปสุดท้ายในเรื่องของการอนุรักษ์แหล่งพลังงาน และการใช้ประโยชน์พลังงานในอนาคต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. ส่วนนิทรรศการภายนอก

พลังงานคืออะไร พลังงานมีอยู่ทั่วไปทุกหนทุกแห่ง ทั้งใกล้และไกล แม้แต่ในร่างกายของเราก็มีพลังงาน เราวิ่งเล่น เรากระโดด เราจะหยิบยกสิ่งของให้สูงขึ้นได้ เราย่น้ำได้ก็เพราะเรามีพลังงาน พลังงานไม่มีตัวตน เรามองไม่เห็นตัวพลังงาน พลังงานไม่มีน้ำหนัก เราจับพลังงานขึ้นมาไม่ได้ และพลังงานไม่เปลืองที่อยู่เพราะพลังงานไม่ใช่สิ่งของ แต่พลังงานมีอำนาจพลังงาน พลังงานทำให้สิ่งของเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นพลังงานคือความสามารถทำงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# โครงการเปรียบเทียบส่วนนิทรรศการภายนอก

## นิทรรศการภายนอกพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์

### การวิเคราะห์วิธีการจัดแสดงนิทรรศการภายนอก

#### สวนนก



หัวข้อ	ข้อดี	ข้อเสีย
เรื่องจัดแสดง	เด็ก ๆ ได้อยู่ในบรรยากาศของ	ไม่มีความเกี่ยวข้องกับข้อมูล
นก	โดยไม่รู้ตัว	ส่วนอื่น ๆ
วิธีจัดแสดง	โมเดลขนาดใหญ่กว่าปกติทำให้เรา	ไม่มีประเด็นการนำเสนอ
โมเดล	ความสนใจได้	ถึงข้อมูลของนก
บรรยากาศ	อยู่ในสวนภายนอกโครงการ	ขาดลักษณะเฉพาะตัว ของข้อมูลที่มาแสดง
รูปแบบที่พัฒนา		
เรื่องจัดแสดง	จัดให้มีความเกี่ยวพันต่อเนื่องกับส่วนอื่น ๆ เช่น ประติมากรรมที่กระจาย	
วิธีจัดแสดง	ไปในส่วนต่าง ๆ ปลูกกับน้ำ นกกับท้องฟ้า	
บรรยากาศ	โมเดล ในลักษณะที่อยู่อาศัยของสัตว์นั้น ๆ	
	อยู่ในสวนภายนอกโครงการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยาศาสตร์ทั่วไป



หัวข้อ

ข้อดี

ข้อเสีย

เรื่องจัดแสดง

เข้าใจง่ายเหมาะสำหรับเด็ก ๆ

และมีข้อมูลที่หลากหลาย

วิธีจัดแสดง

ผู้ชมมีส่วนร่วมกับนิทรรศการเต็มที่

มีขนาด รูปทรง สี ที่เท่าๆ

กันขาดความน่าสนใจ

บรรยากาศ

สนุกสนาน

ขาดการเน้นจุดสำคัญ

รูปแบบที่พัฒนา

เรื่องจัดแสดง

เพิ่มความเกี่ยวพันระหว่างข้อมูลให้มีความน่าติดตามข้อมูล

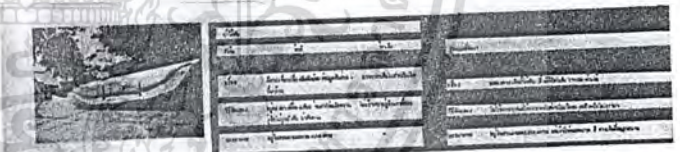
วิธีจัดแสดง

เพิ่มการใช้ความหลากหลายของขนาดให้เร้าใจมากขึ้น นอกจากนี้  
ยังช่วยเน้นความสำคัญ

บรรยากาศ

ใช้สีของแม่สี ให้ดูสดใสเด่น

น้ำใต้ดิน



หัวข้อ

ข้อดี

ข้อเสีย

เรื่องจัดแสดง

มีการเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์ของข้อมูลกับส่วน  
อื่น ๆ ด้วย

ยากเกินไปสำหรับเด็ก

วิธีจัดแสดง

อยู่ตรงทางที่ต้องเดินผ่าน ทำให้เกิด  
ความรู้สึกไม่ถูกบังคับ น่าติดตาม

ไม่น่าตื่นเต้น

บรรยากาศ

อยู่ในสวนภายนอกของโครงการ

รูปแบบที่พัฒนา

เรื่องจัดแสดง

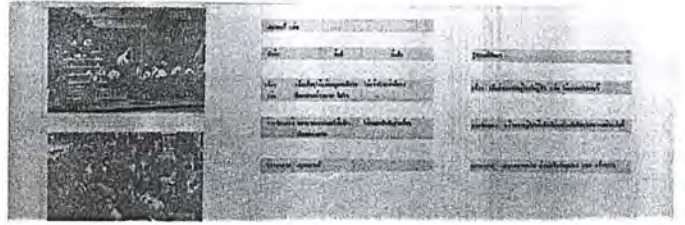
แสดงการเกิดน้ำใต้ดิน สิ่งมีชีวิตในดิน รากของต้นไม้

วิธีจัดแสดง

ไม่ใช้การวาด แต่ใช้กระจกใสด้านในเป็นของจริงหรือ DIORAMA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ  
บรรยากาศ อยู่ในสวนภายนอกโครงการ แต่เร้าใจด้วยขนาด สี ทางเดินที่  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
สนุกสนาน

สนามเด็กเล่น



หัวข้อ	ข้อดี	ข้อเสีย
เรื่องจัดแสดง	เมื่อเด็ก ๆ ได้เล่นสนุกจะมีการ	ไม่เข้าใจเท่าที่ควร
เล่น	พัฒนาทางร่างกาย จิตใจ	
วิธีจัดแสดง	พยายามออกแบบให้เกิดลักษณะ	ไม่กลมกลืนกับส่วนอื่น ๆ

บรรยากาศ	เฉพาะ สนุกสนานดี	
รูปแบบที่พัฒนา		
เรื่อง	เพิ่มส่วนความรู้โดยไม่รู้ตัว เช่น ไม้กระดกโยกน้ำ	
วิธีจัดแสดง	เร้าความรู้สึกให้เด็กมีส่วนร่วมกับนิทรรศการอย่างเต็มที่	
บรรยากาศ	สนุกสนานสดใส ส่งเสริมวิถึดูแสดง และเรื่องราว	

จากการวิเคราะห์โครงการเปรียบเทียบข้างต้นสรุป นำมาใช้ในส่วนนิทรรศการภายนอก  
ดังนี้

(A) INTRODUCTION

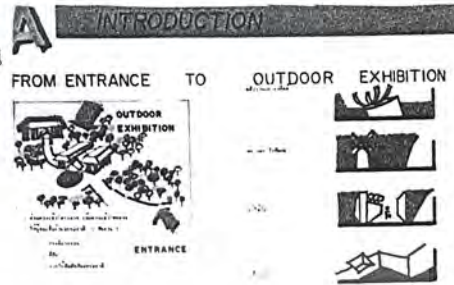
FROM ENTRANCE TO OUTDOOR EXHIBITION

ส่วนทางเข้าโครงการเป็นทางเข้าโดยการให้ผู้ชมเดินผ่าน

SCULPTURE

COLOUR

TOUCH OF NATURE



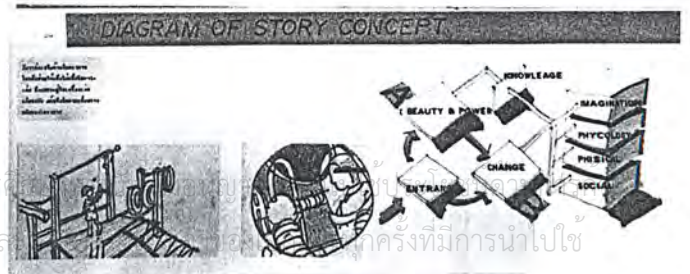
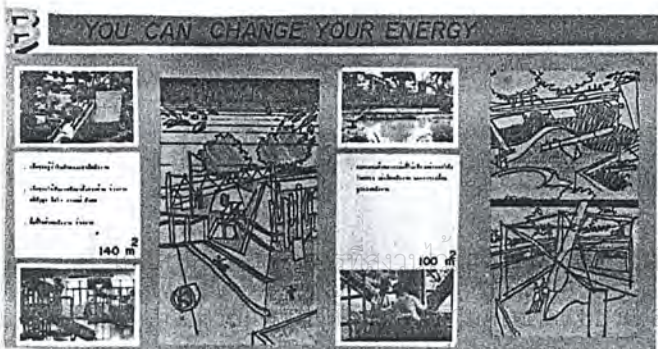
โดยแสดงเรื่องราวพื้นฐานง่าย ๆ เป็นการแนะนำเข้าสู่ตัวโครงการ

เรื่องจัดแสดง	วิธีจัดแสดง	พื้นที่จัดแสดง (ตารางเมตร)
พลังงานแสดงอาทิตย์	นาฬิกาแดด	50
ลมและกังหันลม	กังหันลมจำลอง	120
น้ำใต้ดิน	DIORAMA	400
เชื้อเพลิง	โมเดลจำลอง	300

(B) YOU CAN CHANGE YOUR ENERGY

เรื่องจัดแสดง	วิธีจัดแสดง	พื้นที่จัดแสดง (ตารางเมตร)
ตัวของเด็กมีพลังงาน	เครื่องเล่น	350
การเปลี่ยนรูปพลังงาน	เครื่องเล่น	380
เช่น พลังงานกล เป็น พลังงานไฟฟ้า ฯลฯ		

โดยมีแนวคิดหลักในการจัดแสดง คือ เด็ก ได้ความรู้ และเพลิดเพลินกับความงามของธรรมชาติ



## 2. ดวงอาทิตย์

พลังงานส่วนใหญ่ที่มีอยู่บนโลก ได้มาจากดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์ส่งพลังงานออกมาเป็นรังสีโดยรอบดวง ความร้อนที่โลกเราได้รับเป็นรังสีชนิดหนึ่งที่ส่งมาจากดวงอาทิตย์ แสงแดดก็เป็นรังสีอีกชนิดหนึ่งที่ส่งมาจากดวงอาทิตย์




พืชที่เกิดขึ้นบนโลก ต้องการรังสีจากดวงอาทิตย์เพื่อใช้ในการปรุงอาหาร ทำให้เกิดแป้งและน้ำตาลซึ่งพืชเก็บสะสมไว้ สัตว์ใช้อาหารที่พืชปรุงขึ้นเป็นอาหารอีกต่อหนึ่งเพื่อให้คงมีชีวิตอยู่ได้ ทั้งสัตว์และคน ใช้พลังงานที่มีอยู่ในอาหาร ทำให้กล้ามเนื้อและส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทำงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(A) JOURNEY TO THE SUN

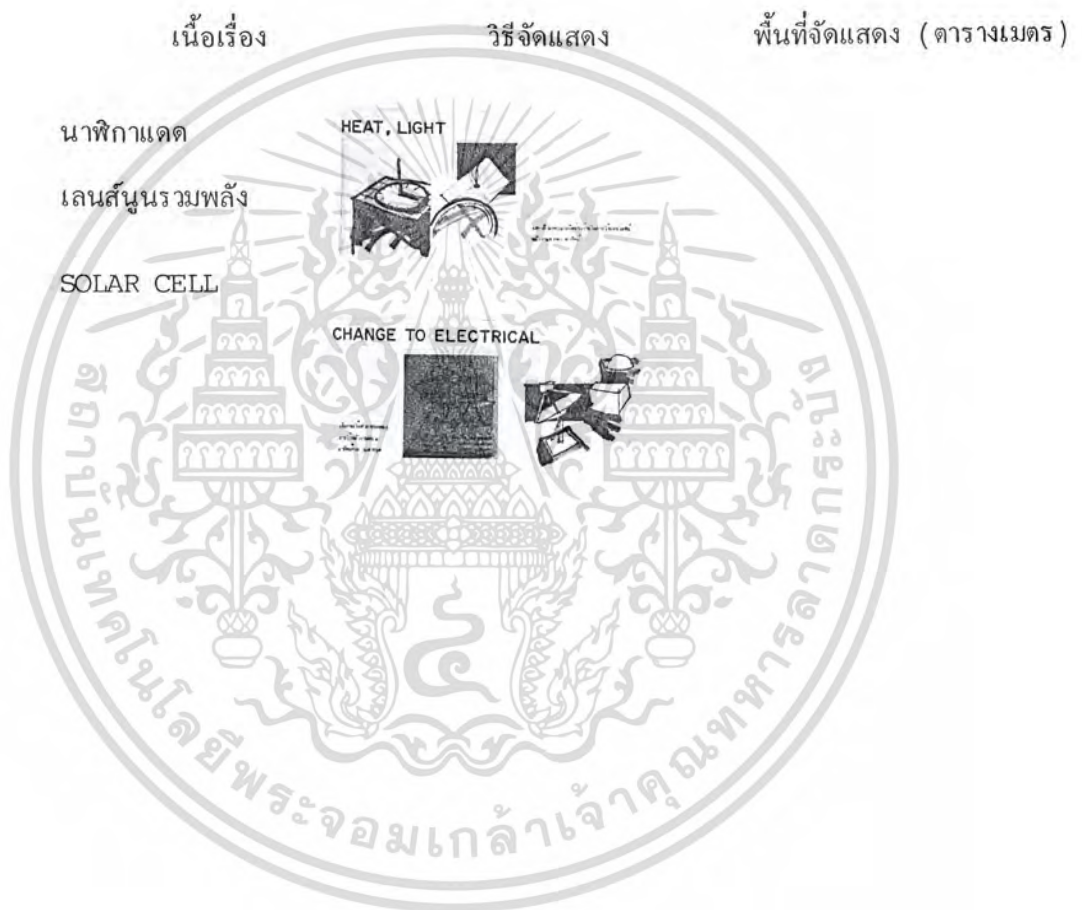
ให้ความรู้ ข้อมูล ของดวงอาทิตย์ในแง่ของการอยู่เป็นศูนย์กลางในจักรกล  
อากาศ รวมถึงความเกี่ยวข้องกับโลกในแง่ของปรากฏการณ์ง่าย ๆ ที่เด็ก ๆ พบเห็นได้ในชีวิต  
ประจำวันหรือปรากฏการณ์พิเศษ

เนื้อเรื่อง	วิธีจัดแสดง	พื้นที่จัดแสดง (ตารางเมตร)
<p>UNICRESE</p> <p>จักรวาลคืออะไร เราอยู่ ตรงไหนของจักรวาล ดวงอาทิตย์ศูนย์กลางจักรวาล ยังมีดวงดาวอื่นๆ อีก</p>		
<p>ABOUT THE SUN</p> <p>ดวงอาทิตย์แหล่งพลังงาน ของโลก แหล่งพลังงานของดวงอาทิตย์ กำเนิดของโลก ระบบสุริยะ จักรวาล ที่มาของความร้อนและ แสงสว่าง</p>		
<p>PHENOMENON</p> <p>ปรากฏการณ์การเกิด กลางวัน - กลางคืน สุริยุปราคา</p>		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(B) SOLAR POWER

ให้ความรู้ข้อมูลของดวงอาทิตย์ที่มนุษย์ใช้ประโยชน์โดยตรงจากพลังงานแสงสว่างและความร้อน บนพื้นฐานของข้อมูลที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย เห็นหรือสัมผัสการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างชัดเจน โดยชี้ให้เห็นความสำคัญของประโยชน์ของดวงอาทิตย์ใกล้ตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(C) DOWN TO THE EARTH

เป็นการแนะนำเรื่องราวต่าง ๆ แบบคร่าว ๆ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วน  
ดวงอาทิตย์ และส่วนการใช้ประโยชน์จากพลังงานอื่น ๆ

LIFE

เนื้อเรื่องจัดแสดง

ดวงอาทิตย์ให้พลังงานแก่โลกในรูปความร้อนและแสงสว่าง สิ่งมีชีวิต เช่น พืช  
และสัตว์ รับประทานพลังงานเหล่านี้โดยตรง เช่น พืชใช้แสงแดดในการปรุงอาหาร คนและสัตว์  
กินพืชและเนื้อสัตว์เป็นอาหาร นั่นคือ คนและสัตว์ได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ทางอ้อม เพราะ  
อาหารที่กินมีพลังงานอยู่

วิธีจัดแสดง

พื้นที่จัดแสดง

ตารางเมตร



WIND & WATER

เนื้อเรื่องจัดแสดง

ดวงอาทิตย์ให้ความร้อนทำให้น้ำทะเลในมหาสมุทร และในแม่น้ำลำคลองกลายเป็นไอน้ำลอยสูงขึ้นไปในอากาศ ไอน้ำนี้จับกลุ่มรวมกันเป็นเมฆ แล้วเป็นหยดน้ำหล่นลงมาเป็นฝน  
ดวงอาทิตย์ ทำให้เกิดอากาศร้อน .เย็น มีการเคลื่อนที่ของอากาศนั้นคือ ลม

วิธีจัดแสดง

พื้นที่จัดแสดง

ตารางเมตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUEL

เนื้อเรื่องจัดแสดง

เมื่อคนและสัตว์กินอาหาร พลังงานที่สะสมอยู่ในร่างกายยังใช้ไม่หมดเมื่อตายไป ก็สะสมอยู่โดยร่างกายที่เน่าเปื่อยผุพัง กลายเป็นสารเคมีจะเก็บพลังงานไว้ในรูปพลังงานเคมี อาจเป็นปุ๋ยในดิน ซึ่งกลับไปเป็นอาหารพืชได้อีก ถ้ามีซากพืช ซากสัตว์ ทับถมอยู่ภายใต้พื้นดิน ลึกลึกๆ เป็นเวลานับล้าน ๆ ปี อาจกลายเป็นถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ ซึ่งคนเราขุดน้ำ ขึ้นมาใช้เป็นเชื้อเพลิงพลังงานเคมี ที่สะสมอยู่ในเชื้อเพลิงจึงมาจากซากพืช ซากสัตว์ นั่นเอง

วิธีจัดแสดง

พื้นที่จัดแสดง

ตารางเมตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

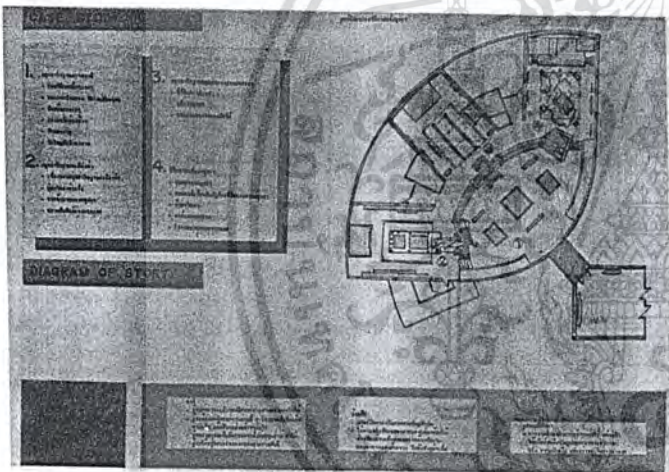
### 3. โลก

ทำหน้าที่เป็นส่วนโยงกลาง เพื่อให้เด็ก ๆ มีอิสระในการเลือกไปในส่วนต่อไป คือ ส่วนน้ำ ลม เชื้อเพลิง หรือส่วนสรุป (ทางออก) โดยมีองค์ประกอบของส่วนโยงคือ ส่วนพักคอย ห้องน้ำ ส่วนข้อมูลคอมพิวเตอร์ เพื่อดูข้อมูลของส่วนต่าง ๆ ในกรณีที่ไม่สามารถดูได้ครบทั้งหมดทุกเรื่อง

โดยมีการดึงดูดความสนใจจากทางเข้าของแต่ละส่วน

วิเคราะห์เส้นทางสัญจรจากโครงการเปรียบเทียบ ศูนย์ศึกษาประวัติศาสตร์อยุธยา

มีการใช้ DISPUAY ดึงดูดความสนใจในขณะที่ให้อิสระในการเข้าชมแยกแต่ละหัวเรื่องไม่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน แต่มีความสำคัญเท่าเทียมกัน



โดยการเข้าส่วนแรกแล้วจะไปสู่ส่วนที่ 2 ต้องกลับออกมายัง HALL ก่อน

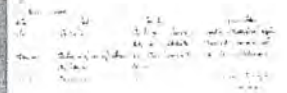
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. ผลงานน้ำ

##### วิเคราะห์โครงการพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ (ส่วนน้ำ)

น้ำ

นิทรรศการภายนอก



หัวข้อ	ข้อดี	ข้อเสีย	รูปแบบที่พัฒนา
เรื่องจัดแสดง	เข้าใจง่าย	เนื้อเรื่องขาดการเน้นความสำคัญและความสัมพันธ์กัน	แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติวงจของแม่น้ำ
วิธีจัดแสดง	มีพื้นที่ขนาดใหญ่และมองเห็นได้ชัดเจน	ขาดการมีส่วนร่วมของผู้ชมกับนิทรรศการ	เพิ่มการมีส่วนร่วมกับนิทรรศการ ได้รับความสนใจด้วยสื่อ รูปทรงและบรรยากาศของข้อมูล
บรรยากาศ	เป็นส่วนภายนอก	ไม่ได้รับความสนใจ	

ห้องแสดง



หัวข้อ	ข้อดี	ข้อเสีย	รูปแบบที่พัฒนา
เรื่องจัดแสดง	เข้าใจง่าย	ขาดความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันของเนื้อเรื่อง	ใช้เรื่องสิ่งมีชีวิตในน้ำเป็นส่วนประกอบเสริมบรรยากาศ
สิ่งมีชีวิตในน้ำ		ไม่น่าสนใจ ผู้ชมไม่มีส่วนร่วมกับการนิทรรศการ	เน้นการมีส่วนร่วมของผู้ชม
วิธีจัดแสดง	-		
บรรยากาศ	มีการเชื่อม SPACE ภายใน-ภายนอก ใช้วัสดุธรรมชาติตกแต่ง	ไม่ได้รับความรู้สึก	จัดบรรยากาศแบบ OUT DOOR SPACE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หัวข้อ

ข้อดี

ข้อเสีย

รูปแบบที่พัฒนา

เรื่องจัดแสดง  
การผลิตไฟฟ้า  
วิธีจัดแสดง  
บอร์ด , โมเดล  
บรรยากาศ

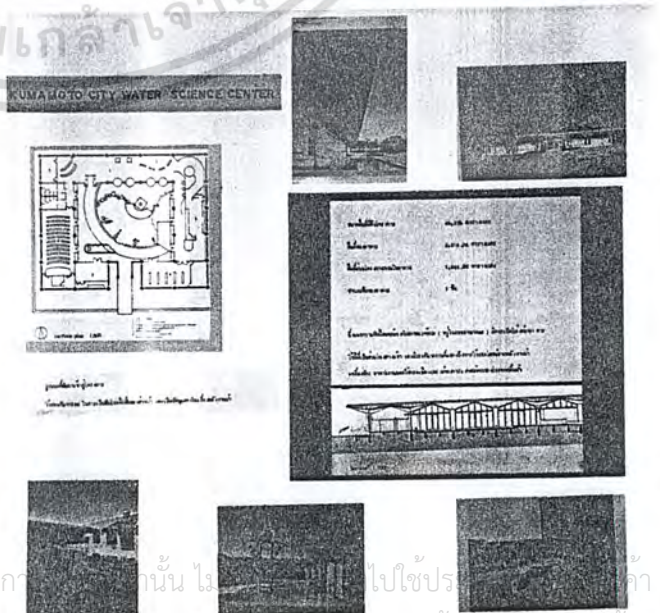
-  
ขาดความสมบูรณ์ใน  
เนื้อเรื่อง  
ขาดการมีส่วนร่วมของ  
ผู้ชมกับนิทรรศการ  
ไม่ส่งเสริมข้อมูล

ครบครันทั้งการผลิตการใช้  
ประโยชน์และผลเสีย  
เน้นให้เด็กสามารถเห็นและ  
ทำได้ด้วยตัวเอง  
ส่งเสริมข้อมูลว่าเป็นส่วนน้ำ

โครงการเปรียบเทียบ

วิเคราะห์ลักษณะวัตถุแสดงในเรื่องพลังงานน้ำ

KUMAMOTO CITY WATER SCIENCE CENTER



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่แนะนำให้ไปใช้ประโยชน์  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(A) WHERE IS RAIN COMING FROM

RAIN'S FACTOR

เด็ก ๆ จะได้เรียนรู้สถานะต่าง ๆ ของน้ำพร้อม ๆ กับการเกิดของฝนที่มีปัจจัย

3 ประการ

เนื้อเรื่อง

วิธีจัดแสดง

พื้นที่จัดแสดง (ตารางเมตร)

1. ความร้อนจากดวงอาทิตย์

RAIN'S FACTOR

2. ความชื้นบนพื้นดิน

circle of water

3. แหล่งน้ำ

FOREST

FORREST

เด็ก ๆ จะเห็นว่าแหล่งน้ำมีความงาม ชีวิต และความสัมพันธ์กับตัวของเขา โดยมีพื้นฐานความรู้มาแล้วว่า แหล่งน้ำคือ หนึ่งในปัจจัยของการเกิดฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(B) POWER OF WATER

เนื้อเรื่อง

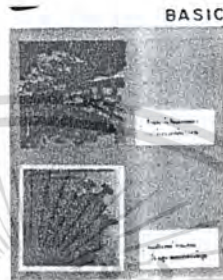
วิธีจัดแสดง

พื้นที่จัดแสดง (ตารางเมตร)

การใช้ประโยชน์อย่างง่าย

จากพลังงานน้ำ

- กังหันน้ำหลาย ๆ รูปแบบ
- ได้ออกแบบแข่งขันกัน



- COMPUTER ถ้าม - ตอบ
- เรื่องฤดูกาลและทบทวนข้อมูล

POWER

- กังหันน้ำ
- เขื่อนผลิตกระแสไฟฟ้า
- ไฟฟ้าจากน้ำจืด น้ำลง
- พลังคลื่นน้ำ
- ความร้อนในมหาสมุทร

POWER



GAS

- รถจักรไอน้ำ

LIQUID & GAS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(C) LIFE & POLLUTION

เนื้อเรื่อง

เมื่อได้กลับไปส่วน FORREST และได้รับข้อมูลเพิ่มแต่เป็นเรื่องระบบนิเวศวิทยา ความงดงามของสิ่งมีชีวิตโดยการเดินเข้าไปในบรรยากาศจำลองประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ให้ความรู้



POLLUTION

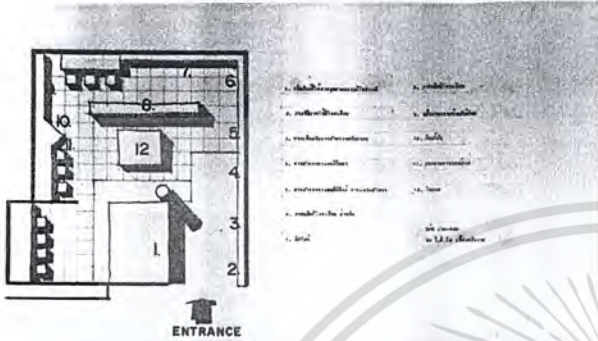
เนื้อเรื่อง

ให้เด็กได้รับรู้ปัญหามลภาวะทางน้ำโดยผ่านการสื่อสารจากจอ COMPUTER การแก้ปัญหาการอนุรักษ์ที่เด็ก ๆ ทำได้ การทำให้เกิดมลภาวะอย่างง่าย เช่น การทิ้งขยะ จนถึงการทำน้ำเสียจากโรงงาน

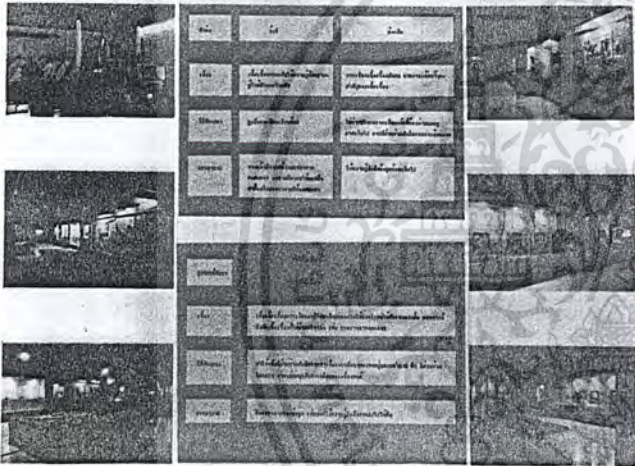
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. FUEL

โครงการเปรียบเทียบ พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ส่วนพิพิธภัณฑ์ทรัพยากรพลังงาน



1. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเลียม
2. ประวัติการใช้ปิโตรเลียม
3. ดาวเทียมกับการสำรวจทรัพยากร
4. การสำรวจทางธรณีวิทยา
5. การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์
6. การผลิตปิโตรเลียม ถ่านหิน
7. ลิกไนต์
8. การผลิตปิโตรเลียม
9. พลังงานความร้อนใต้พิภพ
10. หินน้ำมัน
11. กระบวนการแยกก๊าซ
12. โมเดล



