ศูนย์วิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะกับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น

SOLAR CELL RESEARCH AND DEVELOP CENTER FOR TROPICAL ZONE

A025015

นาย ฑาราธร ยืนยงค์

รหัส 41030217

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 025015
วัน เดือน ปี 22 พ.ย 43

วิทยานพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์	: ศูนย์วิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะกับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น SOLAR CELL RESEARCH AND DEVELOP CENTER FOR TROPICAL ZONE
นักศึกษา	: นาย ฑาราธร ยืนยงค์ รหัส 41030217
อาจารย์ที่ปรึกษา	: อาจารย์ สุทัศน์ จุฬ้ามณี
คณะ	: ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ภาควิชา	: ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
สาขาวิชา	: สถาปัตยกรรม

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ได้ตรวจพิจารณาเห็นชอบแล้ว จึงอนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2542

.....คณะบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
(รศ.ดร.ชวีวรรณ ชินะตระกูล)

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์เบญจวรรณ อุบลศรี)

.....กรรมการ
(อาจารย์สมิทธ์ หวังเจริญ)

.....กรรมการ
(อาจารย์สุทัศน์ จุฬ้ามาณี)

.....กรรมการ
(อาจารย์สมพล ดำรงเสถียร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.....กรรมการ

(อาจารย์สุรศักดิ์ กังขาว)

.....กรรมการ

(อาจารย์สันติ กวินวงศ์ไพบูลย์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ไพศาล เลื่อมวิทยาภุล)

.....กรรมการ

(อาจารย์ทศพร โสตาบรรลุ)

.....กรรมการ

(อาจารย์พัสตราภรณ์ มีศิริ)

.....กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์รามณรงค์ ภูษิตกาญจนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์	: ศูนย์วิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะกับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น SOLAR CELL RESEARCH AND DEVELOP CENTER FOR TROPICAL ZONE
นักศึกษา	: นาย ฑาราธร ยืนยงค์ รหัส 41030217
อาจารย์ที่ปรึกษา	: อาจารย์ สุทัศน์ จุฬ้ามณี
คณะ	: ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ภาควิชา	: ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
สาขาวิชา	: สถาปัตยกรรม

บทคัดย่อ

จากสภาพปัญหาประเทศไทยขาดแคลนพลังงาน เนื่องมาจากความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามีมากขึ้น ทำให้รัฐต้องสูญเสียงบประมาณแผ่นดินประมาณ 25% ในการจัดหาพลังงานมาผลิตไฟฟ้า ซึ่งส่วนใหญ่ได้มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง จึงต้องหาทางแก้ไขการใช้พลังงานสิ้นเปลือง ประกอบกับนโยบายทางด้านพลังงาน ที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน และสำรวจทรัพยากรพลังงานในประเทศที่ยังไม่ถูกนำมาใช้อย่างเต็มที่ เพื่อลดภาระการลงทุนในการจัดหาพลังงาน ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนที่มีทั่วไปไม่จำกัด ไม่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาแปรสภาพเป็นพลังงานไฟฟ้า

ดังนั้นศูนย์วิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะกับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น จึงเป็นโครงการหนึ่งที่ จัดตั้งขึ้นเพื่อตอบสนองนโยบาย และความต้องการของประเทศ ซึ่งตั้งอยู่ที่อุทยานวิทยาศาสตร์ระหว่างมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รังสิต และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย จังหวัดปทุมธานี

ศูนย์วิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะกับภูมิอากาศเขตร้อนชื้นแบ่งส่วนต่างๆภายในโครงการดังนี้

1. ส่วนบริหารโครงการ มีพื้นที่ 349 ตารางเมตร
2. ส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ มีพื้นที่ 1,781 ตารางเมตร
3. ส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ มีพื้นที่ 9,908 ตารางเมตร
4. ส่วนเทคนิค มีพื้นที่ 3,326 ตารางเมตร
5. ส่วนบริการ มีพื้นที่ 1,001 ตารางเมตร

รวมเป็นพื้นที่โครงการศูนย์วิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะกับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น 16,461 ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาการจัดทำวิทยานิพนธ์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม สำเร็จลงได้จากความร่วมมือและความกรุณาจากบุคคลหลายๆ ท่านที่ได้แนะนำให้คำปรึกษาและอนุเคราะห์ข้อมูลรายละเอียดต่างๆ แก่ผู้จัดทำตลอดจนกำลังใจและแนวทางในการแก้ไขอุปสรรค จนสามารถสำเร็จลุล่วงดังที่ปรากฏ

ทางผู้จัดทำขอกราบขอบคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาในการจัดทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงท่านคณะกรรมการในการตรวจวิทยานิพน์ทุกท่าน หน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนที่ได้เอื้อเฟื้อเอกสารข้อมูลและคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนเพื่อนๆ รุ่นน้องและรุ่นพี่ทุกๆ คนที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาช่วยเหลือและบุคคลที่สำคัญที่สุด คือ บิดามารดาของผู้จัดทำที่คอยเป็นกำลังใจและสนับสนุนด้านงบประมาณค่าใช้จ่ายต่างๆ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ หากมีคุณค่าและประโยชน์ทางวิชาการ ขอให้คุณค่าเหล่านั้นเป็นกุศลที่ผู้จัดทำขอกราบเป็นกตเวทิคุณ แก่ บิดามารดา คณาจารย์และผู้มีพระคุณของผู้จัดทำที่ได้ให้ความเมตตากรุณาและให้ความสนับสนุน ทั้งได้ให้การอบรมเลี้ยงดูและให้การศึกษามาจนถึงปัจจุบัน หากแต่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อบกพร่องประการใด ทางผู้จัดทำขอน้อมรับข้อบกพร่องนั้นไว้

ฑารารัฐ ยืนยงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพประกอบ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 เหตุผลในการเสนอโครงการ	2
1.3 ความเป็นมาของปัญหา	3
1.4 แนวทางการแก้ปัญหา	3
1.5 วัตถุประสงค์ของโครงการและวิทยานิพนธ์	4
1.6 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์	4
1.7 ขอบเขตของการออกแบบ	5
1.8 วิธีการดำเนินวิทยานิพนธ์	6
1.10ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	7
บทที่ 2 การศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้น	
2.1 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านนโยบาย	
2.1.1 การศึกษานโยบายแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่8	8
2.1.2 การศึกษานโยบายด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	8
2.1.3 การศึกษานโยบายด้านพลังงาน	9
2.1.4 การศึกษานโยบายของศูนย์วิจัย	9
2.2 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านเศรษฐกิจ	
2.2.1 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านการลงทุน	10
2.2.2 การศึกษาแหล่งที่มาของเงินทุน	12
2.2.3 การศึกษาผลตอบแทนที่ได้รับ	13
2.3 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านสังคม	
2.3.1 การศึกษาโครงสร้างทางสังคมและการปกครอง	13
2.3.2 การศึกษากลุ่มเป้าหมายและผู้ใช้โครงการ	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.4 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านกายภาพ	
2.4.1 การศึกษาศักยภาพของ จังหวัดปทุมธานี	17
บทที่ 3 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลด้านสถาปัตยกรรม	
3.1 การศึกษาอาคารตัวอย่าง	21
3.2 การศึกษาและวิเคราะห์รายละเอียดโครงการ	
3.2.1 การดำเนินงานของโครงการ	25
3.3 การศึกษาและวิเคราะห์ผู้ใช้โครงการ	
3.3.1 การกำหนดประเภทผู้ใช้โครงการ	33
3.3.2 พฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ	33
3.3.3 การวิเคราะห์จำนวนผู้ใช้โครงการ	40
3.4 การศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานของโครงการ	
3.4.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบและความต้องการพื้นที่ใช้สอย	46
3.4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ	80
3.5 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถาปัตยกรรม	
3.5.1 การศึกษาและวิเคราะห์ห้องประชุม	93
3.5.2 การศึกษาและวิเคราะห์ห้องสมุด	97
3.5.3 การศึกษาและวิเคราะห์ส่วนจัดนิทรรศการ	103
3.5.4 การศึกษาและวิเคราะห์ส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์	124
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านระบบเทคนิค	
3.6.1 การวิเคราะห์ระบบโครงสร้าง	150
3.6.2 การวิเคราะห์ระบบโครงสร้างพื้น	150
3.6.3 การวิเคราะห์ระบบประปา	151
3.6.4 การวิเคราะห์ระบบระบายน้ำฝน	152
3.6.5 การวิเคราะห์ระบบบำบัดน้ำเสีย	152
3.6.6 การวิเคราะห์ระบบปรับอากาศ	152
3.6.7 การวิเคราะห์ระบบกำจัดขยะ	158
3.6.8 การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง	158
3.6.9 การวิเคราะห์ระบบป้องกันฟ้าผ่า	159

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6.10 การวิเคราะห์ระบบติดต่อสื่อสาร	160
3.6.11 การวิเคราะห์ระบบป้องกันอัคคีภัย	160
3.6.12 การวิเคราะห์ระบบรักษาความปลอดภัย	161
3.6.13 การวิเคราะห์ระบบโทรศัพท์	162
3.6.14 การวิเคราะห์ระบบเดินสายไฟ	163
3.6.15 การวิเคราะห์ระบบสำรองจ่ายไฟ	163
3.7 การวิเคราะห์รายละเอียดที่ตั้งโครงการ	165
บทที่ 4 ขั้นตอนการออกแบบทางสถาปัตยกรรม	
4.1 แนวความคิดในการออกแบบสถาปัตยกรรม	174
4.1.1 แนวความคิดในการวางผังอาคาร	174
4.1.2 แนวความคิดในการจัดพื้นที่ภายใน	174
4.1.3 แนวความคิดในการออกแบบภายนอกอาคาร	175
4.2 ผลงานการออกแบบทางสถาปัตยกรรม	176
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 บทสรุปผลการทำวิทยานิพนธ์	192
5.2 ข้อเสนอแนะ	192
บรรณานุกรม	193
ภาคผนวก	194

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	แสดงการผลิตไฟฟ้าแยกตามเชื้อเพลิง	10
ตารางที่ 2.2	แสดงการใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ	11
ตารางที่ 2.3	แสดงการใช้ไฟฟ้าในเขตภูมิภาค	11
ตารางที่ 2.4	แสดงการใช้ไฟฟ้าในเขตนครหลวง	11
ตารางที่ 2.5	แสดงแผนงานส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ	12
ตารางที่ 2.6	แสดงจำนวนนักเรียนที่สังกัด กรมสามัญศึกษา	14
ตารางที่ 2.7	แสดงจำนวนนักเรียน สาขาไฟฟ้า สังกัดการศึกษานอกระบบ	15
ตารางที่ 2.8	แสดงจำนวนนักเรียน สาขาไฟฟ้า สังกัดสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (กรุงเทพฯและปริมณฑล)	15
ตารางที่ 2.9	แสดงจำนวนนักเรียน สาขาไฟฟ้า สังกัดการศึกษานอกระบบ (กรุงเทพฯและปริมณฑล)	15
ตารางที่ 2.10	แสดงจำนวนนักเรียน สาขาไฟฟ้า สังกัดกรมอาชีวในระบบ(ทั่วประเทศ)	15
ตารางที่ 2.11	แสดงจำนวนนักเรียน สาขาไฟฟ้า สังกัดกรมอาชีวในระบบ (กรุงเทพฯและปริมณฑล)	15
ตารางที่ 2.12	แสดงจำนวนนักเรียน สาขาไฟฟ้า สังกัดสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (ทั่วประเทศ)	16
ตารางที่ 2.13	แสดงจำนวนนักเรียน วิศวกรรมไฟฟ้า สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย (กรุงเทพฯและปริมณฑล)	16
ตารางที่ 2.14	แสดงสถิติกลุ่มนักวิชาการ	17
ตารางที่ 3.1	แสดงการศึกษาอาคารตัวอย่างภายในประเทศและภายนอกประเทศ	22
ตารางที่ 3.2	แสดงหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละส่วนในโครงการ	26
ตารางที่ 3.3	แสดงอัตรากำลังและหน้าที่บุคลากรในโครงการ	29
ตารางที่ 3.4	แสดง user time ของผู้ใช้โครงการ	39
ตารางที่ 3.5	แสดงจำนวนนักศึกษา สาขาไฟฟ้า (ทั่วประเทศ)	40
ตารางที่ 3.6	แสดงจำนวนนักศึกษา สาขาไฟฟ้า (กรุงเทพฯและปริมณฑล)	40
ตารางที่ 3.7	แสดงแผนการจัดฝึกอบรมและสัมนา	41
ตารางที่ 3.8	แสดงสถิติผู้เข้าชมศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา	44
ตารางที่ 3.9	แสดงขนาดพื้นที่มาตรฐานอาคารประเภทที่ทำการราชการ	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 3.10	แสดงการวิเคราะห์พื้นที่ห้อง PHYSICAL LABORATION	48
ตารางที่ 3.11	แสดงการวิเคราะห์พื้นที่ห้อง CHEMICAL LABORATORY	49
ตารางที่ 3.12	แสดงการวิเคราะห์พื้นที่ของอุปกรณ์ทดลอง	50
ตารางที่ 3.13	แสดงการวิเคราะห์พื้นที่การจัดนิทรรศการส่วนนิทรรศถาวร	56
ตารางที่ 3.14	แสดงขนาดห้อง AIR HANDING UNITS (A.H.U.)	69
ตารางที่ 3.15	แสดงขนาดห้องเครื่องปรับอากาศ (CHILLER)	70
ตารางที่ 3.16	แสดงขนาดของถังผึ่งน้ำ (COOLING TOWER)	70
ตารางที่ 3.17	แสดงปริมาณขนาดของเครื่องปรับอากาศในโครงการ	70
ตารางที่ 3.18	สรุปพื้นที่ใช้สอยขององค์ประกอบของโครงการ	72
ตารางที่ 3.19	แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักของโครงการ	80
ตารางที่ 3.20	แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบส่วนบริหาร	81
ตารางที่ 3.21	แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์ฯ	82
ตารางที่ 3.22	แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ	83
ตารางที่ 3.23	แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบส่วนห้องสมุด	84
ตารางที่ 3.24	แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโถงทางเข้า	86
ตารางที่ 3.25	แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบงานจัดแสดง	87
ตารางที่ 3.26	แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบงานเทคนิคพิพิธภัณฑ์	88
ตารางที่ 3.27	แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบห้องประชุม	90
ตารางที่ 3.28	แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบส่วนบริการ	91
ตารางที่ 3.29	แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่จอดรถ	92
ตารางที่ 3.30	แสดงค่าปริมาตรต่อที่นั่งในห้องประชุมประเภทต่างๆ	97
ตารางที่ 3.31	แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องผลิตเซลล์แสงอาทิตย์	135
ตารางที่ 3.32	แสดงองค์ประกอบและพื้นที่ในห้องผลิตเซลล์แสงอาทิตย์	142
ตารางที่ 3.33	แสดงขนาดของช่องติดต่อโทรศัพท์สาธารณะ	162

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ

		หน้า
ภาพที่ 2.1	แสดงที่ตั้ง จังหวัดปทุมธานี	20
ภาพที่ 2.2	แสดงแผนที่อาณาเขตและการติดต่อ จังหวัดปทุมธานี	20
ภาพที่ 3.1	แสดงการจัดวางองค์ประกอบในห้องผลิตเซลล์แสงอาทิตย์	140
ภาพที่ 3.2	แสดงขนาดพื้นที่ของห้องผลิตเซลล์ฯ	140
ภาพที่ 3.3	แสดงการจัดองค์ประกอบห้องเตรียมแผ่น silicon	141
ภาพที่ 3.4	แสดงโครงสร้าง ระบบ PECVD	143
ภาพที่ 3.5	แสดงรายละเอียดของเครื่องผลิตเซลล์ฯ	144
ภาพที่ 3.6	แสดงระบบ SCHEMATIC OF PUMPING SYSTEM	145
ภาพที่ 3.7	แสดงโครงสร้าง ระบบ SPUTTERRING	147
ภาพที่ 3.8	แสดงองค์ประกอบของห้องสะอาด (COMPOSITION OF CLEAN ROOM)	155
ภาพที่ 3.9	แสดงลักษณะของห้องสะอาดและอุปกรณ์ต่างๆ ในห้องสะอาดและคนทำงาน	155
ภาพที่ 3.10	แสดงห้องสะอาดแบบธรรมดา	156
ภาพที่ 3.11	แสดงห้องสะอาดแบบการไหลชนิดลามินาร์ในแนวนอน	156
ภาพที่ 3.12	แสดงห้องสะอาดแบบการไหลชนิดลามินาร์ในแนวดิ่ง	157
ภาพที่ 3.13	แสดงลักษณะตัวกรอง HEPA	157
ภาพที่ 3.14	แสดงสภาพแวดล้อมและการเข้าถึงโครงการ	166
ภาพที่ 3.15	แสดงการศึกษาผังแม่บท	167
ภาพที่ 3.16	แสดงการวิเคราะห์พื้นที่ตั้งโครงการและสภาพแวดล้อม	168
ภาพที่ 3.17	แสดงการจัดการสัญจรภายในโครงการ	171
ภาพที่ 3.18	แสดงการจัดวางองค์ประกอบเพื่อการออกแบบ	172
ภาพที่ 3.19	แสดงการจัดการสัญจรแบบ 3 มิติ	173
ภาพที่ 4.1	แสดงขั้นตอนการดำเนินวิทยานิพนธ์	176
ภาพที่ 4.2	แสดงความเป็นมาของโครงการ	176
ภาพที่ 4.3	แสดง PROJECT PROPOSAL	177
ภาพที่ 4.4	แสดงการศึกษาความเป็นไปได้ด้านนโยบาย	177
ภาพที่ 4.5	แสดงการศึกษาความเป็นไปได้ด้านเศรษฐกิจ	178

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพประกอบ(ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 4.6	แสดงการศึกษาความเป็นไปได้ด้านสังคม	178
ภาพที่ 4.7	แสดงการศึกษาความเป็นไปได้ด้านกายภาพ	179
ภาพที่ 4.8	แสดงการศึกษาอาคารตัวอย่าง	179
ภาพที่ 4.9	แสดงการศึกษาผังการบริหารงานของศูนย์	180
ภาพที่ 4.10	แสดงการศึกษาประเภทและพฤติกรรมผู้ใช้โครงการ	180
ภาพที่ 4.11	แสดงการศึกษาองค์ประกอบและการหาพื้นที่ของโครงการ	181
ภาพที่ 4.12	แสดงการศึกษาข้อมูลทางสถาปัตยกรรม	181
ภาพที่ 4.13	แสดงการศึกษาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ	182
ภาพที่ 4.14	แสดงการศึกษาสถานที่ตั้งโครงการ	182
ภาพที่ 4.15	แสดงการการวิเคราะห์สภาพที่ตั้งโครงการ	183
ภาพที่ 4.16	แสดงการจัดกลุ่มของส่วนประกอบในโครงการ	183
ภาพที่ 4.17	แสดงการสัญจรส่วนต่างๆในโครงการ	184
ภาพที่ 4.18	แสดงการจัดการสัญจรรูปแบบสามมิติ	184
ภาพที่ 4.19	แสดงการศึกษาระบบเทคนิคของโครงการ	185
ภาพที่ 4.20	แสดงการศึกษาระบบเทคนิคของโครงการ	185
ภาพที่ 4.21	แสดงการศึกษาแนวความคิดในการออกแบบ	186
ภาพที่ 4.22	แสดงผังบริเวณของโครงการ	186
ภาพที่ 4.23	แสดงผังพื้นชั้นใต้ดิน	187
ภาพที่ 4.24	แสดงผังพื้นชั้น 1	187
ภาพที่ 4.25	แสดงผังพื้นชั้น 2 และผังพื้นชั้น 3	188
ภาพที่ 4.26	แสดงผังพื้นชั้น 4 และผังพื้นชั้นดาดฟ้า	188
ภาพที่ 4.27	แสดงรูปด้าน 1,รูปด้าน 2,รูปด้าน3,รูปด้าน4	189
ภาพที่ 4.28	แสดงรูปตัด Aและรูปตัด B	189
ภาพที่ 4.29	แสดงทัศนียภาพภายในโครงการ	190
ภาพที่ 4.30	แสดงทัศนียภาพภายนอกโครงการ	190
ภาพที่ 4.31	แสดงหุ่นจำลองของโครงการ	191
ภาพที่ 4.32	แสดงหุ่นจำลองของโครงการ	191

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOLAR CELL RESEARCH & DEVELOP CENTER
FOR TROPICAL ZONE

บทที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ในขณะที่โลกประสบกับปัญหาโลกร้อน ประเทศไทยก็ประสบปัญหาการขาดแคลนพลังงาน จากสถานการณ์การใช้พลังงานในปัจจุบันนับวันจะมีอัตราเพิ่มขึ้น และส่งผลถึงการขาดแคลนพลังงาน จากสภาพปัญหาการใช้พลังงานอย่างไร้ประสิทธิภาพ เนื่องจากประเทศไทยในปัจจุบันมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าช่วงกลางวันเพิ่มมากขึ้น จากข้อมูลการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) ความแตกต่างของความต้องการพลังงานไฟฟ้าช่วงเวลากลางวันกับช่วงเวลากลางคืน โดยในปี พ.ศ. 2539 มีความแตกต่างกันเท่ากับ 4,000 mw. และเพิ่มขึ้นประมาณปีละ 300 mw. ในทุก ๆ ปี

ในปีหนึ่ง ๆ ประเทศไทยต้องสูญเสียเงินจำนวนมาก ประมาณ 25% ของงบประมาณแผ่นดินในการจัดหาพลังงาน โดยได้มาจากการผลิตต่าง ๆ คือ

1. ไฟฟ้าพลังงานความร้อน (จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง) 80%
2. ไฟฟ้าพลังงานน้ำ (จากเขื่อน) 10%
3. แหล่งอื่น ๆ (ซื้อจากเอกชน, ประเทศเพื่อนบ้าน) 10%

จะเห็นว่าโดยหลัก ๆ เราต้องพึ่งไฟฟ้าจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ คิดเป็นเงินประมาณ 200,000 ล้านบาท เชื้อเพลิงธรรมชาติเหล่านี้ นับวันมีแต่จะหมดไปจากโลก อีกทั้งการเผาไหม้เชื้อเพลิงทำให้เกิด Green House Effect แนวทางการแก้ไขการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองและการแก้ไขการสูญสิ้นพลังงานในอนาคตก็คือ การหาพลังงานอื่นทดแทน

ประเทศไทยได้มีนโยบายทางด้านพลังงาน โดยแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตั้งแต่ฉบับที่ 5-8 มีสาระสำคัญที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานและมีการส่งเสริมการสำรวจแหล่งทรัพยากรพลังงานในประเทศ ที่ยังไม่ถูกนำมาใช้อย่างเต็มที่ เพื่อเพียงพอกับความต้องการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด และให้สอดคล้องกับนโยบายการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเพื่อลดภาระการลงทุนในการจัดหาพลังงาน และให้การสนับสนุนให้หน่วยงานของรัฐและสถาบันการศึกษาและภาคเอกชน ให้มีการค้นคว้าวิจัยการพัฒนาการผลิตพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ การศึกษาค้นคว้าพลังงานทดแทนในบางประเทศก็เน้นการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์ แต่ก็มีปัญหามาก นอกจากนี้ก็เป็นพลังงานธรรมชาติที่มีอยู่ในประเทศตนเอง เช่น ความร้อนใต้พิภพ พลังงานลม พลังงานคลื่น และพลังงานแสงอาทิตย์ ในพลังงานทดแทนเหล่านี้ พลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างเด่นกว่าสิ่งอื่น เพราะมีทั่วไปไม่จำกัด ไม่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาแปรสภาพเป็นพลังงานไฟฟ้า จึงเป็นทางเลือกที่สำคัญทางหนึ่ง ขณะที่กองทุนสิ่งแวดล้อมโลก(The Global Environment Facility) ร่วมกับธนาคารโลก (World Bank) ได้ตั้งกองทุน 60 ล้านเหรียญ เพื่อสนับสนุนแก่โครงการด้านการพัฒนาเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์และการขยายการใช้งานในเชิงพาณิชย์ในประเทศกำลังพัฒนา การศึกษาค้นคว้าพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยได้มีการศึกษาวิจัยกันมาตลอด หลายหน่วยงานในองค์กรภาครัฐ เอกชน และมหาวิทยาลัยต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์นั้นสะอาด (ไม่สร้างมลพิษและไม่มีเสียงรบกวน) ไม่เสียค่าใช้จ่ายมากและมีความปลอดภัยสูงในขณะที่ระบบทำงาน นอกจากนี้ข้อดีประการหนึ่งที่ช่วยเกื้อหนุน การใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย คือ เรามีแสงอาทิตย์เพียงพอตลอดทั้งปี ส่งผลให้ก่อเกิดประโยชน์เต็มที่ต่อการนำเซลล์มาใช้ ข้อดีดังกล่าวนี้สามารถพิสูจน์จากข้อมูลที่ว่า การติดตั้งเซลล์ที่มีประสิทธิภาพ 10% บนพื้นที่ประมาณ 0.07% ของพื้นที่ประเทศไทย หรือคิดเป็น 325 ตร.ม. สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจำนวนเท่าๆ กับปริมาณทั้งหมดที่ใช้ในปี พ.ศ.2535(65*10 วัตต์-ชม.) การติดตั้งระบบไม่จำเป็นต้องตัดป่าหรือเวรคืนที่ดิน เพื่อสร้างพื้นที่ขนาดใหญ่ การติดตั้งทำได้บนหลังคาเรือน ตัวอาคาร หรือพื้นที่ว่างที่แสงแดดส่องถึง แม้ว่าประเทศไทยมีศักยภาพเพียงพอในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ แต่ที่ผ่านมาการพัฒนาทางด้านนี้มีน้อย เนื่องจากขาดผู้เชี่ยวชาญ เครื่องมือวิจัย อุปกรณ์การผลิต และที่สำคัญคือ เทคโนโลยีที่เป็นของตนเอง เทคโนโลยีของตัวเซลล์และระบบ ยังมีการพัฒนาไปได้อีกมาก รวมถึงการประยุกต์นำมาใช้งานสามารถทำได้อย่างกว้างขวาง หรือกล่าวโดยง่ายว่า สามารถประยุกต์ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด รถยนต์ หรือแม้แต่ดาวเทียม ในอนาคตการผลิตพลังงาน ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์จะเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด และมีการนำมาใช้มากที่สุด ก็อาจเป็นได้ เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมตอบสนองความต้องการนี้ และเพื่อให้ประเทศไทย ไม่เป็นเพียงผู้ตามเทคโนโลยีด้านนี้อีกต่อไป ภายใต้ความรับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ซึ่งมีหน่วยงานร่วมดำเนินการคือ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) มีความคิดที่จะวางรากฐานการทำวิจัยและเทคโนโลยีทางด้านการใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ และพลังงานแสงอาทิตย์ ในรูปแบบอื่น ๆ จนถึงขั้นที่จะนำไปผลิตในเชิงพาณิชย์ จึงได้จัดตั้ง โครงการศูนย์วิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะกับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น ซึ่งอยู่ในอุทยานวิทยาศาสตร์ ระหว่างมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ซึ่งอุทยานมีนโยบายที่จะเชื่อมโยง ระหว่างภาควิจัยและภาคอุตสาหกรรม ก็คือ เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีภายในประเทศระดับสถาบันวิจัยไปยังบริษัท เพื่อลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศและการนำเข้าที่มีราคาสูง

1.2 เหตุผลในการเสนอวิทยานิพนธ์

ด้านนโยบาย

1. เป็นการตอบสนองนโยบายแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8
2. ตอบสนองนโยบายพลังงานแห่งประเทศไทย และนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (สพช.)
3. ส่งเสริมนโยบายด้านการศึกษาเพื่อเพิ่มอัตราการผลิตบุคลากรสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีคุณภาพขึ้น ตอบสนองนโยบายแผนการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ.2540-2559)

ด้านสังคม

1. เพื่อเป็นการส่งเสริมและสร้างจิตสำนึกให้ประชาชนทั่วไป ปรับเปลี่ยนการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อเป็นแหล่งบริการความรู้แก่บุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาและประชาชนที่สนใจ

3. เพื่อเป็นศูนย์กลางให้ความรู้ การศึกษา การค้นคว้า วิจัย และพัฒนาเทคโนโลยีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์

ด้านเศรษฐกิจ

1. เป็นการยกระดับมาตรฐานการศึกษาทางวิทยาศาสตร์และการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ ทดแทนการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ
2. เพื่อเป็นศูนย์กลางการพัฒนาเทคโนโลยีนั้นไปสู่เชิงพาณิชย์เผยแพร่ต่อสาธารณชน

ด้านกายภาพ

1. เพื่อเป็นการรักษาทรัพยากรพลังงาน โดยสอดคล้องกับความต้องการในระยะยาวโดยการใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และอยู่ในภาระที่สมดุลของการเกิดขาดแคลน
2. เป็นสถานที่ให้ความรู้และพักผ่อนหย่อนใจ
3. เพื่อจัดหาพลังงานที่ไม่ก่อมลภาวะ และมีความปลอดภัยสูงในการใช้งาน

1.3 ความเป็นมาของปัญหา

ด้านนโยบาย

ส่งเสริมให้มีการสนับสนุนแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติว่าด้วยการอนุรักษ์พลังงาน ที่จะส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด

ด้านสังคม

ประชาชนมีความต้องการใช้พลังงานมากขึ้นเรื่อย ๆ จึงก่อให้เกิดการละเลยและไม่ได้สนใจในด้านการใช้พลังงานอย่างรู้คุณค่า

ด้านเศรษฐกิจ

พลังงานที่ใช้มีความต้องการมากขึ้น ทำให้ต้องมีการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ

ด้านกายภาพ

จากข้อมูลสถิติการใช้พลังงานของประเทศ ที่มีความต้องการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นการทำลายดุลยภาพของระบบนิเวศ และทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม

1.4 แนวทางการแก้ไขปัญหา

ด้านนโยบาย

จัดตั้งศูนย์วิจัยและค้นคว้าพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแหล่งพัฒนาเทคโนโลยีการใช้พลังงานทดแทน แทนการนำเข้าจากต่างประเทศ

ด้านสังคม

จัดให้มีสถานที่เผยแพร่ แลกเปลี่ยนข้อมูล ข่าวสารวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้า วิจัย และพัฒนางานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แก่บุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และประชาชนทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านเศรษฐกิจ

ส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดเพื่อลดภาระการลงทุนในการจัดหาพลังงาน

ด้านกายภาพ

จัดหาพลังงานที่ไม่ก่อมลภาวะ และมีความปลอดภัยสูงในการใช้งาน อันจำเป็นต้องนำไปทดแทน พลังงานจากเชื้อเพลิงธรรมชาติ

1.5 วัตถุประสงค์ของโครงการและวิทยานิพนธ์

1.5.1วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เป็นศูนย์การศึกษาค้นคว้า ทดลองเพื่อศึกษาประโยชน์ที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์
2. เพื่อส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องและมีการนำผลไปใช้ในด้านสาธารณะประโยชน์และเชิงพาณิชย์
3. ศึกษาทดลองเพื่อใช้วัตถุดิบที่ผลิตขึ้นภายในประเทศ
4. เพื่อให้มีการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด และลดการลงทุนในการจัดหาพลังงาน
5. ให้บริการเทคนิคและสนับสนุนภาคเอกชนในการลงทุนเพื่อพัฒนาการผลิต

1.5.2วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. เพื่อศึกษานโยบายแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 และนโยบายทางด้านพลังงาน
2. เพื่อศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับโครงการและอาคารตัวอย่างที่มีรูปแบบใกล้เคียง เพื่อการเปรียบเทียบข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการกำหนดรายละเอียดโครงการและการออกแบบ
3. เพื่อศึกษากิจกรรมของโครงการ ประเภทกิจกรรม ผู้ใช้โครงการ และพฤติกรรมการใช้โครงการ
4. เพื่อศึกษาองค์ประกอบโครงการ พื้นที่ใช้สอย และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลจากการศึกษาข้อมูลข้างต้น เพื่อใช้ในการออกแบบ
5. เพื่อศึกษารายละเอียดที่ตั้งโครงการ ให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและอาคารข้างเคียง เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม
6. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อนำไปสู่การออกแบบ
7. เพื่อศึกษาระบบเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

1.6 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1.6.1 ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

1. การศึกษาข้อมูลด้านนโยบาย เศรษฐกิจ สังคม และกายภาพในระดับประเทศ ระดับภาค ระดับจังหวัด และระดับท้องถิ่น
2. ศึกษารายละเอียด ความเป็นมาในการจัดตั้งโครงการ เพื่อนำไปสู่การออกแบบที่ตอบสนองวัตถุประสงค์ของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาถึงลักษณะการดำเนินงาน และกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตลอดจนผู้ใช้โครงการ
4. ศึกษาสถานที่ตั้งโครงการ
5. ศึกษาและวิเคราะห์อาคารประเภทเดียวกัน
6. ศึกษาเกี่ยวกับระบบต่าง ๆ ทางวิศวกรรม
7. ศึกษาและวิเคราะห์การออกแบบสถาปัตยกรรม

1.7 ขอบเขตของการออกแบบ

องค์ประกอบของโครงการ แบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ส่วนบริหาร
   - ฝ่ายบริหาร
   - ฝ่ายธุรการ
   - ฝ่ายวางแผนและงบประมาณ
2. ส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์
   - ฝ่ายวิจัยและพัฒนาเซลล์และแผง
   - ฝ่ายวิเคราะห์ฟิล์มและเนื้อสาร
   - ฝ่ายควบคุมเครื่องจักรและการการผลิต
   - ฝ่ายฝ่ายวิเคราะห์และทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์
3. ส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ
   - ฝ่ายวิชาการ
   - ฝ่ายบริการทางการศึกษา
   - ฝ่ายจัดฝึกอบรม
4. ส่วนเทคนิค
   - ฝ่ายผลิตนิทรรศการ
   - ฝ่ายออกแบบ
   - ฝ่ายศิลป์
   - ฝ่ายอาคารสถานที่
5. ส่วนบริการ
   - ฝ่ายพยาบาล
   - ฝ่ายโภชนาการ
   - ฝ่ายยานพาหนะ
   - ฝ่ายพัสดุ
   - ฝ่ายรักษาความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.8 วิธีดำเนินการวิทยานิพนธ์

1.8.1 ขั้นศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

1. ข้อมูลปฐมภูมิ จากการสังเกต สัมภาษณ์ จดบันทึก
2. ข้อมูลทุติยภูมิ จากเอกสาร รายงานจากหน่วยงานราชการ และเอกชนในส่วนกลาง ภูมิภาค และส่วนท้องถิ่น

ข้อมูลที่ประกอบการศึกษา

ก. ข้อมูลทางด้านนโยบาย

- นโยบายตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8
- นโยบายการพลังงานแห่งประเทศไทย
- นโยบายของโครงการ

ข. ข้อมูลทางด้านสังคม

- ผลกระทบในการใช้พลังงานที่เป็นอยู่ ต่อการพัฒนาประเทศ
- สถิติ พฤติกรรมของกลุ่มผู้ใช้โครงการ

ค. ข้อมูลด้านเศรษฐกิจ

- งบประมาณการจัดตั้งโครงการ
- งบประมาณรายจ่ายในการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ

ง. ข้อมูลด้านกายภาพ

- ข้อมูลโครงสร้าง ลักษณะภูมิประเทศในระดับประเทศ ระดับภูมิภาค ระดับจังหวัด ระดับชุมชน

1.8.2 ขั้นการค้นคว้า

1. ศึกษาจากโครงการประเภทเดียวกันหรือใกล้เคียงทั้งในและนอกประเทศเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ
2. ศึกษาระบบเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับโครงการ
3. ศึกษาเกณฑ์มาตรฐานในการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

1.8.3 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์แยกรายละเอียดนโยบายโดยเฉพาะส่วนที่มีผลต่อโครงการ
2. วิเคราะห์ข้อมูล ที่เกี่ยวข้องทั้งด้านการบริหาร หน้าที่ใช้สอย เพื่อกำหนดองค์ประกอบและความสัมพันธ์
3. วิเคราะห์สภาพที่ตั้ง ศึกษารายละเอียดภายในพื้นที่โครงการ โดยศึกษาถึงปัญหา ผลกระทบทิศทางการแก้ไขปัญหา โดยการวิเคราะห์ออกมาเป็นงานสถาปัตยกรรม
4. วิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดของอาคารประเภทเดียวกัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการออกแบบอาคารต่อไป

1.8.4 ขั้นสังเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการนำผลจากการวิเคราะห์มาสรุป ประเมินค่า เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ

1.8.5 ขั้นการเสนอแนวคิดและการออกแบบ

1. เสนอแนวความคิด กระบวนการในการออกแบบ
2. การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและออกแบบสถาปัตยกรรม

1.8.6 ขั้นนำเสนอ

1. ภาคเอกสารข้อมูลบทวิเคราะห์
2. กระบวนการออกแบบและวิธีดำเนินการของโครงการ
3. รูปแบบทางสถาปัตยกรรม
4. หุ่นจำลอง

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.9.1 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1. มีสถานที่ฝึกอบรม ถ่ายทอดเทคโนโลยี ตลอดจนข่าวสาร การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ สู่นักวิชาการและประชาชนทั่วไป
2. ช่วยลดการพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ
3. เป็นการวางรากฐานเทคโนโลยี สำหรับการพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ในอนาคต
4. เป็นสถานที่แลกเปลี่ยนข้อมูล ข่าวสาร ตลอดจนรวบรวมผลงานการค้นคว้าวิจัย และ พัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.9.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์

1. เพื่อที่จะได้ทราบปัญหาต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อการออกแบบ
2. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาข้อมูล และแก้ไขปัญหาในการออกแบบ
3. สามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ข้อมูล และนำผลสรุปมาเป็นแนวทางเพื่อการออกแบบสถาปัตยกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOLAR CELL RESEARCH & DEVELOP CENTER
FOR TROPICAL ZONE

บทที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

2.1. การศึกษาความเป็นไปได้ด้านนโยบาย

2.1.1. นโยบายแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 ซึ่งเน้นให้ "คน" เป็นจุดมุ่งหมายหลักในการพัฒนาประเทศและได้กำหนดนโยบายทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงานไว้ดังนี้

สนับสนุนให้มีการพัฒนาและนำเอาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ ในการเพิ่มประสิทธิภาพและปรับระดับคุณภาพสินค้าส่งออกของประเทศให้สามารถแข่งขันกับตลาดโลกได้ โดยลดการคุ้มครองอุตสาหกรรมภายในประเทศ เพื่อสร้างบรรยากาศแข่งขันและการให้ได้มาซึ่งเทคโนโลยีที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามประเทศไทยยังมีความจำเป็นต้องนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศต่อเนื่องไปอีกช่วงหนึ่งก่อน เพราะขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของประเทศยังไม่อยู่ในระดับที่จะพัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบขึ้นมาเองได้ จึงจำเป็นต้องสร้างขีดความสามารถในการจัดหาเทคโนโลยีจากต่างประเทศให้ได้ในราคาและเงื่อนไขที่เหมาะสม รวมทั้งต้องสร้างขีดความสามารถที่จะดูดซับ ดัดแปลงและปรับปรุงเทคโนโลยีที่นำเข้าด้วยการพัฒนาพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีของประเทศควบคู่ไปด้วย โดยเฉพาะการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในสาขาที่ขาดแคลนทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ

จัดหาพลังงานให้เพียงพอกับความต้องการ ของสาขาเศรษฐกิจต่าง ๆ โดยการพัฒนาแหล่งพลังงานในประเทศ และจัดหาแหล่งพลังงานร่วมกับประเทศเพื่อนบ้านให้มากยิ่งขึ้น ในด้านการบริหารและจัดการพลังงานจะเร่งรัดให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผ่อนคลายการควบคุมเพื่อให้ระบบพลังงานเป็นไปตามกลไกตลาด และมีการแข่งขันสูงมากที่สุด รวมทั้งการสนับสนุนให้เอกชนเข้ามามีส่วนร่วมลงทุนและดำเนินการมากขึ้น

2.1.2. นโยบายด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. เร่งรัดจัดทำแผนหลักกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสนับสนุนให้มีการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาที่ขาดแคลน เพื่อรองรับการขยายตัวทางเศรษฐกิจและการพึ่งตนเองทางเทคโนโลยี

2. เพิ่มประสิทธิภาพการจัดหา การนำเข้าและการถ่ายทอดเทคโนโลยี ตลอดจนพัฒนาการปรับใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่อย่างมีแบบแผน โดยเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ไม่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษ ประหยัดพลังงาน สร้างเสถียรภาพให้กับประเทศและเพิ่มคุณภาพชีวิตของประชาชน

3. ส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง และมีการนำผลไปใช้ในด้านสาธารณประโยชน์และเชิงพาณิชย์เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งสนับสนุนให้ภาพเอกชนมีบทบาทและลงทุนเพื่อการวิจัยและพัฒนาเพิ่มขึ้น เช่น การจัดหาแหล่งเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ การให้สิทธิพิเศษด้านภาษี ตลอดจนสิ่งจูงใจต่าง ๆ ที่จำเป็น

4. ปรับปรุงองค์กรในการจัดการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีและสนับสนุนให้มีการจัดตั้งสถา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันที่มีความเป็นเลิศทางวิชาการเพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต และเพื่อพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีความรู้ความสามารถในการวิจัยและพัฒนาและมีความเชี่ยวชาญในวิทยาการทันสมัยเพิ่มขึ้น

5. เสริมสร้างความร่วมมือด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับต่างประเทศในการพัฒนากำลังคน การถ่ายทอดเทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนาและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

2.1.3. นโยบายด้านพลังงาน

1. ส่งเสริมและรณรงค์ให้มีการอนุรักษ์และใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ทั้งในภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม ภาคขนส่งและที่อยู่อาศัย ด้วยการสนับสนุนให้มีการผลิตเครื่องใช้พลังงานประสิทธิภาพสูง ที่ช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงาน และให้สิ่งจูงใจในการนำเข้าเทคโนโลยีที่ประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม

2. สร้างจิตสำนึกของประชาชนให้มีการใช้พลังงานอย่างประหยัดและให้การศึกษาเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานทุกระดับ

3. สำรวจและพัฒนาแหล่งพลังงานภายในประเทศ เพื่อจัดหาพลังงานให้เพียงพอกับความต้องการ

4. ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์อย่างจริงจังมากขึ้น โดยเฉพาะพลังงานจากแสงอาทิตย์ ความร้อนใต้พิภพ พลังงานจากวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม พลังงานลมและพลังงานจากน้ำ

2.1.4. นโยบายของศูนย์วิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ฯ

1. โครงการศูนย์วิจัย ฯ ก่อตั้งขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนา ฯ ดังที่กล่าวมา และแก้ไขปัญหาเรื่องการขาดแคลนพลังงานและเป็นการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของตนเอง

2. เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ และแผงเซลล์ด้านโครงสร้าง ขบวนการผลิตและประกอบ โดยมุ่งให้เซลล์และแผงสามารถทำงานอย่างเหมาะสมภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้น

3. เพื่อสร้างต้นแบบการผลิตขนาดย่อม และพัฒนาเทคโนโลยีนั้นไปสู่เชิงพาณิชย์

4. เพื่อจัดหาพลังงานที่ไม่ก่อมลภาวะ และมีความปลอดภัยสูงในการใช้งาน อันจำเป็นต้องนำไปทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงธรรมชาติ ให้กับประเทศไทย โดยสอดคล้องอับนโยบายอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและลดการขาดดุลย์การค้าจากการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง

5. กระตุ้นให้เกิดการนำไปใช้งานในโครงการต่าง ๆ ทั่วประเทศ เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้มีราคาต่ำลง จะช่วยแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลังงานช่วงกลางวัน ตลอดจนเพิ่มความมั่นคงทางด้านพลังงานของประเทศได้

6. เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ช่วยแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม (โลกร้อน , ฝนกรด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. การศึกษาความเป็นไปได้ด้านเศรษฐกิจ

2.2.1. ความเป็นไปได้ด้านการลงทุน

สถานการณ์ใช้พลังงานในปัจจุบัน

รูปแบบของพลังงานที่ใช้มากก็คือ ความร้อนและไฟฟ้า แหล่งกำเนิดพลังงานหลัก ๆ ในปัจจุบัน คือ น้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ พลังงานจากเชื้อเพลิงต่าง ๆ เหล่านี้นอกจากจะมีจำกัดแล้ว ก็สร้างปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงทำลายชั้นบรรยากาศของโลกด้วย ส่วนพลังงานไฟฟ้าจากเขื่อนกั้นน้ำนั้นได้พัฒนาไปถึงจุดอิ่มตัวแล้วสำหรับเกือบทุกประเทศ

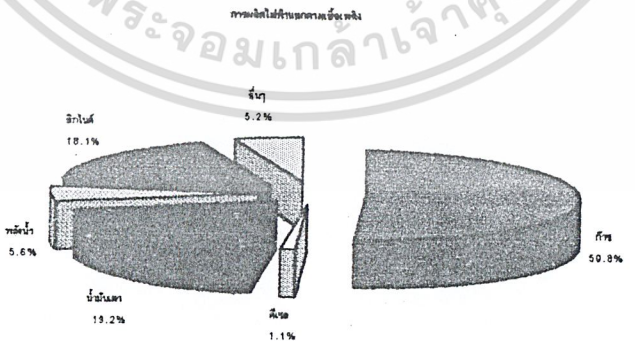
ปัจจุบัน ไทยมีความสามารถผลิตไฟฟ้าในระดับ 20.000 MWp โดยได้มาจากการผลิตต่าง ๆ คือ ไฟฟ้าพลังงานความร้อน (จากการเผาไหม้เชื้อเพลิง) 80 % ไฟฟ้าพลังน้ำ 10 % และแหล่งอื่น ๆ เช่น ซื้อจากเอกชน จากประเทศเพื่อนบ้าน ฯลฯ 10% จะเห็นว่าโดย หลัก ๆ แล้วเราต้องพึ่งไฟฟ้าจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องนำเข้าเกือบทั้งหมด และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นในระยะกลางและยาว

สถานการณ์ไฟฟ้าภายในประเทศ

การผลิตพลังไฟฟ้าประกอบด้วยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากแหล่งต่าง ๆ คือ จากก๊าซธรรมชาติ (รวมบริษัทผลิตไฟฟ้า จำกัด ซึ่งใช้ก๊าซธรรมชาติเพื่อผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว) จำนวน 46,319 GWh คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 50.8 จากน้ำมันเตาจำนวน 17,534 GWh คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 19.2 จากลิกไนต์ จำนวน 16,475 GWh คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 18.1 จากพลังน้ำจำนวน 5,089 GWh คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 5.6 จากน้ำมันดีเซล จำนวน 989 GWh คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 1.1 และจากแหล่งอื่น ๆ จำนวน 4,835 GWh คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 5.2

ตารางที่ 2.1 แสดงการผลิตไฟฟ้าแยกตามเชื้อเพลิง

ก๊าซ	ดีเซล	น้ำมันเตา	พลังน้ำ	ลิกไนต์	อื่นๆ
50.80%	1.10%	19.20%	5.60%	18.10%	5.20%



กราฟแสดงการผลิตไฟฟ้าแยกตามชนิดเชื้อเพลิง

สถานการณ์ไฟฟ้าของประเทศในปัจจุบัน นับวันจะมีอัตราการเพิ่มปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นทุกๆ ปี และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเลื่อยๆ จากข้อมูลของ(กฟผ.) แสดงเป็นตารางได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ

พ.ศ.	ที่อยู่อาศัย	ธุรกิจ	อุตสาหกรรม	เกษตรกรรม	อื่นๆ	ลูกค้าตรงของ กฟผ.	รวม
2536	11390.12	14009.97	24321.28	133.19	3551.31	1825.42	55231.29
2537	12866.83	15808.35	27758.43	95.75	4054.57	1974.09	62558.02
2538	14196.74	17901.79	31870.37	104.03	4657.06	2140.32	70870.31
2539	15998.8	19254.69	34607.29	121.34	5058.4	2042.43	77082.95
2540	17322.45	20190.65	36981.24	167.02	5408.29	2005.13	82074.78
2541	18772.47	18997.35	35154.99	210.91	5142.71	1621.2	79899.63

ที่มา:การไฟฟ้านครหลวง,การไฟฟ้าภูมิภาคและการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 2.3การใช้ไฟฟ้าในเขตภูมิภาค

พ.ศ.	ที่อยู่อาศัย	ธุรกิจ	อุตสาหกรรม	เกษตรกรรม	อื่นๆ	รวม
2536	6709.07	5436.86	14610.3	133.19	2155.86	29045.28
2537	7655.47	6337.44	17030.45	95.75	2512.97	33632.08
2538	8511.29	7457.2	20039.51	104.03	2956.98	39069.01
2539	9902.34	8231.96	22121.53	121.34	3264.22	43641.39
2540	10654.94	9077.09	24392.61	167.02	3599.33	47891
2541	11905.49	8771.78	23572.2	210.91	3478.27	47938.65

ที่มา:การไฟฟ้าภูมิภาค

ตารางที่ 2.4การใช้ไฟฟ้าในเขตนครหลวง

พ.ศ.	ที่อยู่อาศัย	ธุรกิจ	อุตสาหกรรม	อื่นๆ	รวม
2536	4681.05	8573.11	9710.98	1395.45	24360.59
2537	5211.36	9470.91	10727.98	1541.6	26951.85
2538	5685.45	10444.59	11830.86	1700.08	28660.98
2539	6096.46	11022.73	12485.76	1794.18	21399.18
2540	6667.5	11113.56	12588.63	1808.96	32178.65
2541	6866.98	10225.57	11582.79	1664.44	30339.78

ที่มา:การไฟฟ้านครหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2. **แหล่งที่มาของเงินทุน** เงินลงทุนในการดำเนินโครงการจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. เงินลงทุนก่อนการดำเนินโครงการ (OPE – OPERTING COST) เช่น ค้าจ้างการปฏิบัติวิชาชีพสถาปนิก และวิศวกรสาขาต่าง ๆ ค่าใช้จ่ายส่วนธุรการ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการขออนุญาติ เป็นต้น

2. เงินลงทุนระหว่างการดำเนินกิจการ (OPERATING COST) หมายถึง เงินที่ใช้ในการดำเนินกิจการ เช่นเงินเดือนพนักงาน ค่าบำรุงรักษาส่วนต่าง ๆ ของโครงการ ค่าภาษี เป็นต้น

จากการศึกษาจัดทำแผนแม่บทโครงการศูนย์วิจัยและพัฒนาฯ สำนักงาน พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ได้ประเมินงบเบื้องต้นในวงเงิน 205,000,000 บาท ซึ่งได้จากพนักงานดังนี้

1.งบประมาณภาครัฐบาล จากกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

2.งบประมาณที่ได้รับความช่วยเหลือจากภาคเอกชนและต่างประเทศ

แผนงานตามแนวทางการพัฒนาพลังงานปี 2540-2544 ภายใต้การให้การสนับสนุนทางการลงทุนส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ประจำปีงบประมาณ 2540-2544 ซึ่งมีวงเงินให้การสนับสนุนในส่วนแผนงานอนุรักษ์พลังงาน แผนงานภาคร่วมมือ เป็นวงเงิน 1,953 ล้านบาท

ตารางที่ 2.5 แผนงานส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

แผนงานรอง	2540	2541	2542	2543	2544	งบประมาณปี 2540-2544	หน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ
2.1 แผนงานกำกับดูแลราคาพลังงาน						ใช้งบปกติ	-สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ
2.2 แผนงานปรับปรุงโครงสร้างอัตราค่าไฟฟ้า						ใช้งบปกติ	1.สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ 2.การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 3.การไฟฟ้านครหลวง 4.การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
2.3 แผนงานการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า						5,119.5 ล้าน	-สำนักงานการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า
2.4 แผนงานกำหนดมาตราฐานการทดสอบและมาตรฐานระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำของเครื่องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า						ใช้งบปกติ	-สำนักงานมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
2.5 แผนงานอนุรักษ์พลังงาน: แผนงานภาคบังคับ						824.7 ล้าน	-กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
2.6 แผนงานอนุรักษ์พลังงาน: แผนงานภาคร่วมมือ						1,953 ล้าน	-สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ
2.7 แผนงานอนุรักษ์พลังงาน: แผนงานสนับสนุน						2,381 ล้าน	-สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ
2.8 แผนงานพัฒนาพลังงานทดแทน						487.225 ล้าน	-กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
2.9 แผนงานกระจายการพัฒนาพลังงานสู่ภูมิภาคและชนบท						557.700 ล้าน	-กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3. **ผลตอบแทนที่ได้รับ**

1. ทางด้านเศรษฐกิจ ทางโครงการได้คาดการในอนาคตเกิดการขยายตัวจากการได้ผลิตเซลล์แสงอาทิตยภายในประเทศ พลจากการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดต้นทุนในส่วนที่เป็นเทคโนโลยี Know how ที่จะต้องจัดซื้อจากต่างประเทศ และกระตุ้นให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิต การขาย และการส่งออกเซลล์แสงอาทิตย์

2. ทางด้านการศึกษาเป็นแหล่งบริการเผยแพร่ความรู้ การค้นคว้าวิจัย แก่ บุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักศึกษาที่ศึกษาทางด้านนี้และประชาชนทั่วไปที่สนใจ

3. ทางด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ช่วยลดภาระ กฟผ. ในการจัดหาพลังงานเสริม ลดปัญหาเรื่องมลภาวะเป็นพิษและการทำลายธรรมชาติ

2.3. **การศึกษาความเป็นได้ด้านสังคม**

2.3.1 **โครงสร้างทางสังคมและการปกครอง**

จังหวัดปทุมธานี แบ่งการปกครองส่วนภูมิภาคออกเป็น 7 อำเภอ 60 ตำบล 523 หมู่บ้าน การปกครองส่วนท้องถิ่น ประกอบด้วย องค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาล 2 แห่ง สุขาภิบาล 9 แห่ง องค์การบริหารส่วนตำบล 42 แห่ง จำนวนประชากรของจังหวัดปทุมธานี ในปี 2541 มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 616,636 คน มีจำนวนประชากรเป็นอันดับ 5 ของเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ประมาณร้อยละ 4.44

การศึกษา

ในปีการศึกษา 2539 จังหวัดปทุมธานี มีโรงเรียนระดับอนุบาล – ระดับมัธยมศึกษา 250 แห่ง นักเรียน 108,439 คน ครู 5,027 คน และห้องเรียน 3,513 ห้อง ระดับอาชีศึกษาและอุดมศึกษา 11 แห่ง นักศึกษา 44,104 คน อาจารย์ 2,594 คน สถานศึกษาส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 73 เป็นสถานศึกษาในระดับประถมศึกษา รองลงมาคือสถานศึกษาในระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษาและระดับมัธยมปลาย – อนุปริญญา คิดเป็นร้อยละ 22 ร้อยละ 3 ร้อยละ 2 ตามลำดับ และเนื่องจาก จ.ปทุมธานีอยู่ใกล้กรุงเทพ ฯ ซึ่งถือเป็นศูนย์กลางการศึกษา มีวัด 173 แห่ง สำนักสงฆ์ 3 แห่ง โบสถ์คริสต์ 4 แห่งและมัสยิด 25 แห่ง

สาธารณสุข

ปี 2538 มีโรงพยาบาลของรัฐ 10 แห่ง เอกชน 10 แห่ง สถานีอนามัย 74 แห่ง คลินิก 112 แห่ง แพทย์ 176 คน ทันตแพทย์ 40 คน พยาบาล 391 คน อัตราการตายของประชากรส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากโรคหัวใจ และอุบัติเหตุจากการขนส่ง

การศาสนา

จังหวัดปทุมธานี มีสถาบันทางศาสนาทั้งหมด 199 แห่ง เป็นวัดพุทธศาสนา 171 แห่ง (95.09%) มัสยิด 25 แห่ง(12.56%) และโบสถ์คริสต์ 3 แห่ง(1.51%) ประชากรส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธรองลงมาคือศาสนาอิสลามและศาสนาคริสต์ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพเศรษฐกิจและการเกษตร

สภาพเศรษฐกิจโดยรวมของจังหวัด มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ซึ่งทางภาคอุตสาหกรรม เป็นสาขาการผลิตที่ทำรายได้สูงสุดของจังหวัดปทุมธานี มีมูลค่า 87,345.40 ล้านบาท มีโรงงานทั้งสิ้น 1,531 แห่ง เงินลงทุนรวม 80,897.08 ล้านบาท คนงาน 162,001 คน จากสถิติของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ในปี พ.ศ. 2537 จังหวัดปทุมธานีมีมูลค่ารวมผลิตภัณฑ์จังหวัด ณ ราคาประจำปี (GPP) 120,322.08 ล้านบาท มูลค่าผลิตภัณฑ์เฉลี่ยต่อคน (Per capita GPP) 245,555 บาท จัดอยู่ในลำดับที่ 2 ของประเทศ

ด้านการเกษตร พื้นที่การเกษตรมีอยู่ในทุกอำเภอ และมีมากที่สุดในเขตอำเภอหนองเสือ อำเภอลำลูกกา อำเภอคลองหลวง และอำเภอลาดหลุมแก้ว โดยมีพืชเศรษฐกิจที่สำคัญได้แก่ ข้าว ส้มเขียวหวาน

2.3.2 การศึกษากลุ่มเป้าหมายและผู้ใช้โครงการ

กลุ่มเป้าหมายและผู้ใช้โครงการศูนย์วิจัยและพัฒนา ฯ แบ่งเป็น 2 ประเภท หลัก ๆ คือ

ผู้ใช้บริการ หมายถึง ผู้ใช้อาคารที่เข้ามาเพื่อการศึกษา หรือค้นคว้า หรือมาเยี่ยมชมหาความรู้ แบ่งเป็น 4 กลุ่มคือ

1. กลุ่มนักเรียน นักศึกษา โดยจัดให้มีการแสดงนิทรรศการและการฝึกอบรมแก่นักเรียน นักศึกษาที่มีหลักสูตรหรือศึกษาในสาขาทางด้านไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์
2. กลุ่มนักวิชาการ โดยเฉพาะนักวิชาการทางด้านพลังงานจัดให้มีห้องทดลองค้นคว้าวิจัย
3. กลุ่มนักท่องเที่ยว มักจะเป็นกลุ่มที่เข้ามาเยี่ยมชมความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี
4. กลุ่มประชาชนทั่วไป คือกลุ่มที่มีความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ ต้องการความรู้เพิ่มเติม

กลุ่มเป้าหมายที่ทางโครงการเน้นก็คือ กลุ่มนักศึกษาโดยเฉพาะกลุ่มนักศึกษาในสาขาทางด้านไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และนักวิชาการที่ศึกษาทางด้านพลังงาน

จากสถิติ นักศึกษาสาขาทางด้านไฟฟ้า ตั้งแต่ระดับ ปวช. ปวส. และมหาวิทยาลัย ประจำปีการศึกษา 2541

ตารางที่ 2.6 แสดงจำนวนนักเรียนที่สังกัดกรมสามัญศึกษา

	ระดับประถมศึกษา(คน)	มัธยมต้น(คน)	มัธยมปลาย(คน)	รวม(คน)
ทั่วประเทศ	6,275,977	2,207,412	649,239	9,132,628
กรุงเทพฯและปริมณฑล	592,319	204,248	61,274	837,841
รวมทั้งสิ้น				9,970,469

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุด
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ศท 1128
2542

ตารางที่ 2.7 แสดงจำนวนนักเรียนสาขาไฟฟ้า สังกัดการศึกษานอกระบบ

	วช.	ปวส.	ปวท.	รวม(คน)
ช่างไฟฟ้ากำลัง	26,733	7,500	262	34,535
อีเล็กทรอนิกส์	10,787	3,062	20	13,869
รวมทั้งสิ้น	37,560	10,562	282	48,404

ตารางที่ 2.8 แสดงจำนวนนักเรียนสาขาไฟฟ้า สังกัดสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล(กรุงเทพฯ และปริมณฑล)

	ปวช.	ปวส.(4ปี)	ปวส.(2ปี)	ปริญญาตรี	รวม(คน)
ช่างไฟฟ้า		281	747	-	1,028
ช่างไฟฟ้า(งานรองแมคคาทอนิกส์)		-	37	-	37
ช่างอิเล็กทรอนิกส์		494	690	-	1,184
รวมทั้งสิ้น		775	1,474		2,249

ตารางที่ 2.9 แสดงจำนวนนักเรียนสาขาไฟฟ้า สังกัดการศึกษานอกระบบ(กรุงเทพฯและปริมณฑล)

	ปวช.	ปวส.	ปวท.	รวม (คน)
ช่างไฟฟ้ากำลัง	3,651	2,612	80	8,343
อิเล็กทรอนิกส์	3,627	2,032	-	5,659
รวมทั้งสิ้น	7,278	4,644	80	14,002

ตารางที่ 2.10 แสดงจำนวนนักเรียนสาขาไฟฟ้า สังกัดกรมอาชีวศึกษาในระบบ(ทั่วประเทศ)

	ปวช.	ปวส.	ปวท.	ปทส.	รวม(คน)
เทคนิควิศวกรรมไฟฟ้า	-	-	227	-	227
ไฟฟ้ากำลัง	35,158	11,473	-	-	46,631
ไฟฟ้า	-	-	-	981	981
อิเล็กทรอนิกส์	37,237	11,413	60	-	48,710
รวมทั้งสิ้น	72,395	22,886	287	981	96,549

ตารางที่ 2.11 แสดงจำนวนนักเรียนสาขาไฟฟ้า สังกัดกรมอาชีวศึกษา(กรุงเทพฯ และปริมณฑล)

	ปวช.	ปวส.	ปวท.	ปทส.	รวม(คน)
ไฟฟ้า	626	336	-	379	1,341
อิเล็กทรอนิกส์	795	377	-	-	1,172
รวมทั้งสิ้น	1,421	713	-	379	2,513

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
025013

ตารางที่ 2.12 แสดงจำนวนนักเรียนสาขาไฟฟ้า สังกัดสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล(ทั่วประเทศ)

	ปวช.	ปวส.(4ปี)	ปวส.(2ปี)	ปริญญาตรี	รวม(คน)
ช่างไฟฟ้า	392	505	1,519	938	3,354
ช่างอุตสาหกรรม	-	-	139	90	226
ช่างไฟฟ้า(งานรองแมคคาทอนิกส์)	-	-	37	-	37
ช่างอิเล็กทรอนิกส์	390	576	1,313	-	2,279
รวมทั้งสิ้น	782	1,081	3,005	1,028	5,896

ตารางที่ 2.13 แสดงจำนวนนักเรียนสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย(กรุงเทพฯและปริมณฑล)

	ปริญญาตรี	ปริญญาโท	ปริญญาเอก	รวม
มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์	463	149	-	612
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	1,753	154	-	1,907
มหาวิทยาลัยมหิดล	220	-	-	220
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ(ประสานมิตร)	174	-	-	174
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ	1,889	303	-	2,192
พระจอมเกล้าลาดกระบัง	1,078	-	-	1,078
พระจอมเกล้าธนบุรี	495	97	-	592
	1,902	-	-	1,902
มหาวิทยาลัยรามคำแหง	7,974	703	-	8,672
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร	2,550	-	-	2,550
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต	149	-	-	149
มหาวิทยาลัยรังสิต	119	-	-	119
มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล	291	-	-	291
มหาวิทยาลัยศรีปทุม	751	-	-	751
มหาวิทยาลัยสยาม	826	-	-	826
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย	140	-	-	140
มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ	56	-	-	56
มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์	653	-	-	653
มหาวิทยาลัยกรุงเทพฯ	232	-	-	232
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต	747	-	-	747
มหาวิทยาลัยเซนต์จอห์น	380	-	-	380
รวมทั้งสิ้น	14,868	-	-	14,868

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนนักศึกษาทั่วประเทศมีทั้งสิ้นประมาณ 9,283,477 คน

จำนวนนักศึกษาเฉพาะในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล มีทั้งสิ้นประมาณ 872,176 คน

ตารางที่ 2.14 แสดงสถิติกลุ่มนักวิชาการ ปี พ.ศ. 2541 (กรุงเทพฯและปริมณฑล)

	จำนวน(คน)
ชีวเคมี	81
ชีววิทยา	298
ฟิสิกส์รังสี	200
วิทยาศาสตร์ทั่วไป	197
วิศวกรรมไฟฟ้า	95
รวม	871

ที่มา: กระทรวงวิทยาศาสตร์

2.4 การศึกษาความเป็นไปได้ด้านกายภาพ

2.4.1การศึกษาลักษภาพของจังหวัดปทุมธานี

ลักษณะที่ตั้งและขนาด

จังหวัดปทุมธานีตั้งอยู่ในภาคกลาง ประมาณเส้นรุ้งที่ 14 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศาตะวันออก อยู่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 2.30 เมตร มีเนื้อที่ประมาณ 1520.856 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 950,535 ไร่ ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศเหนือ ประมาณ 27.8 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงคือ

ทิศเหนือ ติดต่อกับ อ. บางปะอิน อ. วังน้อย จ. พระนครศรีอยุธยา อ หนองแค และ อ.วิหารแดง จ.สระบุรี

ทิศตะวันออก ติดต่อกับ อ.องครักษ์ จ.นครนายก อ.บางน้ำเปรี้ยา จฉะเชิงเทรา

ทิศตะวันตก ติดต่อกับ อ. ลาดบัวหลวง จ. พระนครศรีอยุธยา และ อ ไทรน้อย จ. นนทบุรี

ทิศใต้ ติดต่อกับ อ. ปากเกร็ด จ. นนทบุรี และเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

ลักษณะภูมิประเทศ

จังหวัดปทุมธานีมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มริมสองฝั่งแม่น้ำโดยมีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านใจกลางจังหวัด ดินมีลักษณะเป็นดินเหนียว สภาพดินเป็นกรดปานกลาง และเป็นกรดจัด มี PH ประมาณ 6-4 มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านใจกลางของจังหวัดในเขตอำเภอเมือง และอำเภอสามโคก ความยาวประมาณ 30 กิโลเมตร มีลำคลองธรรมชาติ และคลองชลประทานหลายสาย

ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไป จังหวัดปทุมธานีแบ่งออกเป็น 3 ฤดู คือฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือน พฤษภาคม– กันยายน และฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือน ตุลาคม– มกราคม ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปี พ.ศ. 2540 มีอุณหภูมิสูงสุด 35.7 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุด 20.0 องศาเซลเซียส มีจำนวนวันที่ฝนตกรวม 113 วัน และปริมาณน้ำฝนวัดได้ประมาณ 1,332 มิลลิเมตร

แหล่งน้ำที่สำคัญ

แหล่งน้ำที่สำคัญของจังหวัด นอกจากแม่น้ำเจ้าพระยาแล้วยังมีระบบคลองส่งน้ำชลประทาน และคลองธรรมชาติ ซึ่งจะรับน้ำจากเขื่อนชัยนาท แม่น้ำป่าสัก เขื่อนพระราม 6 นอกเหนือจากแหล่งน้ำต่าง ๆ แล้ว จังหวัดปทุมธานียังเป็นจุดสูบน้ำดิบจากแม่น้ำเจ้าพระยาเพื่อนำน้ำดิบมาผลิตน้ำประปา ให้บริการในพื้นที่กรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก โดยมีสถานีสูบน้ำบริเวณตอนล่างของปากคลองอ้อม ตำบลบ้านกระแชง อำเภอเมืองปทุมธานี เพื่อส่งน้ำตามคลองส่งน้ำดิบไปยังโรงกรองน้ำที่บางเขน และสามเสนและเพื่อป้องกันการเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำที่จะนำมาผลิตเป็นน้ำประปา คณะรัฐมนตรีได้พิจารณากำหนดพื้นที่อนุรักษ์แหล่งน้ำดิบ เพื่อการประปานครหลวง เมื่อปี พ.ศ. 2522 และ 2531 ครอบคลุมพื้นที่ 350 ตารางกิโลเมตร