วิเคราะห์โครงการเปรียบเทียบ

หัวข้อ	ข้อดี	ข้อเสีย
เนื้อเรื่องจัดแสดง	เนื้อเรื่องครบครันให้ความรู้ทั้งความรู้ใกล้ตัวและไกลตัว	การเรียงเนื้อเรื่องสับสน ขาดการเน้นย้ำจุดสำคัญของเนื้อเรื่อง
วิธีจัดแสดง	ดูเป็นระเบียบเรียบร้อย	ไม่น่าสนใจเพราะเป็นบอร์ดที่ต้องอ่านและดูมากเกินไป การมีส่วนร่วมนิทรรศการน้อยมาก
บรรยากาศ	ทางเข้ามีการสร้างบรรยากาศพอสมควร เพดานมีการทำท่อเหล็ก	ให้ความรู้สึกสัมพันธ์กับข้อมูลน้อยเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในพิธีกรรมาธิการเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รูปแบบที่พัฒนา

เรื่อง

เพิ่มเนื้อเรื่องการเกิดของปีโตรเลียม และการใช้ประโยชน์ให้ชัดเจนมากขึ้น นอกจากนี้ยังตัดเนื้อเรื่องที่ไม่น่าสนใจออกเช่น กระบวนการแยกก๊าซ

วิธีจัดแสดง

ทำให้เด็กมีส่วนร่วมกับนิทรรศการที่นอกเหนือจากการกดปุ่มตอบคำถาม คือมีส่วนร่วมโดยตรง การเล่นสนุกกับการผลิตของเครื่องยนต์

บรรยากาศ

มีบรรยากาศของข้อมูล เช่น การให้ความรู้สึกถึงการลงไปใต้ดิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(A) WHERE DID THEY COME FROM

เนื้อเรื่องจัดแสดง

วิธีจัดแสดง

พื้นที่จัดแสดง (ตารางเมตร)

ANCIENT WORLD

- แสดงต้นกำเนิดของทรัพยากร  
เชื้อเพลิงย้อนไปยุคไดโนเสาร์  
เด็ก ๆ จะได้ป็นป้ายสนุกสนาน  
ไปพร้อมกับได้ความรู้



DIGESTION

- เมื่อไดโนเสาร์ตายรวมถึงซากพืช  
ซากสัตว์ อื่น ๆ ทับถมกันอยู่ใต้ดิน  
กลายเป็นทรัพยากรในรูปแบบต่าง ๆ กัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

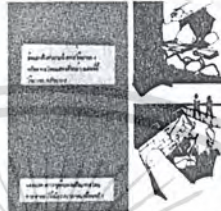
(B) HOW DO WE FIND THEM

เนื้อเรื่องจัดแสดง

วิธีจัดแสดง

พื้นที่จัดแสดง (ตารางเมตร)

ส่วนแรกตั้งคำถามถึงการได้มา  
ของทรัพยากร โดยแสดง  
ตัวอย่างและที่ ๆ ได้มาของ  
ทรัพยากร



แสดงการขุดค้นหาทรัพยากร  
โดยการจำลองให้มีบรรยากาศ  
เหมือนจริง

การสำรวจทรัพยากรทางธรณี  
ฟิสิกส์



การสำรวจทรัพยากรดาวเทียม  
พร้อมแสดงที่ ๆ มีทรัพยากร  
(แผนที่)

การสำรวจทางธรณีวิทยา ชั้นตอน  
สุดท้ายของการได้ทรัพยากร

การทำเหมือง วิธีในการได้มา  
ซึ่งทรัพยากรในสมัยโบราณ



การขุดหาแหล่งก๊าซธรรมชาติ  
และปิโตรเลียมในทะเล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(C) USING & POLLUTION

เนื้อเรื่องจัดแสดง

วิธีจัดแสดง

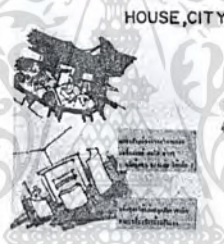
พื้นที่จัดแสดง (ตารางเมตร)

- เด็ก ๆ ได้เรียนรู้ด้วยตัวเองเกี่ยวกับเครื่องจักรกลกลไกต่าง ๆ อย่างง่าย



HOUSE, CITY

- แสดงตัวอย่างการทำงานของเครื่องยนต์กลไกต่าง ๆ (ผลิตตุ๊กตาของเล่นให้เด็ก)



POLLUTION

- สภาพปัญหาปัจจุบัน
- การทำลายสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ
- สุขภาพของมนุษย์
- การหมดไปของทรัพยากร
- ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. WIND

(A) WIND 'S FACTOR

เนื้อเรื่องจัดแสดง

วิธีจัดแสดง

พื้นที่จัดแสดง (ตารางเมตร)

- การเคลื่อนที่ของอากาศเย็นแทนอากาศร้อนที่ลอยขึ้นสูง เพราะมีน้ำหนักมากกว่า



INTRO HOW TO USE

- กระแสลมบนโลกจะเคลื่อนที่ลงที่เหมือนกันทุกปีทำให้การเดินทางเรือเป็นไปได้



FUNNY WITH THE WIND

(B) HOW DO USE WIND

แสดงการใช้ประโยชน์เรียงตามลำดับเวลา วิวัฒนาการ

DEVELOPMENT

เนื้อเรื่องจัดแสดง

วิธีจัดแสดง

พื้นที่จัดแสดง (ตารางเมตร)

- เริ่มด้วยการใช้ประโยชน์ของลมในการลดแรงกระแทกเป็นขบวนรถยนต์เล่นสนุก ๆ



- การใช้สัตว์เป็นแรงงานก่อนการค้นพบกังหันลมสูบน้ำ



WIND POWER

- ทำให้ไม่หมุน
- กั้นหันลม นาเกลือ



FUTURE

- การสูบน้ำเพื่อการผลิตไฟฟ้า
- การผลิตไฟฟ้าโดยตรง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าจากพลังงานลม

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา

ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



7. CONCLUDE

เป็นส่วนสำคัญในการสรุปให้เห็นคุณค่าของธรรมชาติ และอนาคตของพลังงาน  
เด็ก ๆ จะได้ประมวลความรู้ ก่อนออกไปจากส่วนนิทรรศการได้ด้วยตนเอง

(A) TODAY PROBLEM

เนื้อเรื่องจัดแสดง

วิธีจัดแสดง

พื้นที่จัดแสดง (ตารางเมตร)

- มลภาวะในเมือง
- มลภาวะในธรรมชาติที่ป่าเหตุมามากจากการใช้ประโยชน์จากพลังงานโดยมนุษย์



(B) SOLUTION

- การแก้ปัญหา
- ประโยชน์ของการอนุรักษ์
- การอนุรักษ์ที่เด็กสามารถทำได้
- การ



(C) FUTURE WORLD

- แนะนำการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากพลังงานธรรมชาติให้สูงสุด
- ดวงอาทิตย์ ลม น้ำ แหล่งพลังงานที่ไม่มีวันหมด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป พื้นที่ใช้สอยส่วนนิทรรศการ

พื้นที่ (ตารางเมตร)

โถงทางเข้า

ดวงอาทิตย์

โลก

ลม

น้ำ

เชื้อเพลิง

สรุป

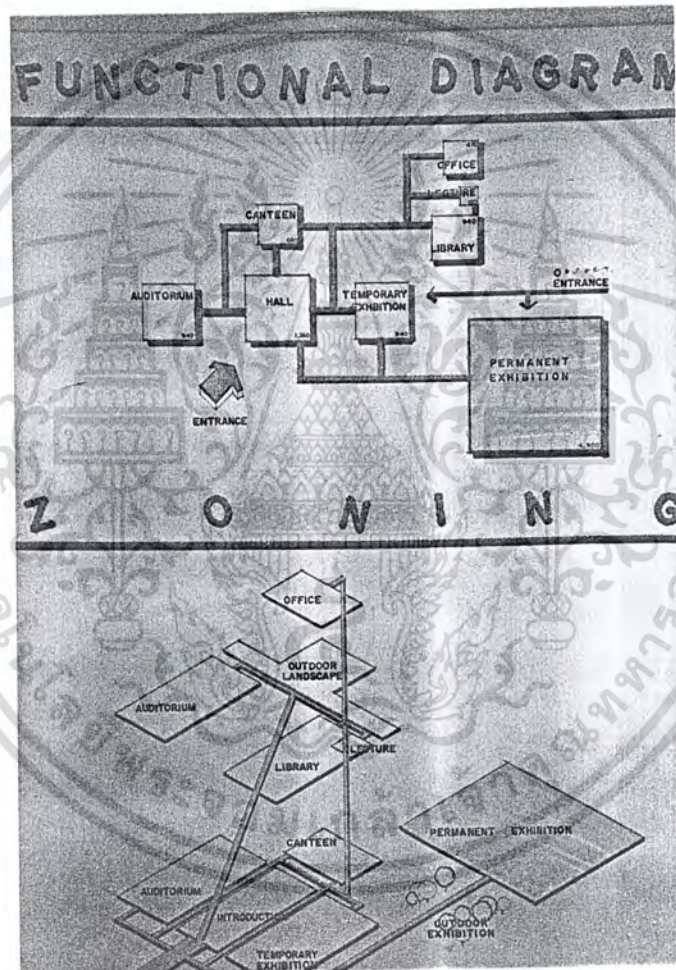
ห้องน้ำ

STAFF'S ROOM

รวม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. สรุปผลงานการออกแบบ

### แนวคิดหลักในการออกแบบ

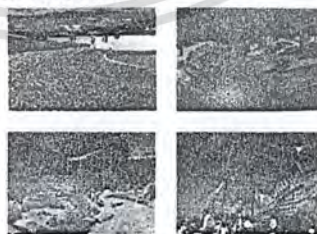
1. FUNNY WITH ENERGY ความสนุกสนาน คือ ประเด็นหลักในความสนใจที่จะทำอะไรก็ตามของเด็ก
2. OUTDOOR SPACE เด็กต้องการเล่นในที่โล่งแจ้ง สัมผัสกับธรรมชาติ ลักษณะ SPACE ส่วนใหญ่จะเป็น OUTDOOR SPACE
3. PRIMARY VISUAL ดึง ที่ศนธาตุ พื้นฐาน รูปทรง สี เน้นการแสดงความสุขสดใส สนุกสนาน ความเป็นการเริ่มต้นวัยเด็ก ความรู้พื้นฐานง่าย ๆ ทางวิทยาศาสตร์
4. FAN TASY ส่งเสริมจินตนาการ เพื่อฝัน ตามแบบฉบับของเด็ก ๆ

## DESIGN CONCEPT

FUNNY WITH ENERGY



OUTDOOR SPACE



FANTASY



PRIMARY VISUAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา  
เอกสารนี้  
การคำ  
ใช้  
เอกสารนี้

วัสดุ

ใช้วัสดุธรรมชาติ และสังเคราะห์ใน SCHEME สี่เดียวกันให้กลมกลืนกัน



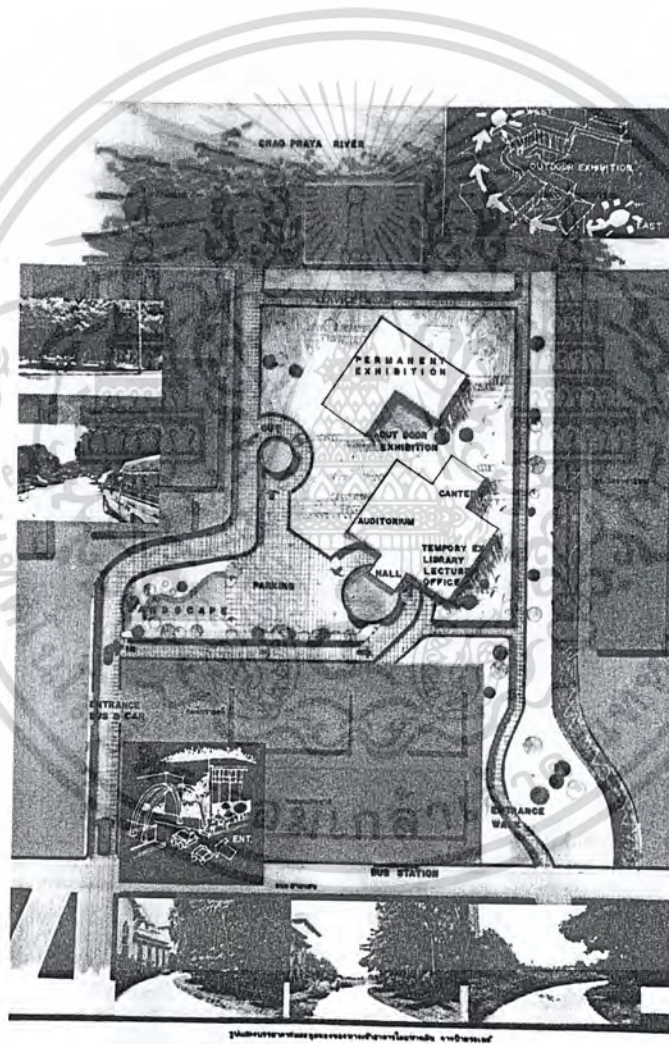
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## LAY - OUT

ห็นด้านหน้าอาคารก่อนไปทางทางเข้ารถยนต์ เพื่อตอบสนองมุมมองในระยะไกล  
ส่วนทางเข้าทางเดินเท้า ตอบสนองมุมมองในระยะใกล้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLAN

จัดวางตาม DIAGRAM OF STORY โดยกำหนดให้ส่วนน้ำ และส่วนสรุปอยู่  
ติดกับภายนอกมากที่สุด ส่วนเชื้อเพลิงจะมีการถ่ายเท SPACE ภายนอก ภายใน น้อยที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โถงทางเข้า

แสดงบรรยากาศที่เป็นธรรมชาติให้กลมกลืนกับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และดึงดูดความสนใจสู่ส่วนดงอาทิตย์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



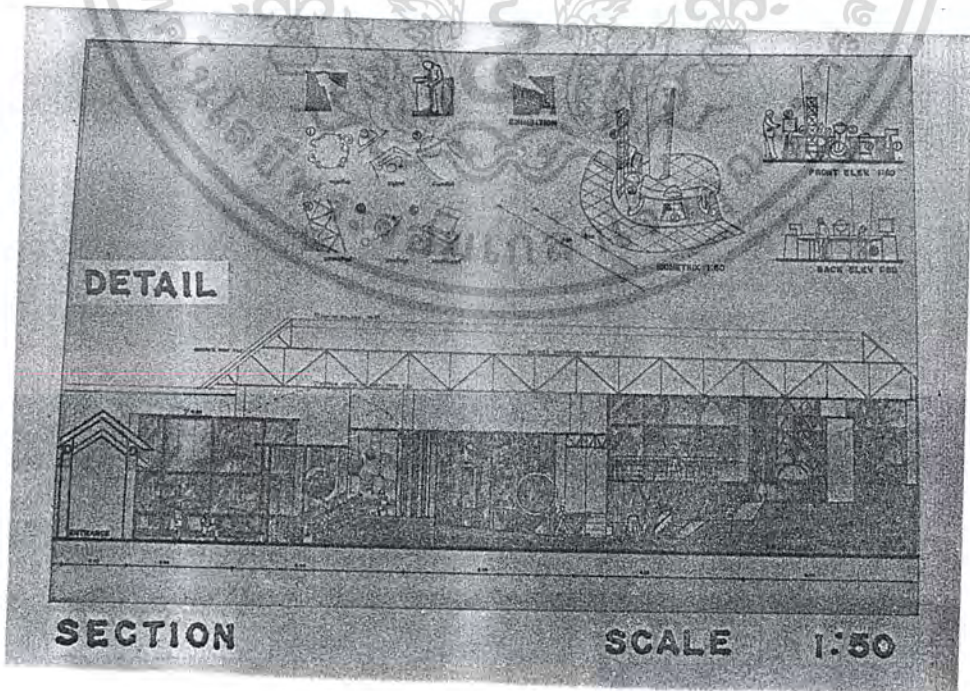
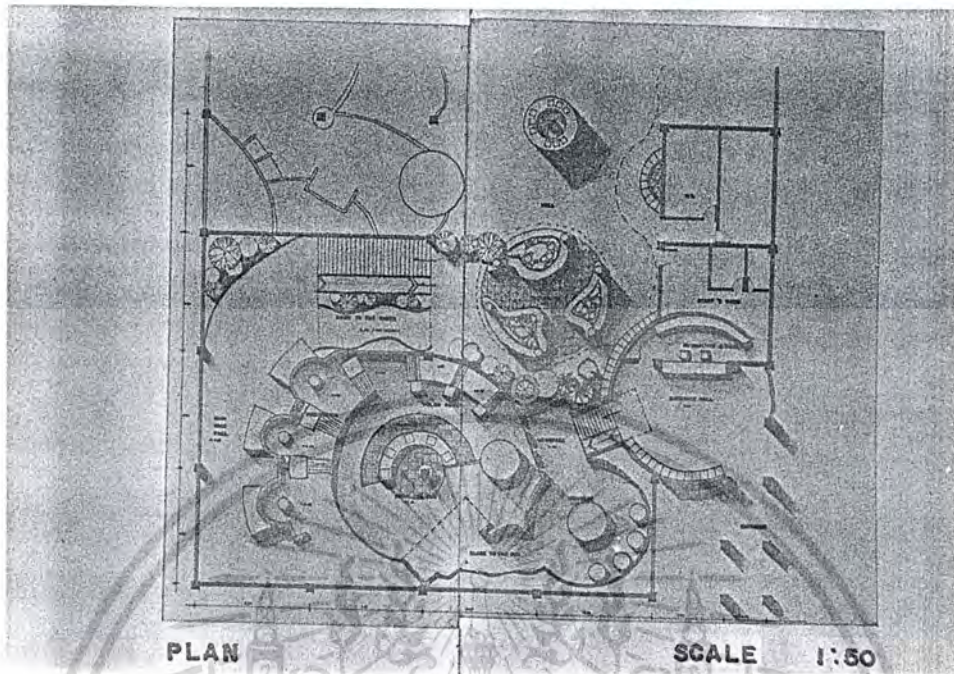
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดวงอาทิตย์

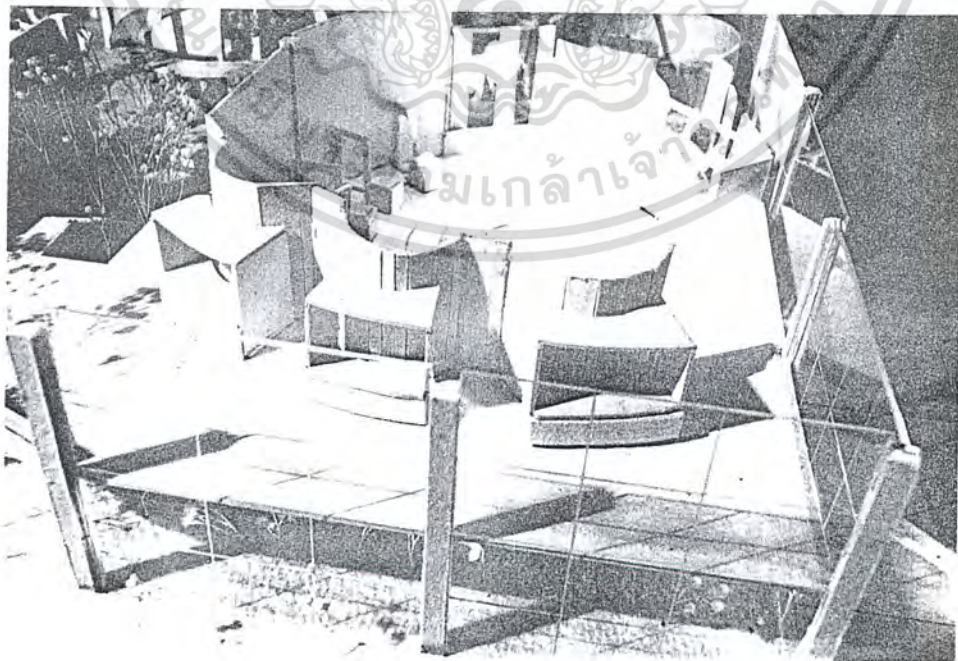
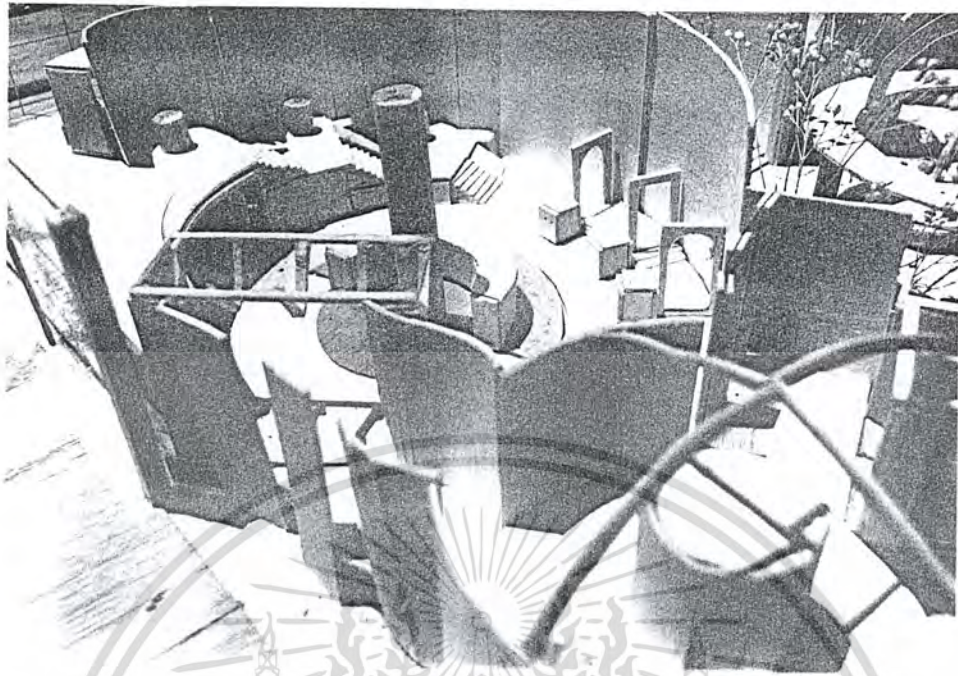
เน้นบรรยากาศแบบอวกาศ และการตั้งธรรมชาติภายนอกมาใช้ในส่วนการกลับ  
สู่โลก ( DOWN TO EARTH ) รูปทรงที่นำมาใช้ส่วนใหญ่เป็นวงกลม ทรงกลม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



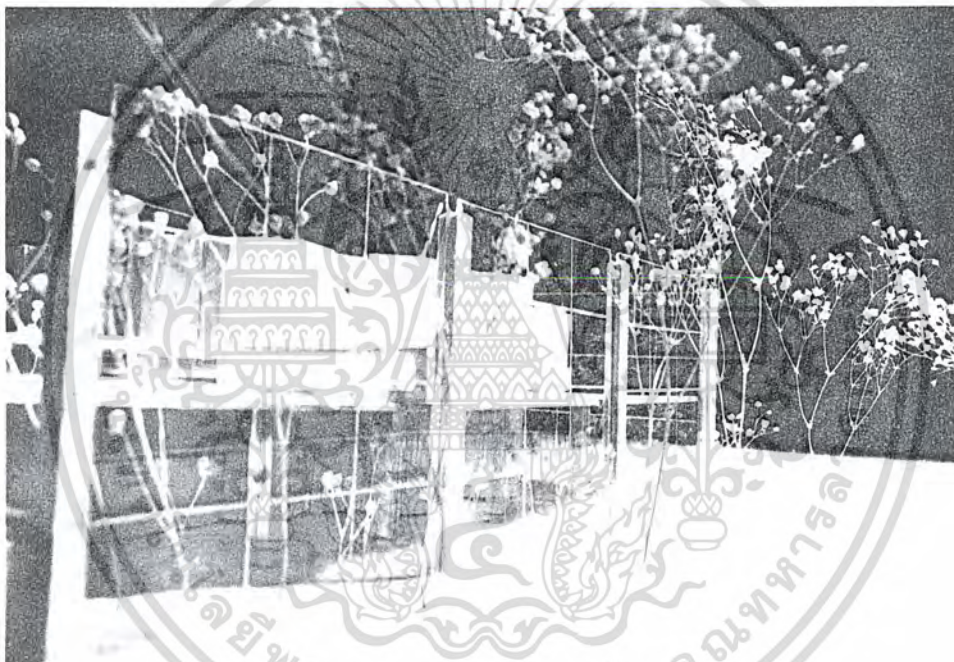
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



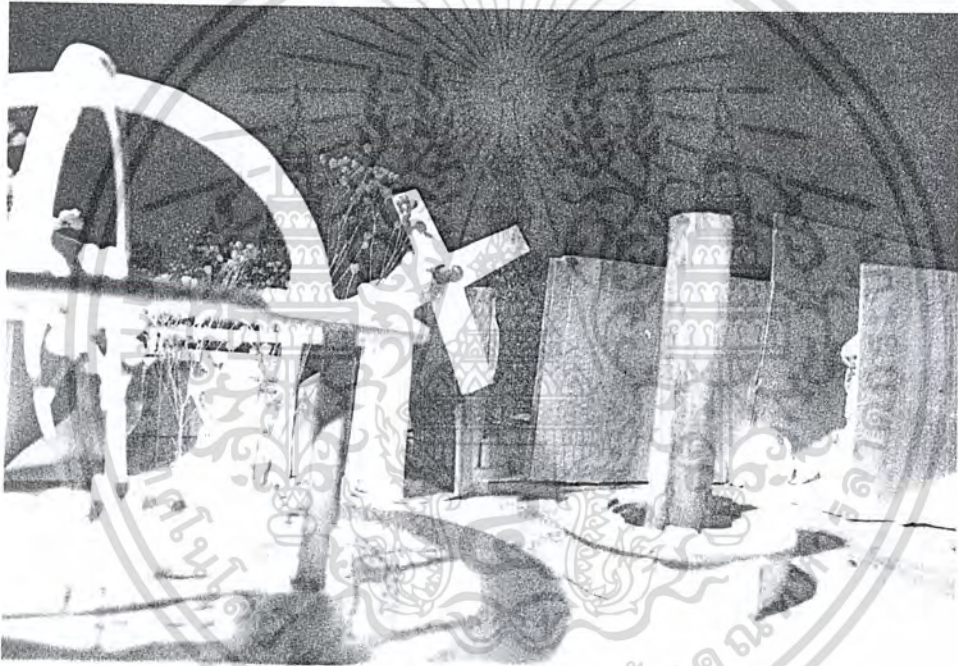
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## HALL (EARTH)

โรงพักคอย สามารถเห็นทางเข้าของส่วนต่างๆ ผู้ชมสามารถเลือกชมอย่างอิสระ ผู้ปกครองไว้เป็นที่นั่งคอย หรือใช้เป็นที่มคน ในกรณีมาเป็นหมู่คณะ การออกแบบเน้นการแสดง ธรรมชาติ



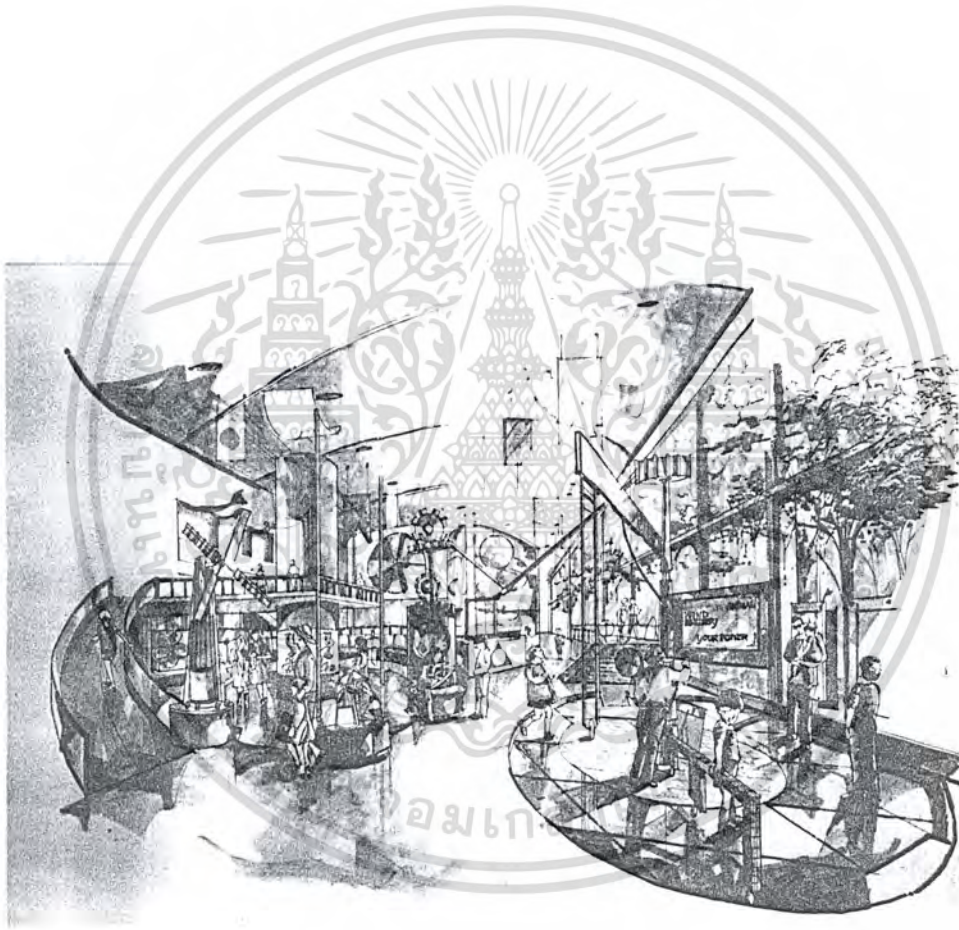
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



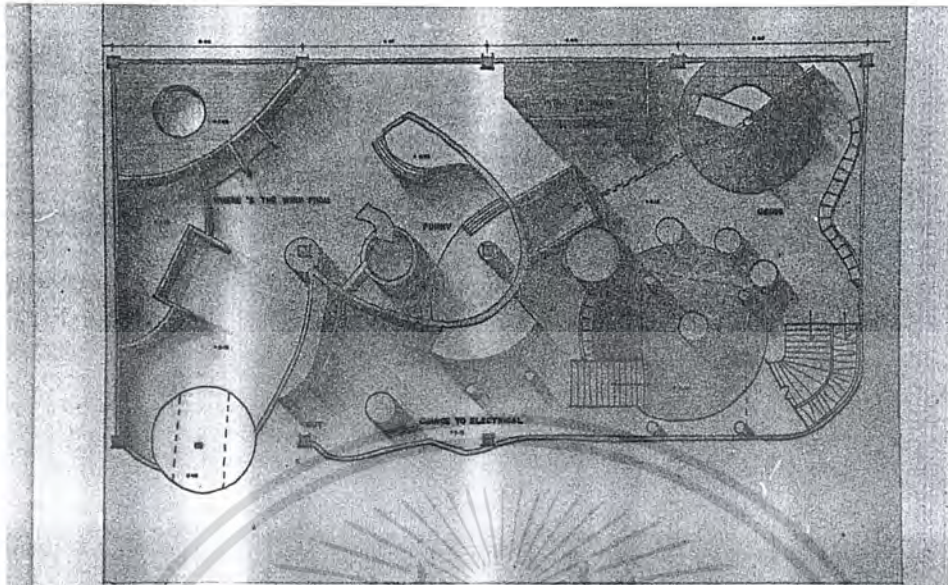
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลพ

แสดงความเคลื่อนไหว ( MOVEMENT ) สนุกสนาน สัมผัสกับบรรยากาศ  
ภายนอกอย่างเต็มที่ รูปทรงเรขาคณิต

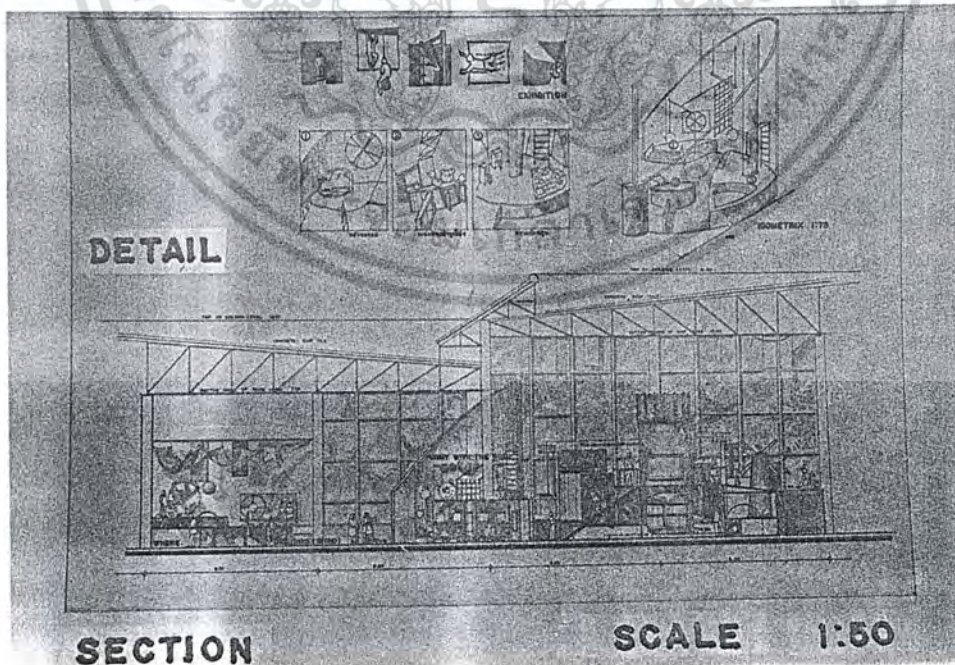


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**PLAN**

**SCALE 1:50**



**SECTION**

**SCALE 1:50**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



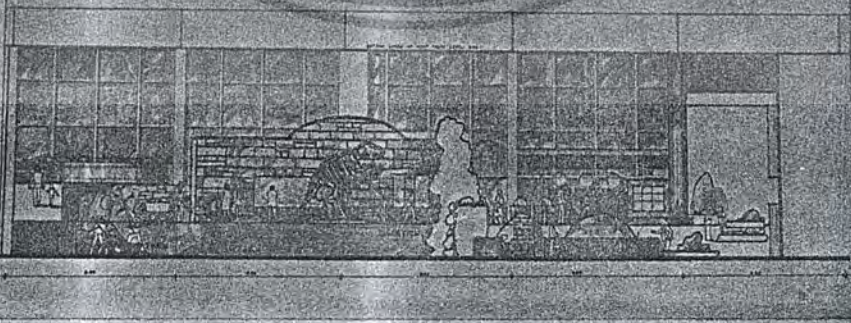
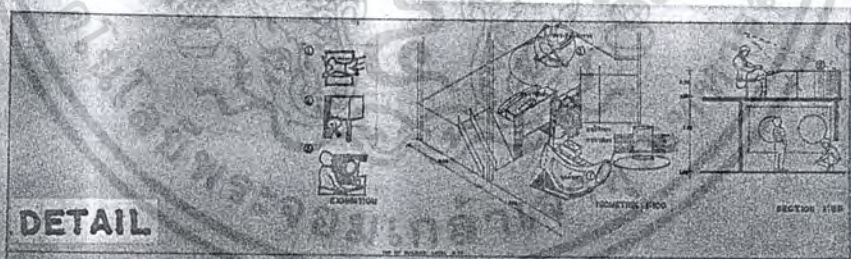
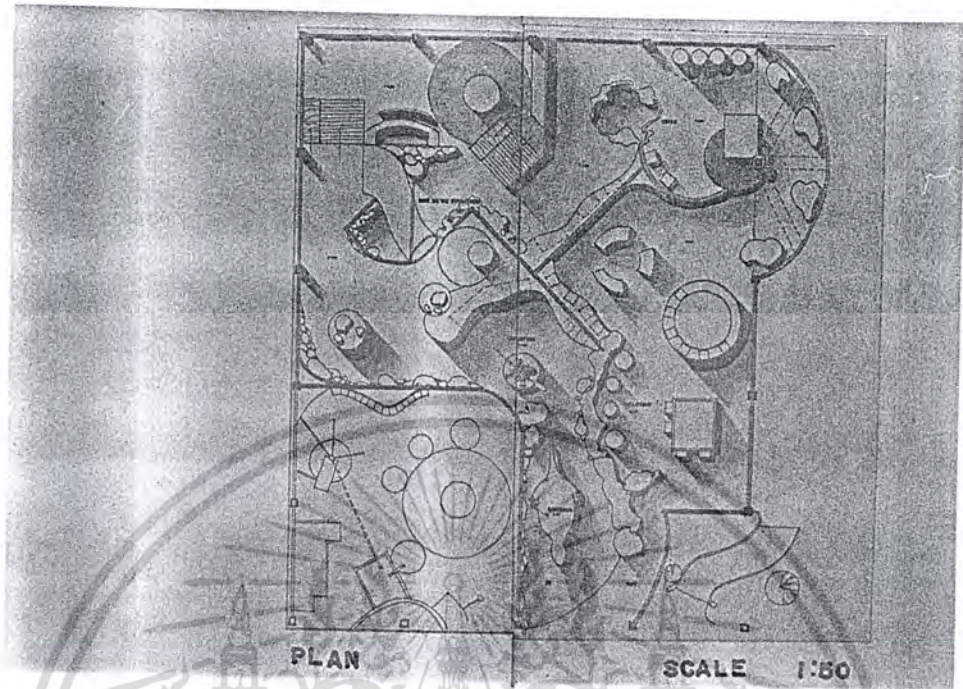
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อเพลิง

UNDER GROUND FEELING โดยการไว้สดูและการไว้แสงประดิษฐ์เป็น  
ส่วนใหญ่ รูปทรงเป็นรูปทรงที่ลดทอนจากธรรมชาติ



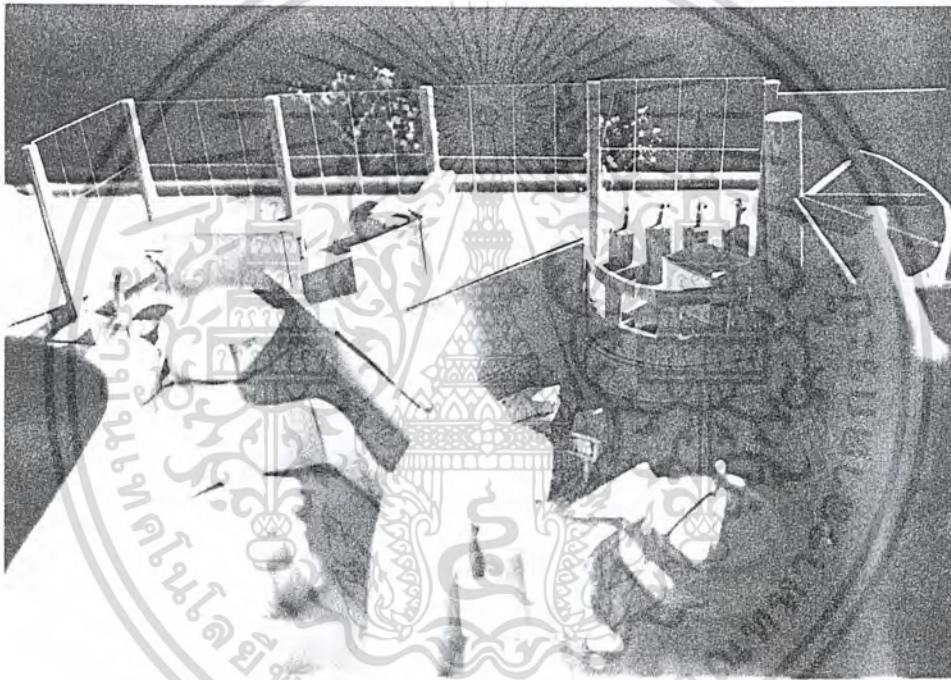
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



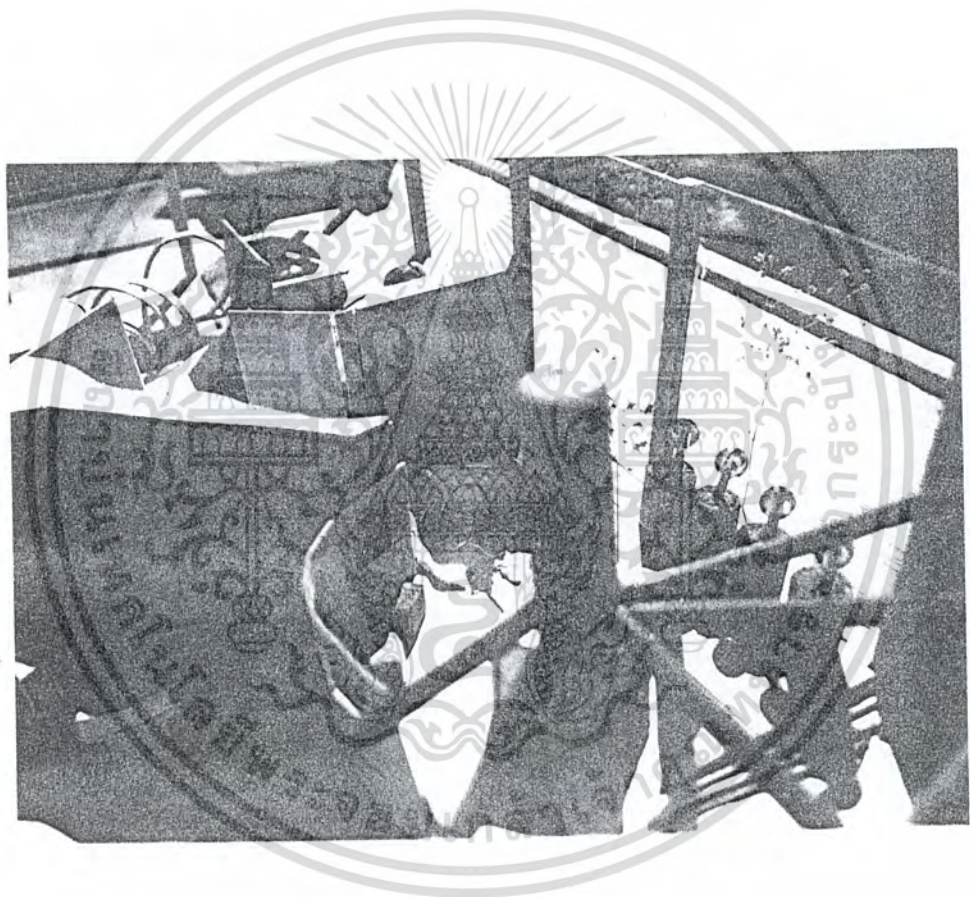
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

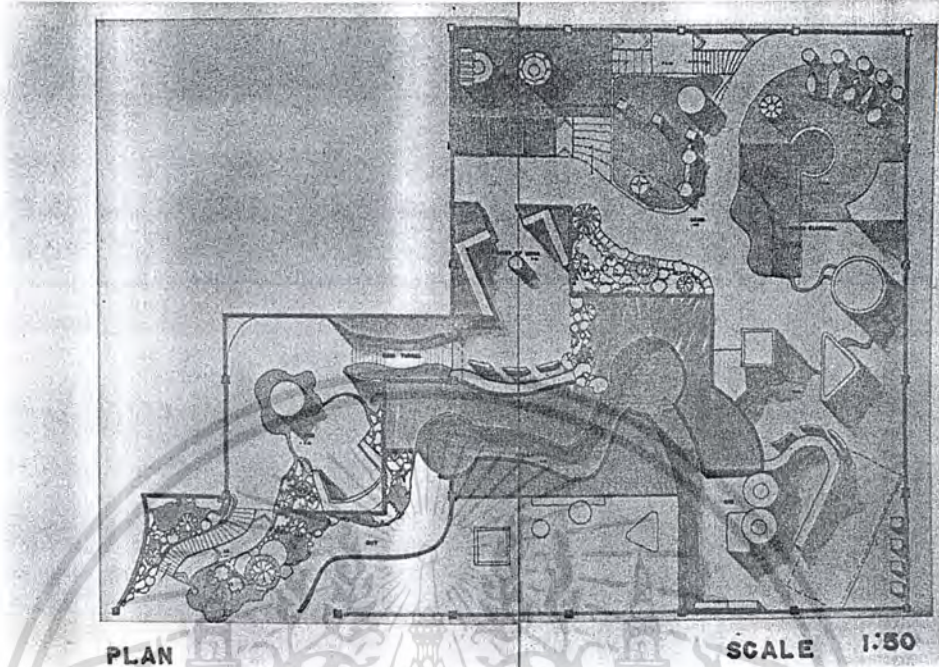
น้ำ

ใช้ที่มาจากธรรมชาติอย่างเต็มที่ ทั้ง เส้น สี รูปทรง วัสดุ SPACE แนวทาง

แบบ LANDSCAPE ลักษณะเหมือน OUT DOOR SPACE

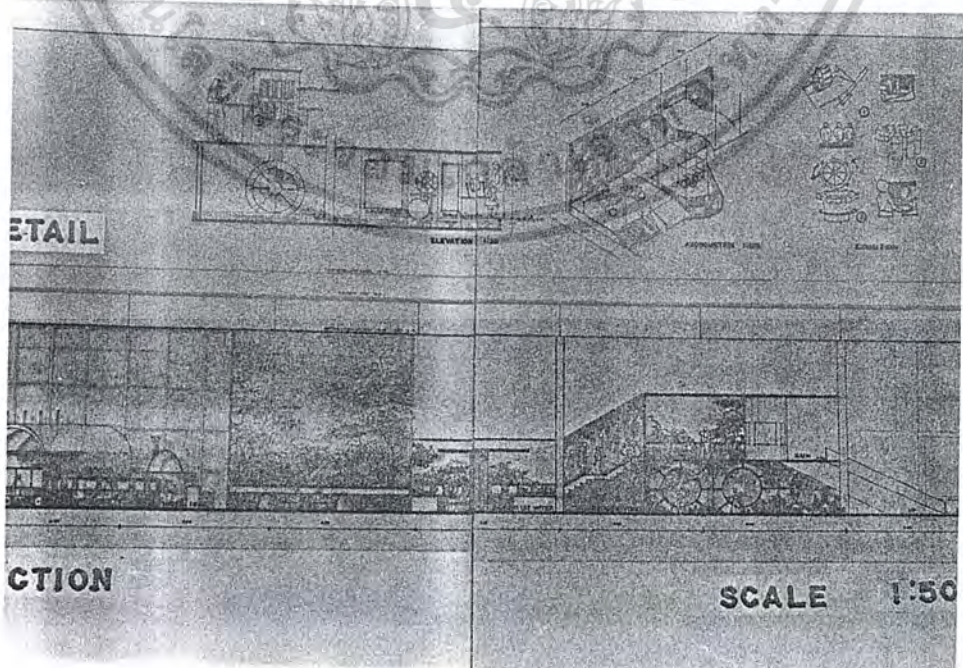


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PLAN

SCALE 1:50



DETAIL

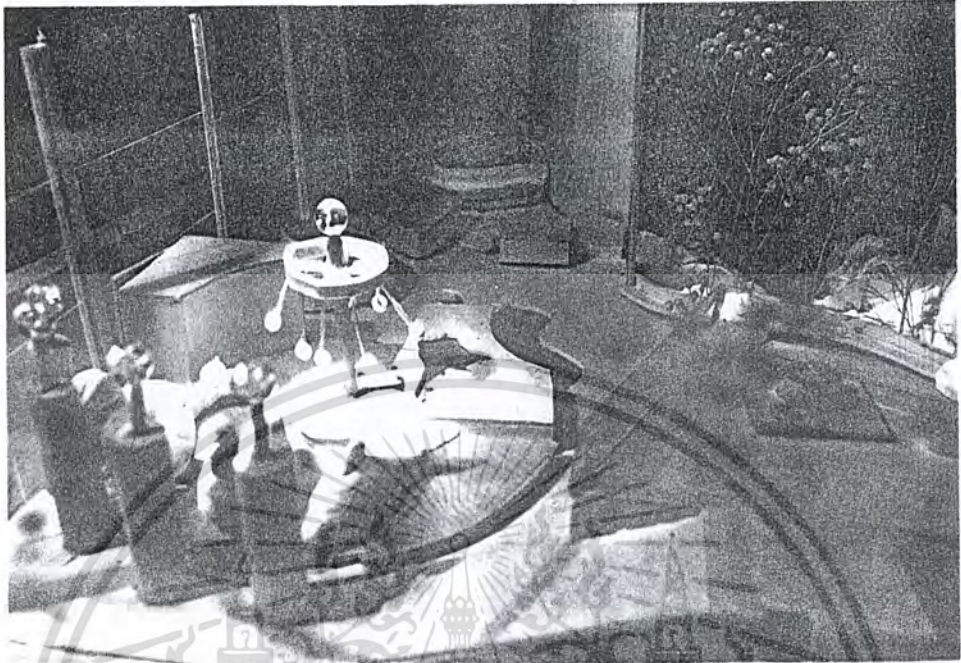
SECTION

SCALE 1:50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนสรุป

บรรยายทาสอนาคต และสัมพันธ์กับนิทรรศการภายนอกของโครงการ ย้อนกลับสู่  
การเริ่มต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
ภาคผนวก

## ความหมายของพลังงาน

พลังงาน หมายถึง แรงแงานที่ได้จากธรรมชาติ สามารถจำแนกได้ตามแหล่งที่ได้มาเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานต้นกำเนิด (PRIMARY ENERGY) ได้แก่ น้ำ แสงแดด ลม เชื้อเพลิงธรรมชาติ เช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ พลังงานความร้อนธรณี แร่ นิวเคลียร์ ไม้พิน แกลบ ชานอ้อย และพลังงานแปรรูป (SECONDARY ENERGY) ซึ่งได้มาโดยการนำพลังงานต้นกำเนิดดังกล่าวมาแปลงเป็นแปรรูปเพื่อให้ประโยชน์ในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น พลังงานไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม ถ่านโค้ก ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) เป็นต้น

แหล่งพลังงานที่นำมาใช้ประโยชน์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือแหล่งพลังงานที่หมุนเวียนมาใช้ใหม่ประจำ (RENEWABLE ENERGY RESOURCES) เช่น น้ำ แสงแดด ลม เป็นต้น และแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วหมดเปลืองไป (NON-RENEWABLE ENERGY RESOURCES) เช่น น้ำมัน ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ เป็นต้น

แล้วพลังงาน อาจแบ่งออกไปในอีกลักษณะหนึ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. พลังงานแบบ (CONVENTIONAL) เป็นพลังงานที่ใช้กันอยู่แล้วทั่วไป ในลักษณะที่มีการผลิตเป็นระบบศูนย์กลาง (CENTRALISED) ขนาดใหญ่ ใช้เทคโนโลยีที่พัฒนามาจนเกือบจะอิ่มตัวแล้ว เช่น พลังน้ำขนาดใหญ่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันปิโตรเลียม พิน ถ่าน เป็นต้น
2. พลังงานนอกแบบ (NON-CONVENTIONAL) มีลักษณะการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ ซึ่งกำลังอยู่ในสาขาวิจัยและพัฒนา ซึ่งหลายชนิดมีความเหมาะสมทางเทคนิคแล้วแต่ยังรอปรับปรุงให้มีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจ เช่น พลังน้ำขนาดเล็ก ก๊าซชีวภาพ ก้นน้ำมัน พลังงานความร้อน พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังสามารถแบ่งประเภทของพลังงานออกไปอีก เป็น COMMERCIAL ENERGY และ NON-COMMERCIAL ENERGY

COMMERCIAL ENERGY เป็นพลังงานที่มีการซื้อขายกันในวงกว้าง และดำเนินการผลิตในลักษณะของอุตสาหกรรม เช่น น้ำมันปิโตรเลียม ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ แร่ นิวเคลียร์ ไฟฟ้า เป็นต้น

NON-COMMERCIAL ENERGY เป็นพลังงานที่มีการซื้อขายในวงแคบ ดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตในลักษณะกิจกรรมในครัวเรือน ใช้กันมากในชนบท เช่น ฟืน แกลบ ชานอ้อย มูลสัตว์ตากแห้ง เป็นต้น

สหประชาชาติได้จัดกลุ่มพลังงานใหม่ให้ชื่อว่า NEW AND RENEWABLE ENERGY ซึ่งได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานจากอุณหภูมิแตกต่างของน้ำทะเล พลังงานคลื่น พลังงานน้ำขึ้นลง พลังงานจากชีวมวล พลังงานจากฟืนและถ่านพลังงานความร้อนธรณี พลังงานจากถ่านหิน พลังงานจากหินน้ำมัน พลังงานจากทรายน้ำมันและพลังงานจากแรงสัตว์



ที่มา พลังงานของประเทศไทย นายโรพัทธ์ เปรมมณี เลขาธิการ

พลังงานแห่งชาติ บรรยายแก่นายทหารนักเรียน รุ่น 24 24 ม.ค.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## มนุษย์กับการใช้พลังงาน

การใช้พลังงานของมนุษย์ในอดีตเป็นกฎเกณฑ์ไปสู่การมีอาหารยังชีพ ความสะดวกสบาย และการปรับปรุงคุณภาพชีวิต นอกเหนือไปจากการที่เพียงแต่มี "ชีวิต" เท่านั้น การใช้ประโยชน์จากพลังงานนั้นอยู่ภายใต้ข้อสองประการ คือ การมีแหล่งพลังงานและการมีเทคนิคที่จะเปลี่ยนพลังงานธรรมชาติให้กลายเป็นพลังงานที่เป็นประโยชน์โดยตรงต่อมนุษย์ สำหรับแหล่งพลังงานนั้น มนุษย์ในปัจจุบันรู้ว่าอยู่ที่ไหนและมากน้อยเพียงไร กระบวนการเปลี่ยนเชื้อเพลิงให้กลายเป็นความร้อนเป็นที่รู้จักกันมานาน เครื่องจักรกลที่ใช้เปลี่ยนพลังงานให้เป็นงานที่ใช้ประโยชน์ได้ มีปรากฏอยู่ในประวัติศาสตร์ยุคแรกค้นคว้าที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การที่มนุษย์ยุคก่อนประวัติศาสตร์นำสัตว์มาเลี้ยงให้ซึ่งแล้วใช้ขนได้นั้น เท่ากับว่ามนุษย์ใช้พลังงานจากสองแหล่งพร้อมกัน แม้ว่าจะไม่ใช่แหล่งพลังงานที่มากมายอะไรนัก แต่ก็นำไปใช้ในการทอผ้าเพาะปลูก และยังชีพได้ในยุคต่อมามนุษย์รู้จักใช้พลังงานจากแหล่งอื่นมากขึ้น เช่น จากไม้ พลังงานลมและพลังงานน้ำ เป็นต้น ในคริสต์ศตวรรษที่ 1 (พ.ศ. 643 - 742) มนุษย์เริ่มรู้จักทำกังหันน้ำ ซึ่งมีกำลังเพียงประมาณ 0.3 กิโลวัตต์ เท่านั้น ต่อมาในคริสต์ศตวรรษที่ 4 (พ.ศ. 943 - 1042) สามารถเพิ่มกำลังขึ้นได้เป็น 2 กิโลวัตต์ ในคริสต์ศตวรรษที่ 12 (พ.ศ. 1743 - 1842) ผู้คนในยุโรปตะวันตกรู้จักใช้กังหันลมเพื่อยกของหนัก สูบน้ำและขุดบ่อลึกลับพืช แรงธรรมชาติที่เปลี่ยนเป็นกำลังที่ใช้ประโยชน์ได้นี้ ต่อมาได้กลายเป็นรากฐานสำคัญของกฎวิวัฒนาการกรรม ในคริสต์ศตวรรษที่ 16 (พ.ศ. 2143 - 2242) ในยุโรปตะวันตก เพราะว่าได้มีการประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำ แล้วนำมาใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ข้อจำกัดเกี่ยวกับการที่ต้องตั้งโรงงานใกล้บริเวณแหล่งน้ำ หรือที่มีลมอย่างสม่ำเสมอ เช่น เมื่อตอนที่ยังต้องพึ่งกังหันลมหรือกังหันน้ำได้หมดไป จากสมัยปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นต้นมา อัตราการใช้พลังงานของมนุษย์ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว รวมทั้งประเภทของเชื้อเพลิงด้วยการเปลี่ยนแปลงนี้ น่าสนใจและได้มีผู้ทำการศึกษาไว้โดยใช้กรณีของสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นประเทศอุตสาหกรรมเป็นตัวอย่าง

ประมาณ 99.99% ของพลังงานประเภทต่าง ๆ ที่มนุษย์นำมาใช้งานนั้นมีต้นกำเนิดมาจากดวงอาทิตย์ และพลังงานเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการมีชีวิตของพืชและสัตว์ พืชใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์สังเคราะห์แสงเกิดกระบวนการออกซิเดชัน สารอินทรีย์จำนวนมากในรูปของพืชผัก ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีทั้งย่อยสลายประเภทใช้ออกซิเจน และไม่ย่อยสลายประเภทขาดออกซิเจน

จึงไม่มีการสูญเสียพลังงานและเมื่อสารอินทรีย์เหล่านี้ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของพืชและสัตว์ถูกทับถมไว้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ดูได้เห็นว่าเว็บไซต์นี้จะขึ้นตามการคำนวณว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ชั้นตะกอน หวาย หินปูน โคลน ที่ซ้น ๆ กันอยู่นานนับล้านปี ภายใต้สภาวะที่เกิดออกซิเดชั่น  
ไม่สมบูรณ์ จึงทำให้เกิดเชื้อเพลิงฟอสซิล ได้แก่ ถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม หินน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ  
เป็นสารเชื้อเพลิงที่ให้พลังงานสูง และนำไปใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวางมากมายในขณะนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เซลล์แสงอาทิตย์ (SOLAR CELL)