การคมนาคมและขนส่ง

จังหวัดปทุมธานี มีทางหลวงแผ่นดินและทางหลวงจังหวัด หลายสายเชื่อมต่อกับกรุงเทพมหานครและจังหวัดใกล้เคียง ได้แก่ เส้นทางหมายเลข 1 (ถนนพหลโยธิน) เส้นทางหมายเลข 31 (ถนนวิภาวดีรังสิต) เชื่อมถนนพหลโยธิน เส้นทางหมายเลข 3312 (ปทุมธานี – มีนบุรี) เส้นทางหมายเลข 3309 (ปทุมธานี – ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร) เส้นทางหมายเลข 305 (ปทุมธานี – นครนายก) เส้นทางหมายเลข 306 307 และ 345 (ปทุมธานี – นนทบุรี) เส้นทางหมายเลข 346 (ปทุมธานี – นครปฐม) เส้นทางหมายเลข 347 (ปทุมธานี – พระนครศรีอยุธยา)

การคมนาคมทางรถไฟ มีเส้นทางรถไฟสายเหนือ และสายตะวันออกเฉียงเหนือผ่าน โดยมีจุดจอดรถที่สถานีรถไฟรังสิต และสถานีเชียงราก อีกทั้งยังมีจุดจอดรับส่งผู้โดยสารระยะสั้นเพื่อเดินทางไปยังกรุงเทพมหานคร และจังหวัดใกล้เคียง ที่หมู่บ้านรัตนโกสินทร์

การขนส่งภายในจังหวัด มีรถโดยสารประจำทางจำนวน 18 สาย รถขนาดเล็กจำนวน 2 สาย ให้บริการขนส่งทุกอำเภอในเขตจังหวัดปทุมธานี

การบริการขนส่งระหว่างจังหวัด ประกอบด้วยการบริการขนส่ง 3 ลักษณะ ได้แก่การบริการขนส่งขององค์การขนส่งมวลกรุงเทพ ซึ่งมีรถประจำทางวิ่งให้บริการระหว่างจังหวัดปทุมธานีกับกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล รวม 13 สาย การบริการขนส่งระหว่างจังหวัดระยะสั้น มีรถโดยสารประจำทางรวม 12 สาย และการบริการขนส่งระหว่างจังหวัดระยะทางไกล มีรถโดยสารประจำทางวิ่งระหว่างจังหวัดผ่านปทุมธานีเพื่อไปยังจังหวัดในภาคกลาง เหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือ รวม 100 สาย

สาธารณูปโภคสาธารณูปการ

การไฟฟ้า

จังหวัดปทุมธานี ได้รับบริการไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคปทุมธานี การไฟฟ้าภูมิภาครังสิต และการไฟฟ้าภูมิภาคธัญบุรี รวมทั้งสิ้น 3,529.96 ล้านยูนิต มีผู้ใช้ไฟฟ้าจำนวน 139,491 ราย สำหรับการประปาได้รับการบริการจาก การประปาภูมิภาคปทุมธานี และการประปาภูมิภาครังสิต ปริมาณน้ำที่ผลิตได้รวมทั้งสิ้น 33,295,828 ลูกบาศก์เมตร มีผู้ใช้น้ำจำนวน 38,031 ราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประปา

มีการประปา จำนวน 2 แห่ง ได้แก่ การประปาปทุมธานี และการประปาธัญบุรี มีกำลังการผลิตน้ำประปา 57,720 ล.บ.ม. / วัน ในปัจจุบันให้บริการจำหน่ายน้ำประปาในเขต 5 อำเภอ รวม 12 ตำบล มีผู้ใช้น้ำจำนวนรวมทั้งสิ้น 20,300 ราย พื้นที่การจ่ายน้ำประปาได้แก่

- อ. เมืองปทุมธานี ได้แก่ ต. บางปรอก , บ้านฉาง , บ้านหลวง , บางขะแยง , บางพูน และ ต.บ้านกลาง
- สามโคก ได้แก่ ต.สามโคก ต. บางโพธิ์เหนือ

การโทรศัพท์

จังหวัดปทุมธานีมีชุมสายโทรศัพท์ จำนวน 17 แห่ง ให้บริการโทรศัพท์ในทุกอำเภอ รวม 41,560 เลขหมาย และจะดำเนินการติดตั้งเลขหมายเพิ่มเติมอีก 9,032 เลขหมาย สามารถให้บริการโทรศัพท์ทั่วเขตจังหวัดได้รวม 50,592 เลขหมาย

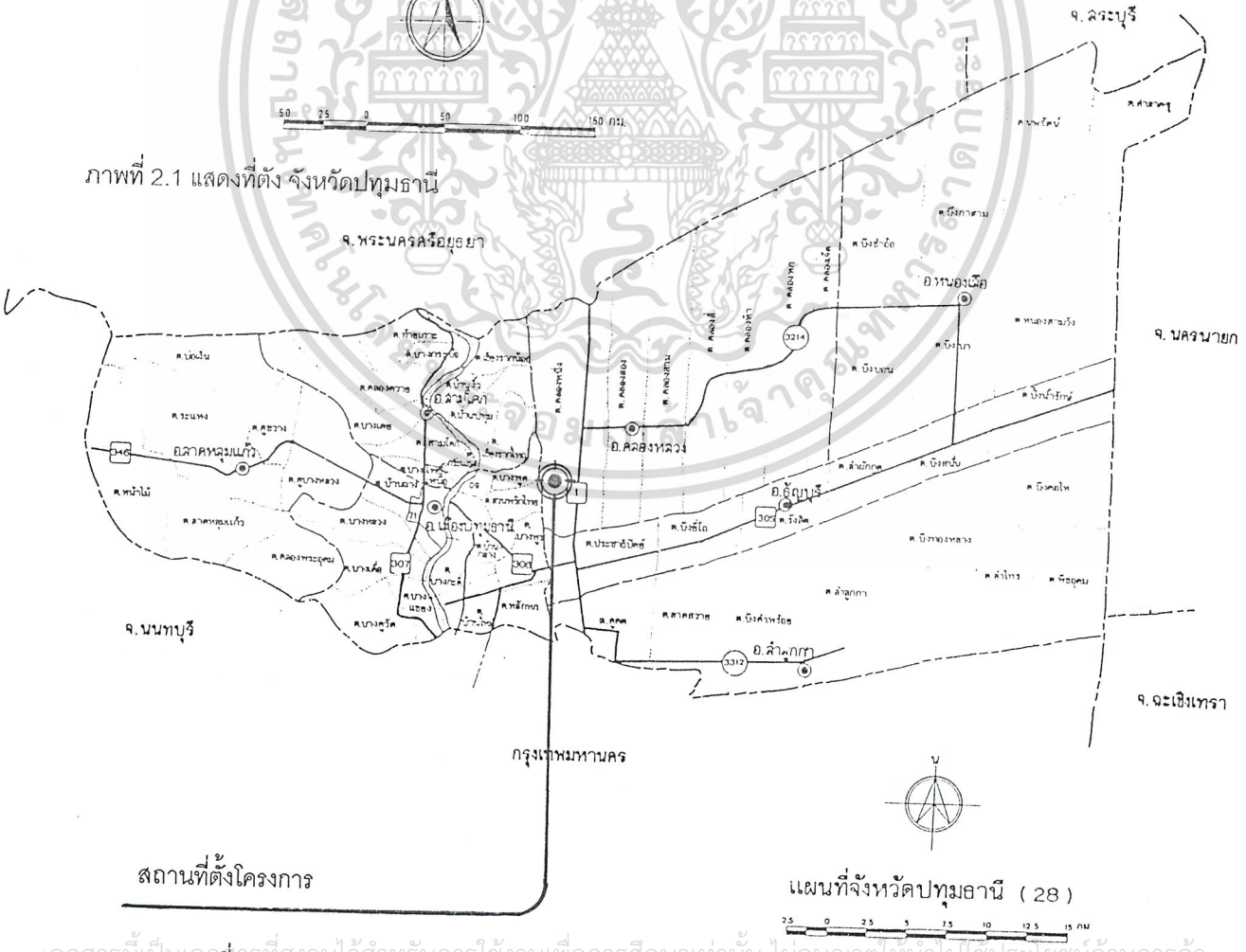
บทบาทของจังหวัดปทุมธานีต่อภาคกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540 – 2544) ที่กำหนดบทบาทของจังหวัดปริมณฑล รองรับกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคม รวมทั้งเป็นย่านพักอาศัยที่กระจายออกจากกรุงเทพมหานคร เพื่อลดอัตราการย้ายถิ่นฐานเข้ากรุงเทพมหานคร

นอกจากบทบาททางเศรษฐกิจ สังคม และแหล่งที่พักอาศัยแล้ว ปทุมธานียังมีบทบาททางการบริหารและการปกครองระดับประเทศด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.1 แสดงที่ตั้ง จังหวัดปทุมธานี



ภาพที่ 2.2 แสดงอาณาเขตและการติดต่อ จังหวัดปทุมธานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOLAR CELL RESEARCH & DEVELOP CENTER
FOR TROPICAL ZONE

บทที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสถาปัตยกรรม

3.1 การศึกษาอาคารตัวอย่าง

3.1.1 การศึกษาอาคารตัวอย่างภายในประเทศ

ชื่อโครงการ : กลุ่มอาคารวิทยาการพลังงานทดแทน ENERGY TECHNOLOGY COMPLEX

สถานที่ตั้ง : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย รังสิต ริมถนนพหลโยธิน

ชื่อโครงการ : ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ เอกมัย

สถานที่ตั้ง : ถนน สุขุมวิท ติดกับสถานีขนส่งสายตะวันออก

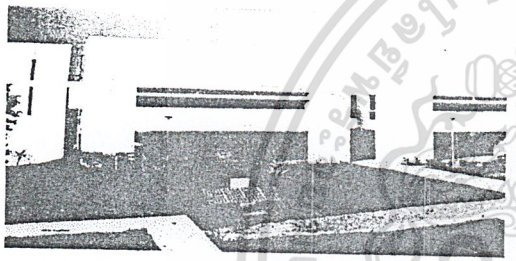
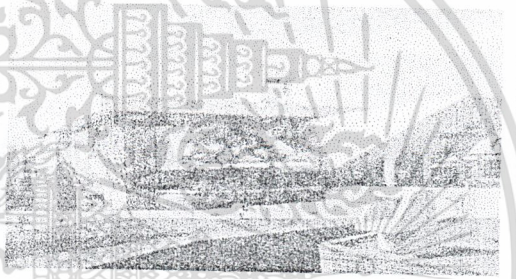
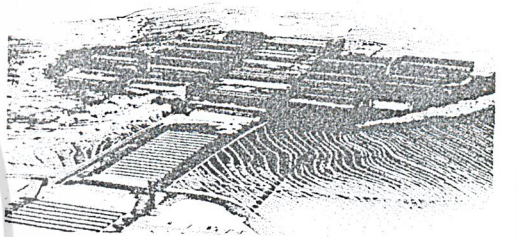
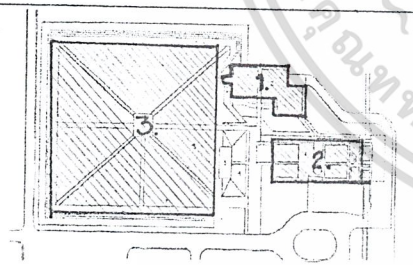
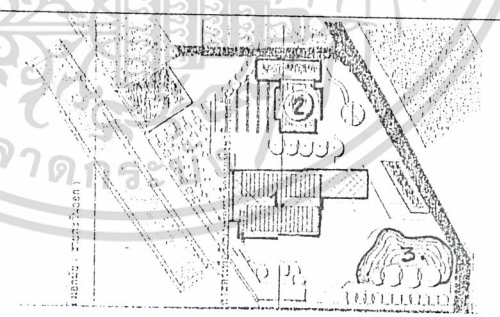
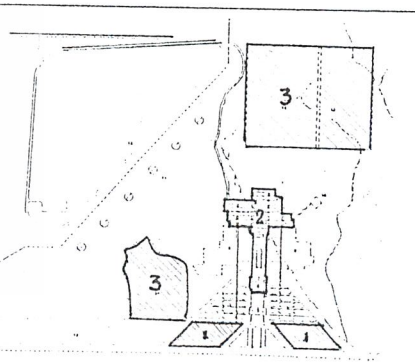
3.1.2 การศึกษาอาคารตัวอย่างภายนอกประเทศ

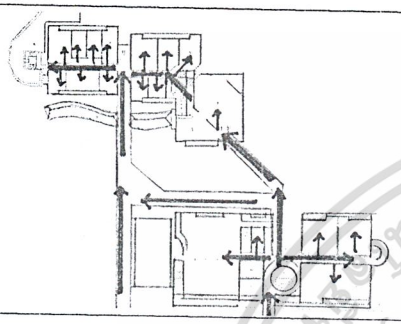
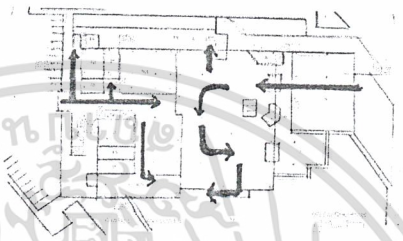
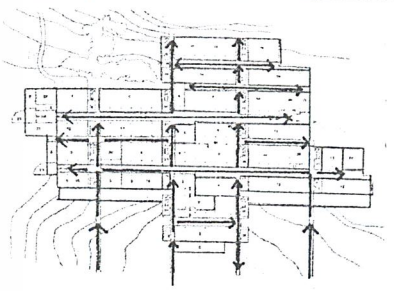
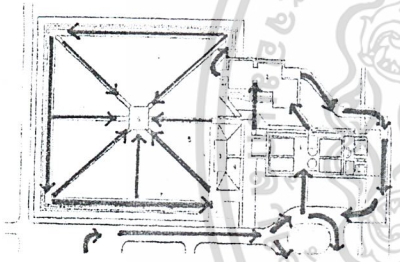
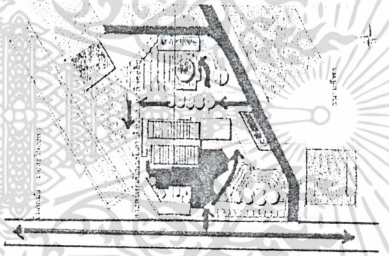
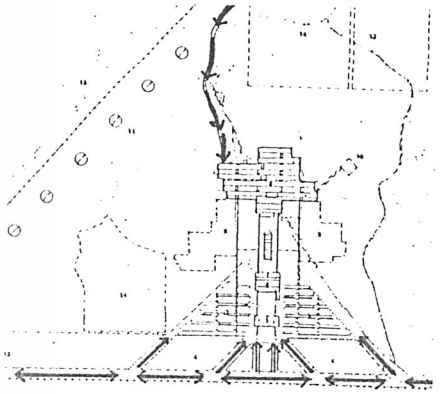
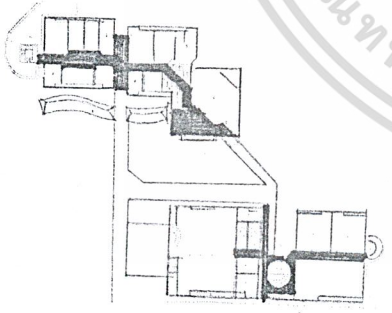
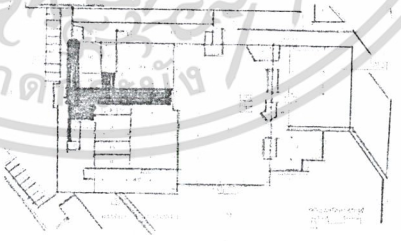
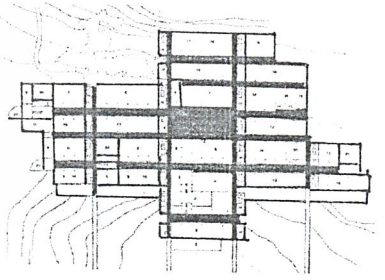
ชื่อโครงการ : สถาบันวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ The Solar Energy Research Institute (SERI)

สถานที่ตั้ง : COLORADO CARIFONIEA

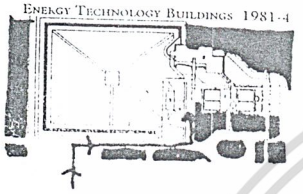
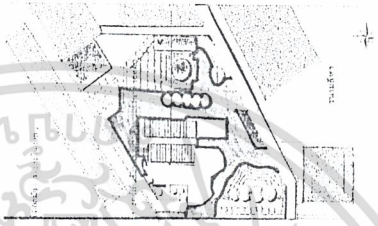
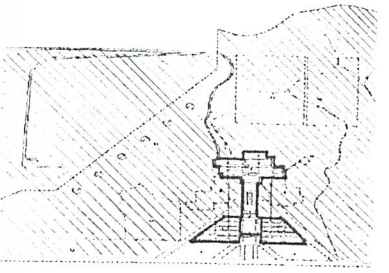
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงการศึกษาอาคารตัวอย่างภายในประเทศและภายนอกประเทศ

	กลุ่มอาคารวิทยาการพลังงานทดแทน ENERGY TECHNOLOGY COMPLEX	ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ เอกมัย	อาคารสถาบันวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ The Solar Energy Research Institute (SERI)
1.สถานที่ตั้ง	สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย รังสิน ริมถนนพหลโยธิน 	ถนนสุขุมวิท ติดกับสถานีขนส่ง สายตะวันออก 	COLORADO CARIFONIEA 
2.องค์ประกอบ	-ส่วนปฏิบัติการ -ส่วนสำนักงาน -ส่วนบรรยาย -ส่วนทดลอง -ส่วนทดลองภายนอก	-ส่วนสำนักงาน -ส่วนนิทรรศการ -ส่วนบริการ -ส่วนทดลอง -ส่วนเทคนิค	-ส่วนสำนักงาน -ส่วนวิจัยและปฏิบัติการ -ส่วนบริการ -ส่วนเทคนิค -ส่วนทดลองกลางแจ้ง
3.การจัดวาง zone			

4.การสัญจรภายใน			
5.การสัญจรภายนอก			
6.ที่ว่างภายใน			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.ที่ว่างภายนอก			
8.แนวความคิด	1.นำรูปทรงลูกบาศก์ที่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสมาออกแบบอาคาร 2.ผนังด้านทิศตะวันตกเป็นผนัง 2 ชั้น ยัดไส้ด้วยฉนวนกันความร้อน 3.หลังคาลาดเอียงเพื่อวาง solar cell	1.ใช้รูปทรงที่ทันสมัย 2.จัดอาคารให้มีความรู้สึกเสมือนศูนย์การค้า 3.การวางผังอาคารให้ขยายไปทางด้านหลัง 4.ใช้วัสดุที่ทันสมัย 5.ภายในมีการจัดเป็นเรื่องราวตามลำดับ	1.ใช้ระบบ grid เพื่อการขยายตัวของอาคาร 2.การวางผังไปตาม contour 3.การออกแบบให้เข้ากับสภาพแวดล้อม 4.การนำแสงธรรมชาติ และกระแสลม เข้ามาใช้มาใช้กับอาคาร
10.ข้อดีข้อเสีย	ข้อดี 1.การจัดวางองค์ประกอบเรียบง่ายตรงไปตรงมาทำให้การสัญจรสะดวก 2.การสร้างบรรยากาศภายในอาคารโดยนำกระจกมาใช้เพื่อดึงความรู้สึกเข้ามาสู่ตัวอาคาร ข้อเสีย 1.ส่วนโถงอาคารแคบเกินไป 2.กิจกรรมของระหว่างอาคาร 2 หลัง ขาดความเชื่อมต่อกัน	ข้อดี 1.นำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในโครงการ 2.การวางผังอาคารทำให้การสัญจรไม่สับสน 3.การขยายตัวของอาคารทำได้ง่าย ข้อเสีย 1.วัสดุที่นำมามุงหลังคาเกิดตะไคร่และฝุ่นทำให้แสงส่องลงมาไม่ถึง 2.การจัดนิทรรศการภายในมีความเก่าขาดการปรับปรุงให้น่าสนใจ	ข้อดี 1.การจัดวางองค์ประกอบและการสัญจรสะดวก 2.การนำธรรมชาติเข้ามาใช้กับตัวอาคารให้เกิดภาวะสบาย ข้อเสีย 1.อาคารขยายตัวไปในแนวราบทำให้การสัญจรมีระยะทางที่ไกล 2.การเข้าถึงอาคารของโครงการไกลเกินไป

3.2 การวิเคราะห์รายละเอียดโครงการ

3.2.1 การดำเนินงานของโครงการ

1 บทบาทและหน้าที่

1.1 วิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน ทางด้านเทคโนโลยีการผลิต การพัฒนาแนวในเรื่องโคกสร้างและโสด ที่สามารถทำงานด้วยประสิทธิภาพสูง ภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้น เพื่อเพิ่มความคงทนและขยายอายุการใช้งาน

1.2 ศูนย์การค้นคว้าวิจัย ให้ความรู้ และจัดการฝึกอบรมโดยการศึกษาจากของจริง รวมถึงการเผยแพราข่าวสารการวิจัยค้นคว้า แก่นักวิชา นักศึกษา ประชาชนผู้สนใจทั่วไป

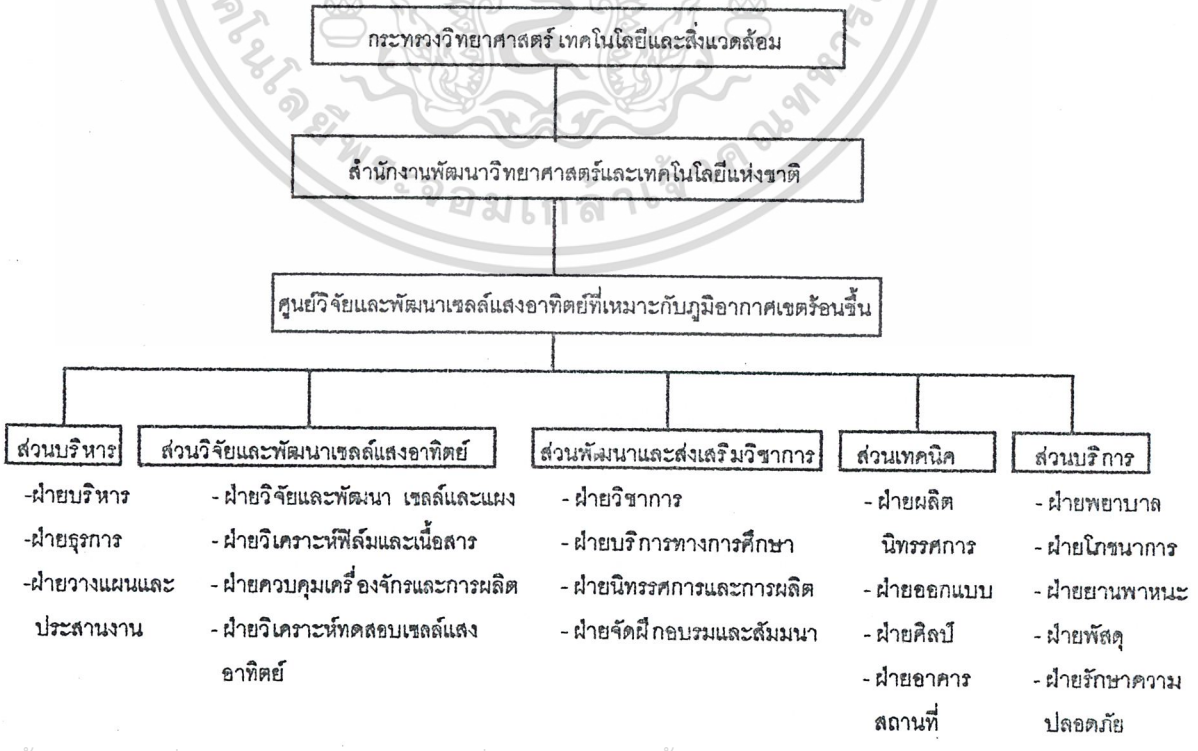
1.3 จัดแสดง ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การทำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ และผลงานจากการค้นคว้าวิจัย ความเคลื่อนไหวทั้งในและต่างประเทศ เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ และผลงานจากนักวิชาการ สถาบันการศึกษาที่ต้องการจะเผยแพร่แลกเปลี่ยนข้อมูล เพื่อเป็นศูนย์การศึกษาค้นคว้าเฉพาะด้าน

2.กิจกรรมของโครงการ

กิจกรรมหลักของโครงการ คือวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน เทคโนโลยีการผลิต การพัฒนาแนวในเรื่องโครงสร้างและวัสดุ ที่สามารถทำงานด้วยประสิทธิภาพสูงภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้น รวมถึงการทดสอบและประเมินผลการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

3. การดำเนินงานของโครงการ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะกับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(สวทช.)ซึ่งขึ้นกับกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 หน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละส่วนในโครงการ

องค์ประกอบ	หน้าที่ความรับผิดชอบและการดำเนินงาน
1. ส่วนบริหาร	
1.1 ฝ่ายบริหาร	กำหนดโครงการต่าง ๆ และวางนโยบายในการบริหารงานควบคุมดูแลการทำงาน วางนโยบายการบริหารงาน
1.2 ฝ่ายธุรการ	จัดสรรงบประมาณ และรับผิดชอบด้านการบรรณการควบคุมดูแลและทำทะเบียนเจ้าหน้าที่
1.3 ฝ่ายวางแผนและประสานงาน	ร่วมมือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และจัดทำแผนงานของโครงการ
2. ส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์	ศึกษาค้นคว้าแนวทางในการพัฒนาด้านเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะกับภูมิอากาศเขตร้อนชื้นทั้งด้านโครงสร้างเซลล์และแผงเซลล์
2.1 ฝ่ายวิจัยและพัฒนา เซลล์และแผง	ทำการค้นคว้าวิจัย ปรับปรุงวัสดุและโครงสร้างของเซลล์และแผงเซลล์
2.2 ฝ่ายวิเคราะห์ฟิล์มและเนื้อสาร	วิเคราะห์ เก็บข้อมูล การนำสารที่นำมาใช้ในการเคลือบเซลล์กับแผงเซลล์ และการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสาร
2.3 ฝ่ายควบคุมเครื่องจักรและการผลิต	ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรในการผลิตเซลล์และการประกอบเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์
2.4 ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์	นำเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้จากการวิจัยและปรับปรุงไปทดสอบภาคสนามทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผล
3. ส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ	เผยแพร่ข่ายสาร ประชาสัมพันธ์ จัดฝึกอบรม แสดงนิทรรศการ เพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี สถานการณ์ความก้าวหน้าของปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ฝ่ายวิชาการ	ดำเนินการ วางแผนแนวทางการเผยแพร่ข้อมูล ดูแลการให้บริการทางการศึกษา
3.2 ฝ่ายบริหารทางการศึกษา	
3.21 ศูนย์ข้อมูลข่าวสารทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์	เก็บข้อมูล คัดลอกเอกสารทางด้านผลงานการวิจัยทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ของโครงการและของที่อื่น
3.2.2 ห้องสมุด	ให้บริการค้นคว้า ข้อมูลด้านพลังงานบริการค้นหา รวบรวบเอกสาร ทำสำเนาเอกสารแก่ผู้สนใจและการให้บริการด้านคอมพิวเตอร์
3.2.3 โสตทัศนศึกษา	บริการข้อมูลผ่านสื่ออุปกรณ์ที่ทันสมัย เพื่อความสะดวกต่อการเผยแพร่ เช่น คอมพิวเตอร์ ภาพวีดีทัศน์ โปสเตอร์และสไลด์
3.3 ฝ่ายแสดงนิทรรศการและสาธิต	จัดแสดง เผยแพร่ข้อมูลข่าวสารแก่บุคคลทั่วไป แสดงตัวอย่างเทคโนโลยี อุปกรณ์สาธิตต่างๆ แบ่งเป็น 1. ส่วนนิทรรศการถาวร 2. ส่วนนิทรรศการชั่วคราว 3. ส่วนนิทรรศการกลางแจ้ง
3.4 ฝ่ายจัดฝึกอบรมสัมมนา	จัดฝึกอบรม สัมมนา และประชุมแก่นักศึกษา นักวิชาการ บุคคลทั่วไปที่สนใจและสนับสนุนการเข้าร่วมพัฒนาบุคคลากรทางสาขาเฉพาะด้าน
4 ส่วนเทคนิค	เป็นส่วนเสริมให้การดำเนินงานของส่วนอื่น ๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
4.1 ฝ่ายผลิตนิทรรศการ	ทำหน้าที่ประดิษฐ์ ผลิต ซ่อมแซมชิ้นงานที่จัดแสดงในส่วนนิทรรศการ
4.2 ฝ่ายออกแบบ	ทำหน้าที่คัดและออกแบบรูปแบบการจัดนิทรรศการระบบการควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอ นิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ฝ่ายศิลป์	ตกแต่งและจัดทำสื่อทางศิลป์ประกอบการแสดงนิทรรศการ
4.4 ฝ่ายอาคารสถานที่	มีหน้าที่ดูแลซ่อมแซมอุปกรณ์เครื่องกลระบบต่าง ๆ ภายในอาคาร และดูแลรักษาความเรียบร้อยของอาคาร
5 ส่วนบริการ	ให้บริการด้านความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้อาคารและผู้มาติดต่อ
5.1 ฝ่ายพยาบาล	บริการตรวจสุขภาพและอนามัยแก่เจ้าหน้าที่ ผู้เจ็บป่วยอันเนื่องมาจากอุบัติเหตุ
5.2 ฝ่ายโภชนาการ	ให้บริการเพื่ออำนวยความสะดวกในร้านอาหาร เพื่อรองรับเจ้าหน้าที่ และผู้ใช้บริการในกลุ่ม อื่น ๆ เช่น อบรม สัมมนา ชมนิทรรศการ
5.3 ฝ่ายยานพาหนะ	หน้าที่จัดรถยนต์เพื่อการปฏิบัติการรับ-ส่ง พนักงานอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ในโครงการและผู้มาติดต่อ
5.4 ฝ่ายพัสดุ	จัดหาวัสดุ ทำสัญญาซื้อหรือสัญญาจ้างตรวจรับพัสดุสิ่งของ และจัดเก็บรักษาพัสดุครุภัณฑ์จากผลการวิจัย
5.5 ฝ่ายรักษาความปลอดภัย	บริการรักษาความปลอดภัยภายในศูนย์ตรวจสอบการเข้าออกของผู้ใช้โครงการทั้งบุคคลและรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงอัตรากำลังและหน้าที่บุคลากรในโครงการ

ฝ่าย/ตำแหน่ง	อัตรา	หน้าที่
1. ส่วนบริหาร		
1.1 ฝ่ายบริหาร		
- ผู้อำนวยการ	1	- กำหนดแผนดำเนินงาน บริหารงานไปตามนโยบายและประสานงานกับส่วนกลาง
- ผู้ช่วยผู้อำนวยการ	1	- เป็นผู้ช่วยผู้อำนวยการ ในการวางแผนควบคุมเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่าง ๆ
- เลขานุการ	1	- ร่างจดหมายติดต่อกับหน่วยงานต่าง ๆ เตรียมเอกสาร นัดหมายกำหนดการ รายงานการประชุม
1.2 ฝ่ายธุรการ		
- หัวหน้าฝ่าย	1	- ควบคุมการทำงานของเจ้าหน้าที่ฝ่าย
- เจ้าหน้าที่ธุรการ	2	- ติดต่อประสานงาน จัดทำทะเบียนจัดทำเรื่องการจ้าง ประกวดราคา ทำสัญญาซื้อ สัญญาจ้าง, พิมพ์เอกสาร
- ประชาสัมพันธ์	2	- ติดต่ออำนวยความสะดวก และให้ข้อมูลเบื้องต้นแก่ผู้ใช้โครงการ และดูแลการเข้าออกของผู้ใช้โครงการ - ทำหน้าที่ขายของที่ระลึกและสิ่งตีพิมพ์ต่าง ๆ ที่ศูนย์ฯ หรือจัดซื้อหรือเป็นการฝากขาย เพื่อการส่งเสริมให้เกิดความสนใจด้านพลังงานมากขึ้น และถือเป็นรายได้ส่วนหนึ่งของศูนย์ฯ
- เจ้าหน้าที่การเงิน-บัญชี	2	- จัดหา ควบคุมและดูแลงบประมาณการเบิกจ่าย การจัดซื้อรวมทั้งดูแลรายได้ส่วนต่าง ๆ ของโครงการ
- สารบรรณ	1	- จัดทำจดหมายเอกสาร สิ่งตีพิมพ์ทั้งหมด และการจัดหาหน่วยงานในการผลิตเอกสารประชาสัมพันธ์และอื่น ๆ
- เจ้าหน้าที่ฝ่ายบุคคล	1	- จัดทำทะเบียนเจ้าหน้าที่ ตรวจสอบการลงเวลาทำงานและประวัติบุคคล รวมทั้งจัดหาพนักงานว่าจ้าง (EMPLOYEE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ฝ่ายวางแผนและประสานงาน		
- หัวหน้าฝ่าย	1	- กำหนดโครงการวิจัยให้สอดคล้องกับนโยบายประสานงานกับโครงการต่าง ๆ
- เจ้าหน้าที่ฝ่าย	4	- เก็บข้อมูลและสถิติ ติดต่อร่วมมือกับหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
จำนวนเจ้าหน้าที่	17	
2. ส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์		
- หัวหน้าส่วนวิจัยและพัฒนา	1	- รับผิดชอบงานวิจัยและพัฒนาและประสานงานกับส่วนต่าง ๆ
- ที่ปรึกษาโครงการ	1	- ร่วมปรึกษา ให้คำแนะนำ
- นักวิจัย เซลล์แสงอาทิตย์	5	- ศึกษาวิจัย ออกแบบโครงสร้างและปรับปรุงขบวนการผลิต
- นักวิจัยแผงเซลล์	3	- ศึกษาพัฒนาวัสดุ โครงสร้างวิธีการประกอบแผง
- ช่างเทคนิค	8	- เป็นผู้ช่วยวิศวกรและรับผิดชอบในการประกอบติดตั้ง
- ช่างเครื่องกล	4	- ผู้ช่วยช่างเทคนิค ควบคุมดูแลอุปกรณ์ในการวิจัย
-เจ้าหน้าที่ฐานข้อมูลและประเมินผล	2	- จัดทำสถิติข้อมูลด้านต่าง ๆ สรุปประเมินผลการปฏิบัติงาน
- ช่างเขียนแบบ	2	- ออกแบบ เขียนแบบด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
จำนวนเจ้าหน้าที่	26	
3. ส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ		
3.1 ฝ่ายวิชาการ		
- หัวหน้าฝ่าย	1	- ดูแลรับผิดชอบด้านการบริหารงานด้านวิชาการต่าง
- นักวิชาการเผยแพร่	1	- รับผิดชอบ จัดวางแผนงานด้านวิชาการ
- พนักงานพิมพ์เอกสาร	2	- จัดพิมพ์ข้อมูลผลงานการวิจัย ข้อมูลด้านวิชาการเพื่อการเผยแพร่
3.2 ฝ่ายบริการทางการศึกษา		
1.ศูนย์ข้อมูลข่าวสารของโครงการ		
- เจ้าหน้าที่ศูนย์ข้อมูล	2	- จัดเก็บข้อมูล ข่าวสาร ผลงานการวิจัยเอกสารต่างเพื่อเป็นศูนย์การให้ข้อมูลเฉพาะด้านแก่สาธารณะ
2. ห้องสมุด		
- บรรณรักษ์	1	- ควบคุมการดำเนินงานภายในห้องสมุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผู้ช่วยบรรณารักษ์	2	- บริการให้ยืม-คืน หนังสือและจัดหาสารวิชาการต่าง
- เจ้าหน้าที่ห้องสมุด	3	- จัดพิมพ์บัตรรายการซ่อมหนังสือและจัดเก็บหนังสือ
3. โสตทัศนศึกษา		
- หัวหน้าโสตฯ	1	- ควบคุมดูแลการใช้งานโสตทัศนอุปกรณ์
- เจ้าหน้าที่โสตฯ	2	- ผลิตและให้บริการสื่อเพื่อใช้ประกอบการศึกษา ควบคุมดูแลระบบในหอประชุม
3.3 ฝ่ายนิทรรศการและสาธิต		
- หัวหน้าฝ่าย	1	- รับผิดชอบ ดูแล ควบคุมการจัดนิทรรศการ
- เจ้าหน้าที่นิทรรศการและภัณฑารักษ์	2	- บริการให้คำแนะนำส่วนต่างๆของนิทรรศการ เป็นวิทยากรแสดงสาธิตการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ
3.4 ฝ่ายจัดฝึกอบรมสัมมนา		
- หัวหน้าฝ่าย	1	- รับผิดชอบ ดูแล ควบคุมการทำงานและกำหนดการจัดฝึกอบรม
- เจ้าหน้าที่หลักสูตรและแผนงาน	2	- จัดฝึกอบรม จัดวางหัวข้อในการจัดฝึกอบรม
จำนวนเจ้าหน้าที่	21	
4. ส่วนเทคนิค		
4.1 ฝ่ายผลิตนิทรรศการ		
- ช่างเทคนิคงานไม้	2	- รับผิดชอบงานไม้ในการจัดนิทรรศการ
- ช่างเทคนิคงานโลหะและพลาสติก	3	- รับผิดชอบงานโลหะและพลาสติกในการจัดนิทรรศการ
- ช่างอิเล็กทรอนิกส์	2	- รับผิดชอบงานวงจรอิเล็กทรอนิกส์
4.2 ฝ่ายออกแบบ		
- เจ้าหน้าที่ออกแบบ	2	- ออกแบบเทคนิควิธีการจัดแสดงนิทรรศการ
4.3 ฝ่ายศิลป์		
- เจ้าหน้าที่ฝ่ายศิลป์	2	- ตกแต่งและจัดทำสื่อทางศิลป์ประกอบการแสดงนิทรรศการ
4.4 ฝ่ายอาคารสถานที่		
- หัวหน้าฝ่าย	1	- ดูแลควบคุมการปฏิบัติงาน การจัดการซ่อมแซมระบบในส่วนที่มีการชำรุดเสียหาย
- ช่างเครื่องกล	2	- ดูแลซ่อมแซมระบบเครื่องกล
- ช่างอิเล็กทรอนิกส์	2	- ควบคุมระบบภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ช่างโยธา - พนักงานทำความสะอาด - คนสวน	2 5 3	- ดูแลและซ่อมแซมอาคารที่มีการชำรุด - รักษาความสะอาดภายใน-ภายนอกอาคาร - ดูและสนามหญ้า ต้นไม้ให้อยู่ในสภาพที่ดี
จำนวนเจ้าหน้าที่	26	
5. ส่วนบริการ 5.1 ฝ่ายพยาบาล - เจ้าหน้าที่พยาบาล 5.2 ฝ่ายโภชนาการ - พนักงานบริการ 5.3 ฝ่ายยานพาหนะ - พนักงานขับรถ 5.4 ฝ่ายพัสดุ - เจ้าหน้าที่พัสดุ 5.5 ฝ่ายรักษาความปลอดภัย - พนักงานรักษาความปลอดภัย	 2 2 2 2 4	 - ดูแลรักษาผู้บาดเจ็บเนื่องจากอุบัติเหตุต่าง ๆ - จัดเตรียมอาหารแก่เจ้าหน้าที่ ผู้ใช้โครงการและผู้ที่มาติดต่อฝึกอบรม - จัดรถยนต์ออกไปปฏิบัติการ รับส่งพนักงานเจ้าหน้าที่และผู้มาติดต่อ - ตรวจรับส่งพัสดุ จัดทำทะเบียนการใช้งานและเบิกจ่าย ควบคุมพัสดุและครุภัณฑ์ - ดูแลรักษาความปลอดภัยกับภายในและภายนอกศูนย์
จำนวนเจ้าหน้าที่	12	

สรุป จำนวนบุคลากรประจำโครงการ

1. ส่วนบริหาร	17	อัตรา
2. ส่วนวิจัยและพัฒนาฯ	26	อัตรา
3. ส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ	21	อัตรา
4. ส่วนเทคนิค	26	อัตรา
5. ส่วนบริการ	12	อัตรา
รวม	102	อัตรา

+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การศึกษาและวิเคราะห์ผู้ใช้โครงการ

3.3.1 ประเภทของผู้ใช้โครงการ ผู้ใช้อาคารในโครงการ สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ

1.1 ผู้ใช้บริการ สามารถแบ่งได้ดังนี้

1.1.1 กลุ่มผู้เข้าชม

- นักเรียน, นักศึกษา
- นักวิชาการ
- ประชาชนทั่วไป
- นักท่องเที่ยว

1.1.2 กลุ่มผู้ใช้บริการทางด้านกิจการต่าง ๆ

- นักศึกษาของสถาบันต่าง ๆ
- นักวิชาการ และผู้เชี่ยวชาญ

1.2 ผู้ให้บริการ

- เจ้าหน้าที่ฝ่ายต่าง ๆ
- พนักงานภายในศูนย์

3.3.2 พฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ การวิเคราะห์พฤติกรรมผู้ใช้สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

1. พฤติกรรมของผู้ใช้บริการ

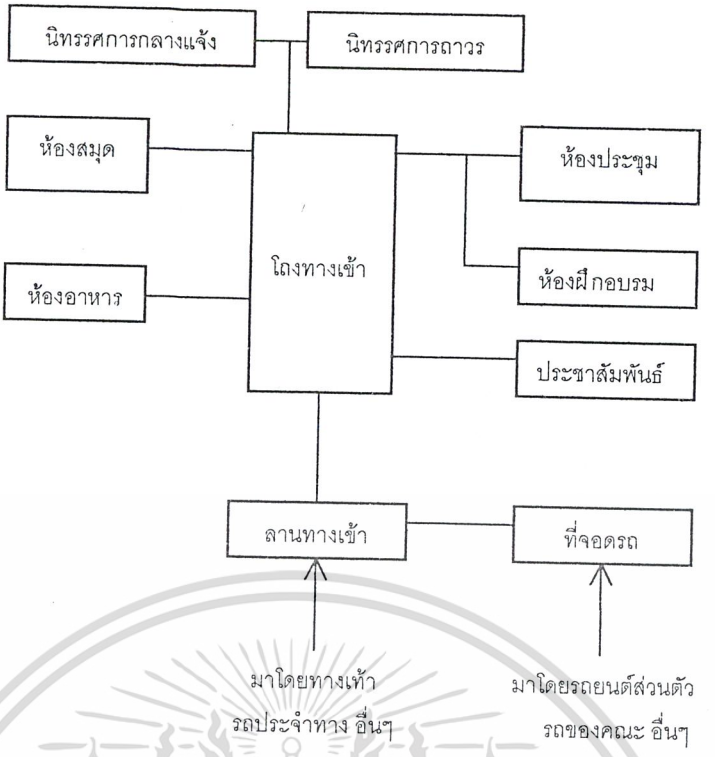
1.1 ผู้ใช้โครงการทั่วไป คือผู้ที่มาชมส่วนนิทรรศการในโครงการ แบ่งตามลักษณะได้ 2ประเภท

1.2 ผู้ชมที่มาเองเป็นการส่วนตัว เช่น รถยนต์ รถโดยสารประจำทาง ฯลฯ

1.3 ผู้ชมที่มาเป็นหมู่คณะ เช่น กลุ่มนักศึกษา นักเรียน นักท่องเที่ยวที่เป็นหมู่คณะโดยรถบัส รถตู้ ฯลฯ

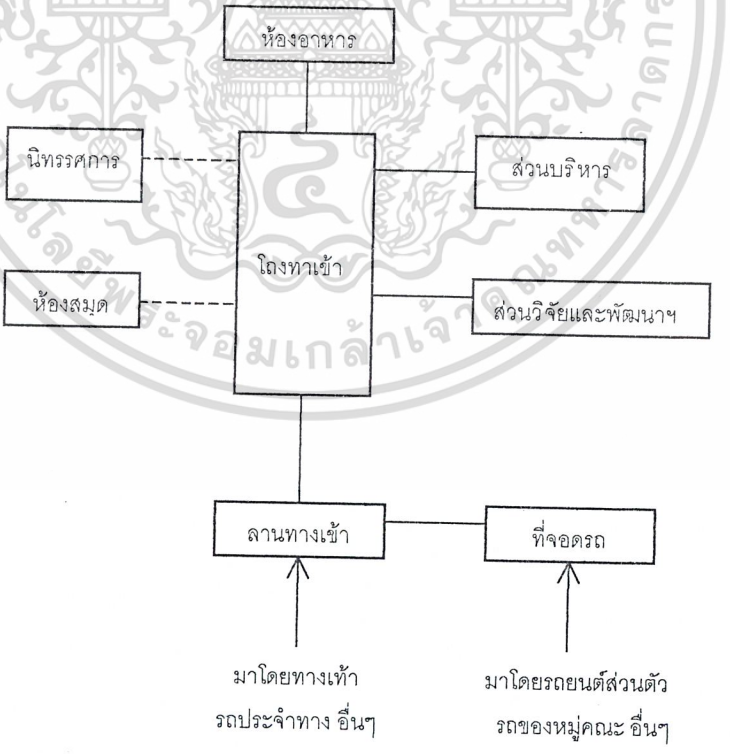
การกำหนดเวลาที่เหมาะสมในการเข้าชมโครงการตั้งแต่เวลา 9.00 - 16.00 น. ในกรณีที่มาเป็นหมู่คณะจะมีการฟังการบรรยายก่อนชมนิทรรศการ และการเข้าใช้บริการห้องสมุดเพื่อการค้นคว้า โดยแสดงเป็นผังได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผังแสดงพฤติกรรมผู้ใช้บริการ

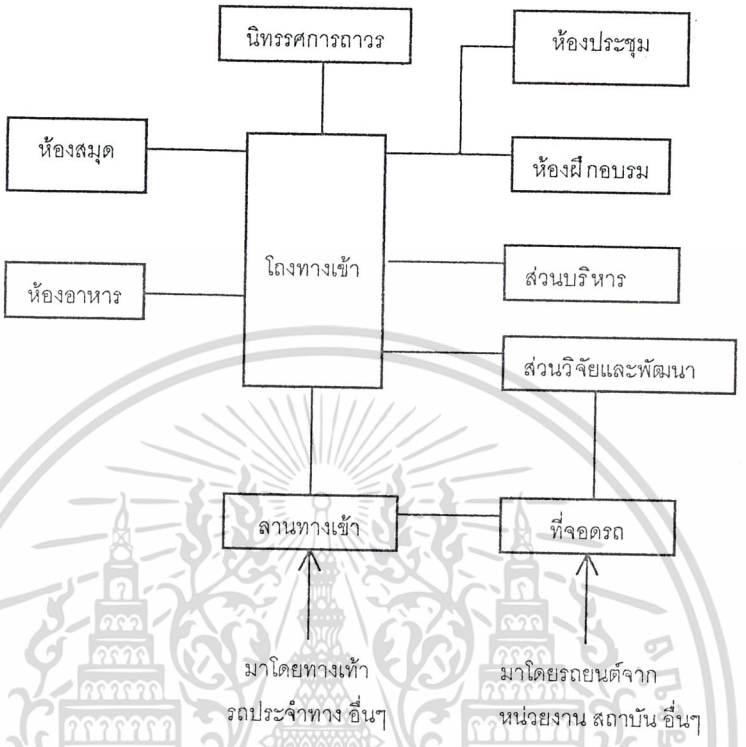
1.4 ผู้มาติดต่อ เช่น บุคคลที่มีจุดประสงค์ในการติดต่อราชการขอเอกสาร ข้อมูลคำแนะนำต่างๆรวมทั้งการติดต่อส่วนค้นคว้า วิจัย เวลาในการมาติดต่อไม่แน่นอน



ผังแสดงพฤติกรรมผู้มาติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 นักวิชาการและผู้ค้นคว้า คือ ผู้ที่มาขอติดต่อขอใช้สถานที่เพื่อการศึกษาค้นคว้า วิจัย จากหน่วยงานราชการ เอกชน สถานศึกษา ในส่วนของห้อง LAB ห้องสมุด ห้องประชุม สัมมนาทางวิชาการ โดยให้บุคคลทั่วไปที่สนใจเข้าร่วมฟังบรรยายได้



2. พฤติกรรมของผู้ให้บริการ

ได้แก่ เจ้าหน้าที่และบุคลากรประจำโครงการ จะมีพฤติกรรมหน้าที่ตามแต่ละฝ่าย ทางเข้าและที่จอดรถจะแยกออกจากผู้ใช้บริการ ลักษณะเวลาทำงานเหมือนส่วนราชการพนักงานบริษัททั่วไป

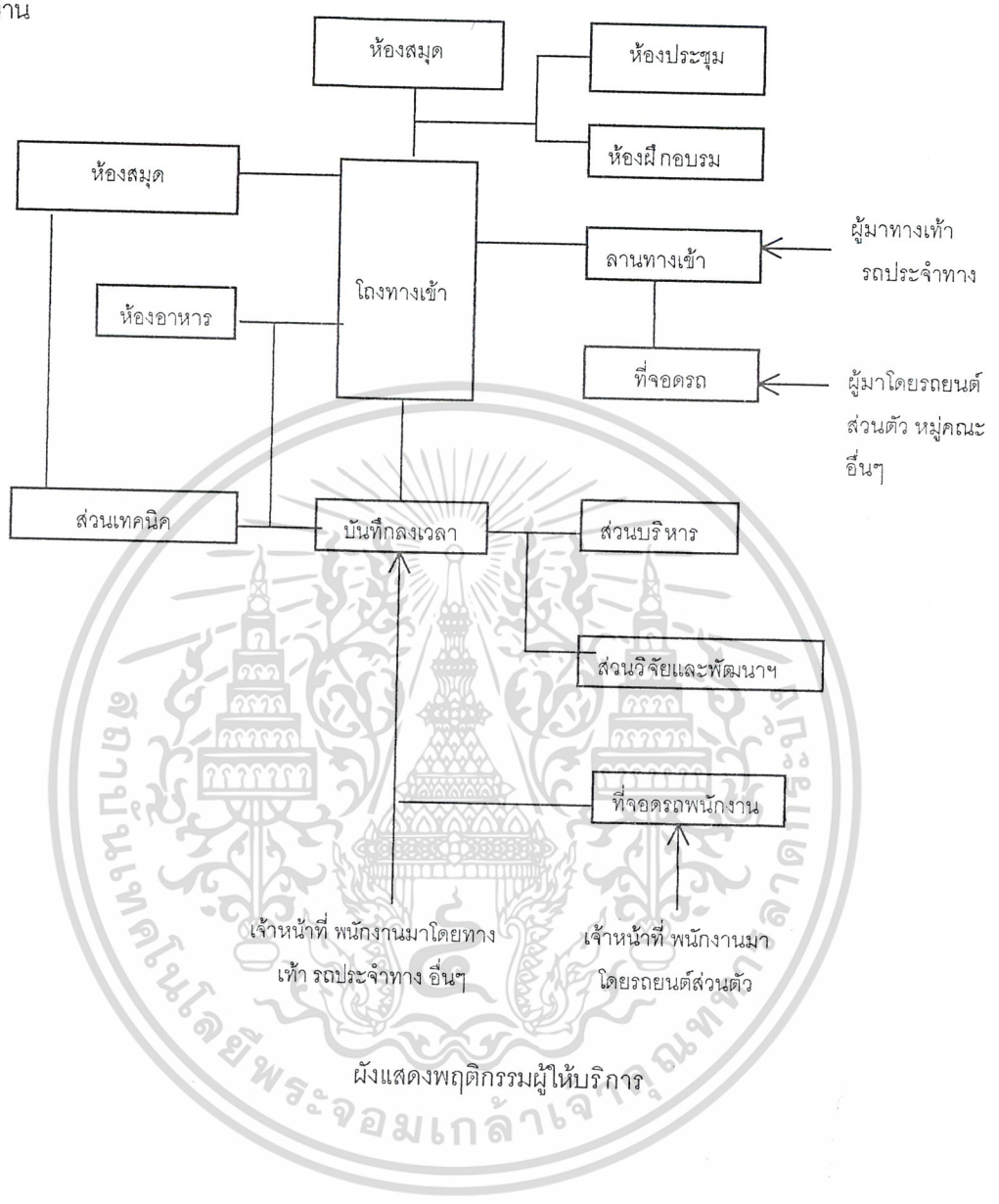
8.00	8.30–12.00	12.00–13.00	13.00–16.00	17.00
ลงเวลา ทำงาน	ปฏิบัติหน้าที่ ภาคเช้า	พักกลางวัน	ปฏิบัติหน้าที่ ภาคบ่าย	ลงเวลา เลิกงาน

ส่วนที่เริ่มทำงานตั้งแต่ 8.00 – 17.00 น. ได้แก่

- ส่วนบริหาร
- ส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ
- ส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์ฯ
- ส่วนบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

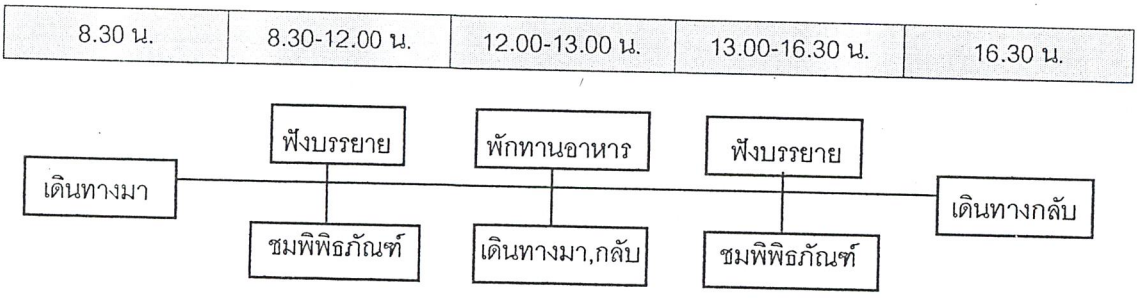
ในส่วนเทคนิค เจ้าหน้าที่ฝ่ายจัดแสดงการดำเนินงานส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงบ่าย ตั้งแต่ 13.00 – 16.30 น. และช่วงเย็น 17.00 น. เป็นต้นไป เพื่อใช้เวลาในการจัดความเรียบร้อย ซ่อมแซม สร้างชิ้นงานและการเตรียมงาน



ผังแสดงพฤติกรรมผู้ให้บริการ

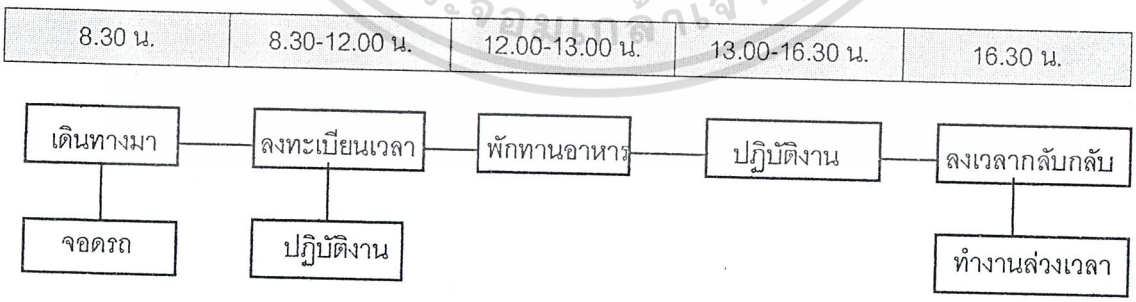
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังแสดงพฤติกรรมของผู้เข้าชมที่เป็นหมู่คณะ



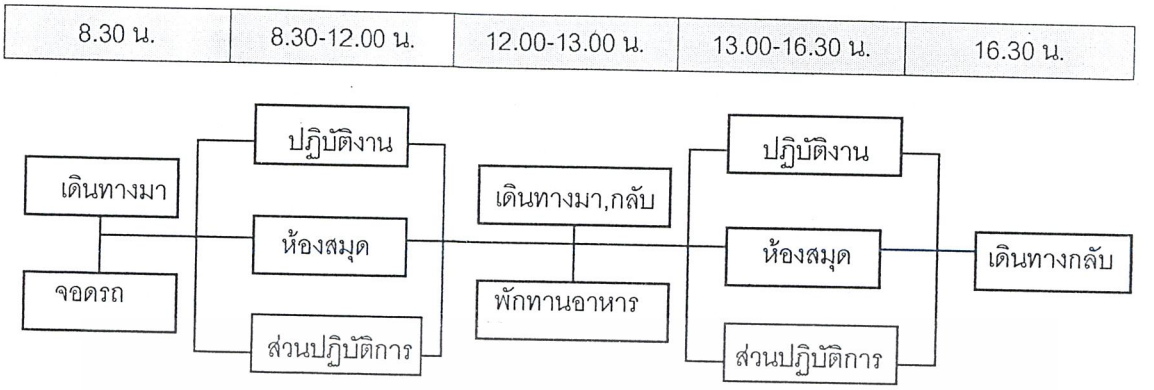
ผังแสดงพฤติกรรมของผู้เข้าชมที่เป็นส่วนตัว

ผังแสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่าง ๆ

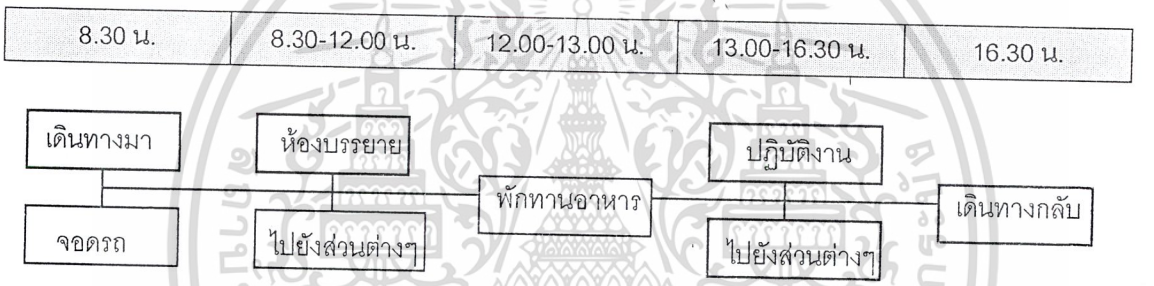


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังแสดงพฤติกรรมของนักวิชาการและนักวิจัย



ผังแสดงพฤติกรรมของผู้เข้าร่วมประชุมและสัมมนา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 แสดง USER TIME ของผู้ใช้โครงการ

เวลา / องค์ประกอบ	1:00 2:00	2:00 3:00	3:00 4:00	4:00 5:00	5:00 6:00	6:00 7:00	7:00 8:00	8:00 9:00	9:00 10:00	10:00 11:00	11:00 12:00	12:00 13:00	13:00 14:00	14:00 15:00	15:00 16:00	16:00 17:00	17:00 18:00	18:00 19:00	19:00 20:00	20:00 21:00	21:00 22:00	22:00 23:00	23:00 24:00	24:00 1:00
1.ส่วนบริหาร																								
-ฝ่ายบริหาร																								
-ฝ่ายธุรการ																								
-ฝ่ายวางแผนและประสานงาน																								
2.ส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์																								
-ฝ่ายวิจัยและพัฒนา เซลล์และแผง																								
-ฝ่ายวิเคราะห์ฟิล์มและเนื้อสาร																								
-ฝ่ายควบคุมเครื่องจักรและการผลิต																								
-ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์																								
3.ส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ																								
-ฝ่ายวิชาการ																								
-ฝ่ายบริหารทางการศึกษา																								
1.ศูนย์ข้อมูลข่าวสารทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์																								
2.ห้องสมุด																								
3.โสตทัศนศึกษา																								
-ฝ่ายแสดงนิทรรศการและสาธิต																								
-ฝ่ายจัดฝึกอบรมสัมมนา																								
4.ส่วนเทคนิค																								
-ฝ่ายผลิตนิทรรศการ																								
-ฝ่ายออกแบบ																								
-ฝ่ายสิลป์																								
-ฝ่ายอาคารสถานที่																								
5.ส่วนบริการ																								
-ฝ่ายพยาบาล																								
-ฝ่ายโภชนาการ																								
-ฝ่ายยานพาหนะ																								
-ฝ่ายพัสดุ																								
-ฝ่ายรักษาความปลอดภัย																								

3.3.3 จำนวนผู้ใช้โครงการ จากข้อมูลสถิติการใช้บริการของโครงการที่คล้ายคลึง สามารถสรุปตามประเภทผู้ใช้โครงการได้ดังนี้

1. กลุ่มผู้ใช้บริการ

1.1 นักเรียน นักศึกษา ที่กำลังศึกษาในหลักสูตรเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องหรือศึกษาในสาขาทางด้านไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์

จากสถิตินักศึกษาสาขาทางด้านไฟฟ้าจำแนกตามสังกัด ตั้งแต่ระดับ ปวช. ปวส. ปวท. และมหาวิทยาลัย ประจำปี 2541 มีดังนี้

ตารางที่ 3.5 แสดงจำนวนนักศึกษาสาขาไฟฟ้า (ทั่วประเทศ)

สังกัด	จำนวน (คน)
การศึกษานอกระบบ	48,404
กรมอาชีวศึกษา	96,549
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	5,896
ทบวงมหาวิทยาลัย	24,247
รวม	175,096

ตารางที่ 3.6 แสดงจำนวนนักศึกษา สาขาไฟฟ้า (กรุงเทพฯและปริมณฑล)

สังกัด	จำนวน (คน)
การศึกษานอกระบบ	14,002
กรมอาชีวศึกษา	2,513
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	2,249
ทบวงมหาวิทยาลัย	24,247
รวม	43,011

สรุป จำนวนนักศึกษาสาขาไฟฟ้า (ทั่วประเทศ) 175,096 คน

จำนวนนักศึกษาสาขาไฟฟ้า (กรุงเทพฯ และปริมณฑล) 43,011 คน

1.2 นักวิชาการ นักวิจัย สามารถจำแนกได้เป็น2 กลุ่ม

นักวิชาการ นักวิจัยที่เข้าร่วมโครงการอบรมสัมมนา จากการศึกษาข้อมูลของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานสรุปได้ว่า มีการจัดสัมมนาฝึกอบรมอย่างน้อย 1 ครั้ง/เดือน มีจำนวนผู้เข้าสัมมนาประมาณ 30 – 50 คน/วาระ ช่วงเวลาในการสัมมนา 2 – 4 วัน/คอร์ส

โครงการอบรมสัมมนา จากสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) สรุปว่าในแต่ละเดือนจะมีโครงการอบรมสัมมนาในหัวข้อต่าง ๆ ไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการจัดฝึกอบรม-สัมมนา

1.เพื่อเป็นการพัฒนาบุคลากรในหน่วยงาน ทั้งภาครัฐและเอกชน รวมทั้งบุคคลที่สนใจทั่วไป ด้วยวิทยากรที่มีความรู้ความสามารถ และอุปกรณ์ที่ทันสมัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.7 แสดงแผนการจัดฝึกอบรม-สัมมนา

หลักสูตรการฝึกอบรม	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1.การประชุม International Seminar on Energy Conservation	4-6											
2.การประชุม Seminar on Cost & Invesment in Energy Conservation	20-22											
3.การประชุม International Se minar on Energy Conservation in Industry	.....	3-5										
4.การประชุมโครงการความร่วมมือออสเตรเลีย	.....	18-20										
5.การประชุมคณะทำงานร่วม โครงการสถานีประจุแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	.....	25-27										
6.การสัมนาแผนพลังงานระยะยาวของไทยในการใช้พลังงานหมุนเวียน	.....	.....	5-7									
7.การประชุมเอสแคป สมัยที่52	.....	.....	15-17									
8.การประชุม Programme for Asia Co-operation on Energy & the Environment.(PACE-E	.....	.....	28-30									
9.การประชุมองค์การพลังงานโลก	.....	.....	.....	12-20								
10.การสัมนา การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในบ้าน	.....	.....	.....	25-30								
11.การสัมนา เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบสำเร็จรูป	.....	.....	.....	.....	3-10							
12.การประชุมคณะทำงานเฉพาะกิจผู้ชี่ยวชาญพลังงานใหม่และหมุนเวียนของอาเซียน	.....	.....	.....	.....	20-27							
13.การประชุม International Conference and Exhibition on Modelling Testing and Monitoring	.....	.....	.....	.....	.....	5-12						
14.การประชุม Seminar on Cost & Invesment in Energy Conservation	.....	.....	.....	.....	.....	18-22						
15.การฝึกอบรมภายในประเทศ การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ รุ่นที่1	.....	.....	.....	.....	.....	25-30						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับชื่อโครงการ/หลักสูตร	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
16.การประชุมโครงการความร่วมมือญี่ปุ่น							5-8					
17.การประชุมคณะทำงานร่วม โครงการสถานีประจุแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ตามชนบท							15-20					
18. การสัมนา แผนพลังงานระยะยาวของไทยในการใช้พลังงานหมุนเวียน							22-25					
19.การประชุม Asian Experts Group on Nese							28-30					
20.การประชุม Programme for Asia Co-operation on Energy and the Environment(PACE-E)								2-5				
21.การประชุมองค์การพลังงานโลก								12-20				
22.การสัมนา การวิจัยเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า								25-30				
23.การสัมนาเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบสำเร็จรูป									3-10			
24.การประชุมคณะทำงานเฉพาะกิจผู้เชี่ยวชาญพลังงานใหม่และหมุนเวียนของอาเซียน									20-27			
25.การฝึกอบรมภายในประเทศ การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ รุ่นที่2 รุ่นที่3 รุ่นที่4 รุ่นที่5 รุ่นที่6										3-28		
26.การสัมนาพลังงานทดแทนและแนวโน้มการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ภายในประเทศ										3-8		
27.การประชุม International Seminar on Energy Conservation in Industry										10-15		
28.การประชุมโครงการความร่วมมือเบลเยี่ยม & เยอรมันนี										18-20		
29.การประชุมคณะทำงานร่วมโครงการสถานีประจุแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์										25-27		
30.การสัมนา แผนพลังงานระยะยาวของไทยในการใช้พลังงานหมุนเวียน											5-7	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับชื่อโครงการ/หลักสูตร	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
31.การสัมนาเทคโนโลยี่แสงอาทิตย์	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	15-17	
32.การประชุม Programme for Asia Co-operation on Energy and the Environment(PACE-E)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	28-30	
33.การประชุมองค์การพลังงานโลก	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	12-20
34.การสัมนา การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	22-24

สรุป ผู้เข้าร่วมสัมมนาประมาณ 30 – 50 คน/วาระ
จำนวนโครงการเฉลี่ย 2 – 4 โครงการ/เดือน
ช่วงเวลาในการสัมมนา 3 – 6 วัน/คอร์ส

1.3 นักวิชาการ นักวิจัย ที่มาเข้าร่วมค้นคว้าทดลอง โดยจะร่วมการค้นคว้าวิจัย หรือเป็นที่ปรึกษาการจัดทำโครงการโดยมากใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 1 เดือน บุคลากร 2 – 5 คน/โครงการ (ข้อมูลจากกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน)

1.4 ประชาชนทั่วไป โดยการวิเคราะห์จากอาคารที่คล้ายคลึงกันคือ พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ท้องฟ้าจำลอง กรุงเทพฯ โดยการสอบถามข้อมูลสถิติจากเจ้าหน้าที่พิพิธภัณฑ์ ประชาชนทั่วไปที่เข้าชมมีจำนวนดังนี้

1.การคาดคะเน จำนวนผู้ใช้โครงการในส่วนนิทรรศการการจัดแสดง จากการศึกษาข้อมูลผู้ใช้อาคารพิพิธภัณฑ์ และท้องฟ้าจำลอง สรุปคาดการจำนวนประชากรในอนาคตเพื่อประโยชน์ในด้านความต้องการในการออกแบบได้ดังนี้

%เปรียบเทียบการเพิ่ม $R = PT/PO - 1$

PO = จำนวนประชากรในปีต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 แสดงสถิติผู้เข้าชมศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา

สถิติผู้เข้าชมศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522-2540						
ปี	ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา			ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพฯ		
	เด็ก	ผู้ใหญ่	รวม	เด็ก	ผู้ใหญ่	รวม
2522	209,447	40,570	250,017	99,930	13,558	118,483
2523	274,798	53,732	328,530	194,182	34,773	228,955
2524	191,517	42,160	233,677	159,840	40,189	200,029
2525	241,273	70,539	311,812	195,467	56,468	251,935
2526	178,073	40,086	218,099	165,354	43,458	208,812
2527	253,617	44,503	298,120	166,312	48,318	214,630
2528	232,520	69,545	302,065	174,109	57,447	231,556
2529	267,385	62,243	329,628	198,641	62,995	261,596
2530	332,506	47,645	380,151	132,279	37,940	170,219
2531	252,774	19,676	272,450	132,898	30,711	163,609
2532	220,280	68,344	288,624	123,168	32,979	156,147
2533	305,522	29,888	335,410	145,339	31,660	176,999
2534	207,267	57,678	264,945	111,564	33,502	145,066
2535	152,739	41,490	194,229	54,860	26,546	81,405
2536	145,705	34,939	180,644	134,646	34,075	168,721
2537	280,461	67,368	347,829	273,624	82,409	356,033
2538	189,979	59,227	249,105	172,497	60,727	233,224
2539	137,750	61,223	198,973	110,405	41,430	151,835
2540	164,060	56,236	220,296	101,252	41,070	142,322
รวม	4,237,512	967,092	5,204,604	2,846,367	815,215	3,661,582

หมายเหตุ: กิจกรรมนิทรรศการ"งานชุมนุมลูกเสือแห่งชาติ ครั้งที่ 15" วันที่ 21-27 พ.ศ. 2540 รวม 7,530 คน

ศูนย์สร้างสรรค์เยาวชนฯ (บริรักษ์) ตั้งแต่วันที่ 10 มกราคม 2540 – 5 มกราคม 2541 รวม 10,013 คน

สรุป	จำนวนผู้ชมต่อปี	301,145 คน
	จำนวนผู้ชมต่อเดือน	25,095 คน
	จำนวนผู้ชมต่อวัน (หยุดวันจันทร์)	965 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 นักท่องเที่ยว ทั้งชาวไทย – ชาวต่างประเทศ การเข้าเยี่ยมชมโครงการมีค่อนข้างน้อย มักจะเป็นกลุ่มที่สนใจเทคโนโลยี การคาดคะเนจำนวนผู้ชม คิดจากจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้าพักในกรุงเทพฯ และปริมณฑล 1.6% ขึ้นไป

$965 \times 1.6 / 100 = 24$ คน/วัน

สรุป จำนวนผู้ใช้บริการโครงการ

1. นักเรียน นักศึกษา	50 คน
2. นักวิชาการ นักวิจัย	
2.1 เข้าฝึกอบรม	30 – 50 คน/วาระ
2.2 ค้นคว้าทดลอง	2- 5 คน/โครงการ
3. ประชาชนทั่วไป	200 คน
4. นักท่องเที่ยว	24 คน
คิดเป็นผู้ใช้สูงสุดประมาณ	329 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานของโครงการ

3.4.1 การวิเคราะห์ความต้องการพื้นที่ใช้สอย

1. ส่วนบริหาร

ตารางที่ 3.9 แสดงขนาดพื้นที่มาตรฐานอาคารประเภทที่ทำการราชการ

ตำแหน่ง	พื้นที่ทำงาน (ตร.ม./คน)
ผู้อำนวยการ	20
ผู้ช่วยผู้อำนวยการ	16
หัวหน้าส่วนงาน	16
หัวหน้าฝ่าย	12
สถาปนิก วิศวกร บัญชี เศรษฐกร	6.0 (4.5)
เสมียน ช่างเขียนแบบ ช่างเทคนิค	4.5
พื้นที่ห้องประชุม	2.0
พื้นที่พักคอย	1.0
พื้นที่ห้องน้ำ-ส้วม	0.5
พื้นที่ให้บริการ ได้แก่ ทางเชื่อม โถง บันได	1/3 ของทั้งหมด

ที่มา : ทะเบียนข้าราชการ และมาตรฐานอาคารประเภทที่ทำการราชการ 2529

1. พื้นที่ว่างโถงมาตรฐาน	ใช้พื้นที่	0.64 ตร.ม./คน
2. พื้นที่ตู้เก็บเอกสาร	ใช้พื้นที่	0.94 ตร.ม./ตู้
3. พื้นที่ติดต่อสอบถาม	ใช้พื้นที่	3.90 ตร.ม./คน
4. พื้นที่ทำงานมาตรฐาน	ใช้พื้นที่	4.50 ตร.ม./คน
5. พื้นที่พิมพ์ดีด	ใช้พื้นที่	1.80 ตร.ม./หน่วย
6. พื้นที่ตู้เก็บบัตร	ใช้พื้นที่	1.34 ตร.ม./ตู้
7. พื้นที่ถ่ายเอกสาร	ใช้พื้นที่	2.16 ตร.ม./หน่วย
8. บริเวณพักคอย	ใช้พื้นที่	3.51 ตร.ม./คน
9. ส่วนเตรียม	ใช้พื้นที่	4.00 ตร.ม./หน่วย
10. พื้นที่เก็บเอกสาร , เก็บอุปกรณ์	ใช้พื้นที่	9.00 ตร.ม./หน่วย

2. ส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์

2.1. ส่วนปฏิบัติการทดลอง (LABORATORY)

2.1.1 ห้องปฏิบัติการ (INDOOR LAB) ในปัจจุบันมีสถาบันที่ทำการทดลองด้านพลังงานโดยเฉพาะเพียงในการหาพื้นที่ทดลองทางด้านพลังงาน คิดประมาณพื้นที่จาก

1. พื้นที่สำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง
2. อัตรากำลังของบุคลากร
3. วัตถุประสงค์หรือข้อเรื่องในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปฏิบัติการดังกล่าวจะมีการทดสอบทางด้านพลังงาน รวมทั้งผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการ INDOOR LAB จะแบ่งทดสอบตามลักษณะเป็น 2 ห้องคือ

1. PHYSICAL LAB ทดสอบเรื่องอุณหภูมิความร้อน, ความชื้น, ตรวจสอบคุณสมบัติของไหล, ไฟฟ้า
2. CHEMICAL LAB ตรวจสอบแร่ธาตุ, สารประกอบก๊าซ สภาพความเป็นกรดด่าง (PH) ฯลฯ ตลอดจนโครงการทางเคมีอื่น ๆ

การจัดพื้นที่ใช้สอยเป็น INDOOR LABORATORY

เนื่องจากไม่มีการกำหนดวิธีการแบ่งพื้นที่ใช้สอย ห้องปฏิบัติการทางพลังงานและวัสดุพลังงานเป็นลายลักษณ์อักษรที่แน่นอน จึงศึกษาแนวทางการจัดแบ่งพื้นที่จากการสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญที่ใช้งาน INDOOR LAB จาก 2 สถาบันในประเทศไทย คือ อาจารย์รุ่งโรจน์ สงค์ประกอบ, อาจารย์ผู้สอนด้านพลังงานและวัสดุพลังงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และ MR. MARHEN CHAMA LAB SUPERVISOR ประจำสถาบัน AIT และสามารถสรุปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบเพื่อการใช้งานที่เหมาะสม ดังนี้

1. อุปกรณ์หรือเครื่องมือชนิดตั้งอยู่กับที่ STATION EQUIPMENT โดยรอบห้องได้ประมาณ 30% ของพื้นที่
2. โต๊ะปฏิบัติการขนาด 1.2x2.4x0.75 เมตร 2 ตัว สำหรับตั้งเครื่องมือและทำการทดลองแต่ละหัวข้อตามประเภทการวิจัย
   - 2.1 PHYSICAL LAB แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ
     - การทดสอบด้านพลังงานความร้อน
     - การทดสอบด้านพลังงานไฟฟ้า
     - การทดสอบด้านกลศาสตร์และคุณสมบัติทางกายภาพของสารหรืออุปกรณ์
   - 2.2 CHEMICAL LAB แบ่งตามเครื่องมือตรวจสอบสสาร 3 ลักษณะคือ
     - SOLID ANALYSIS
     - LIQUID ANALYSIS
     - GAS ANALYSIS
3. พื้นที่ตั้งชิ้นวิจัย ใช้พื้นที่ประมาณ 20% ของพื้นที่ห้อง โดยมีพื้นที่อย่างต่ำไม่น้อยกว่า 4x4 ตารางเมตร
4. ตู้หรือเคาน์เตอร์สำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือทดลองหรือสารเคมีน้ำยาต่าง ๆ
5. ส่วนอำนวยความสะดวกอื่นๆ ได้แก่ อ่างล้างมือ, ส่วนทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปพื้นที่ส่วน INDOOR

ตารางที่ 3.10 แสดงการวิเคราะห์พื้นที่ส่วน PHYSICAL LABORATION

องค์ประกอบ	งานทดสอบ	พื้นที่ (m^2)
1. PHYSICAL LABORATION		
1.1 ส่วนทดสอบด้านความร้อน THERMAL TEST	ทดสอบการนำความร้อน	4.00
- Thermal Conduction Test	ทดสอบการนำความร้อน	3.00
- Thermal Conduction Test	ทดสอบการนำความร้อน	4.50
- Neutral Radiation Test		
1.2 ส่วนทดสอบด้านพลังงานไฟฟ้า ELECTRONIC TEST		
- Electronic Room		
พื้นที่วางเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า	ทดสอบและพัฒนาเครื่องมือทาง ELECTRONIC การเปลี่ยนรูปของพลังงานไฟฟ้า	12.00
1.3 ส่วนทดสอบพื้นฐาน GENERAL PHYSICAL TEST	ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐานของวัสดุหรืออุปกรณ์	12.00
1.4 โต๊ะปฏิบัติการขนาด 1.2x2.4x0.75 เมตร จำนวน 2 ตัว		16.00 24.00
1.5 พื้นที่ตั้งชิ้นงาน ใช้พื้นที่ประมาณ 20% ของพื้นที่ห้อง		
1.6 ส่วนเก็บอุปกรณ์เครื่องมือทดสอบและตู้เก็บสารเคมี		9.00
1.7 ส่วนทำความสะอาด		6.00
รวมพื้นที่ส่วนทดสอบทางกายภาพ		120.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 แสดงการวิเคราะห์พื้นที่ห้อง CHEMICAL LABORATORY

องค์ประกอบ	งานทดสอบ	พื้นที่ (m^2)
2. CHEMICAL LABORATORY มีอุปกรณ์ตรวจสอบ 2 ประเภท ได้แก่		
2.1 SOLID ANALYSIS - COMBOSION FURNANCE - CARBON AND HYDROGEN ANALYSER องค์ประกอบ	ส่วนทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของส่วนทดสอบที่มีสถานะเป็นของแข็ง งานทดลอง	16.00 พื้นที่ (m^3)
2.2 LIQUID ANALYSIS - FISSER 1 m^2 - เตาอบ 1 m^2 - pH ANALYSER 2.3 GAS ANALYSER - เครื่อง FISSER 1 m^2 - FLUME HOOD 2 m^2 - GAS ANALYSER 2.4 โต๊ะปฏิบัติการขนาด 1.2x2.4x0.75 เมตร จำนวน 2 ตัว 2.5 พื้นที่ตั้งชิ้นงาน ใช้พื้นที่ประมาณ 20% ของพื้นที่ห้อง 2.6 ส่วนเก็บอุปกรณ์เครื่องมือทดลองและตู้เก็บสารเคมีและถังแก๊ส 2.7 ส่วนทำความสะอาด	ส่วนทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของส่วนทดสอบที่มีสถานะเป็นของไหล (FLUID) ประเภทของเหลว ส่วนทดสอบคุณสมบัติทางเคมีของส่วนทดสอบที่มีสถานะเป็นของไหล (FLUID) ประเภทก๊าซและสารระเหย	9.00 12 16.00 24.00 9.00 6.00
รวมพื้นที่ส่วนทดสอบทางเคมี		120.00

1.1 COMPUTER LABORATURY ทดสอบคุณสมบัติและการใช้ชิ้นงานด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

พื้นที่ทำงานเจ้าหน้าที่ประกอบด้วยโต๊ะทำงานและเครื่องคอมพิวเตอร์ 15 ตร.ม.

พื้นที่วางชิ้นงานเพื่อทำการทดสอบบนแท่น TEST BED. หรือบนพื้น

คิดเป็นพื้นที่ 20% ของส่วนปฏิบัติการ INDOOR LAB. 48 ตร.ม.

รวมเป็นพื้นที่ห้อง COMPUTER LAB. 63 ตร.ม.

1.2 ห้องมืด DARK ROOM ทดสอบพลังงานแสงอาทิตย์เทียม 25 ตร.ม.

ในกรณีที่ต้องการควบคุมความแน่นอนเมื่อไม่สามารถควบคุมแสงอาทิตย์ได้

- พื้นที่วางอุปกรณ์พลังงานและตู้เย็น
- พื้นที่วางแผงอุปกรณ์พลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 PREFABRICATED ROOM งานเตรียมวัสดุและชิ้นทดสอบ เพื่อให้ได้คุณสมบัติตามที่กำหนดและเหมาะสมต่อการทดลอง

คิดพื้นที่ประมาณ 20% ของพื้นที่ INDOOR LAB.

คิดเป็นพื้นที่ = 48 ตร.ม.

ประกอบด้วย

- ส่วนปฏิบัติงานบนพื้นที่และโต๊ะปฏิบัติงานกลางขนาด 1.2x2.40x0.75
- ตู้เก็บวัสดุตัวอย่างทดลองและสารเคมี
- พื้นที่อุปกรณ์และเครื่องมือทั้งเป็นSTATION และ PORTABLE EQUIPMENT

ตารางที่ 3.12 แสดงการวิเคราะห์พื้นที่ของอุปกรณ์ทดลอง

เครื่องมือ	งานทดลอง	พื้นที่ (m^2)
1. เครื่องชั่ง ELECTRIC ANALYSIS BALANCE	ชั่งวัสดุพลังงานเพื่อเก็บข้อมูลเปรียบเทียบ	1
2. เตาอบ	ความชื้นในวัสดุพลังงาน	1
3. เครื่องเซนติฟิว	เครื่องแยกตะกอนAUTOMATIC	1
4. เตาเผา COMBUSION FURANCES	ตรวจสอบขี้เถ้าจากวัสดุพลังงาน	1.5
5. เครื่อง CARBON & HYDROGEN ANALYSER	คำนวนหา % CARBON ที่ประกอบในวัสดุพลังงาน	1
6. เครื่องVOLTAIC EMETTER	หาปริมาณส่วนผสมของสารระเหย	2
7. เครื่องบด	นำวัสดุจากแหล่งต่าง ๆ มาบดให้ละเอียดให้เหมาะสมกับการทดลอง	3
8. เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง	ขึ้นรูปวัสดุให้เป็นรูปร่างตามที่กำหนดไว้	2
9. ถังหมัก	ถังทรงกระบอกมีฝาปิดมิดชิด พร้อมเครื่องกวนจุ 10 m^3	1
10. ถังตกตะกอน	ถังสี่เหลี่ยมกับกรวยเพื่อทิ้งให้สารตกตะกอนกวนจุ 1 m^3	1
11. ถังเก็บแก๊ส	ถังทรงกระบอกคว่ำบนถังน้ำจุ20 m^3 เพื่อกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้น	20
12. ถังพักน้ำ	ถังทรงกระบอกพร้อมเครื่องกวน	2

1.4 ห้องเก็บเครื่องมือ(INSTRUMENT STROAGE)

คิดพื้นที่ประมาณ 10% ของพื้นที่ INDOOR LAB

คิดพื้นที่ประมาณ = 30 ตร.ม.

1.5 ห้องเปลี่ยนชุดสะอาด

- LOCKER ชุดคลุมสะอาด 6 UNIT ขนาด 0.6x0.30x1.80 1 ตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คิดเป็นพื้นที่ 1.35 ตร.ม.

- ห้องเปลี่ยนชุด 2 ห้อง ขนาด 1.5x0.9 = 1.5 ตร.ม. / ห้อง

คิดเป็นพื้นที่ 3 ตร.ม.

1.6 ลานทดลองนอกห้องปฏิบัติการ OUTDOOR LABORATORY

คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 40% ของส่วนปฏิบัติการทดสอบทั้งหมด

คิดเป็นพื้นที่ 150 ตร.ม.

ส่วนพักผ่อนเจ้าหน้าที่ (STAFF'S LOUNGE)

- พื้นที่นั่งพักผ่อน และอ่านหนังสือ 14 ตร.ม
- PANTRY 4 ตร.ม.
- ห้องน้ำเจ้าหน้าที่ 2 ห้อง (รวมส่วนอาบน้ำ) 12 ตร.ม.
- LOCKER 3 ตร.ม.
- ห้องพักอาศัยชั่วคราวสำหรับนักวิจัย 4 อัตรา

แยกเป็นห้องพักแบบคู่ 2 ห้อง ขนาดห้องละ 24 ตารางเมตร

3. ส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ

3.1. **ห้องสมุด**

1.1 ห้องบรรณารักษ์	ใช้พื้นที่	12.00	ตร.ม./คน
1.2 ห้องทำงานเคลื่อนที่	ใช้พื้นที่	15.00	ตร.ม./คน
1.3 เคาน์เตอร์ยืม-คืน หนังสือ	ใช้พื้นที่	6.00	ตร.ม./คน
1.4 พื้นที่ตู้บัตรรายการ	ใช้พื้นที่	1.68	ตร.ม./ตู้
1.5 พื้นที่ฝากของ	ใช้พื้นที่	4.40	ตร.ม./ตู้
1.6 พื้นที่ซ่อมแซมหนังสือ	ใช้พื้นที่	28.50	ตร.ม./หน่วย

A. โต๊ะตรวจเช็คทำรายการ
B. โต๊ะทำบัตรรายการ
C. หนังสือซ่อมแล้ว
D. หนังสือซ่อม
E. โต๊ะซ่อมหนังสือ
F. เย็บเล่ม
G. ทำปก
H. ตัดขอบ
I. ตู้เก็บหนังสือ

1.7 โถงทางเข้า	1/6 ของผู้ใช้ทั้งหมด	20	ตร.ม./หน่วย
1.8 ตู้เก็บหนังสือ			
จากจำนวนผู้ชมสูงสุดต่อวัน		345	คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คิดผู้ใช้บริการห้องสมุด 20% ของผู้ชม			69	คน
จากจำนวนนักศึกษา นักวิจัย ที่เข้าใช้ห้องสมุด			50	คน/วัน
- จำนวนผู้ใช้ห้องสมุดทั้งหมด			119	คน
มาตรฐานหนังสือ			30	เล่ม/คน
จำนวนหนังสือ	119 x 30	=	3,570	เล่ม
- จากมาตรฐานห้องสมุดไทย ห้องสมุดตั้งใหม่			5	ปีแรก
ควรมีหนังสือ			20,000	เล่ม
เฉลี่ยหนังสือจากมาตรฐาน 3,570 + 20,000/2 =			11,785	เล่ม
ตู้เก็บหนังสือขนาด 0.60x2.00x2.00 (1 ตู้ / 1,200 เล่ม)				
จะต้องใช้ตู้เก็บหนังสือ 11,785/1,200		=	10	ตู้
พื้นที่ตู้เก็บหนังสือทั้งหมด	2.8 x 10	=	28	ตร.ม.
พื้นที่อ่านหนังสือขนาด			1.13	ตร.ม./คน
พื้นที่อ่านหนังสือทั้งหมด	1.3x110	=	124.3	ตร.ม.
(ปกติผู้อ่านใช้เวลาประมาณ 2 -3 ชั่วโมง เฉลี่ย 3 ผลัด ๆ ละ 42 คน)				
ใช้โต๊ะอ่านหนังสือชนิด	6 คน/ตัว จำนวน		7	ตัว
พื้นที่ทั้งหมด	13.4 x 7	=	93.8	ตร.ม.
รวม CIR 25% ของพื้นที่อ่านหนังสือ		=	117.25	ตร.ม.

1.9 ห้องถ่ายไมโครฟิล์ม ใช้พื้นที่ 91 ตร.ม./หน่วย

1. ตู้เก็บของ
2. อ่างน้ำ
3. เครื่องล้างไมโครฟิล์ม
4. เครื่องถ่ายสำเนาไมโครฟิล์ม

1.10 ห้องมืด ล้าง - อัดภาพ ใช้พื้นที่ 30 ตร.ม./หน่วย

อ่างล้างมือ
เครื่องอัดขยายภาพ
ตู้เก็บสารเคมี

1.11 ห้องเก็บไมโครฟิล์ม ใช้พื้นที่ 25 ตร.ม./หน่วย

1.12 ห้องทำงานช่างภาพ ใช้พื้นที่ 6 ตร.ม./หน่วย

1.13 ห้องเก็บอุปกรณ์โสตทัศนศึกษา ใช้พื้นที่ 20 ตร.ม./หน่วย

ฝ่ายห้องประชุมจัดฝึกอบรมและสัมมนา

การคาดคะเนจำนวนผู้ใช้บริการในส่วนของการจัดประชุม

การคาดคะเนจำนวนผู้ใช้ที่มีความถี่สูงสุด โดยนักศึกษาจากสถานที่ซึ่งมีการจัดกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับโครงการ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สถิติจากผู้เข้ามาใช้ห้องประชุมของศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา 350 คน/ครั้ง
- สถิติจากการจัดประชุมสามัญประจำปีของสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ เฉลี่ยทุกปีมีสมาชิกเข้าร่วมประชุม 200 คน/ครั้ง
- สถิติผู้ใช้ห้องประชุมของสถาบันสอนภาษา A.U.A. มีผู้เข้าร่วมประชุม 300 คน/ครั้ง
- สถิติผู้เข้าใช้หอศิลป์มหาวิทยาลัยศิลปากร 200 คน/ครั้ง
- สถิติผู้เข้าใช้อนุสรสถานแห่งชาติ 350 คน/ครั้ง

2. โถงทางเข้า จำนวนผู้ใช้บริการในส่วนห้องประชุม 300 คน/วัน
   พื้นที่โถงพักคอย 0.64 ตร.ม./คน
   พื้นที่ทั้งหมด 300 x 0.64 = 192 ตร.ม
3. พื้นที่นั่ง จำนวน 300 คน
   พื้นที่นั่งรวม 2.00 ตร.ม./คน
   พื้นที่ทั้งหมด 300 x 2.00 = 600 ตร.ม.
4. ระยะจากเวทีถึงที่นั่งผู้ชมด้านหน้า 120.00 ตร.ม.
5. ห้องควบคุม 30 ตร.ม.
6. ห้องเก็บของ พื้นที่ 5% ของที่นั่งชม 17.50 ตร.ม.
7. ห้องพักผ่อน , แต่งตัว 20.00 ตร.ม.
8. ห้องบรรยายและห้องประชุมย่อย
   จากจำนวนกลุ่มผู้ชมเป็นกลุ่มขนาดเล็ก 50 คน
   พื้นที่นั่ง 1.50 ตร.ม./คน
   พื้นที่ทั้งหมด 75.00 ตร.ม./คน
9. ห้องบรรยาย 2 ห้อง 150 ตร.ม.
10. ห้องเก็บของ 5% ของห้องบรรยาย 7.50 m^2
11. ห้องพักผู้บรรยาย 12 ตร.ม./หน่วย

ฝ่ายแสดงนิทรรศการและสาธิต

ส่วนจัดแสดงนิทรรศการแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. นิทรรศการถาวร
2. นิทรรศการชั่วคราว
3. นิทรรศการกลางแจ้ง

การนำเสนอรูปแบบเลือกใช้โสตทัศนูปกรณ์ และอุปกรณ์เพื่อการจัดแสดงประเภทต่างๆ ตามประเภทวัตถุแสดงและวัตถุประสงค์เพื่อให้เหมาะกับเนื้อหา โดยแบ่งประเภทการนำเสนอดังนี้

ประเภทแผ่น 2 มิติ

1. WALL BOARDS เป็น BOARD แบบธรรมดา ใช้ติดกับผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ELECTRIC BOARDS โดยใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเข้าช่วยในการจัดแสดงเพื่อให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น มีกลไกตอบสนองประสาทสัมผัสได้ดี

3. DISPLAY BOARDS มีการจัดให้เกิดมิติ มีวัตถุแสดงและคำอธิบาย และมีเทคนิคกลไก

4. DIORAMA โดยนำ BOARD เป็นฉาก และมีวัตถุมาประกอบให้เกิดบรรยากาศและธรรมชาติเหมือนจริง

ประเภทวัตถุ 3 มิติ (OBJECT & MODEL)

ได้แก่ ตัวอย่างจากของจริง หรือเลียนแบบ ย่อส่วนมีขนาดแตกต่างกัน

ประเภทอุปกรณ์ (AUDIO & VISUAL EQUIPMENT)

ได้แก่ อุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่ช่วยเสริมในการจัดแสดง

เช่น การฉายสไลด์ ภาพยนตร์ เครื่องเสียง

1. **นิทรรศการถาวร**

หัวเรื่องที่จัดแสดงนิทรรศการถาวรของศูนย์อนุรักษ์พลังงานภาคเหนือนี้ ประกอบด้วย เนื้อหา 3 หมวดหลัก ดังนี้

หมวดที่ 1 พลังงานกับชีวิต เป็นการให้ความรู้ที่เป็นพื้นฐานทางพลังงาน ประกอบด้วยหัวข้อเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1.1 พลังงานในระบบนิเวศ : แสดงให้เห็นถึงความผูกพันของพลังงานและสิ่งมีชีวิตทุกชนิด และสถานที่ทุกแห่งทั่วโลก ความสำคัญต่อชีวิตและการดำรงอยู่ของสรรพสิ่งในธรรมชาติ ห่วงโซ่ของพลังงาน ดุลของพลังงานในชีวาลัย

1.2 ประเภทรูปแบบและความสำคัญของพลังงานในโลก : แสดงถึงความสำคัญแหล่งพลังงานในรูปแบบที่ใช้แล้วสูญสิ้นและใช้ไม่สูญสิ้น และมีการเสนอแนวทางการเลือกใช้พลังงานที่มีคุณภาพสูง คือเป็นพลังงานที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษแก่สิ่งแวดล้อม รวมถึงความยั่งยืนของแหล่งทรัพยากรนั้น ๆ ด้วย

1.3 รูปแบบพลังงานและทฤษฎีพลังงาน : แสดงให้เข้าใจและรู้จักสิ่งที่เรียกว่าพลังงานปรากฏการณ์ของพลังงาน ที่มีอยู่ทุกหนทุกแห่งในชีวิตประจำวัน การเปลี่ยนรูปของพลังงาน ตลอดจนความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และพลังงาน ได้แก่ กฎของพลังงาน

1.4 พลังงานกับอารยธรรมมนุษย์ : วิวัฒนาการของการค้นพบแหล่งพลังงานรูปแบบต่าง ๆ กับการนำมาใช้นั้น มีความเป็นมาควบคู่กับความเจริญก้าวหน้าของอารยธรรมของมนุษย์

1.5 พลังงานการผลิตและการใช้ : แสดงให้เห็นถึงหลักการเกิด หรือกระบวนการผลิตและแหล่งผลิตของพลังงานระดับมหาศาล สำหรับพลังงานที่ใช้แล้วสูญสิ้น หรือพลังงานที่ใช้กันส่วนใหญ่ในปัจจุบัน

หมวดที่ 2 สถานการณ์พลังงานและผลกระทบสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยหัวข้อเรื่องต่างๆ ดังนี้

2.1 การใช้พลังงานของโลก : แสดงให้เห็นถึงปริมาณการผลิตและอัตราการใช้พลังงานของประเทศต่าง ๆ ที่น่าสนใจ โดยนำเสนอในเชิงเปรียบเทียบกับประเทศไทย เพื่อให้ผู้ชมนิทรรศการได้รู้สภาวะของประเทศและร่วมใจกันรณรงค์ประหยัดพลังงานและให้ความร่วมมือกับศูนย์ และได้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โอกาสรับรู้เรื่องราวของประเทศที่มีการพัฒนาแล้ว อันเป็นแบบอย่างในการปฏิบัติกิจกรรมการพัฒนาประเทศตามแบบการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม

2.2 สถานการณ์พลังงานของประเทศไทยและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม : แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาประเทศทุกสาขากิจกรรม ซึ่งล้วนต้องอาศัยพลังงานเป็นปัจจัยสำคัญเสมอ การใช้พลังงานอย่างไร้ประสิทธิภาพ ฯลฯ โดยที่ผู้ใช้พลังงานไม่รู้เท่าถึงการณ์ และจะนำไปสู่ปัญหาการขาดแคลนพลังงานในอนาคต

2.3 ผลกระทบจากการผลิตและการบริโภคพลังงาน : แสดงกรณีศึกษากันโดยทั่วไป และปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการผลิตพลังงาน เพื่อให้เข้าใจถึงผลเสียจากการผลิตพลังงาน ในรูปแบบต่าง ๆ

หมวดที่ 3 ทางออกในอนาคต

3.1 ทางออกในอนาคตสำหรับประเทศไทย แสดงการปรับปรุงในทุกระดับ เริ่มตั้งแต่การเปลี่ยนแปลงค่านิยมเกี่ยวกับการบริโภคทรัพยากรเสียใหม่ การปรับปรุงนโยบายการใช้พลังงานรวมถึงนโยบายในการพัฒนาเศรษฐกิจ การควบคุมจำนวนประชากร ตลอดถึงการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับท้องถิ่นขึ้นมาแทนเทคโนโลยีระดับสูง ที่ซับซ้อนและสิ้นเปลืองพลังงานเกินไปในบางกรณี

3.2 พลังงานแสงอาทิตย์กับการนำมาใช้ประโยชน์ : แสดงการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ และการนำไปใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น การคมนาคม บันเทิง ในชีวิตประจำวัน และอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.13 การจัดนิทรรศการแสดงส่วนนิทรรศการถาวร

EXHIBITION ITEM	OBJECT-MODEL				DIARAMA				BOARD										EQ UIP	รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
									ELECTRONIC			DISPLAY				WALL				
	3.2	5.8	9	13	4.3	6.3	8.6	2.5	2.2	3.2	4.3	5.8	7.2	9	10.8	1.4	2.2	2.9	2.5	
หมวดที่ 1 พลังงานกับชีวิต																				
- พลังงานกับชีวิต							1						1						3	18.30
- พลังงานในชีวิตประจำวัน										2							1			5.40
- แหล่งพลังงาน											2				1					19.40
- วัฏจักรของพลังงาน								1						1					1	36.50
- การใช้พลังงานในสมัยโบราณ								1			1	1				1				35.90
- พลังงานที่ใช้ในปัจจุบัน											2							1		11.50
- พลังงานสะอาดที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม											2						3			15.20
- พลังงานที่ได้จากซากดึกดำบรรพ์																				
- น้ำมัน											1	1					2		1	14.50
* การใช้น้ำมันในประเทศไทย						1									1		1			15.50
* ประวัติการใช้น้ำมัน											1						2			15.00

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

EXHIBITION ITEM	OBJECT-MODEL				DIARAMA				BOARD										EQ UIP	รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
									ELECTRONIC			DISPLAY				WALL				
	3.2	5.8	9	13	4.3	6.3	8.6	2.5	2.2	3.2	4.3	5.8	7.2	9	10.8	1.4	2.2	2.9	2.5	
* การกำเนิดน้ำมัน										2										6.40
* การสำรวจน้ำมัน											2									8.60
* แหล่งน้ำมันในประเทศ									1											2.20
* การกลั่นน้ำมัน										1										3.20
* แหล่งน้ำมันในประเทศ										1										3.20
* การกลั่นน้ำมัน					1						1						2		1	11.20
- ลิกไนต์และถ่านหิน											1									11.20
* การใช้ถ่านหินในประเทศ											1				1					21.40
* ประวัติการใช้ถ่านหิน											2									8.60
* การสำรวจถ่านหิน											1									8.70
* แหล่งกำเนิดถ่านหินในประเทศ											1									4.30
* การใช้ประโยชน์														1				1	1	14.40
- ก๊าซธรรมชาติ													1						1	9.70
* การใช้ก๊าซธรรมชาติในประเทศ																			1	11.50
* การใช้ประโยชน์											1									4.30
- บิทูเมนหรืออ็อกมัลชั่น							1			1			1				2		1	13.70

ใช้ได้ในระบบเครือข่ายของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหากำไรในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

EXHIBITION ITEM	OBJECT-MODEL				DIARAMA				BOARD										EQ UIP	รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
									ELECTRONIC			DISPLAY				WALL				
	3.2	5.8	9	13	4.3	6.3	8.6	2.5	2.2	3.2	4.3	5.8	7.2	9	10.8	1.4	2.2	2.9	2.5	
* ประวัติการใช้ถ่านหิน										2										12.70
* การกำเนิดบิทูเมน											2									4.30
* แหล่งบิทูเมนในประเทศ											1									4.30
* การใช้ประโยชน์											1									4.30
- หินน้ำมัน											1			1						13.30
* การใช้หินน้ำมันในประเทศไทย						1														8.80
* ประวัติการใช้หินน้ำมัน																				4.30
* การสำรวจแหล่งหินน้ำมัน											1							1		4.30
* การใช้ประโยชน์											1									4.30
* ปริมาณหินน้ำมันสำรอง																				4.30
- พลังงานที่ได้จากการนำพลังงานซากดึกดำบรรพ์มาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ															1			1		13.30
- ปริมาณการใช้พลังงานจากซากดึกดำบรรพ์										1		1								12.90
หมวดที่ 2 สถานการณ์พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม																				

ลิขสิทธิ์ของสถาบันวิทยบริการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือจำหน่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต

EXHIBITION ITEM	OBJECT-MODEL				DIARAMA				BOARD										EQ UIP	รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
									ELECTRONIC			DISPLAY				WALL				
	3.2	5.8	9	13	4.3	6.3	8.6	2.5	2.2	3.2	4.3	5.8	7.2	9	10.8	1.4	2.2	2.9	2.5	
- ประชากรกับทรัพยากรพลังงาน												1							1	16.00
- ปัญหาพลังงานในชนบท											2									8.60
- ปัญหาพลังงานที่ก่อให้เกิดมลภาวะ											2									8.60
- ผลกระทบของการใช้พลังงานต่อสิ่งแวดล้อม											1						1		1	9.00
* อากาศเป็นพิษ											1						1			6.50
* น้ำเสีย											1						1			6.50
- สถานการณ์พลังงานในประเทศ											2		1				1		1	20.50
- พลังงานในเมืองชนบท														1					1	9.70
- ปัญหาการพึ่งพิงวัสดุพลังงานนอกประเทศ											1							1	1	9.70
- ปัญหาการใช้ทรัพยากรจากแหล่งทรัพยากรพลังงานอย่างไม่เต็มที่											1					1				12.00
- ปัญหาพลังงานเชิงนิเวศน์วิทยา											1			1		1			1	12.00

EXHIBITION ITEM	OBJECT-MODEL				DIARAMA				BOARD										EQ UIP	รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
									ELECTRONIC			DISPLAY				WALL				
	3.2	5.8	9	13	4.3	6.3	8.6	2.5	2.2	3.2	4.3	5.8	7.2	9	10.8	1.4	2.2	2.9	2.5	
- วิกฤตพลังงานที่จะขาดแคลนในอนาคตกับปริมาณที่เหลืออยู่อย่างจำกัด																				11.50
- อัตราการใช้พลังงานในประเทศ										1										13.30
- แนวทางเผชิญปัญหาเรื่องพลังงาน										1									1	5.70
- การปรับทัศนคติเกี่ยวกับพลังงาน																				3.20
- การประหยัดพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ														1					1	11.50
* การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในอดีต			1				1													17.60
* การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในปัจจุบัน											1								1	13.10
* การใช้แสงอาทิตย์ตากแห้งเพื่อผลิตเกลือ						1									1				1	19.60
* การใช้แสงอาทิตย์เพื่อถนอมอาหาร																			1	13.30
* การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในอนาคต															1				1	13.30
- พลังงานน้ำ											1						1			6.50

EXHIBITION ITEM	OBJECT-MODEL				DIARAMA				BOARD										EQ UIP	รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
									ELECTRONIC			DISPLAY				WALL				
	3.2	5.8	9	13	4.3	6.3	8.6	2.5	2.2	3.2	4.3	5.8	7.2	9	10.8	1.4	2.2	2.9	2.5	
* โรงผลิตพลังงานไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์											1					1				11.50
* เซลล์แสงอาทิตย์แบบรวมแสง											1						2			12.30
* แผงเซลล์แสงอาทิตย์และการใช้พลังงาน											1									
* การพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์											2							1		11.50
* การจำลองแบบระบบการต้มน้ำร้อนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์								1			1									29.30
* การแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานกล											1						1			6.50
* เครื่องปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ - พลังงานน้ำ											1						1			6.50
* การใช้พลังงานจากน้ำและคลื่นในประเทศไทย											1						2		1	8.80

EXHIBITION ITEM	OBJECT-MODEL				DIARAMA				BOARD										EQ UIP	รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
									ELECTRONIC			DISPLAY				WALL				
	3.2	5.8	9	13	4.3	6.3	8.6	2.5	2.2	3.2	4.3	5.8	7.2	9	10.8	1.4	2.2	2.9	2.5	
* การผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ											1	1								10.10
- พลังงานความร้อนใต้พิภพ							1				1									8.60
* แหล่งกำเนิดพลังงานความร้อนใต้พิภพ											1						1			7.20
* ระบบไอร้อนและน้ำร้อน											1						1			7.20
* ระบบหินร้อนแห้ง											1						1			6.50
* ระบบความดันธรณี											1									6.50
* แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพกับประเทศไทย														1					1	11.50
- พลังงานลม							1												1	11.10
* การใช้พลังงานลมในประเทศ											1					1	3			6.50
* กังหันลมแบบตั้ง	1	1				1					1	1	1							13.00
* การผลิตเกลือโดยใช้พลังงานลม											1		1							10.40
-ซีวก๊าซ																				10.10

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ห้ามนำไปใช้ในการค้า

EXHIBITION ITEM	OBJECT-MODEL				DIARAMA				BOARD										EQ UIP	รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
									ELECTRONIC			DISPLAY				WALL				
	3.2	5.8	9	13	4.3	6.3	8.6	2.5	2.2	3.2	4.3	5.8	7.2	9	10.8	1.4	2.2	2.9	2.5	
* ชีวก๊าซคืออะไร											1									8.60
* การใช้ชีวก๊าซในประเทศไทย											1									4.30
* ความรู้เกี่ยวกับบ่อหมักและการเกิดชีวก๊าซ																				4.30
* การนำชีวก๊าซไปใช้งาน								1			1									6.80
* ประโยชน์ของชีวก๊าซที่มีต่อสังคมชนบท							1								1				1	21.90
- พลังงานจากป่าไม้							1				1							2		16.40
* ป่าไม้พลังงานทดแทนที่เป็นความหวังใกล้ที่สุด											1						1			6.50
* สถานการณ์และศักยภาพป่าไม้ของประเทศไทย											1						1			6.50
* การใช้ไม้เพื่อพลังงานในประเทศ											1			1						6.50
* การสร้างสวนพลังงาน										1							2			7.60

EXHIBITION ITEM	OBJECT-MODEL				DIARAMA				BOARD										EQ UIP	รวมพื้นที่
									ELECTRONIC			DISPLAY				WALL				
	3.2	5.8	9	13	4.3	6.3	8.6	2.5	2.2	3.2	4.3	5.8	7.2	9	10.8	1.4	2.2	2.9	2.5	(ตร.ม.)
* ป่าชายเลนพลังงานที่ถูกลืม							1												1	6.80
- แอลกอฮอล์											1								1	12.60
* ขบวนการผลิตแอลกอฮอล์						1				1								1		
* กากที่เหลือจากการหมัก											1									4.30
* การใช้แอลกอฮอล์เพื่อเป็นพลังงานเชื้อเพลิง											1				1					15.10
* แอลกอฮอล์เมื่อใช้กับเครื่องกังหันก๊าซ											1			1						8.70
* การใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิงรถยนต์											1									13.30
เชื้อเพลิงแข็ง											1					1			1	5.70
- ยูเรเนียม	1																			5.70
* การกำเนิดของแร่ยูเรเนียม										1							2			7.60
* ธรณีวิทยาแหล่งแร่ยูเรเนียม											1			1						13.30
* การสำรวจแร่ยูเรเนียม															1					10.80

EXHIBITION ITEM	OBJECT-MODEL				DIARAMA				BOARD										EQ UIP	รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
									ELECTRONIC			DISPLAY				WALL				
	3.2	5.8	9	13	4.3	6.3	8.6	2.5	2.2	3.2	4.3	5.8	7.2	9	10.8	1.4	2.2	2.9	2.5	
* แหล่งแร่ยูเรเนียมในประเทศไทย															1					10.80
* ประโยชน์ของแร่ยูเรเนียม																				10.80
- นิวเคลียร์พลังงานและความหวัง																				2.50
* ธรรมชาติของพลังงานนิวเคลียร์										1								3		6.10
* สถานการณ์ผลิตและการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์											1									4.30
* การประหยัดไฟฟ้าและข้อจำกัด											1						1			6.50
* เทคโนโลยีพลังงานนิวเคลียร์											1				1		1			15.10
- นาฬิกาแสงอาทิตย์	2								2											10.80
- ปฏิทินจากแสงอาทิตย์		1							1											8
- ลมจากแสงอาทิตย์					4											1				5.8
- การใช้ความร้อนจากอุปกรณ์รวมแสง			2							2										87.4
- แท่นพิมพ์เอกสารพลังงานแสงอาทิตย์					1											1				5.7

ใช้ในระบบห้องสมุดของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXHIBITION ITEM	OBJECT-MODEL				DIARAMA				BOARD											EQ UIP	รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
									ELECTRONIC			DISPLAY				WALL					
	3.2	5.8	9	13	4.3	6.3	8.6	2.5	2.2	3.2	4.3	5.8	7.2	9	10.8	1.4	2.2	2.9	2.5	
- การนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปใช้งานในด้านต่าง ๆ																			1	
1. การคมนาคม			2													2				5.4
2. การสื่อสาร			3													3				4.2
3. การป้องกันการลึกกร่อน		1															1			8
4. อุปกรณ์นอกอาคาร																		1		2.2
5. การอากาศ			2							2										87.4
6. การปศุสัตว์				1												1				2.7
7. การประมง		2						2												16
8. การเกษตรกรรม				1												1	1			2.7
9. การจัดและรักษาสภาพแวดล้อม				1												1				3.5
10. การแพทย์				1												1				2.7
11. การบันเทิง									1											2.2

ใช้ในระบบห้องสมุดของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น ห้ามมิให้ทำสำเนาหรือเผยแพร่ในรูปแบบอื่น

EXHIBITION ITEM	OBJECT-MODEL				DIARAMA				BOARD										EQ UIP	รวมพื้นที่ (ตร.ม.)
									ELECTRONIC			DISPLAY				WALL				
	3.2	5.8	9	1.3	4.3	6.3	8.6	2.5	2.2	3.2	4.3	5.8	7.2	9	10.8	1.4	2.2	2.9	2.5	
12. ระบบไฟฟ้า									1							1				2.2
13. อุปกรณ์ในชีวิตประจำวัน				1											1					2.7
14. ติดตั้งบนหลังคา	1																1			5.4

ใช้ในระบบห้องสมุดของโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รวมพื้นที่ส่วนนิทรรศการ = 3,987 ตร.ม.

นิทรรศการชั่วคราว

แสดงข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีใหม่ ๆ

พื้นที่โดยทั่วไปประมาณ 20 -30% ของนิทรรศการทั้งหมด

พื้นที่ประมาณ 896 ตร.ม.

ส่วนโถงทางเข้าหลัก

1. โถงทางเข้า - ออก

จำนวนผู้เข้าชมโครงการสูงสุดต่อวัน 45 คน

ใช้เวลาบริเวณโถง 15 นาที เฉลี่ยสำหรับแต่ละคนโดยเวลาเปิดทำการใน 1 วัน เท่ากับ 7 ชม.

ดังนั้น 1 ชม. จะมีผู้เข้าชมโครงการประมาณ 50 คน ภายใน 1 ชม.

(พื้นที่ 1 คน / 1 ตร.ม.) = 50 ตร.ม

ผู้ชมที่มาเป็นหมู่คณะสูงสุด 30 คน = 30 ตร.ม.

ฉะนั้น พื้นที่โถงทางเข้าออก = 80 ตร.ม.

2. ส่วนอธิบายงาน (สำหรับเข้าชมเป็นหมู่คณะ)

คิดจากจำนวนผู้เข้าชมเป็นหมู่คณะสูงสุด 30 คน (พื้นที่ 1 คน / 0.64 ตร.ม.)

พื้นที่อธิบายงาน 19.2 ตร.ม.

รวมกับพื้นที่ส่วนโถงหลัก 99.2 ตร.ม.

องค์ประกอบส่วนโถงทางเข้าหลัก

1. เคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์และติดต่อสอบถาม ใช้พื้นที่ 9 ตร.ม. / คน

เจ้าหน้าที่ 2 คน = 18 ตร.ม.

2. บริเวณจำหน่ายบัตร ใช้พื้นที่ 9.00ตร.ม.

3. โทรศัพท์สาธารณะ มาตรฐานอัตราส่วนใช้ต่อเครื่องโทรศัพท์ คือ 200 คน/เครื่อง (1 เครื่อง= 0.72 ตร.ม.)

จำนวน 2 เครื่อง = 1.44 ตร.ม.

ร้านอาหาร

1. บริเวณที่นั่งรับประทานอาหาร

จากจำนวนผู้ชมสูงสุดต่อวัน 345 คน

ในช่วง PEAK HOUR คือเวลา 11.00 - 14.00 น. มีคนใช้มากที่สุด

เฉลี่ยใน 1 ชม. จะมีผู้ใช้ 345/3 = 115 คน

พนักงานของโครงการทั้งหมด 102 คน

ใช้บริการในช่วงเวลา 12.00 - 13.00 น.

ดังนั้นผู้ใช้บริการทั้งหมด 217 คน

(โต๊ะ 1 ตัว / 4 คน) ใช้โต๊ะทั้งหมด = 55 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่นั่งรับประทานอาหาร 55x1.5 = 82.5 ตร.ม.

ทางสัญจร 30% ของพื้นที่นั่งรับประทานอาหาร = 24.75 ตร.ม.

พื้นที่นั่งรับประทานอาหารทั้งหมด = 107.25 ตร.ม.

2. ห้องครัว คิดพื้นที่ 30% ของพื้นที่นั่งรับประทานอาหาร (A.D.) ได้พื้นที่ครัว 33 ตร.ม.
3. ที่ปรุงอาหาร 3/4 ของครัว 25 ตร.ม.
4. พื้นที่เตรียมอาหาร 1/6 ของครัว 6.6 ตร.ม.
5. ที่เก็บอาหาร / เครื่องดื่ม 1/5 ของครัว 6.6 ตร.ม.
6. บริเวณล้างจาน 1/10 ของครัว 4 ตร.ม.
7. เคาน์เตอร์บริการอาหาร 1/5 ของครัว 6.6 ตร.ม.
8. ที่ทิ้งขยะ 1/20 ของครัว 2 ตร.ม.

ส่วนห้องระบบเครื่องกล

ห้องระบบปรับอากาศ

1. บริเวณที่จำเป็นต้องปรับอากาศตลอดเวลา
   - ห้องปฏิบัติการทดลองและผลิต ใช้อัตรา 25 ตร.ม. / ตัน
2. บริเวณที่จำเป็นต้องปรับอากาศเฉพาะเวลาทำการ
   - ห้องสมุด ใช้อัตรา 25 ตร.ม./ตัน
   - ห้องนิทรรศการ ใช้อัตรา 25 ตร.ม./ตัน
   - ส่วนบริหาร ใช้อัตรา 25 ตร.ม./ตัน
   - ส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ ใช้อัตรา25 ตร.ม./ตัน
   - ส่วนวิจัยและพัฒนา ฯ ใช้อัตรา 25 ตร.ม./ตัน
3. ส่วนที่จำเป็นต้องใช้เครื่องปรับอากาศเป็นบางโอกาส
   - หอประชุม, ห้องบรรยาย ใช้อัตรา 22.5 ตร.ม./ตัน

การคำนวณหาขนาดของห้องเครื่อง พิจารณาจากCOOLING LOAD ของพื้นที่แต่ละส่วนโดยมีรายละเอียดจากเอกสารประกอบการบรรยายหัวข้อ "ระบบปรับอากาศ" โดย ผ.ศ. ปรีชญา รังสิรักษ์ สถบ. (ศิลปากร)

ตารางที่ 3.14 แสดงขนาดห้อง AIR HANDING UNITS (A.H.U.)

ขนาดเครื่อง	ขนาดห้องเครื่อง(เมตร)		
(TON)	กว้าง	ยาว	สูง
4-6	1.5	1.5	2.2
7-10	2.0	2.5	2.5
15-20	2.0	4.0	3.0
30	4.0	6.0	3.5
40	4.0	8.0	4.0
50	6.0	8.0	5.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.15 แสดงขนาดห้องเครื่องปรับอากาศ(CHILLER) (2)

ขนาดเครื่อง	ขนาดห้อง (เมตร)
100	4x10
200	6x10
300	8x10
400	8x12
600	10x12
800	10x12
1000	10x14
2000	12x20

ตารางที่ 3.16 แสดงขนาดของถังพึ่งน้ำ (COOLING TOWER)

ขนาด (ตัน)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (ม.)	สูง (ม.)
100	2.8	2.7
200	3.7	3.2
300	4.4	3.6
400	5.0	3.4
600	6.6	5.4

ตารางที่ 3.17 แสดงปริมาณขนาดของเครื่องปรับอากาศในโครงการ

องค์ประกอบ	พื้นที่ใช้สอย (ตารางเมตร)	DEMAND (TON)	SUPPLY (TON)
ส่วนบริหารโครงการ	224	8.96	9
ส่วนนิทรรศการ	3,883	155.32	156
หอประชุม AUDITRIUM	972	43.2	44
ห้องบรรยาและสาธิต	218	9.68	10
ห้องสมุด	250	10	10
ห้องปฏิบัติการทดลอง	349	13.96	14
สำนักงานส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ	273	10.92	11
สำนักงานวิจัยและส่วนพัฒนาฯ	214	8.56	9
สำนักงานส่วนเทคนิค	690	27.6	28
รวม	6,993	288.2	301

สรุปขนาดห้องเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปขนาดห้องเครื่องปรับอากาศ

1. พื้นที่ห้อง AIR HANDING UNIT (H.A.U.)
   ใช้พื้นที่ 25 ตารางเมตร / 100 ตัน
   เครื่องปรับอากาศ 1 ตันใช้พื้นที่ 75.25 ตารางเมตร
2. พื้นที่ห้องเครื่องCHILLER ขนาด 300 ตัน
   ใช้พื้นที่ 8x10 = 80 ตรม. / จำนวน 2 เครื่อง
   คิดเป็นพื้นที่ทั้งหมด 160 ตร.ม.
   - PUMP ROOM พื้นที่ประมาณ 30 ตร.ม.
3. ห้องเครื่องไฟฟ้า(ELECTRICAL ROOM)
   - ส่วนควบคุมวงจรไฟฟ้ากำลังแสงสว่าง ใช้พื้นที่ประมาณ 80 ตร.ม. ประกอบด้วย
     GENERATOR SETTING UNIT
     TRANSFORMER ROOM
4. ห้องงานระบบโทรศัพท์ (TOT) และเสียงเรียกใช้พื้นที่ประมาณ 12ตร.ม.
   ห้องเครื่องICE MAKER ระบบปรับอากาศส่วนนิทรรศการ เทียบจากอาคารตัวอย่าง อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ โดยคิดเป็นพื้นที่ประมาณ 100 ตร.ม.

ที่จอดรถ (PARKING)

1. รถยนต์นั่งส่วนบุคคล
   จากมาตรฐานอาคาร คิดพื้นที่จอดรถ 240 ตารางเมตร / คัน
   พื้นที่อาคาร (ไม่รวมส่วนใช้สอยภายนอกอาคาร) = 8,238 ตารางเมตร
   คิดเป็นจำนวนรถ = 8,238 / 240 = 34 คัน
2. รถจักรยานยนต์ คิดเป็น 30% ของผู้ใช้รถยนต์ = 20 คัน
3. รถเจ้าหน้าที่
   จากสถิติประชากร สำนักงานสถิติแห่งชาติ เจ้าหน้าที่ 10 คน / รถ 1 คัน
   เจ้าหน้าที่ภายในโครงการทั้งหมดประมาณ 102 คน
   คิดเป็นจำนวนรถยนต์ 102/10 = 11 คัน
4. รถตู้โครงการ 2 คัน
5. รถบริการสำหรับร้านอาหาร 1 คัน
6. รถบัสสำหรับผู้ชมเป็นหมู่คณะสูงสุด 300 คน
   ความจุรถบัส 60 คน / วัน
   คิดเป็นจำนวนรถบัส 300/60 = 5 คัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.18 สรุปพื้นที่ใช้สอยขององประกอบของโครงการ

องค์ประกอบ	จำนวนหน่วย	ผู้ใช้โครงการ		พื้นที่/หน่วย	พื้นที่รวม	อ้างอิง
		จ.น.ท.	บุคคล			
1. ส่วนบริหาร						
1.1 ฝ่ายบริหาร						
- ห้องผู้อำนวยการ	1	1	-	20	20	A,B
- ห้องรองผู้อำนวยการ	1	1	-	20	20	A,B
- เลขานุการ	1	1	-	9	6	A,B
- โถงรับแขก	1	-	-	9	9	B
- ห้องประชุมย่อย	1	17	-	2	34	A,B
- ส่วนเตรียม	1	-	-	4	4	A
- พื้นที่ตู้เก็บเอกสาร	4	-	-	0.94	3.76	A
1.2 ฝ่ายธุรการ						
- หัวหน้าฝ่าย	1	1	-	16	16	A,B
- เจ้าหน้าที่ธุรการ	1	2	-	6	12	A,B
- ประชาสัมพันธ์	1	2	-	6	12	A,B
- การเงิน-การบัญชี	1	2	-	6	12	A,B
- งานสารบรรณ	1	1	-	6	6	A,B
- เจ้าหน้าที่ฝ่ายบุคคล	1	1	-	6	6	A,B
- พื้นที่ตู้เก็บเอกสาร	8	-	-	0.94	7.50	A
- เจ้าหน้าที่พิมพ์เอกสาร	1	2	-	1.80	3.60	A,B
- พื้นที่ถ่ายเอกสาร	1	-	-	2.16	2.16	A
1.3 ฝ่ายแผนงานและประสานงาน						
- หัวหน้าฝ่าย	1	1	-	12	12	A,B
- เจ้าหน้าที่ฝ่าย	1	4	-	6	24	A,B
- พื้นที่ตู้เก็บเอกสาร	2	-	-	0.94	1.88	A
องค์ประกอบเสริม						
- ห้องเก็บอุปกรณ์	1	-	-	9	9	C,E
- ห้องเก็บเอกสาร	1	-	-	12	12	C,E
- โถงสำนักงานและส่วนลงเวลา	1		-	-	12	B,C
- ห้องน้ำส่วนสำนักงาน	2	17	-	10.58	18.9	E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ใช้สอย					266.8	
ทางสัญจร 30%					82.5	
พื้นที่รวม					349.3	
2.ส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์						
ส่วนทำงานเจ้าหน้าที่						
- หัวหน้าส่วนวิจัยฯ	1	1	-	16	16	A,B
- ที่ปรึกษาโครงการ	1	1	-	9	9	A,B
- นักวิจัยเซลล์แสงอาทิตย์	1	5	-	6	30	A,B
- ช่างเทคนิค	1	8	-	6	48	A,B
- ช่างเครื่องกล	1	4	-	6	24	A,B
- เจ้าหน้าที่ฐานข้อมูลและประเมินผล	1	2	-	6	12	A,B
- เจ้าหน้าที่วิเคราะห์ทดสอบ	1	2	-	6	12	A,B
- ช่างเขียนแบบ	1	2	-	6	12	B
- ห้องประชุมย่อย	1	25	-	2	42	A,B
- โถงรับแขก	1	-	-	9	9	A,B
- ห้องเก็บเอกสาร, ข้อมูล	1	-	-	12	12	C,E
ส่วนปฏิบัติการทดลองและผลิต						
- ห้องทดสอบการแผ่รังสีความร้อน	1	-	-	5	5	C
- ห้องทำแสงอาทิตย์เทียม	2	-	-	25	25	C
- ห้องเครื่องมือวัดทาง ไฟฟ้า	1	-	-	16	16	C
- ห้องวิจัยประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำ	1	-	-	30	30	C
- ห้องวิจัยฟิล์มและเนื้อสาร	1	-	-	25	25	C
- ห้องควบคุมและคอม- พิวเตอร์	1	-	-	12	12	C
- ห้องผลิตเซลล์แสงอาทิตย์	1	-	-	112	112	C
- ห้องประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์	1	-	-	64	64	C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ห้องพักนักวิจัย	1	-	-	20	20	C
- ห้องเก็บผลิตภัณฑ์	2	-	-	80	80	C
- ห้องเก็บ-ซ่อมเครื่องมือ	1	-	-	40	40	C
- ห้องเก็บแผงเซลล์แสงอาทิตย์	1	-	-	80	80	C
- ห้องเก็บวัสดุในการผลิต	1	-	-	40	40	C
- ลานทดลองกลางแจ้ง	1	-	-	40% ของพื้นที่ทดลอง	250	C
- ห้องเก็บของ	1	-	-	9	9	C
- ห้องน้ำเจ้าหน้าที่	2	-	-	-	18.9	E
- ห้องเปลี่ยนชดสะอาด	1	-	-	12	12	C
- ห้องพักอาศัยชั่วคราว	2	4	-	24	48	A
พื้นที่ใช้สอย					1,367.9	
ทางสัญจร 30%					413.37	
พื้นที่รวม					1,781.3	
2. ส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ						
2.1 ฝ่ายวิชาการ						
- หัวหน้าฝ่าย	1	1	-	16	16	A,B
- นักวิชาการเผยแพร่	1	2	-	6	12	A,B
- พนักงานพิมพ์เอกสาร	1	2	-	6	12	A,B
- พื้นที่ตู้เก็บเอกสาร	2	-	-	0.94	1.88	A
- โถงรับแขก	1	-	-	9	9	A,B
2.2 ฝ่ายบริการทางการศึกษา						
1. ศูนย์ข้อมูลข่าวสาร						
- ห้องทำงานเจ้าหน้าที่	1	3	-	6	12	A,B
- พื้นที่ค้นข้อมูลข่าวสาร	1	-	-	9	9	C
- พื้นที่ตู้เก็บเอกสาร	4	-	-	0.94	3.76	A
2. ห้องสมุด						
- ห้องบรรณารักษ์	1	1	-	12	12	A
- ผู้ช่วยบรรณารักษ์	1	2	-	6	12	A
- เจ้าหน้าที่ห้องสมุด	1	3	-	6	18	A
- โถงทางเข้า-ฝากของ	1	-	-	20	20	C,E
- เคาร์เตอร์ยืม-คืนหนังสือ	1	-	-	9	9	C,E
- ชั้นวางหนังสือ	10	-	-	2.8	28	D,E
- พื้นที่อ่านหนังสือ	1	-	120/30	1.13	117.3	D,E
- ห้องซ่อมแซมหนังสือ	1	-	-	28.5	28.5	D,E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ห้องเก็บอุปกรณ์	1	-	-	6	6	D,E
- พื้นที่ตู้บัตรรายการ	2	-	-	1.7	3.40	A
- ส่วนถ่ายเอกสาร	1	-	-	6	2.16	A
- ห้องน้ำ-ส้วม	1	-	-	-	18.9	E
3. โสตทัศนศึกษา						
- หัวหน้างานโสตฯ	1	-	-	16	16	A,B
- เจ้าหน้าที่งานโสตฯ	1	3	-	4.5	13.5	A,B
- พื้นที่ตู้เก็บเอกสาร	2	-	-	0.94	1.88	A
- ห้องถ่ายไมโครฟิล์ม	1	1	-	9.1	9.1	A
- ห้องมืดล้าง-อัด	1	2	-	30	30	A
- ห้องเก็บไมโครฟิล์มและสไลด์	1	-	-	25	25	A
- ห้องทำงานช่างภาพ	1	2	-	12	12	A
- ห้องเก็บอุปกรณ์โสตฯ	1	-	-	20	20	A
3.3ฝ่ายแสดงนิทรรศการและสาธิต						
- ห้องหัวหน้าฝ่าย	1	1	-	16	16	A,B
- บริเวณทำงานเจ้าหน้าที่และภัณฑารักษ์	2	3	-	4.5	13.5	A,B
- พื้นที่ตู้เก็บเอกสาร	2	-	-	0.94	1.88	A
- ห้องพักเจ้าหน้าที่	1	-	-	12	12	E
- โถงทางเข้า-พักคอย	1	-	130	-	99.2	C,E
- เคาร์เตอร์ประชาสัมพันธ์	1	-	-	-	6	C,E
- รับฝากของ	1	-	-	-	4	C,E
- นิทรรศการถาวร	1	-	-	-	3,525	E
- นิทรรศการชั่วคราว	1	-	-	30%นิทรรศการ	896	E
- นิทรรศการกลางแจ้ง	1	-	-	20%นิทรรศการ	395	E
- ส่วนจัดเตรียมนิทรรศการ	1	-	-	20%นิทรรศการ	598	E
- ห้องน้ำ-ส้วม	2	-	345	-	42.33	E
2.3 ฝ่ายจัดฝึกอบรม สัมมนา						
- หัวหน้าฝ่าย	1	1	-	16	16	A,B
- เจ้าหน้าที่หลักสูตรและแผนงาน	1	2	-	6	12	A,B
- โถงรับแขก	1	-	-	9	9	B
- พื้นที่ตู้เก็บเอกสาร	2	-	-	0.94	1.88	A
หอประชุมใหญ่	1	-	350	-	720	E
- โถงทางเข้า	1	-	350	0.64	192	D,E
- ห้องควบคุม	1	-	-	30	30	E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ห้องเก็บของ	1	-	-	9	17.5	E
- ห้องพักวิทยากร	1	-	-	30	30	E
- ห้องน้ำ-ส้วม	12	-	350	-	42.33	E
ห้องฝึกอบรม	2	-	50	2.0	200	E
- ห้องควบคุม	1	-	-	6	6	E
- ห้องเก็บของ	1	-	-	9	9	E
พื้นที่ใช้สอย					7,848.8	
ทางสัญจร 30%					2,059.4	
พื้นที่รวม					9,908.2	
3. ส่วนเทคนิค						
3.1 ฝ่ายผลิตนิทรรศการ						
- หัวหน้าฝ่าย	1	1	-	16	16	A,B
- ส่วนทำงานเจ้าหน้าที่	1	7	-	6	42	A,B
- พื้นที่ตู้เก็บเอกสาร	2	-	-	0.94	1.88	A
- ห้องเก็บของ	1	-	-	9	9	E
โรงปฏิบัติการ						
- ส่วนงานไม้, โลหะ	1	-	-	-	400	C,E
- ส่วนงานอิเล็กทรอนิกส์	1	-	-	-	92	C,E
- ส่วนเก็บพัสดุ	1	-	-	30%ของโรงปฏิบัติ	120	C,E
- ห้องน้ำ-ส้วม	2	7	-	-	18.9	E
- คลังเก็บวัตถุจัดแสดง	1	-	-	40% ของส่วนจัดแสดง	1,195	C,E
4.2 ฝ่ายออกแบบ						
- เจ้าหน้าที่ออกแบบ	1	2	-	6	12	A,B
- บริเวณที่เขียนแบบ	1	2	-	6	12	A,B
- พื้นที่ตู้เก็บเอกสาร	2	-	-	0.94	1.88	A
- ห้องถ่ายแบบพิมพ์เขียว	1	-	-	16	16	C
4.3 ฝ่ายศิลป์						
- ห้องทำงานฝ่ายศิลป์	1	2	-	92.34	120	A,C
- ห้องทำหุ่นจำลอง	1	2	-	56.55	57	A,C
- ห้องเก็บของ	1	-	-	20	20	E
4.4 ฝ่ายอาคารสถานที่						
- หัวหน้าฝ่าย	1	1	-	12	12	A,B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนทำงานเจ้าหน้าที่	1	14	-	6	84	A,B
- พื้นที่ตู้เก็บเอกสาร	2	-	-	0.94	1.88	A
- ห้องควบคุมระบบ	1	-	-	16	16	C,E
- ห้องเก็บอุปกรณ์อาคาร	1	-	-	20	20	E
- ห้องพักพนักงานและเปลี่ยนเสื้อผ้า	1	-	-	16	16	A,E
- ห้องเครื่องประปา	1	-	-	30	30	E
- ห้องเครื่องไฟฟ้า	1	-	-	80	80	E
- ห้องเครื่องระบบปรับอากาศ	1	-	-	160	160	E
- ห้องระบบโทรศัพท์	1	-	-	9	9	E
- ห้องน้ำ-ส้วม	2	15	-	31.6	18.9	E
พื้นที่ใช้สอย					2,541.5	
ทางสัญจร 30%					782.43	
พื้นที่รวม					3,323.9	
5. ส่วนบริการ						
5.1 ฝ่ายพยาบาล						
- เจ้าหน้าที่พยาบาล	1	2	-	6	12	C,E
- ส่วนพยาบาล	1	-	-	25	25	C,E
- ห้องน้ำ-ส้วม	1	-	-	-	6.44	E
5.2 ฝ่ายโภชนาการ						
- ห้องครัว	1	-	-	30% ของที่นั่ง	33	D
- ส่วนเตรียมอาหาร	1	-	-	1/6 ของครัว	6.6	D
- ที่ปรุงอาหาร	1	-	-	¼ ของครัว	25	D
- ที่เก็บอาหาร/เครื่องดื่ม	1	-	-	1/5 ของครัว	6	D
- บริเวณทำความสะอาด	1	-	-	1/10 ของครัว	4	D
- บริเวณที่รับประทานอาหาร	1	115	102	-	107.25	D,E
- เคาเตอร์บริการ	1	-	-	1/5ของครัว	6.6	D
- ห้องเก็บโต๊ะเก้าอี้	1	-	-	25	25	E
- ห้องน้ำ-ส้วม	1	-	-	45	42.33	E
- พื้นที่เก็บขยะ	2	-	-	1/5ของครัว	2	D
- พื้นที่เก็บถังแก๊ส	1	-	-	17.5	17.5	A
5.3 ฝ่ายบริการสาธารณะ						
- บริเวณโถงพักคอย	1	-	-	80	80	A,D
- ติดต่อสอบถาม	1	-	-	9	18	A,D
- โทรศัพท์สาธารณะ	2	-	-	0.72	1.44	A
- ขายของที่ระลึก	1	-	-	20	20	C,E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จำหน่ายบัตร	1	-	-	9	9	C,E
- ส่วนบริการน้ำดื่ม	1	-	-	1.5	1.5	C,E
5.4 ฝ่ายยานพาหนะ						
- ห้องพนักงานขับรถ	1	2	-	6	12	C
- ห้องเก็บของ	1	-	-	9	9	E
- ห้องน้ำ-ส้วม	1	2	-	-	10.58	E
5.5 ห้องพัสดุ						
- ห้องทำงานเจ้าหน้าที่	1	2	-	6	12	A,B
- พื้นที่ตู้เก็บเอกสาร	2	-	-	0.94	1.88	A
- ห้องเก็บพัสดุรวม	1	-	-	15% ของคลังนิทรรศการ	179.25	C,E
- ห้องเก็บพัสดุงานวิจัย	1	-	-	30% ของคลังนิทรรศการ	50	C,E
- ลานรับของ-ส่งของ	1	-	-	12	12	D,E
5.6 ฝ่ายรักษาความปลอดภัย						
- ห้องพักพนักงานรักษาความปลอดภัย	1	4	-	12	12	A,B
- ห้องน้ำ-ส้วม	1	-	-	-	6.44	E
พื้นที่ใช้สอย					754.81	
ทางสัญจร 30%					246.6	
พื้นที่รวม					1,001.4	
ที่จอดรถ						
- รถยนต์ทั่วไป	30	-	-	13.2	2,750	D,E
- รถจักรยานยนต์	20	-	-	1.5	30	D,E
- รถยนต์เจ้าหน้าที่	11	-	102	13.2	145.2	D,E
- รถจักรยานยนต์เจ้าหน้าที่	5	-	-	1.5	7.5	D,E
- รถบัส	5	-	-	48 m^2/คัน	240	D,E
- รถบริการส่งของ	2	-	-	13.2 m^2/คัน	26.4	D,E
- รถประจำโครงการ	2	-	-	13.2m^2/คัน	26.4	D,E
พื้นที่ใช้สอย					3,225.5	
ทางสัญจร 30%					967.65	
พื้นที่รวม					4,193.6	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปพื้นที่