เซลล์แสงอาทิตย์เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ (SEMICONDUCTOR) สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง การนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานนั้นก็มีมานานแล้ว ส่วนใหญ่ใช้กับโครงการอวกาศ ดาวเทียมหรือยานอวกาศมากกว่า 500 ดวง ที่ส่งจากพื้นโลกไปลอยอยู่ในอวกาศ ซึ่งใช้เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าใช้ทั้งสิ้น

นอกจากประโยชน์ที่ได้รับในโครงการอวกาศ เซลล์แสงอาทิตย์ก็ได้รับการพัฒนาและคิดค้นหาทางที่จะนำเอาพลังงานส่วนนี้มาใช้ในชีวิตประจำวัน ข้อดีของการใช้เซลล์แสงอาทิตย์เพราะจะได้พลังงานทดแทนพลังงานจากน้ำมันแล้ว การใช้งานยังไม่เปลืองเสียงหรือทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมเป็นพิษด้วย

### โครงสร้างและวัสดุที่ใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์

วัสดุที่ใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์มีมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดที่นิยมใช้กันนั้นทำจากสารกึ่งตัวนำชนิดที่ใช้ซิลิกอนเป็นวัสดุ ด้วยเหตุผลคือ ซิลิกอนเป็นธาตุที่มากที่สุดในโลกชนิดหนึ่ง มีราคาถูกและเป็นสารกึ่งตัวนำที่ได้รับการพัฒนามานาน เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องจึงเป็นที่เข้าใจและใช้งานอย่างกว้างขวางอยู่แล้วในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ปัจจุบัน

นอกจากซิลิกอนแล้ว สารประกอบกึ่งตัวนำชนิดอื่น ๆ เช่น แกลเลียมอาร์เซไนต์ แคลเดเมียนเทลลูไรด์ ก็เป็นวัสดุที่สมควรนำมาใช้เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ได้เช่นกัน แต่ยังมีปริมาณไม่มากพอจะใช้งาน

โครงสร้างหลักของเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ หัวที่เอ็นของสารกึ่งตัวนำ เซลล์ที่ใช้สารซิลิกอนนั้นผลึกจากการนำแว่นผลึกซิลิกอนหนาประมาณ 200 - 300 ไมครอน มาแพร่หรือสร้างเจือปนเพื่อสร้างหัวต่อที่เอ็นไปทำผิวสัมผัสทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ผิวสัมผัสทางด้านหน้าทีละกลายเป็นรูปร่างหรือก้างปลา เพื่อให้เหลือพื้นที่รับแสงมากที่สุดในขณะที่สามารถทำหน้าที่รวบรวมกระแสไฟฟ้าจากแสง

การนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานนั้น เหมาะสมอย่างยิ่งในประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างประเทศไทยที่มีการกระจายทางเทคโนโลยียังไม่ทั่วถึง ลักษณะการใช้งานที่อาจเป็นไปได้คือใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสำหรับระบบสื่อสาร คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ศึกษา วิทยุสัญญาณสนามบิน

ที่มา: พลังงาน โดย จรรยา บุญยวบและคณะ บทที่ 8  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมืออุตสาหกรรมวิทยามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ราคาของเซลล์แสงอาทิตย์กำหนดได้จากองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ราคาของวัตถุดิบที่นำมาผลิตแผ่นเซลล์ ๑ และค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตเซลล์ ซึ่งมีอัตราส่วนแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของวัตถุดิบ และวิธีการที่แตกต่างกันของกระบวนการผลิต สำหรับชนิดที่ทำจากซิลิกอนนั้นมีราคาประมาณ 100 บาทต่อวัตต์ (ในปี 2528) และมีแนวโน้มจะลดลงไปอีกหากมีการพัฒนากระบวนการผลิต ตลอดจนการขยายตัวของตลาดเซลล์แสงอาทิตย์ในอนาคต

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิกอนเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทเดียวที่มีขายอยู่ในท้องตลาดปัจจุบัน ผลิตในรูปแบบของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ให้แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด 0.6 โวลต์ กระแสไฟฟ้าลัดวงจร 2 แอมแปร์ หรือกำลังไฟฟ้าประมาณ 1 วัตต์ ในสภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป จะมีลักษณะเป็นแผงที่ประกอบด้วยเซลล์ ขนาดดังกล่าวประมาณ 20 - 30 เซลล์ต่ออนุกรม สามารถใช้งานได้ที่แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ แผงเซลล์ดังกล่าวจะมีราคาขายไม่รวมค่าภาษีประมาณ 8,000 - 10,000 บาท แล้วแต่ปริมาณการซื้อขาย

อายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์และระบบโฟโตโวลตาอิก (PHOTOVOLTAIC) เป็นกรณีนี้ชี้ให้เห็นถึง ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของการใช้งาน เพราะการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยวิธีนี้ไม่ต้องสิ้นเปลืองค่าเชื้อเพลิง นอกจากแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้เปล่า และไม่มีวันหมด ราคาทั้งหมดจึงขึ้นอยู่กับราคาอุปกรณ์และอายุการใช้งานของอุปกรณ์

สาเหตุที่ทำให้เซลล์เสียหายกันได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดจากสภาพแวดล้อม เช่น ความชื้น ไอเคมีที่อยู่ในบรรยากาศซึ่งอาจทำให้ขั้วโลหะของเซลล์เกิดการฟุกร่อน ร่อนหัก หรือหลุดในที่สุด สาเหตุอีกประการได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางกลศาสตร์ เช่น การสั่นสะเทือน แรงกดที่เกิดจากแรงลม ซึ่งอาจทำให้เซลล์แตกหัก อายุการใช้งานตามอุตสาหกรรมจึงยาวนานมากจนวัดหาค่าได้ยาก ถ้าได้มีการออกแบบอย่างถูกต้อง และออกแบบวิธีการหาลำดับเซลล์อย่างสมบูรณ์แบบการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่ห่างปราศจากไอเคมี ไม่มีการสั่นสะเทือน หรือแรงกดจากลม ฯลฯ คาดว่าอายุการใช้งานยืนยาวมากกว่า 20 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อมูลเทคนิคระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (SOLAR WATER HEATER)

เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งของประเทศไทยตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งขนาด  $5^{\circ}$  เหนือ ถึง  $22^{\circ}$  เหนือ และอยู่ระหว่างเส้นแวง  $96$  ตะวันออกถึง  $106$  ตะวันออก ซึ่งได้รับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยเฉลี่ย  $4,000 - 4,500 \text{ Kcal/M}^2/\text{day}$

จึงทำให้สามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง โดยเครื่องทำความร้อนชนิดที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถติดตั้งและใช้งานได้ สำหรับประเทศไทยซึ่งมีปริมาณแสงอาทิตย์เพียงพอเป็นการประหยัดอย่างยิ่งในการใช้สอยทรัพยากรพลังงาน รวมทั้งประหยัดในแง่เศรษฐกิจอีกด้วย

ระบบเครื่องทำน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์นี้ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ

1. หม้อเก็บน้ำร้อน (Solar Storage Tank)
2. แผงรับแสงอาทิตย์ (Solar Collector)

1. หม้อเก็บน้ำร้อน แบ่งออกเป็น 2 ระบบด้วยกันคือ

- 1.1 ระบบถึงเปิดไม่มีแรงดัน (Non Pressurized Tank)

ระบบนี้เหมาะสำหรับการหมุนเวียนของน้ำแบบธรรมชาติ (Thermosiphon) แต่การติดตั้งหม้อเก็บน้ำร้อนจะต้องตั้งอยู่เหนือแผงรับแสงอาทิตย์ และต้องตั้งอยู่ในส่วนสูงสุดของตัวอาคาร การใช้น้ำร้อนจะต้องใช้วิธีปล่อยลงอย่างเดียว หากต้องการติดตั้งหม้อน้ำร้อนไว้ต่ำกว่าแผงรับแสง ก็จะต้องใช้ปั๊มช่วยสูบหรืออัดน้ำไปใช้ในส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่อยู่เหนือหม้อเก็บน้ำร้อน การควบคุมระดับน้ำในถังเก็บน้ำร้อนใช้ลูกลอย (Float Valve) เป็นตัวควบคุม

- 1.2 ระบบถึงปิดมีความดันในตัว (Pressurized Tank)

ระบบนี้มีน้ำอยู่เต็มถัง และมีแรงดันในตัวเองอยู่ตลอดเวลา ทำให้สามารถวางถังเก็บน้ำร้อนไว้ได้ในทุกส่วนของอาคาร การใช้น้ำร้อนในชั้นต่าง ๆ ของอาคารไม่ว่าจะสูงกว่าหรือต่ำกว่าระดับที่วางถังเก็บน้ำร้อนจึงทำได้ง่าย เพราะแรงดันของน้ำที่เข้าไปในถังน้ำร้อนมีความดันเท่ากับแรงดันของน้ำเย็นที่ใช้ภายในตัวอาคาร

ตารางเปรียบเทียบข้อดี - ข้อเสียของหม้อเก็บน้ำร้อนทั้ง 2 แบบ

ระบบถึงไม่มีแรงดัน (Non Pressurized Tank)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ต้นทุนการผลิตต่ำ	1. มีจุดอ่อนที่ลูกลอย เพราะอาจติดขัดหรือจม ทำให้น้ำล้น ไม่เข้าถึง
2. ผลิตจำนวนมาก ๆ ได้สะดวก รวดเร็ว	2. ตัวถังเก็บจุ ต้องอยู่ส่วนบนของอาคาร
	3. มีสนิม หินปูนเกิดเร็วกว่ากระบบแรงดัน เพราะมีอากาศเข้ามาปะปนในหม้อเก็บน้ำร้อน
	4. ทนแรงอัดสูงไม่ได้

ระบบถังมีแรงดัน (Pressurized Tank)

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ไม่มีข้อขัดข้องเรื่องลูกลอย ปัญหา น้ำล้นหรือไม่เข้าถึงไม่มี	1. ต้นทุนในการผลิตสูง
2. ติดตั้งหม้อเก็บน้ำไว้สูงหรือต่ำกว่า แผงรับแสงได้	2. ต้องใช้เทคโนโลยีในการผลิตสูงทำได้ยาก
3. ใช้ได้กับระบบน้ำหมุนเวียนธรรมชาติ และชนิดที่มีปั๊มอย่างสะดวก	
4. ไม่มีน้ำหนักมาก ๆ ไปอยู่บนหลังคา อาคาร (น้ำ 1 ลิตร ต่อ 1 ก.ก.)	
5. ทนแรงอัดสูง ๆ ได้ (150 psiX)	

2. แผงรับแสงอาทิตย์ ( Flat Plate Solar Collector)

คืออุปกรณ์ส่วนที่รับรังสีจากดวงอาทิตย์แล้วเปลี่ยนเป็นความร้อนเพื่อนำไปใช้งาน ตัวรับแสงที่ได้รับการพัฒนาและผลิตออกมาใช้มากที่สุด คือ "แผงรับรังสีแผ่นราบ" ( Flat Plate Collector) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในระบบต่าง ๆ ได้หลายชนิด เช่น เครื่องทำน้ำร้อน เครื่องอบแห้ง เครื่องทำความเย็น เครื่องกลั่นน้ำ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ลักษณะสำคัญของแผงรับรังสีแผ่นราบ

มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

1. ท่อภายในแผง สำหรับให้ของเหลวไหลผ่าน มักใช้ท่อทองแดง
2. แผ่นดูดรังสี (Absorber Plste) ปกติเคลือบด้วยสีดำด้านหน้าที่คือเปลี่ยนรังสีของดวงอาทิตย์เป็นความร้อน แล้วถ่ายเทความร้อนให้กับของเหลวทำงานในท่อ
3. แผ่นปิดหน้าโปร่งแสง (Transparent Cover) ทำด้วยกระจกหรือพลาสติก ซึ่งให้รังสีดวงอาทิตย์ผ่านเข้าสู่แผ่นดูดรังสีได้ และแผ่นปิดยังป้องกันการสูญเสียความร้อนโดยการพาจากแผ่นดูดแสงอีกด้วย แผ่นปิดนี้อาจมีแผ่นเดียวหรือหลายแผ่นก็ได้ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ต้องการในการออกแบบ
4. ฉนวน บุด้านล่างและด้านข้างของแผงรับแสงป้องกันการสูญเสียความร้อน

## ข้อพิจารณาในการเลือกใช้ระบบทำน้ำร้อนด้วยแสง

ข้อพิจารณาในการเลือกใช้ระบบทำน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์ เพื่อให้ได้ผลตามความคาดหมาย ควรมีข้อพิจารณาใหญ่ ๆ ดังนี้

1. อุณหภูมิของน้ำร้อนที่ต้องการ (ปกติ  $45^{\circ} - 60^{\circ}$ )
2. ปริมาณของน้ำร้อนที่ต้องการใช้
3. ประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์ ( ดู Effocemcy Curve)
4. จำนวนของแผงรับแสงที่ต้องการใช้ในการติดตั้งและวัสดุที่ใช้ทำแผง ( ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้และเนื้อที่รับแสงแดด)
5. วัสดุที่ใช้ทำถังเก็บน้ำร้อน ( ถังเคลือบแก้ว ถังเหล็ก ถังปูน)
8. ระบบที่เข้ากับเครื่องทำน้ำร้อน ( Themosophcn ) หรือ ( Forced Circulation

7. อื่น ๆ

จะเห็นได้ว่าระบบทำน้ำร้อนด้วยแสงนั้น แม้ว่าจะมีขนาดใหญ่เท่านั้น แต่มีข้อพิจารณาเข้ามาเกี่ยวข้องถึง 6 ข้อเป็นอย่างน้อย การพิจารณาเพื่อเลือกใช้ไม่ควรคำนึงถึงเรื่องราคาเพียงอย่างเดียว เพราะอาจเป็นเหตุให้ระบบพลังแสงนั้น ๆ ไม่ประสบผลเท่าที่ควร อาจชำรุดหรือไม่ทำงานก่อนกำหนด " ความคุ้มค่าในการลงทุน" ( Cost Effectiveness ) คือ สิ่งที่สำคัญที่สุดในระบบทำน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์

ท่านอาจจะตัดสินใจซื้อแผงรับแสงอาทิตย์ที่มีคุณภาพหรือระบบที่ดีที่สุดสำหรับท่านผลก็คือท่านได้รับพลังงาน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากดวงอาทิตย์มากกว่า คຸ້ມทุนเร็วขึ้นจากเงินที่ท่านลงทุนไป

ในทางตรงกันข้ามการลงทุนด้วยแผงรับแสงอาทิตย์ที่ด้อยคุณภาพ และด้วยระบบที่ไม่ดีแน่นอน ท่านจะได้รับน้ำร้อนใช้ในระยะเวลาแรก ๆ แต่แผงจะเก็บพลังงานให้ท่านน้อยกว่า ต้องพึ่งพลังงานช่วย (Back Up System ) อยู่ตลอดเวลา

การลงทุนในระบบทำน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์เป็นการลงทุนระยะยาว จำเป็นอยู่เองที่ท่านเป็นเจ้าของ สถาปนิก วิศวกรหรือเจ้าของโครงการ จะต้องถือเอาความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นหลักใหญ่ในการพิจารณา แผงรับแสงอาทิตย์และระบบที่มีคุณภาพสูง มีความทนทาน มีราคาค่อนข้างสูง ยิ่งดีกว่าแผงรับแสงอาทิตย์และระบบที่ด้อยคุณภาพที่ไม่สามารถเก็บพลังงานให้ได้เพียงพอ เพื่อจ่ายคืนให้กับเงินทุกบาทที่ท่านได้จ่ายไป และจะเสื่อมสภาพหรือหมดอายุก่อนที่ท่านจะคຸ້ມทุนเสียอีก

ระบบการหมุนเวียนของน้ำ มีอยู่ 2 ระบบ ด้วยกันคือ

1. ระบบน้ำหมุนเวียนโดยธรรมชาติ (Thermo-siphon)
2. ระบบใช้ปั๊ม (Forced Circulation)

### 1. ระบบน้ำหมุนเวียนโดยธรรมชาติ (Thermo-siphon)

เป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับใช้กับหม้อเก็บน้ำร้อนขนาดเล็ก ตั้งแต่ขนาด 200 ลิตรลงมา ซึ่งระบบนี้ปกติการติดตั้งจะต้องให้หม้อเก็บน้ำร้อน (Storage Tank ) อยู่เหนือแผงรับแสง (Solar Collector ) เพราะใช้หลักธรรมชาติเข้าช่วยในการหมุนเวียนของน้ำ คือ เมื่อน้ำได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ ความหนาแน่นจะน้อยลงทำให้เบาตัว หมุนเวียนขึ้นไปเก็บอยู่ในหม้อน้ำร้อน น้ำที่เย็นกว่าในส่วนล่างของถังก็จะไหลเข้ามาแทนที่ในส่วนล่างของแผง ซึ่งจะเกิดขึ้นตลอดเวลาที่มีแสงอาทิตย์

นอกจากระบบนี้แล้วบริษัทยังมีระบบที่พัฒนาขึ้นมาอีก คือ ระบบที่ถังเก็บน้ำร้อนอยู่ใต้แผงรับแสง โดยการดัดแปลงการเดินท่อภายในหม้อน้ำร้อนใหม่ ทำให้สามารถติดตั้งได้โดยไม่มีข้อจำกัด

### 2. ระบบใช้ปั๊ม (Forced Circulation)

เป็นระบบที่ใช้สำหรับการใช้น้ำร้อนเป็นจำนวนมากและต่อเนื่องกัน เช่น บ้านพักอาศัยขนาดใหญ่ที่ไม่ต้องการติดตั้งถังเก็บน้ำไว้บนหลังคา ร้านตัดผม สระผม ร้านอาหาร ภัตตาคาร หรืออู่ล้างรถ ระบบนี้ใช้ปั๊มน้ำอัตโนมัติตัวเล็กชนิดพิเศษ เป็นตัวช่วยให้น้ำหมุนเวียนเข้ามาเก็บในถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมี Differential Thermostat เป็นตัวควบคุมการเดินและการหมุนของปั๊มน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และจะเดินเฉพาะในเวลาที่มืด และหยุดเมื่อน้ำในถังเก็บน้ำร้อนเต็มถึงแล้ว

ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบน้ำหมุนเวียนโดยธรรมชาติกับระบบใช้ปั๊ม

ระบบธรรมชาติ (Thermosiphon)

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ไม่ต้องใช้ปั๊ม ต้องการแต่แดดช่วยในการหมุนเวียนถ้าแดดจัดน้ำจะหมุนเวียนเร็วขึ้นกว่าเวลาแดดอ่อน	1. ตัวถังต้องติดตั้งเหนือแผงรับแสง (อย่างน้อย 10 - 15 ซม.) 2. ต้องคำนึงถึงน้ำหนักที่ไปลงบนหลังคา 3. เหมาะสำหรับอาคารฟ้าเรียบ ๆ

ระบบใช้ปั๊ม ( Forced Circulation)

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ถังไม่จำเป็นต้องอยู่เหนือแผง ถังเก็บน้ำร้อนจะติดตั้งจุดไหนก็ได้ 2. ดัดแปลงใช้กับห้องน้ำที่สร้างเสร็จแล้ว และกำลังสร้างได้ง่ายสะดวกมากกว่า	1. จะต้องใช้ปั๊มตัวเล็กช่วยในการหมุนเวียน และต้องมีเครื่องควบคุมปั๊มน้ำแบบอัตโนมัติ

## การเก็บสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ (COLLECTING THE SUN'S ENERGY)

ที่เก็บสะสมพลังงานแสงอาทิตย์แยกการทำงานออกเป็น ส่วน การดูดซึมพลังงานแสงอาทิตย์ และส่วนหมุนเวียนของไหล (อากาศหรือน้ำ)

แผ่นที่เก็บสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วยแผ่นเหล็กสีดำหุ้มกระจกหรือพลาสติก และข้างหลังมีวัสดุกันความร้อน แผ่นเหล็กเป็นที่รู้ว่าเป็นตัวดูดซึม และมีถึงที่บรรจุของเหลวให้ไหลเวียนได้ อากาศเป็นตัวแบ่งแยกช่องว่างระหว่างสิ่งปกคลุมจากตัวดูดซึมพลังงาน

ของเหลวจะหมุนเวียนผ่านภายในหลอดในตัวดูดซึมพลังงานหรืออากาศที่ลอยตัวอยู่ข้างหลังมัน ถ้าของเหลวมีอุณหภูมิต่ำกว่าตัวดูดซึม ความร้อนจะเปลี่ยนเป็นของไหล ฉนวนจะลดความร้อนที่หายไปจากตัวเก็บความร้อนด้านหลัง

ถ้าพลังงานของดวงอาทิตย์มีมากตามศักยภาพก็สามารถให้พลังงานความร้อนได้มากเท่าที่จะสามารถดูดซึมและเก็บไว้ได้ ถ้าจะอธิบายถึงการทำงานอย่างง่าย ๆ ของแผ่นเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ จำเป็นต้องยกตัวอย่างวิธีที่พลังงานเดินทางเข้าและออกจากแหล่งเก็บพลังงาน กระจกหรือพลาสติกที่ปกคลุมตัวเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถสะท้อน ดูดซึม หักเห แผ่รังสีหรือกระจายรังสีที่เข้ามากระทบได้ ถ้ามีการเคลื่อนวัสดุให้มีความใสสะอาดจะทำให้มีรังสีส่วนน้อยถูกสะท้อนกลับหรือถูกดูดซึมได้หมด ในขณะที่ถูกส่งผ่านไปยังผิวหน้าตัวดูดซึมพลังงาน ถ้าบุบสะท้อนเพิ่มขึ้นจะทำให้มีเปอร์เซ็นต์ของรังสีที่ถูกสะท้อนจากผิวหน้าของผิวเคลือบเพิ่มมากขึ้น การประดิษฐ์ในขอบเขตขนาดกลางที่แตกต่างสามารถมองเห็นได้จากความหนาแน่นของการสะท้อนของรังสี ซึ่งมีความแตกต่างกันระหว่างกระจกกับอากาศประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่สะท้อนออกมา

การตกกระทบของแสงทั้งหมดที่ยังคงอยู่ที่ผิวหน้าตัวดูดซึม ขณะที่บางส่วนสะท้อนกลับกระจกจะปิดกั้นแสงที่มีความยาวคลื่นมากของความร้อนได้ดีกว่าพลาสติก และพลาสติกจะสามารถเก็บพลังงานได้น้อยกว่ากระจก สิ่งที่ต้องคำนึงถึงสำหรับตัวดูดซึมพลังงานคือ จะต้องเก็บสะสมพลังงานได้มากเท่าที่จะเป็นไปได้ และจะต้องไม่เกิดการสะท้อน ส่วนมากจะมีสีดำ การเลือกผิวหน้าจะมีการพัฒนาให้มีการดูดซึมมากขึ้นในการรับแสงอาทิตย์และความร้อนเท่าที่จะเป็นไปได้ประมาณ 90% และสะท้อนออกมาน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ อย่างไรก็ตามถ้าไม่มีทางเลือกสิ่งปกคลุมย่อมทำให้ความร้อนมากมายหายไปโดยการสะท้อนกลับตัวเก็บพลังงานจะอุ่นขึ้น และจะเปลี่ยนเป็นความร้อนโดยแสงที่ลอดผ่าน และความร้อนที่แผ่ออกมามันควรจะเปลี่ยนเป็นความร้อนที่มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จากที่เก็บเอาไว้

ในของไหลและฉายออกมาหรือสะท้อนออกมาน้อยที่สุดสู่ภายนอกผิวตัวเก็บสะสมของไหล  
ไม่ว่า (น้ำหรืออากาศ) ที่อยู่ข้างหลังตัวดูดซึม ดูดความร้อนและผ่านมันเข้าไปในระบบทำความร้อนบางส่วน

ของความร้อนจะถูกนำออกมาจากตัวดูดซึม โดยการแผ่ความร้อนและความอบอุ่นในตัวผิวหน้าของกระจกที่ปิด มันก็จะถูกปล่อยผ่านกระจกออกไปนอกผิวหน้า และหายไปในบรรยากาศโดยการส่องแสงและการแผ่ความร้อน

สิ่งที่ควรพิจารณาทำการออกแบบที่เก็บสะสมพลังงานคือ ผิวมันของแผ่นที่ใช้บางส่วนมีด้านเดียว แต่ทั้งหมดรวมกันจะเป็นแผ่นเดียวทุกส่วนจะมีกระจก 2 แผ่น บางส่วนจะเป็นชนวนกระจกสีขาวของน้ำในกระจกกับเหล็กที่บรรจุน้ำที่ย้อมให้รังสีผ่านทะลุไปได้ จำนวนของแผ่นกระจกหรือพลาสติกที่ใช้กระทบรังสีที่มาถึงผิวหน้าตัวดูดซึม และความร้อนบางส่วนก็หายออกไปภายนอก ถ้าแผ่นกระจกที่ใช้บางมากจำนวนแผ่นกระจกต้องเพิ่มขึ้น การทำงานทั้งหมดในระบบควรคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างอากาศภายนอกและความสามารถของฉนวน ปัญหาที่ควรแก้ไขเมื่อใช้พลาสติกสำหรับใช้ปิดตัวเก็บพลังงานคือ พลาสติกเมื่อกระทบกับแสง ULTRAVIOLET จะถูกทำให้ร้อน มันจะถูกทำลายและเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ซึ่งเป็นผลให้พลาสติกไม่สามารถทนความร้อนสูง ๆ ได้ที่เก็บสะสมพลังงานสามารถทำงานได้เมื่อผ่านของไหลที่เย็น พลาสติกเหล่านี้จึงจะใช้ได้ นี่คือข้อแตกต่างของกระจก ในเรื่องของอุณหภูมิจากกระจก ด้วยเหตุนี้จึงเป็นข้อพิจารณาในการเลือกวัสดุในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อมูลเทคนิคพลังงานลม (WIND ENERGY)

การพัฒนาและการนำพลังงานจากลมมาใช้ประโยชน์ในประเทศไทยนั้น โดยทั่วไปแล้วค่อนข้างต่ำและไม่สม่ำเสมอ โดยมีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 7 - 14 กิโลเมตร/ชั่วโมง สามารถนำมาพัฒนาได้สำหรับหมุนกังหันลมสูบน้ำเพื่อการเกษตร อุปโภคบริโภคและผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กได้ในบางพื้นที่ ส่วนการผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ นั้นอาจทำได้ในบริเวณที่มีความเร็วลมสูงมาก เช่น ชายทะเล และบนเกาะ

สำหรับข้อมูลเทคนิค การนำพลังงานลมมาใช้ประโยชน์นั้น โดยทั่วไปจำเป็นต้องทราบถึงวิธีการทำงานชนิด และการเก็บสะสมพลังงานลมเสียก่อน ซึ่งจะทำให้เข้าใจถึงลักษณะของลมและวิธีการนำมาใช้ประโยชน์ สรุปพอเป็นสังเขปได้ดังนี้

### ลักษณะลมและการเกิดลม

ลมและการเคลื่อนที่ของอากาศเป็นผลของความร้อนที่ต่างกันในระดับบรรยากาศและพื้นผิวโลก ในขณะที่แสงอาทิตย์ส่องมายังพื้นผิวโลกที่บริเวณเส้นศูนย์สูตร (EQUATOR) จะร้อนกว่าบริเวณขั้วโลก เป็นสาเหตุให้อากาศบริเวณเส้นศูนย์สูตรลอยตัวสูงขึ้นแล้วอากาศเย็นเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ เกิดเป็นรูปแบบของกระแสลมหมุนเวียนของโลกอันเป็นผลเนื่องมาจากดวงอาทิตย์

พลังลมสามารถนำมาใช้หมุนกังหันหรือเครื่องเทอร์ไบน์ โดยใช้ฟ้าใบจึงบนกรอบกังหันไม้รับลม กังหันหมุนทำให้เครื่องจักรทำงานได้ โดยทั่วไปกังหันลมเป็นการผลิตพลังงานกลโดยตรง ในขณะที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องเทอร์ไบน์พลังลมจะผลิตพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในปัจจุบันเครื่องจักรพลังลมได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าและการสูบน้ำ

### การนำพลังงานลมมาใช้ประโยชน์

ตามหลักการ พลังงานจลน์สูงสุดได้จากเครื่องจักรแรงลมนั้นมีเพียง 59.26% ของกระแสลม การสูญเสียบางส่วนในขบวนการส่งผ่านกระแสไฟฟ้าทำให้พลังงานจลน์ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เพียง 40% เท่านั้น