1. ส่วนบริหาร	349.3 ตร.ม.
2. ส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์	1,781.3 ตร.ม.
3. ส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ	9,908.2 ตร.ม.
4. ส่วนเทคนิค	3,323.9 ตร.ม.
5. ส่วนบริการ	1,001.35 ตร.ม.
รวมพื้นที่อาคาร	16.461.1 ตร.ม
6. ส่วนที่จอดรถ	4,193.15 ตร.ม.
รวม	20,654.2 ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+3.4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ

บริหารสัมพันธ์

เทคนิคสัมพันธ์

ติดต่อสัมพันธ์

บริการสัมพันธ์

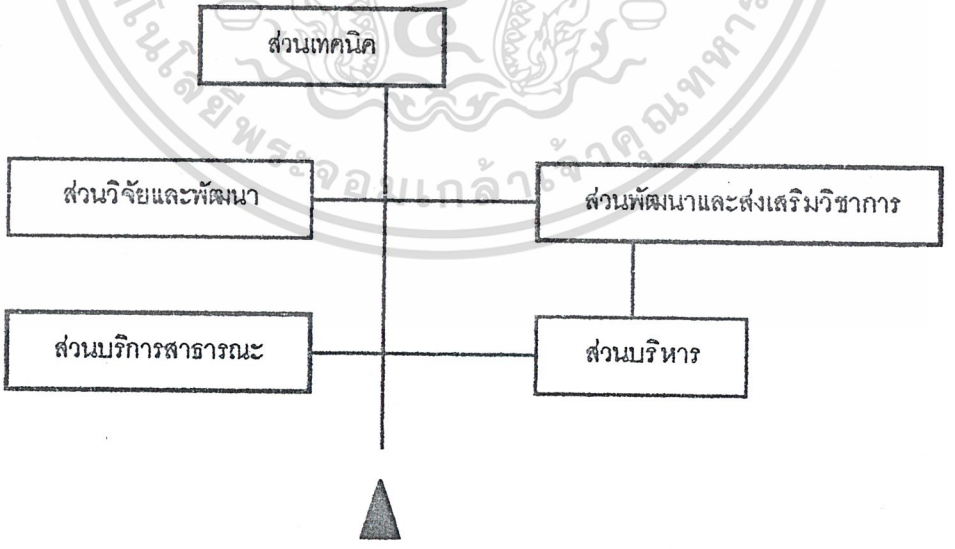
ตารางแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ โดยแสดงระดับความสัมพันธ์ขององค์

1 = ไม่มีความสัมพันธ์ 2 = สัมพันธ์กันน้อย

3 = มีความสัมพันธ์กัน 3 = สัมพันธ์กันมาก

ตารางที่ 3.19 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักของโครงการ

องค์ประกอบหลัก	1	2	3	4	5	รวม
1. ส่วนบริหาร		2	4	3	2	11
2. ส่วนวิจัยและพัฒนา			2	2	2	8
3. ส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ				3	2	10
4. ส่วนเทคนิค					3	9
5. ส่วนบริการสาธารณะ						9

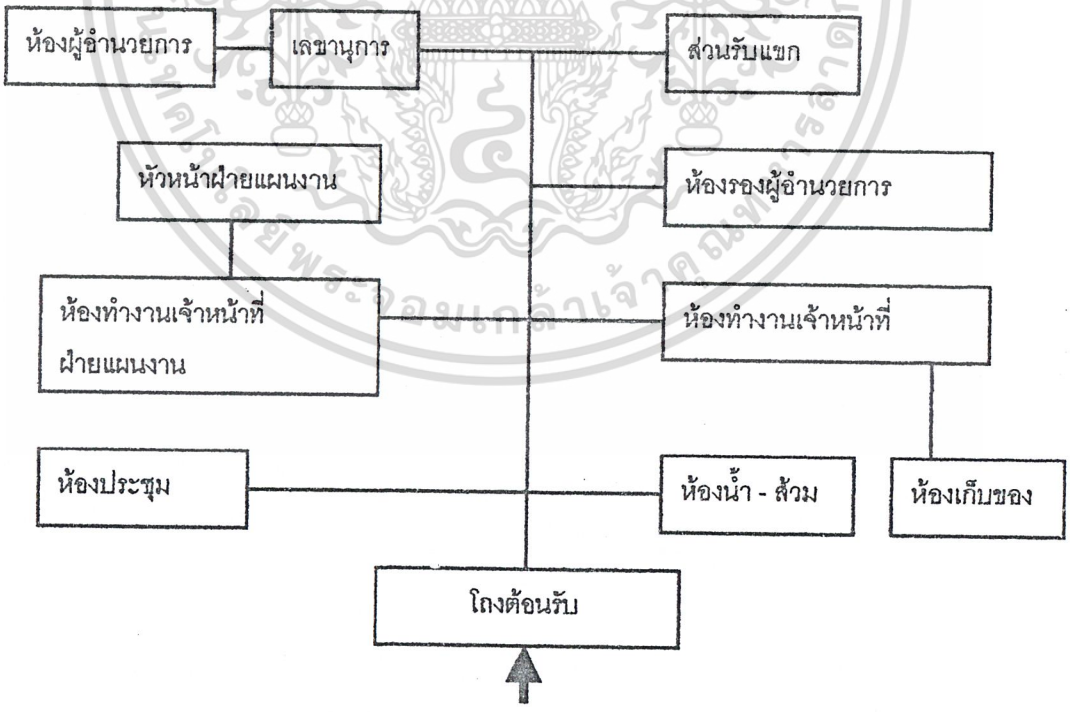


แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.20 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบส่วนบริหาร

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	รวม
1. ห้องผู้อำนวยการ		4	4	3	3	2	2	4	1	1	1	25
2. ห้องรองผู้อำนวยการ			3	3	3	2	2	4	1	1	1	24
3. เลขานุการ				3	3	2	2	4	2	2	2	26
4. ส่วนรับแขก					1	1	1	1	1	1	1	10
5. ห้องทำงานเจ้าหน้าที่						2	2	3	4	3	2	28
6. ห้องหัวหน้าฝ่ายแผนงานฯ							2	2	1	1	1	18
7. ส่วนทำงานเจ้าหน้าที่								3	2	3	2	24
8. ห้องประชุม									1	1	3	19
9. โถงต้อนรับ										1	3	12
10. ห้องเก็บของ / เอกสาร											1	16
11. ห้องน้ำ - ห้องส้วม												20

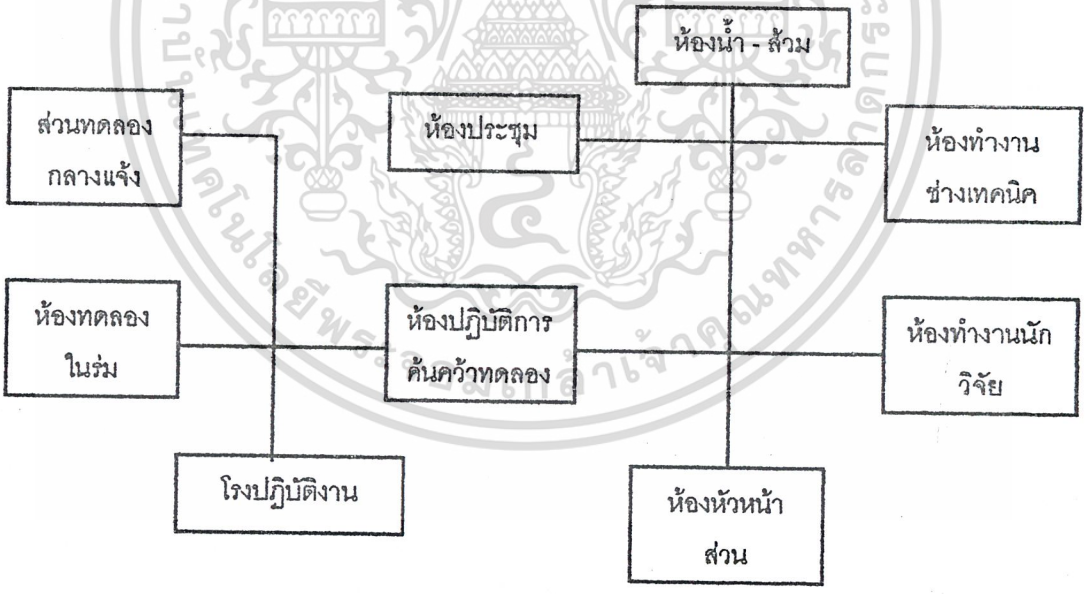


แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบส่วนบริหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.21 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
1. ห้องหัวหน้าส่วน		4	4	3	4	2	3	2	1	23
2. ห้องทำงานนักวิจัย			4	4	4	2	4	3	1	26
3. ห้องปฏิบัติการค้นคว้าทดลอง				4	4	3	4	3	1	28
4. ห้องทำงานช่างเทคนิค					3	2	3	3	2	24
5. ห้องประชุม						2	2	2	1	22
6. ห้องน้ำ - ห้องล้วม							2	1	1	16
7. ห้องทดลองในร่ม								4	3	25
8. ห้องทดลองกลางแจ้ง									4	23
9. โรงปฏิบัติงาน										15

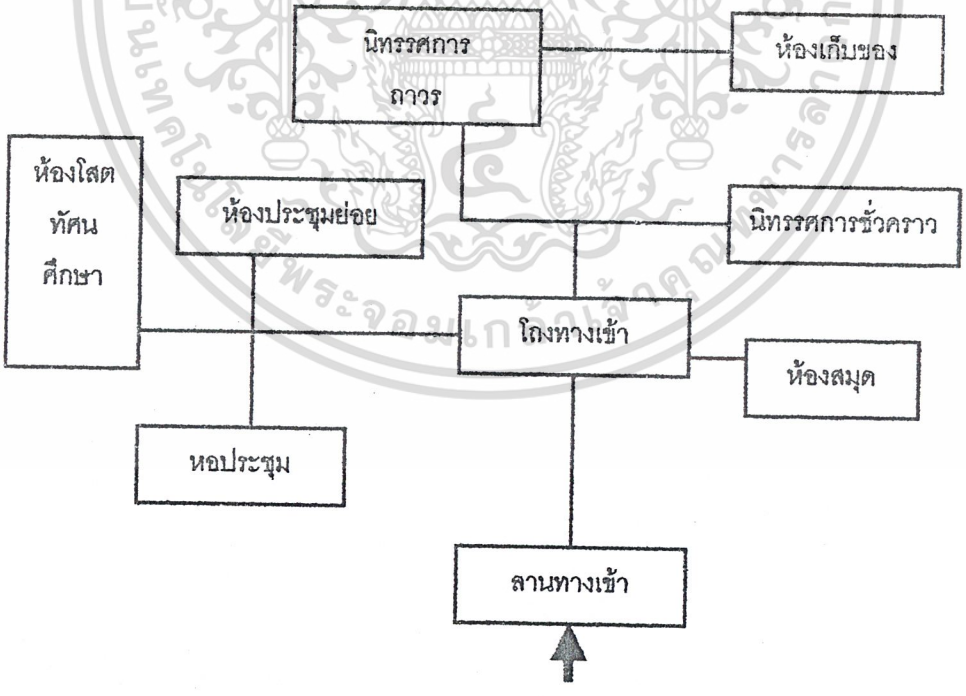


แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.22 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
1. ลานทางเข้า		4	4	3	1	4	4	2	4	26
2. โถงทางเข้า			4	4	2	3	3	2	3	24
3. นิทรรศการ				4	4	3	4	2	2	22
4. นิทรรศการชั่วคราว					4	3	3	2	2	31
5. ห้องเก็บของนิทรรศการ						1	1	1	1	13
6. ห้องประชุม (Auditorium)							4	4	2	18
7. ห้องประชุมย่อยและห้องบรรยาย								4	2	16
8. ห้องโสตทัศนศึกษา									2	18
9. ห้องสมุด										14

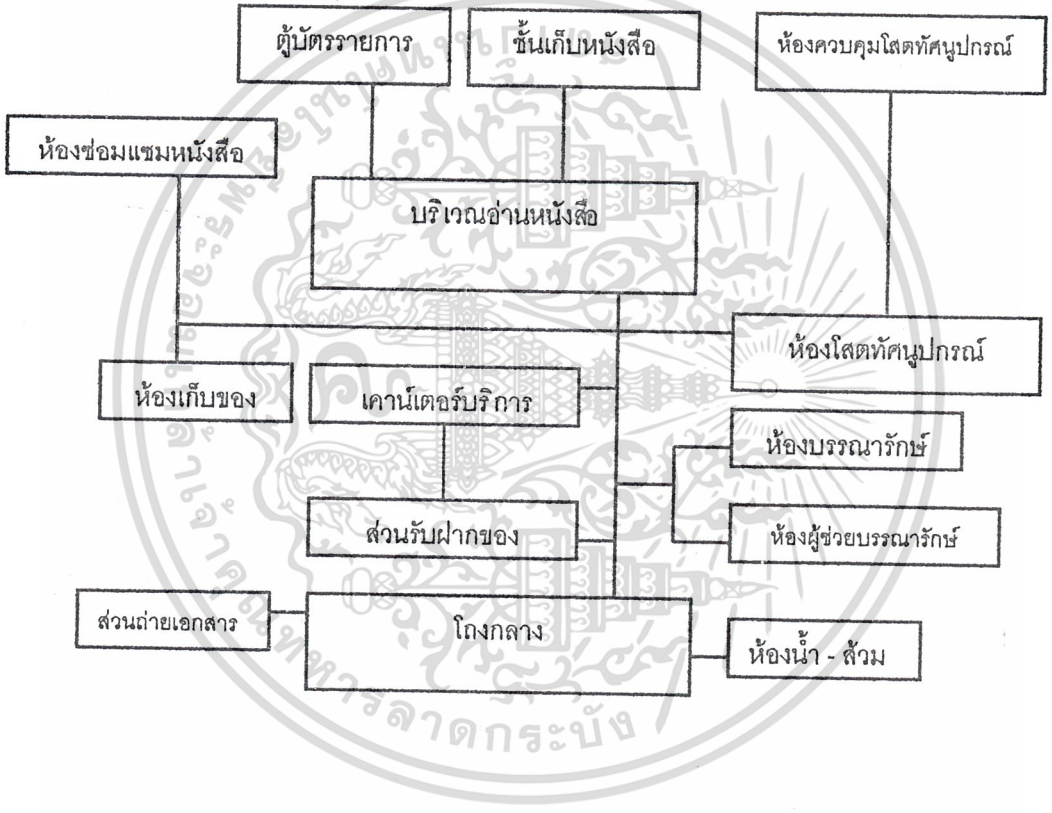


แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.23 แสดงความสัมพันธ์ส่วนห้องสมุด

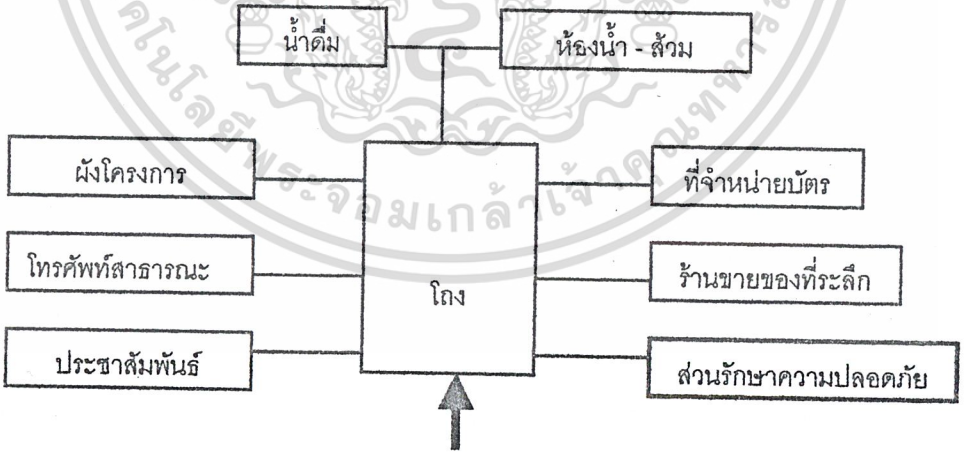
องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	รวม
1. ห้องบรรณารักษ์		2	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	20
2. ห้องผู้ช่วยบรรณารักษ์			3	2	3	2	2	1	1	2	2	2	1	2	25
3. ห้องซ่อมแซมหนังสือ				1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	23
4. โถงกลาง					2	3	2	2	2	2	1	2	1	1	23
5. เคาน์เตอร์บริการ						3	2	2	2	2	1	1	1	1	25
6. ส่วนรับฝากของ							1	1	2	1	1	1	1	1	19
7. ส่วนถ่ายเอกสาร								1	2	2	1	1	1	1	19
8. ตู้บัตรรายการ									2	2	1	1	1	1	17
9. บริเวณอ่านหนังสือ										2	3	1	1	2	23
10. ชั้นเก็บหนังสือ											1	2	1	1	21
11. ห้องโสตทัศนูปกรณ์												3	3	1	20
12. ห้องเก็บของ													3	1	21
13. ห้องควบคุมโสตทัศนูปกรณ์														1	17
14. ห้องน้ำ - ห้องล้วม															18



แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบส่วนห้องสมุด

ตารางที่ 3.24 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโถงทางเข้า

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
1. โถงพักคอย		3	2	3	3	2	3	3	1	20
2. ประชาสัมพันธ์			2	3	2	3	2	2	2	19
3. ผังโครงการ				3	2	1	1	1	1	17
4. ที่จำหน่ายบัตร					3	2	2	1	1	18
5. โทรศัพท์สาธารณะ						2	1	3	1	17
6.ส่วนบริการน้ำดื่ม							2	2	1	16
7. ร้านขายของที่ระลึก								3	2	18
8. ส่วนรักษาความปลอดภัย									3	18
9. ห้องน้ำ - ส้วม										13

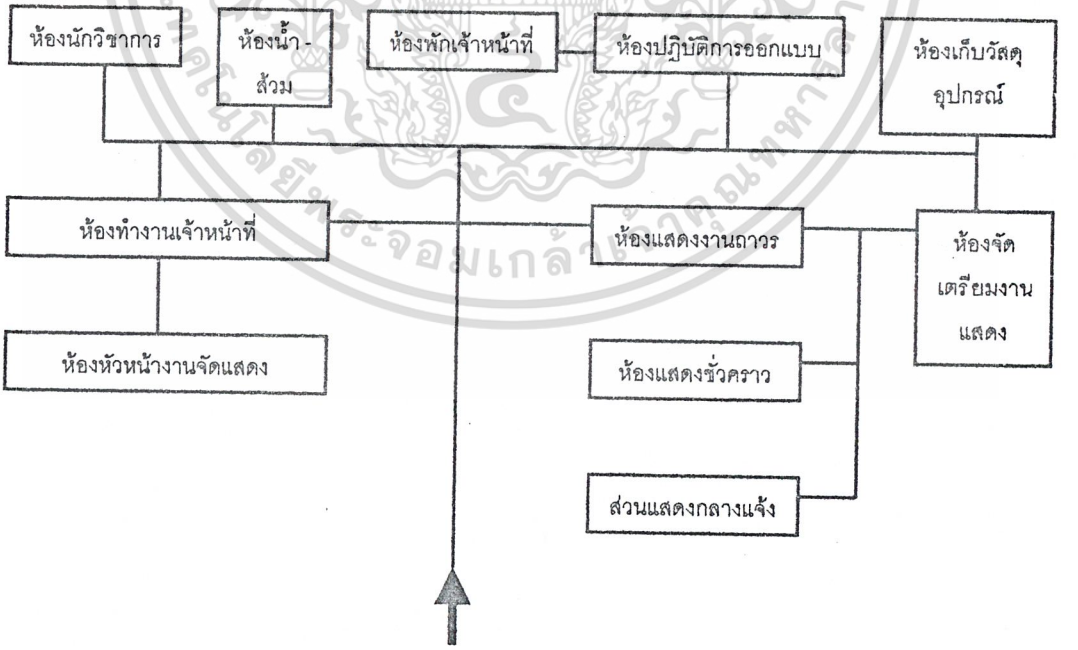


แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโถงทางเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.25 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบงานจัดแสดง

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	รวม
1. ห้องหัวหน้างานแสดง		4	4	4	2	2	2	2	1	2	2	25
2. ห้องนักวิชาการ			3	3	4	3	3	3	2	3	2	30
3. ห้องทำงานเจ้าหน้าที่				3	3	3	3	3	2	3	2	29
4. ห้องปฏิบัติการออกแบบ					4	4	4	3	2	2	2	31
5. ห้องแสดงงานถาวร						3	2	3	2	1	2	26
6. ห้องแสดงงานชั่วคราว							2	3	2	1	2	26
7. ลานแสดงงานกลางแจ้ง								2	2	1	2	25
8. ห้องจัดเตรียมการแสดง									2	2	2	25
9. ห้องเก็บวัสดุอุปกรณ์										1	2	18
10. ห้องพักเจ้าหน้าที่											3	18
11. ห้องน้ำ - ห้องส้วม												20

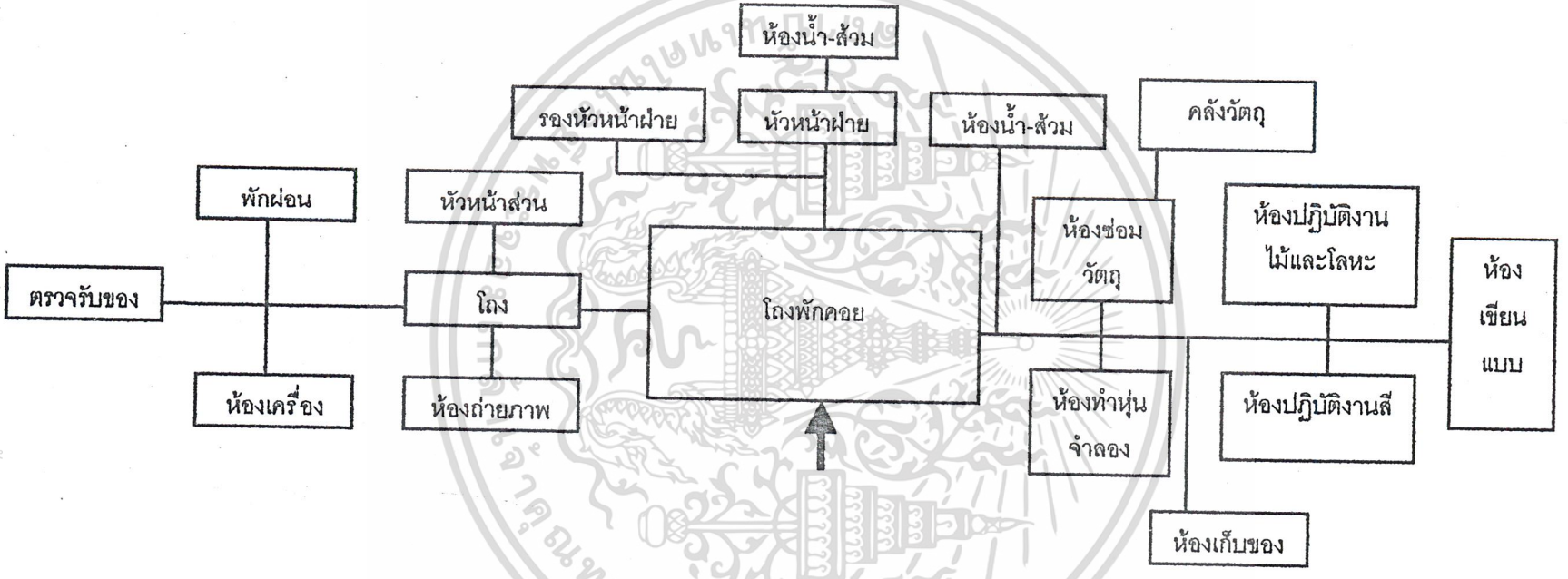


แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบงานจัดแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.26 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบงานเทคนิคพิพิธภัณฑ์

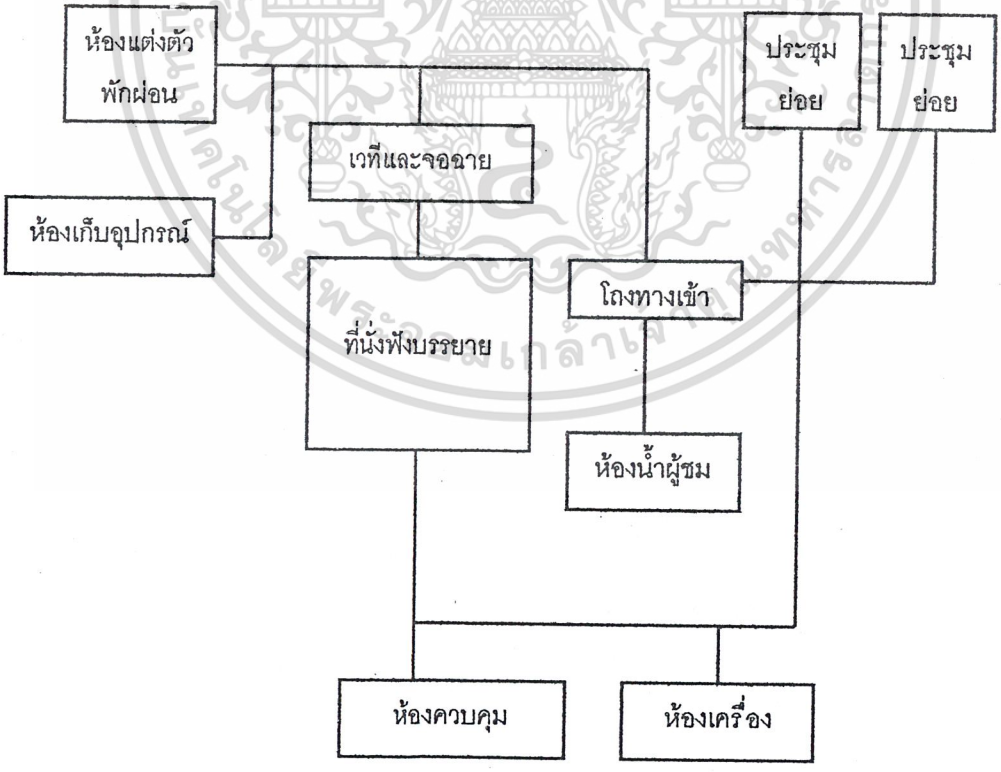
องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	รวม
1. ห้องหัวหน้าฝ่าย		4	1	2	2	1	4	2	3	3	1	1	1	1	1	1	3	31
2. ห้องทำงานเจ้าหน้าที่			3	3	4	3	4	2	4	3	1	1	1	1	1	1	3	39
3. ห้องเก็บของ				1	1	1	2	2	1	2	2	3	3	3	3	3	1	32
4. โถงพักคอย					3	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3	27
5. ห้องหัวหน้าส่วน						3	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	28
6. ส่วนพักผ่อน							2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	26
7. บริเวณตรวจรับของ								1	1	4	4	2	2	2	2	2	1	35
8. บริเวณส่วนห้องเครื่อง									1	1	1	1	1	1	1	1	2	20
9. โถงพักคอย										3	2	2	1	1	1	1	3	32
10. ห้องซ่อมวัตถุ											4	2	2	2	3	3	1	37
11. คลังวัตถุ												3	3	3	3	3	1	33
12. ห้องทำหุ่นจำลอง													3	3	4	3	1	32
13. ห้องปฏิบัติงานสี														4	3	3	1	32
14. ห้องออกแบบ															3	3	1	31
15. ห้องถ่ายภาพ																2	1	31
16. ห้องปฏิบัติงานไม้																	1	30
17. ห้องน้ำ - ห้องส้วม																		29



แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบพิพิธภัณฑ์

ตารางที่ 3.27 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบห้องประชุม

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	รวม
1. โถงพักคอย		2	2	1	1	2	2	2	2	14
2. ห้องบรรยาย			3	3	2	2	2	2	2	18
3. เวทีบรรยาย				3	2	1	2	2	1	16
4. ห้องควบคุม					2	2	2	2	2	17
5. ห้องแต่งตัว - พักผ่อน						1	2	1	2	14
6. ห้องเครื่อง							2	1	2	14
7. ห้องน้ำ - ส้วม								1	2	15
8. ห้องเก็บของ									1	12
9. ห้องประชุมย่อย										14

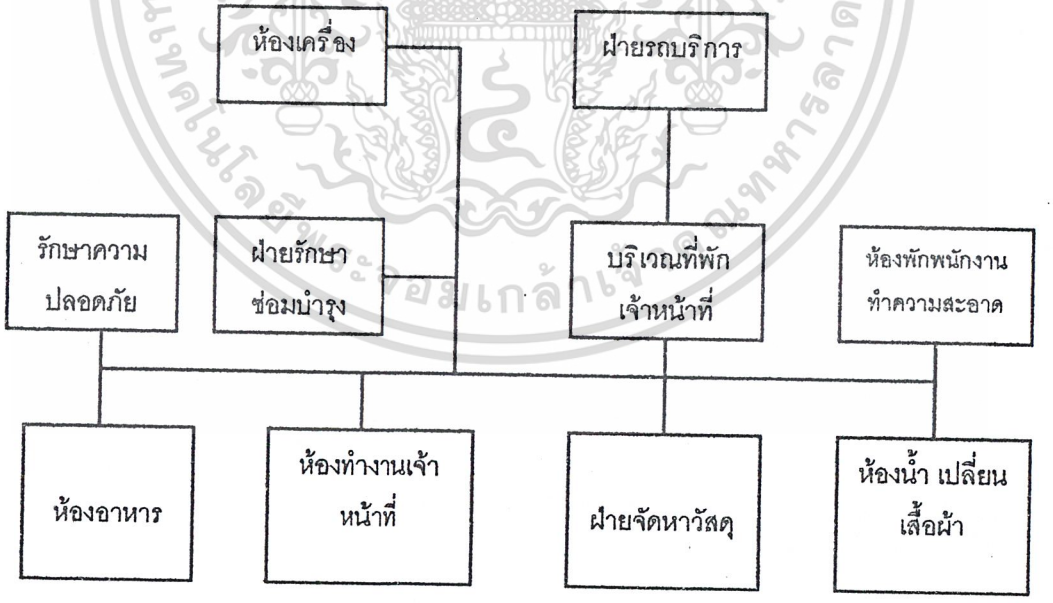


แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.28 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบส่วนบริการ

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	รวม
1. ห้องทำงานเจ้าหน้าที่		3	2	3	2	7	3	2	2	8	21
2. ห้องอาหาร			2		1						16
3. รักษาความปลอดภัย				1	1	1	1	1	1	2	13
4. ห้องเครื่อง					2	2	1	1	1	5	15
5. ฝ่ายรถบริการ						4	2	1	4	2	19
6. ฝ่ายดูแลรักษาซ่อมบำรุง											19
7. ฝ่ายจัดหาพัสดุ										3	18
8. ห้องพักพนักงานทำความสะอาด									3	3	18
9. บริเวณที่พักผ่อนเจ้าหน้าที่										4	23
10. ห้องน้ำ-เปลี่ยนเสื้อผ้า											22

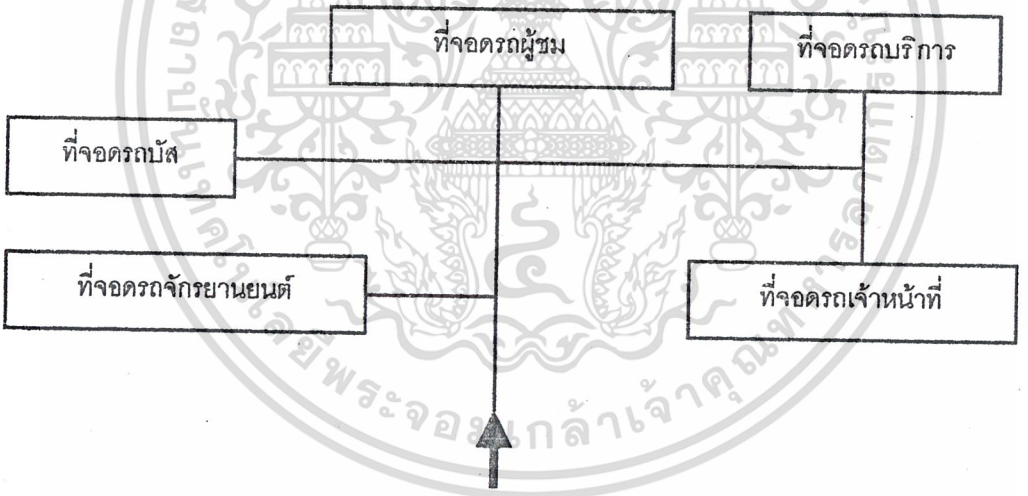


แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบส่วนบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.29 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่จอดรถ

องค์ประกอบ	1	2	3	4	5	รวม
1. ที่จอดรถผู้ชม		1	1	1	1	4
2. ที่จอดรถจักรยานยนต์			1	1	1	4
3. ที่จอดรถบัส				1	1	5
4. ที่จอดรถเจ้าหน้าที่					2	5
5. ที่จอดรถบริการ						5



แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่จอดรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถาปัตยกรรม

3.51 หอประชุม

ใช้สำหรับการประชุมแสดงปาฐกถา ฉายภาพยนตร์ และการแสดงการแข่งขันตอบปัญหา

ลักษณะการใช้งานหอประชุม แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

1. หอประชุม ใช้จัดบรรยาย จัดประชุมสัมมนาวิชาการ
2. โรงภาพยนตร์ จัดฉายเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีที่น่าสนใจ ระยะเวลาแต่ละรอบประมาณ 10-30 นาที ไม่เกิน 1 ชม.

รายละเอียดองค์ประกอบ

การกำหนดรูปร่างและขนาดของหอประชุม จะพิจารณาจากลักษณะกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งสรุปได้ 3 ลักษณะที่พึงรองรับได้ คือ

1. การบรรยาย การออกแบบควรให้ผู้ฟังการบรรยายสามารถได้ยินและมองเห็นผู้บรรยายและในกรณีที่มีการใช่แผ่นใส ประกอบการบรรยาย จำเป็นต้องคำนึงถึงการมองเห็นด้วย การจัดแถวและกำหนดจำนวนแถวควรจัดให้ล้อมผู้บรรยายเพื่อลดระยะระหว่างผู้บรรยายกับผู้ฟัง
2. การแสดงหรือสาธิต เป็นส่วนหนึ่งของการบรรยายได้ในบางกรณี ซึ่งการมองเห็นการสาธิตที่ดี ควรให้ระดับที่นั่งมีความชันมาก ในกรณีที่ต้องการมองเห็นรายละเอียด หรืออาจใช้โทรทัศน์ วงจรปิดช่วย
3. การฉายภาพยนตร์หรือสไลด์
   - มุมมองในแนวราบ ไม่ควรเกิน 30 องศา
   - มุมมองในแนวตั้ง ไม่ควรเกิน 35 องศา
   - มุมการฉายของเครื่องฉายภาพ ประมาณ 12 องศา
   - ระยะของการมองเห็น ไม่ควรเกิน 6 เท่าของความกว้างจอ
   - ระยะแถวหน้าสุด ควรห่างจากจอไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความกว้างจอ

ลักษณะมุมมองของผู้ชม (SIGHT LINES)

- VERTICAL SIGHT LINES

มีการยกระดับให้ผู้ชมที่อยู่ด้านหลังสามารถมองได้ชัดเจนขึ้น การหาความลาดเอียงของพื้นที่จะต้องลากจากเส้นสายตาผ่านศีรษะผู้ชมที่อยู่ด้านหน่าไปยังจุดที่จะมอง และไม่เกิดการบังสายตา

- HORIZONTAL SIGHT LINES

มุมมองในแนวราบจะเป็นตัวกำหนดเนื้อที่จริงบนเวที รวมทั้งมุมของแถว การหามุมของแนวราบจะต้องลากเส้นจากตำแหน่งต่าง ๆ มายังเวที ซึ่งจะทำให้ทราบขอบเขตที่นั่งและเนื้อที่ของเวที

จากความต้องกานในด้านประโยชน์ใช้สอยทั้ง 3 ข้อ ทำให้การออกแบบต้องสามารถตอบสนองความต้องการได้ทั้ง 3 ข้อ จึงพอสรุปได้เป็นข้อ ๆ โดยอาศัยมาตรฐานจาก BUILDING PLANING DESIGN STANDARD ได้ดังนี้

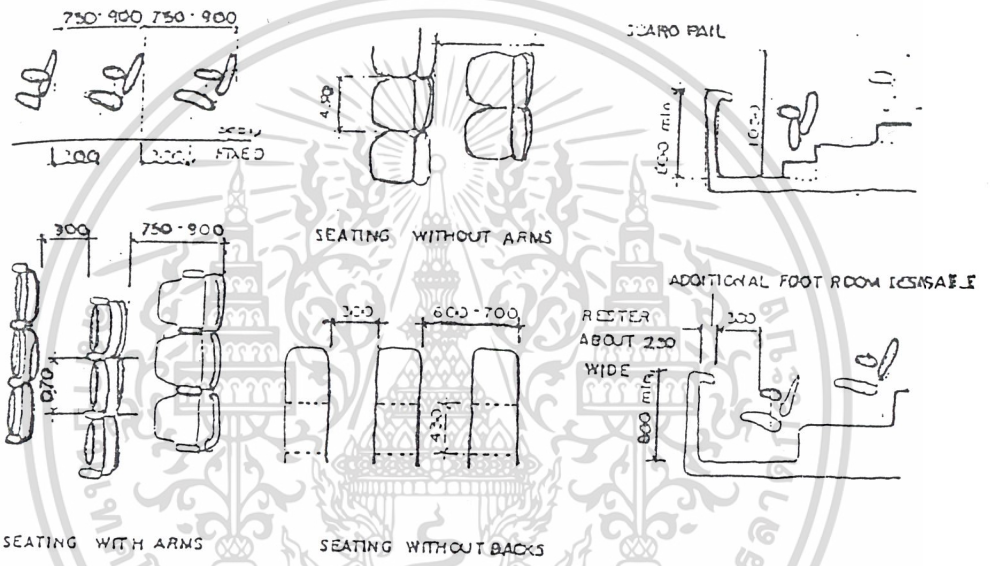
1. ความกว้างของจอ กำหนดจากการฉายภาพยนตร์ 16 มม. เท่ากับ 4.20 เมตร
2. ระยะแถวหน้าสุดห่างจากจอไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความกว้างจอ
3. ระยะแถวหลังสุดห่างจอไม่เกิน 6 เท่าของความกว้างจอ และจำนวนไม่เกิน 12 แถว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ระยะความแตกต่างระหว่างที่นั่งแถวหน้านั่งตัวตรง ในขณะที่คนนั่งแถวถัดไปข้างที่หลังนั่งก้มจดบรรยาย สามารถมองเห็นกระดานโดยไม่บังคับเท่ากับ 25 ซม.
5. จุดศูนย์กลางความโค้งแถวอยู่ข้างหลังจอ เป็นระยะตั้งฉากกับจอประมาณ 1/8 ของความกว้างจอ
6. ความสูงของจอประมาณ 8/11 ของความกว้างจอ
7. มุมเงยของคนนั่งแถวหลังสุดมองไปยังขอบล่างของจอไม่เกิน 30°
8. มุมกดของเครื่องฉายที่ดี อยู่ในระหว่าง 0° - 12°

การจัดระดับที่นั่ง

ในการจัดที่นั่งเราอาจจัดเพื่อให้ผู้ชมด้านหลังมองข้ามไหล่ของผู้นั่งแถวหน้าไปได้ จึงไม่สามารถกำหนดมุมเอียงที่แน่นอนลงไปได้



การออกแบบพื้นและความลาดเอียง

1) ชนิดของพื้น
   ก. พื้นราบ
   ข. พื้นขั้นบันได
   ค. พื้นเอียง (โดยทั่วไปมักจัดให้ 7 แถวแรกไม่เอียง)
2) ประเภทของความลาดเอียง
   2.1 ลาดทางเดียว (SINGLE BLOPE)

ควรมีที่นั่งไม่เกิน 22 แถว จุคนได้ประมาณ 200 คน จอกว้างประมาณ 12-15 ฟุต ของล่างควรสูงกว่าระดับพื้น 32 นิ้ว ที่นั่งแถวแรกห่างจากจอประมาณ 84 นิ้ว แถวที่ 1-7 ไม่จำเป็นต้องมีความลาด ตั้งแต่แถวที่ 7 ขึ้นไป มีความแตกต่างกันของความลาดประมาณ 3 นิ้วต่อแถว เหมาะสำหรับห้องประชุมขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ลาดสองทาง (DOUBLE SLOPE)

พื้นชนิดนี้ควรอยู่สูงกว่าแบบแรก คือสูงประมาณ 7 นิ้ว ความลาดที่ทางเข้าเวทีทำเป็น SLOPE ไม่นิยมทำเป็น STEP ความลาดจะมีไปถึงเวทีหรือจะยกเวทีเป็น PLATFORM ต่างหากก็ได้ เหมาะสำหรับห้องประชุมขนาดใหญ่และขนาดกลาง

2.3 ลาดสองทางมี STADIUM

เฉพาะ STADIUM นั้นจะต้องยกพื้นขึ้นให้สูงพ้นศีรษะคนซึ่ง ควรมีขนาดอย่างน้อย 7 องศา และความลาดเอียงบน STADIUM เป็นมุมไม่เกิน 35 องศา STEP ที่ได้ประมาณเท่ากับความลาดเอียงทางเดียว นอกจากนี้เราต้องพิจารณาถึงว่า ถ้าเก้าอี้มีแนวตรงกันความลาดของพื้นก็จะมาก แต่ถ้าวางเยื้องกันความลาดก็จะน้อย เหมาะสำหรับห้องประชุมใหญ่

ลักษณะการจัดที่นั่ง

การจัดโดยทั่วไปมี 3 แบบ คือ

1) COMMON-ONE-BANK

เป็นการจัดที่นั่งแบบแถวเดียวตลอด มีทางเดินสองข้าง ซึ่งกว้างไม่ต่ำกว่า 1.50 เมตร เหมาะสำหรับห้องประชุมขนาดเล็ก

2) TWO-BANK-ROW

แบ่งที่นั่งออกเป็น 2 ตอน โดยมีทางเดินผ่านตรงกลางและทั้งสองข้างแต่ละแถวกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร

3) THREE-BANK-ROW

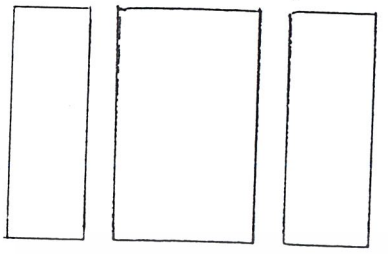
แบ่งที่นั่งออกเป็น 3 ตอน แต่มีทางเดิน 2 ทางเท่านั้น เพราะสองแถวด้านข้างจะมีที่นั่งติดกำแพงห้อง

การจัดแบบนี้ใช้กับห้องประชุมทางเดินกว้างไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร มี 2 วิธีคือ

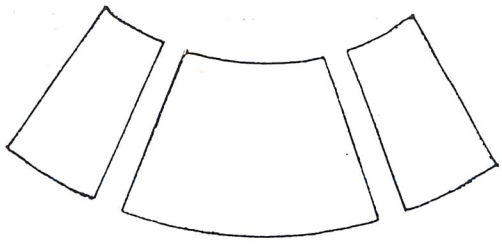
STRAIGHT ROW - ผู้คนที่นั่งตอนริมห้องเอียงตัวดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CURVE ROW - แบบนี้ดีที่สุด เพราะทุกคนสามารถนั่งชมได้ ทั้งนี้ รัศมีของแถวบนเส้นโค้งต้องยาวไม่ต่ำกว่า 20 ฟุต จากจุดกึ่งกลางที่ห่างจากจุดประมาณ 1/8 ของความยาวของจอทางราบ



STRAIGHT ROW



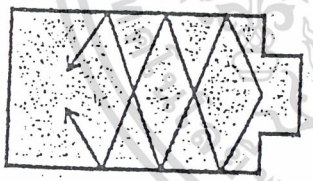
CURVE ROW

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการจัดที่นั่ง

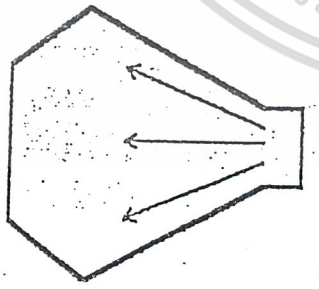
1) จำนวนเก้าอี้ระหว่างตอนหนึ่ง ๆ ถ้าทางเดินนั้นเข้าออกได้ทางเดียว (คือที่นั่งด้านติดกำแพง) ไม่ควรเกิน 7 ที่นั่ง และจำนวนเก้าอี้เข้าออกได้สองทางแต่ละแถวไม่ควรเกิน 20 ที่นั่ง
2) ความกว้างของทางเดินไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร (เทศบัญญัติกำหนดไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร)
3) ระยะระหว่างแถวกว้างอย่างน้อย 0.80 เมตร

การออกแบบรูปร่างและขนาดของห้อง

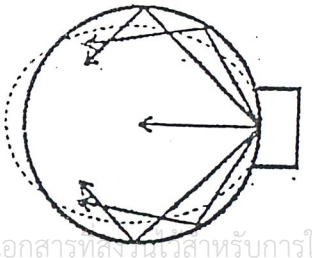
การออกแบบรูปร่างห้องต้องคำนึงถึงความสะอาดของผู้ใช้และระบบที่เกี่ยวข้อง เช่น การปรับอากาศและการแก้ปัญหาระบบเสียง นอกจากนี้ก็ควรคำนึงถึงรูปร่างอาคารด้วย



1. แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นรูปร่างที่ง่ายต่อการออกแบบแต่จะทำให้เกิดเสียงก้องได้



2. แบบพัด ผนังด้านข้างที่ผายออกช่วยในการกระจายเสียงไปได้ทั่วถึง ทำให้เกิดลักษณะของเสียงใกล้เคียงกันทั้งห้องและช่วยให้ขยายมุมมองให้ผู้ชมสามารถมองเห็นผู้บรรยายได้ชัดเจน กำแพงที่เป็นเบนออกหรือเข้าด้วยระยะ 5/8" : 10" เป็นระยะที่ให้ผลดี ทั้งนี้ไม่ควรมีมุมของแกนผนังเกิน 60°



3. แบบวงกลมหรือวงรี จะทำให้เสียงไปรวมกันที่จุด ๆ หนึ่ง ไม่กระจายอย่างสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องประชุมที่กว้างและสั้นจะดีกว่าแคบและลึก อัตราส่วนความกว้างต่อความยาวโดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 1:2 หรือ1:1.2 ขนาดที่พอเหมาะของห้องประชุมนั้น ขึ้นอยู่กับการใช้งานพิเศษแต่ละประเภท ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.30 แสดงค่าปริมาตรต่อที่นั่งในห้องประชุมประเภทต่าง ๆ

ประเภทของห้องประชุม	ปริมาตรต่อที่นั่ง(ลบ.ม./ 1 คน)		
CONCERT HALL	6.20	7.80	10.80
OPERA HOUSE	4.50	5.70	7.40
MULTI-PURPOSE AUDITORIUM	5.10	7.10	8.80
MOTION-PICTURE THEATRE	2.80	3.50	5.10
ROOM SPEECH	2.30	3.10	4.30

สำหรับห้องประชุมใหญ่ของโครงการนี้ควรใช้ค่าปริมาตรประมาณ 7.1 ลบ.ม.

การจัดตำแหน่งของเพดาน ผนังด้านข้าง และผนังด้านหลัง

1) เพดาน

เป็นตัวที่สำคัญที่สุดในด้านเกี่ยวกับเสียงของห้องประชุม ไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอนในการกำหนดความสูงของเพดาน แต่พิจารณาความเหมาะสมกับความกว้างและความยาว สัดส่วนโดยทั่วไปของเพดานประมาณ 1: หรือ2:3 ของความกว้างของห้อง

- อัตราส่วนความสูงห้อง : ความยาวห้องเท่ากับ 1:3 เหมาะสมกับห้องขนาดใหญ่
- อัตราส่วนความสูงห้อง : ความกว้างห้องเท่ากับ 2:3 เหมาะสมกับห้องขนาดเล็ก

3.5.2 **ห้องสมุด**

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อการออกแบบ

การวางตำแหน่งของห้องสมุดควรคำนึงถึงความสะดวกในการเข้าออกจากภายนอก เพื่อให้บริการแก่เจ้าหน้าที่โครงการและประชาชนได้โดยสะดวก เป็นรูปแบบการให้บริการในลักษณะกึ่งสาธารณะมีความสมบูรณ์ในตัวเอง สามารถปิด เปิด นอกเวลาได้โดยไม่รบกวนองค์ประกอบ อื่น ๆ ของโครงการ

เกณฑ์พิจารณาในการออกแบบ

1. ตำแหน่งที่ตั้ง ควรให้มีเสียงรบกวนน้อยที่สุด
2. มีการควบคุมดูแลการเข้าออกที่กระชับรัดกุม
3. มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เพื่อรักษาสภาพหนังสือ
4. มีระบบแสงสว่างที่เหมาะสม สม่ำเสมอ
5. สามารถขยายตัวได้เมื่อมีหนังสือเพิ่ม

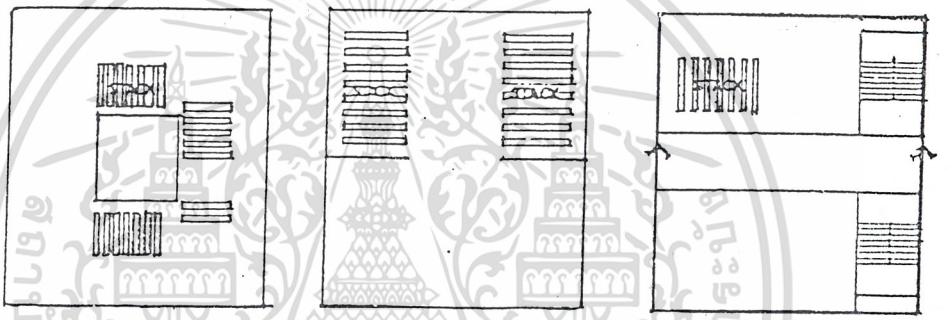
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้แสงสว่างสำหรับห้องสมุด

1. แสงชนิดส่องตรง เช่น สปอร์ตไลท์ ไว้สำหรับเน้นส่วนใดส่วนหนึ่ง เช่น หนังสือใหม่ หรือผลงานอื่น ๆ ไม่เหมาะกับการใช้อ่านหนังสือ
2. แสงจากโคมที่ผ่านวัสดุกรองแสง เป็นแสงกระจายที่ไม่เกิดเงา
3. แสงชนิดซ่อนไฟใต้เพดานหลายดวง เป็นแสงกระจาย ที่ไม่ทำให้เกิดการสะท้อน
4. แสงจากโคมไฟชนิดสะท้อนเพดานก่อนลงส่วนล่าง ไม่ทำให้เกิดเงา
5. แสงประดิษฐ์ใช้ภายในห้องสมุด
6. แสงที่อยู่ตรงฝ้าเพดาน ทั้งแบบลอยตัว และฝังในฝ้าเพดานเป็นแบบที่เหมาะสำหรับอ่านหนังสือโดยเฉพาะ

ลักษณะการจัดห้องสมุด

ห้องสมุดอาจแบ่งการจัดตามลักษณะได้ 3 แบบ คือ



๑ ๒ ๓

1. ส่วนเก็บหนังสืออยู่รอบด้วยส่วนอ่านหนังสือ

แบบนี้บริเวณอ่านหนังสือ จะได้รับแสงสว่างจากภายนอกอาคารได้โดยรอบ และสามารถหยิบหนังสือจากส่วนเก็บหนังสือได้สะดวก และมีข้อดีคือ

- ส่วนอ่านหนังสืออยู่ใกล้ส่วนเก็บหนังสือ ซึ่งสะดวกในการใช้
- ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ ลดค่าใช้จ่าย

2. ส่วนเก็บหนังสือกับส่วนอ่านหนังสือแยกออกจากกัน

แบบนี้เหมาะสำหรับห้องสมุดที่มีหนังสือมาก เพราะสามารถสร้างที่เก็บหนังสือโดยเฉพาะ การต่อเติมส่วนเก็บหนังสือก็ทำได้ โดยไม่รบกวนต่อส่วนอ่านหนังสือ และมีข้อดีดังนี้ คือ

- เหมาะสำหรับห้องสมุดขนาดใหญ่
- การขยายตัวทำได้ง่าย

ข้อเสีย

- การใช้บริการจากห้องเก็บหนังสือไม่ค่อยสะดวก เนื่องจากระยะทาง

3. ส่วนเก็บหนังสืออยู่คนละชั้นกับส่วนอ่านหนังสือ

แบบนี้เหมาะสำหรับจัดหนังสือที่ต้องการให้ผู้ใช้หยิบหนังสือโดยตรง แต่มีปัญหาเรื่องระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดวางเฟอร์นิเจอร์ภายในห้องสมุด

มีหลักเกณฑ์การจัดวาง ดังนี้

1. ควรให้เกิดความสะดวกต่อการควบคุมดูแล
2. ให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้บริการในการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ หรือเดินไปยังชั้นวางหนังสือต่าง ๆ โดยเว้นระยะทางเดินระหว่างเฟอร์นิเจอร์ให้เพียงพอ
3. จัดให้มีที่นั่งอ่านหนังสืออย่างเพียงพอกับความต้องการ
4. ควรจัดให้มีระเบียบ สวยงาม ไม่น่าเบื่อ โดยจัดสี และรูปร่างแบบให้สัมพันธ์และกลมกลืนกับอาคาร
5. จัดให้เหมาะสมกับการใช้สอยตามตำแหน่งที่ควรจะเป็น

ขนาดและสัดส่วนทางกายภาพของผู้ใช้โครงการ

การจัดครุภัณฑ์เป็นสิ่งสำคัญมากในอาคารห้องสมุด ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการใช้สอยของผู้ใช้ห้องสมุดและเจ้าหน้าที่ ขนาดและสัดส่วนของการจัดครุภัณฑ์ที่สำคัญ ๆ ได้แก่

1. ตู้หนังสือ

- ขนาดความสูงของตู้ใส่หนังสือโดยทั่ว ๆ ไป จะสูงประมาณ 1.80-2.10 เมตร ชั้นหนังสือชนิดเตี้ยอาจจะเสนอขอบหน้าต่าง หากจัดไว้ตามข้างฝาที่มีหน้าต่าง ความสูงประมาณ 0.90 เมตร
- ความลึก ชั้นเปิดชนิดวางหนังสือได้ข้างเดียวสำหรับวางหนังสือทั่ว ๆ ไป ความลึกประมาณ 20-25 ซม. หากวางหนังสือใหญ่ลึกประมาณ 30 ซม. ชั้นเปิดวางหนังสือได้สองข้างมีความลึกประมาณ 40-60 ซม.
- ความยาว ชั้นหนึ่ง ๆ จุมีความยาวไม่เกิน 0.9 หรือ1 เมตร
- ระยะระหว่างตู้หนังสือ เพื่อความสะดวกในการค้นหาหนังสือและการจัดเก็บหนังสือของเจ้าหน้าที่ระยะระหว่างตู้หนังสือจึงจะต้องเหมาะกับวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นการประหยัดเนื้อที่ ระยะต่าง ๆ จึงแตกต่างกันออกไป ดังเช่น

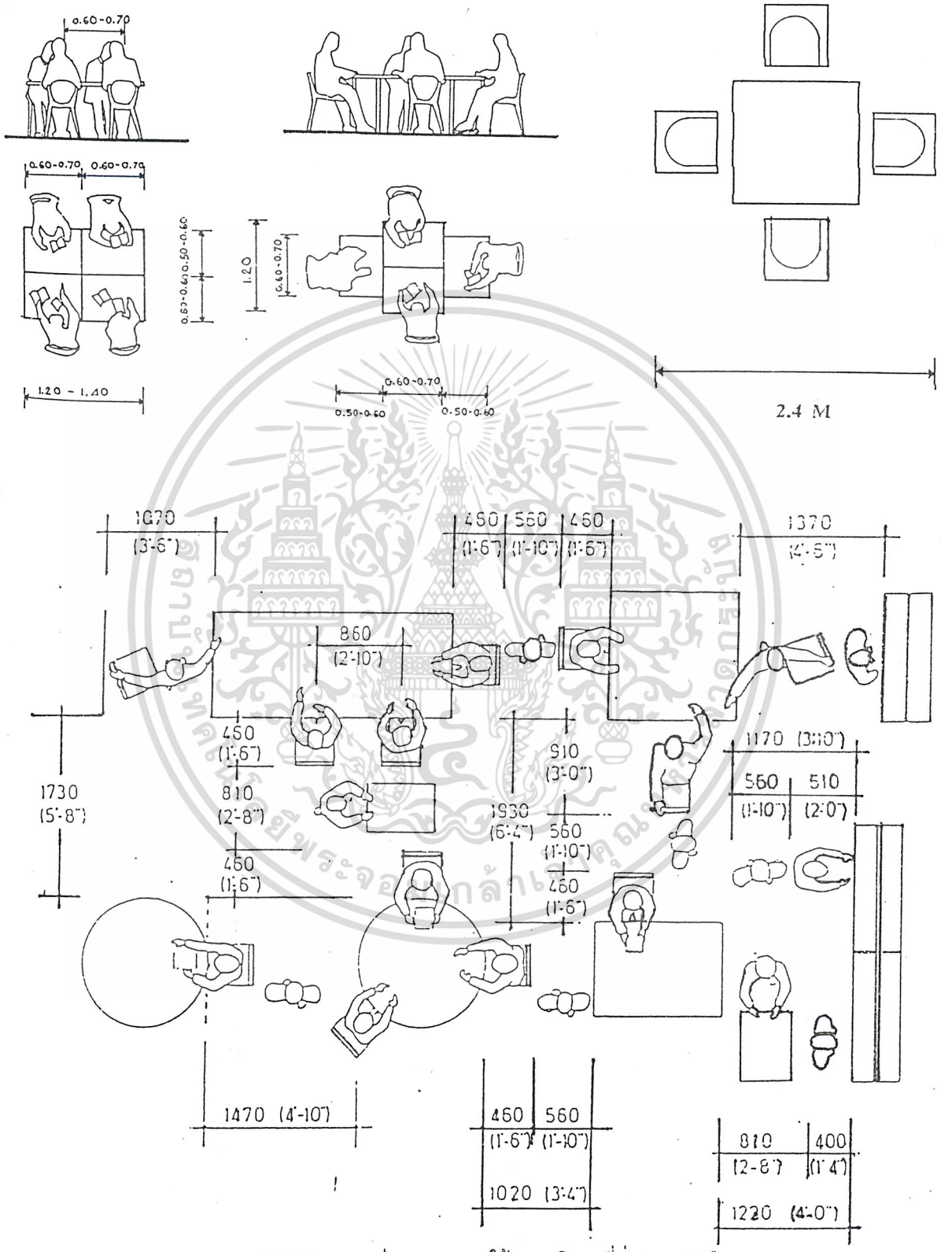
  การจัดระยะห่างของตู้หนังสือในอาคารนี้ จัดให้มีระยะห่างพอเพียงกับขนาดของผู้ใช้และเจ้าหน้าที่ ที่กำลังใช้พื้นที่ดังกล่าวอยู่พร้อมกัน ซึ่งต้องมีระยะห่างของทางเดินเท่ากับ 0.144 ม. หรือมีระยะห่างจาก Center ถึง Stack เท่ากับ 1.68 ม.

2. บริเวณอ่านหนังสือ

การจัดทำครุภัณฑ์บริเวณอ่านหนังสือในลักษณะที่มีโต๊ะอ่านหนังสือต่างชนิดกัน ชนิดเดียวกันก็ตามแต่จะต้องมีเนื้อที่เพิ่มสำหรับการเดินของผู้ใช้ และเจ้าหน้าที่ไว้ด้วย

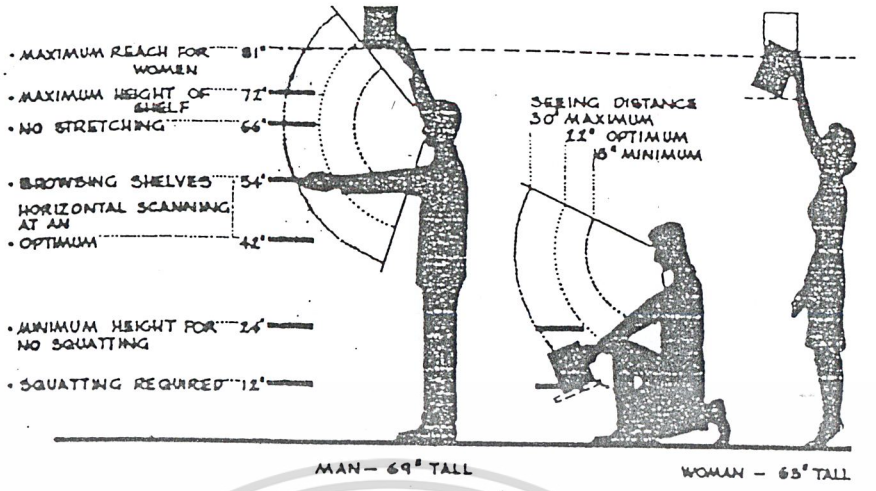
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของการจัดโต๊ะอ่านหนังสือ



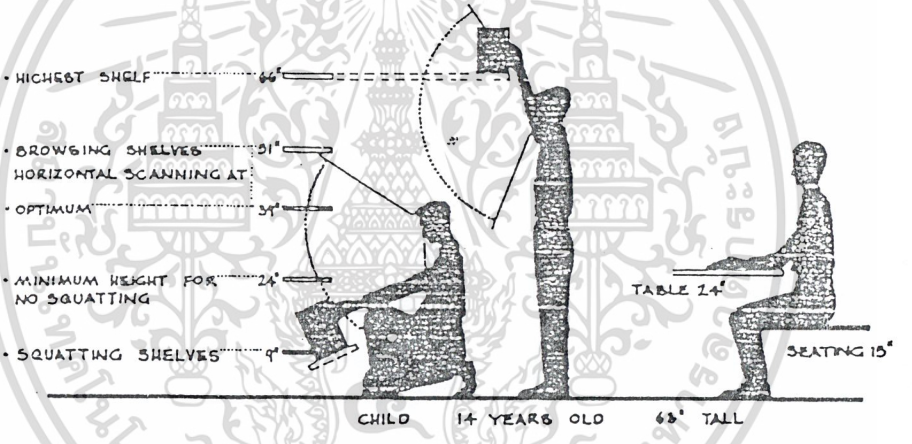
ภาพแสดงระยะต่าง ๆ ของการใช้สอยบริเวณที่นั่งอ่านหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

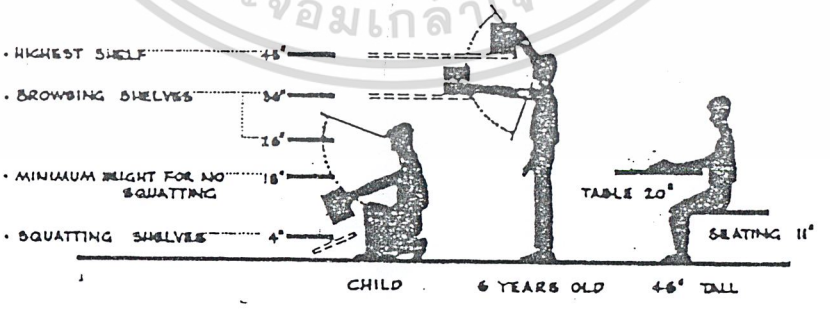


1) ขนาดสำหรับบุคคลทั่วไป (ผู้ใหญ่)

ขนาดสัดส่วนมนุษย์กับการใช้งาน



2) ขนาดสำหรับกลุ่มวัยรุ่นอายุระหว่าง 10-14 ปี

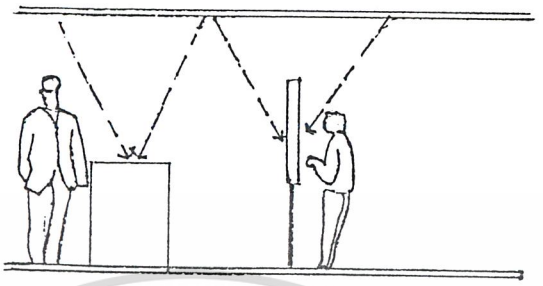


3) ขนาดสำหรับเด็กอายุระหว่าง 6-10 ปี

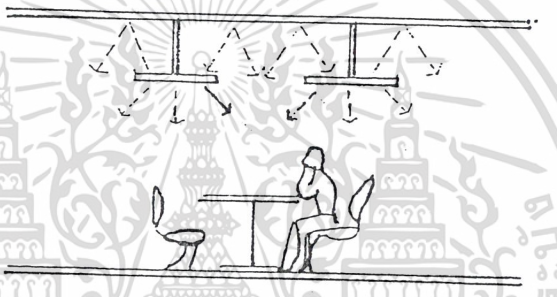
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้แสงสว่างสำหรับห้องสมุด

การให้แสงสว่างสำหรับห้องสมุด เป็นปัญหาสำคัญอันหนึ่งในเรื่องการกำหนดความเข้มข้นของแสง การสะท้อนแสง การตัดแสง การเกิดเงา ซึ่งจะต้องคิดกันอย่างรอบคอบตลอดทั้งอาคาร ถ้าจะใช้แสงสว่างจากธรรมชาติควรหลีกเลี่ยงการใช้แสงโดยตรง (DIRECT SUNLIGHT) และแสงจ้าจากท้องฟ้า

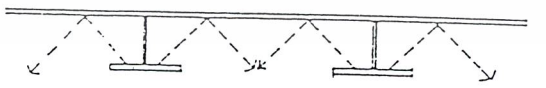


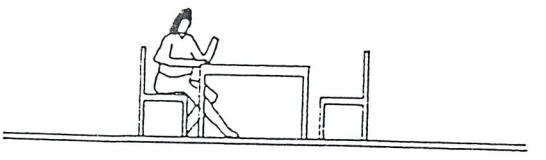
แสงชนิดส่องโดยตรงจำพวกสปอร์ตไลท์ ใช้เน้นส่วนใดส่วนหนึ่ง เช่น ส่วนที่โชว์หนังสือ หรือ ผลงานพิเศษ



แสงจากโคมไฟโดยตรงจะให้แสงผ่านวัสดุกรองแสงก่อนส่องมา แสงจึงกระจายตัวและไม่เกิดเงา

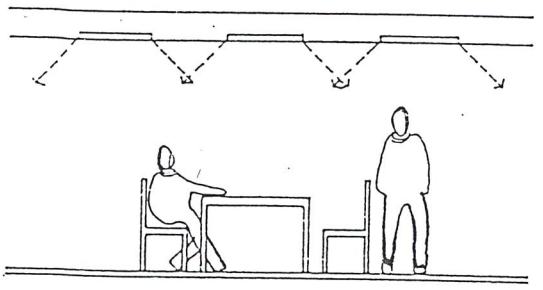
แสงไฟชนิดซ่อนใต้เพดานหลาย ๆ ดวงเป็นแสงกระจาย เหมาะสำหรับส่วนอ่านหนังสือ เพราะไม่ทำให้เกิดเงาสะท้อน





แสงจากโคมไฟชนิดสะท้อนเพดานก่อน จะไม่ทำให้เกิดเงาแต่จะให้ความสว่างมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสงที่อยู่ตรงฝ้าเพดาน มักเป็นแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนคู่ เพื่อให้แสงนวลตาและกระจาย ใช้สำหรับส่วนอ่านและค้นหาหนังสือ

3.5.3 การจัดนิทรรศการ

การจัดนิทรรศการในห้องจัดแสดง แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. นิทรรศการถาวร เป็นการจัดแบบประจำ มีการเปลี่ยนแปลงโยกย้ายค่อนข้างน้อย โดยมากจะเป็นสิ่งแสดงหรือเรื่องที่สำคัญ สามารถแบ่งได้ ดังนี้
   - การจัดแสดงถาวรในห้องนิทรรศการ โดยเลือกวัตถุที่มีความสำคัญออกจัดแสดง
   - การจัดแสดงเพื่อการศึกษาค้นคว้า โดยมุ่งเน้นทางด้านการให้ความรู้ การค้นคว้า มีเนื้อหาสาระและข้อมูลที่สำคัญ
2. นิทรรศการชั่วคราว เป็นการจัดแสดงที่จัดไว้แต่ละเรื่องใช้ระยะเวลาสั้น ๆ เพื่อดึงดูดความสนใจ

เทคนิคการจัดแสดง

1. เทคนิคการจัดแสดงเพื่อความสวยงาม อยู่ที่การจัดวางรูปห้อง การใช้สี การให้แสงกับวัตถุ ความประณีตสวยงาม
2. การจัดแสดงให้ความรู้ ใช้คำอธิบาย ภาพถ่าย แผนภูมิ องค์ประกอบอื่น ๆ ที่จะให้เรื่องราวเกี่ยวกับการจัดแสดงนั้น ๆ ผู้ชมสามารถเรียนรู้เรื่องราวของวัตถุจากคำอธิบายและองค์ประกอบ
3. การจัดแสดงตามสภาพธรรมชาติ หลักสำคัญคือ จัดแสดงให้เหมือนจริงตามธรรมชาติมากที่สุด
4. การจัดแสดงตามสภาพจริง จัดตามสภาพความเป็นอยู่ บรรยากาศเหมือนจริง ไม่ต้องบรรยายด้วยข้อความ
5. เทคนิคกดปุ่ม โดยให้ผู้ชมได้มีความรู้สึกร่วม เร้าความสนใจ สามารถใช้การสัมผัสได้หลายส่วน

การจัดแสดงชิ้นงาน แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ประเภทแผ่น 2 มิติ (BOARDS) จัดเป็น PANEL เป็นจุด ๆ มีขนาดแตกต่างกัน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ
   - BOARD แบบธรรมดา ใช้จัดแสดงภาพ 2 มิติทั่วไป
   - ELECTRONIC BOARD ใช้อุปกรณ์ เทคนิคกลไก ระบบเสียง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ต่าง ๆ เพิ่มความสนใจได้ดี
   - BOARD ที่ใช้ประกอบกับการจัดอื่น ๆ
   - ภาพจิตรกรรมฝาผนัง มีอิสระในการนำเสนอ
2. ประเภท OBJECT หรือMODEL เป็นวัตถุ 3 มิติ
   มีขนาดแตกต่างกัน เช่น หุ่นจำลอง ของจริง วัตถุย่อส่วน

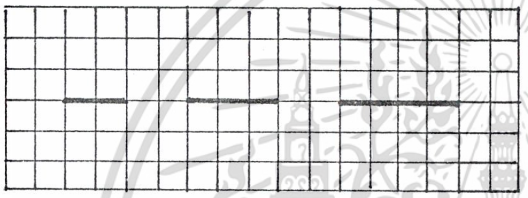
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อันตราทัศน์ DIORAMA เป็นการจัดเลียนแบบสภาพความเป็นจริง ให้เห็นบรรยากาศจริง โดยมีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ช่วยในการดึงดูดความสนใจ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะได้แก่
   - แบบปิด โดยจัดในตู้กระจก นิยมจัดแบบถาวร สามารถป้องกันฝุ่นละออง และความเสียหายได้
   - แบบเปิด เปิดการจัดแสดงแบบไม่มีกระจกปิดกั้น สามารถสัมผัส และเข้าถึงวัตถุ ส่วนมากเป็นการจัดวัตถุขนาดใหญ่
4. ประเภทอุปกรณ์ (AUDIO & VISUAL EQUIPMENT) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

เพื่อให้การจัดนิทรรศการมีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนรูปแบบ จึงกำหนดการจัดนิทรรศการให้เป็นลักษณะ MODULE โดยวัสดุที่ใช้ทำ BOARD มีขนาด 1.20x2.40 ม. ขนาดพิกัดเล็กที่สุดเป็น 0.60x0.60 ม.

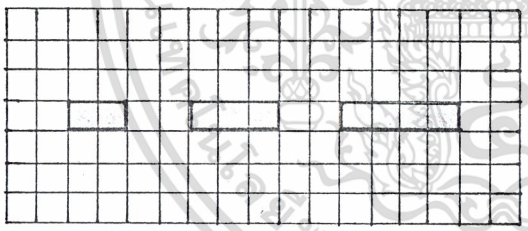
แสดงการใช้พื้นที่ใช้สอยของผู้ชมและการสัญจรเป็นระยะต่าง ๆ ดังรูป

ขนาดพื้นที่ใช้สอยของ BOARD

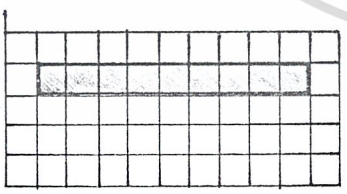


พื้นที่จัดแสดง BOARD ที่ตั้งแสดงแบบลอยตัว ใช้พื้นที่ในการชมเป็น 5.76, 7.20 และ 8.64 ตารางเมตร ตามลำดับ

ขนาดพื้นที่ใช้สอยของ ELECTRONIC BOARD

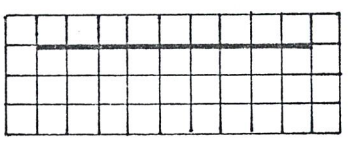


ELECTRONIC BOARD ที่ชมได้ทั้งสองด้าน ใช้พื้นที่ในการชม 7.20, 9.00 และ 10.80 ตารางเมตร



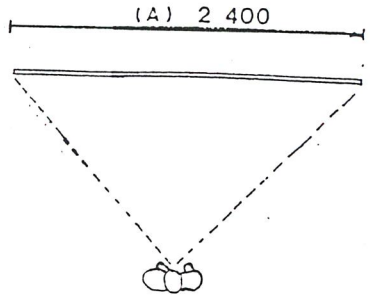
ELECTRONIC BOARD ที่ติดผนังใช้พื้นที่ในการชมเป็น 2.16, 3.24 และ 4.32 ตารางเมตร

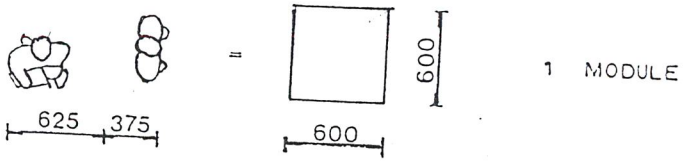
ขนาดพื้นที่ใช้สอยของ WALL BOARD



BOARD ติดผนังใช้พื้นที่ในการชมเป็น 1.44, 2.16 และ 2.88 ตารางเมตรตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





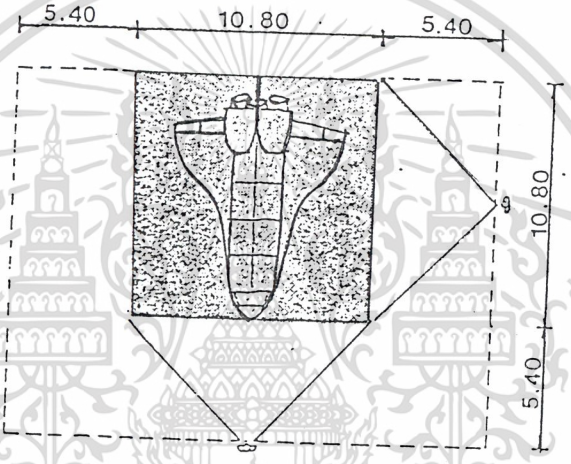
= 1.00 10% (FOR MOVING)

= 1.20 M.

วัตถุจริง 1 ชิ้น พื้นที่ = 21.60 X 16.20 = 349.92 ตรม.

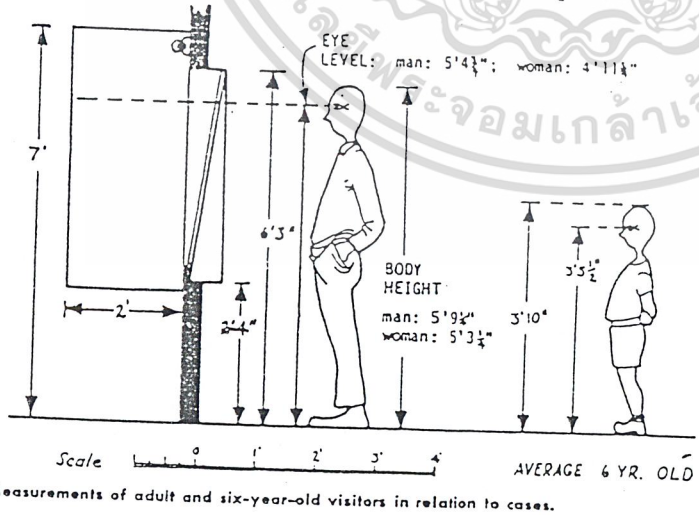
ย่อ 1:2 พื้นที่ = 174 ตรม.

ย่อ 1:4 พื้นที่ = 87.48 ตรม.



การจำแนกกราฟฟิกและการพัฒนามิติจัดแสดง

1. กำหนดระยะในระดับสายตาโดยศึกษาจากผู้ชม



Measurements of adult and six-year-old visitors in relation to cases.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

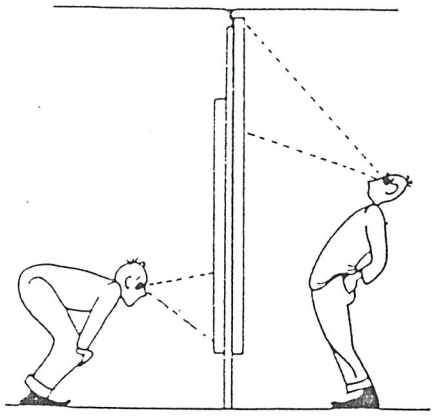
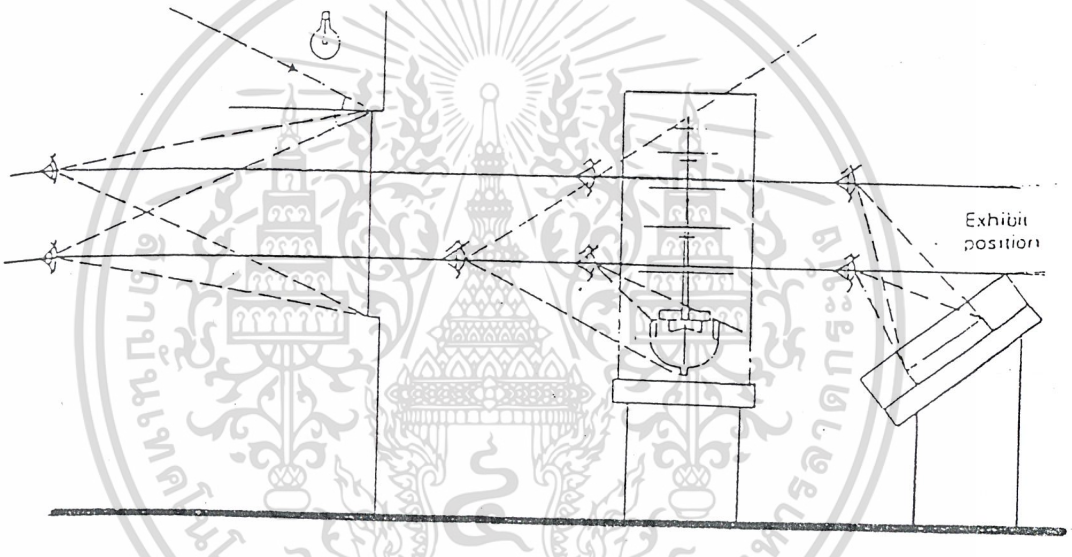
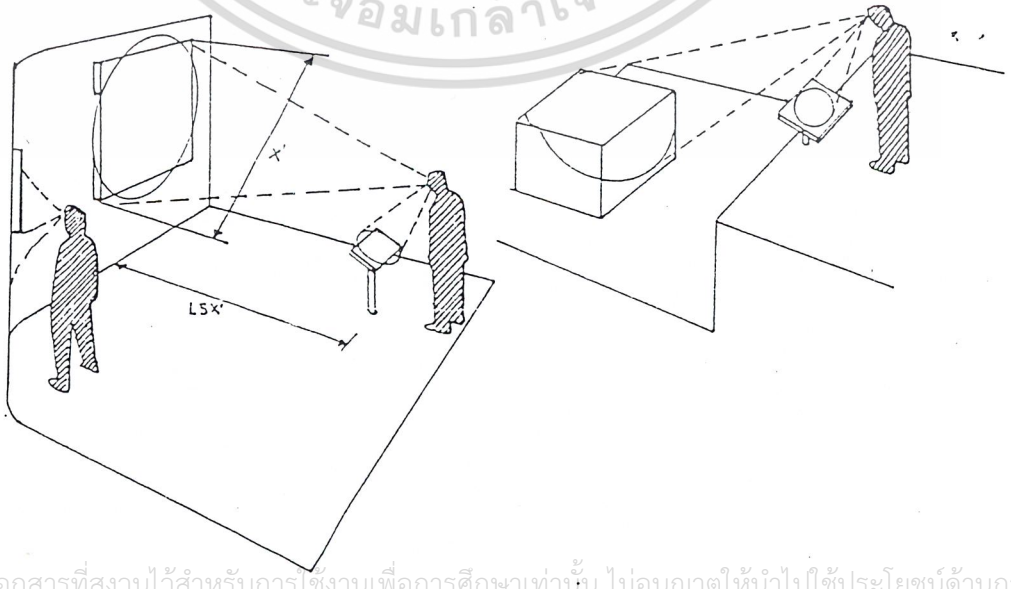


Fig. 5 Difficulties encountered in viewing details more than 3 ft below or 1 ft above one's eye level.

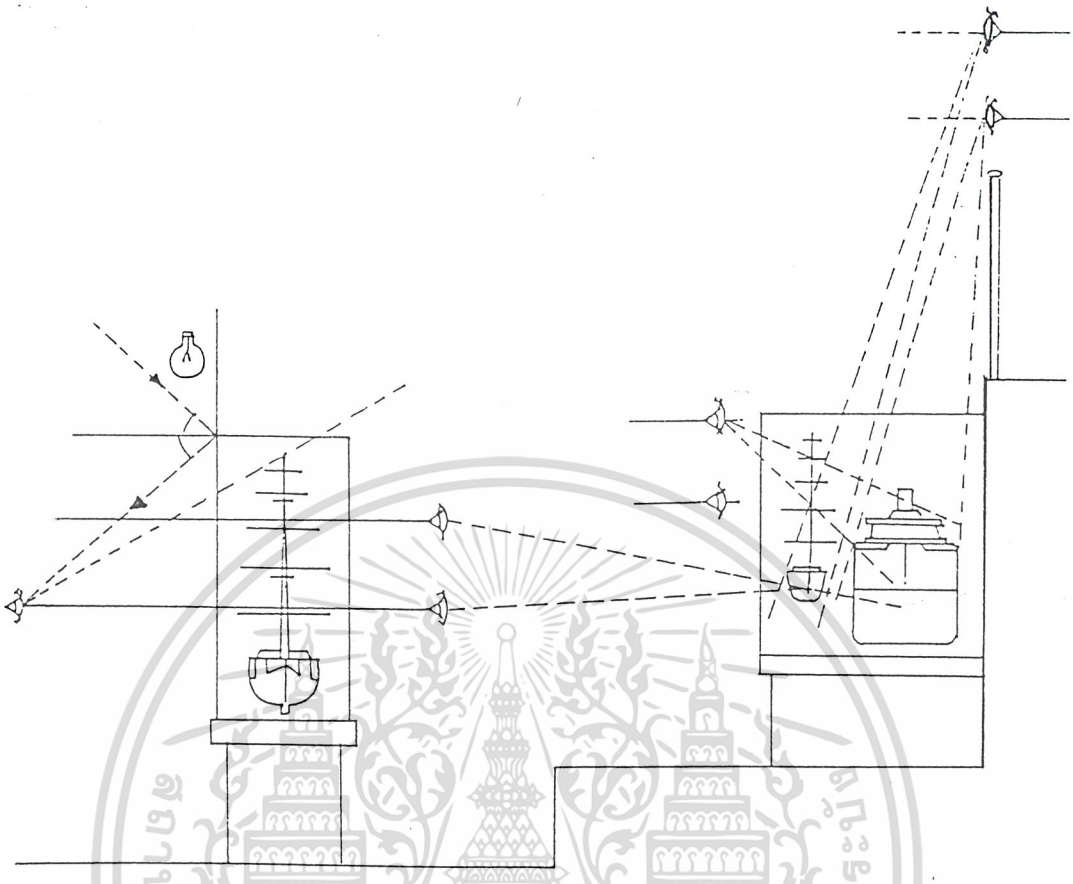
2. การรายงานโดยกราฟฟิก ระยะห่างในการอ่าน : มุมความลึกหรือการสะท้อนแสงโดยตรง



3. ระดับแสดงที่แตกต่าง จะสร้างการมองเห็นภาพรวมและเปรียบเทียบสเกลได้ง่าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บรรยากาศห้องแสดง (GALLERY'S ATMOSPHERE)

1. เร้าความสนใจในด้านความงาม (AESTHETICS) ความงามของวัตถุและความงามในการจัดห้องแสดง
2. เร้าให้เพลิดเพลิน (ROMANTIC) เพียงความงามของวัตถุและการจัดแสดงอย่างเดียว จะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย จะต้องเร้าความเพลิดเพลินด้วย
3. เร้าให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นอยากค้นคว้า (INTELLECTUAL) ความอยากรู้อยากเห็น กระทำได้หลายประการ เช่น

   - ออกแบบลักษณะของห้องเร้าใจ การแบ่งห้องแสดงเป็นตอน ๆ ตามลำดับ ย่อมมีส่วนช่วยกระตุ้นให้ประชาชนเกิดความอยากรู้อยากเห็นขึ้นได้
   - คำอธิบายวัตถุในเชิงถาม เป็นการโน้มนำให้ผู้เข้าชมต้องเอาใจใส่ต่อแผ่นป้ายอธิบายสรุปเรื่องราวอันเป็นการสื่อสารที่สำคัญที่สุดของพิพิธภัณฑ์

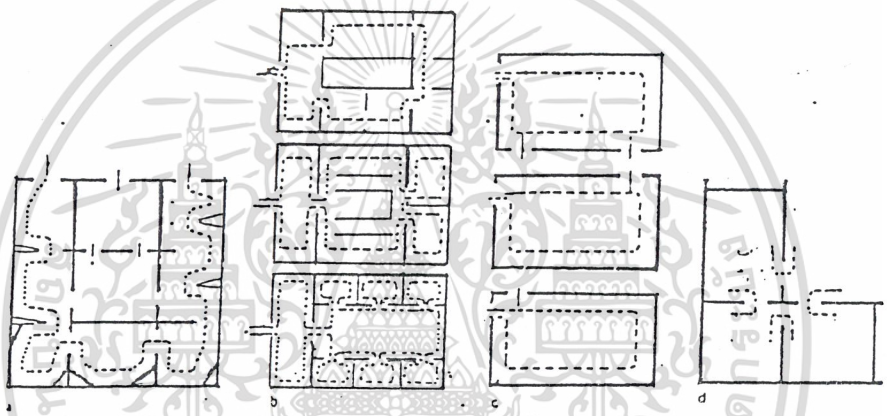
ลักษณะของห้องแสดง

1. ห้องแสดงแบบธรรมดา (Simple Chamber) คือ ห้องที่มีหน้าต่าง หรือช่องแสง หรือมีหน้าต่างด้านใดด้านหนึ่ง และใช้แสงไฟช่วยในการจัดแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เนื้อที่ระหว่างแผงแต่ละตอน ไม่ควรน้อยจนผู้เข้าชมต้องเบียดเสียดยัดเยียดกันเดิน หากแต่ควรมีช่องว่างให้ผู้ชมเคลื่อนไหวอย่างสะดวก และเคลื่อนไหวไปได้โดยแบบรูปของแผงโน้มนำคนโดยอัตโนมัติ หากจากการจัดรูปแสดงบังคับจนเกินไป จะทำให้ผู้ชมรู้สึกว่าเหมือนถูกขังในคุกและเคลื่อนไหวไปตามแถวแบบนักโทษ
6. ควรจะให้แผงห้องแสดงแต่ละตอนมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยที่ผู้ชมมีอิสระที่จะเคลื่อนไหวไปตามความต้องการของภัณฑารักษ์ หรือเลือกชมเอาตามความสนใจของตนเอง เนื่องจากผู้ที่เข้าชมนั้นมีความต้องการและพื้นฐานการศึกษากับวัตถุประสงค์แตกต่างกัน ย่อมมีอิสระที่จะเลือกศึกษาเรื่องราวตามที่ตนสนใจ

ตัวอย่างการจัดห้องแสดงแบบต่าง ๆ

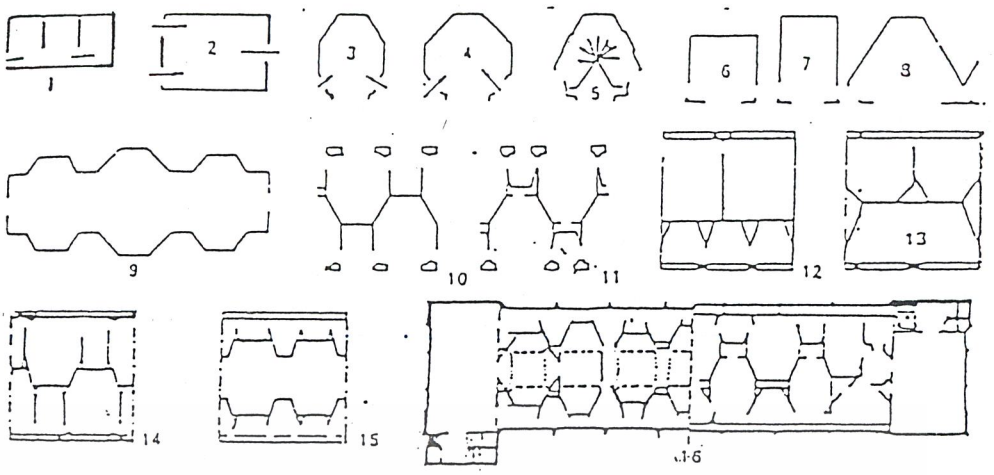


ผังพื้นห้องแสดง a เป็นการออกแบบห้องแสดงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งมีขนาดกว้างพอสมควร ห้องแสดงนี้มีประตูเข้า 2 ทาง แทนที่จะอาศัยผนังทั้งสี่ด้านเป็นที่จัด ซึ่งแสดงวัตถุได้น้อยชิ้น สะดวกในการรักษาความปลอดภัย การจัดแสงภายในอาจเปลี่ยนแปลงโดยการแบ่งซอยห้องใหญ่ออกเป็นห้องเล็ก ๆ หลาย ๆ ห้อง โดยใช้แผงหรือประตูเข้ามาแทน ทำให้มีเนื้อที่จัดแสดงมากขึ้นหลายเท่า สามารถดึงดูดผู้ชมให้เดินชมวัตถุและเรื่องราวได้ตามลำดับเหตุการณ์ วัตถุที่เป็นโลหะ หรือสำริดอาจไว้กลางห้องเพื่อป้องกันความชื้นจากผนังได้ด้วย

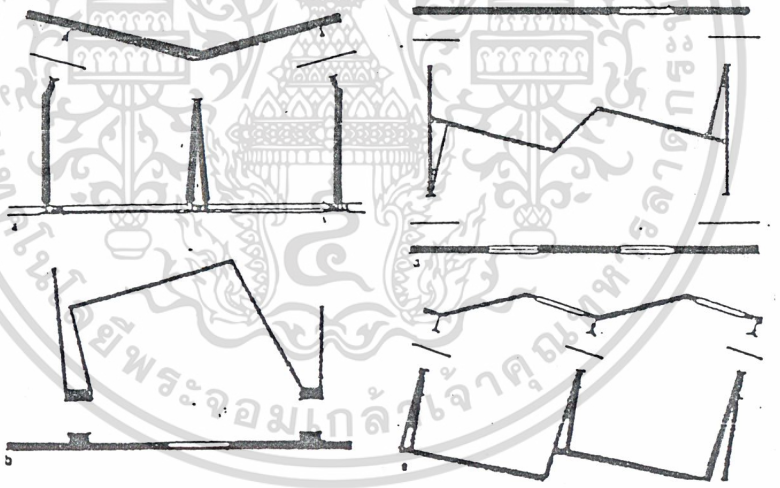
ผังพื้นห้องแสดงแบบ b แสดงให้เห็นการซอยห้องแสดงภายในหลาย ๆ ห้องที่ติดต่อกัน จะสังเกตว่าห้องแบบ b นั้น ประตูเข้าออกมีเพียงประตูเดียว แต่อาศัยการออกแบบภายใน สามารถดึงดูดผู้ชมไปสู่ทิศทางที่ต้องการได้ดี

ผังพื้นห้องแสดงแบบ c และ d แสดงให้เห็นการซอยห้องด้วย ประตูทางเข้าแบบต่าง ๆ หลักสำคัญในขั้นนี้คือ จะไม่ปล่อยให้ห้องแสดงโล่งโดยผู้ชมมองเห็นทะลุห้องแสดงจากการโผล่เข้าไปที่ทางเข้านั้น เพราะวิธีนี้จะสะดวกในการรักษาความปลอดภัย แต่ไม่ดึงดูดความสนใจของผู้ชมและยังเป็นการเร่งให้ผู้ชมเดินดูวัตถุอย่างรวดเร็วด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผังที่ เป็นการแสดงให้เห็นประตูทางเข้าห้องแสดงที่ผ่านไปหลาย ๆห้อง เหมาะสำหรับการจัดทำตู้ติดผนังหรือภาพเขียน เพราะต้องแสดงบังคับผู้ชมให้เรียงลำดับไปตั้งแต่ทางเข้า ส่วนรูปที่ 2-8 เป็นประตูเข้า-ออกคู่ โดยการวางผังเป็นรูปต่าง ๆ เพื่อหลบผนังรูปสี่เหลี่ยมที่อาจเปลี่ยนสายตาและความจำเจของผู้ชม สำหรับผังห้องที่ 8-15 มีการยักเยื้ององค์ประกอบให้เห็นเรื่องราวเป็นตอน ๆ สำหรับภาพสุดท้ายคือ ผังหมายเลข 16 นั้น ด้านซ้ายเป็นผนังชั้นล่าง ส่วนด้านขวาเป็นผังพื้นชั้นบน ซึ่งจะสังเกตว่าการจัดห้องแสดงภายในนั้น คือการประยุกต์ห้องหมายเลข 9-15 มาจัดทำขึ้นนั่นเอง



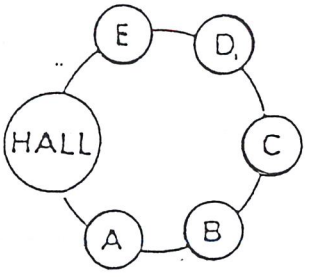
การจัดกลุ่มของห้องแสดง สามารถแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะคือ

1. ROOM TO ROOM ARRANGEMENT เป็นการจัดห้องแสดงที่ให้ผู้ชมเดินเรื่อยไป โดยไม่เดินย้อนกลับ ทำให้ชมได้ทั่วถึงตามลำดับ อาจจะใช้ห้องใหญ่ห้องหนึ่งแล้วกั้นเป็นส่วน ๆ

ข้อดี เป็นการจัดแบบง่าย ๆ ประหยัดเนื้อที่

ข้อเสีย ถ้าใช้พิพิธภัณฑ์ใหญ่ เมื่อปิดห้องใดห้องหนึ่งแล้ว จะกระทบกระเทือนห้องอื่น และไม่อาจจะเลือกชมเฉพาะบางส่วนใดส่วนหนึ่งได้

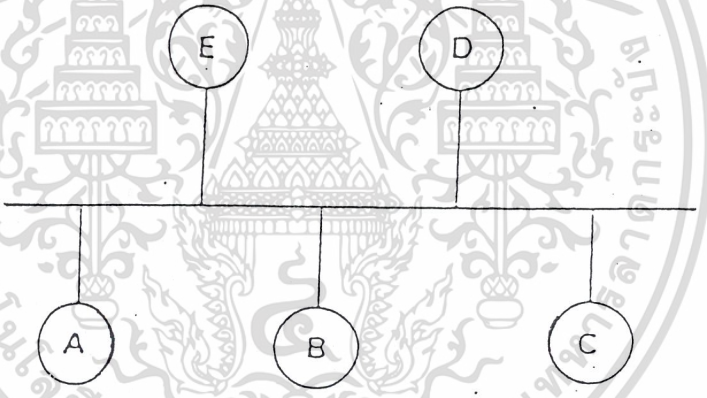
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



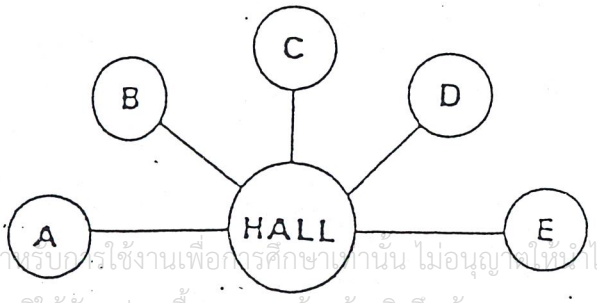
2. CORRIDOR TO ROOM ARRANGEMENT การจัดกลุ่มห้องแสดง มีลักษณะเป็นทางเดินยาว แล้วมีทางแยกออกไปยังห้องต่าง ๆ แต่ละห้องมีทางออก ทางเข้าโดยตรง ไม่ต้องผ่านห้องอื่น และส่วนทางเดินอาจใช้เป็นที่แสดงภาพได้อีกด้วย

ข้อดี ผู้เข้าชมสามารถเลือกชมได้ตามชอบใจ

ข้อเสีย การแสดงจะไม่ติดต่อกัน เป็นการขัดจังหวะการแสดงและเปลืองเนื้อที่ทางเดินด้วย

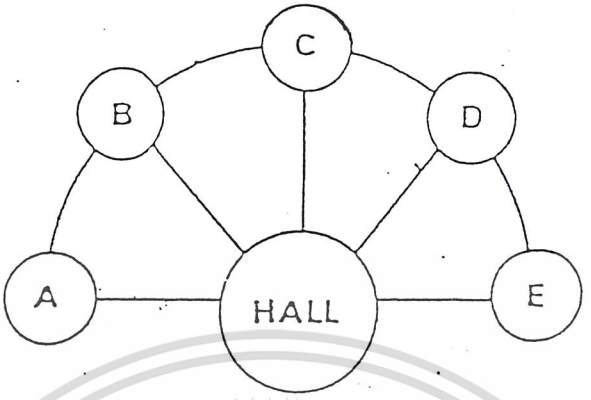


3. NAVE TO ROOM ARRANGEMENT เป็นการจัดกลุ่มห้องแสดงที่มีห้องโถงเป็นจุดศูนย์กลางหรือ CENTRAL CORE จากห้องโถงสามารถเข้าถึงส่วนแสดงต่าง ๆ ได้ทุกห้อง อาจจะจัดการแสดงหลาย ๆ ชิ้นได้ โดยมีห้องโถงเป็นจุดศูนย์กลางเดิม เป็นการเลือกเอาข้อดีจากลักษณะที่ 1 และ 2 มาใช้ ทำให้สามารถเลือกชมได้ตามชอบใจ และประหยัดเนื้อที่อีกด้วย แต่ต้องระวังเรื่องการจราจรของผู้ชมด้วยในกรณีที่มีคนมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. CENTRAL ARRANGEMENT เป็นการรวมเอาระบบการจัดทั้ง 3 ลักษณะเข้าด้วยกัน มีห้องโถงเป็นตัวกลางแยกสู่ห้องต่าง ๆ แต่ละห้องสามารถติดต่อกันได้ เมื่อเปิดห้องใดห้องหนึ่งก็สามารถมาใช้ COURT หรือHALL เป็นจุดจ่ายไปยังห้องแสดงต่าง ๆ ได้



การจัด CIRCULATION ภายในห้องแสดง

ในทุกๆ พื้นที่การจัดแสดง จำเป็นต้องกำหนด CIRCULATION ที่แน่นอนสำหรับเป็นแนวทางการชมของผู้ชมส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตาม ควรเปิดโอกาสให้ผู้ชมเลือกเส้นทางสำหรับชมงานได้บ้าง จะเป็นการยืดหยุ่นให้แก่ห้องแสดงและไม่เกิดการบังคับเส้นทางเกินไป

ระบบ CIRCULATION ภายในห้องแสดง เมื่อพิจารณาตามลักษณะแกนสัญจรหลัก (ACCESS) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบคือ

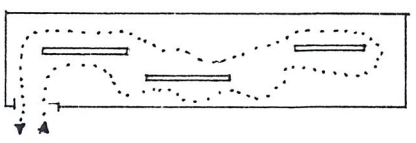
1. CENTRALIZED SYSTEM OF ACCESS
2. DECENTRALIZED SYSTEM OF ACCESS

1. ระบบ CENTRALIZED SYSTEM OF ACCESS

การวางผังจัดตามเส้นทางการเลื่อนไหลของผู้ชม จากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย แต่อาจจะหยุดดูเป็นช่วง ๆ ด้วย

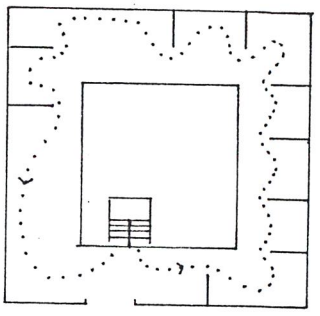
ข้อได้เปรียบของระบบนี้คือ ความสะดวกในการควบคุมดูแล ประการหนึ่งของระบบนี้ก็คือ ผู้ชมถูกชักนำไปตามเส้นทาง ข้อเสียเปรียบประการหนึ่งคือ ถ้าสิ่งของต่าง ๆ ที่จัดแสดงนั้นไม่เกิดความประทับใจแก่ผู้ชมก็จะมีผลต่อสิ่งแสดงที่เข้าต้องการชมดูโดยเฉพาะ

ระบบ CENTRALIZED SYSTEM OF ACCESS สามารถแบ่งออกได้เป็นแบบย่อย ๆ ดังนี้

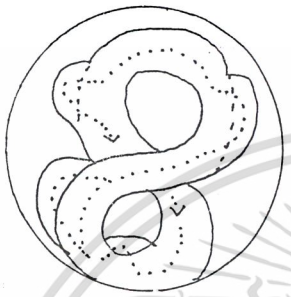


1. A RECTILINEAR CIRCUIT การเคลื่อนที่ชมเป็นแนวตรง

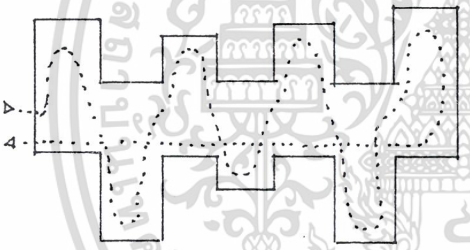
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



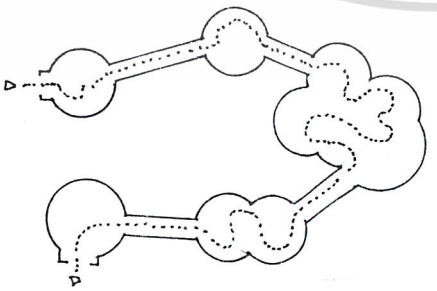
2. A TWISTING CIRCUIT คือเส้นทางเดินที่เป็นวงจรแบบรอบโถงกลาง เข้าจากบันไดกลางซึ่งเชื่อมต่อระหว่างชั้น โดยเฉพาะที่จำเป็นต้องใช้แสงธรรมชาติหรือมีหลายชั้น



3. WEAVING FREELY LAYOUT ผังรูปสานไปมาอย่างอิสระ ปกติมักใช้ทางลาดเข้าช่วย และใช้องค์ประกอบที่น่าสนใจเป็นตัวชักนำ ผังแบบนี้ผู้ชมอาจหลงทางได้ ถ้าลักษณะรูปทางเรขาคณิตเป็นแบบต่อเนื่องกันหมด

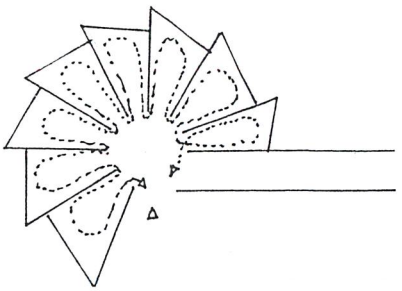


4. COMB TYPE LAYOUT เป็นการวางผัง ที่มีทางเดินกลางเป็นหลัก มีส่วนให้เลือกชมในเวลาเดียวกัน ทางเข้าอาจจะเป็นทางด้านท้ายด้านใดด้านหนึ่ง หรือมีทางเข้าอยู่ตรงกลาง ซึ่งผู้ชมสามารถไปทางซ้ายหรือขวาได้ทันที เป็นการเพิ่มขอบเขตแก่ผู้ชม

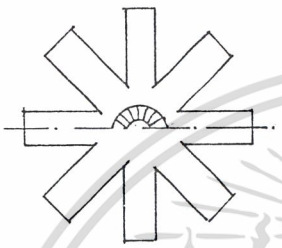


5. CHAIN LAYOUT การวางผังแบบต่อเนื่องกัน เป็นการจัดโดยการนำเอาหน่วยที่แตกต่างกันเข้ามาเชื่อมต่อกัน

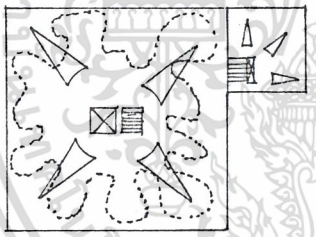
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



6. FAN SHAPE ทางเข้าออกจากกลางผังรูปพัด การจัดแบบนี้ทำให้มีโอกาสมากในการเลือกชม และในทางจิตวิทยาผู้ชมจะไม่ชอบนัก เพราะรู้สึกว่าเป็นการบังคับเกินไป และที่จุดรวมจะเป็นจุดที่วุ่นวาย



7. STAR SHAPE การเข้าจากจุดศูนย์กลางของผังรูปดาว มีลักษณะคล้ายหวี ซึ่งผู้ชมไม่สามารถเลื่อนไหลไปอย่างสะดวก และสามารถแยกออกต่างหากได ความสมดุลย์ของการจัดแกน ทำให้เกิดปัญหาได้



8. BLOCK ARRANGEMENT การเข้าออกสู่การจัดแสดงมีการเปลี่ยนแปลงได้ดังนี้

A. บล็อกใหญ่ เลือกความสะดวกในการจัดแสดง จุดทางเข้าอยู่ตรงกลาง

B. บล็อกเล็ก ทางเข้าจำเป็นต้องอยู่ริม เพื่อสามารถใช้พื้นที่ในการจัดแสดงได้เต็มที่

2. ระบบ DECENTRALIZED SYSTEM OF ACCESS

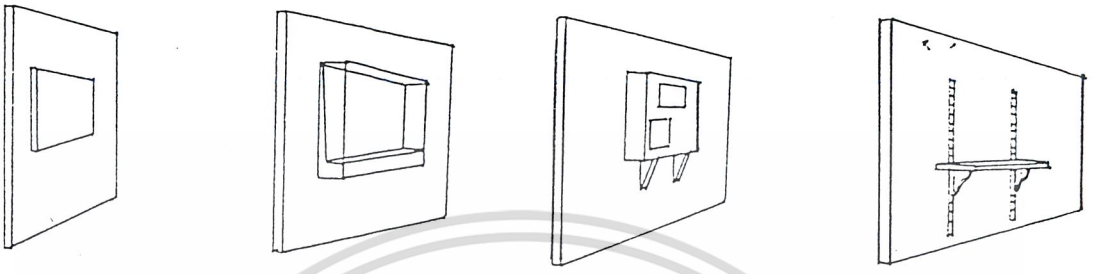
การจัดเส้นทางสัญจรแบบนี้ มีทางเข้าออกมากกว่าสองทาง ผู้ชมสามารถเดินชมได้อย่างมีลักษณะเป็นทางเดินใจกลางเมือง ซึ่งตัวพิพิธภัณฑ์อาจเป็นส่วนหนึ่งของเมือง วิธีนี้อาจทำให้ผู้ชมไม่ได้ชมโดยครบถ้วน หรือไม่ได้เป็นลำดับ ไม่เหมาะกับนิทรรศการที่มีเนื้อที่ของนิทรรศการที่ต่อเนื่องกัน รวมทั้งการควบคุมด้านความปลอดภัยได้ยาก เนื่องจากมีทางเข้าออกมาเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบตู้จัดแสดง (ส่วนจัดแสดง)

พื้นที่จัดแสดงนิทรรศการโดยทั่วไป สิ่งที่นำมาแสดงพื้นฐานของการจัดแสดงมี 3 แบบคือ

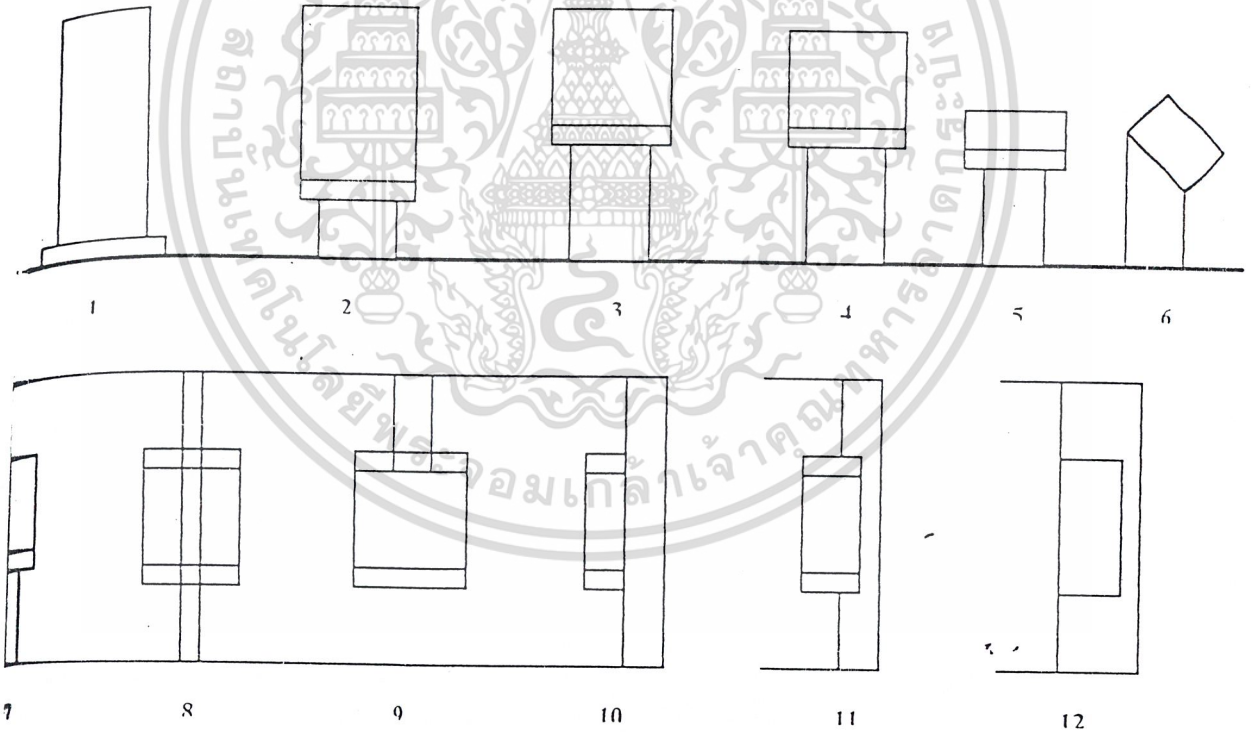
1. จัดแสดงโดยการแขวน / ติดกับฝาผนัง แบ่งเป็น 4 ลักษณะ คือ



- รูปแขวนผนัง - ตู้แขวนผนัง - แบบติดตาย - ตั้งบนชั้นปรับเลื่อนได้

2. ตั้งโชว์ / เปิดโล่ง หมายถึง การนำสิ่งที่ต้องการแสดงมาตั้งแสดงไว้ หรือทำการจำลองเลียนแบบขึ้นมา โดยดูจากความเหมาะสมของพื้นที่และเรื่องราวที่จัดแสดง

3. ตู้สำหรับบรรจุของที่แสดง



การออกแบบตู้จัดแสดงเป็นสิ่งที่สำคัญมากที่สุดในการสร้างพิพิธภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพ ข้อคำนึงในการออกแบบตู้ให้มีประสิทธิภาพ คือ

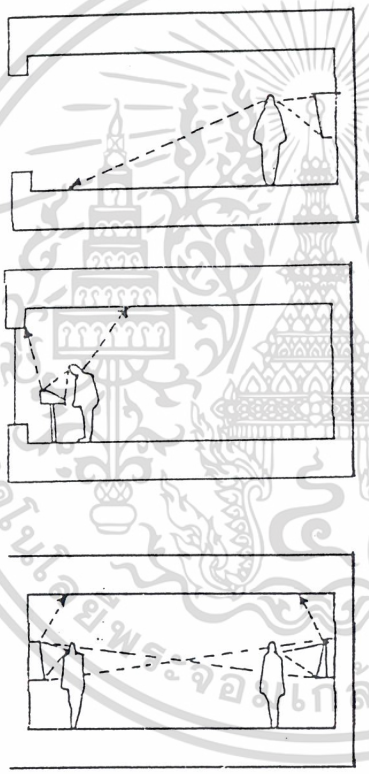
1. การเคลื่อนย้าย ถ้าสามารถเคลื่อนย้ายได้ยิ่งดี เพราะสามารถทำการปรับเปลี่ยนได้เสมอ
2. การออกแบบในลักษณะตั้งเป็นมุมฉาก จะสามารถใช้ประโยชน์พื้นที่ได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กระจกเปิด-ปิด หน้าตู้ ควรเปิด-ปิด ได้เพื่อสะดวกในการจัดตั้งวัตถุแสดง
4. การรักษาความมั่นคงปลอดภัย ควรใช้กระจกแบบ โปลิกกลาส เพราะมีความแข็งแรง คงทน น้ำหนักเบา เพื่อลดอันตรายจากการแตกของกระจก
5. ใช้ตู้ที่มีขนาดเหมาะสมกับวัตถุแสดง
6. ติดตั้งแสงสว่างให้เหมาะสม
7. มีความแน่นหนาเพื่อกันฝุ่นละอองหรือแมลงเข้าตู้

ตู้แสดงกับการสะท้อนของผิวกระจำ

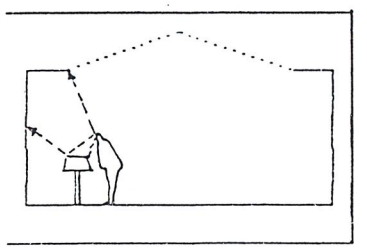
ผิวกระจกจะเกิดการสะท้อนของแสงมากหรือน้อยขึ้นกับตำแหน่งที่ตั้ง ภาพต่อไปนี้จะเป็นการแก้ไขปัญหา



1. เมื่อตั้งตู้กระจกตรงข้ามหน้าต่าง ให้เอียงผิวกระจกทำมุมแหลมกับพื้นห้อง

2. เมื่อตู้อยู่ด้านหน้าของหน้าต่าง ให้เอียงกระจกออกจากหน้าต่างเข้าหาผู้ดู

3. ตู้ที่หันหน้าเข้าหากัน ให้เอียงกระจกทำมุมซึ่งกันและกัน อย่าวางขนานกัน

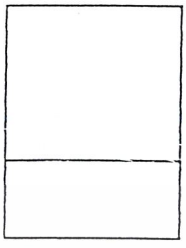


4. เมื่อแสดงเข้าทางด้านบนและอยู่เบื้องหลังผู้ดู ไม่ต้องเอียงกระจก

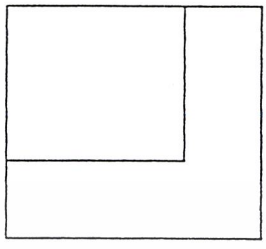
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แท่นโชว์

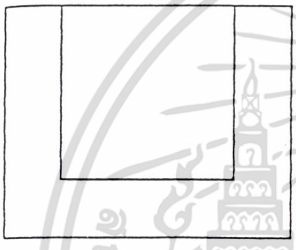
แท่นโชว์นิทรรศการ อาจเป็นแท่นที่สามารถมองดูตั้งแต่ด้านเดียวหรือครบทุกด้าน



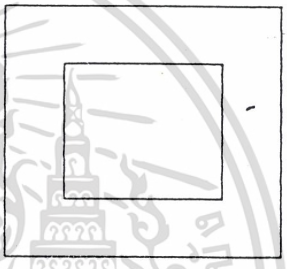
มุมมองด้านเดียว



มุมมองสองด้าน



มุมมองสามด้าน



มุมมองสี่ด้าน (มองได้รอบ)

เพดานของห้องแสดง

โดยคำนึงถึงความสูงของเพดานที่มีผลต่อปริมาตรที่ว่างในสัดส่วนที่จัดแสดงในลักษณะต่าง ๆ

- ห้องแสดงเล็ก ๆ ใช้ความสูง 3.00 ม. เป็นมาตรฐาน
- เพดานให้ความสว่างแก่ห้องแสดง ความสูงประมาณ 5.40-6.00 ม.
- ความสูงของเพดานในโถงขนาดใหญ่ กำหนดความสูง 10.20 ม.
- ห้องแสดงที่ให้แสงด้านข้าง ใช้ความสูง 6.70 ม.
- สำหรับแสดงวัตถุ 3 มิติ ใช้ความสูง 3.04-36.5 ม.

การให้แสงตามแบบวิทยาศาสตร์จะเปลี่ยนแปลงการสร้างเพดานให้ต่ำลงเพื่อสะท้อนแสงจากด้านล่าง ใช้ความสูง 3.60-4.20 ม.

เพดานแขวน ทำหน้าที่กันแสงจากเหนือศีรษะ จะต้องใช้ SPACE มาก ความสูงบางครั้งต้องการความสูงมากกว่าธรรมดา

- เพดานลอยทั่วไปสูง 3.60-4.80 ม.
- ได้เพดานจริง 5.10-6.77 ม.

การให้แสงสว่างในห้องจัดแสดง

1. แสงสว่างตามธรรมชาติ (NATURAL LIGHT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาทิศทางของแสงที่มากระทบวัตถุที่ห้องแสดงจะมี 4 วิธีดังต่อไปนี้

1.1 การให้แสงสว่างจากด้านซ้าย

1.2 การให้แสงสว่างจากด้านบน

1.3 การให้แสงสว่างเฉียงจากหน้าต่างค่อนข้างสูง

1.4 การให้แสงสว่างจากธรรมชาติทางอ้อม

การเปิดแสงธรรมชาติไม่ว่าด้านบนหรือด้านข้างก็ดี ย่อมมีผลต่อความต้องการภายในอาคาร หมายถึงความต่อเนื่องของ SPACE มีมากขึ้น อาคารที่ออกแบบมีความเป็นกล่องลดลง

2. การให้แสงสว่างโดยใช้แสงประดิษฐ์ (ARTICICIAL LIGHT)

เป็นที่ยอมรับกันในส่วนหนึ่งว่า แสงประดิษฐ์มีผลต่อการจัดแสดงของวัตถุเฉพาะขึ้น เพราะ

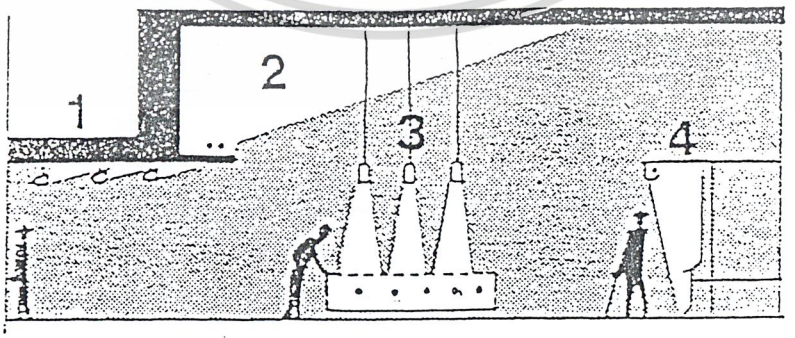
- สามารถควบคุมความเข้มของแสงได้
- สามารถควบคุมตำแหน่งกำเนิดแสงได้
- สามารถควบคุมทิศทางได้ค่อนข้างแน่นอน

แต่ถึงกระนั้น ก็ควรระมัดระวังในการติดตั้งตำแหน่งโดยสมควร การใช้แสงประดิษฐ์นั้นสามารถเกิดการจัดแสงแบบต่าง ๆ ได้ไม่จำกัด และช่วยให้สามารถจัดผังพื้นได้อย่างมีอิสระ แต่แสงประดิษฐ์ก็มีข้อเสีย คือ

- หากใช้ปริมาณมากไปจะเกิดMONOTONY
- เกิดความยุ่งยากในการจัดการ CONTRAST
- ทำให้ความร้อนหรืออุณหภูมิภายในห้องสูงขึ้น โดยเฉพาะการใช้ไฟSPOTLIGHT
- แสงไม่แผ่กระจายเป็นบริเวณกว้าง
- กรณีที่ใช้สีจัดมากเกินไป จะทำให้เกิด CONFUSE ทางการรับรู้ ทำให้ปวดหัว ตาลาย

ตัวอย่างการให้แสงประดิษฐ์ในลักษณะต่าง ๆ

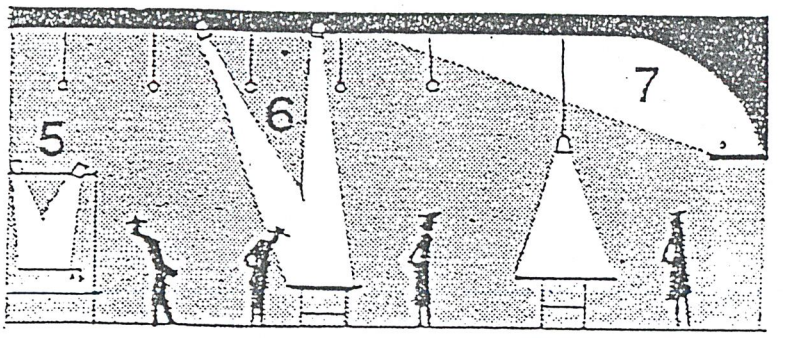
1. การให้แสงสว่างพุ่งไปยังเพดานโดยใช้ไฟหลายดวง ทำให้เกิดความสว่างทั่วห้อง
2. ไฟที่ให้แสงสว่างทั่วห้อง โดยส่องไปยังเพดาน
3. ถึงแม้ว่าภายในตู้จะมีไฟอยู่แล้ว การใช้ไฟส่องลงมาช่วยจะทำให้เห็นวัตถุชัดเจน
4. การใช้ไฟส่องโดยตรงมายังแนวแสดงงาน



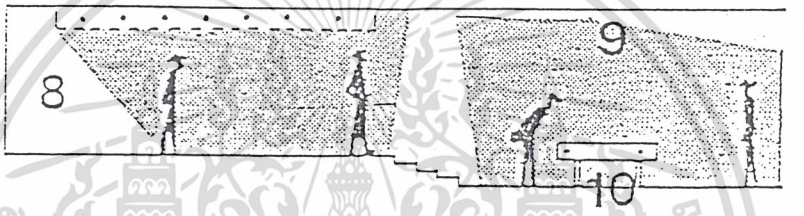
5. การให้แสงส่องวัตถุแสดง เมื่อมี 2 ระดับ
6. ไฟส่องโดยตรง (SPOT LIGHT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

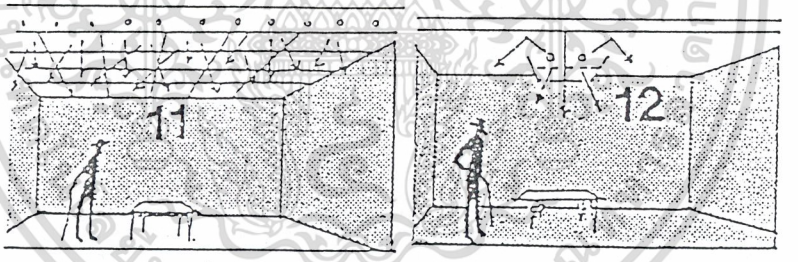
7. เมื่อใช้ไฟส่องมายังวัตถุ ก็ให้ใช้ความสว่างแก่ห้องโดยส่องไปยังเพดานเพื่อสะท้อนความสว่างไปทั่วห้อง



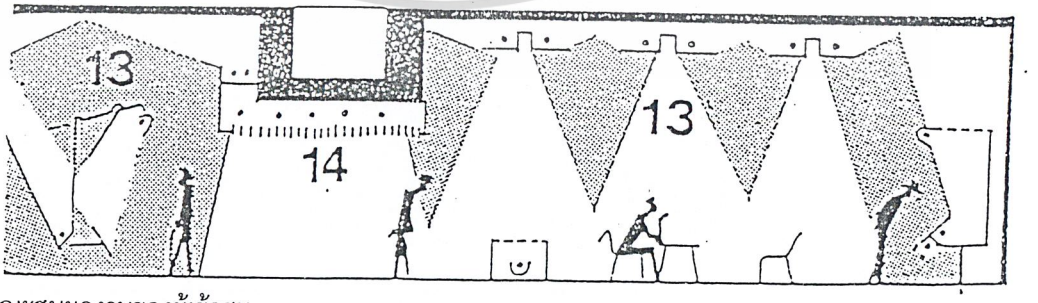
8. การใช้ไฟส่องโดยตรงและมีไฟช่วยทำสว่างได้อย่างทั่วถึง
9. ไฟจากตู้และไฟจากเพดานช่วยทำให้สว่างยิ่งขึ้น
10. ภายในตู้แสดงควรซ่อนไฟไว้ไม่ให้เห็นหลอด



11. การใช้ไฟเพดานโดยใช้กระจกฝ้าช่วย ช่วยทำให้สายตาปรับแสงได้ดีขึ้น เมื่อเดินเข้ามาจากภายนอกอาคาร
12. แสงไฟซึ่งสามารถจัดให้ตกตามที่ต้องการ

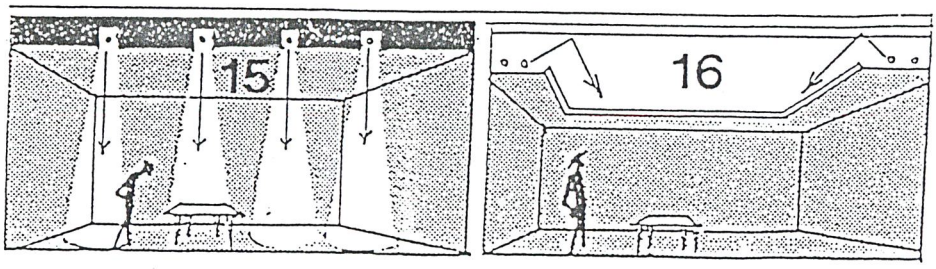


13. การใช้ไฟเพดานช่วยกำจัดเงาที่ไม่ต้องการ และการไฟเน้นงานแสดงในบางจุด เพื่อให้งานที่แสดงเด่นขึ้น การใช้ไฟในบางจุด เพื่อให้งานที่แสดงเด่นขึ้น การใช้ไฟในแบบต่าง ๆ จะช่วยไม่ให้เกิดการเบื่อ หรือการจำเจ

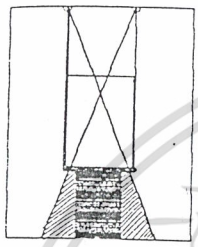


14. ขณะชมผลงานของผู้เข้าชม
15. SPOT LIGHT ที่ส่องลงมาที่วัตถุ จะไม่ช่วยทำให้ห้องสว่าง
16. การใช้ไฟส่องไปยังเพดาน เพื่อเกิดแสงสะท้อนกลับมาก จำทำให้ได้แสงสว่างที่นุ่มนวลทั่วห้อง

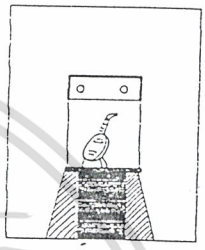
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



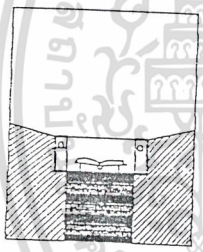
ภาพแสดงการให้แสงไฟของตู้จัดแสดง



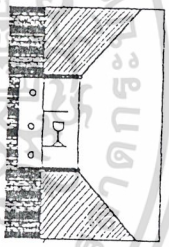
1) แสงสว่างภายนอกติดตั้งในระยะไกล



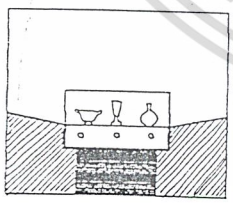
2) แสงติดตั้งจากด้านบนตู้



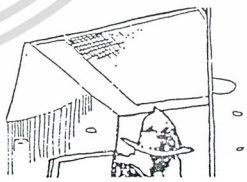
3) แสงติดตั้งจากด้านข้าง



4) แสงติดตั้งจากด้านหลัง



5) แสงติดตั้งไว้ด้านใต้



6) แสงสาดกระจายโดยใช้ MIGROPLATDIFFECSER

การปรับขยายตัวของพิพิธภัณฑ์

อาคารจัดแสดงเป็นที่รวมปัญหาของขบวนการวัสดุอุปกรณ์ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งในด้านจำนวนของวัตถุและจำนวนของผู้ใช้อาคาร ในปัจจุบันเทคโนโลยีมีบทบาทต่อการสร้างสถาปัตยกรรมเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมาก ดังนั้น การพิจารณาถึงเรื่องของการปรับขยายตัวของอาคาร จึงต้องหาหนทางแก้ไข แยกไว้ล่วงหน้าด้วย

การพิจารณาในตัวอาคาร

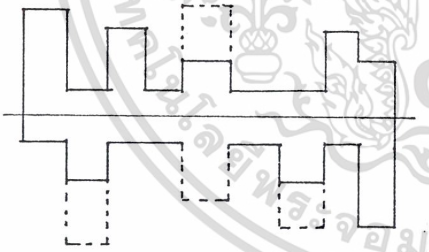
1. ADAPTABILITY การออกแบบเป็นพิเศษ ให้มีการปรับปรุงประโยชน์ใช้สอยในอนาคต
2. EXTENSIBILITY หากโครงการต้องการในเรื่องของการขยายตัวจะต้องมีการเตรียมการไว้ตั้งแต่เริ่มแรก

ข้อพิจารณาจากทั้ง 2 สิ่ง มีความแตกต่างกัน การขยายตัวโดยการปรับปรุงภายใน (EXTENSIBILITY) อาจเป็นไปในรูปของ

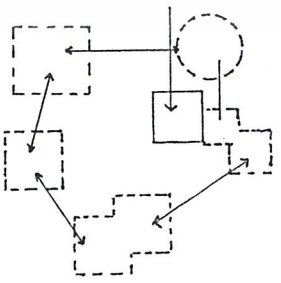
- การขยายตัวขึ้น โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงอาคารส่วนสำคัญที่มีอยู่ หากแต่ด้วยการเพิ่มความสำคัญเข้าไปในพื้นที่ที่ต้องการขยายตัว
- การขยายตัวโดยการปรับปรุงโครงสร้างเดิมบางส่วน การเพิ่มเข้าไปนี้จะต้องเตรียมการไว้ตั้งแต่แรกของการวางผัง ซึ่งจะทำให้การขยายตัวไม่รบกวนความสัมพันธ์เดิมที่มีอยู่ อาจมีการปรับปรุงส่วนจัดแสดงบางส่วนเท่านั้น
- พื้นที่จัดแสดงไม่มีการขยายตัวเลย แต่มีการปรับปรุงสร้างความสัมพันธ์ใหม่ในอาคารเพื่อความเหมาะสม

ส่วนปัญหาของการ ADAPTABILITY มีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากอนาคตไม่สามารถคาดจำนวนได้แน่นอน ในกรณีของพิพิธภัณฑ์ต้องการการปรับที่สอดคล้องระหว่างแสงที่ให้กับการจัดแสดง

รูปแบบการขยายตัวในลักษณะต่าง ๆ

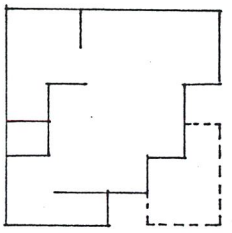


การต่อเติมแบบ COMB TYPE เป็นการต่อเติมที่ยังคงระบบเดิมไว้ แต่ขยายพื้นที่ออก โดยอาศัยทางสัญจรหลักเดิมที่ยาวขึ้น



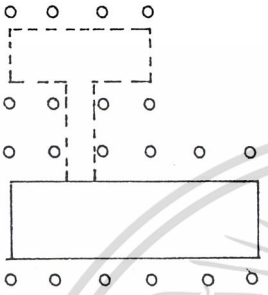
การต่อเติมของระบบลูกโซ่ CHAIN LAYOUT ซึ่งง่ายต่อการขยายตัว เพราะแต่ละตัวแยกเป็นอิสระมีความสมบูรณ์ในตัวเอง การวางผังกำหนดเพียงทิศทางของความสัมพันธ์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

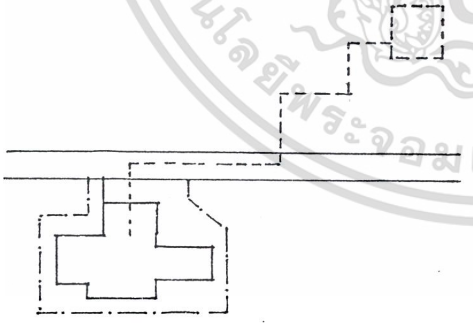


การขยายตัวแบบต่อเติม OPEN PLAN โดยมีพื้นฐานการกำหนด GRID สี่เหลี่ยมจัตุรัส

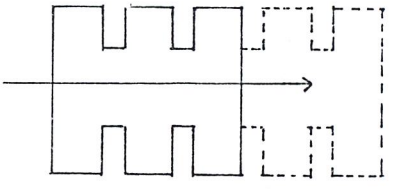
การเพิ่มเติมแบบสร้างขึ้นใหม่



การเพิ่มเติมโดยการต่อเติมจากจุดศูนย์กลางที่กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มต้น

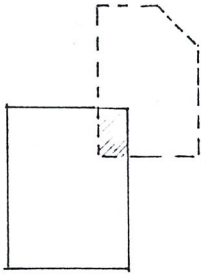


การขยายตัวแบบเพิ่มสาขาที่อื่น ๆ ในกรณีที่ดินบีบบังคับ การเลือกหาที่ดินโดยความสัมพันธ์ทางการเจริญเติบโตของระดับเมือง



การเพิ่มเติมแบบต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การเพิ่มเติมโดยการปรับเปลี่ยนบางส่วน

3.5.4 ส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์

การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ โดยการทดลองปรับปรุงพัฒนาและคิดค้นระบบ การปฏิบัติการวิจัยจะมุ่งศึกษาระบบ SOLAR CELL คือแผงรับความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า

แสดงกระบวนการทดลองเซลล์แสงอาทิตย์ (SOLAR CELL PRODUCTION PROCESS)

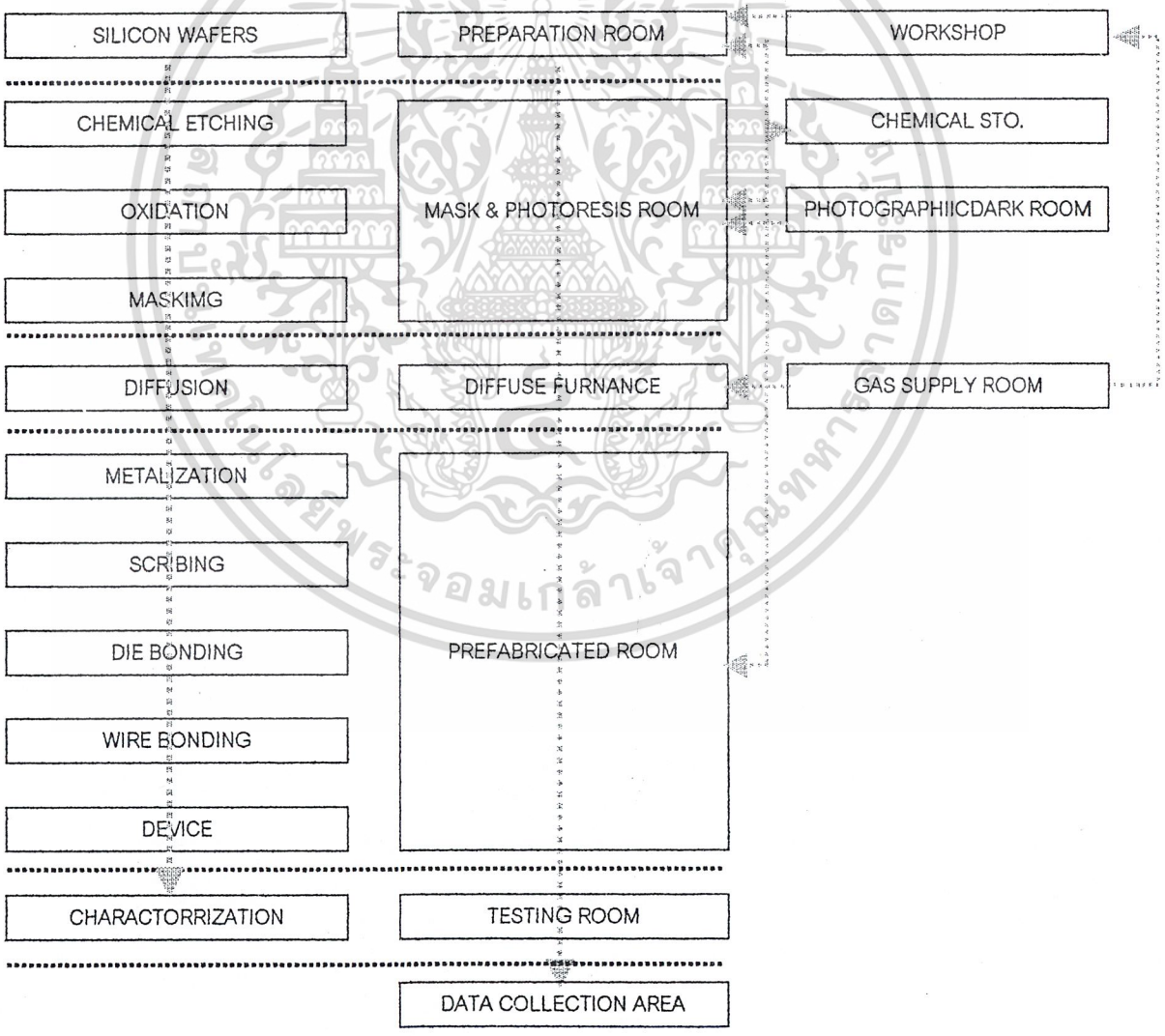


FIG : SOLAR CELL PRODUCTION PROCESS

REF : FROM FACULTY OF ENGINEERING CHULALONGKORN UNIVERSITY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการจัดวางตำแหน่งห้องต่างๆของส่วนทดลองเซลล์แสงอาทิตย์

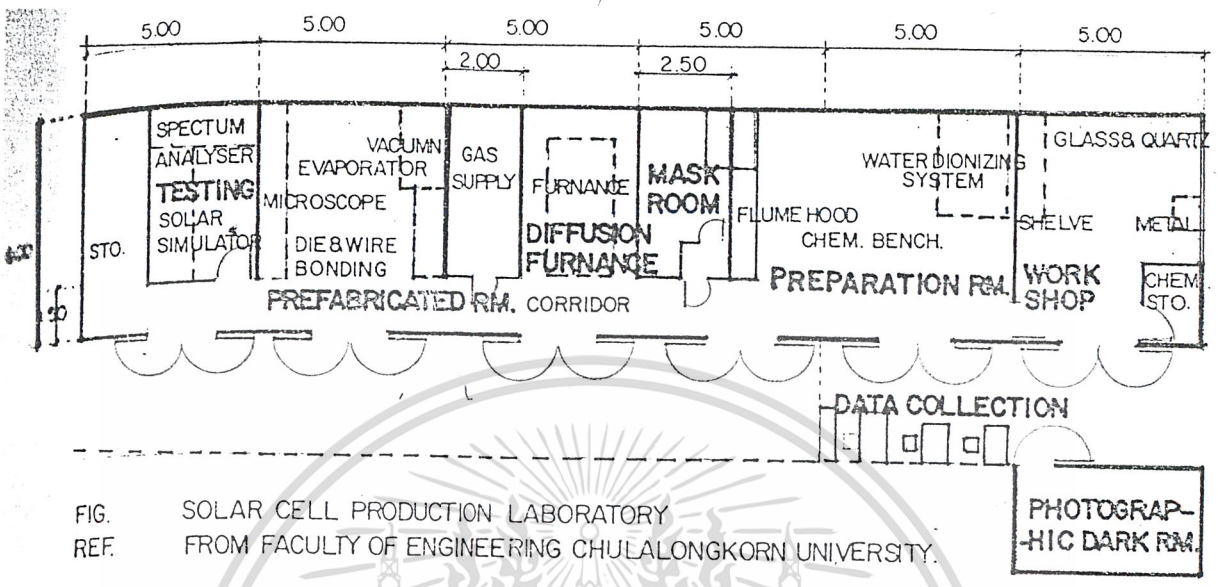


FIG. SOLAR CELL PRODUCTION LABORATORY
REF. FROM FACULTY OF ENGINEERING CHULALONGKORN UNIVERSITY.