จากหนังสือพลังงาน บทที่ 2 จรวย บุญยุบล และคณะ ศูนย์วิจัยและอบรมพลังงาน

ปริมาณของพลังงานจากกระแสลมที่ได้นั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ตั้ง มุมยกเงยของกังหัน มุมหันของกังหันรับลม ในบริเวณที่โล่งจะมีกระแสลมพัดอิสระ ( LAMINAR FLOW ) การเคลื่อนตัวของอากาศเป็นชั้น ๆ ขนานไปเหนือพื้นผิวภูมิประเทศหรือพื้นน้ำ แต่ในที่ ๆ ลักษณะภูมิประเทศถูกบดบัง ขบวนการเคลื่อนที่ของกระแสลมจะเป็นสาเหตุให้เกิดกระแสลมแปรปรวน ( TERBULENT ) เช่น ต้นไม้ บ้าน หรือภูเขา อาจเป็นสาเหตุให้ทิศทางของกระแสลมมีลักษณะซึ่งก่อให้เกิดความไม่แน่นอนต่อกังหันลมที่อยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมได้

ดังนั้น โดยทั่วไปแล้วการติดตั้งกังหันลมควรอยู่ในที่สูงจากพื้นดิน เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบของกระแสลมระดับผิวโลก ระยะที่ต่ำที่สุดคือ 10 เมตร ( 33 ฟุต ) จากพื้นดินถึงใต้ท้องใบพัด ที่ระดับนี้กระแสลมจะพัดขนานเหนือความสูงระดับนี้ไป ความเร็วจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ ระดับความสูงควรเป็น 65 เมตร ( 213 ฟุต ) เป็นอย่างต่ำ การเลือกตำแหน่งที่ตั้งของกังหันลมจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องศึกษาก่อนติดตั้งกันอย่างรอบคอบ ถ้าติดตั้งในตำแหน่งที่เหมาะสมจะได้ประโยชน์จากกำลังงานเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นได้ กระแสลมจะเร่งเร็วขึ้นเมื่อผ่านเหนือเนินเขาหรือช่องเขาแคบ ๆ

กังหันลมทำหน้าที่แปลงแรงกระทำของลมในแนวอนันไปเป็นแรงหมุนหรือแรงสั่นของเครื่องจักรกล ข้อจำกัดของประสิทธิภาพของเครื่องจักรกล คือปริมาณพลังงานที่ได้จากกระแสลม หลักการสำคัญข้อหนึ่งในการออกแบบกังหันลมคือ อัตราส่วนความเร็วปลายใบพัด ( TIP SPEED RATIO ) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วปลายใบพัดกับความเร็วของลมที่กระทำตั้งฉากกับใบพัด อัตราส่วนความเร็วปลายใบพัดที่สูง ประสิทธิภาพของเครื่องจักรก็ยิ่งสูงขึ้นด้วย กังหันลมแบบเก่าจะมีอัตราส่วนความเร็วปลายใบพัดประมาณ 1 - 2 และได้มีการพัฒนาให้มีแรงบิดมากขึ้นเพียงพอต่อการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในปัจจุบันเครื่องจักรกังหันลมเทอร์ไบน์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ถูกพัฒนาขึ้นมาให้มีอัตราส่วนความเร็วปลายใบพัดอยู่ระหว่าง 6 : 1 และ 8 : 1 ทำให้สะดวกต่อการผลิตกระแสไฟฟ้ามากกว่าเครื่องแบบเดิม

กังหันสามารถผลิตกำลังงานระหว่างความเร็วรอบหมุนต่ำสุดจนถึงสูงสุดนำมาใช้ประโยชน์ เครื่องจักรส่วนใหญ่ต้องการความเร็วอย่างน้อย 12 - 16 กม./ชม. ( 7.5 - 10 ไมล์/ชม ) ที่จะผลิตไฟฟ้า กังหันลมแบบเก่าสามารถใช้ความเร็วลมที่ช้าเพียง 3 - 4 กม./ชม. ( 1.87 - 2.5 ไมล์/ชม ) เพื่อใช้สูบน้ำ ความเร็วที่ให้ประโยชน์ได้สูงสุดสำหรับกังหันลมมีความเร็วเฉลี่ยประมาณ 65 กม./ชม. ( 41 ไมล์/ชม. ) แม้ว่าความเร็วลมจะสูงกว่านี้ก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็ไม่สามารถผลิตกำลังงานได้เพิ่มขึ้นมากไปกว่านี้ กังหันลมบางอันเมื่อมีความเร็วลมสูงมากจะปล่อยให้แกนหมุนใบพัดปล่อยเป็นอิสระ ในขณะที่กังหันลมบางอันจะมีใบพัดชนิดพิเศษ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อรักษาระดับความเร็วรอบหมุนให้คงที่แม้ว่าจะมีกระแสลมแปรปรวนก็ตาม

ในปัจจุบันมีการค้นคว้าศึกษาอย่างมากมายในเรื่องไฟต์ของกังหัน มีการออกแบบให้มีรูปแบบต่าง ๆ มากมาย (ดูรูปประกอบ) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งานกับระบบกังหันลมนั้น ๆ ระบบกลไกของกังหันลมแต่ละชนิดสามารถแบ่งได้เป็นระบบแกนหมุนในระนาบนอนหรือไม่ก็ในระนาบตั้ง

กังหันลมแกนนอนมีต้นแบบมาจากกังหันลมแบบเก่า โดยหลักการใบพัดจะตั้งฉากกับทิศทางของกระแสลมเสมอ กังหันแบบนี้สามารถหันไปตามทิศทางของลมที่เปลี่ยนไปด้วย แต่การเพิ่มกลไกเพื่อให้กังหันลมหันตามทิศทางลมได้นั้นจะมีผลให้ต้องสูญเสียกำลังงานไปส่วนหนึ่งด้วย แต่ก็ยังนิยมใช้กันเพราะอาศัยความเร็วลมต่ำแต่สามารถนำมาใช้งานได้ดี รูปแบบของกังหันลมแกนนอนนี้มีต่างกันมากมาย เช่น กังหันลมหลายใบพัดซึ่งจะแปลงกำลังลมไปเป็นแรงหมุน หมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยติดตั้งเครื่องกำเนิดที่แกนหมุนของกังหัน หรือไม่ก็ที่บริเวณขอบบริมของวงล้อ ปกติความเร็วที่แกนหมุนใบพัดตรงกลางจะช้าเกินกว่าที่จะหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ นอกจากนี้มีการใช้เฟืองทดแรงให้เพิ่มขึ้นในทางตรงข้ามเครื่องกำเนิดที่ติดตั้งบริเวณขอบวงล้อสามารถใช้ประโยชน์จากความเร็วที่ปลายใบพัดได้ กังหันลมแกนตั้งจะมีใบพัดหมุนในแนวนอน จึงไม่มีปัญหาในการหันหน้าใบพัดเข้าหาทิศทางลม สามารถใช้ในพื้นที่ทิศทางลมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ มีความมั่นคงสูง การสูญเสียพลังงานในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงของทิศทางลมก็น้อยกว่า ดังนั้นกระแสลมที่พัดมาเป็นพัก ๆ ก็ยังสามารถให้กำลังงานเป็นระลอก ๆ ได้ กังหันลมชนิดนี้สามารถให้กำลังบิดที่สูงแต่ความเร็วต่ำ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำ แต่กำลังหมุนนั้นช้าเกินกว่าที่จะใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ กังหันลมทั้งระบบแกนตั้งและแกนนอนได้มีการใช้เฟืองเกียร์ทดแรงเข้าช่วยแปลงกำลังบิดสูง ความเร็วต่ำ ให้เป็นกำลังบิดต่ำ แต่มีความเร็วสูงขึ้นให้เพียงพอต่อการหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แต่ความก้าวหน้าในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สามารถทำงานได้ในความเร็วรอบต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ส่วนประกอบของกังหันลม

กังหันลมที่ใช้กันอยู่ทั่วไปนั้นประกอบด้วย วงล้อ (WHEEL) หรือที่เรียกว่าโรเตอร์ (ROTOR) ที่ทำด้วยแผ่นวัสดุ (BLEDES) แยกต่างหากประกอบกันในแนวตั้ง และคอนท่ายจะมีส่วนประกอบของหาง (TAIL FIN) หรือใบพัดรอง (SECONDARY ROTOR)

## แบบต่าง ๆ ของกังหันลม

โดยทั่วไปที่มีให้พบเห็นและได้สร้างนั้นมีรูปแบบปลีกย่อยมากมายหลายแบบ ซึ่งมักแตกต่างกันในรายละเอียดและการดัดแปลงผสมผสานเพื่อความเหมาะสมในการใช้งาน พอจะจำแนกออกได้เป็น 4 ชนิด คือ

1. กังหันลมแกนนอนขนานกับทิศทางลม (HORIZONTAL AXIS ROTOR) แกนหมุนของกังหันอยู่ในแนวระดับและมีแนวขนานกับทิศทางลม
2. กังหันลมแกนนอนขวางทิศทางลม (CROSS-WIND HORIZONTAL AXIS ROTOR) แกนหมุนของกังหันอยู่ในแนวระดับ แต่มีแนวแกนตั้งฉากกับทิศทางลม
3. กังหันลมแกนตั้ง (VERTICAL AXIS ROTOR) แกนหมุนของกังหันอยู่ในแนวตั้ง ตั้งฉากกับพื้นและทิศทางลม
4. กังหันลมแบบมีอุปกรณ์ช่วย (ROTOR WITH SPECIAL ATTACHMENTS) เป็นกังหันแบบธรรมดาทั่ว ๆ ไป แต่มีอุปกรณ์เพิ่มเติมช่วยรับข้อบกพร่อง

### 1. กังหันลมแกนนอนขนานกับทิศทางลม (HORIZONTAL AXIS ROTOR)

เป็นกังหันที่พบเห็นกันมากที่สุด การหมุนของกังหันมี 2 ลักษณะ คือ การหมุนโดยอาศัยแรงยก (LIFT) เป็นหลักและการหมุนโดยอาศัยแรงต้าน (DRAG) เป็นหลัก (ดูรูปประกอบ) เช่นแบบฮัฟวินด์

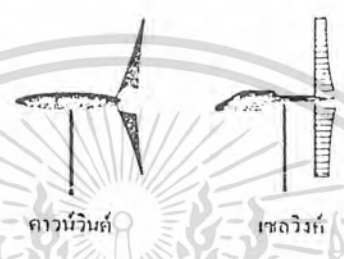


ฮัฟวินด์

ข้อดีของมันคือ ลมจะพัดผ่านตัวใบพัดก่อนแล้วจึงเลยผ่านไปถูกหอและหางของมัน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า กระแสลมที่กระทำกับใบพัดจึงค่อนข้างสม่ำเสมอ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย คือถ้าลมแรงมาก ๆ และใบกังหันอ่อนตัวได้หรือมีช่องว่างระหว่างใบพัดกับหอ  
น้อยเกินไป ปลายใบพัดอาจกระทบกับหอเกิดการเสียหายได้ จึงต้องเผื่อระยะห่างพอสมควร

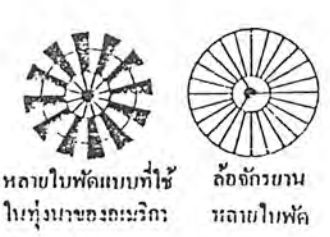
แบบตามลม ( DOWN-WIND ROTORS ) ตัวใบพัดจะหมุนอยู่ทางด้านหลังหอหรือ  
ด้านหลัง โดยมากจะไม่หางช่วยในการค้นหาทิศทางลม เนื่องจากแรงดันที่เกิดจากตัวใบพัดจะคอย  
ผลักดันให้กังหันอยู่ในแนวทิศทางลมเสมอ



ข้อดีของมันคือ ใบพัดจะมีโอกาสน้อยมากที่จะปะทะกับหอ แต่เนื่องจากใบพัดหมุนอยู่  
ด้านหลัง ลมจึงพัดผ่านหอก่อนทำให้กระแสลมพัดเข้าหาใบพัดไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะบริเวณที่หอบังอยู่  
เป็นต้นเหตุให้เกิดการสั่นได้

กังหันลมแกนนอนขนานกับทิศทางลม มีแบบต่าง ๆ ดังนี้

1.1 แบบหลายใบ ( MULTI-BLADED ) ใบมักสร้างด้วยโลหะแผ่นมีใบในราว  
ตั้งแต่ใบขึ้นไปก็สามารถจัดเป็นแบบหลายใบได้ ที่แพร่หลายที่สุดเป็นชนิด AMERICAN MULTI-BLADED  
หรือ U.S. FARM MULTI-BLADED มีกำเนิดในสหรัฐอเมริกา แล้วจึงแพร่หลายไปทั่วโลก แบบ  
อื่น ๆ มีลักษณะต่างไปบ้าง แต่ใบเป็นโลหะแผ่นหลาย ๆ ใบก็จัดเข้าเป็นกังหันแบบหลายใบ คุณสมบัติ  
ของมันมีรอบหมุนไม่จำกัด แรงบิดสูง สามารถหมุนได้เองง่าย เมื่อความเร็วลมต่ำ ประสิทธิภาพไม่สูงนัก  
แต่ทนทาน จึงนิยมใช้ในการสูบน้ำ เป็นกังหันชนิดหนึ่งที่สามารถใช้งานได้อย่างจริงจังและคุ้มค่า  
พอสมควรมักพบเห็นกันอยู่บ่อย ๆ



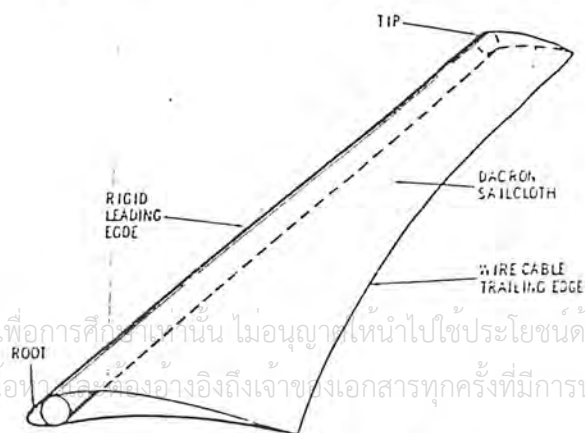
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 แบบใบพัดเครื่องบิน ( PROPELLER ROTOR ) ใบพัดชนิดนี้มีลักษณะของแพนอากาศ ( AIR-FOIL) หมุนโดยอาศัยแรงยกเป็นหลัก มักมีใบไม่เกิน 4 ใบ ชนิด 2 และ 3 ใบ เป็นที่นิยมใช้กันมากที่สุด มีรอบหมุนจัดมาก จึงมักเกิดปัญหาทางด้านความสั่นสะเทือน ( VIBRATION) เนื่องจากการไม่สมดุลย์ ปัญหาทางด้านแรงหนีศูนย์กลาง ( CENTRIFUGAL FORCE ) ปัญหาแรงใจโร ( GYRO FORCE ) และปัญหาอื่น ๆ อีกหลายอย่าง การออกแบบสร้างจึงต้องแข็งแรงปราณีต และต้องให้น้ำหนักเบาที่สุด ควรที่จะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบ เช่น GOVERNER เพื่อความปลอดภัยไม่ให้กังหันหมุนด้วยรอบจัดเกินไปจนเกิดอันตราย การออกแบบและการสร้างจึงยุ่งยากกว่าแบบอื่น ๆ ข้อได้เปรียบของมันคือ มีรอบจัดและมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในบรรดากังหันลมทุกชนิด จึงนิยมใช้ในการกำเนิดไฟฟ้า แต่มีข้อเสียคือ เริ่มหมุนด้วยตัวเองได้ยากเมื่อความเร็วลมต่ำ ฉะนั้นจึงอาจพบว่า กังหันชนิดนี้ไม่ยอมหมุนเมื่อความเร็วลมต่ำ ๆ แต่ถ้าใช้มือช่วยผลักให้เริ่มหมุนแล้ว มันกลับหมุนไปได้เรื่อย ๆ ทั้งนี้ก็เพราะมันต้องการความเร็วค่าหนึ่ง เพื่อให้เกิดแรงยกพอเพียงที่มันจะเริ่มหมุนได้



กังหันใบไม้ชนิด 2 และ 4 ใบ ที่เห็นใช้จุดระหัดวิดน้ำตามชนบทก็จัดเป็นกังหันแบบใบพัดเครื่องบิน จะเห็นว่าเวลาจะให้มันทำงานต้องใช้มือช่วยผลักก่อน

แบบใบผ้า ( SAIL ) ตัวใบจะทำด้วยผ้า มีลักษณะต่าง ๆ กันหลายแบบ เนื่องจากมีราคาถูกและสร้างได้ง่าย วัสดุที่ใช้ก็หาได้ในที่ห่างไกลความเจริญ จึงมักเห็นกังหันชนิดนี้อยู่ตามชนบท เช่น ตามนาเกลือ ใช้จุดระหัดวิดน้ำ รอบหมุนไม่จัด แรงบิดดี เริ่มหมุนเองได้ง่าย ค่าบำรุงรักษาต่ำ ใช้เทคโนโลยีแบบง่าย ๆ



Princeton sail wing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กังหันลมแกนนอนขวางทิศทางลม ( CORS-WIND HORIZONTAL-AXIS ROTORS)

มีลักษณะเช่นเดียวกับกังหันน้ำ แต่แทนที่จะใช้น้ำกลับใช้ลมมาขับแทนลักษณะคล้ายกังหันแกนตั้งแบบซาโวเนียส แต่ตั้งแกนในแนวนอน

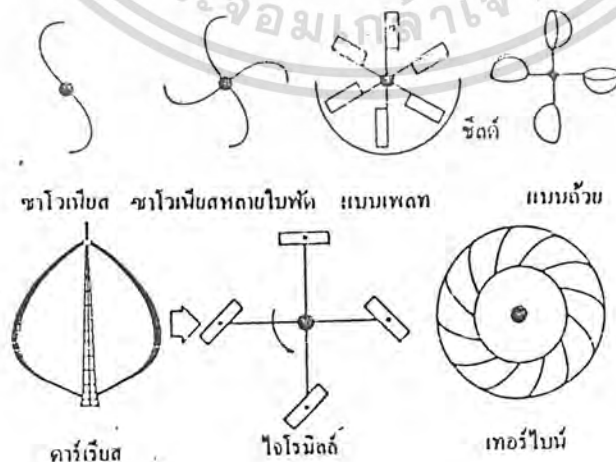


กรอสวินซาโวเนียส

ปัญหาความยุ่งยากในการหันหาทิศทางลม เพราะต้องให้แกนหมุนตั้งฉากกับทิศทางลมเสมอ เนื่องจากว่าต้องหันทั้งชุดของตัวกังหัน ซึ่งมีขนาดใหญ่ไม่เป็นการสะดวกทำให้เกิดความยุ่งยากและประสิทธิภาพต่ำ จึงไม่นิยมใช้กัน มีการพัฒนาน้อยมากเพราะสื่ดจำกัดดังกล่าว

3. กังหันลมแกนตั้ง ( VERTICAL-AXIS ROTORS)

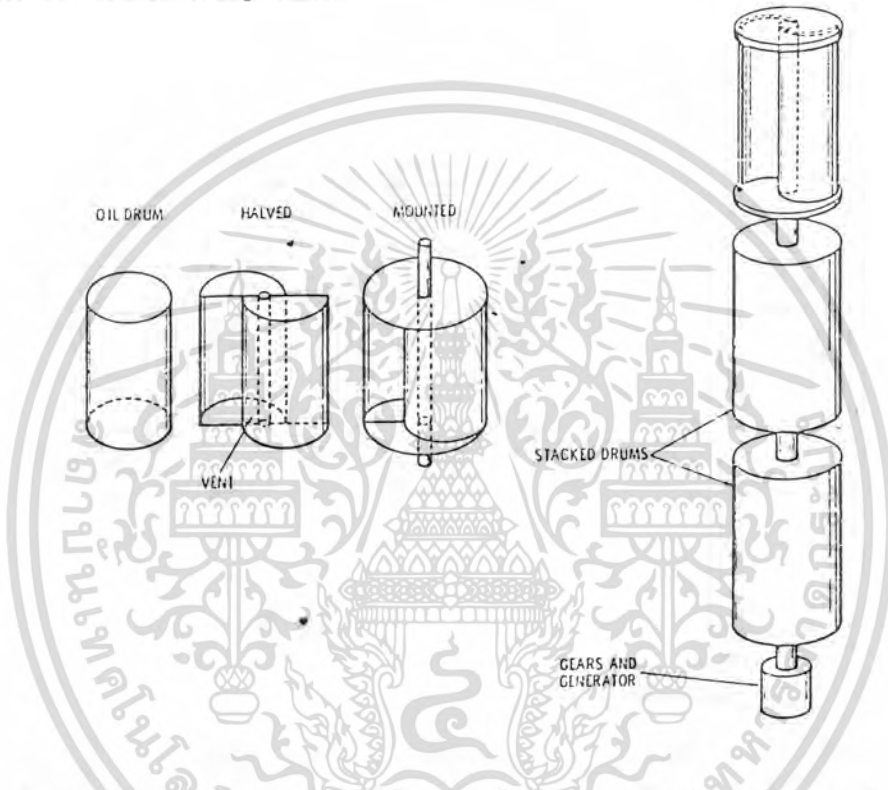
มีหลักการคล้ายกังหันลมแกนนอนขวางทิศทางลม แต่ตั้งแกนหมุนในแนวตั้งแทน จึงกลับทำให้กังหันแบบนี้มีคุณสมบัติเด่นได้เปรียบกังหันแบบอื่น ๆ คือสามารถรับลมได้จากทุกทิศทาง เป็นการตัดปัญหาในการหันหาทิศทางลมได้อย่างสิ้นเชิง เมื่อตัวกังหันไม่มีการส่ายหาลม แรงใจโร ( GYRO FROCE ) ก็ไม่เกิดขึ้นแรงกระทำกับชิ้นส่วนและลูกปืนรองรับก็น้อยลงทำให้เกิดความทนทานยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

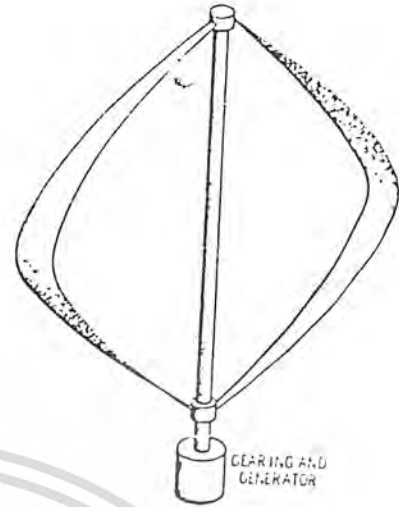
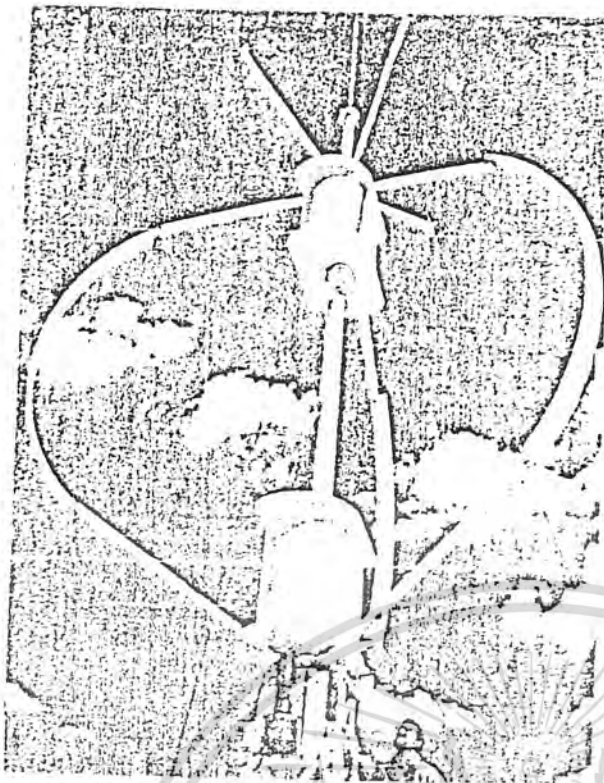
ใบของกังหันแกนตั้งมีหลายลักษณะ มีทั้งเป็นแผ่น เป็นรูปถ้วยหรือรูปทรงพิเศษต่าง ๆ  
ได้ดังนี้

3.1 กังหันลมชาโวเนียส ( SAVONIUS ) ลักษณะคล้ายกังพ่าซึกมาประกอบกันขึ้น  
เป็นใบ โดยจัดให้มีหน้าตัดของใบเป็นรูปตัว U มีจำนวนใบตั้งแต่ 2 ใบขึ้นไป บางครั้งจะต่อกันเป็นชั้น ๆ  
หลายชั้น ทำให้กังหันมีความสูงเพิ่มขึ้น



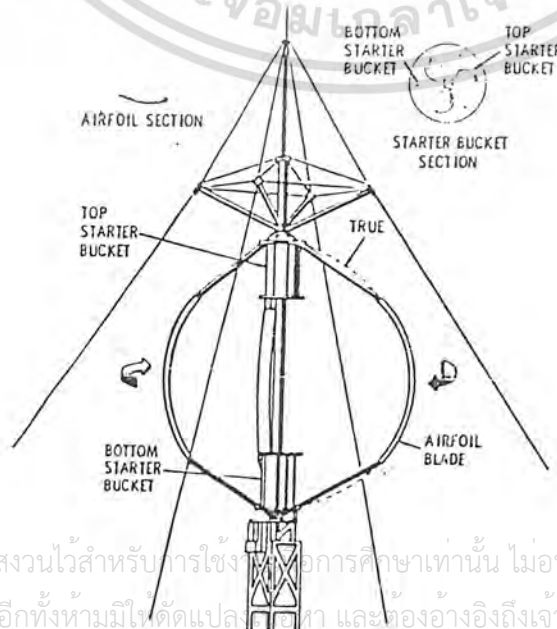
กังหันชาโวเนียส หมุนโดยอาศัยแรงต้านจึงมีความเร็วรอบไม่สูง แต่แรงบิดสูงเริ่มหมุนด้วยตัวเองง่ายมาก  
เมื่อความเร็วลมต่ำ มีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ นิยมใช้ในการสูบน้ำ มักตั้งบนแท่นเตี้ย ๆ ไม่สูงนัก  
มีการพัฒนาไปพอสมควรโดยเน้นในการเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้น จึงมีรูปแบบปลีกย่อยต่าง ๆ กัน  
หลายลักษณะ

3.2 กังหันลมแดเรียน ( DARRIEUS ) ค้นพบโดย G.J.M.DARRIEUS  
ประเทศฝรั่งเศส ในปี ค.ศ. 1920 ได้รับการพัฒนาโดยตลอด จนในปัจจุบันกำลังเป็นคู่แข่งของ  
กังหันลมแบบใบพัดเครื่องบิน ( PROPELLER ) กังหันแบบแดเรียนอาศัยแรงยกเป็นตัวขับ ใบกังหัน  
มีภาคตัดเป็นแพนอากาศ ( AIR-FOIL ) มีประสิทธิภาพสูงเกือบเท่าแบบใบพัดเครื่องบิน อีกทั้งยังมี  
รอบสูง ให้กำลังต่อน้ำหนักต่อค่าใช้จ่ายสูง รับลมได้ทุกทิศทางโดยไม่ต้องสายหาลม จากสมบัติเหล่านี้เอง  
ส่งผลให้กังหันแดเรียนได้รับความสนใจพอ ๆ กับกังหันลมแบบใบพัดเครื่องบิน โดยเฉพาะในการกำเนิด  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไฟฟ้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลักษณะการสร้างคล้ายกับใบของเครื่องตีโซ่ จึงมักเรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่ากังหันลมแบบเครื่องตีโซ่ ใบของมันมักสร้างในรูปพาราโบลิก ( PARABOLIC SHAPE ) หรือลักษณะของวงกลมสามเหลี่ยม รูปตัว และสี่เหลี่ยม มีจำนวนใบตั้งแต่ 1 ใบ 2 ใบ 3 ใบ หรือมากกว่า

เนื่องจากเป็นกังหันแบบอาศัยแรงยก การเริ่มต้นหมุนด้วยตัวเองจึงเป็นไปได้ยาก เขาจึงใช้กังหันลมที่สามารถเริ่มหมุนด้วยตัวเองได้ง่ายมากติดพวงร่วมแกนกับแบบแดเรียส เพื่อช่วยหมุนในช่วงเริ่มต้น กังหันซาโวนีเยสมีคุณสมบัติดังกล่าวนี้และนิยมติดคู่กับแบบแดเรียส หรือมีฉะนั้นก็ต้องใช้ต้นกำลังจากภายนอกมาช่วยในการเริ่มหมุน ทำให้ราคาของกังหันสูงขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Vertical-axis wind turbine.