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย เป็นการทำขนานกันในเกือบทุกขั้นตอน

1. ติดตั้งและทดสอบเครื่องจักร
2. ทดลองการผลิตฟิล์ม ด้วยเครื่อง PECVD
   - a - Si ชนิด p, i, n
   - uc - Si ชนิด p, i, n
   - a - Sio ชนิด p
   - uc - SiO ชนิด p

วัดคุณสมบัติต่อไปนี้ของฟิล์มข้างต้น แล้ว Optimize คุณสมบัติเหล่านั้น เช่น

- Absorption Coefficience (α)/Eopt
- Photosensitivity
- Conductivity
- Deposition Rate

ทดลองการผลิตฟิล์ม ด้วยเครื่อง Sputtering System

- ขั้วโปร่งแสง ITO, ZnO
- ขั้วโลหะ Ag, Al

วัดคุณสมบัติต่อไปนี้ของฟิล์มข้างต้น แล้ว Optimize คุณสมบัติเหล่านั้น เช่น

- Roughness
- Grain Size
- Conductivity
- Reflectivity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทดลองการทำขั้วโลหะด้านบน Ag ด้วยระบบ Silk Screen และการ Firing ทดสอบคุณสมบัติเรื่อง

- Contact Resistance
- Conductivity

4. Optimize แผ่นฐาน Stainless Steel Substrate (SUS) ที่มีชนิด ความหนา และความขรุขระ (Roughness) ต่าง ๆ กัน

5. ทำการ Optimize คุณสมบัติของเซลล์ อันได้แก่

- ประสิทธิภาพ และสเถียรภาพ ที่อุณหภูมิสูง 50 – 60 องศาเซลเซียส
- ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานที่ความยาวคลื่นแสงต่าง ๆ กัน (Quantum Efficiency
- Dark Current (I – V Dark)

โดยมี Key – Parameter สำคัญที่ใช้ในการปรับ คือ ความหนาของฟิล์ม และอุณหภูมิในการปลูกฟิล์ม เป็นต้น

6. ทำการสร้างเซลล์ ชนิด Single Cell ที่มีโครงสร้าง ดังนี้

Ag / ITO / p a – SiO / I a – Si / ZnO / Ag / SUS

ชนิด Tandem Cell มีโครงสร้าง ดังนี้

Ag / ITO / p a – SiO / i a – Si / n uc – Si / p uc – SiO / I a – Si / n uc – Si / ZnO / Ag / SUS

ทำการ Optimize โครงสร้างของเซลล์ อันได้แก่

- Ohmic Contact ระหว่าง n ของชั้นบน และ p ของเซลล์ชั้นล่าง
- ความหนาของชั้น i ของเซลล์บนและล่าง
- อุณหภูมิในการปลูกฟิล์ม โดยเฉพาะ p ของชั้นล่าง

7. พัฒนาเซลล์ชั้นล่างให้เป็น uc – Si cell ทั้งหมด

วิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพเซลล์

1. ปรับปรุงคุณภาพฟิล์ม a – Si ทำโดยการปรับปรุงวิธีการผลิต เช่น การใช้ก๊าซชนิดใหม่ เลือกใช้ power source แบบใหม่ของ PECVD System ซึ่งจะทำให้คุณสมบัติของฟิล์มด้าน Optical, Electricalและ Interface ดีขึ้น

2. ปรับปรุงโครงสร้างของเซลล์ และองค์ประกอบอื่น ๆ

2.1 การพัฒนาเซลล์แบบ multijunction โดยพัฒนาเซลล์ย่อยที่มีความสามารถในการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ กัน มาปลูกซ้อนทับกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดกลืนแสงอาทิตย์

2.2 การใช้ grading bandgap technique เป็นวิธีการทำให้ฟิล์ม 1 ชั้นมี bandgapหลายค่า และมี profile ที่เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลให้เซลล์มีค่า Voc สูง ในขณะที่สามารถดูดกลืนแสงได้มาก

2.3 การปรับปรุง :

- ขั้วโปร่งแสงด้านหน้า
- ขั้ว Back Reflector ด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขั้วโลหะด้านหน้าและด้านหลัง

เพื่อให้มี :

- Roughness
- Conductivity
- Optical Properties

ที่เหมาะสม

วิธีการทดสอบคุณภาพเซลล์ที่ผลิตได้

เงื่อนไขมาตรฐานที่ใช้วัดประสิทธิภาพเซลล์ ได้แก่

- สเปกตรัมแสงอาทิตย์ ที่ค่า AM1.5
- ความเข้มแสง 100 mW/cm^2
- อุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส

อันเป็นมาตรฐานซึ่งกำหนดขึ้นสำหรับการใช้งานในประเทศเขตหนาว เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เป็นต้น

แต่สำหรับการใช้งานในประเทศเขตร้อนชื้น จำเป็นต้องสร้างเงื่อนไขใหม่ในการทดสอบประสิทธิภาพ อย่างเช่น อุณหภูมิที่ใช้วัดควรเป็น 60 องศาเซลเซียส คุณภาพแสงที่ส่วนใหญ่เป็นแบบ Diffuse Light และมีย่านความยาวคลื่นที่ต่างออกไป

วิธีทดสอบความคงทนของเซลล์ที่ใช้กันอยู่เป็นมาตรฐาน ซึ่งใช้ได้กับ เซลล์ทุกประเภท ตัวอย่างสำคัญ คือ

- การทดสอบความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ - 20 $\leftrightarrow$ 80 องศาเซลเซียส
- การทดสอบความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นที่ – 20 $\leftrightarrow$ 80 องศาเซลเซียส 95 % RH โดยใช้ประสิทธิภาพเซลล์เป็นตัว monitor

สำหรับการทดสอบเซลล์ที่สามารถใช้ได้ในเขตร้อนชื้น โดยสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศแวดล้อมที่เป็นจริง ได้แก่

- ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 500 ชั่วโมง
- ความชื้น 95 % Relative Humidity (RH) , 60 องศาเซลเซียส นาน 500 ชั่วโมง
- ทดสอบภายใต้ แสง Ultraviolet, Infrared

หลักการเหล่านี้จะเป็นต้นแบบปฏิบัติต่อไปได้

โดยสรุปหนทางที่สามารถลดต้นทุนราคาระบบเซลล์แสงอาทิตย์นั้นทำได้จริง ดังต่อไปนี้

1. เพิ่มประสิทธิภาพเซลล์ แผงเซลล์ อุปกรณ์เสริม รวมทั้งระบบเมื่อประกอบอุปกรณ์ทุกอย่างรวมกัน
2. ลดต้นทุนการผลิตเซลล์ กระทำได้โดย
   - ปรับปรุงขบวนการผลิตให้ทำในอัตราที่เร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้สารในอัตราที่น้อยลง คือ ลดการสูญเสียวัตถุดิบ เช่น แก๊ส น้ำ และไฟ ในขบวนการผลิต
- สร้างระบบการผลิตเป็นแบบอัตโนมัติ และง่ายต่อการดูแลรักษา หรือซ่อมบำรุง

3. ลดต้นทุนการประกอบแผงเซลล์ ด้วยการปรับปรุงคุณภาพวัตถุที่ใช้ ให้คงทน มีน้ำหนักเบา และราคาถูก
4. ปรับปรุงอุปกรณ์เสริม เช่น ตัวแปลงไฟ อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของระบบ และแบตเตอรี่
   - ให้ใช้งานได้นาน ไม่จำเป็นต้องดูแลรักษามากนัก
   - มีขนาดเล็ก ง่ายกับการขนส่ง และ
   - ราคาย่อมเยา
5. ออกแบบระบบให้กระทัดรัด โดยใช้เพียงอุปกรณ์ที่จำเป็นเท่านั้น ลดการใช้อุปกรณ์เสริม เช่น
   - ออกแบบระบบที่ไม่ใช้แบตเตอรี่เป็นระบบร่วมกับระบบส่งไฟฟ้าของการไฟฟ้า
   - จัดสร้างเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง จะทำให้ตัดตัวแปลงไฟเป็นกระแสสลับออกไปได้
6. ปรับปรุงการติดตั้งระบบ
   - ให้ระบบสามารถทำงานในประสิทธิภาพสูงสุดตลอดทั้งปี โดย
   - การจัดวางตำแหน่งและทิศทางของแผงเซลล์ถูกต้องตามทฤษฎี
   - คำนวณความต้องการใช้ไฟจริงของผู้บริโภค เพื่อไม่ให้ระบบมีขนาดใหญ่เกินความต้องการใช้ไฟ
   - ปรับปรุงการติดตั้งให้สะดวกและรวดเร็ว
   - ใช้วัสดุแต่น้อย หรือ
   - ใช้ระบบแทนที่วัสดุสำหรับการก่อสร้างอาคาร เช่น ปรับรูปแบบให้ใช้แทนกระจกอาคาร แทนที่หลังคาบ้านเรือน เป็นต้น

ส่วนปฏิบัติการวิจัยแบ่งออกเป็นส่วนสำคัญดังนี้

1. ส่วนปฏิบัติการวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์
2. ส่วนปฏิบัติการเซลล์แสงอาทิตย์
3. ส่วนผลิตเซลล์แสงอาทิตย์

รายละเอียดองค์ประกอบส่วนปฏิบัติการวิจัยทั้ง 2 ส่วน มีดังนี้

1.ส่วนปฏิบัติการวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์

ค้นคว้าการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งาน คิดค้นสิ่งประดิษฐ์เครื่องมือช่วยประหยัดในด้านต่าง ๆ อาทิ เครื่องกลั่นน้ำ เครื่องอบข้าว เป็นต้น วิจัยระบบต่าง ๆ เพื่อพัฒนานำมาใช้ องค์ประกอบของส่วนนี้ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 **ห้องปฏิบัติการ** (RESEARCH LAB)

อุปกรณ์ที่ใช้มีขนาดใหญ่และต้องติดตั้งตายตัวอยู่กับที่ ลักษณะการจัดหรือการ PLANNING จะจัดให้เครื่องมือที่มีขนาดใหญ่ตั้งอยู่รอบห้อง ส่วนกลางห้องจะจัดเป็นโต๊ะสำหรับปฏิบัติงาน เพราะเครื่องมือดังกล่าวแต่ละชิ้นมีขนาดไม่เท่ากัน และระบบการทำงานแตกต่างกัน การจัดเครื่องมือกลางห้องจะดูเกะกะไม่เรียบร้อย ทำงานไม่สะดวก อีกทั้งการจัดระบบ UTILITY เป็นไปอย่างลำบาก และไม่ประหยัด แต่ในกรณีที่จะต้องการเปิดรับแสงธรรมชาติสำหรับห้องทดลองก็สามารถจะทำได้ง่าย การจัดระบบนี้จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานเคลื่อนไหวได้สะดวก และห้องปฏิบัติการมี SPACE กว้าง เหมาะกับการ VENTILATION

อุปกรณ์ภายในห้องปฏิบัติการ

- โต๊ะปฏิบัติการทดลอง
- โต๊ะสำหรับวางอุปกรณ์ ที่มีขนาดใหญ่ 1.00 x 2.00 m ตั้งติดผนัง
- ระบบอำนวยความสะดวก ท่อน้ำใช้ ท่อน้ำทิ้ง ปลั๊กไฟ และถ้าเป็นไปได้ควรติดตั้งระบบปรับอากาศเพื่อรักษาสภาพเครื่อง

1.2 **ห้องมืด** (DARK ROOM)

เป็นห้องปฏิบัติการเรื่องแสง โดยมีการวิจัยเซลล์กับแสงอาทิตย์จำลอง จึงต้องป้องกันแสงภายนอกเข้ามารบกวน ส่วนมากนิยมใช้ผนังสีดำ และต้องมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศด้วย

อุปกรณ์ภายในห้องมืด

- เครื่องทำแสงอาทิตย์เทียม (SOLAR SIMULATOR) ขนาดเล็ก 1 เครื่องติดกับผนัง
- โต๊ะปฏิบัติการขนาด 1.00 x 2.00 m จัดอยู่ 2 ข้าง ผนังห้อง ซึ่งผู้ปฏิบัติการทดลองสามารถทำงานสะดวกในกรณีใช้งาน 2 กลุ่ม
- ตู้เก็บอุปกรณ์เครื่องมือ
- บริเวณวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- อุปกรณ์อำนวยความสะดวก เช่น ปลั๊กไฟ ก๊อกน้ำ และท่อระบายน้ำ
- อุปกรณ์เครื่องวัดต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องมือมีขนาดเล็กสามารถตั้งบนโต๊ะปฏิบัติการ

1.3 **ห้องเก็บเครื่องมือ** (INSTRUMENT)

- เครื่องวัดต่าง ๆ เกี่ยวกับอุณหภูมิการไหล ความเร็วลม ความดัน เป็นต้น ซึ่งเป็นเครื่องมือขนาดเล็กสามารถนำติดตัวไปได้
- เครื่องมือวัดชนิดละเอียด
- โต๊ะวางเครื่องมือ
- ตู้เก็บเครื่องมือ
- บริเวณเก็บแผง SOLAR CELL ประมาณ 2 m^2 (ขนาดของแผง 1 ชุด 1.80 x1.50 m 1 ชุด มี 4 แผง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 SERVICE & MAINTENANCE เป็นส่วนผลิต ซ่อมอุปกรณ์ เช่น แผงรับแสงอาทิตย์ (SOLAR COLLECTOR) ประกอบด้วย

- ส่วนเก็บเครื่องมือ
- โต๊ะปฏิบัติการจัดวางอยู่ชิดผนัง 2 ด้าน
  ขนาด 0.90 x 2.00 m
- บริเวณวางแผงรับแสงอาทิตย์
- เครื่องขัด (GRINDING)
  1.60 x 1.60 m (พื้นที่ทำงาน)
- พื้นที่เก็บวัสดุ
- บริเวณเชื่อมเหล็ก 2.10 x 1.80 m

ในกรณีจะทำชิ้นส่วนขนาดใหญ่ นอกจากแผงแล้ว จะไปปฏิบัติงานในโรงฝึกงาน เพราะเครื่องมือโดยมากของส่วนนี้จะเป็นเครื่องมือขนาดเล็ก

2.ส่วนปฏิบัติการวิจัยเซลล์แสงอาทิตย์

เป็นส่วนวิจัยที่มีองค์ประกอบในการทำงาน โดยเฉพาะการจัดวางผังส่วนปฏิบัติการจะต้องดำเนินตามวิธีการหรือขั้นตอนในการปฏิบัติงาน โดยคำนึงถึงความสะดวกของเจ้าหน้าที่และบริการต่าง ๆ เช่น การเดินท่อ การขนส่ง อุปกรณ์ เป็นต้น

ส่วนปฏิบัติการวิจัยเซลล์แสงอาทิตย์นี้จะมีเจ้าหน้าที่ประจำอยู่ เพื่อปฏิบัติงานตามกระบวนต่าง ๆ โดยประมาณ 3 คน ซึ่งจะต้องเป็นผู้ที่มีความชำนาญงาน ได้ผ่านการฝึกอบรมมาแล้วเป็นอย่างดี เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ที่บอบบาง จึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ ส่วนจำนวนนักวิจัยจริง ๆ นั้น โดยมากไม่สามารถที่จะกำหนดตายตัวได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโครงการงานวิจัยที่ถูกกำหนดขึ้นมา ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าขนาดของงานวิจัยแต่ละงานย่อมจะแตกต่างกันออกไป ตามปกติแล้วงานวิจัยจะมีนักวิจัยเพียง 2 – 3 คน นอกจากจะเป็นโครงการพิเศษที่มีขนาดใหญ่จริง ๆ หรือกรณีพิเศษที่มีการร่วมมือกับนักวิชาการจากภายนอกแต่ก็เพียงช่วงระยะการทำงานตามโครงการนั้น ๆ เป็นบางครั้งบางคราว แต่การดำเนินวิจัยจริง ๆ นักวิจัยประจำ 2 – 3 คนก็เพียงพอ

ส่วนปฏิบัติการวิจัยเซลล์แสงอาทิตย์นี้ มีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ห้องเก็บแก๊ส (GAS STORAGE ROOM)

ใช้เก็บถังแก๊สที่จะนำไปใช้งานในส่วนต่าง ๆ ได้แก่ แก๊สนำพาและเป่าแห้งในงานเชื่อมและต่อแก้ว เช่น อ๊อกซิเจน ไนโตรเจน มีเทน เป็นต้น และแก๊สเหลว ได้แก่ LIQUID NITROGEN ซึ่งใช้กับ KIFFUSTION PUMP และงานทดลองอุณหภูมิต่ำ ลักษณะของห้องเก็บแก๊สต้องสะดวกในการขนถ่ายแก๊ส มีระบบระบายอากาศที่ดี ภายในห้องต้องใช้วัสดุทนไฟ พร้อมทั้งมีระบบป้องกันไฟไหม้ ตำแหน่งของห้องเก็บแก๊สควรอยู่ใกล้กับห้องเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ห้องเครื่อง (MECHANICAL & SERVICE ROOM)

ใช้เป็น TERMINAL จ่ายแก๊สไปยังห้องปฏิบัติการทดลองต่าง ๆ ได้แก่ ห้องเตาแพร่สาร ห้องสร้างหน้ากาก ห้องมิดสำหรับถ่ายรูป ห้องเตรียมการและห้องซ่อม ภายในห้องประกอบด้วย

- เครื่องทำอ๊อกซิเจนบริสุทธิ์ (O_2 PURIFIER)
- เครื่องทำไนโตรเจนบริสุทธิ์ (N_2 PURIVIER) สำหรับใช้ในเตาแพร่ซึม
- เครื่องอัดอากาศ (PERSSURE AIR) ใช้สำหรับขับเคลื่อนอุปกรณ์บางในการผลิต
- VACUUME PUMPใช้ในการดูดแผ่นซิลิกอนให้เข้าด้วยกันอย่างแน่นอนสนิทที่สุด ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง
- ถังแก๊สไนโตรเจนและอ๊อกซิเจน

เนื่องจากอุปกรณ์ภายในห้องเครื่องจะเกิดเสียงขณะทำงาน ดังนั้นจึงควรแยกออกไปเป็นสัดส่วน เพื่อป้องกันไม่ให้เป็นการรบกวนผู้ปฏิบัติงานในบริเวณใกล้เคียง และควรจัดวางตำแหน่งให้สะดวกในการขนแก๊สมาห้องเก็บแก๊สด้วย

2.3 ห้องปฏิบัติงานแก้วและโลหะ (GLASS & METAL WORK SHOP)

เป็นบริเวณสร้างส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น ทำแผงสำหรับใส่เซลล์แสงอาทิตย์เป็นต้น ซึ่งจะแบ่งบริเวณทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ

2.3.1 GLASS WORK SHOP ใช้เป่าแก้วทำเป็นกระเปาะสำหรับใส่สารหรือท่อน้ำแก๊สมี 2 ชนิดคือ

- PYREX เป็นแก้วที่ไม่ต้องการอุณหภูมิสูงนักในการเป่า
- QUARTZ เป็นแก้วบริสุทธิ์ ทนทาน ต้องใช้อุณหภูมิสูงในการเป่า

2.3.2 METAL WORK SHOP เป็น SHOP โลหะขนาดเล็กใช้สร้างส่วนประกอบต่าง ๆ ในการทดลองอุปกรณ์ที่ใช้ ได้แก่ เครื่องมือสับ เจาะ ตัด เลื่อยและกลึงโลหะขนาดเล็ก

อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติงานแล้วและโลหะประกอบด้วย

- ชุดเครื่องมือซึ่งใช้แก๊สสำหรับเป่าแก้ว
- ตู้เก็บเอกสารและเครื่องมือ
- โต๊ะปฏิบัติการพื้นเรียบ
- อ่างล้างมือ
- ตู้เก็บยาและอุปกรณ์ปฐมพยาบาล

ข้อควรคำนึงในการออกแบบคือ ให้มีแสงสว่างเพียงพอ มีการระบายอากาศที่ดี สามารถทำความสะอาดได้ง่าย และมีการป้องกันเสียงรบกวนซึ่งเกิดจากการปฏิบัติงาน

2.4 ห้องเก็บสารเคมี (CHEMICAL STORAGE ROOM)

ใช้กับสารเคมี , แอลกอฮอลล์ , น้ำยาล้างฟิล์ม , แอมโมเนีย , อาซิโตน ฯลฯ ห้องเก็บสารเคมีจะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิภายในห้อง มีช่องระบายอากาศสำหรับผนัง และพื้นห้องควรใช้วัสดุที่ทนกรดและด่างได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับช่องเปิดต่าง ๆ ควรติดฟิล์มกรองแสงหรืออย่างอื่น เนื่องจากสารบางชนิดไวต่อแสงมาก ตำแหน่งของห้องควรจัดวางให้ใกล้กับห้องมืดและห้องเตรียมสาร เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้

อุปกรณ์ภายในห้องเก็บสารเคมี ประกอบด้วย

- ตู้เก็บเอกสารเคมี
- ตู้เก็บเครื่องมือซึ่งวางติดผนัง

2.5 ห้องมืด (DARK ROOM)

ลักษณะเหมือนห้องมืด PHOTO LAB โดยทั่วไป ภายในห้องติดไฟสีแดง เพราะต้องใช้สารไวแสง มีระบบน้ำใช้น้ำทิ้งที่ดี ห้องมืดนี้จะใช้ในการถ่ายแบบหน้ากาก (MASK) สำหรับกระบวนการสร้าง SOLAR CELL

อุปกรณ์ในห้องมืดประกอบด้วย

- กล้องย่อภาพ (REDUCTION CAMERA)
- อ่างล้างมือ
- โต๊ะหรือเคาน์เตอร์ปฏิบัติงาน
- ที่เก็บอุปกรณ์ล้าง , อัดภาพ

ประตูห้องควรจะทำให้มีขนาด เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายกล้อง และเนื่องจากห้องมืดต้องป้องกันแสงสว่าง และต้องปิดช่องแสงต่าง ๆ อย่างดี ดังนั้นจึงควรใช้ระบบปรับอากาศ

2.6 ห้องเตรียมการ (PERPARATION ROOM)

เป็นห้องที่ใช้เตรียมวัสดุต่าง ๆ ได้แก่ ฝนผิวสารกึ่งตัวนำ (LAPPING) ตัดแผ่นซิลิกอนออกจากแท่งผลึกขัดผิวสารกึ่งตัวนำขึ้นละเอียด (POLISHING) ตัดหน้ากาก ลอกผังหน้ากากบนแผ่นไมลา ตั้งอุปกรณ์ทำที่ไร้อิออน (WATER DEIONIZER) และใช้เป็นห้องทำความสะอาดเครื่องมือทดลองต่าง ๆ

อุปกรณ์ในห้องเตรียมสาร ประกอบด้วย

- โต๊ะสำหรับเตรียมแผงหรือแผ่นซิลิกอน
- ตู้เก็บอุปกรณ์เครื่องมือ วางติดตั้งผนัง
- โต๊ะปฏิบัติการทั่วไป ขนาด 1.00 x 2.00 m
- ตู้ดูดควัน (FLUME ROOM) และตู้ปฏิบัติการสารเคมี
- CHEMICAL VAPOR DECOMPOSITION APPARATUS (C.V.D.) ใช้ทำชั้นอ๊อกไซด์ของดีบุก
- เครื่องทำน้ำสะอาดไร้อิออน (WATER DEIONIZAING SYSTEM) เป็นเครื่องกรองน้ำ เพื่อกำจัดอิออนออกให้มากที่สุด นอกจากจะใช้ในห้องเตรียมสารเองแล้ว ยังส่งน้ำไปยังห้องสร้างหน้ากากและห้องเตาแพร่สารด้วย

2.7 ห้องสร้างหน้ากาก (MASK ROOM)

ใช้ในการลอกลาย (PHOTOLITHOGRAPHY) ปฏิบัติการเคลือบน้ำยาบนผิวซิลิกอน อบน้ำยาฉายภาพลงบนแผ่นซิลิกอนเคลือบน้ำยา (WAFER) และล้างน้ำจากส่วนผิวซิลิกอน สำหรับสร้างหน้ากากนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิความชื้น ฝุ่นและแสงเป็นอย่างดี ภายในห้องจะใช้ไฟฟ้าสีเหลืองซึ่งไม่มีแสงอุลตร้าไวโอเลต (U.V.)

อุปกรณ์ภายในห้องสร้างหน้ากาก ประกอบด้วย

- เครื่องถ่ายแบบหน้ากาก (MASK ALIGNER) ซึ่งขับเคลื่อนด้วยอากาศใช้ถ่ายแบบเพื่อเปิดต่างอ๊อกไซด์ สำหรับการแพร่ซึมและการทำผิวสัมผัส
- ตู้ควัน (FLUUME MOOD) ซึ่งมีท่อระบายอากาศเสีย
- เครื่องเคลือบน้ำยา (SPINNER) ปั่นแว่นผลึกและสารไวแสง
- เครื่องอบแว่นผลึก (BAKING OVEN)
- CLEAN BENCE
- เครื่องดูดกำจัดความชื้น (DEHUMIDIFIER)
- ตู้เก็บเครื่องมือ ซึ่งตั้งวางติดผนัง

2.8 ห้องเตาแพร่สาร (DIFFUTION FURNANCE ROOM)

ใช้ในการแพร่สารเพื่อสร้างอ๊อกไซด์เชื่อมรอยต่อระหว่างโลหะและสารกึ่งตัวนำ สร้างซิลิกอนชนิด EPITAXIAL เคลือบผิวสารกึ่งตัวนำด้วยโลหะสำหรับห้องเตาแพร่สารจะต้องจัดเตรียมท่อระบายอากาศขนาดประมาณ 0.20 x 0.25 m ไว้ 2 ท่อ สำหรับระบายอากาศร้อนธรรมดา 1 ท่อ และท่อที่มีไปเสียจากสารเคมีอีก 1 ท่อ สำหรับท่อระบายไอเสียควรทำด้วย STAINILESS STEEL หรือวัสดุที่ทนต่อสารเคมี

อุปกรณ์ในห้องเตาแพร่ ประกอบด้วย

- เครื่องทำสูญญากาศ (VACUUM EVAPORATOR) ใช้ทำขั้วของเซลล์โดยการหลอมโลหะให้กลายเป็นไปที่สูญญากาศ
- เครื่องกรีดผลึก (SCRIBER) ใช้กรีดผลึกให้เป็นชิ้นตามต้องการ
- เครื่องตัดผลึก (WAFER)
- เครื่องขัดและฝนผลึก (LAPPING & POLISHING MACHINE)
- กล้องจุลทรรศน์กำลังสูง (HIGH POWER MICROSCOPE) ใช้ตรวจดูรายละเอียดของโครงสร้างสิ่งประดิษฐ์
- DIE BONDING MACHINE
- โต๊ะปฏิบัติการพื้นเรียบ

การปฏิบัติการส่วนใหญ่เป็นการเชื่อมเซลล์ลงบนฐาน ต่อลาดระหว่างจุดต่าง ๆ ของเซลล์กับฐาน ห้องประกอบก็ต้องการความสะอาดมากเช่นกัน และต้องควบคุมอุณหภูมิด้วย

2.9 ห้องทดสอบประสิทธิภาพ (TESTING ROOM)

ใช้ตรวจสอบวัดผลและวิเคราะห์คุณภาพของเซลล์ที่ทำการผลิตวัดความลึกของรอยต่อต่าง ๆ การให้กระแสไฟฟ้าขณะที่รับความเข้มแสงระดับต่าง ๆ ผลของ SPERCTUMEที่มีต่อเซลล์ CHARACTERISTIC ของเซลล์

อุปกรณ์ภายในห้องวัดคุณภาพ ประกอบด้วย

- เครื่องตรวจคุณสมบัติ (PROBING MACHINE) ใช้วัดความต้านทานจำเพาะ
- เครื่องทำแสงอาทิตย์เทียม (SOLAR SIMULATOR) ขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โต๊ะปฏิบัติการสเปคตรัม ที่ผ้าสีดำคลุมขณะใช้งานเพื่อป้องกันแสง

- เครื่องกัดกร่อนผลึก (GROOBING MACHINE) ใช้กัดร่องผลึกเพื่อวิเคราะห์ความลึกของรอยต่อ

- INTERFEROMETER

- โต๊ะปฏิบัติการทั่วไป พื้นเรียบ ใช้ตั้งเครื่องมือตรวจสอบ

ห้องทดลองประสิทธิภาพนี้ ต้องสามารถควบคุมแสงได้ ควรทำเป็นลักษณะห้องมือ มีการควบคุมอุณหภูมิและความสะอาดมากเป็นพิเศษ

2.10 ห้องกักฝุ่น

เนื่องจากปฏิบัติการเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์ต้องการความสะอาดสูง ดังนั้นก่อนที่จะผ่านเข้าไปในส่วนปฏิบัติการจึงจำเป็นต้องมีห้องก่อนเข้าไปเพื่อป้องกันฝุ่น โดยทุกห้องจะมีการระบายฝุ่นระบายฝุ่นตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ต้องมีการระบายความร้อนโดยใช้น้ำ เพื่อให้เครื่องสามารถทำงานได้ ห้องกักฝุ่นจะมีบริเวณสำหรับเปลี่ยนรองเท้าและระบบ

2.12 ห้องเปลี่ยนชุดสะอาด

สำหรับเจ้าหน้าที่หรือบุคคลที่จะเข้าไปยังห้องเตาแพร่สาร ห้องประกอบ ห้องทดสอบ และห้องสร้างหน้ากาก ซึ่งเป็นห้องที่ต้องการความสะอาดสูง ในการทำงาน จึงจำเป็นต้องมีห้องเปลี่ยนชุดขาวใส่คลุม มีหมวกใส่และรองเท้าเปลี่ยน เพื่อให้ผู้เข้าไปในห้องปฏิบัติการสะอาดปราศจากฝุ่น ห้องนี้จะอยู่ติดกับห้องกักฝุ่น ซึ่งหลังจากเปลี่ยนชุดเสร็จก็ต้องผ่านห้องกักฝุ่น แล้วจึงเข้าสู่ห้องปฏิบัติการ แต่สำหรับเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการในส่วนอื่นอาจไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนชุด นอกจากต้องการความเป็นระเบียบ

2.13 ห้องเก็บเครื่องมือ (INSTRUMENT)

จะใช้อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้เป็นครั้งคราว เช่น เครื่องจักร ต่าง ๆ

นอกจากส่วนประกอบเหล่านี้ แล้วก็มีส่วนเก็บข้อมูล (DATA COLLECTION AREA) ใช้เหมือนกับห้องทำงานทั่ว ๆ ไป สำหรับเก็บข้อมูลจากการทดลองเขียนเสนอเป็นรายงาน

ส่วนประกอบสำคัญ ซึ่งทุก ๆ ห้องจะขาดไม่ได้ คือ

- อ่างน้ำ (SINK) สำหรับล้างมือ อุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ

- ตู้เก็บเครื่องมือ (TOOL) เช่น คีมจับ กุญแจเลื่อน เป็นต้น ตู้เหล่านี้จะติดตั้งกับผนังบริเวณโต๊ะปฏิบัติการเพื่อความสะดวกในการใช้

- หัวจ่ายแก๊ส 3 หัว ได้แก่ (VACUUME, NITROGEN, COMPRESSURO AIR)

ส่วนปฏิบัติการวิจัย พลังงานแสงอาทิตย์ และส่วนปฏิบัติการวิจัยเซลล์แสงอาทิตย์เป็นองค์ประกอบในส่วนปฏิบัติการทดลองภายใน โครงการศูนย์ศึกษาค้นคว้าและปฏิบัติการวิจัยแสงอาทิตย์ ยังมีองค์ประกอบส่วนปฏิบัติการทดลองภายนอก (OUTDOOR LABORATORY) และส่วนโรงปฏิบัติงาน (WORK SHOP) เสริมให้โครงการสมบูรณ์ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.31 แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

	รายการ	คุณสมบัติเฉพาะ
	เครื่องอำนวยความสะดวก	
1	Compressed air supply	ปั้มลมพร้อมถังเก็บแรงดันสูงขนาดถังจุไม่น้อยกว่า 150 ลิตร
2	Crane	โครงเหล็กสำหรับใช้ยกของชนิดมีล้อ พร้อมรอกโซ่ไฟฟ้าขนาด 1 ตัน
3	DI water system	อุปกรณ์สำหรับผลิตน้ำ DI Water ที่มีการผลิตไม่ต่ำกว่า 15 แกลลอนต่อนาที
4	Recirculator system	ระบบน้ำหล่อเย็นสำหรับเครื่องจักร ที่เป็นระบบหมุนเวียนแบบปิด
5	Blead blaster	เครื่องพ่นผงทรายใช้พ่นทำความสะอาดอุปกรณ์ชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องจักรPECVD / Sputtering
6	คอมพิวเตอร์ 7 เครื่อง + พรินเตอร์	เป็นเครื่องPC ใช้ใน Office มีหน่วยความจำ 3.2 GB และเครื่องพิมพ์แบบ Laser Jet
7	เฟอร์นิเจอร์	
	เครื่องจักรสนับสนุนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์	
8	Glass cutter	เครื่องตัดแผ่นแก้วชนิดยึดติดกับโต๊ะ เป็นเครื่องมือใช้ตัดแผ่นกระจกที่มีความหนาไม่เกิน 2 มม.
9	Sheet metal cutting tools	เครื่องตัดโลหะแผ่น เป็นเครื่องมือใช้ตัดแผ่นโลหะสเตนเลสที่มีความหนาไม่เกิน 1 มม.
10	Cleaning station	เป็นเครื่องมือระบบอัตโนมัติ ใช้ล้างทำความสะอาดแผ่นโลหะสเตนเลสที่มีขนาด30 ซม. X 40 ซม.
11	Furnace	เครื่องอบไล่ความชื้นจากแผงเซลล์ในขั้นตอนการประกอบแผง ที่อุณหภูมิคงที่ 870 องศาเซลเซียส
12	Oscilloscope	เป็นเครื่องวัดวิเคราะห์ข้อมูลทางไฟฟ้า โดยแสดงผลการวัดเป็นรูปกราฟ ควบคู่กับค่ามาตรส่วน
13	Thickness measuring tool	เครื่องมือวัดความหนาของฟิล์มบางชนิดต่างๆ เป็นเครื่องที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์
14	Resistivity test system	เครื่องมือใช้ตรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของฟิล์มบาง ที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์
15	Spectrometer	ใช้ศึกษาสมบัติของฟิล์มบาง โดยการวัดปริมาณแสงสะท้อนและทะลุผ่านฟิล์มบางที่เคลือบบนแผ่นแก้ว

16	Quantum efficiency measurement	ใช้วัดความสัมพันธ์ของปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากเซลล์กับความยาวคลื่นแสงที่ตกกระทบ
	เครื่องจักรสนับสนุนการประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์	
17	Laminator	เป็นเครื่องสำหรับอัดซ้อนชิ้นงานประเภทแผ่นบางให้แนบติดกัน ใช้กับงานขนาด 136 ซม. X 60 ซม.
18	I – V tester for module	เป็นเครื่องวัดประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับแผงขนาด 60 ซม. X 136 ซม.
19	Temperature &humidity testing chamber	ระบบทดสอบความความทนต่อความร้อนและความชื้นของแผงเซลล์ ซึ่งควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์
20	Silk screen printer	เป็นเครื่องพิมพ์ซิลคีสกรีนระบบอัตโนมัติ ที่ใช้สำหรับหมึกพิมพ์ประเภทสารสื่อนำไฟฟ้า
21	Lage area multi chemer plama enhaced Chemical yaper deposition (pecud) and Sputtering system	เครื่องจักรในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 30 x 40 ซม.

รายละเอียดระบบเครื่องจักรเพื่อการผลิตและประกอบเซลล์

ระบบเครื่องจักรการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับขนาด 30 x 40 ตารางเซนติเมตร ประกอบด้วย

1. Large Area Multi-Chamber Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD) System
2. Large Area Multi-Chamber Sputterimg System
3. ระบบแก๊ส (Gas Distribution System, Effluent Handling System and Toxic gas Monitoring System)
4. ระบบน้ำ (Recirculating Water Chiller and DI Water System)
5. ระบบทำความสะอาดแผ่นมาตรฐาน (Substrate Cleaning Stage and Beadblast Cabinets)
6. อุปกรณ์สร้างลวดลายโลหะ (Silk Screen printer)
7. อุปกรณ์การตัดแผ่นฐาน (Cutting Station)

ระบบเครื่องจักรการประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 40 x 120 ตารางเซนติเมตร

ประกอบด้วย

1. เตาอบขั้วโลหะ (Bake Furnace)
2. เครื่องหล่อหลอมเคลือบสารประกอบเป็นแผง

อุปกรณ์อื่นสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพ

1. เครื่องฉายแสงและทดสอบประสิทธิภาพเซลล์ (Solar Simulator)
2. เครื่องทดสอบคุณสมบัติทางกระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์ (Computerizaed I-V Tester)
3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการวิเคราะห์ขบวนการสร้าง โครงสร้างเซลล์ และคุณลักษณะต่าง ๆ ของเซลล์ (Call Simulation Software)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะโดยละเอียดของระบบการผลิตและประกอบข้างต้น

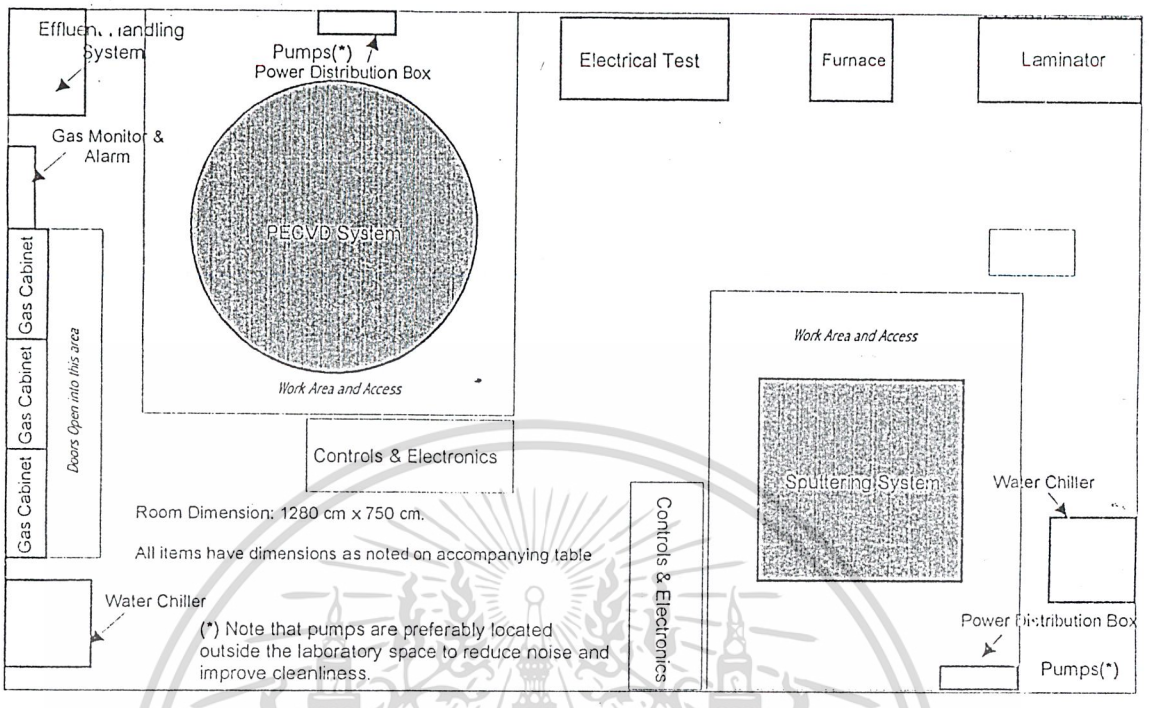
1. (Large Area Multi-Chamber Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (PECVD) System* ประกอบด้วย

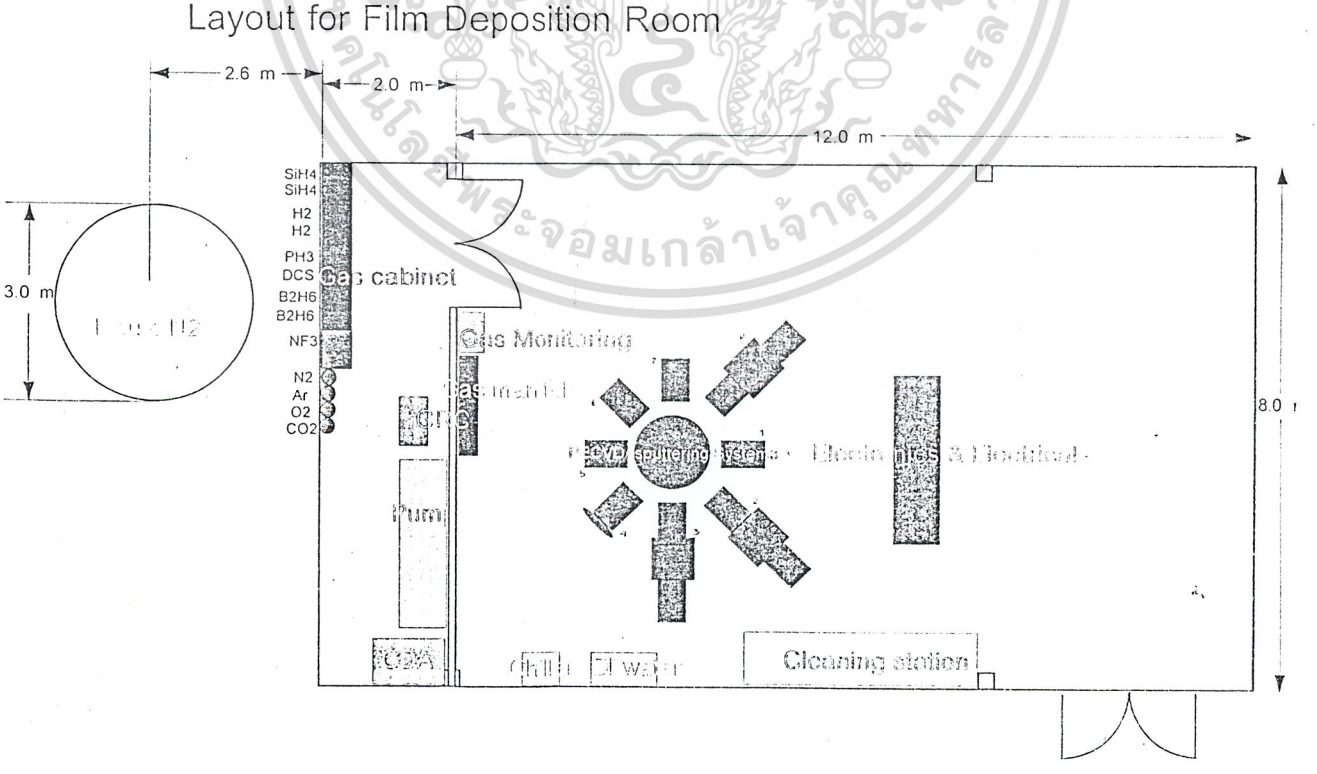
- 1 process chamber สำหรับการสร้างชั้นชนิด N พร้อมตัวผลิตกำลัง 13.56 MHz R.F.
- 1 process chamber สำหรับการสร้างชั้นชนิด P พร้อมตัวผลิตกำลัง 13.56 MHz R.F.
- 1 process chamber สำหรับการสร้างชั้นชนิด a-Si พร้อมตัวผลิตกำลัง 13.56 MHz R.F.
- 3 process chamber สำหรับการสร้างชั้นชนิด μc-Siพร้อมตัวผลิตกำลัง 110 MHz VHF.จำนวน 3 ตัว
- 1 load lock พร้อมอุปกรณ์เพิ่มความร้อนให้กับแผ่นฐาน
- 1 isolation and tranfer zone พร้อมแขนกลรอบทิศใช้เคลื่อนที่แผ่นฐานจาก chamber หนึ่งไปอีก chamber
- เครื่องปั๊มแก๊ส และระบบการเปิดปิด ความสามารถปั๊มในช่วง 10^{-3}- 10^{-7} torr ณ อุณหภูมิห้อง
- สายท่อแก๊ส เป็นสายการเดินท่อแก๊สที่ใช้ในขบวนการสร้างเซลล์ เช่น Argon, SiH4, H2, PH3 เป็นต้น
- ระบบควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ พร้อมด้วยคอมพิวเตอร์ ใช้ในการควบคุมขบวนการผลิต
- อุปกรณ์เสริมอย่างอื่นใช้เพื่อการทำงานสมบูรณ์แบบของระบบ เช่น ระบบไฟ แท่นสำหรับติดตั้ง

คุณลักษณะหลักของการทำงาน

- ระบบนี้เป็นระบบอัตโนมัติ สามารถทำงานได้โดยอิสระในแต่ละ Chamber ไม่ขึ้นต่อกัน
- สามารถ Deposit สารได้พื้นที่กว้าง 30 cm x 40 cm โดยคงคุณภาพของฟิล์มไม่เปลี่ยนแปลง
- จะเลือกใช้ แผ่นฐานแบบ Stainless Steelหรือ TCO coated Glass ก็ได้
- การ Deposition แนวตั้ง (Upward Deposition) เพื่อลดช่องว่างในเนื้อฟิล์ม
- การรับรองประสิทธิภาพของเซลล์ขั้นสูง

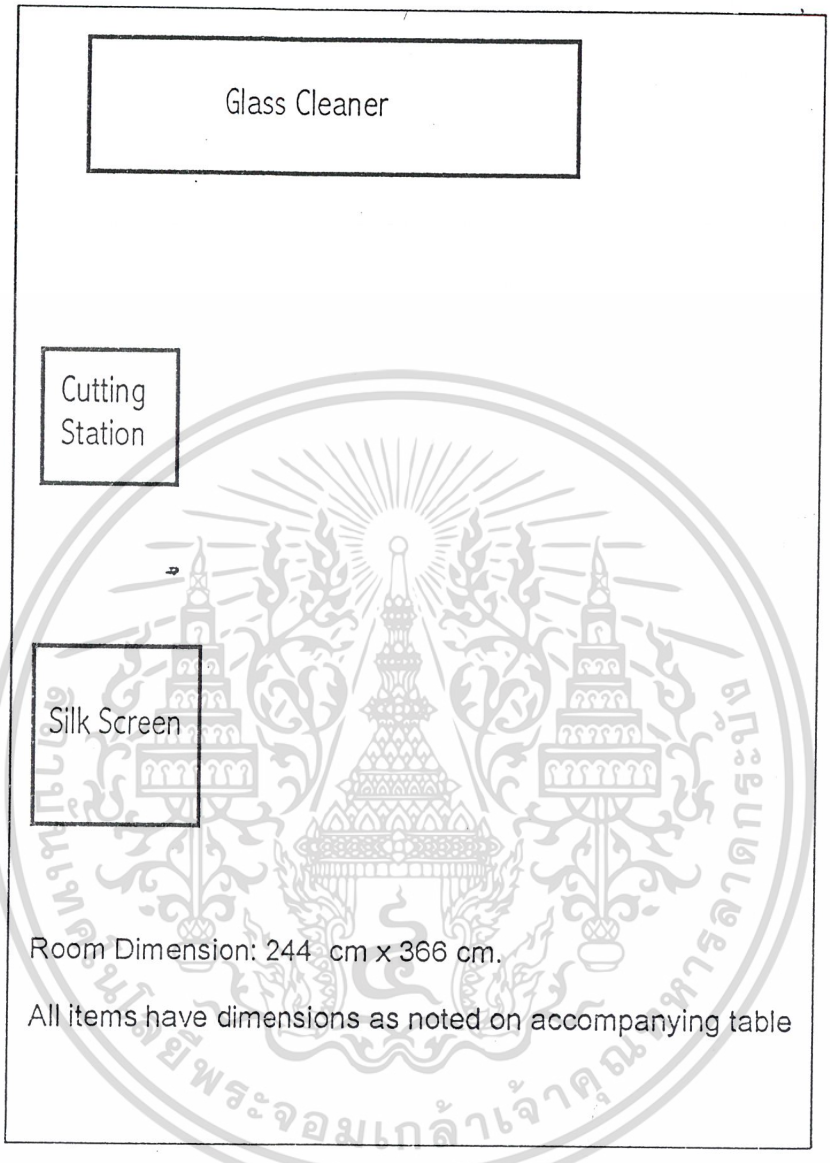
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ภาพที่ 3.1 แสดงการจัดวางองค์ประกอบในห้องผลิตเซลล์แสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



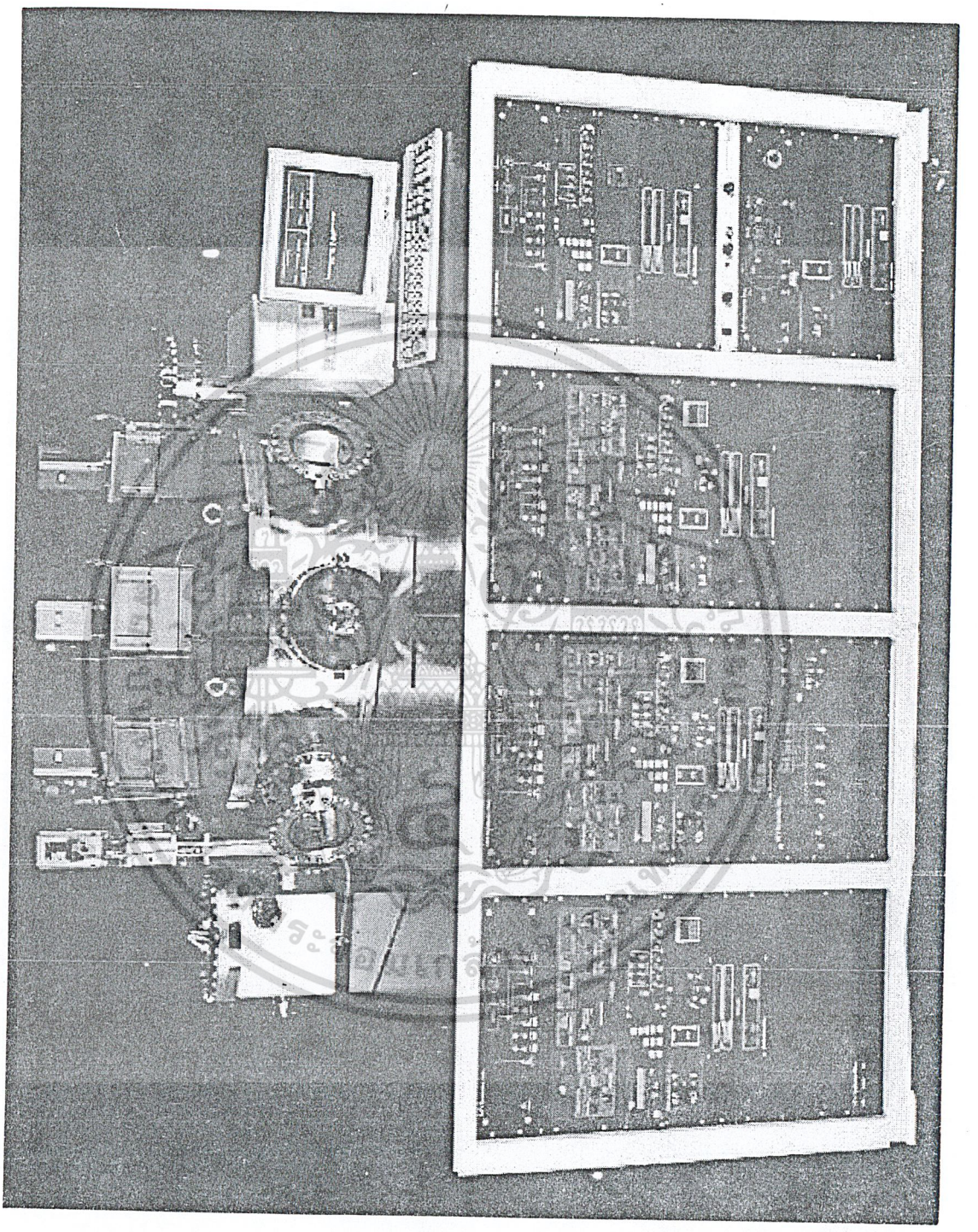
ภาพที่ 3.2 แสดงการจัดวางองค์ประกอบห้องเตรียมแผ่นsilicon

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.32 แสดงรายละเอียด ขนาดพื้นที่ของอุปกรณ์การผลิตเซลล์

List of Components 30 x 40 cm Developme Facility

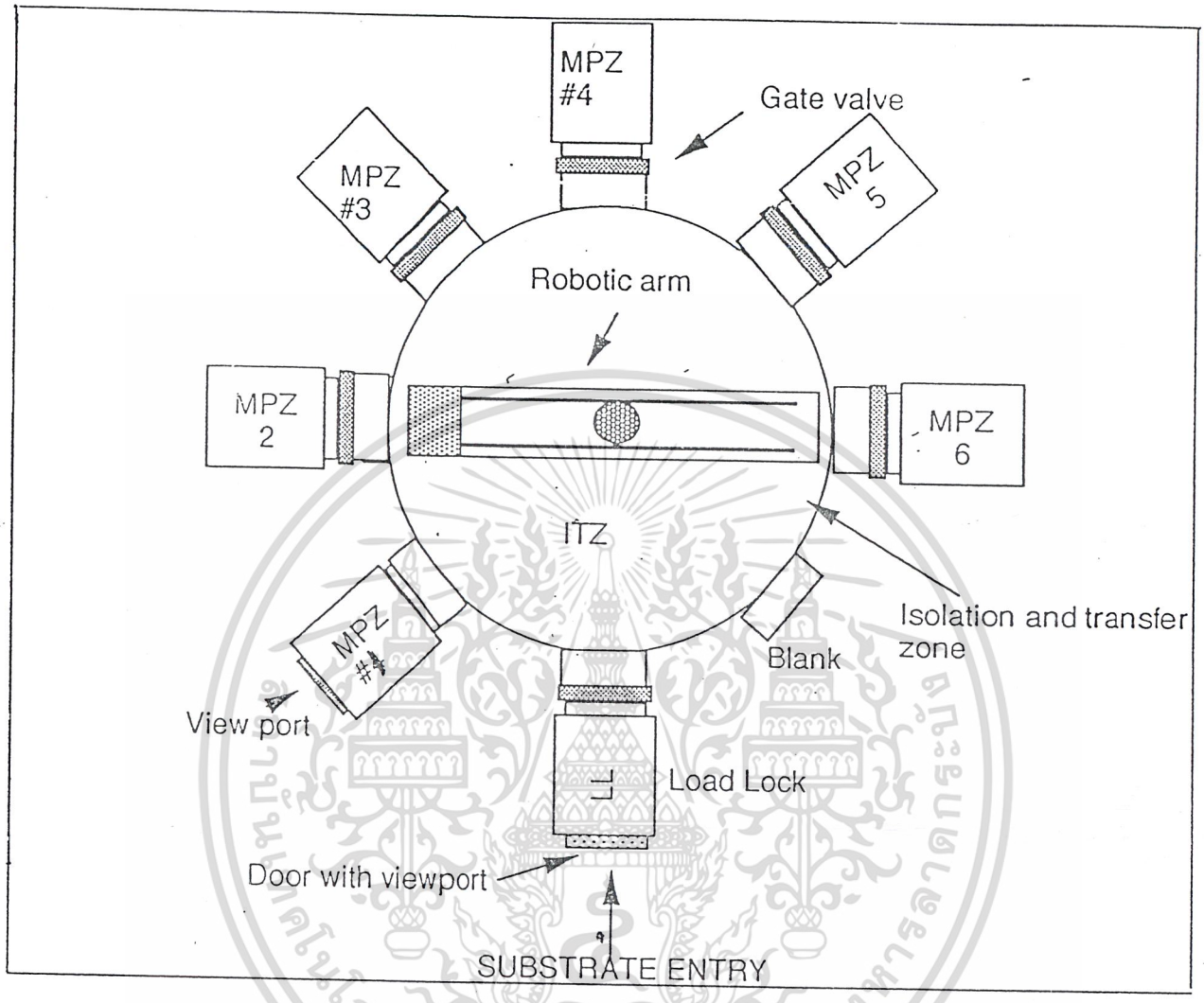
Item No.	Description	Dimensions	Space Required (Larger)	Facilities Required/Comments
1	Multi-chamber PECVD System	335 cm diameter 132 in diameter	457 cm x 518 cm (includes workspace) 15 ft x 17 ft	Compressed air, electric, cooling water
2	Multi-chamber Sputtering System	280 x 280 cm	400 cm x 400 cm (includes access) 13 x 13 ft	Compressed air, electric, cooling water
3	Gas Cabinets	122 x 46cm (each) 48 in x 18 in	122x 102cm (each) 48 in x 40 in	Sprinklers, compressed air.
4	Gas Scrubber	86 cm x 115 cm 34 in x 45 in	same (no access included)	Exhaust w fan, electric
5	Silk screen	122 cm x 92 cm 48 in. x 36 in	same (includes access)	compressed air, electric
6	Gas Detectors	26 cm x 92 cm 10 in x 36 in	52 cm x 92 cm 20 in x 36 in (includes access)	Gas lines to source, electric, replaceable tapes
7	Electrical Test	122 cm x 305 cm 48 in x 120 in.	same (no access included)	Bench top required, electric
8	Laminator	122 cm x 182 cm 48 in x 72 in	same (no access included)	electric, exhaust
9	Furnace	92 cm x 92 cm 36 in x 36 in	same (no access included)	electric
10	Water Chiller	92 cm x 92 cm 36 in x 36 in	same (no access included)	electric, house chilled water optional.
11	Glass Cleaning System	182 cm x 122 cm 72 in x 48 in	same (no access included)	electric, (water optional), blower, duct work, roof access.
12	Power Distribution Box	153 cm x 92 cm x 26 cm 60 in (high)x 10 in x 30 in	min 30 in (92 cm for door opening)	Wall-mounted
13	Cutting Station	92cm x 92 cm 36 in x 36 in	(no access included)	Manual Operation

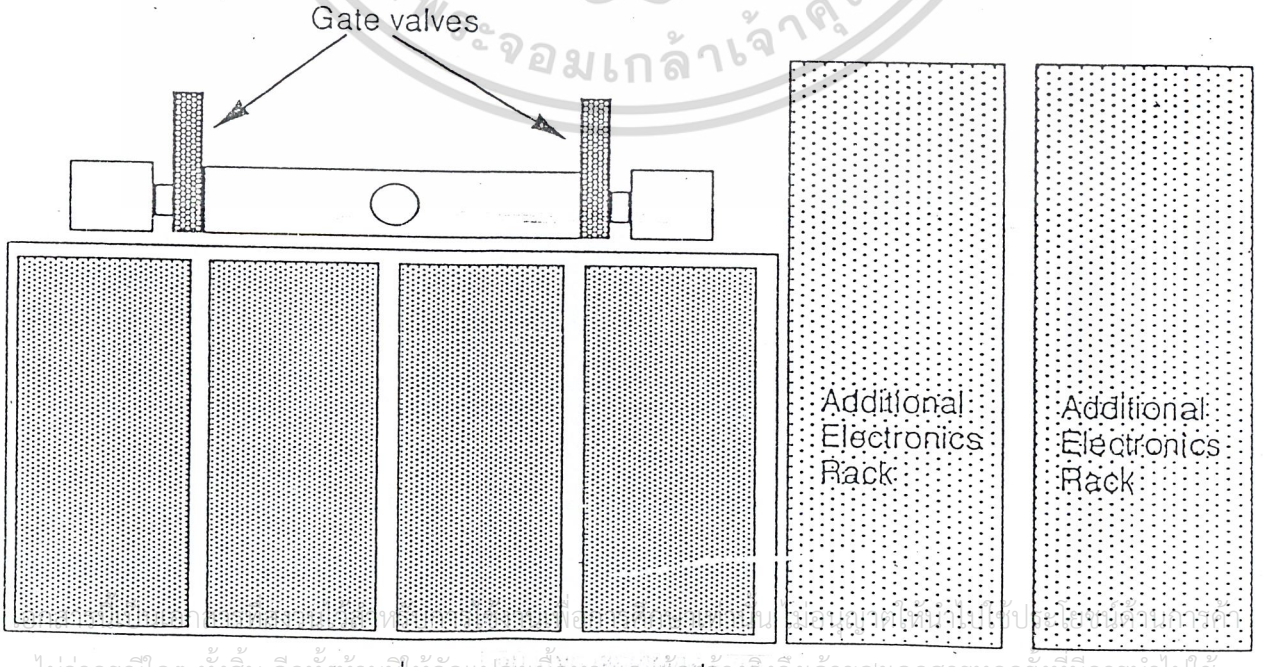


ภาพที่ 3.3 แสดงโครงสร้างระบบ PECVD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

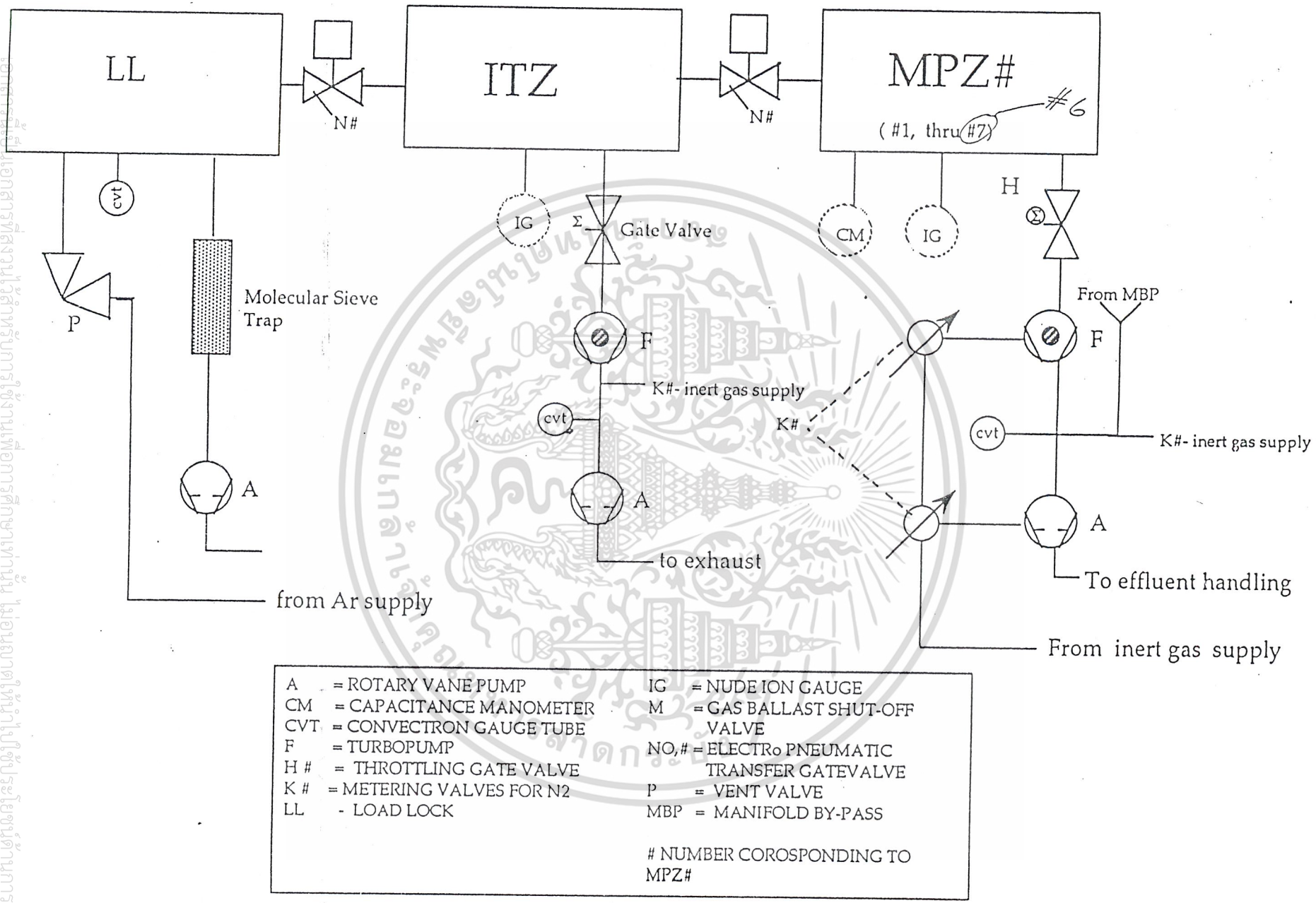
Schema..c of a 6 Modular Process Zone System w...
a Load Lock





ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.4 แสดงรายละเอียดของเครื่องผลิตเซลล์ฯ

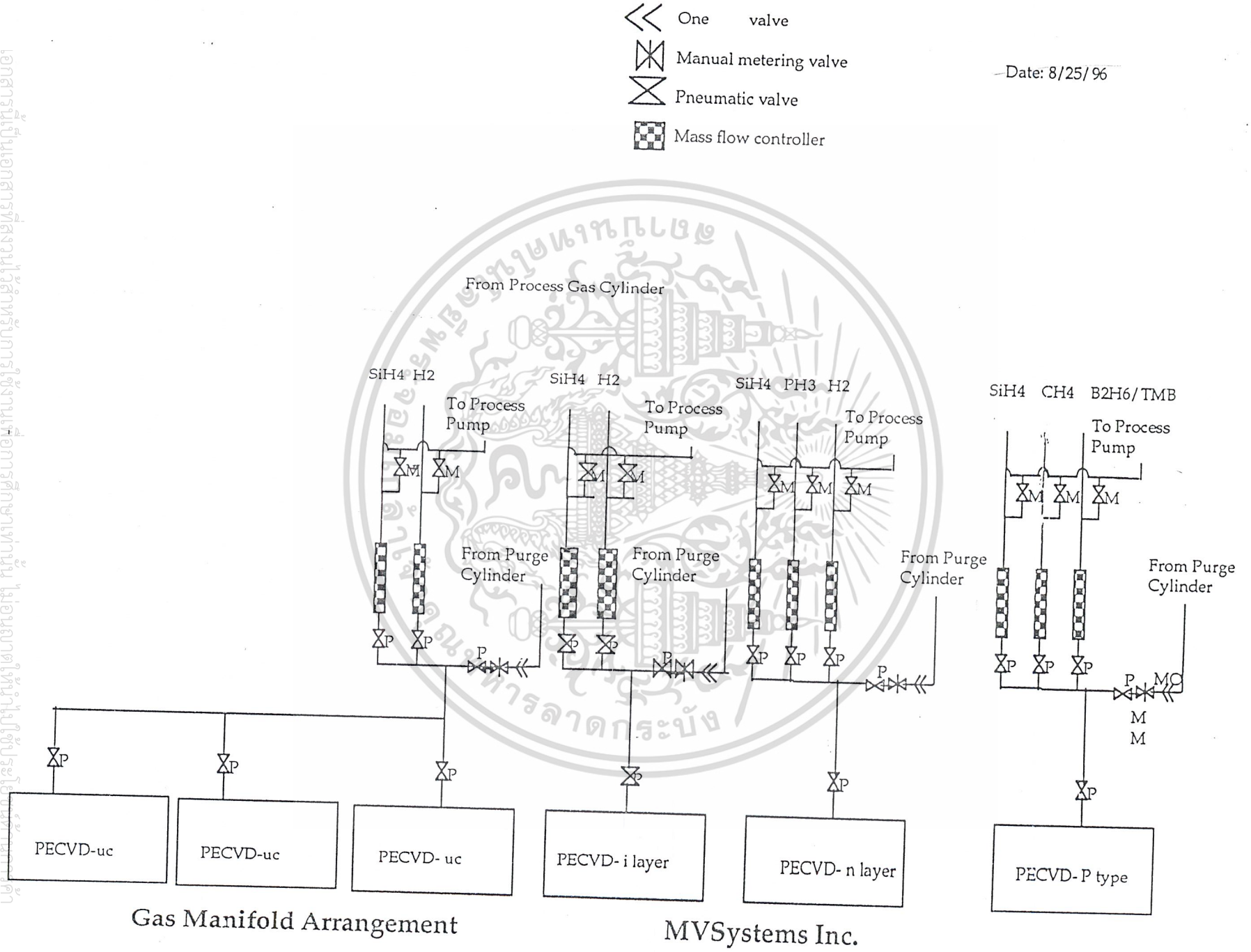


A	= ROTARY VANE PUMP	IG	= NUDE ION GAUGE
CM	= CAPACITANCE MANOMETER	M	= GAS BALLAST SHUT-OFF VALVE
CVT	= CONVECTRON GAUGE TUBE	NO,#	= ELECTRo PNEUMATIC TRANSFER GATEVALVE
F	= TURBOPUMP	P	= VENT VALVE
H #	= THROTTLING GATE VALVE	MBP	= MANIFOLD BY-PASS
K #	= METERING VALVES FOR N2		
LL	- LOAD LOCK	#	NUMBER COROSPONDING TO MPZ#

Schematic of Pumping System

MVSystems Inc.

ภาพที่ 3.5 แสดง ระบบ SCHEMETIC OF PUMPING SYSTEM


One valve
Manual metering valve
Pneumatic valve
Mass flow controller
Date: 8/25/96
From Process Gas Cylinder
SiH4 H2
To Process Pump
From Purge Cylinder
SiH4 H2
To Process Pump
From Purge Cylinder
SiH4 PH3 H2
To Process Pump
From Purge Cylinder
SiH4 CH4 B2H6/TMB
To Process Pump
From Purge Cylinder
M
M
PECVD-uc
PECVD-uc
PECVD- uc
PECVD- i layer
PECVD- n layer
PECVD- P type
Gas Manifold Arrangement
MVSystems Inc.

2. Large Area Multi-Chamber Sputtering System ประกอบด้วย

- 2 modular process zones สำหรับการ Sputtering Ag
- 1 modular process zones สำหรับการ Sputtering ITO
- 1 modular process zones สำหรับการ Sputtering ZnO
- 1 load lock พร้อมอุปกรณ์เพิ่มความร้อนให้กับแผ่นฐาน
- 1 isolation and transfer zone พร้อมแขนกลรอบทิศใช้เคลื่อนที่จากแผ่นฐานจาก chamber หนึ่งไปอีก chamber
- Magnetron Sputter Cathodes ขนาด 35 cms x 5 cms
- เครื่องปั๊มแก๊สแบบ Turbomolecular Pump and Rotary Vane Pump และระบบการเปิดปิด (Valving)
- สายท่อแก๊ส เป็นสายการเดินท่อแก๊สที่ใช้ในขบวนการ Sputtering เช่น Argon, Oxegen เป็นต้น
- ระบบควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ พร้อมด้วยคอมพิวเตอร์ ใช้ในการควบคุมขบวนการผลิต
- อุปกรณ์เสริมอย่างอื่นใช้เพื่อการทำงานสมบูรณ์แบบของระบบ เช่น ระบบไฟ แท่นสำหรับติดตั้ง

คุณลักษณะหลักของการทำงาน

- ระบบนี้เป็นระบบอัตโนมัติ สามารถทำงานได้โดยอิสระในแต่ละ Chamber ไม่ขึ้นต่อกัน
- สามารถ Sputter สารได้พื้นที่กว้าง 30 cm x 40 cm โดยคงคุณภาพของฟิล์มไม่เปลี่ยนแปลง
- จะเลือกใช้ แผ่นฐานแบบ Stainless Steel หรือ TCO coated Glassก็ได้
- การ Deposition แนวตั้ง (Upward Deposition) เพื่อลดช่องว่างในเนื้อฟิล์ม
- การรับรองประสิทธิภาพของเซลล์ขั้นสูง

ภาพที่ 3.6 แสดง โครงสร้างระบบ SPUTTERING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหตุผลในการเลือกเครื่องจักรที่สามารถใช้ทำขนาด 30 ซม.

ข้อมูลทั่วไป

การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัสซิลิกอน เชิงพาณิชย์ได้นั้น จะต้องผ่านขั้นตอน ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 1 กล่าวคือ

1. การทำวิจัย (research) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ซึ่งส่วนใหญ่เซลล์จะถูกสร้างในพื้นที่ขนาดเล็กกว่า 10 ตารางเซนติเมตร

2. การพัฒนาเงื่อนไขสำหรับการผลิตมาก ๆ เชิงพาณิชย์ (mass production) โดยการพัฒนาเงื่อนไขในการเคลือบฟิล์มด้วยอัตราความเร็วสูงขึ้น และมี Uniformity ที่ดี นอกจากนี้ยังต้องพัฒนาเทคนิคการต่อเซลล์เข้าด้วยกัน เพื่อให้มีแรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการ

3. การพัฒนาเทคนิคการทำ production เช่น การใช้เทคนิค Roll-to-roll เป็นต้น ขนาดของเซลล์ที่ผลิตจะเป็นขนาดกว้าง 30 ซม. แต่ยาวมาก

นอกจากนี้ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนและจำนวนการผลิตที่ได้จะมีความสัมพันธ์ดังในรูป

ข้อมูลตัวอย่างของบริษัทอื่น ๆ

รูปที่ 2 และ 3 แสดงตัวอย่างของแนวความคิดดังกล่าวข้างต้น ของบริษัท Fuji Electric ในญี่ปุ่นและบริษัท Sience Solar ในอเมริกา ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้คือ

- บริษัท Fuji electric ใช้เครื่องขนาด 10 ซม. ทำวิจัย ใช้เครื่องขนาด 30 x 40 ซม. ทำการพัฒนาเงื่อนไขการทำ mass production พัฒนาเทคนิคแบบ roll-to-roll สำหรับ
- นอกจากนี้ ยังใช้เครื่อง Sputtering ขนาด 30 ซม. เคลือบโลหะของเซลล์
- เพื่อที่จะลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน บริษัท Siemens Solar ในอเมริกา ใช้เครื่องขนาด 30 ซม. ทำวิจัยและพัฒนาเทคนิคการเคลือบฟิล์ม
- ส่วนการทำ mass production จะใช้เครื่องอีกเครื่องหนึ่งที่มี electrode 12 ชั้น ขนาด 60 x 120 ซม. เพื่อเคลือบฟิล์ม
- ใช้เครื่อง Sputtering ขนาด 30 ซม. เคลือบโลหะของเซลล์

เหตุผลในการเลือกเครื่องจักรที่สามารถใช้ทำเซลล์ขนาด 30 ซม.

1. โครงการนี้ เน้นที่ development แทนที่จะเป็น research เนื่องจากในประเทศไทย ที่ผ่านมาก็มีการทำวิจัยอยู่แล้ว เพื่อที่จะสานต่อให้สามารถนำเทคนิคไปใช้ในการผลิตจริง ๆ ได้ จำเป็นต้องมีการทำโครงการทางด้าน development

นอกจากนี้ ยังมีหัวข้อที่ทำการวิจัยในต่างประเทศและประสบผลสำเร็จแล้ว เช่น การนำ microcrystalline มาใช้ แต่การนำไปใช้ในการผลิตจริง ๆ ยังไม่มีผู้ใดริเริ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการนี้บางส่วนก็จะทำการพัฒนาการนำฟิล์มนี้มาใช้ในการผลิตจริง ๆ การนำมาใช้จำเป็นต้องคำนึงถึง uniformity ของฟิล์มนี้ด้วย เนื่องจาก uniformity ของฟิล์มนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของเซลล์ จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาที่ขนาดของเซลล์ ที่ใช้จริง คือ ขนาด 30 เซนติเมตร เป็นต้น

2. เพื่อที่จะทำการผลิตให้ได้มาก จำเป็นต้องมีการพัฒนาการผลิตเซลล์ที่ความเร็วสูง แต่จะทำให้ uniformity ของการเคลือบฟิล์มไม่ดีพอ (ดังแสดงในรูปที่ 4) การพัฒนาเทคนิคการเคลือบฟิล์มที่เคลือบด้วยอัตราความเร็วสูงและมี uniformity ที่ดีจึงเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้

3. นอกจากนี้ยังต้องพัฒนาเทคนิคการต่อเซลล์เข้าด้วยกัน เพื่อให้มีแรงดันไฟฟ้าตามที่ต้องการ ซึ่งจำเป็นต้องทำในโครงสร้างที่ใช้งานจริง ๆ คือ 30 x 120 ซม. ถ้าเซลล์ที่ทำการพัฒนา ได้มีขนาดเล็กจะทำให้การต่อกันมีคุณสมบัติคาดเคลื่อน และใช้เวลาในการพัฒนานาน

4. ถึงแม้ว่า เมื่อพัฒนาโดยใช้เซลล์ขนาด 10 ซม. สำเร็จแล้วก็ตาม ในกรณีที่จะนำไปใช้ใน สายการผลิตจริง ๆ จำเป็นต้องมีการพัฒนาที่เซลล์ขนาดนำไปใช้งานจริง (ขนาด 30 ซม.) การลงทุนจะใช้เงินสูงกว่า ที่จะลงทุนทำที่ 30 ซม. และใช้ทำวิจัยและพัฒนาทั้งที่ 10 ซม. และ 30 ซม. ดังเช่นในกรณีของบริษัทSiemens Solar เป็นต้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านระบบเทคนิค

ระบบวิศวกรโครงสร้าง เลือกใช้โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เพราะเป็นวัสดุที่ผลิตได้เองในประเทศ หาได้ง่าย มีความคงทนและการใช้งานสูง

3.6.1 ระบบโครงสร้าง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้ดังนี้

1) ฐานรากและเสาเข็ม ใช้ฐานรากเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงกลมกลวงตาม มอก. 393-2524 เนื่องจากสามารถรับน้ำหนักได้สูง การตอดเสาเข็มให้ตอกวิธี AUGER - PLACE ต้องพิจารณาก่อนเมื่อได้รับอนุมัติ

2) โครงสร้างเหนือพื้นดิน ใช้โครงสร้างระบบพื้น SLAB ON BEAM ในพื้นชั้นล่างและดาดฟ้า นอกจากนั้นใช้ระบบพื้นคอนกรีตอัดแรงระบบ BONDED SYSTEM ผนังก่ออิฐ 1/2 แผ่น ฉาบปูนเรียบทาสี โดยรวม

3.6.2 ระบบพื้น

ข้อดีของพื้น FLAT PLATE

1) ให้ความบางในช่วงพื้นมาก ขณะที่ไม่ต้องมีคานใด ๆ ในช่วงเสาทำให้ความลึกพื้นลงถึงฝ้าเพดานน้อยกว่าทุกระบบ

2) ไม่มีอุปสรรคต่อการเดินท่อระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้า เพราะไม่ติดคานใด ๆ

3) การพาดช่วงกว้างเมื่อไม่ต้องการให้พื้นหนามาก หรือต้องการลดวัสดุก่อสร้างจะใช้วิธี PRESIRESS เข้ามาช่วยทำให้ลดความหนาพื้นลง ขณะที่พาดช่วงได้กว้าง โดยไม่มีการตกท้องช้าง

4) การก่อสร้างทำได้รวดเร็วกว่าวิธีอื่น ๆ เนื่องจากไม่ต้องคอยทำแบบหล่อคาน และไม่ต้องหล่อคานก่อน เมื่อใช้วิธี POST - TENGIONED จะช่วยทำให้ถอยค้ำยันครึ่งหนึ่งออกไปใช้กับชั้นต่อไปได้ก่อน

5) ประหยัดเวลาและเงินได้มากกว่า 15 %

ระบบพื้นFLAT PLATE POST-TENGIONED แบบ UNBONDED TANADONG

จากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการก่อสร้างทำให้ระบบ FLAT PLATE สามารถที่จะพาดช่วงกว้างได้มากขึ้น โดยการใช้ระบบเสริมดึง (PRESTRESS) เข้ามาช่วย

ข้อได้เปรียบในการใช้ PRESTRESSED ทำได้ดีกว่าระบบหล่อธื่น ๆ คือ

1) พื้นเสริมแรง (PRESTRESSED) ทำให้ได้ช่วงพาดเสากว้างในความหนาที่กำหนดไว้ หรือให้ได้พื้นที่บางมากกว่าในช่วงเสาเท่ากัน ข้อนี้ทำให้ลดน้ำหนักบรรทุกที่จะลงเสาลงไปตลอดถึงฐานราก ผลทำให้ประหยัดได้

2) การเสริมแรง ช่วยแก้ปัญหาการตกท้องช้างได้ดีกว่า และยังสามารถจัดให้แก้ปัญหาการตกท้องช้าง เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกได้โดยสิ้นเชิง

3) พื้นเสริมแรงนี้รับแรงอัดไว้ทั้งหมด จึงช่วยกระจายรอยแตกร้าวให้เฉลี่ยกันทั้งโครงสร้าง ไม่เกิดการแตกร้าวขนาดใหญ่ที่จุดใดจุดหนึ่ง ซึ่งอาจทำให้โครงสร้างเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) สามารถป้องกันน้ำ ซึ่งในแบบทั่วไปต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงมากกับการใส่แผ่นกันซึม ในเมื่อใช้กับพื้นดินและที่จอดรถ

5) เนื้อที่กว้าง ๆ สามารถเทคอนกรีตได้ ในการเทเพียงครั้งเดียวได้ เพราะรอยที่เกิดจากการหดตัวจะถูกดึงเข้าเมื่อมีการเสริมแรง

6) การลดจำนวนเหล็กในแผ่นพื้นช่วยให้เทคอนกรีตได้ง่ายและประหยัด

7) ความสามารถในการทำไฟมีสูง จนนับได้ว่าปลอดภัยเพราะสามารถทนไฟได้นานถึง 3 ชั่วโมง ในความหนาพื้น 152 CM. ผิวเต่ง 2.5 CM.หากเพิ่มวัสดุกันไฟที่ใต้พื้น และฝ้าเพดาน ก็จะยิ่งทนไฟได้นานยิ่งขึ้น

8) สามารถยื่นพื้น (CANTILIVERED) ออกไปได้มาก ตามปกติควรยื่นไปอย่างน้อย 1/4 SPAN

3.6.3 **ระบบประปา**

จะต้องติดตั้งท่อจากท่อประทานประปานครหลวง มายังถังเก็บน้ำสำรองในระดับดินหรือใต้ดิน ค.ส.ล. ของอาคาร แล้วสูบขึ้นถังพักน้ำบนหลังคา แล้วจ่ายน้ำไปยังห้องน้ำและบริเวณอื่น ๆ จ่ายน้ำโดยเครื่องสูบน้ำ และเพิ่มแรงดันในเส้นท่อโดยถังอัดความดัน

โดยทั่วไประบบประปาใช้สำหรับการบริโภคและดับเพลิงในอาคารสูงนั้น ระบบที่เหมาะสม คือ ระบบจ่ายน้ำจากถังสูง DOWNFEED SYSTEM BY GRAVITY HOUSE TANK ซึ่งเป็นระบบที่นิยมมาก เพราะมีความแน่นอนในการทำงานสูง ประหยัดพลังงานและควบคุมการทำงานได้ง่าย ข้อควรระวังสำหรับระบบนี้ จะต้องระวังเรื่องแรงดันของน้ำซึ่งจะต่ำเกินไป

1) ขนาดถังเก็บน้ำ ขนาดถังเก็บน้ำที่เล็กที่สุด ต้องสามารถเก็บน้ำไว้ไม่น้อยกว่าผลต่างระหว่างปริมาณน้ำที่สูบออกไฟจากถังน้ำ และปริมาณน้ำที่ไหลเข้าถังเก็บน้ำในแต่ละรอบการเดินเครื่องสูบน้ำ ส่วนขนาดของถังเก็บน้ำที่ใหญ่กว่านั้น ขึ้นอยู่กับความต้องการในการต้องการในการสำรองน้ำเอาไว้ว่าต้องการระยะเวลานานเท่าใด โดยปกติจะอยู่ระหว่าง 6 - 24 ชั่วโมง ตามลักษณะและประเภทของอาคาร รวมทั้งปริมาณน้ำสำรองเอาไว้ใช้เพื่อดับเพลิงอีกส่วนหนึ่งด้วย

2) ระบบจ่ายน้ำ เลือกใช้ระบบจ่ายน้ำถังสูง แต่อาคารมีความสูงประมาณ 4 ชั้น ทำให้แรงดันน้ำในชั้นล่างสูง ทำให้อุปกรณ์วาล์ว ต่าง ๆ เสียหายได้จึงแยกถังออกเป็น 2 ส่วน ในการจ่ายน้ำเพื่อลดแรงดันของน้ำที่สูงเกินไป โดยให้ถังน้ำบนสุดจ่ายน้ำช่วงบนของอาคาร และถังน้ำชั้นกลางของอาคารจ่ายน้ำช่วงล่างของอาคาร ส่วนการออกแบบถังน้ำ ออกแบบโดยมี 2 ถัง เพื่อความคล่องตัวในการทำงานและซ่อมบำรุง ดังนั้น ขนาดของถังน้ำแต่ละถัง มีดังนี้

จะต้องสำรองน้ำไว้เพื่อการดับเพลิง 20 % ของน้ำใช้ ใช้ถังคอนกรีตเก็บน้ำสูง 5 เมตรต้องใช้พื้นที่เก็บน้ำเพื่อดับเพลิง27ตารางเมตรได้เป็นเวลานานเกือบ90นาที(ฉีดได้ 1,600ลิตร/นาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

- จะต้องใช้พื้นที่เผื่อถังเก็บน้ำบริเวณใต้ดิน
- จะต้องใช้พื้นที่เผื่อถังเก็บน้ำบนดาดฟ้า โดยแบ่งพื้นที่สำหรับเก็บน้ำดับเพลิง 27 ตร.ม)

3.6.4 ระบบระบายน้ำฝน

ในการออกแบบและก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่จะต้องมีระบบท่อระบายน้ำฝนที่สามารถระบายน้ำจากหลังคา ดาดฟ้า กันสาด ทางเท้า สนาม ลานโล่ง ลานจอดรถ ออกสู่ทางระบายน้ำสาธารณะ ซึ่งอาจเป็นท่อระบายน้ำสาธารณะ จะต้องมีขนาดระบายน้ำที่เพียงพอระเบียงทุกระดับและลานจอดรถ พร้อมด้วย ROOF DRAIN และ AREA DRAIN ลงมายังชั้นล่างแล้วไหลออกสู่บ่อกรวด และบ่อพักของท่อระบายน้ำระดับพื้นดิน

3.6.5 ระบบบำบัดน้ำเสีย

จากการศึกษาระบบที่ใช้กับโครงการ มีด้วยกัน 3 แบบคือ

1) ระบบ Rotationg Biological Contactor

2) ระบบ Active Siupge Process

3) ถังเซ็พติก

ข้อพิจารณาในการเลือกใช้ระบบกำจัดน้ำเสีย

1) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและซ่อมบำรุง

2) ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง

3) ประสิทธิภาพในการทำงาน

4) ความแน่นอนในการใช้งาน

5) ตำแหน่งที่ตั้ง และเนื้อที่ใช้งาน

การกำจัดน้ำเสียแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. กำจัดมวลสารโดยทางกายภาพ ก่อนน้ำทิ้งจากส่วนต่าง ๆ จะผ่านขั้นแรก โดยกำจัดเศษวัสดุขยะมูลฝอยและไขมัน เช่น ตะแกรงกรองวัสดุ บ่อดักไขมัน บ่อดักทราย

2. ขบวนการบำบัดน้ำเสีย เพื่อลดมวลสารแล้วฆ่าเชื้อโรคจึงปล่อยทิ้งท่อระบายน้ำสาธารณะ ซึ่งมีหลายระบบ เช่น SEPTIC , ACTIVATED SLUDGE } ROTATING BIOLOGICSL CONTACTOR

สรุป ระบบบำบัดน้ำเสีย SEPTIC ANAEROBIC FILTER เป็นระบบที่ไม่ต้องใช้อากาศและไม่ต้องบำรุงรักษามากนัก BOD จะมีค่าต่ำ ดังนั้นพลังงานที่ต้องใช้จึงน้อยตามไปด้วย

พื้นที่ก่อสร้างโดยประมาณสำหรับระบบ ACTIVATED SLUDGE ตามปริตรของน้ำเสียโดยกำหนดความสูงสุทธิไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร (ไม่รวมระบบอื่น ๆ เช่น บ่อดักไขมัน , SEPTIC TANK)

3.6.6 ระบบปรับอากาศ

วิเคราะห์ระบบปรับอากาศในประเทศ แบ่งตามระบบการติดตั้งให้เหมาะกับสถานที่ และการใช้งาน ซึ่งแบ่งเป็น 3 แบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) แบบหน้าต่าง (WINDOW TYPE) เป็นเครื่องปรับอากาศเล็ก ใช้วิธีปรับอากาศโดยตรง ติดตั้งบนกำแพงซึ่งติดกับอากาศภายนอก ตัวเครื่องมีส่วนรับความร้อน และคายความร้อนอยู่ในกล่องเดียวกัน รับความร้อนจากภายในผ่านตัวนำไปทิ้งด้านนอกห้อง

ข้อดีของแบบหน้าต่าง

1. มีขนาดเล็ก ติดตั้งง่าย
2. มีราคาถูก เหมาะกับสถานที่เล็ก ๆ
3. การบำรุงรักษาง่าย โดยการถอดเครื่องปรับอากาศลงมาทั้งเครื่อง

ข้อเสีย

1. ความสามารถกำจัดใช้กับสถานที่เล็กเท่านั้น
2. การติดตั้งต้องเจาะผนัง อาจจะเสียความสวยงามของสถานที่ไป
3. ต้องติดตั้งกับห้องที่มีผนังด้านหนึ่งติดต่อกับภายนอก
4. มีเสียงดังรบกวน

2) **แบบแยกส่วน** (SPLIT TYPE) เป็นเครื่องปรับอากาศซึ่งได้รับการพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาในกรณีที่ไม่มีผนังติดกับภายนอก หรือไม่สามารถนำเครื่อง COMPRESSOR ของเครื่องปรับอากาศมาติดตั้งใกล้สถานที่ปรับอากาศได้ สามารถที่แยกเอาส่วนจากเครื่องมาติดตั้งในห้อง แล้วเดินท่อตัวนำไปสู่บริเวณที่จะติดตั้งเครื่องส่วนที่เหลือได้

ข้อดีของแบบแยกส่วน

1. มีผลขนาดความเย็นที่ต้องการ
2. ไม่มีเสียงรบกวนมากนัก
3. ติดตั้งได้ง่ายกว่าแบบศูนย์รวม

ข้อเสีย

1. สำหรับห้องกว้างหรือมีหลายห้อง ทำให้การเดินท่อตัวนำยุ่งยาก และถึงแม้จะแยกชุดก็จะยุ่งยากต่อการหาที่ติดตั้งหน่วยระบายความร้อน

2.การเดินท่อยาวมากๆทำให้สิ้นเปลืองและเกิดการเล็ดลอดของความร้อนสู่ภายนอกท่อ

3) **แบบศูนย์รวม** (CENTRAL TYPE) ใช้ในการปรับอากาศทั้งแบบทางตรง และทางอ้อม เป็นเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่แยเครื่องออกเป็นหลายชุด มีลักษณะการใช้งานแตกต่างกันเป็นแบบที่ใช้กับโครงการ จึงขอกล่าวถึงรายละเอียดของแบบปลีกย่อยดังนี้

WATER COOLED DIREC EXPANSION SYSTEM หรือ AWATER COOLED DIRECT REFRIGERATION SYSTEM คำว่า AIR COOLED หมายถึงการระบายความร้อน CONDENSOR ด้วยอากาศ ระบบนี้มีส่วนคล้ายคลึงกับ ต่างกันที่ระบบ AIR COOLED DIRECT REFRIGERATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYSTEM มีขนาดใหญ่กว่ามาก และมีเครื่องกำเนิดความเย็นชุดเดียวในการจ่ายแก่ COOLING COIL หลายชุด และอาจใช้ประกอบกับระบบท่อลมด้วยก็ได้

WANTED COOLED CHILLET WATER SYSTEM ใช้น้ำระบายความร้อน แก่ ร้อน CONDENSOR และใช้น้ำเกลือหล่อเย็นในการส่งผ่านความร้อนภายในห้องมารับ ความร้อน COOLING COIL ระบบนี้เหมาะกับโครงการที่มีห้องจะปรับอากาศหลายห้อง เพราะมีข้อดีหลายประการ คือ ป้องกันเสียงรบกวนระหว่างห้อง สามารถป้องกันการแพร่ของไฟ และควัน ตามช่องลมได้เป็นอย่างดี ทั้งยังต้องการช่องเดินท่อน้อยกว่า เหมาะกับอาคารโรงแรม ที่พักอาศัย ร้านค้าที่มีการค้าแตกต่างกัน ทั้งยังง่ายต่อการควบคุมอุณหภูมิเฉพาะส่วนโดยการใช้เทอร์โมพลัท หยุดการไหลของน้ำเย็นเข้าสู่ COOLING COIL UNIT ทำให้เกิดการผ่ากลับสู่เครื่องได้

AIR COOLED CHILLED WATER SYSTEM แบบนี้คล้ายแบบที่ 3 แต่ระบายความร้อน CONDENSOR ผ่านอากาศ สำหรับอากาศที่ภูมิภาคมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมากอยู่แล้วก็เพียงพอต่อการระบายความร้อนของ CONDENSOR ด้วยอากาศ

ข้อดีของแบบแยกส่วน

1. เหมาะกับพื้นที่ปรับอากาศขนาดใหญ่
2. มีเครื่องรวมที่จุดเดียวกัน บำรุงรักษาง่าย
3. ไม่มีเสียงรบกวนในบริเวณปรับอากาศ
4. มีให้เลือกใช้งานกับงานได้ทุกแบบ
5. ใช้กับโครงการใหญ่จะประหยัดกว่าเครื่องเล็ก ๆ หลาย ๆ เครื่อง

ข้อเสีย

1. ต้นทุนสูงมาก
2. การติดตั้งต้องพิถีพิถัน และมีการเตรียมการเดินท่อ
3. ค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาสูง

ขนาดคูลลิ่งทาวเวอร์ ขนาดของคูลลิ่งทาวเวอร์ สำหรับโครงการคือขนาด 6000 ตัน จำนวน 5 เครื่อง โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.60 เมตา สูง 5.40 เมตร น้ำหนักเครื่องละ 10,500 กิโลกรัม ส่วนห้องเครื่องเป่าลมเย็นคิดแยกตามพื้นที่ในแต่ละชั้นหรือตามแต่ละส่วนที่จัดให้มีหัวเครื่องแยกเฉพาะ

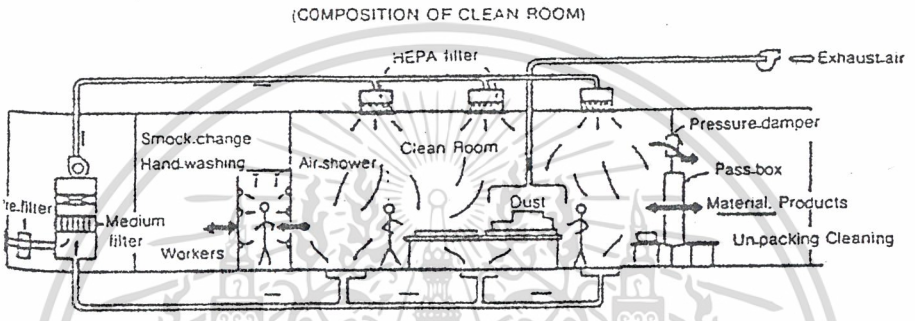
การระบายอากาศ การเลือกระบบระบายอากาศ เลือกใช้การระบายอากาศโดยวิธีกลแบบระบายอากาศแบบรวม เพราะสามารถระบายอากาศโดยไม่ต้องอ่านทิศทางลมหรือดินฟ้าอากาศ และเป็นระบบที่มีท่อสกัดควันเพื่อป้องกันควันไฟจากชั้นหนึ่งไปยังอีกชั้นหนึ่ง โดยจะผ่านท่อระบายอากาศ นอกจากนี้ยังลดการถ่ายทอดเสียงที่เกิดจากระบบระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

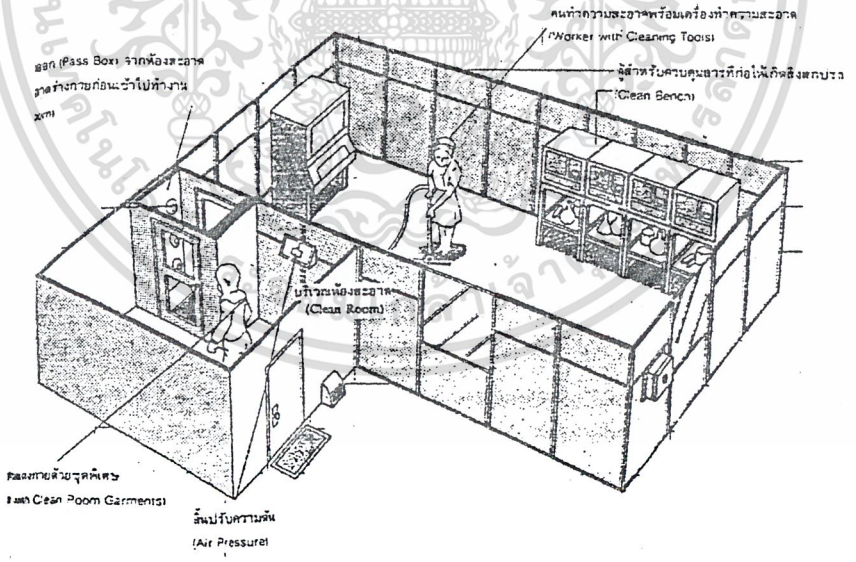
ระบบอากาศในห้องสะอาด

ห้องสะอาด (clean room) หมายถึง ห้องที่มีความสะอาด และปราศจากฝุ่นละออง และอนุภาคต่าง ๆ ส่วนห้องสะอาดที่ใช้สำหรับสาขาที่เป็นเทคโนโลยี เช่น อุตสาหกรรมทางอิเล็คทรอนิกส์ ฯลฯ นั้นจะมีการควบคุม 2 อย่างคือ อนุภาค จุลินทรีย์ที่มีชีวิต และอนุภาค ฝุ่นละออง เพื่อให้ได้ห้องที่มีความสะอาดอย่างแท้จริง

เทคโนโลยีทางด้านห้องสะอาดในปัจจุบัน ได้ถูกนำมาเกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศ ซึ่งใช้ควบคุมสภาวะแวดล้อมสำหรับความสะอาดของห้อง



ภาพที่ 3.7 แสดงองค์ประกอบของห้องสะอาด (Composition Of Clean Room)

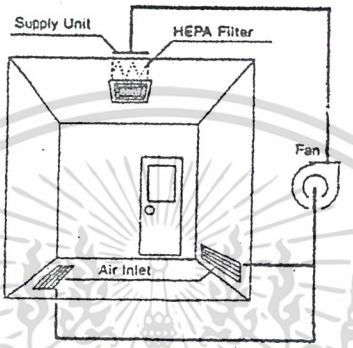


ภาพที่ 3.8 แสดงลักษณะห้องสะอาด และอุปกรณ์ต่างๆ ในห้องสะอาดและคนทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

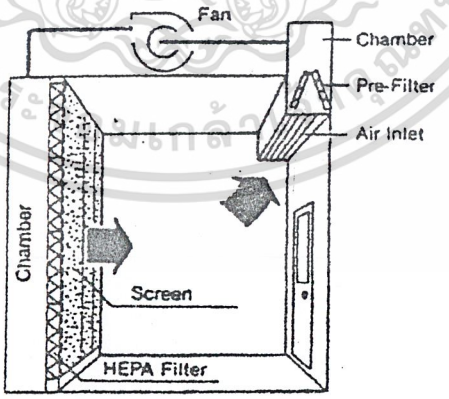
อนุภาคต่าง ๆ ที่มีอยู่ในอากาศ มีหลายชนิด เช่น วัตถุขนาดเล็ก เศษผง เศษละอองโลหะ ควันบุหรี่ และแบคทีเรีย ฯลฯ เป็นตัวก่อให้เกิดความสกปรกในอากาศ ซึ่งสามารถกำหนดแบบต่าง ๆ ของห้องสะอาด (TYPE OF CLEAN ROOM) ได้ 3 แบบ ตามลักษณะการไหลของอากาศ

1) แบบธรรมดาทั่วไป การไหลของอากาศเหมือนกับระบบปรับอากาศทั่วไป แต่มีการใช้แผงกรองอากาศชนิดมีประสิทธิภาพสูง (HEPA FILTER)



ภาพที่ 3.9 แสดงห้องสะอาดแบบธรรมดา

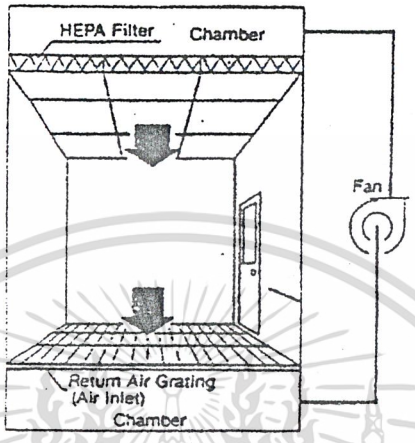
2) แบบการไหลชนิดลามินทร์ในแนวนอน (HORIZONTAL LARMINAR (CROSS FLOW) CLEAN ROOM) ห้องสะอาดแบบนี้ใช้ (HEPA FILTER) ปูเต็มผิวของผนังห้อง และส่งลมที่มีความเร็วคงที่ผ่านห้องสะอาด และดูดกลับผ่านเพดาน กลับไปยังเครื่องเป่าลม ห้องชนิดนี้ในทางปฏิบัติใช้กับอุตสาหกรรมอิเลคทรอนิกส์ และห้องทดลองชีวะโดยทั่วไป



ภาพที่ 3.10 แสดงห้องสะอาดแบบการไหลชนิดลามินาร์ในแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

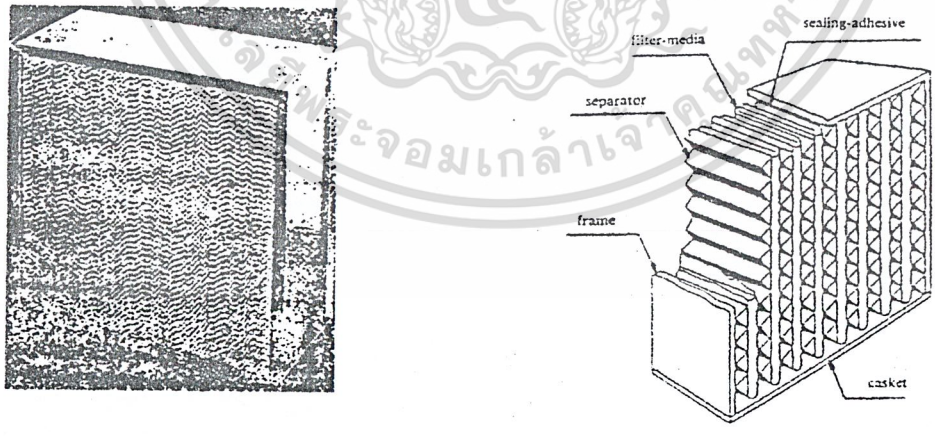
3) แบบการไหลชนิดลามินท์ในแนวดิ่ง (VERTICAL LIMINAR FLOW (DOWN FLOW) CLEAN ROOM) ใช้แผงกรอง HEPA FILTER ปูเต็มเพดานอากาศจะถูกส่งลงจากเพดานผ่าน แผงกรองอากาศในแนวดิ่ง และลมกลับจะผ่านพื้นที่โปร่งเป็นตารางกลับสู่เครื่องเป่าลมเย็นต่อไป ในทางปฏิบัติห้องแบบนี้ใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็คทรอนิกส์ผลิตพวก IC/LCI เป็นต้น



ภาพที่ 3.11 แสดงห้องสะอาดแบบการไหลชนิดลามินาร์ในแนวดิ่ง

แผ่นกรองอากาศเฮฟป้า (HEPA FILTER) คือแผงกรองอากาศแบบแห้ง (Dry Type Filter) ติดตั้งกับกรอบที่แข็งแรงมีความสามารถในการสะสมอนุภาคได้มีประสิทธิภาพถึง 99.97 %

สำหรับอนุภาคที่มีขนาด 0.3 ไมครอน มีขนาด 24 "x 24 " หรือ 24 "x48 " หนาตั้งแต่ 2 3/4 " , 3" , 6 " และ 12 " ตัวกลางในการกรองอากาศมักจะทำจากเส้นใย และกระดาษพับเป็นหยักแล้วเรียงซ้อนกัน



ภาพที่ 3.12 แสดงลักษณะตัวกรอง HEPA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ตรงประตูทางออกจากห้องสะอาด จะเป็นคนละทางกับทางเข้า มักจะมี*****หรือม่านอากาศ ช่วยกันฝุ่นเข้ามาในห้อง ม่านอากาศมีหลายชนิดทั้งชนิดเป่าจากข้างบน และชนิดเป่าจากด้านข้าง

การจัดวางห้องสะอาด ต้องเอาห้องสะอาดที่มี****ต่ำสุดไว้ในสุด และความดันอากาศภายในห้องมีความดันสูงสุด เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นและจุลภาคเข้าไปได้ วัสดุที่เลือกใช้ทำผนัง และเพดานจะต้องทำความสะอาดได้ง่าย ไม่เกาะฝุ่น กันความร้อน และความชื้นได้ดี เพดานเป็นแผ่นฝ้าทีบาร์มีซีลรอยแผ่นฝ้า เพื่อไม่ให้ลมซึม โคมไฟเลือกใช้ที่มีผลการเป่าลมน้อยที่สุด และควรมีแผ่นปิดชนิดเรียบ

3.6.7 **ระบบกำจัดขยะ**

ระบบกำจัดขยะสำหรับโครงการจะใช้วิธีการทิ้งขยะโดยการขนย้ายไปไว้ในส่วนการรวบรวมขยะ เพื่อรอการขนย้ายไปทิ้งต่อไป ซึ่งลักษณะของที่พักรวมขยะจะสร้างด้วยผนังวัสดุถาวร พื้นผิวภายในเรียบและกันน้ำซึม มีการป้องกันกลิ่น และน้ำฝนตลอดจนการระบายอากาศและป้องกันน้ำเข้า

3.6.8 **ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง**

ระบบไฟฟ้าปกติ โดยทั่วไปสำหรับโครงการขนาดใหญ่ จะต้องใช้ระบบที่สามารถเปลี่ยนแปลงความต้องการใช้พลังงานของผู้ซื้ออาคารได้ง่าย ระบบที่ใช้ในโครงการนี้เป็นแบบ CENTERLIZED MAIN POWER SUPPLY SYSTEM เป็น 3 เฟส กระแสลับมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง ต่อจากเมนกระแสแรงสูง เป็นกระแสแรงต่ำผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 12 KV ให้ VOLTSGE 200/380 หม้อแปลงจัดแยกเป็น 2 ชุด สำหรับไฟฟ้าแสงสว่างและกำลังอีกชุดสำหรับเครื่องปรับอากาศ และเครื่องจักรต่าง ๆ

ระบบไฟฟ้าในโครงการจะใช้ไฟฟ้าขนาด 3 เฟส 4 สาย จากไฟฟ้านครหลวง โดยต่อแยกสายเมนกระแสแรงสูงเป็นกระแสแรงต่ำ โดยการผ่านหม้อแปลง ขนาด 12 KV เป็น 2 ขนาดคือ

1. ขนาด 380 โวลต์ สำหรับจ่ายให้กับเครื่องและอุปกรณ์ในการรับอากาศ ระบบระบายอากาศลิฟต์ เป็นต้น

2. ขนาด 200 โวลต์ เฟสเดียว 50 รอบ/วินาที ใช้สำหรับไฟฟ้าแสงสว่าง

ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน เป็นระบบไฟฟ้าที่มีความจำเป็นสำหรับอาคาร โดยทั่วไปจะมี 2 ระบบคือ ระบบหนึ่งเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล ซึ่งต้องเป็นชนิดทำงานโดยไม่อัตโนมัติ ติดสตาร์ทเครื่อง และมีสวิทช์สำหรับสับเปลี่ยนจ่ายไฟฟ้าให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สำคัญ เช่น ลิฟต์ เครื่องสูบน้ำประปา ไฟฟ้าแสงสว่างในบริเวณที่สำคัญ เครื่องสูบน้ำดับเพลิง ระบบแจ้งสัญญาณเพลิงอัตโนมัติ เป็นต้น

อีกระบบหนึ่งจะต้องมีคือ ระบบไฟฟ้าที่ใช้ป้อนจากแบตเตอรี่เพื่อให้แสงสว่างในช่วงก่อนระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะจ่ายเข้ามาใช้งานได้ หรือในกรณีฉุกฉิน เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสตาร์ทไม่ติด ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้จากแบตเตอรี่นี้ต้องติดตั้งในบริเวณที่มีความสำคัญต่อความปลอดภัยของชีวิต เช่น หลอดไฟใต้ทางหนีไฟ โคม บันไดหนีไฟ ไฟฉุกเฉินในลิฟต์ ไฟแสงสว่างในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ระบบแบตเตอรี่เป็นแบตเตอรี่ชาร์ตไฟเองได้ตลอดเวลาโดยอัตโนมัติ ซึ่งอาจจะมีหลายชุดเพื่อแยกจ่ายดวงโคมให้ทั่วถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบแสงสว่างในอาคารนั้น ชนิดและขนาดโคมไฟที่เหมาะสมในส่วนของอาคารสำนักงาน คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ 3 หลอด ขนาด 0.60 X 1.20 เมตร กำลัง 60 วัตต์ ซึ่งสามารถให้ความสว่างคลุมพื้นที่ใช้งานได้ 6.00 - 6.00 เมตร

ทางโครงการจะต้องจัดดำเนินการกับการไฟฟ้านครหลวง เพื่อกำหนดหม้อแปลงไฟฟ้า ทำกาจัดหา และทำการติดตั้งสายเมนแรงต่ำ แผงสวิทช์ใหญ่ แผงสวิทช์ประจำชั้น แผงสวิทช์เครื่องปรับอากาศ สายเมนย่อย ต่าง ๆ การเลือกใช้หม้อแปลงชนิดแห้งติดตั้งภายในอาคาร

ไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินติดตั้งชนิด 3 เฟส 4 สาย 380 V. 50 HL.. ใช้สำหรับเดินเครื่องอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ ลิฟต์ ระบบโทรศัพท์ ระบบควบคุมแผง (FIRE ARAM SYSTEM) พัดลมดูดอากาศในช่องบันไดหนีไฟ ปั๊มในระบบสุขาภิบาล เป็นต้น

ไฟฟ้าทรงสูงสาย MAIN จะเข้าอาคารเดินจากสานประทาน เข้าไปยังห้องเครื่องแปลง โดยมีตู้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าทรงสูงครบชุด และตู้ควบคุมสำหรับการจ่าย และไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคาร 1 ชุด และติดตั้งแผงควบคุมไฟฟ้ากำลังของแต่ละชั้น เพื่อควบคุมไฟเฉพาะส่วน สายดิน(GROUND SYSTEM) ได้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ปั๊มและปลั๊กไฟทุกจุด

3.6.9 ระบบป้องกันฟ้าผ่า

จากการพิจารณาระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีด้วยกัน 2 ระบบ คือ ระบบดูดประจุ ระบบที่เหมาะสมกับโครงการ คือ ระบบดูดประจุเพราะเป็นระบบที่ราคาถูก มีประสิทธิภาพในการป้องกันแน่นอน ซึ่งระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าประกอบด้วยเสาล่อฟ้า สายนำลงดิน และสายหลักดิน

1) สายล่อฟ้า มีลักษณะแยกแหลมติดตั้งอยู่ส่วนบนสุดของอาคาร นอกจากนี้ยังมีเสาล่อฟ้าทางด้านข้างของอาคารอีกด้วย

2) สายนำลงดิน สำหรับสายนำลงดินต้องมีขนาดพื้นที่ภาคตัดขวางเทียบได้ไม่น้อยกว่าสายทองแดงตีเกลียวขนาด 30 มิลลิเมตร สายนำลงดินต้องเป็นระบบที่แยกอิสระจากระบบดินสายอื่น

จากการที่ตัวอาคารมีพื้นที่มากกว่า 100 ตารางเมตร และมีเส้นรอบรูปมากกว่า 3500เมตร จึงจำเป็นต้องมีสายตัวนำโดยรอบอาคาร และมีสายนำลงดินต่อสายตัวนำห่างกันทุกระยะไม่เกิน 30 เมตร ทั้งนี้สายนำลงดิน ของอาคารจะต้องไม่น้อยกว่า 2 สาย

3) สายหลักดิน จากการที่โครงการตั้งในเขตพื้นที่ที่มีความชื้นในดินสูงทำให้ความต้านทานของดินลดลง หลักสายดินชนิดแบบแท่งกลม หรือแบนจึงมีความเหมาะสมกว่าแบบเส้นกลม ฝังรากสายดินมากขึ้น สำหรับความยาว หรือจำนวนแท่งสามารถคำนวนจากสูตร โดยวิศวกรจะเป็นผู้ออกแบบคำนวนให้

ระบบ FARADYA CAGE ระบบนี้ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านตัวนำลงดิน โดยไม่ใช้สายทองแดงหรือสายตัวนำอื่น แต่ใช้หลักการคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ใช้เหล็กโครงสร้างตามแนวดิ่ง (เหล็กเสริมเสา) เป็นตัวนพลงดินโดยมีความต่อเนื่องทางไฟฟ้า ตลอดความสูงอาคาร อย่างน้อยจำนวน 4 มุม ตัว SPAN กว้างมากต้องใช้เสาหลายต้นมีระยะห่างไม่เกิน 30 เมตร ตามมาตรฐาน BS

2. ทุกระดับความสูง 30 เมตร ต้องมีการเชื่อมเหล็กเสริมคานรอบนอกเป็นวงกลม แล้วเชื่อมเหล็กต่อตามข้อ 1

3. เสาเข็มสามารถใช้แทนหลักสายดินได้โดยการเชื่อมกับเหล็กเสริมเสา

3.6.10 ระบบติดต่อสื่อสาร

ระบบโทรศัพท์ ใช้ระบบอิเล็กโทรนิคควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ แยกตู้สาขาเฉพาะสำหรับใช้ในศูนย์ฯลฯ มีทั้งโทรศัพท์สายตรง และโทรศัพท์ภายใน

การติดต่อสายบริการจากห้องพักสามารถใช้ได้ทั้งโทรศัพท์ภายใน และโทรศัพท์ภายนอก การต่อสายบริการภายใน สามารถติดต่อได้โดยใช้แผงโทรศัพท์ร่วมซึ่งควบคุมโดยพนักงานรับโทรศัพท์ของทางศูนย์ฯลฯ ส่วนการโทรศัพท์ออกภายนอกสามารถติดต่อโดยตรงมีมิเตอร์ติดอยู่และแสดงการใช้งานของโทรศัพท์แต่ละเครื่องไปยังแผงควบคุม การใช้งานของโทรศัพท์แต่ละเครื่องไปยังเครื่องควบคุมการใช้โทรศัพท์ของศูนย์ ฯลฯ

การต่อสายภายนอกเข้าสู่ห้องพัก สามารถทำได้โดยผ่านพนักงานรับโทรศัพท์ ซึ่งจะเสียบสายนอกเข้ากับสายภายในได้ตามต้องการ

การเดินสายโทรศัพท์ ใช้ตามมาตรฐานขององค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย วิธีการเดินสายภายในควรสัมพันธ์กับการเดินสายไฟฟ้าโดยตรง เดินสายในท่อใต้พื้น และมี OUT LET ทุก ๆ หน่วยของห้องพักและตามจุดต่าง ๆที่จัดไว้

ระบบโทรคมนาคม (TELECOMMUNICATION SYSTEM) เป็นตัวเชื่อมโยงผู้ที่อยู่ภายในอาคารกับเครือข่ายของฐานข้อมูลและการติดต่อสื่อสารภายนอก โดยอาศัย HIGH SPEED DIGITAL DATA LINE หรือการใช้ดาวเทียม อุปกรณ์หลักประกอบด้วย PABX (PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE) และ PACKET SWITCHING SYSTEM การสื่อสารในอาคารอาศัยโทรศัพท์ระบบดิจิตอล เครื่องโทรสารชนิดความเร็วสูง เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และ TERMINALS อื่น ๆ

3.6.11 ระบบป้องกันอัคคีภัย

1. ระบบสัญญาณเตือนภัย เป็นไปตามการศึกษาข้อมูลคือ ประกอบด้วย 5 ส่วนโดยทำงานเชื่อมโยงกันได้แก่ ชุดจ่ายไฟ แผงควบคุม อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ อุปกรณ์แจ้งสัญญาณ และอุปกรณ์ประกอบ เช่น ระบบควบคุมความดันในช่องบันไดหนีไฟ การเปิด - ปิดประตูหนีไฟ ระบบควบคุมลิฟต์ และระบบพัดลมในระบบปรับอากาศ

2. ระบบดับเพลิง ระบบดับเพลิงที่ใช้ในโครงการ แยกออกได้เป็น 2 ระบบใหญ่ ๆ คือ

1) ระบบดับเพลิงด้วยน้ำชนิดสายสูบ โดยใช้ระบบท่อเปียก เพราะไม่ได้อยู่ในเขตหนาวจึงไม่มีปัญหาการแข็งตัวของน้ำในท่อ โดยใช้สายสูบแบบสายอ่อนพันแขวนเก็บในตู้ขนาด 0.65 มิลลิเมตร พร้อมหัวฉีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด 25 มิลลิเมตร โดยให้ตู้ดับเพลิงห่างกัน 30 เมตร ติดตั้งในตู้ดับเพลิง สายยาว 23 เมตร ติดตั้งบริเวณ CORE LIFE และบันไดหนีไฟ โดยให้ตู้ดับเพลิงห่างกัน 30 เมตร พร้อมกับมีเครื่องดับเพลิงชนิดมือถืออยู่ถ้วย

ในการเลือกระบบจ่ายน้ำ จะใช้ข้อพิจารณาดังนี้

- ประสิทธิภาพของระบบ
- ความรวดเร็วในการทำงาน
- ความเหมาะสมกับโครงการ
- งบประมาณ
- ความนิยมใช้

สรุประบบโปรยน้ำเป็นฝอยใช้การจ่ายน้ำแบบท่อเปียก เนื่องจากเป็นระบบไม่ยุ่งยาก ไม่ต้องใช้คนควบคุม สามารถดับเพลิงได้ทันทีที่หลอดแก้ว ที่หัวสปริงกอร์แตก และน้ำก็จะฉีดออกมาเป็นฝอย โดยติดตั้งในส่วนต่าง ๆ ของโครงการ ยกเว้นห้องคอมพิวเตอร์และห้องทดลองจะใช้ระบบแก๊สฮาล่อนแทนเพื่อป้องกันความเสียหายต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เป็นอุปกรณ์พิเศษ โดยใช้แก๊สฮาล่อน เบอร์ 1301 ซึ่งมีอันตรายต่อมนุษย์น้อยที่สุด

แหล่งจ่ายน้ำของระบบได้จากถังจ่ายน้ำบนอาคารทั้ง 2 ZONE นอกจากนี้ยังมีการต่อท่อรับน้ำภายนอกอาคาร เพื่อให้รถบรรทุกน้ำของเจ้าหน้าที่มาทำการจ่ายน้ำให้ ในกรณีน้ำในถังหมดลง นอกจากนี้ยังเป็นส่วนช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถใช้สายดับเพลิงบนอาคารได้อย่างต่อเนื่องอีกด้วย ส่วนถนนทางเข้า - ออก มีส่วนจำเป็นต่อการดับเพลิง ดังนั้นถนนควรมีความกว้างต่ำสุด 3.60 เมตร และรัศมีการกลับรถ 10 ถึง 22 เมตร ระบบหนีไฟภายนอกอาคาร เป็นลักษณะเปิดเพื่อช่วยการระบายอากาศ

3.6.12 ระบบรักษาความปลอดภัย

ระบบรักษาความปลอดภัยสำหรับโครงการ แบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

1) ระบบรักษาความปลอดภัยจากอัคคีภัย

- ระบบเตือนภัยมีเครื่องรับสัญญาณจากเครื่องตรวจจับควันsmoke detector ความร้อน heat detector ที่ตั้งไว้ตามจุดต่าง ๆ ของอาคารเพื่อตรวจเช็ค และแก้ไขเหตุการที่เกิดขึ้นได้ทันที

- ระบบดับเพลิง จะทำงานโดยอัตโนมัติ เมื่อเกิดอัคคีภัยได้แก่ SPRINKER SYSTEM นอกจากนี้ยังมีหัวดับเพลิงพร้อมสายยางฉีด ถังน้ำยาเคมีทุกชั้นของอาคาร

- ระบบแจ้งเหตุฉุกเฉิน เป็นกริ่งสัญญาณเพื่อกดแจ้งเหตุฉุกเฉิน ไปยังหน่วยรักษาความปลอดภัยของอาคาร

- ระบบหนีไฟ ผนังโดยรอบทำเป็นผนังกันไฟ ประตูทำ 2 ชั้น เพื่อป้องกันควันเข้าไปในบันไดหนีไฟ และใช้เครื่องอัดอากาศเข้าไปในบันไดหนีไฟ โดยการระบายควันออกทางช่องเปิดของทางเดิน และช่องท่อที่มีท่อสกัดควันอยู่แล้ว นอกจากนี้ยังต้องก่อสร้าง FIRE DAMPER ที่ช่องลมจากห้องเครื่องที่จะไปยังห้องต่าง ๆ เพื่อป้องกันควันไฟ และเดินท่อลมสำหรับอัดอากาศ ส่วนชั้นที่ถูกเพลิงไหม้จะดูดอากาศออก ทำให้ชั้นที่อยู่ติดกับชั้นที่เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพลิงไหม้ เป็น POSITIVE PRESSURE ชั้นที่เกิดเพลิงไหม้จะเป็น NAGATIVE PRESSURE เป็นการสกัดเพลิงและควันไม่ให้ไปชั้นอื่นได้

จัดทางหนีไฟทางบันไดชนิดติดภายนอก ภายในอาคารและทางหนีไฟ ระบบทางหนีไฟทางอากาศด้วย

2) ระบบรักษาความปลอดภัยทั่ว ๆ ไป

- ระบบเจ้าหน้าที่ประจำ ได้แก่ยามรักษาความปลอดภัย ซึ่งจัดให้มีการรักษาความปลอดภัยในแต่ละส่วนของโครงการที่สำคัญ

- ระบบโทรศัพท์ภายใน ใช้สำหรับแจ้งเหตุร้ายในส่วนที่เกิดขึ้นในส่วนต่าง ๆ ของอาคารโดยต่อสายเข้ามายังหน่วยรักษาความปลอดภัย

- ระบบตรวจการเข้า - ออก จัดให้มียามรักษากรณีประจำในส่วนของ

3.6.13 ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ที่ใช้โดยทั่วไป มี 4 ระบบ คือ

1) PRIVATE MANUAL BRANCH EXCHANGE (PMBX OR PAY) ระบบโทรศัพท์ที่ติดต่อระหว่างภายใน และภายนอก โดยผ่านโอเปอร์เรเตอร์สามารถขยายได้ 50 สาย สำหรับภายใน และ 10 เลขหมาย สำหรับติดต่อภายใน

2) PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE (PABX OR PAY) เป็นระบบโทรศัพท์สายตรงซึ่งสามารถติดต่อโดยตรงระหว่างภายใน และภายนอกโยอัตโนมัติ มีกำลังขยายมากกว่า 50 เลขหมาย โดยไม่ต้องผ่านโอเปอร์เรเตอร์

3) PRIVATE MANUAL EXCHANGE (PMX) AND PRIVATE AUTOMATIC EXCHANGE (PAX) เป็นระบบที่ติดต่อ ระหว่างภายในซึ่งซึ่งแยกอิสระจากระบบสาธารณะ

4) Inform Direct Speed System เป็นระยะติดต่อภายในโดยตรง ใช้ติดต่อระหว่างส่วนต่าง ๆ เช่น ภายในแผนก สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

- Guest Lines
- Administration Line
- Service Line

ตำแหน่งติดตั้งโทรศัพท์ ควรคำนึงถึงการใช้ยามฉุกเฉิน การบำรุงรักษาได้สะดวกเป็นเกณฑ์

ตารางที่ 3.32 แสดงขนาดของช่องติดต่อโทรศัพท์สาธารณะ

	กว้าง	ลึก	สูง
ขนาดที่วางที่พอดีสำหรับโทรศัพท์ 1 เครื่อง และการใช้งาน	850 มม. 34 นิ้ว	850 มม. 34 นิ้ว	2100 มม. 83 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเดินสาย แบ่งออกเป็น 2 แนว คือ

- ตามแนวนอน ตามช่องเพดาน หรือในคอนดูอิส (Horizontal Distribution)
- ตามแนวตั้ง ตามช่องทางเดินท่อ (Vertical Distribution)

ลักษณะและความต้องการพื้นที่ใช้สอยสำหรับห้องโอเปอร์เรเตอร์

Constructional Equipment เพดานสูงไม่น้อยกว่า 2.82 เมตร (9 ฟุต 3 นิ้ว) พื้นที่สามารถรับน้ำหนักได้ 450 กก./ $ม^2$ สามารถกั้นผนังได้ พื้นห้องต้องบุด้วยผิว Thermoplastic หรือ Vinyl Tiles

3.5.14 **ระบบเดินสายไฟ** (Conduit System)

คือระบบการเดินสายไฟฟ้าผ่านในท่อโลหะ ซึ่งจะช่วยป้องกันสายไฟฟ้าจากความร้อน ความชื้นและยังป้องกันอุบัติเหตุ จากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรด้วยท่อ Conidition ปกติทำด้วยเหล็กชุบ Galvanized ภายในห้องเรียบไม่มีตะเข็บเพื่อป้องกันสายไฟชำรุด แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

- Electricsl matal tube (B.T.M)

เป็นท่อขนาดบางใช้ฝังในกำแพงอิฐ หรือแขวนในฝ้าเพดาน

- Regid steel conduit

เป็นท่อชนิดหนา ใช้ฝังในพื้นหรือดินที่มีความชื้น

สาเหตุที่เลือกใช้ระบบ Conduit System

- มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย สามารถซ่อนอยู่ในผนังหรือเพดานได้อย่างมิดชิดโดยไม่ทำให้สายไฟชำรุด
- ความสะดวกในการติดตั้ง สามารถซ่อมได้ง่าย มีความประหยัด ทั้งช่วยรักษาไฟฟ้า ช่วยให้อายุการใช้งานนานขึ้น
- ช่วยป้องกันไฟไหม้อันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร หรือจากการที่กระแสไฟฟ้า Overload

3.6.15 **ระบบสำรองจ่ายไฟ**

ในกรณีที่สายไฟฟ้า จากการไฟฟ้านครหลวงเกิดขัดข้อง ทางโรงพยาบาลต้องจัดเตรียมเครื่องปั่นไฟสำรองไว้จำนวน 1 เครื่องเรียกว่า Automatic emegencydiesel generstor มีคุณสมบัติโดยทั่วไปคือ

- Continious service เครื่องกำเนิดไฟฟ้า generator set เป็นระบบที่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้า Crcato outlot โดยไม่จำกัดระยะ

- Motor staring capability เครื่องกำเนิดไฟฟ้า generator set เป็นแบบที่สามารถ starte อุปกรณ์ไฟฟ้า ที่เป็น motor ได้ automatic transfer switch

- การทำงานเมื่อกระแสไฟฟ้านครหลวงดับ หรือกระแสไฟฟ้าตกลงต่ำกว่า 70% เป็นเวลานาน 3 นาที transfer switch จะอยู่ในตำแหน่งที่ load ต่อกับวงจรไฟฟ้านครหลวง หลังจากที่เครื่อง start แล้วและสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สั่งจ่าย voltage และ frequency ไม่ต่ำกว่า 90% ของ rating transfer switch จึงสับเปลี่ยน load ให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

- Time delay ช่วงเวลาที่ช้าไปนับตั้งแต่ระบบไฟฟ้านครหลวงดับ จนกระทั่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สามารถสั่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่ load ได้เต็ม ต้องไม่นานกว่า 10 วินาที่ นับรวม timedelay 3 วินาทีด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การวิเคราะห์รายละเอียดที่ตั้งโครงการ

ที่ตั้งโครงการ

ศูนย์ฝึกอบรมของอุทยานวิจัยวิทยาศาสตร์ ตั้งอยู่ภายในอุทยานวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ณ จุดเชื่อมต่อระหว่างมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์รังสิต และสถาบันเทคโนโลยี ซึ่งได้รับโอนกรรมสิทธิ์ที่ดินจากราชพัสดุ ห่างจากสนามบินดอนเมือง 20 กม. บนถนนพหลโยธิน กม.42 มีพื้นที่ประมาณ 200 ไร่

ทิศเหนือ	ติดกับที่ดินเอกชน
ทิศตะวันออก	ติดกับสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
ทิศตะวันตก	ติดกับมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์รังสิต
ทิศใต้	ติดกับมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์รังสิต

ลักษณะทางกายภาพ

สภาพทั่วไป เป็นดินร่วนปนดินเหนียว ไม่มีน้ำท่วมขัง

สภาพภูมิอากาศ ลักษณะอากาศแบบร้อนชื้น ฝนตกชุกในฤดูฝน ฤดูร้อนอากาศร้อนจัด ฤดูหนาวอากาศแห้งและเย็น

อุณหภูมิ ฤดูร้อน อุณหภูมิเฉลี่ยในเดือนเมษายน ประมาณ 30 องศาเซลเซียส
ฤดูหนาว อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26.6 องศาเซลเซียส

ความชื้น ความชื้นสัมพัทธ์ 62.5% ในเดือนมกราคม สูงสุดในเดือนกันยายน 82.6%

ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำฝนที่มากที่สุดในเดือน กันยายน ประมาณ 275มม. ต่ำสุดในเดือนมกราคมประมาณ 15 มม.