### 3.3 กังหันลมแบบแมกนัส (MAGNUS EFFECT FOTORS)

มีรูปร่างที่ไม่น่าเรียกว่าเป็นกังหัน มีหลักการค่อนข้างแปลกคือ ประกอบด้วย ทรงกระบอกหมุนติดตั้งบนรถล้อเลื่อน การหมุนของทรงกระบอกก็โดยอาศัยกำลังจากการหมุนของล้อเลื่อนเมื่อรถวิ่งผ่านกระแสลม กระแสลมที่วิ่งผ่านทรงกระบอกหมุนจะมีการไหลหักเหไปเป็นผลให้เกิดความดันแตกต่างรอบทรงกระบอก จึงเกิดเป็นแรงขับให้รถวิ่งและทรงกระบอกหมุนไปเรื่อย ๆ เราสามารถนำกำลังมาใช้โดยต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไว้กับเพลารถ และให้รถวิ่งไปบนราง หลักการนี้เป็นหลักการของมาดาราส (MADARAS)

ส่วนปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นกับทรงกระบอกหมุนในกระแสลม แล้วทำให้เกิดแรงขับเคลื่อนนั้น เรียกว่า THE MAGNARAS EFFECT)



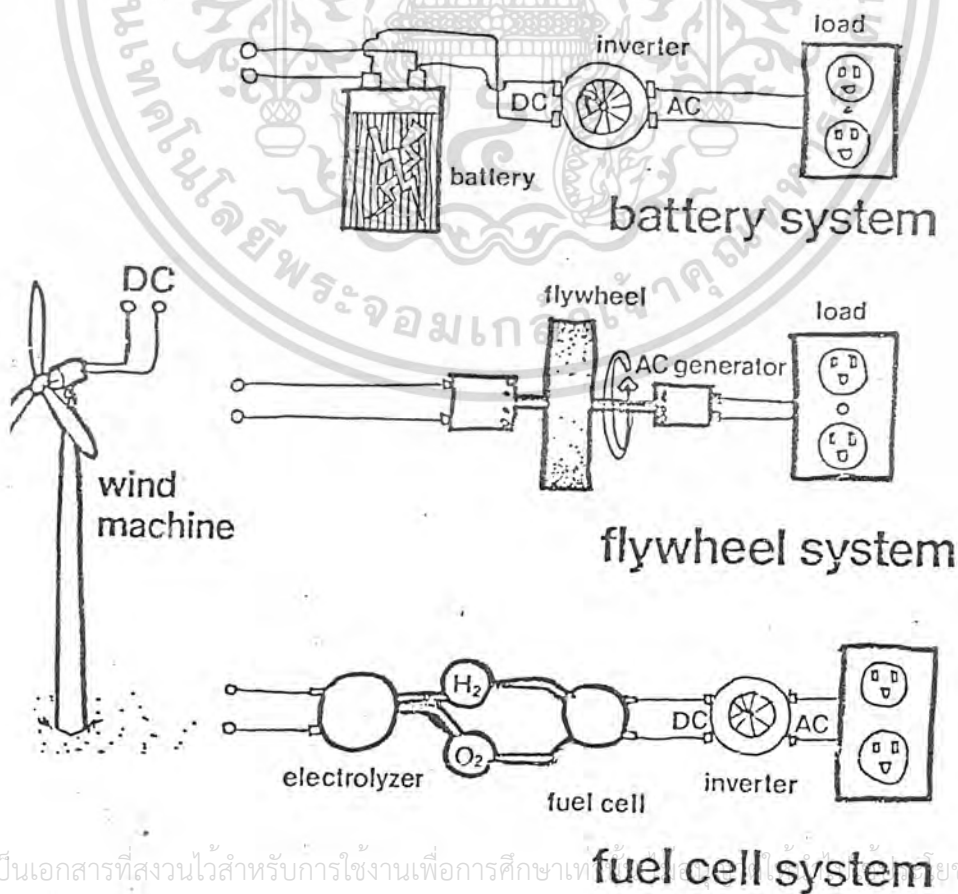
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเก็บสะสมพลังงานจากพลังลม

ปัญหาสำคัญในการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กในปัจจุบัน คือ การจัดเก็บพลังงาน แบตเตอรี่ที่เป็นแหล่งเก็บพลังงานทางเคมีเพียงอย่างเดียวที่มีประสิทธิภาพที่สุดในขณะนี้ แต่ตัวแบตเตอรี่มีราคาสูงในการติดตั้งและบำรุงรักษา

กระแสไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังลมมีค่าไม่สม่ำเสมอพอจะใช้งานจริงกับการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ กล่าวคือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังลมจะให้กำเนิดกระแสไฟตรงเช่นเดียวกับการกำเนิดไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ แต่ยังมีเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดที่ใช้กับกระแสสลับ การเปลี่ยนกระแสสลับต้องอาศัยอุปกรณ์ที่เรียกว่า INVERTER ซึ่งมีราคาสูง สถานันต่าง ๆ กำลังให้ควมพยายามอย่างยิ่งในการพัฒนาการใช้ไฟฟ้ากระแสตรงกับเครื่องใช้ อุปกรณ์ต่าง ๆ

กรรมวิธีในการพัฒนาพลังงานที่ได้จากลมอยู่ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ประการแรกโดยการใช้ระบบกักเก็บลม และอีกวิธีคือ กรรมวิธีการทำปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น **fuel cell system** ขอสงวนสิทธิ์ในด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กังหันลมสามารถกักเก็บพลังงานให้มากกว่าแบตเตอรี่ หลักการของระบบกังหันลมคือตัว FLYWHEEL สามารถเก็บสะสมพลังงานในรูปโมเมนตัม และพร้อมจะปลดปล่อยออกมาใช้งานในการพัฒนาเพื่อให้ได้พลังงานสะสมมากขึ้น สามารถทำได้ด้วยการเปลี่ยนวัสดุหรือลดความฝืดแรงเสียดทาน

ปริมาณพลังงานที่สะสมไว้ใน FLYWHEEL ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำ FLYWHEEL ขนาดและรูปร่าง รวมทั้งความเร็วรอบหมุน FLYWHEEL ที่มีน้ำหนักเบาสามารถที่จะเก็บสะสมปริมาณพลังงาน จำนวนเท่ากันได้เร็วกว่าที่มีน้ำหนักหนักและชนิดที่ทำด้วยไฟเบอร์สามารถสะสมพลังงานได้ 30 - 40 ครั้ง มากกว่าที่สามารถเก็บกักได้ในแบตเตอรี่ โดยจะหมุนมอเตอร์หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตพลังงานออกมา

กำลังงานจากมอเตอร์อาศัยไฟฟ้าจากพลังงานลมจะหมุน FLYWHEEL และเพิ่มพลังงานต่อไปนานเท่าที่ยังมีกระแสลมพัดอยู่ เมื่อความเร็วลมถูกใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า มอเตอร์สามารถจะหยุดการใช้งานได้ในขณะ FLYWHEEL ยังคงหมุนต่อไป

การแยกน้ำให้ออกเป็นก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจน เป็นอีกทางหนึ่งสำหรับการเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าจากกระแสลม โดยที่ก๊าซ 2 ชนิดนี้จะถูกเก็บไว้ในถัง พลังงานจะถูกปล่อยออกมาในรูปกระแสไฟฟ้าจากเซลล์ไฮโดรเจนเหลว ซึ่งเป็นที่ ๆ ก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจนจะมารวมตัวกันใหม่เป็นน้ำ ในขณะที่ผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาด้วย

ถ่านหิน



COAL

และ ขบวนการเกิด



PLANY

ซากพืชทับถม เป็นเส้นใย



SWAMPS

THE PEAT LAYER

อัดกันเป็นแท่งแข็งใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

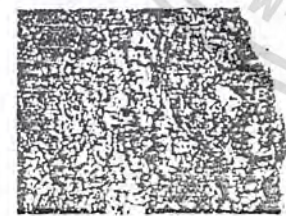


BROWN COAL

เมื่อถึงเวลา PEAT จะกลายเป็น BROWN COAL

หรือ LIGNITE

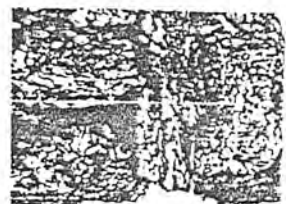
เหมือนแยมะ จ.ลำปาง มี LIGNITE มาก



BLACK GOLD

ภายใต้ความดัน LIGNITE จะแปรสภาพเกิด

เป็น BITUMINOUS หรือ BLACK GOLD



MARDEST LOAL

เป็นถ่านหินคุณภาพดีที่สุด เรียกว่า

ANTHRACITE แข็งกว่า COAL

และให้ความร้อน สูงที่สุด มีวันน้อยด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติและความเป็นมาของการสำรวจถ่านหิน



แหล่งถ่านหินในประเทศไทย มีประวัติความเป็นมาไม่น้อยกว่า 85 ปีมาแล้ว โดยเริ่มขึ้นในบริเวณภาคใต้ของประเทศก่อน ตามบันทึกทางราชการที่ว่า ในปี พ.ศ. 2443 บริษัทถ่านหินศิลากระบี่ได้รับพระราชทานให้เปิดดำเนินการทำเหมืองแร่ถ่านหินในบริเวณจังหวัดกระบี่ได้

ในระยะแรก ๆ ถ่านหินที่ผลิตได้คงมีเพียงเล็กน้อยและนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงภายในครัวเรือนแต่เพียงอย่างเดียว ต่อมาด้วยความจำเป็นหลายประการจึงมีการนำมาใช้ในกิจการเดินรถไฟ และในที่สุดนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า เมื่อมีการค้นพบแหล่งถ่านหินในทิวเขาหลวงในบริเวณอำเภอแม่เมาะ และกระบี่

ยุคเทอร์เชียรีเป็นยุคสำคัญยุคหนึ่งที่ทำให้กำเนิดถ่านหินทั่วไปในโลก ในประเทศไทยก็เช่นเดียวกันประมาณร้อยละ 80 ของถ่านหินยุคนี้พบเป็นแหล่งขนาดต่าง ๆ

ถ่านหินยุคเทอร์เชียรีในประเทศไทย มักพบเกิดกับกลุ่มตะกอนขนาดละเอียดที่มีการกำเนิดแบบที่ราบลุ่มชายฝั่ง ซึ่งตะกอนส่วนใหญ่ประกอบด้วย โคลนและทรายแป้ง และในบางแหล่งพบเกิดร่วมกับตะกอนขนาดหยาบ มีกำเนิดแบบลุ่มน้ำตื้นบน ซึ่งตะกอนส่วนใหญ่ประกอบด้วยกรวดบนและทรายหยาบ ส่วนในกลุ่มตะกอนขนาดและทรายหยาบ ส่วนในกลุ่มตะกอนขนาดละเอียดผสมปูน มีกำเนิดแบบทะเลสาบ ซึ่งตะกอนส่วนใหญ่ประกอบด้วย โคลนและคาร์บอนเนต แต่พบน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ถ่านหินค้อย ๆ ลดบทบาทลงเมื่อมี  
การค้นพบน้ำมันปิโตรเลียม ทั้งนี้เพราะความสะดวกสบาย  
และสะอาดจากการใช้น้ำมันมีมากกว่า จึงทำให้มีการใช้  
ถ่านหินน้อยลงจนเหลือเพียงผลิตกระแสไฟฟ้าและบ่มใบ  
ยาสูบเท่านั้น

ในชั้นถ่านหินประกอบไปด้วยชั้นถ่านหินที่เป็น  
ชั้นถ่านบริสุทธิ์ ( PURE COAL ) ชั้นถ่านหินที่มีซากเศษพืช  
( BONE-COAL ) และชั้นหินโคลนปนถ่าน หินน้ำมันและ  
ชั้นทรายบาง ๆ ชั้นตะกอนที่มักพบแทรกสลับได้แก่ หินโคลน  
ซึ่งมักมีสายแร่ไพไรต์ กระเปาะปูน หรือซากหอยจำพวก  
แกสโตรพอดส์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## COAL IN THAI LAND

บริเวณกิ่งอำเภอนาดังนั้น พบชั้นถ่านหิน

แทรกสลับกับหินทรายและหินดินดานอายุคาร์บอนนีเฟอรัส

ตอนล่าง ชั้นหินได้รับแรงบีบอัดคดโค้งเป็นอย่างมาก

แนวแกนของโครงสร้างรูปประทุนอยู่ในแนวเกือบตั้ง ชั้น

ถ่านหินได้รับแรงเฉือนจนขาดจากกันเป็นช่วง ๆ จนกลายเป็น

รูปเลนส์ หรือกระเปราะ มีรูปร่างและขนาดไม่แน่นอน

เนื้อถ่านหินมักจะแตกละเอียดและมีเศษหินขนาดต่าง ๆ

ซึ่งมาจากชั้นหินข้างเคียงแทรกปนอยู่ด้วย ลักษณะเช่นนี้

ทำให้การคำนวณปริมาณสำรองของถ่านหินเป็นไปได้โดยยาก

ถ่านหินในแหล่งนี้มีคุณภาพอยู่ในชั้นหินเซมิแอนทราไซต์

และให้ค่าความร้อนระหว่าง 4,700 - 6,500 แคลอรี

ต่อกรัม

ผลการสำรวจที่ผ่านมา แหล่งถ่านหินที่พบใน

ประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นแหล่งถ่านหินขนาดเล็ก มีเพียง

ส่วนน้อยที่มีปริมาณสำรองเกินกว่า 10 ล้านตัน แหล่งถ่านหิน

แหล่งใหญ่ที่สุดในประเทศไทย ในปัจจุบันคือ แหล่งถ่านหิน

แม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีปริมาณสำรองประมาณ 1,490

ล้านตัน ซึ่งเป็นปริมาณสำรองยืนยันเพียง 850 ล้านตัน

และปริมาณที่สามารถนำขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า

ทุนประมาณ 700 ล้านตัน จากข้อมูลการสำรวจที่ผ่านมา

พอประเมินได้ว่าประเทศไทยมีปริมาณสำรองถ่านหินประมาณ

1,736 ล้านตัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลกระทบจากการทำเหมืองถ่านหิน

ผลกระทบจากการทำเหมืองถ่านหิน

ผลกระทบจากการทำเหมืองถ่านหินที่ควรพิจารณา ได้แก่

ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมผิวดิน เหมืองถ่านหินที่เป็นเหมืองผิวดินมักเป็นเหมืองที่มีขนาดใหญ่ ต้องใช้พื้นที่ในการเปิดบ่อเหมืองและกองทิ้งดินผิวดินเป็นบริเวณกว้างขวางมาก สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในพื้นที่ทำเหมืองมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิง เช่น มีการตัดไม้ทำลายป่า เส้นทางน้ำบางสายเปลี่ยนทิศทาง สภาพบ่อเหมืองภายหลังการดำเนินการจะเป็นหลุมขนาดใหญ่และลึกมาก บริเวณที่กองทิ้งดินผิวดินจะมีสภาพเป็นเนินเขาขนาดใหญ่ที่ปราศจากต้นไม้ปกคลุม การที่จะฟื้นฟูที่ดังกล่าวให้คืนสู่สภาพเดิม จำเป็นต้องใช้งบประมาณจำนวนมากและระยะเวลาที่ยาวนาน

## น้ำ

การขาดแคลนน้ำ

ผลกระทบด้านอุทกศาสตร์

คือการเปลี่ยนทิศทางของน้ำ

การลดระดับชั้นของพื้นที่ การเกษตรกรรม

สารพิษที่ติดมากับ การชะล้างแร่ธาตุ

## อากาศ

ฝุ่นกรด ออกไซด์ของไนโตรเจน

คาร์บอนมอนนอกไซด์

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สุขภาพคนงาน

ผลกระทบด้านสุขภาพและความปลอดภัยของคนงาน  
ในเมืองถ่านหิน และผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง  
การทำงานของเครื่องจักรต่าง ๆ ในเหมือง  
ทำให้เกิดฝุ่นละอองมากมาย ซึ่งเป็นผลเสียต่อสุขภาพ  
ของคนงานที่ทำงานอยู่ในเหมืองเป็นประจำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง  
ในเมืองใต้ดิน ซึ่งคนงานต้องทำงานอยู่ในพื้นที่จำกัดและ  
เต็มไปด้วยฝุ่นละอองจากดิน หิน ถ่านหิน รวมทั้งก๊าซที่  
แพร่ออกจากชั้นถ่านหิน ถ้าไม่มีระบบการป้องกันที่เพียงพอจะ  
เกิดผลเสียต่อสุขภาพในระยะยาว รวมทั้งอาจเกิดการระเบิด  
จากก๊าซไวไฟที่แพร่จากชั้นถ่านหินด้วย นอกจากนี้คุณภาพ  
ของน้ำและอากาศของพื้นที่ใกล้เคียงซึ่งได้รับผลกระทบจากการ  
ทำเหมืองก็อาจทำให้เกิดผลกระทบด้านสุขภาพแก่ประชาชน  
ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่นั้นด้วย

### การใช้ประโยชน์จากถ่านหิน

การใช้ประโยชน์จากถ่านหินภายในประเทศ  
เกือบทั้งหมดเป็นการใช้ในรูปแบบเชื้อเพลิงโดยตรง เพื่อผลิต  
พลังงานความร้อน การใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่น ๆ  
มีสัดส่วนน้อยมาก เช่น เคยมีการใช้ถ่านหินชนิดลิกไนต์  
เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยเคมี ประเภทปุ๋ยยูเรียและ  
แอมโมเนียมฟอสเฟต โดยใช้ถ่านหินลิกไนต์ในอัตรา  
ประมาณ 270 เมตริกตันต่อวัน แต่ต่อมาประสบภาวะ  
ขาดทุนจึงล้มเลิกกิจการไป ในปัจจุบันมีการนำเข้าถ่านหิน  
ชนิดคุณภาพสูงและผลิตถ่านหินประเภทถ่านหิน

สังเคราะห์อัดร้อน ( Briquette ) และถ่านโค้ก  
( Coke ) เพื่อใช้เป็นตัวกรอง ( Filter ) และใช้  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกิจการถลุงและหล่อโลหะขนาดเล็ก แต่ก็มีปริมาณไม่มากนัก

## หินน้ำมัน

การสำรวจหินน้ำมันในประเทศไทย เริ่มมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2478 โดยเริ่มการสำรวจ แหล่งหินน้ำมันที่อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก ซึ่งเป็นแหล่งใหญ่ที่สุดของประเทศ เท่าที่มีการสำรวจพบ นอกจากนี้ยังมีแหล่งหินน้ำมันขนาดเล็ก มีถ่านหินเกิดร่วมด้วยอีกหลายแห่งในแอ่งสะสมหินตะกอน มหายุคซีโนโซอิก (ประมาณ 65 ล้านปีมาแล้ว) โดยเฉพาะทางภาคเหนือ ได้แก่ แอ่งลี่ ลำพูน แอ่งแม่แจ่ม เชียงใหม่ แอ่งปาย แม่ฮ่องสอน แอ่งแจ้ห่ม แอ่งแม่ต๋ำ ลำปาง และที่อำเภอวิเชียรบุรี เพชรบูรณ์



แอ่งแม่สอดเป็นแอ่งสะสมตะกอน ที่อยู่ระหว่างหุบเขา (INTERMONTANE BASIN) หิน (BASEMENT ROCKS) ที่รองรับวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ เกือบเหนือใต้ ซึ่งเป็นทิศทาง โครงสร้างทางธรณีของแอ่ง หินฐานบริเวณด้านตะวันออกของแอ่งเป็นหินอายุเพอร์เมียนประกอบด้วย หินปูนปนโดโลไมต์ หินดินดานปนทรายแป้ง และหินทรายควอร์ตซิติค ส่วนทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือ บริเวณบ้านแม่ภาจะมีหิน นี้อสมานแน่น หินปูนหนาอายุเพอร์เมียนมี เซิร์ตแทรกสลับหินฐานที่อยู่ถัดขึ้นมา เป็นหินบุคมิโซโซอิกวางตัวไม่ต่อเนื่องบนหินยุคเพอร์เมียน

การเคลื่อนไหวของเปลือกโลกตอนปลายยุคครีเทเชียสต่อกับต้นยุคเทอร์เชียรี ทำให้พื้นที่ บริเวณภาคเหนือของประเทศมีการก่ตัวขึ้นสูงพื้นระดับน้ำทะเล การเกิดรอยเลื่อน (Faulting) ตอนต้นยุคเทอร์เชียรีทำให้เกิดแอ่งสะสมตะกอน หลายแห่งในภาคเหนือ ผลจากรอยเลื่อนบริเวณของ แอ่งด้านตะวันออก ทำให้แอ่งแม่สอดมีการทรุดลง และมีการสะสมตัวของตะกอนในทะเลสาบหรือใน แม่น้ำลำธารการสะสมตัวของตะกอนเหล่านี้กลายเป็นชั้นหินในแอ่งแม่สอด

กล่าวโดยสรุปแล้ว หินน้ำมันแม่สอดมีคุณสมบัติที่มีแนวโน้มจะพัฒนาไปใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะการใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และใช้กากหินน้ำมันเป็นส่วนผสม ในการผลิตปูนซีเมนต์ ด้านการผลิตน้ำมันหินอาจต้องใช้เทคนิคปรับคุณภาพหินน้ำมันก่อนการสกัด และน้ำมัน หินที่ได้ให้มีคุณภาพดีมพอซึ่งจะต้องมีการศึกษาทดลองหาแนวทางและวิธีการที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามปัจจัยหลักที่สำคัญของการพัฒนาหินน้ำมันก็คือสภาพความเหมาะสมทางเศรษฐกิจ การขาดแคลนพลังงานและราคาปิโตรเลียม

หินน้ำมันของไทยโดยทั่วไป มักเกิดร่วมกับถ่านหินในแอ่งสะสมหินตะกอนยุคเทอร์เชียรี โดยเฉพาะบริเวณภาคเหนือ แต่เป็นแหล่งขนาดเล็กและหินน้ำมันมีคุณภาพต่ำ ซึ่งอาจพัฒนาร่วมกับถ่านหินได้ในอนาคต แหล่งหินน้ำมันแม่สอด เป็นแหล่งใหญ่แหล่งเดียวที่มีหินน้ำมันคุณภาพต่ำถึงดี และมีปริมาณมาก มีแนวโน้มที่จะพัฒนาใช้ประโยชน์ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานะทางเศรษฐกิจ และความต้องการด้านพลังงานของประเทศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การกำเนิดปิโตรเลียม

### ปิโตรเลียม ( Petroleum )

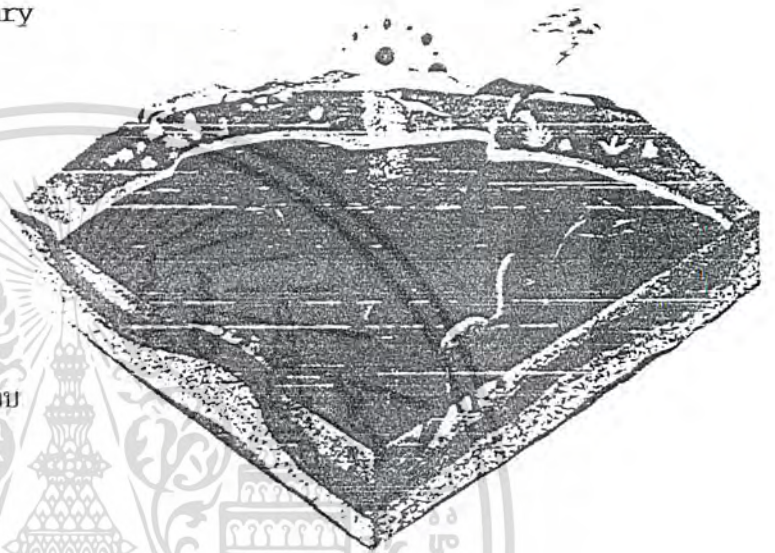
คือสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งประกอบ

ด้วยธาตุของธาตุไฮโดรเจน และคาร์บอน

มักพบอยู่ในชั้นหินตะกอน ( sedimentary

rocks) ทั้งในสภาพของแข็ง

ของเหลวและก๊าซ



### ปิโตรเลียม เกิดจากซาก

ของสิ่งมีชีวิตตกทับถมกันในทะเล ทะเลสาบ

หนอง บึงที่มีน้ำนิ่ง ต่อมาเมื่อมีดินตะกอน

( Sediments ) ตกทับถมมากขึ้น

น้ำหนักของมวลดินตะกอนประกอบกับการ

เปลี่ยนแปลงโดยแบคทีเรีย ( Anaerobic

Bacteria ) ทำให้ออกซิเจนออกไปจาก

ซากสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น ที่เหลืออยู่จึงกลายเป็น

สารประกอบที่อุดมด้วยธาตุไฮโดรเจน

และคาร์บอน กลายเป็นสารประกอบ

ไฮโดรคาร์บอน

ในระยะแรกสารไฮโดรคาร์บอน

จะมีความหนืดสูง เมื่อมีดินตะกอนตกทับถม

มากขึ้นจนจมลึกลงไปมาก ๆ

ด้วยอิทธิพลของน้ำหนักดิน

ตะกอนและความร้อนใต้พิภพ

ที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้

สารไฮโดรคาร์บอนหนืด กลาย

เป็นน้ำมันและก๊าซในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขในการเกิด

ปิโตรเลียมประกอบด้วยหิน

ต้นกำเนิด ( Source Rocks )

ซึ่งเป็นหินดินดานเมื่อถูกกดทับ

มาก ๆ จนเนื้อหินแน่นขึ้นบีบ

ให้ปิโตรเลียมหนีไปสะสมอยู่

ในหินอุ้มน้ำมันปิโตรเลียม ( Reservoir

Rock ) ปิโตรเลียมในหินอุ้มน้ำมัน

หากไม่มีสิ่งใดกีดขวาง ก็จะพยายามซึมขึ้นสู่ที่สูง

ระเหยหายไป ดังนั้นการเกิดปิโตรเลียมจะต้องมีหิน

ปิดกั้นปิโตรเลียม ( CAP ROCK ) มาปิดกั้นไว้

ปิโตรเลียมจึงไม่หนีหายและเกิดเป็น "แหล่ง

กักเก็บปิโตรเลียม" ขึ้น

แหล่งกักเก็บปิโตรเลียม ( petroleum trap)

มี 3 ประเภท คือ

### 1. แหล่งกักเก็บปิโตรเลียมที่เกิดจาก

โครงสร้างธรณีวิทยา ( STRUCTURAL TRAPS )

เกิดจากมีแรงมากระทำจนชั้นหินเลื่อนขาดออก เช่น

โครงสร้างรูปประทุน โครงสร้างแบบรอยเลื่อนของชั้นหิน

หรืออาจเกิดเป็นโครงสร้างแบบรอยเลื่อน และ โฉ่ง

ประทุนอยู่ด้วยกัน ( COMBINED TRAP)

### 2. แหล่งกักเก็บปิโตรเลียมแบบเนื้อหิน

เปลี่ยนแปลง ( STRATIGRAPHIC TRAPS )

หรืออาจเรียกว่าโครงสร้าง เกิดจากการเรียงลำดับ

ชั้นหิน ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงภายในตัวเนื้อหินเอง

จากเนื้อหินที่มีความพรุนไปเป็นเนื้อหินที่แน่นขึ้น

ทำให้เกิดการปิดกั้นกักเก็บปิโตรเลียมไว้ได้

### 3. แหล่งกักเก็บปิโตรเลียมแบบการตกทับถม

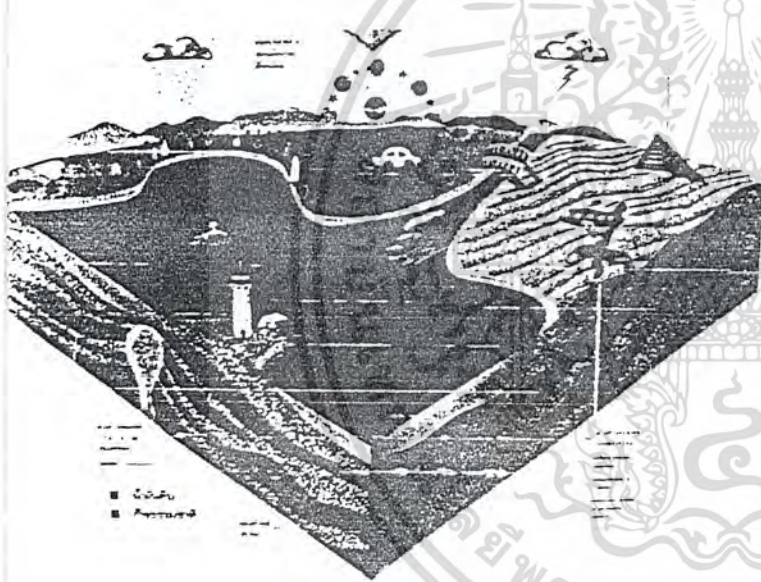
ของตะกอนไม่ต่อเนื่อง ( UNCONFORMITY TRAPS)

เกิดขึ้นจากการตกทับถมของชั้นตะกอนได้หยุดชะงัก

ไประยะหนึ่ง แล้วตกทับถมชุดใหม่กลายเป็นแหล่ง

กักเก็บปิโตรเลียมขึ้น เช่น โครงสร้างแบบภูเขาใต้ดิน

( Buried hill trap)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การสำรวจธรณีวิทยาปิโตรเลียม

( PETROLEUM GEOLOGICAL  
EXPLORATION ) คือการศึกษา

สภาพการเกิด สะสมตัวและการกักเก็บ

ปิโตรเลียมในชั้นหินใต้พื้นผิวโลก

โดยทั่วไปประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ คือ

### ขั้นการศึกษาและรวบรวมข้อมูล

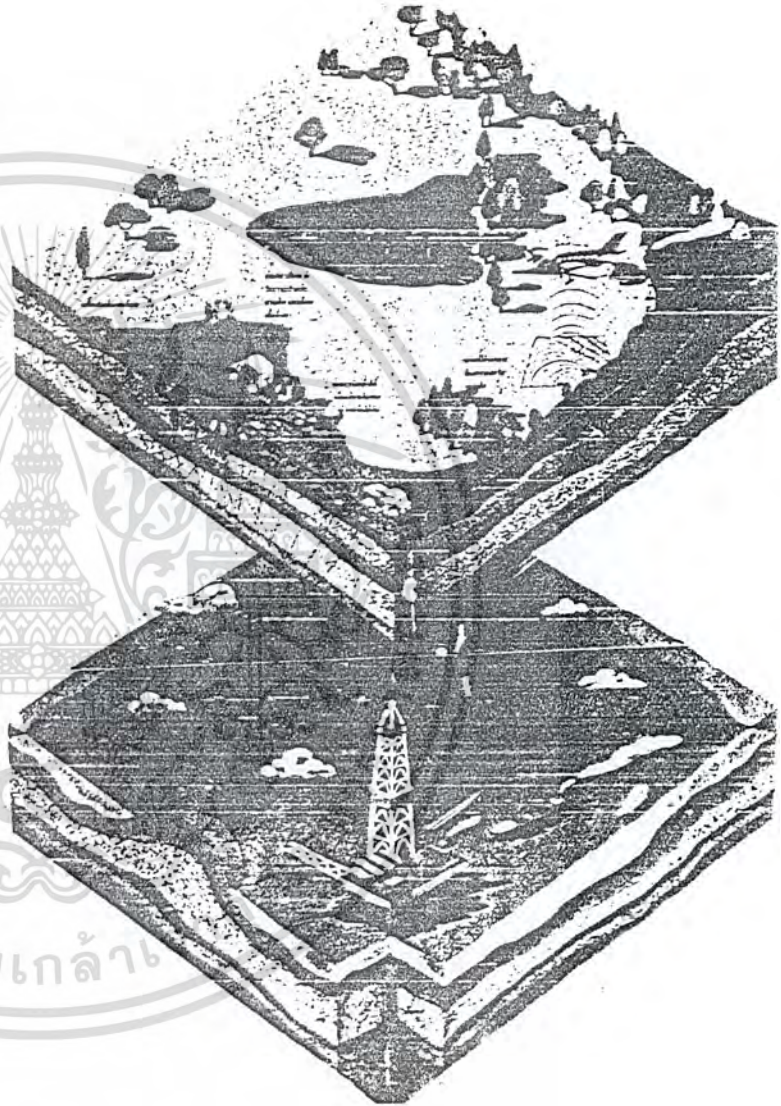
ข้อมูลเก่าทางธรณีวิทยา ธรณีฟิสิกส์  
ข้อมูลหลุมเจาะ ภาพถ่ายทางอากาศ  
และภาพถ่ายผ่านดาวเทียม ข้อมูลอื่น ๆ

### ขั้นการสำรวจเบื้องต้น

นำข้อมูลภาคพื้นสนามและข้อมูลเก่า  
มาวิเคราะห์วินิจฉัย เพื่อหาลักษณะ  
ธรณีวิทยาปิโตรเลียม เช่น การเปลี่ยนแปลง  
ชั้นหิน โครงสร้างต่าง ๆ ใต้ผิวดิน  
ชั้นหินต้น กำเนิด การเคลื่อนตัวสะสม  
และกักเก็บปิโตรเลียม

### ขั้นประเมินผล ประเมินปริมาณ

สำรองปิโตรเลียม วิเคราะห์อัตราเสี่ยงทาง  
ธรณีวิทยาที่ได้มาข้างต้น และวิเคราะห์  
ผลตอบแทนของการลงทุน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลกที่เราอาศัยอยู่นี้มีขนาด ขอบเขตและทรัพยากรที่จำกัด ทรัพยากรบางอย่างสามารถสร้างขึ้นทดแทนได้ แต่หลายอย่างก็หมดไปโดยไม่สามารถทดแทนได้ การที่จำนวนประชากรของโลกได้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ นี้ ทำให้มีความต้องการและการใช้ทรัพยากรเพื่อการที่จะดำรงชีพต่อไป อยู่ต่อไป เพิ่มขึ้นด้วย และทำให้เกิดการขาดความสมดุลเหล่านี้ จะต้องมีการวางแผนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้อง สิ่งเหล่านี้จะทำให้ดีต่อเมื่อมีการจัดทำสารบบทรัพยากรธรรมชาติในช่วงเวลาต่าง ๆ ให้ถูกต้องอันเป็นงานใหญ่และสำคัญมาก ซึ่งจะต้องมีรายละเอียดที่ให้ประโยชน์แก่ผู้ปฏิบัติงานในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้ สิ่งที่จะทำให้งานใหญ่นี้สำเร็จลุล่วงไปได้คือการนำเอาเทคโนโลยีรีโมทเซนซิงมาใช้นั่นเอง

คำนิยามของรีโมทเซนซิง ( REMOTE SENSING ) หมายถึง การหาข้อมูลหรือข่าวสารเกี่ยวกับวัตถุสิ่งของ หรือพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งอยู่ไกลจากเครื่องมือใช้วัดหรือใช้บันทึก โดยที่เครื่องมือเหล่านั้นไม่ได้สัมผัสกับวัตถุสิ่งของหรือเป้าหมายเหล่านั้นเลย คือเครื่องมือที่ใช้ตรวจบันทึกได้ระบบการนำขึ้นไปบนอากาศยานหรือยานอวกาศ ทำให้มองลงมายังบริเวณที่ศึกษาได้บริเวณกว้าง เพื่อรับและบันทึกสัญญาณที่เป็นข้อมูลซึ่งส่งขึ้นไปในลักษณะพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปของการออกจากตัวเอง โดยวิธีการความร้อน ( EMISSION ) พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยให้รีโมทเซนซิงเป็นไปได้ การนำเอาเครื่องมือชนิดที่มีขีดความสามารถต่าง ๆ กัน ขึ้นไปบนยานอวกาศ และทำการบันทึกข้อมูลจากพื้นโลกโดยการสะท้อน หรือการส่งพลังงาน จึงเป็นเทคโนโลยีรีโมทเซนซิง และการนำเอาข้อมูลเบื้องต้นมาทำการวิเคราะห์ โดยผ่านกรรมวิธีจัดเรียงข้อมูลก่อนนั้นเป็นขั้นตอนของการทำงานในระบบนี้

การใช้เทคโนโลยีรีโมทเซนซิง ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ และข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคม เป็นระบบที่ออกแบบให้สามารถนำไปใช้ในการสร้าง และวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เข้ากับรูปทรงสัญญาณของวัตถุบนพื้นโลกซึ่งปรากฏในลักษณะแผนที่ รูปถ่ายทางอากาศ ตลอดจนแผนผังต่าง ๆ ตามลักษณะที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น

คุณสมบัติพิเศษของข้อมูลดาวเทียมคือ การโคจรกลับมารอบโลก เพื่อทำการเก็บ

บันทึกข้อมูลตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ ความสามารถในการบันทึกข้อมูลได้เป็นบริเวณกว้าง และความคงที่ในการเก็บบันทึกข้อมูลของพื้นที่เดิมได้ในเวลาเดียวกัน หรือใกล้เคียงกันทุกครั้งจึงทำให้ได้รับข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสภาพเหมาะสม จะนำมาประยุกต์เข้ากับฐานข้อมูลอื่น ๆ ในลักษณะระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการติดตามความเปลี่ยนแปลง และปรับปรุงฐานข้อมูลให้ทันสมัยได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ รูปแบบของข้อมูลดาวเทียมที่อยู่ในรูปข้อมูลเชิงตัวเลข ยังช่วยให้สามารถจัดเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การสำรวจหาปิโตรเลียมด้วยวิธีธรณีฟิสิกส์

ดำเนินการต่อจากการประเมินผล  
เพื่อค้นหาปิโตรเลียม ในชั้นรายละเอียด  
แบ่งเป็น

การสำรวจธรณีฟิสิกส์ขั้นต้น เป็นการ

สำรวจ หาบริเวณที่คาดว่าจะมีแหล่ง

ปิโตรเลียม ส่วนใหญ่จะใช้วิธีวัด

ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กทางอากาศ

โดยเครื่องมือ MAGNETOMETER

ติดตั้งบนเครื่องบิน บินสำรวจ ซึ่งจะ

ทำให้ได้แผนที่บอกขอบเขตของ

ลุ่มแอ่ง ความลึกของชั้นหินฐาน

การโค้งตัวของชั้นหิน รอยเลื่อน

เป็นต้น

การสำรวจธรณีฟิสิกส์ขั้นรายละเอียด

เป็นการหาข้อมูลที่แน่นอนเกี่ยวกับ

โครงสร้างธรณีโดยวิธีวัดความเร็วคลื่น

ความไหวสะเทือน ( SEISMIC

METHOD ) ซึ่งในขั้นนี้เป็นการวัดแบบ

2 มิติ ( 3- DIMENSION SEISMICS)

ด้วยการส่งคลื่นไหวสะเทือนลงไปใต้

ผิวดิน เมื่อคลื่นเสียงกระทบโครงสร้าง

ใต้ดินจะสะท้อนกลับเข้าที่ตัวรับคลื่นเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือเจาะมักเป็นแบบ

หรือเครื่องมือแบบหัวหมุน

**การเจาะหลุมผลิต** เป็นการนำ

ปิโตรเลียมจากแหล่งกักเก็บขึ้นมาบนพื้นดิน เพื่อนำไปใช้

ประโยชน์ โดยปกติหลุมสำรวจสำรวจอาจเปลี่ยนเป็น

หลุมผลิตได้ ซึ่งบนบกจะสะดวกกว่าในทะเล เนื่องจาก

ไม่ต้องตั้งแท่นเหมือนในทะเล การเจาะหลุมผลิต

ต้องมีการใส่ท่อเหล็กเพื่อให้ปิโตรเลียม ไหลขึ้นมา

ตามท่อ

**การผลิตปิโตรเลียม** ปิโตรเลียมที่ได้ก่อนไปยังโรงกลั่น

หรือโรงแยก ต้องผ่านสถานีควบคุมการผลิตก่อน เพื่อแยก

ส่วนต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ออกจากกัน ทำให้สามารถ

นำไปใช้ได้ประโยชน์สูงสุด ซึ่งสถานีการควบคุมการผลิต

อาจจะต่างกันออกไป ตามลักษณะของแหล่ง เช่น

หลุมก๊าซธรรมชาติ หลุมน้ำมันดิบ

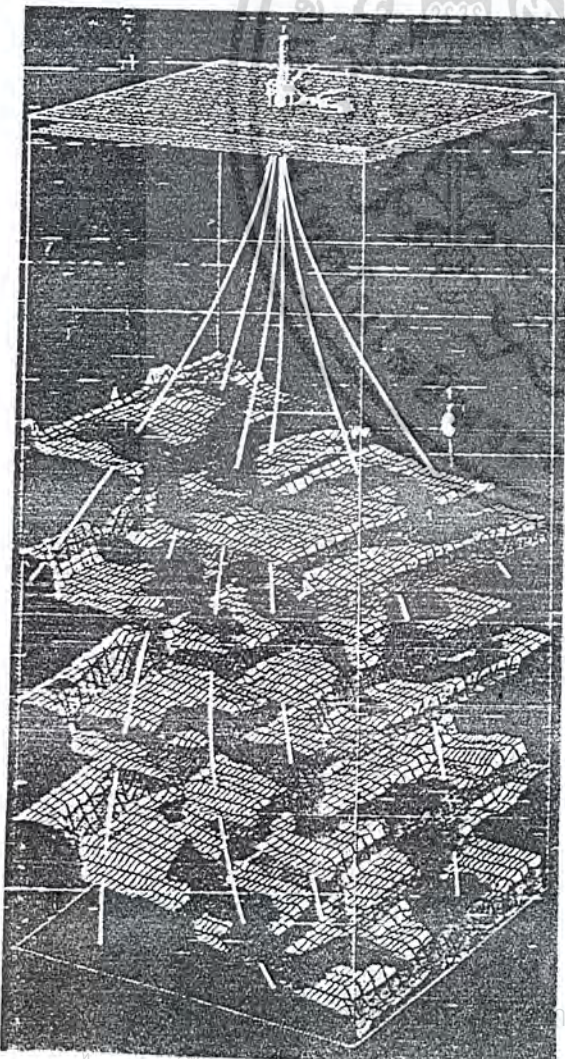
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

( GEOPHONE หรือ HYDROPHONE ) แล้วนำเอาข้อมูลที่ได้  
ไปประมวลผล ทำให้สามารถสร้างภาพตัดขวางแบบ 2 มิติได้

**การสำรวจธรณีฟิสิกส์ในชั้นการผลิตปิโตรเลียม** เป็นการ  
สำรวจเพื่อความมั่นใจก่อนการเจาะสำรวจ โดยวิธีการวัด  
แบบ 3 มิติ ( 3-DIMENSION SEISMICS ) ซึ่งใช้วิธี  
คล้ายกับการวัดแบบ 2 มิติ แต่เส้นสำรวจวางถี่และละเอียด  
มากกว่าซึ่ง จะทำให้ได้ค่าคลื่นเสียงออกมาสร้างเป็นภาพตัดขวาง  
แบบ 3 มิติได้

**การเจาะสำรวจ** เป็นขั้นตอนสุดท้าย เพื่อให้ได้ข้อมูลว่าบริเวณ  
ที่ทำการสำรวจไว้มีปิโตรเลียมจริงหรือไม่ ซึ่งมีทั้งการเจาะสำรวจบนบก  
และในทะเล การเจาะบนบกจะลงทุนถูกกว่าการเจาะในทะเล  
เนื่องจากไม่ต้องเผชิญกับภาวะคลื่นพม อากาศ



## แหล่งที่พบ

ประเทศไทยเริ่มมีการสำรวจ  
ปิโตรเลียมครั้งแรกใน พ.ศ. 2464 เมื่อ  
กรมพระกำแพงเพชรอัครโยธิน อธิบดี  
กรมรถไฟหลวงได้ทราบว่ามีช่างนักสำรวจ  
ธรณีวิทยาชาวอเมริกัน ให้ค้นหาน้ำมัน  
และพบน้ำมันดิบที่อำเภอฝาง จังหวัด  
เชียงใหม่ กับร่องรอยปิโตรเลียมที่  
จังหวัดกาฬสินธุ์

ต่อมาใน พ.ศ. 2478 แผนก  
เชื้อเพลิง กระทรวงกลาโหม ได้สำรวจน้ำมัน  
เพิ่มเติมที่จังหวัดเชียงใหม่  
และจังหวัดตาก พ.ศ. 2481 กรมทางหลวง  
ทดลองกลั่นน้ำมันที่ลุ่มแอ่งฝาง โดยดำเนินงาน  
อยู่ 7 ปี แต่ได้น้ำมันเพียงเล็กน้อย

ช่วง พ.ศ. 2490 - 2499  
กรมโลหกิจ (กรมทรัพยากรธรณี ในปัจจุบัน)  
รับช่วงเจาะสำรวจและผลิตน้ำมันที่  
ลุ่มแอ่งฝางและที่อื่น ๆ ด้วย

พ.ศ. 2503 รัฐเริ่มเปลี่ยน

นโยบาย

ให้

เอกชน  
สำรวจและ  
ผลิตปิโตรเลียม  
ในประเทศ และใน  
พ.ศ. 2505 มีบริษัทเอกชน  
ได้รับอนุมัติเป็นครั้งแรก  
ให้สำรวจปิโตรเลียม  
ในภาคกลางและภาคตะวันออก  
เฉียงเหนือ ต่อมาใน พ.ศ.  
2508

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพเป็นก๊าซที่เกิดขึ้นจากการหมักอินทรีย์วัตถุหรือสารวัตถุที่มีชีวิตพวกพืชและสัตว์ เพื่อทำให้เกิดการย่อยสลายเน่าเปื่อยพัวพังด้วยปฏิกิริยา (หรือการกระทำ) ของเชื้อจุลินทรีย์ (สัตว์เล็ก ๆ ประเภทเชื้อโรคที่เรามองด้วยตาเปล่าไม่เห็นบางชนิดในธรรมชาติ ภายใต้อากาศที่ไร้อากาศ ปฏิกิริยาการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์ดังกล่าวนี้จะทำให้มีก๊าซเกิดขึ้นเป็นฟอง

อินทรีย์วัตถุนิตต่าง ๆ เช่น

มูลสัตว์เลี้ยง หญ้า ฟักตบขมา เศษพืชผัก หมักในที่ที่ไม่มีอากาศหรืออากาศเข้าไม่ถึง และเศษอาหาร

(ผสมกับน้ำ 1 ต่อ 1 โดยปริมาตร)

การย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในธรรมชาติ

ก๊าซชีวภาพ

ปุ๋ยอินทรีย์

อากาศเล็ก ๆ อยู่ตลอดเวลา ก๊าซที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยานี้เราเรียกว่า ก๊าซชีวภาพหรือไบโอแก๊ส ซึ่งพบว่า ก๊าซชีวภาพนี้จะประกอบด้วยก๊าซมีเทน (ก๊าซติดไฟได้ชนิดหนึ่ง) เป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้ก๊าซชีวภาพสามารถนำมาใช้เป็นก๊าซเชื้อเพลิงได้ เราสามารถที่จะทำการผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับใช้ในครัวเรือนได้เอง โดยก๊าซชีวภาพที่ผลิตขึ้นได้นี้สามารถนำมาใช้เป็นก๊าซสำหรับการหุงต้มและประกอบอาหารได้

เป็นอย่างดีเหมือนก๊าซหุงต้มที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดโดยทั่วไปนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การผลิตไฟฟ้าผลพลอยได้จากการมีอ่างเก็บน้ำ

จากที่ได้กล่าวแล้วว่าเขื่อนเก็บน้ำ ( Storage dam ) เป็นเขื่อนเอนกประสงค์ ( Multipurpose dam ) ผลพลอยได้อีกอย่างหนึ่งของเขื่อนเอนกประสงค์ก็คือ สามารถใช้ในการผลิตไฟฟ้าได้ เนื่องจากความแตกต่างของระดับน้ำ เราสามารถแปลงพลังงานที่ได้จากความแตกต่างของระดับน้ำจากพลังงานกลมาเป็นพลังงานไฟฟ้าดังที่ได้กล่าวมาแล้ว (รูปที่ 15)

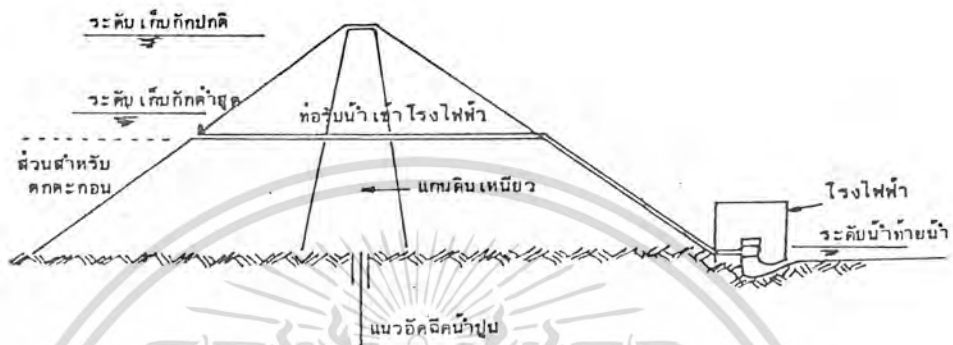
มีผู้เข้าใจผิดเป็นจำนวนมากเกี่ยวกับการทำงานของการผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำว่า จะต้องเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าตลอดเวลา ดังนั้นจึงขออธิบายหลักการคร่าว ๆ ในการผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำดังนี้

การผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำ ดำเนินโดยการปล่อยน้ำซึ่งอยู่ในระดับสูง (หน้าเขื่อน) ให้ไหลผ่านกังหันน้ำ ( Turbine ) ไปสู่ระดับต่ำกว่า (ท้ายเขื่อน) การที่น้ำไหลผ่านกังหันน้ำ จะทำให้กังหันน้ำหมุนไปด้วย และกังหันน้ำนี้จะมีแกนเชื่อมกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ( Generator ) ซึ่งประกอบด้วยแม่เหล็กและขดลวดทองแดง เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะหมุนตามกังหันน้ำ ซึ่งได้รับแรงจากน้ำที่ไหลต่างระดับ ทำให้เกิดกระแสแม่เหล็กตัดกับขดลวดทองแดง ทำให้เกิดไฟฟ้าขึ้น ตัวอย่างที่เห็นง่าย ๆ ในชีวิตประจำวันก็คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าของรถจักรยานสองล้อหมุนด้วยการเคลื่อนที่ของล้อรถจักรยาน และล้อรถจักรยานหมุนได้ก็ด้วยพลังงานที่เราใช้ในการถีบรถให้จานโซ่หมุน จานโซ่ก็จะดึงโซ่ให้หมุนตาม แล้วไปดึงล้อให้หมุน ล้อก็จะไปทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน กระแสแม่เหล็กที่เกิดจากแม่เหล็กภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็ตัดกับขดลวดที่อยู่ภายใน เกิดเป็นไฟฟ้าแสงสว่างในการส่องทางแก่รถจักรยานสองล้อ

จากวิธีการผลิตไฟฟ้าดังกล่าวจะเห็นว่า ขบวนการในการผลิตง่ายมาก เพียงแต่เปิดบานประตูให้น้ำไหลผ่านกังหันน้ำ ซึ่งไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ก็จะได้กระแสไฟฟ้าแล้ว ขบวนการนี้ใช้เวลาไม่เกิน 10 นาที ในการผลิตไฟฟ้า

ตามปกติเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ติดตั้งไว้ตามเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำ ถ้าเดินทุกเครื่องตลอดเวลาเพื่อผลิตไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง เดินเครื่องเพียง 2 - 3 เดือน น้ำก็หมดเขื่อนแล้วก็คอยไปอีกจนถึงฤดูฝนปีต่อไปเพื่อรับน้ำจึงจะเดินเครื่องได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตั้งนั้น จึงเป็นปัญหาว่าทำไมจึงต้องไปปิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหลายเครื่องในแต่ละ  
เดือน ในเมื่อติดเข้าไปแล้วก็สามารถเดินได้เพียงระยะสั้น ๆ ในแต่ละปี

ต้องขอให้พิจารณาถึงความต้องการใช้ไฟฟ้าภายในช่วงเวลา 1 วันของคนเราบ้างว่า  
เราใช้ไฟฟ้ากันอย่างไร

เริ่มตั้งแต่เช้าประมาณตี 4 ตี 5 พ่อค้าแม่ค้าที่ค้าขายในตอนเช้าตื่น เปิดไฟฟ้าให้  
แสงสว่างในบ้านเรือน ความต้องการไฟฟ้าก็เริ่มมากขึ้น นอกจากไฟฟ้าใช้สำหรับแสงสว่าง บางบ้าน  
ก็อาจหุงข้าวด้วยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า บางบ้านก็ต้มน้ำด้วยกาไฟฟ้า การเปิดตู้เย็นของฟุ่มเพื่อยในอดีต  
ซึ่งกลายเป็นของจำเป็นในบ้านในยุคปัจจุบัน ก็ทำให้หม้อเตอรตู้เย็นต้องทำงานมากขึ้น จนถึง  
ประมาณ 6 โมงเช้าพระอาทิตย์เริ่มขึ้น มีแสงสว่างธรรมชาติ เนื่องจากค่าไฟฟ้าแพง คนในบ้าน  
ก็ทยอยกันปิดไฟแสงสว่าง การหุงหาอาหารที่ต้องใช้เครื่องไฟฟ้าก็เริ่มทยอยกันเสร็จ ความต้องการ  
ไฟฟ้าก็จะค่อย ๆ ลดลง เพราะผู้คนก็เริ่มทยอยออกจากบ้านไปโรงเรียน ไปทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทย มีอัตราเพิ่มขึ้นมาจากปี พ.ศ. 2500 ซึ่งกำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยมีรวมกันทั้งหมด 100,900 กิโลวัตต์ มาในปี พ.ศ. 2525 กำลังผลิตรวมทั้งหมด 4,081,100 กิโลวัตต์ ซึ่งหมายความว่าความต้องการเพิ่มอัตราเฉลี่ย 16% ต่อปี ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่โดยตรงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตที่จะต้องหาแหล่งพลังงานเพิ่มเติมมาให้เพียงพอ กับความต้องการของประเทศ ดังที่ได้อธิบายมาแล้วว่าการผลิตไฟฟ้าต้องมีทั้งการใช้พลังความร้อน และการใช้พลังน้ำเป็นตัวผลิตประกอบกัน ดังนั้นจึงต้องมีการก่อสร้างเขื่อนเพื่อผลิตไฟฟ้าขึ้นใหม่ ๆ เสมอ แต่ประโยชน์จริง ๆ ที่เขื่อนเหล่านี้ได้ให้ นั้น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตจะได้รับเพียง 15 หรือ 20 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วนที่เหลือจะเป็นไปเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ เช่น การชลประทาน การป้องกันน้ำท่วม การท่องเที่ยว

จากภาพ 17 ซึ่งแสดงการจ่ายน้ำของเขื่อนศรีนครินทร์ จะเห็นว่าการจ่ายน้ำออกจากเขื่อนศรีนครินทร์นั้น ความมากน้อยของน้ำที่จ่ายออกมาเป็นไปตามความต้องการทางชลประทานเป็นส่วนใหญ่ ปริมาณน้ำที่ใช้เพื่อการผลิตไฟฟ้าโดยตรงนั้น เป็นเพียงส่วนน้อยเท่านั้น เมื่อเทียบกับความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรม ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าการผลิตไฟฟ้าเป็นเพียงผลพลอยได้ส่วนหนึ่งเท่านั้นของการสร้างเขื่อน แต่ผลได้ที่เป็นส่วนใหญ่จริงๆ คือ เกษตรกรในพื้นที่ชลประทานนั่นเอง ดังจะเห็นได้ว่าในฤดูฝนปริมาณน้ำที่เข้าเขื่อนมีมาก แต่จ่ายออกจากเขื่อนน้อย เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรมได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติ ไม่มีความต้องการน้ำไปใช้เขื่อนศรีนครินทร์ ก็จะเก็บน้ำเหล่านี้เอาไว้ และเมื่อพ้นฤดูฝนความต้องการที่จะใช้น้ำเพื่อการปลูกพืชในฤดูแล้ง การปลักดินน้ำเค็ม และเพื่อการอุปโภคบริโภคมีมากขึ้น เขื่อนศรีนครินทร์ก็จะปล่อยน้ำลงไป ทำให้ปริมาณน้ำในลำน้ำมีมากกว่าธรรมชาติ ทำให้สามารถใช้น้ำเพื่อกิจการต่าง ๆ ได้อย่างไม่ขาดแคลน และการระบายน้ำจากเขื่อนศรีนครินทร์เพื่อลงไปใช้ในระบบชลประทานและอื่น ๆ นี้เองที่ปล่อยน้ำผ่านเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แทนที่จะปล่อยน้ำไปเฉย ๆ ซึ่งไม่เกิดคุณค่าอะไรเลย กลับทำให้เรามีราคาขึ้น เช่น เขื่อนศรีนครินทร์ ใช้น้ำ 4.12 ม<sup>3</sup> เพื่อผลิตไฟฟ้า 1 หน่วย หรือราคา ซึ่งการไฟฟ้าฝ่ายผลิตขายให้ฟิฟานครหลวง 1.39 บาท/หน่วย ทำให้คิดว่าได้ว่าน้ำที่ผ่านเขื่อนศรีนครินทร์ ราคา 33.7 สตางค์ต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร หรือน้ำที่ผ่านเขื่อนภูมิพลใช้ปริมาตร 4.32 ม<sup>3</sup> เพื่อผลิตไฟฟ้า 1 หน่วย หรือราคาประมาณ 32.2 สตางค์ต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากลวามีพลเมืองน้อย และการจ่ายพลังไฟฟ้าให้แก่ประชาชนถูกจำกัดอยู่ เฉพาะในเมืองใหญ่ ส่วนในชนบทยังไม่สามารถรับพลังไฟฟ้าได้ เพราะเป็นลักษณะชุมชนเล็ก ๆ และอยู่กันกระจัดกระจาย การที่จะลงทุนเดินสายไฟฟ้าไปตามชุมชนเล็ก ๆ เหล่านี้ ค่าลงทุน จะสูง

ส่วนในประเทศไทย ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ฉบับที่ 5 วางแผนที่จะ ให้ทุกตำบลของประเทศมีไฟฟ้าใช้ ดังนั้นความต้องการพลังไฟฟ้าก็จะยิ่งเพิ่มมากขึ้น การไฟฟ้า ฝ่ายผลิต ฯ มีหน้าที่ในการหาพลังงานไฟฟ้ามาสำรองสำหรับความต้องการของผู้ใช้ที่เพิ่มขึ้น ทุกปี ดังนั้นการก่อสร้างแหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งพลังความร้อนและพลังน้ำก็คงยังต้องมีต่อไป อย่างไม่หยุดยั้ง

แม้แต่ในประเทศแถบยุโรปซึ่งการเพิ่มของประชากรเป็นศูนย์หมายความว่า อัตรา การเกิดและตายของประชากรในประเทศมีเท่ากัน ซึ่งแสดงว่าพลเมืองไม่มีการเพิ่ม เพราะการ วางแผนครอบครัวดี ความต้องการพลังงานไฟฟ้าก็ยังเพิ่มขึ้นทุกปี ในยุโรปได้มีการพัฒนาแหล่งน้ำ จนสมบูรณ์แล้ว ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำได้เพิ่มเติม พลังความร้อนที่ใช้ น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ก็ต้องซื้อจากนอกประเทศ ในปัจจุบันจึงพยายามหันไปเพิ่มการผลิตพลังไฟฟ้าปรมาณู เพราะเป็น แหล่งผลิตที่ให้พลังงานถูกที่สุด เมื่อเทียบกับแหล่งผลิตอื่น ๆ ที่จะได้ ทำได้ ดังจะเป็นจากข่าว หนังสือพิมพ์บ่อย ๆ ว่าประชาชนเดินขบวนคัดค้านการสร้างโรงไฟฟ้าปรมาณู แต่รัฐบาลของ ประเทศเหล่านั้นก็ยังคงสร้าง ทั้งนี้เพราะรัฐบาลของประเทศเหล่านั้นมีหน้าที่ในการหาแหล่ง พลังงานสำรองสำหรับใช้ในประเทศ ทำให้ต้องทำเช่นนั้น ประชาชนผู้เดินขบวนคัดค้านเหล่านี้ ถ้าหากทำได้สำเร็จ ก็จะปรากฏผลในช่วงอนาคต 5 - 10 ปีข้างหน้า ซึ่งจำนวนพลังงานที่ ผลิตได้จะไม่พอกับความต้องการของการใช้ไฟฟ้า ก็จะต้องดับเป็นเขต ๆ เพื่อให้อีกเขตหนึ่งมี ไฟฟ้าใช้ ดังเช่น ที่ฟิลิปปินส์เกิดขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากการวางแผนการผลิตไฟฟ้าผิดพลาด และการแก้ไขก็ต้องใช้เวลาหลายปี เพราะการก่อสร้างไฟฟ้าแต่ละโรงไม่ใช่ของที่จะทำกันภายใน เวลาไม่กี่เดือน

การวางแผนเกี่ยวกับการสร้างเขื่อนใหญ่ จะต้องมีข้อมูลที่มากเพียงพอและถูกต้อง เพราะเขื่อนใหญ่มีผลกระทบต่อสิ่งต่าง ๆ มากมาย เช่น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการดำรง ชีวิตของสัตว์น้ำ การมีน้ำเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการชลประทาน การลงทุนของประเทศ การมีงานทำ ของคนในประเทศ และปริมาณความต้องการไฟฟ้าของประชาชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในประเทศที่เจริญแล้วถึงขนาดมีระบบสูบน้ำขึ้นไปไว้ในระดับสูง เพื่อปล่อยน้ำลงมาทำไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด บางแห่งก็ทำเป็นอ่างเก็บน้ำไว้ขูดเขาอ่างหนึ่ง แล้วมีอ่างเก็บน้ำไว้ที่เชิงเขาอีกอ่างหนึ่ง มีโรงไฟฟ้าพลังน้ำอยู่ที่เชิงเขา ตอนช่วงที่พลังไฟฟ้าจากโรงพลังความร้อนเหลือเช่น ช่วงดึก ๆ ก็จะใช้ไฟฟ้าที่เหลือ ใส่อเข้าไปในเครื่องปั่นไฟ เครื่องปั่นไฟนั้นก็ จะทำหน้าที่หมุนสูบน้ำในอ่างข้างล่างขึ้นไปเก็บไว้ข้างบน พอถึงช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้ามาก เช่น ช่วงหัวค่ำของวันรุ่งขึ้นก็จะปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำข้างบนผ่านเครื่องปั่นไฟ ก็จะได้ไฟฟ้าออกมาใช้ และน้ำก็จะลงไปอยู่ในอ่างข้างล่าง สลับกันเช่นนี้ก็มี

ปัจจุบันการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย กำลังดำเนินการก่อสร้างระบบทำไฟฟ้าแบบสามารถสูบกลับได้ ( Pump Turbine ) ที่เขื่อนศรีนครินทร์ โดยมีอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์เป็นอ่างบนและอ่างเก็บน้ำเขื่อนท่าทุ่งนาเป็นอ่างล่าง ระบบสูบกลับนี้มี 2 เครื่อง จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทั้งหมด 5 เครื่อง ของเขื่อนศรีนครินทร์ การเริ่มดำเนินการติดตั้งระบบสูบน้ำกลับที่เขื่อนศรีนครินทร์ แสดงให้เห็นว่าการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้เริ่มมองเห็นแล้วว่าแหล่งน้ำที่จะนำมาพัฒนาใช้ผลิตไฟฟ้าใหญ่ ๆ นั้นมีน้อยลงเต็มที่ และต่อไปปัญหาเรื่องการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำเสริมในช่วงความต้องการพลังงานสูงสุดจะเริ่มมีมากขึ้น จึงเริ่มดำเนินการที่เขื่อนศรีนครินทร์เป็นแห่งแรก และในอนาคตภายในไม่เกิน 20 ปีนี้ ความจำเป็นที่จะต้องสร้างเฉพาะระบบสูบกลับคงจะ ต้องมีขึ้นแน่นอน เพียงแต่การศึกษาความเหมาะสมจะก่อสร้างได้ที่ไหนเท่านั้นเอง

แล้วทำไมเราไม่ใช่พลังน้ำผลิตไฟฟ้าทั่วประเทศเพราะต้นทุนถูกกว่า ทำไมต้องไปใช้พลังความร้อนมาผลิตไฟฟ้าด้วยทั้ง ๆ ที่ต้นทุนแพงกว่า ทั้งนี้เพราะแหล่งผลิตไฟฟ้าพลังน้ำของประเทศมีไม่พอกับความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศ จึงต้องมีการใช้พลังความร้อนมาผลิตไฟฟ้าร่วมด้วย และอีกประการหนึ่งการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังน้ำขึ้นอยู่กับธรรมชาติเป็นสำคัญ ถ้าปีไหนฝนน้อยปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำน้อย เป็นผลให้การผลิตไฟฟ้าต้องลดลงด้วย ดังนั้นความแน่นอนในการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังน้ำจะมีน้อยมาก ในสภาพของประเทศไทยถ้าความแน่นอนของไฟฟ้าไม่มี ลองคิดว่าความเสียหายจะเกิดขึ้นขนาดไหน ถ้าโรงงานอุตสาหกรรมไม่สามารถดำเนินการผลิตตามสายงานซึ่งมีกำหนดเวลาแน่นอนได้ หรือต้องดับไฟเป็นเขต ๆ สลับกันไป

ประเทศที่ประสบความสำเร็จอย่างมากในการใช้ไฟฟ้าพลังน้ำในประเทศ คือ ประเทศลาว เขื่อนใหญ่ที่สุดที่ลาวมีคือ เขื่อนน้ำงึม ปัจจุบันผลิตไฟฟ้าได้เกินความต้องการของประเทศ จนลาสามารถส่งพลังงานไฟฟ้ามาขายให้ไทยได้เป็นสินค้าออก ที่ทำรายได้ให้แก่ลาว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝ่ายผลิตไป ถึงแม้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตจะเอาไปขายก็ไม่ใช่ประโยชน์ไม่คุ้มค่าก็ไม่ใช่ เพราะ  
ในระยะแรกก็ต้องยอมเสียอะไรบ้าง เมื่อโรงงานแยกก๊าซเสร็จก็ส่งก๊าซเข้าแยกที่โรงงาน ตอนนี้  
ค่อยทำประโยชน์จากก๊าซธรรมชาติได้คุ้มค่าน้อย

กลับมาเรื่องการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังน้ำจากที่ได้อธิบายไว้แล้วว่า การผลิตทำได้  
ง่ายใช้เวลาไม่กี่นาทีก็จ่ายไฟฟ้าได้ ตามหลักการจึงใช้ผลิตเป็นตัวเสริมความต้องการในช่วงที่มี  
การเปลี่ยนแปลงความต้องการพลังงาน(ช่วงยอด) ส่วนในช่วงที่ความต้องการพลังงานน้อย (ช่วงตึก)  
ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำมาช่วยเสริมในระบบเลย เพราะความ  
สามารถในการผลิตไฟฟ้าจากพลังความร้อนก็มีเพียงพออยู่แล้ว แต่ในรูปได้แสดงว่ายังมีการเดิน  
เครื่องผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำอยู่

สาเหตุที่เป็นเช่นนั้นเนื่องจากการรักษาสภาพของลำน้ำเอาไว้ เพราะถ้าผลิต  
ไฟฟ้าตามทฤษฎี เมื่อหมดความจำเป็นที่จะต้องเสริมความต้องการพลังไฟฟ้าก็หยุดผลิต เมื่อมี  
ความจำเป็นก็ผลิต สภาพของลำน้ำจะเปลี่ยนแปลงมากในแต่ละวันเนื่องจากมีสภาพน้ำแห้งใน  
ลำน้ำเมื่อหยุดผลิต น้ำมากเมื่อมีการผลิตไฟฟ้า อันจะส่งผลกระทบต่อสภาพการดำรงชีวิตของพืช  
และสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในลำน้ำนั้น ดังนั้นตามปกติอย่างน้อยที่สุดจะมีการเดินเครื่องไฟฟ้า 1  
เครื่อง เพื่อให้มีน้ำในลำน้ำตลอดเวลา ตามเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้ว และเครื่องไฟฟ้าที่ติดตั้งตาม  
เขื่อนจะเดินทุกเครื่อง ในช่วงที่ความต้องการไฟฟ้าขึ้นสูงสุด ( Peak load ) จำนวนเครื่อง  
ที่เดินจะเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการไฟฟ้า ถ้าต้องการเสริมไม่มากก็ไม่จำเป็นต้องเดินทุกเครื่อง  
ที่ติดตั้งอยู่ เช่น ในตอนกลางวันอาจจะเดินเครื่องเพียง 1 หรือ 2 เครื่อง จากจำนวนที่ติดตั้ง  
ทั้งหมดก็ได้

ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในเวลาหัวค่ำ เป็นเรื่องที่ผู้ผลิตไฟฟ้าทุกประเทศ  
ต้องประสบกับปัญหา เพราะการที่จะเดินเครื่องพลังความร้อนให้ผลิตไฟฟ้า ได้ถึงความต้องการ  
ในช่วงสูงสุด ( Penk ) จำนวนพลังงานที่ผลิตได้แต่ไม่มีผู้ใช้ในช่วงที่ความต้องการไม่สูง ก็  
สูญเสียไปโดยใช่เหตุ เป็นการเพิ่มต้นทุนของการผลิต การจะเสริมความต้องการช่วงสูงสุดด้วย  
เครื่องยนต์เบนซินและดีเซลก็ทำได้ง่าย แต่ค่าใช้จ่ายในการผลิตแพงกว่าพลังความร้อนหลาย  
เท่าตัว ดังนั้นแหล่งเสริมที่ดีที่สุดที่ทุกประเทศมีความเห็นตรงกันก็คือ พลังน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือถ้าจะเดินเครื่องกันก็เดินกันเป็นเดือนกันเลย การที่จะหยุดก็หมายถึงเพื่อตรวจสอบประจําวงวด หรือพบเหตุผิดปกติเท่านั้นเอง

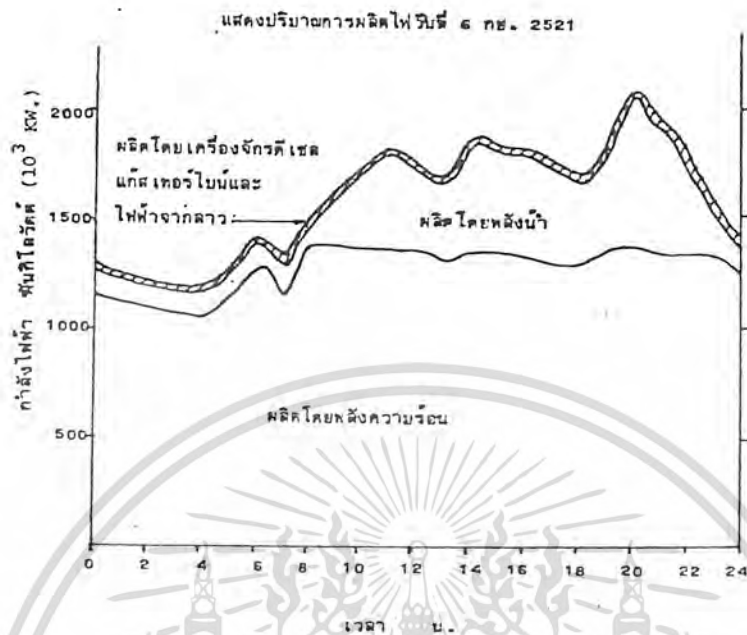
การผลิตไฟฟ้าด้วยความร้อนจะให้พลังงานที่ค่อนข้างจะคงที่ การลดหรือเพิ่มการผลิตจะทำได้แต่ไม่มากนัก ดังนั้นในโลกนี้จึงใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังความร้อนเป็นพื้นฐาน (Based load ) ส่วนช่วงที่เปลี่ยนแปลงไปมาอย่างรวดเร็วในแต่ละวันจะผลิตเสริมด้วยพลังน้ำ หรือผลิตจากเครื่องยนต์ ซึ่งใช้น้ำมันเบนซิน หรือน้ำมันดีเซล หรือเครื่องแก๊สเทอร์โบเป็น ตัวเสริม ในประเทศไทยปัจจุบันการผลิตไฟฟ้าด้วยวิธีพลังความร้อนใช้เชื้อเพลิง 3 ชนิดคือ

1. น้ำมันเตา
2. ถ่านหิน ( Lignite)
3. แก๊สธรรมชาติ

ซึ่งมีข้อแตกต่างกันด้านผลดี ผลเสีย ดังนี้ น้ำมันเตาข้อเสียคือ ต้องซื้อจาก ต่างประเทศ ในขณะที่ประเทศเราผลิตเองไม่ได้หรือได้ก็น้อยเพียงไม่ถึง 1 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณ ที่ได้ ก็เท่ากับว่าเราต้องคอยส่งเงินออกไปให้ต่างประเทศอยู่เรื่อย ๆ ทุกปี ข้อดีคือเผาแล้วไม่มีเศษ ( Waste ) มากมายนัก ซึ่งผิดกับถ่านหิน ซึ่งมีข้อเสียคือ มีเศษ ( Waste ) ขี้เถ้าที่จะต้อง หาทางกำจัดเป็นจำนวนมาก แต่ข้อดีของถ่านหินก็คือ เป็นทรัพยากรในประเทศ ต้นทุนค่าใช้จ่าย ในการทำมาเป็นเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนเท่ากันจะถูกกว่าน้ำมันเตา แต่ทรัพยากรพวกนี้ก็มีจำกัดใช้ แล้วก็หมดไป อันสุดท้ายคือ แก๊สธรรมชาติ ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงได้ดีมาก ไม่มีขี้เถ้าให้ปวดหัวว่าจะ ทิ้งที่ไหน ราคาถูกเมื่อเทียบกับน้ำมันเตา เพราะเป็นทรัพยากรธรรมชาติในบ้านเราเอง แต่แก๊ส ธรรมชาตินี้ถ้าเราเอาไปเข้าโรงงานแยกแก๊สธรรมชาติ จะได้แก๊สชนิดต่าง ๆ ออกมามากมาย ซึ่งใน จำนวนปริมาตรเดียวกัน ถ้าเอาไปขายจะมีราคามากกว่าที่จะเอามาเผาทำเชื้อเพลิงมากมายนัก

พอถึงตอนนี้ก็ต้องมีคนตั้งคำถามว่า แล้วทำไมถึงพลาดพร่าทรัพยากรของชาติด้วย การเผาทำไฟฟ้าด้วยแล้ว คำตอบก็คือ ถ้าการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยไม่รับเป็นลูกค้าของ การปิโตรเลียมแล้ว การปิโตรเลียมก็จะไม่สามารถพัฒนาแหล่งแก๊สธรรมชาติขึ้นมาได้ เพราะ ถ้าพัฒนาแล้วมีลูกค้านิดเดียวเมื่อเทียบกับแก๊สที่มี รายได้ที่ได้รับจากการขายแก๊สก็ไม่คุ้มค่างับค่า ดอกเบี้ยที่ลงทุนผู้เข้ามาพัฒนาแหล่งแก๊ส การที่มีการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเป็นตัวยื่น ในการซื้อแก๊ส ก็กลายเป็นหลักประกันว่าแก๊สที่ผลิตได้ ถ้าขายให้ใครไม่ได้ก็ขายเหมามาให้การไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การผลิตไฟฟ้าโดยโรงไฟฟ้าพลังความร้อน (The rmal Plant) มีหลักการที่จะให้ความร้อนแก่น้ำ เพื่อให้กลายเป็นไอน้ำแล้วเอาไอน้ำไปดันกังหันไอน้ำ ให้กังหันไอน้ำหมุน เมื่อกังหันไอน้ำหมุนก็จะไปทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน เกิดกระแสไฟฟ้าเหมือนกับการผลิตด้วยพลังน้ำเพียงแต่ต่างกันที่ พลังที่ใช้ขับเคลื่อนกังหันที่ใช้ไอน้ำแทนน้ำเท่านั้น

การให้ความร้อนแก่น้ำให้กลายเป็นไอน้ำ ก็ต้องใช้เชื้อเพลิง เชื้อเพลิงที่ใช้ในการนี้ มีมากมายหลายชนิด เช่น ปรมาณู น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ ขยะ ฟืน แกลบ หรือวัสดุทุกชนิดที่เผาไหม้ได้ การที่จะใช้อะไรเป็นเชื้อเพลิง ก็จะต้องพิจารณาสังประกอบหลายอย่าง เช่น ราคาของวัสดุ ความยาก-ง่ายในการจัดหา ความยาก-ง่ายในการใช้

เมื่อวิธีการผลิตไฟฟ้าโดยความร้อนจะต้องต้มน้ำให้ร้อนจนกลายเป็นไอน้ำ เพื่อเอาไอน้ำไปดันกังหันไอน้ำ ดังนั้นการที่จะผลิตหรือหยุดผลิตจึงทำไม่ได้ทันทีทันใด กว่าจะต้มน้ำจนกลายเป็นไอน้ำให้ใช้ผลิตไฟฟ้าได้ต้องใช้เวลาน้อยกว่า 6 ชั่วโมง และเมื่อจะหยุดผลิตถึงแม้จะไม่ให้ความร้อนแก่น้ำ แต่ก็ยังมีความร้อนสะสมของเตาเผาของน้ำ สามารถผลิตไฟฟ้าต่อได้อีกเป็นชั่วโมง ดังนั้นหลักการของการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังความร้อนจึงไม่นิยมที่จะติด ๆ ดับ ๆ เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

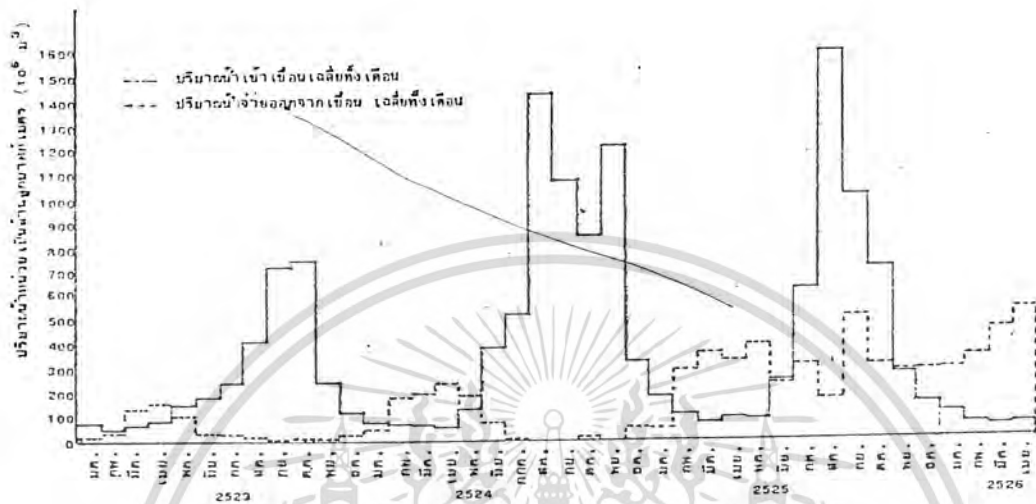
ประมาณ 8.00 น. ความต้องการไฟฟ้าก็เริ่มเพิ่มขึ้นอีก เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมเริ่มทำงาน สถานที่ทำงานร้านค้าเริ่มทยอยกันเปิด ความต้องการไฟฟ้าในช่วงหลังจาก 8.00 น. ก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ไปจนถึง 12.00 น. ซึ่งเป็นเวลาพัก โรงงานอุตสาหกรรมบางแห่งหยุดเครื่องที่ทำงานบางแห่งปิดเครื่องปรับอากาศ ความต้องการไฟฟ้าก็จะลดลง และไปขึ้นอีกทีหลังจาก 13.00 น. แล้วจะไปเริ่มลดความต้องการลงหลังจาก 16.30 น. เนื่องจากงานเลิก ที่ทำงานปิด โรงงานบางโรงงานหยุด ผู้คนเริ่มทยอยกันกลับบ้าน

หลังจาก 18.00 น. ความต้องการไฟฟ้าจะมากขึ้นอีกเนื่องจาก พระอาทิตย์เริ่มลับขอบฟ้า ผู้คนตามบ้านเรือนทยอยกันเปิดไฟฟ้า หุงหาอาหาร บรรดาพวกที่ไม่ชอบอยู่กับบ้านก็อาบน้ำแต่งตัวออกเที่ยวเตร่ การใช้ไฟฟ้าในแหล่งให้ความสำราญ เช่น โรงหนัง อาบอบนวด เริ่มทำงานหนัก ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดของวันจะอยู่ในช่วงหัวค่ำนี้เอง โดยจุดสูงสุดอยู่ประมาณ 20.00 น. แล้วค่อย ๆ ลดลง ยิ่งดึกยิ่งลดจนลดลงต่ำสุด ประมาณ 01.00 - 04.00 น. จากนั้น ความต้องการก็จะเริ่มเพิ่มขึ้นอีกเป็นวัฏจักรของวงจร

แต่ความต้องการไฟฟ้าที่ จุดต่ำสุดก็ไม่ใช่อันศูนย์ เพราะโรงงานอุตสาหกรรมที่ทำงานตลอด 24 ชั่วโมงก็มี และแสงสว่างที่ใช้ตามโรงเรียนหรือสถานที่สาธารณะบางแห่งก็จำเป็นต้องเปิดเอาไว้ แม้แต่ตามบ้านเรือนที่เปิดไฟแสงสว่างนอน แต่อย่างน้อยดูเขียนในบ้านก็ยังทำงานเป็นระยะ

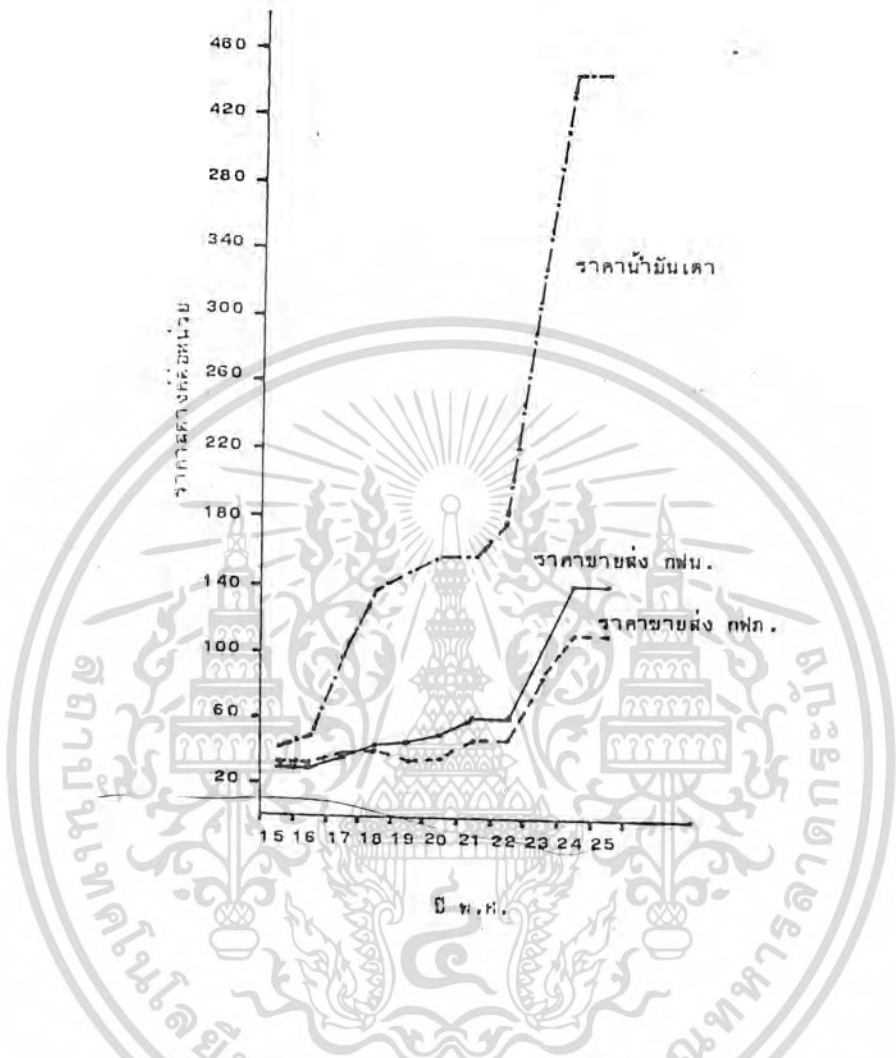
(รูป Daily load curves)

จากภาพจะเห็นได้ว่าการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยมีแหล่งใหญ่ ๆ 2 แหล่งคือ จากความร้อนและจากพลังน้ำ วิธีการผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำได้อธิบายไว้แล้ว ขออธิบายเพิ่มเติมวิธีการผลิตไฟฟ้าจากความร้อน



ราคาค่าผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำต้นทุนถูกกว่าการผลิตจากความร้อนหลายเท่า เนื่องจากไม่จำเป็นต้องเสียค่าเชื้อเพลิง เพราะค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างโรงไฟฟ้าพร้อมกับค่าบำรุงรักษา และดำเนินการผลิตแล้ว โรงไฟฟ้าที่ใช้พลังน้ำกับพลังความร้อนราคาจะใกล้เคียงกัน สิ่งซึ่งทำให้ราคา ค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่างกันคือ ค่าเชื้อเพลิงนั่นเอง

ปัจจุบันเขื่อนภูมิพล การไฟฟ้าฝ่ายผลิตได้ใช้หนี้เงินกู้ที่กู้มาก่อสร้างไปหมดแล้ว ราคาของไฟฟ้าที่ผลิตได้จึงมีราคาเพียงเล็กน้อย เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและดำเนินงานเท่านั้น ส่วนตัวเขื่อนและค่าโรงไฟฟ้าใช้หนี้หมดไปแล้ว เมื่อต้นทุนในการผลิตต่ำไปพร้อมกับ ต้นทุนที่ผลิตจากพลังความร้อนที่แพง ทำให้เป็นสาเหตุให้ค่าไฟฟ้าของประเทศไม่ขึ้นไปเป็นอัตรา ส่วนเดียวกันกับราคาของน้ำมันเตาที่ต้องซื้อจากต่างประเทศ



ดังจะเห็นได้ว่าในปี พ.ศ. 2515 ราคาน้ำมันเตาลิตรละ 41 สตางค์ ราคาขายส่งที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตขายให้การไฟฟ้านครหลวงหน่วยละ 27 สตางค์ หรือเป็น 66% ของราคาน้ำมันเตา แต่ในปัจจุบันน้ำมันเตาราคาลิตรละ 4.46 บาท แต่ราคาขายส่งที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตขายให้การไฟฟ้านครหลวงเพียง 1.43 บาท หรือ 32% ของราคาน้ำมันเตาเท่านั้น (ดูกราฟ) ประจวบ จึงเห็นได้ว่า การผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำมีส่วนช่วยไม่ให้ค่าไฟฟ้าต้องผันผวนไปตามราคาน้ำมันได้อย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้