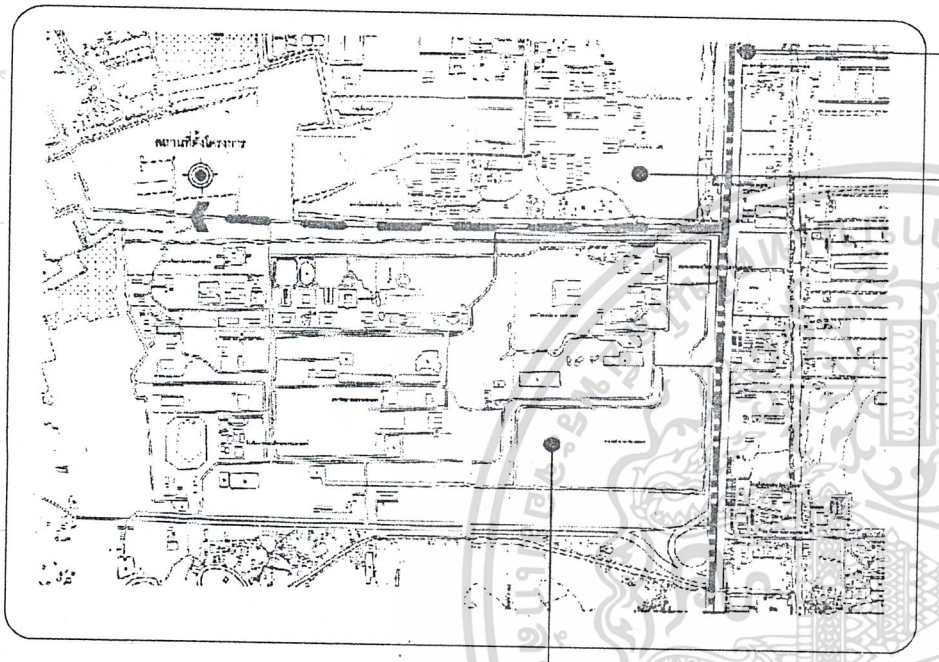
การเข้าถึง

- ทางด่วน ถนนวงแหวน โทลเวย์ และระบบขนส่งมวลชน (MASS TRANSIT) ในอนาคต
- บริการขนส่งมวลชนกรุงเทพ สาย 29 39 ปอ.29 ปอ.39
- ใกล้สนามบินดอนเมือง (20 กม.) และสถานีรถไฟ (3 กม.)

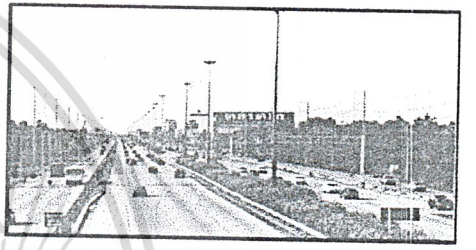
สภาพแวดล้อม และสิ่งอำนวยความสะดวก

- ล้อมรอบด้วย SPORT COMPLEX ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สำหรับ ASIAN GAME 1998
- ที่พักอาศัยจำนวนมาก ใน SPORT COMPLEX
- สนามกอล์ฟ
- โรงเรียนอนุบาล และโรงเรียนนานาชาติ
- นิคม และเขตอุตสาหกรรม
- โรงพยาบาลขนาดใหญ่
- ศูนย์การค้าขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



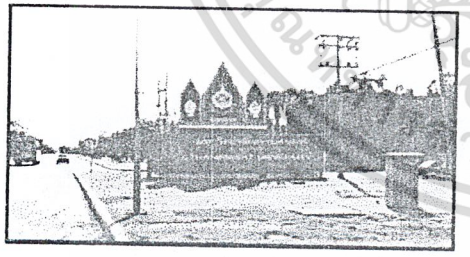
ผังแสดงที่ตั้งโครงการ



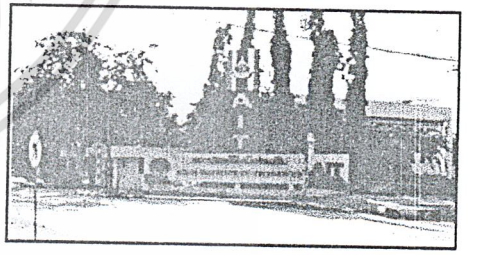
ตลาดไท

การเข้าถึง

ถนนพหลโยธิน

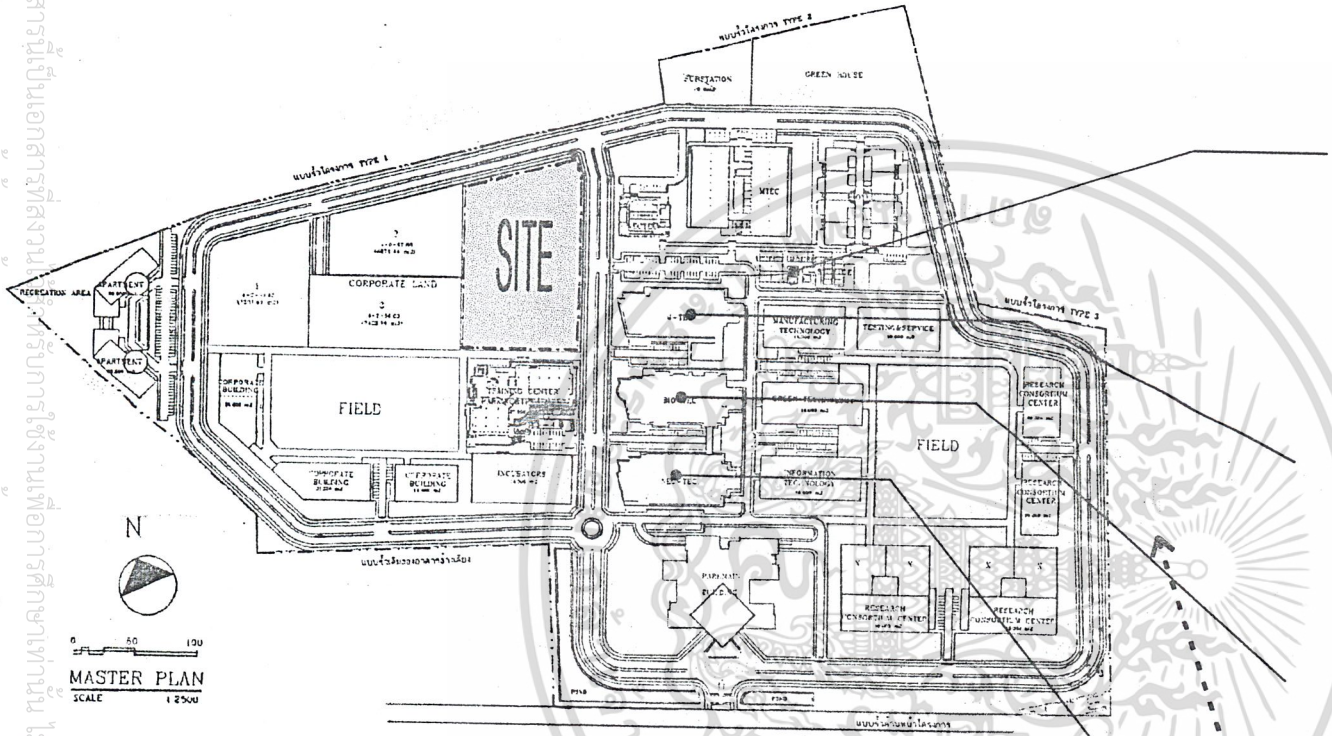


มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



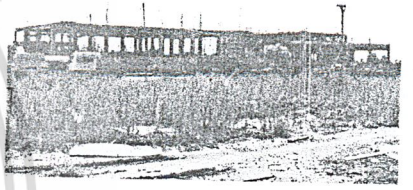
สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

ภาพที่3.13แสดงสภาพแวดล้อมและการเข้าถึงโครงการ

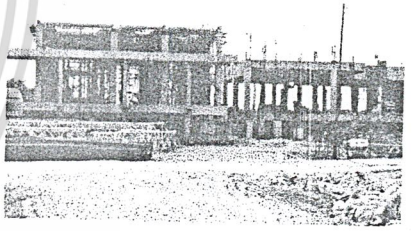


① พื้นที่โครงการอุทยานวิทยาศาสตร์มองจากทิศตะวันออกเข้าหาที่ตั้ง

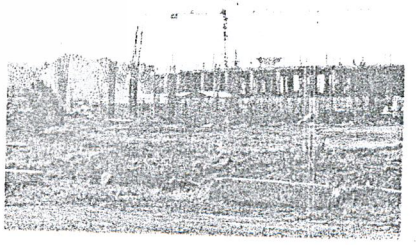
อาคารวิจัย



อาคารM-TEC

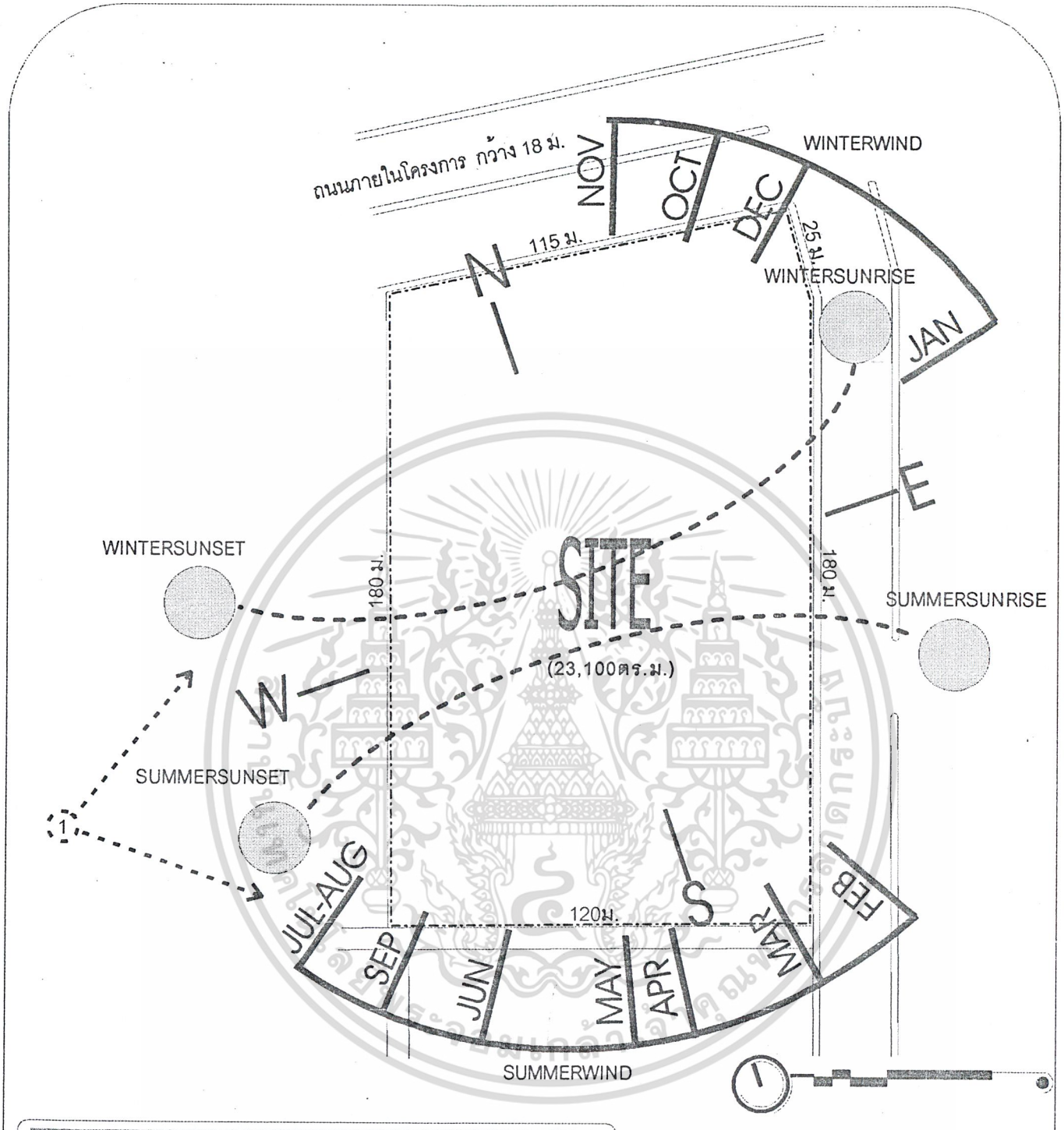


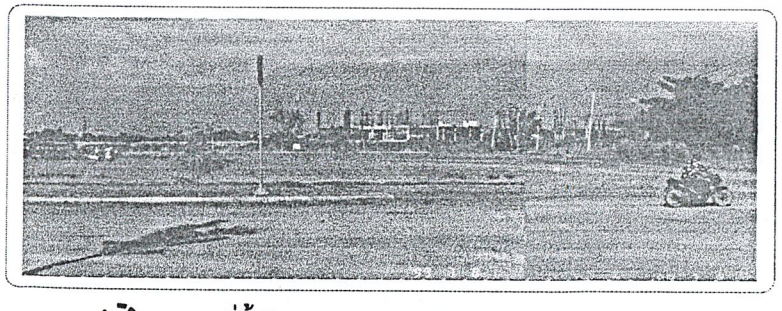
อาคารBIO-TEC



อาคารNEC-TEC

ภาพที่3.14แสดงการศึกษาผังแม่บท



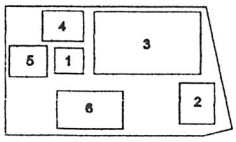


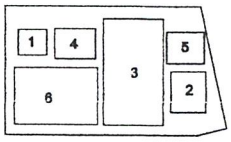
1 สภาพที่ตั้งโครงการมองจากทิศตะวันตก

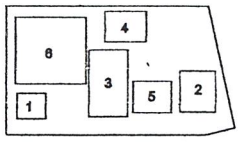
ภาพที่3.15แสดงการวิเคราะห์พื้นที่ตั้งโครงการและสภาพแวดล้อม

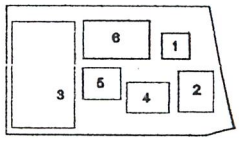
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

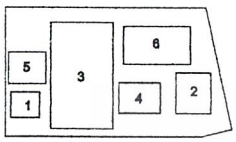
การจัดกลุ่มของส่วนประกอบหลักของโครงการ

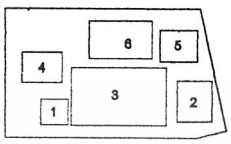

1

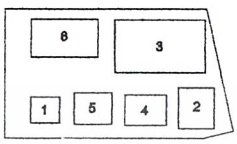

2

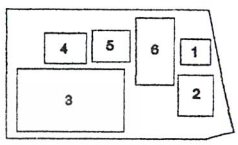

3

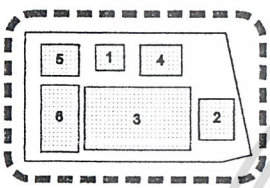

4

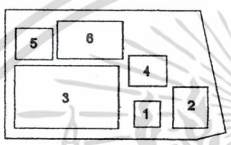

5

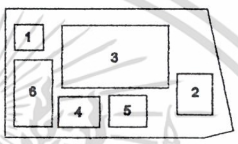

6

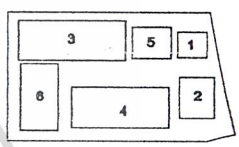

7

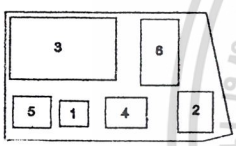

8

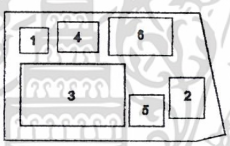

9

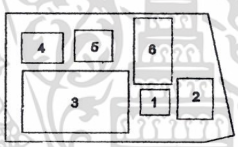

10

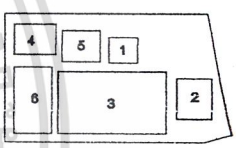

11

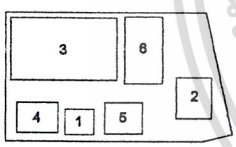

12

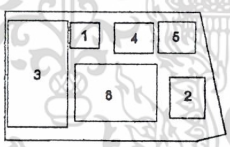

13

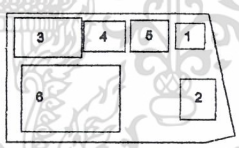

14

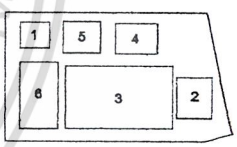

15

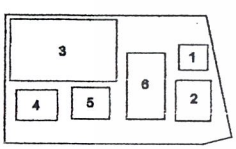

16

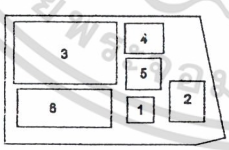

17

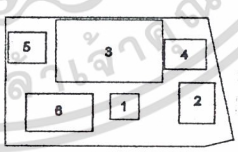

18

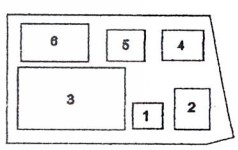

19

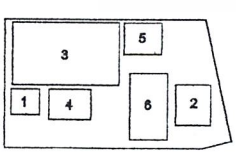

20

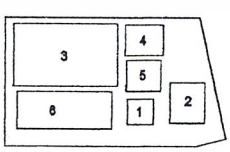

21

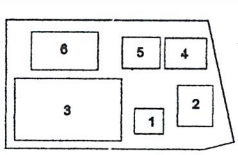

22

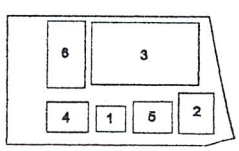

23

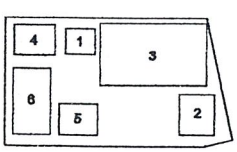

24

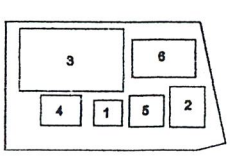

25

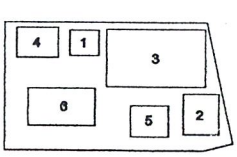

26

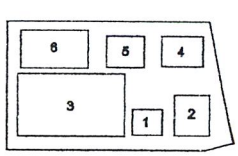

27


28


29


30


31


32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดลักษณะการจัดกลุ่มอาคาร

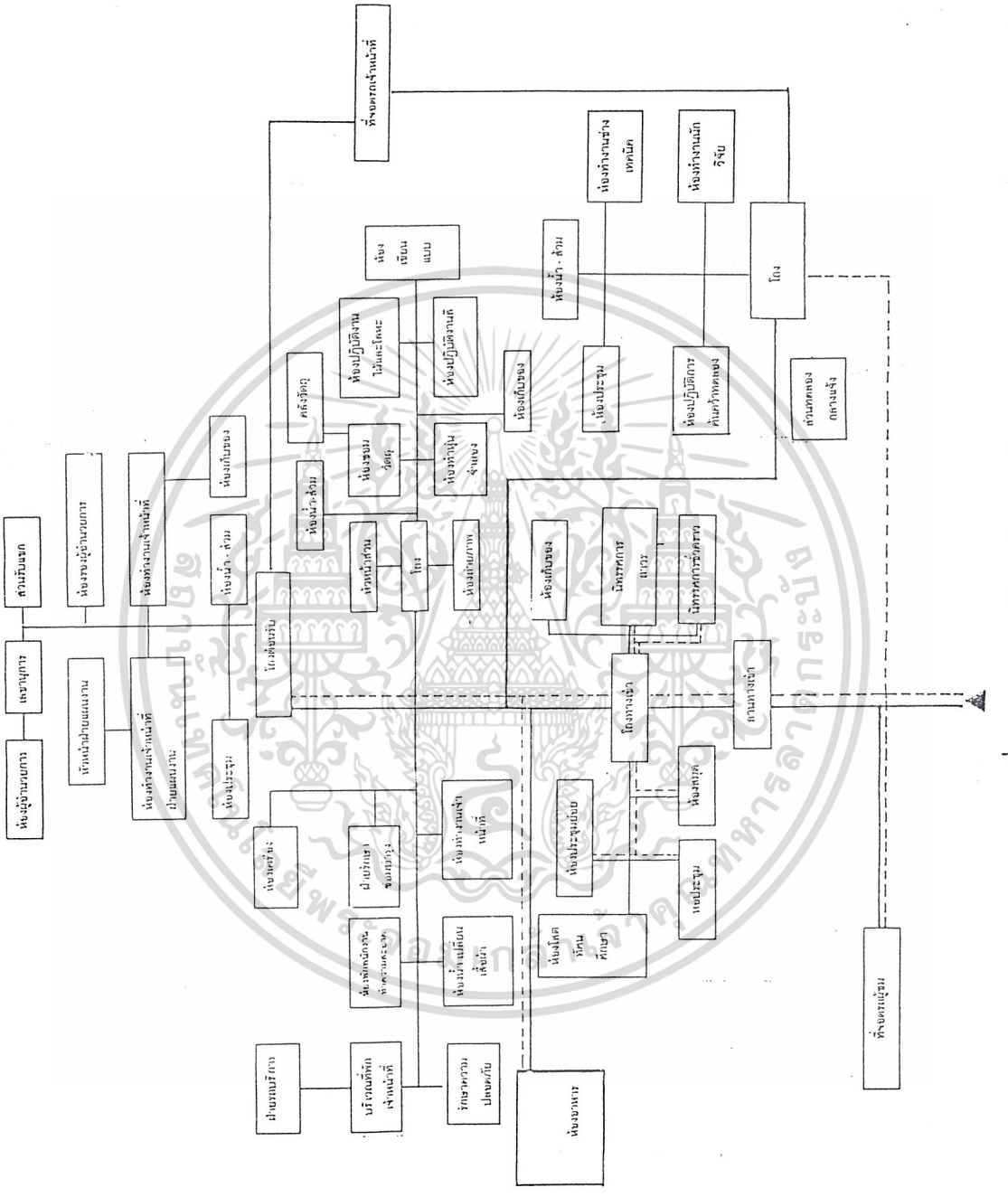
1. ส่วนบริหาร
2. ส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์
3. ส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ
4. ส่วนเทคนิค
5. ส่วนบริการ
6. ส่วนที่จอดรถ

เกณฑ์มาตรฐาน

4. เหมาะสมมากที่สุด
3. เหมาะสมมาก
2. เหมาะสมปานกลาง
1. เหมาะสมน้อย

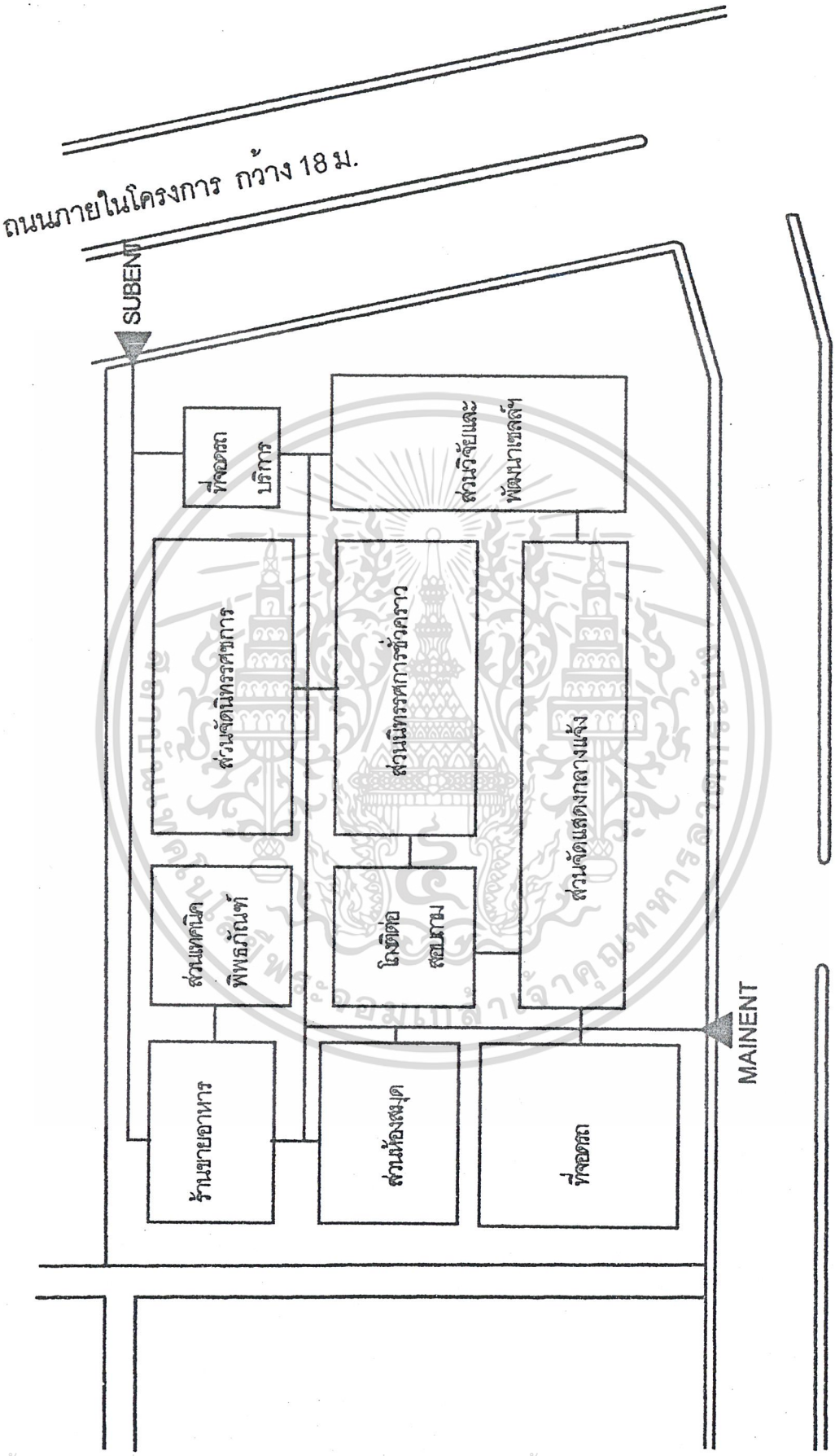
ตารางที่ 3.33 แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ

	เกณฑ์การพิจารณา	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
1	การเข้าถึง	2	3	2	1	2	3	1	1	4	1	4	4	2	1	2	4	2	3	2	1	2	3	1	1	4	1	4	4	2	1	2	4
2	ความสะดวกในการบริการ	1	3	3	1	1	2	1	3	3	2	3	3	2	3	3	2	1	3	3	1	1	2	1	3	3	2	3	3	2	3	3	2
3	มุมมอง	2	2	2	2	3	2	2	3	4	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	3	4	3	3	3	2	3	3	2
4	ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ	2	2	3	2	2	3	1	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	1	2	3	2	2	2	2	3	3	2
5	การระบายอากาศตามธรรมชาติ	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	4	3	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	4	3
6	ความเหมาะสมกับสภาพที่ตั้ง	1	2	3	2	2	2	2	3	4	2	3	3	2	3	3	2	1	2	3	2	2	2	2	3	4	2	3	3	2	3	3	2
7	ความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม	2	2	3	2	2	2	1	2	4	3	2	3	2	3	3	3	2	2	3	2	2	2	1	2	3	3	2	3	2	3	3	3
	รวม	14	17	20	14	18	21	13	19	29	19	22	24	17	21	23	20	16	19	20	16	18	19	12	18	27	19	23	23	17	21	23	22



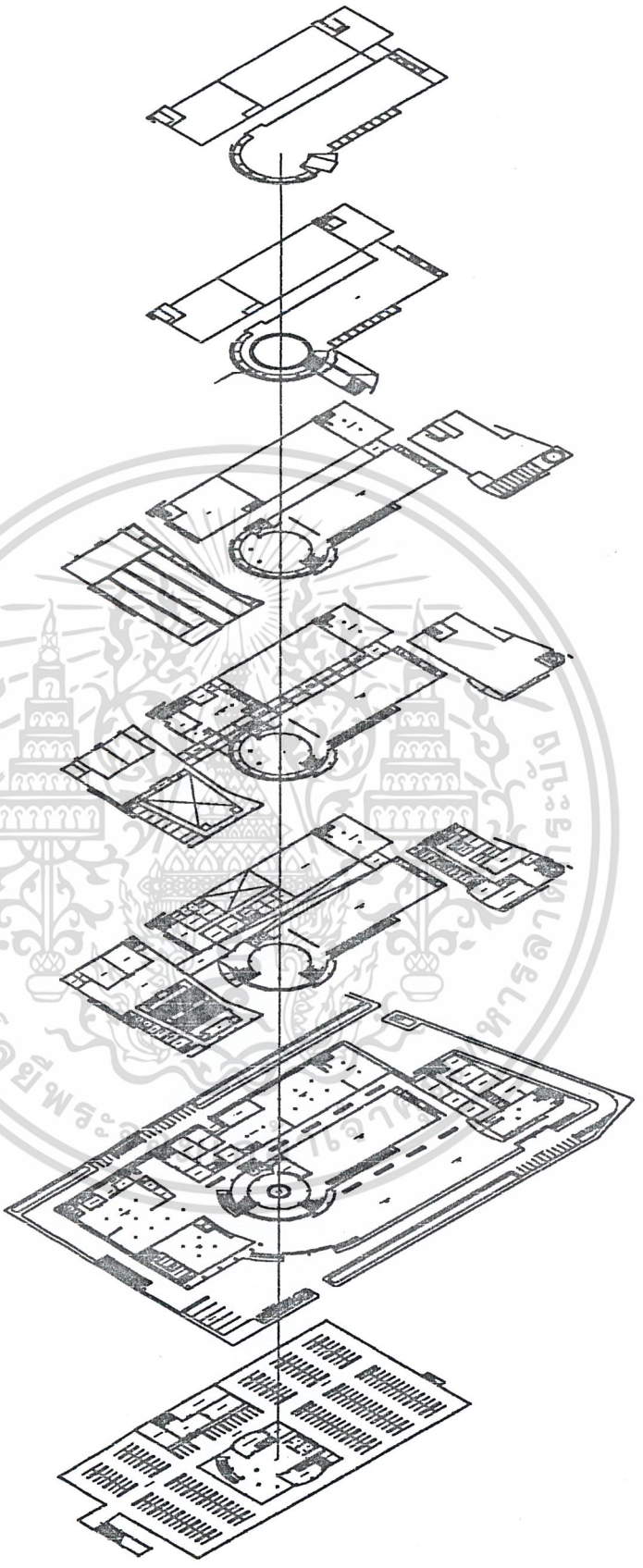
ภาพที่ 3.16 แสดงการจัดการเชิงยุทธศาสตร์ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่3.17แสดงการจัดวางองค์ประกอบเพื่อออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.18 แสดงการจัดการรัฐบาลแบบสามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOLAR CELL RESEARCH & DEVELOP CENTER
FOR TROPICAL ZONE

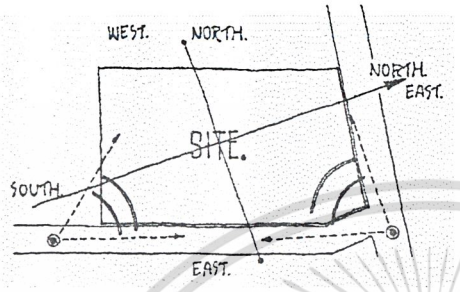
บทที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

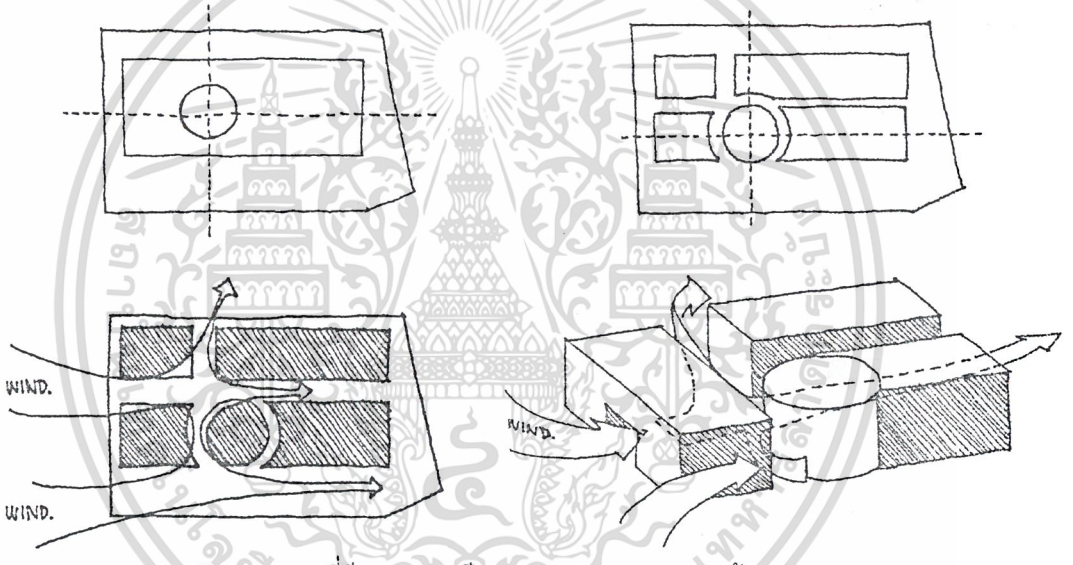
บทที่ 4
ขั้นตอนการออกแบบสถาปัตยกรรม

4.1 แนวความคิดในการออกแบบ

4.1.1 แนวความคิดในการวางผังอาคาร

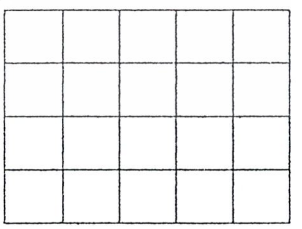


การจัดวางอาคารให้สอดคล้องกับการเข้าถึงโครงการ การควบคุมโดยสภาพแวดล้อมที่ตั้งโครงการ และการจัดวาตำแหน่งขององค์ประกอบที่เหมาะสม

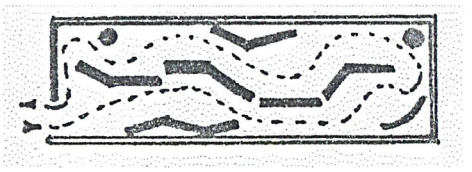


การจัดวางอาคารที่มีระยะห่างเพียงพอต่อการระบายความร้อน

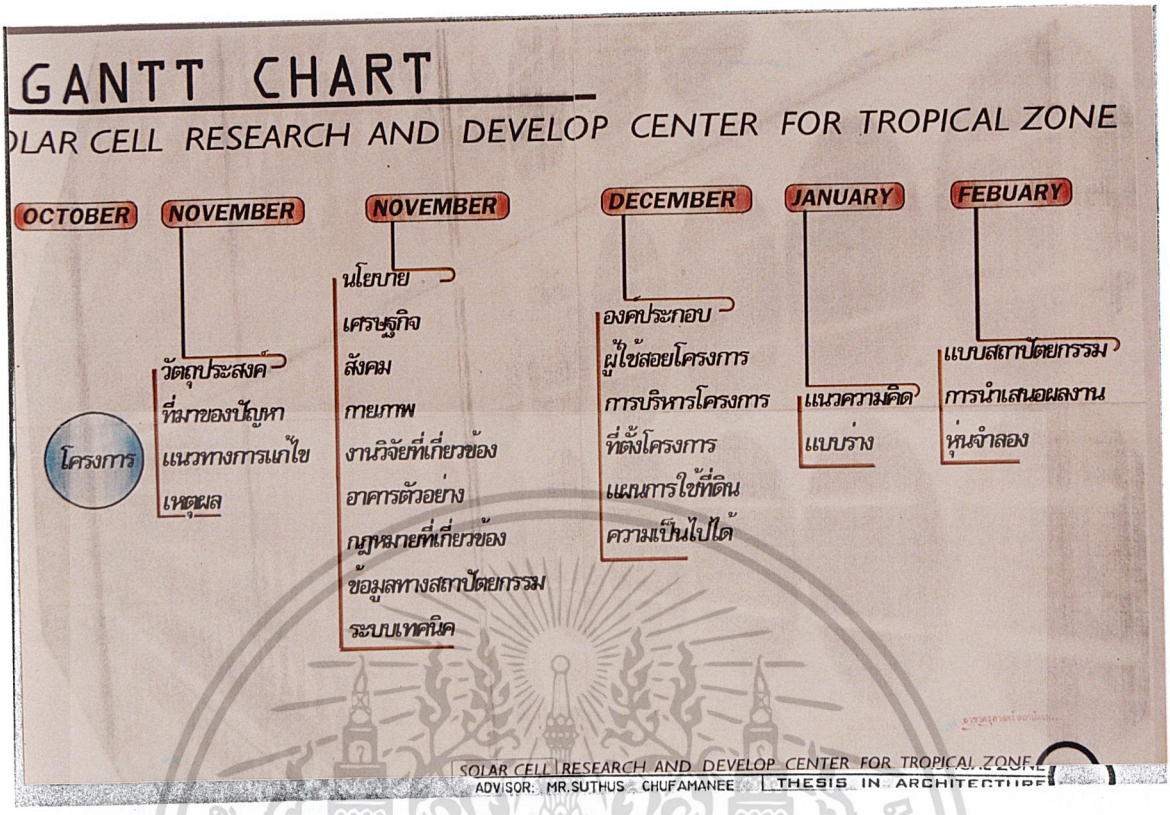
4.1.2 แนวความคิดในการจัดพื้นที่ภายใน



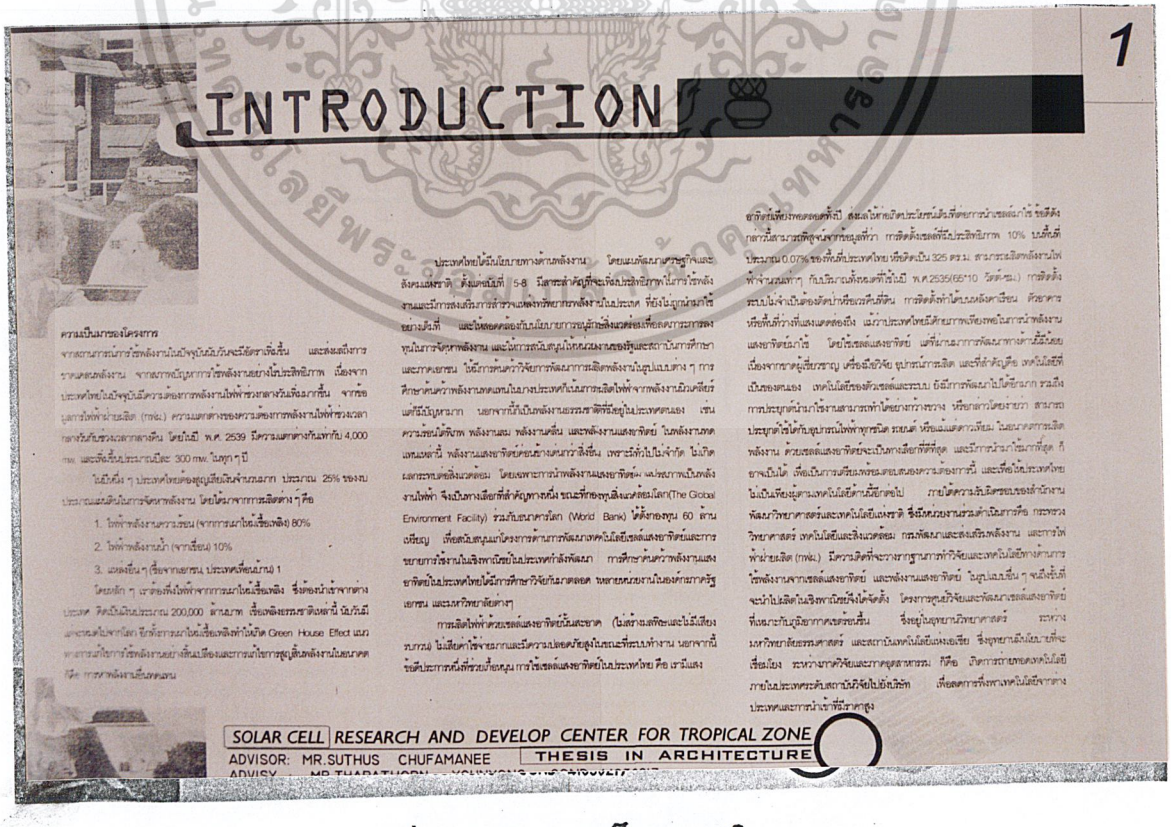
1. ใช้ระบบ GRID เพื่อให้ง่ายต่อการจัดพื้นที่
2. คำนึงถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ การแยกส่วนวิจัยให้เกิดความชัดเจนเพื่อสะดวกต่อการบริการและติดต่อ
3. ส่วนการจัดแสดงนิทรรศการใช้ระบบ LINER เพื่อให้การสัญจรไม่เกิดความสับสนและเป็นไปตามลำดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

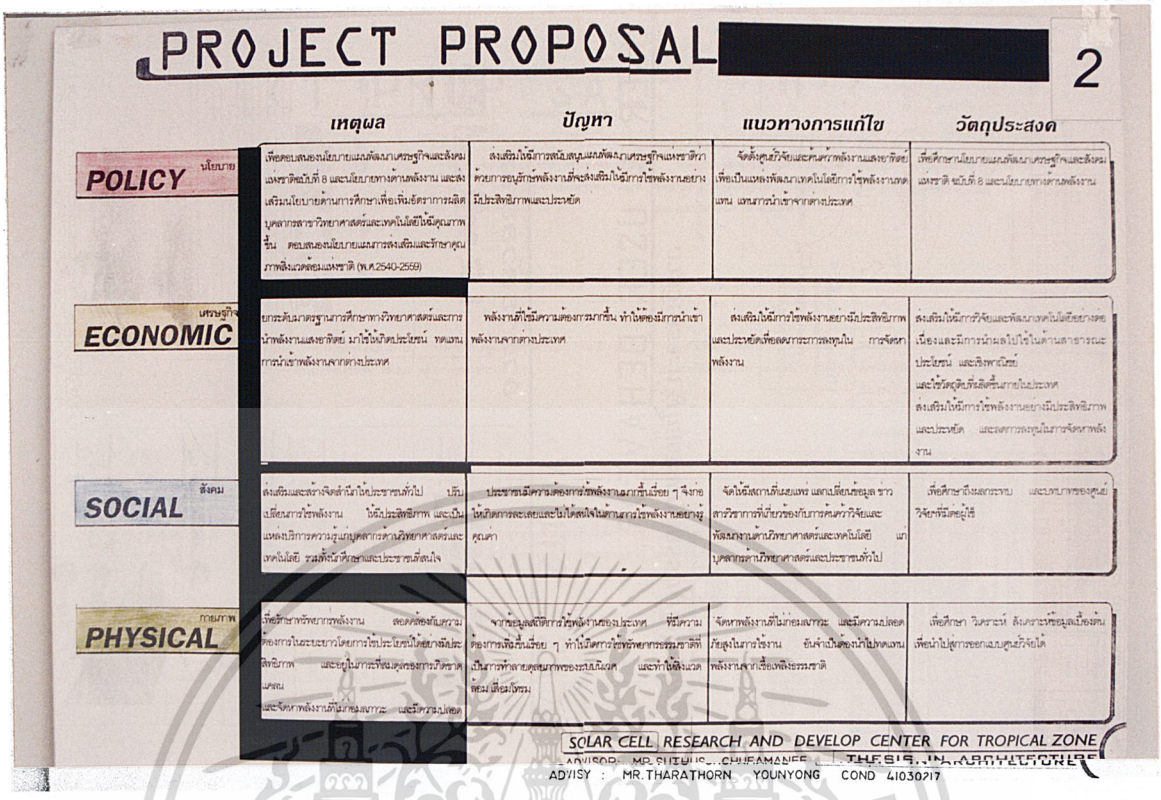


ภาพที่ 4.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินวิทยานิพนธ์

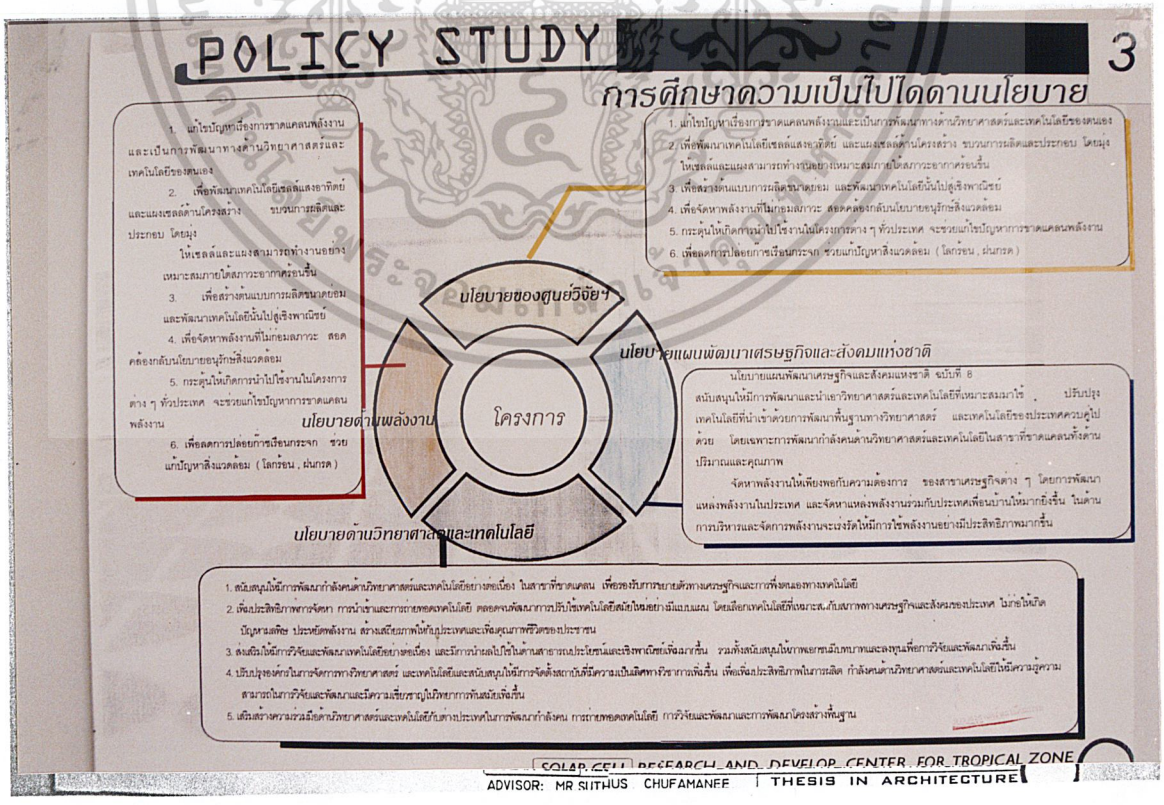


ภาพที่ 4.2 แสดงความเป็นมาของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

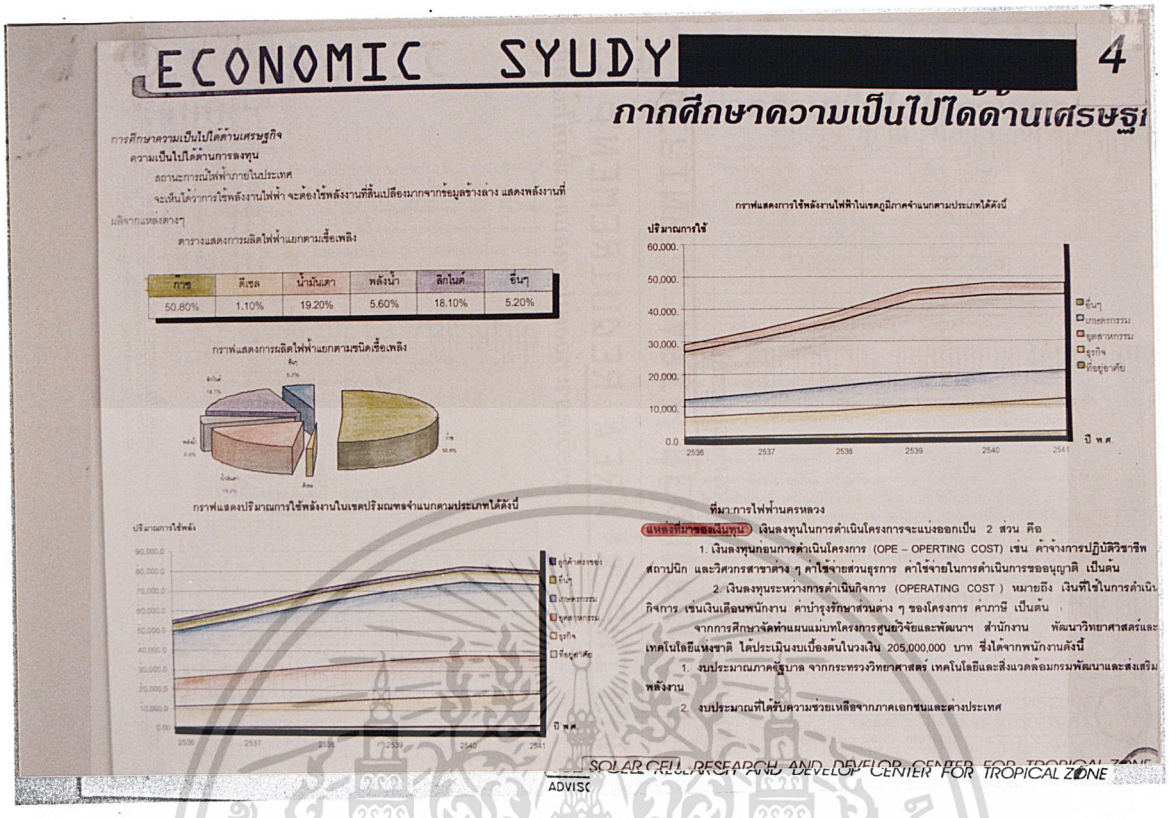


ภาพที่ 4.3 แสดง PROJECT PROPOSAL

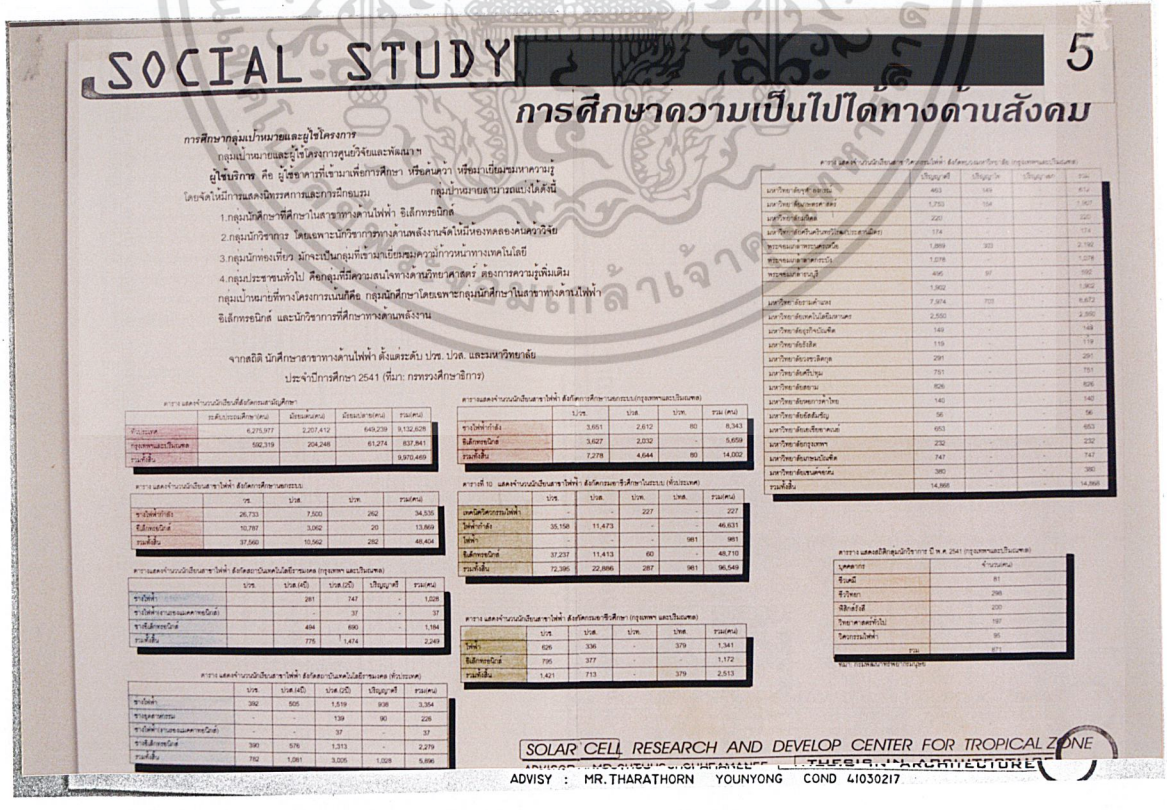


ภาพที่ 4.4 แสดงการศึกษาความเป็นไปได้ด้านนโยบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

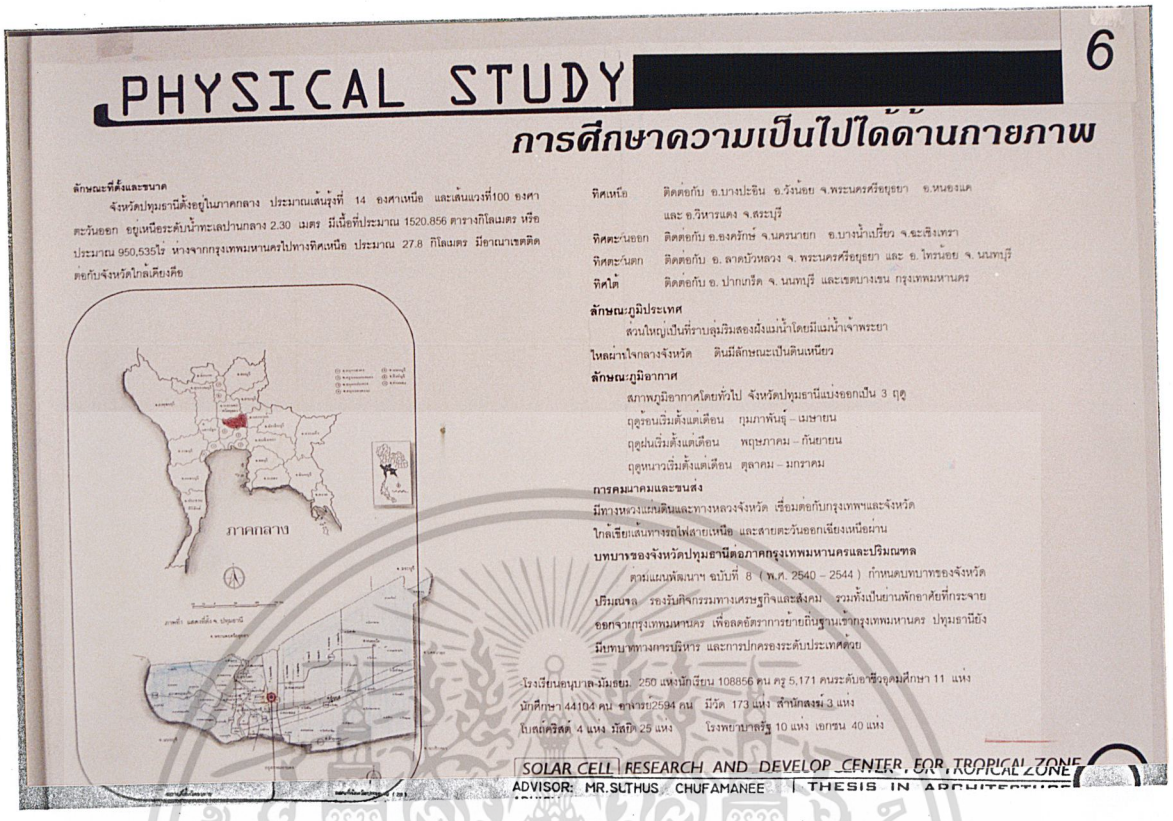


ภาพที่ 4.5 แสดงการศึกษาความเป็นไปได้ด้านเศรษฐกิจ

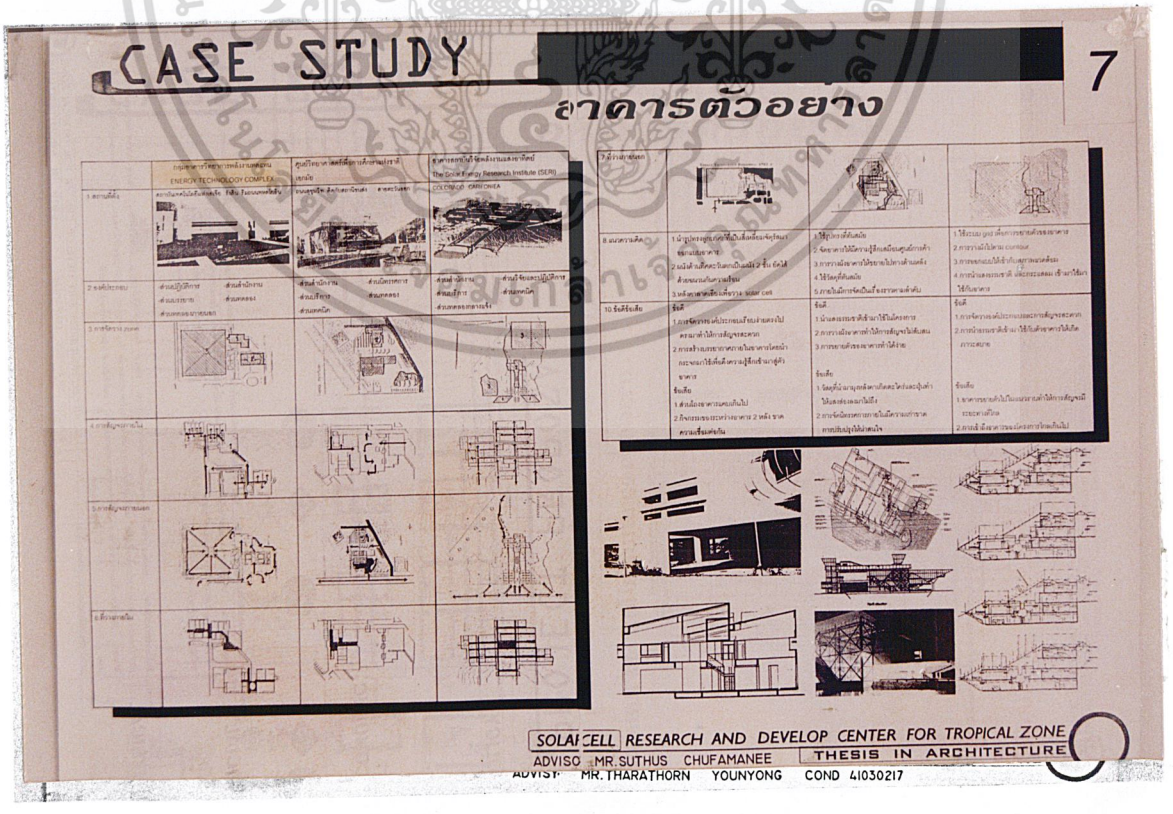


ภาพที่ 4.6 แสดงการศึกษาความเป็นไปได้ด้านสังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

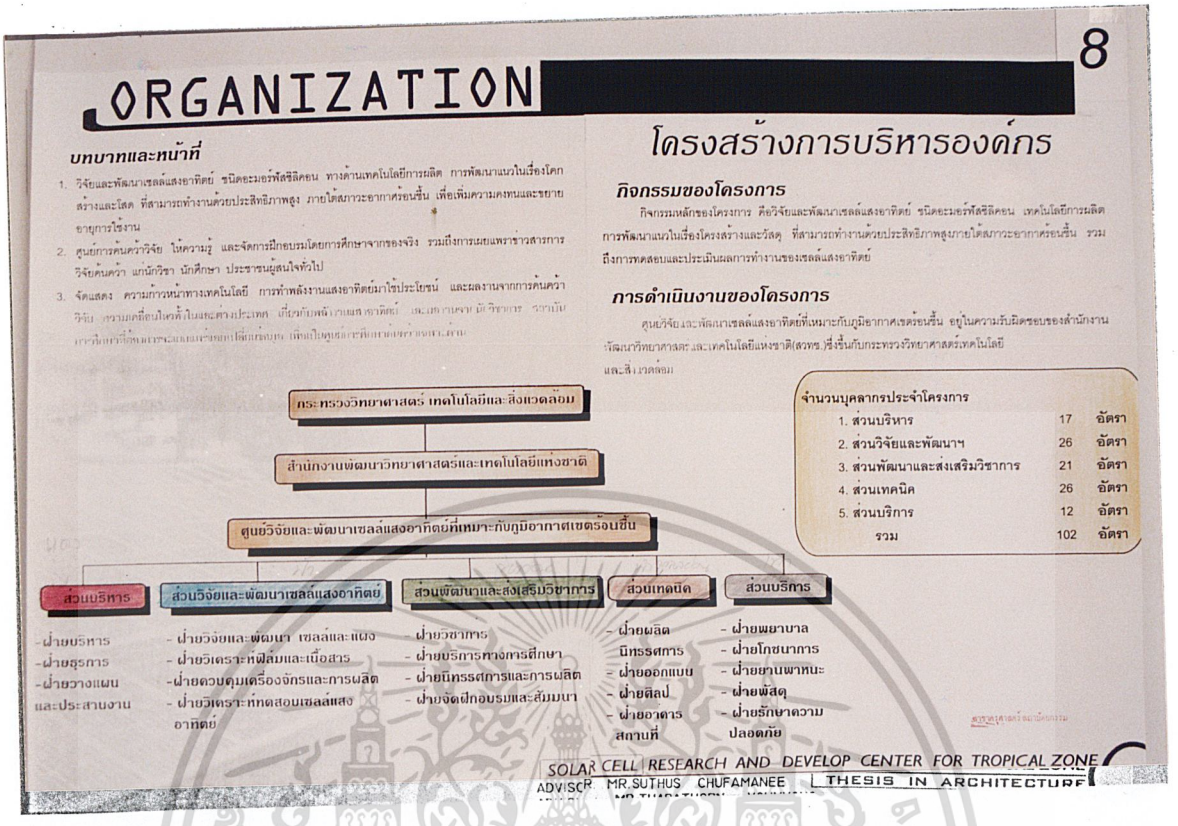


ภาพที่ 4.7 แสดงการศึกษาความเป็นไปได้ด้านกายภาพ

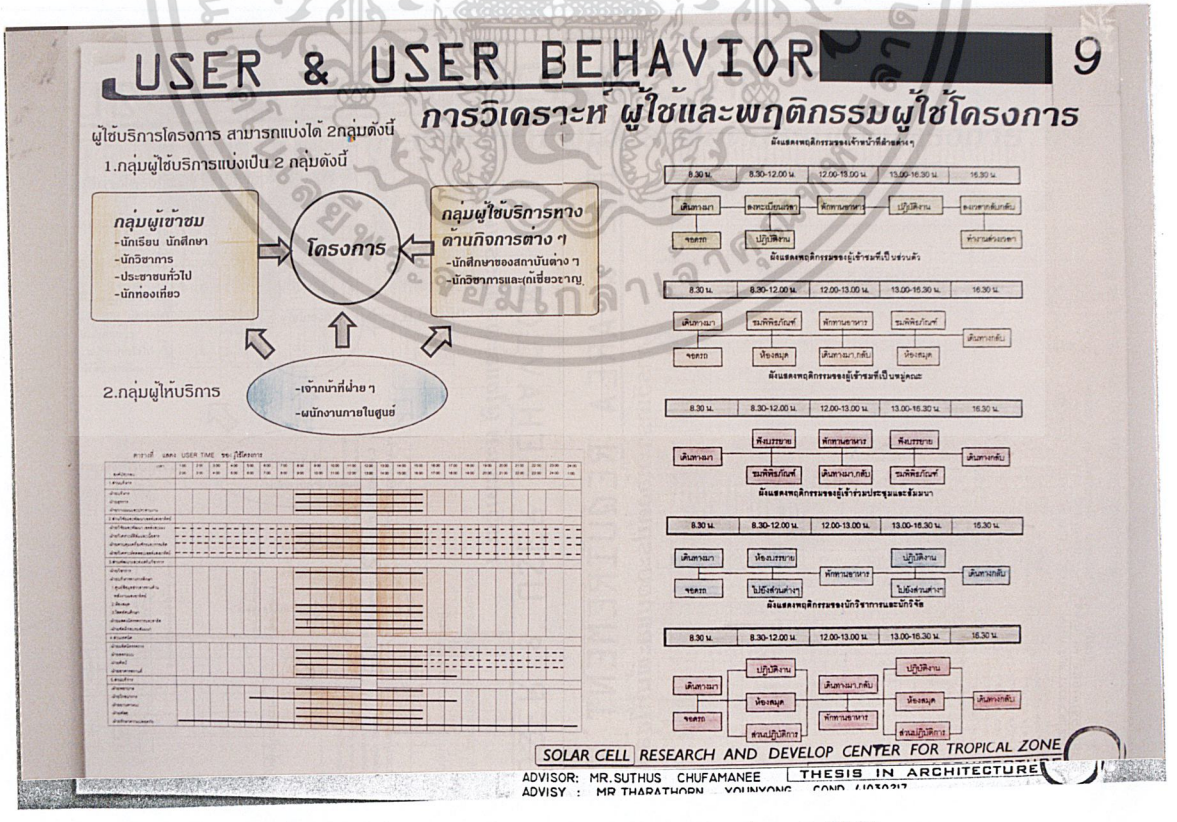


ภาพที่ 4.8 แสดงการศึกษาอาคารตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

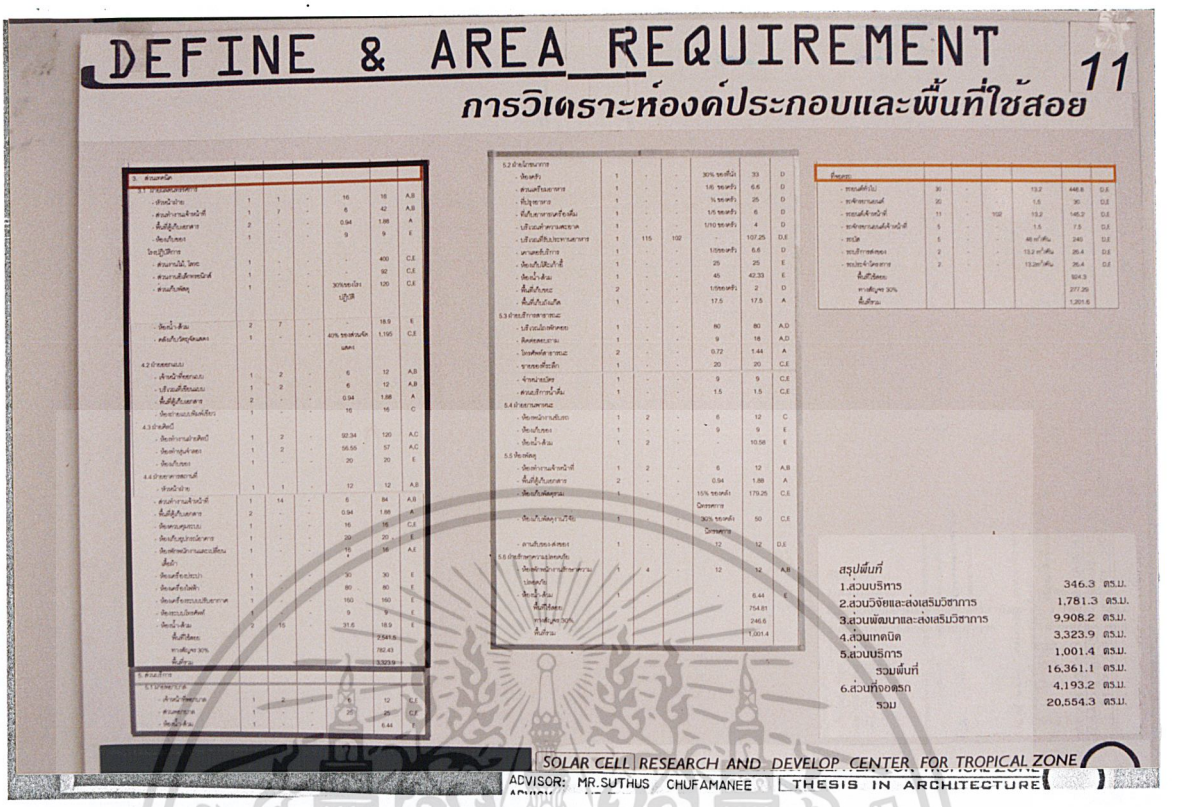


ภาพที่ 4.9 แสดงการศึกษาผังการบริหารงานของศูนย์

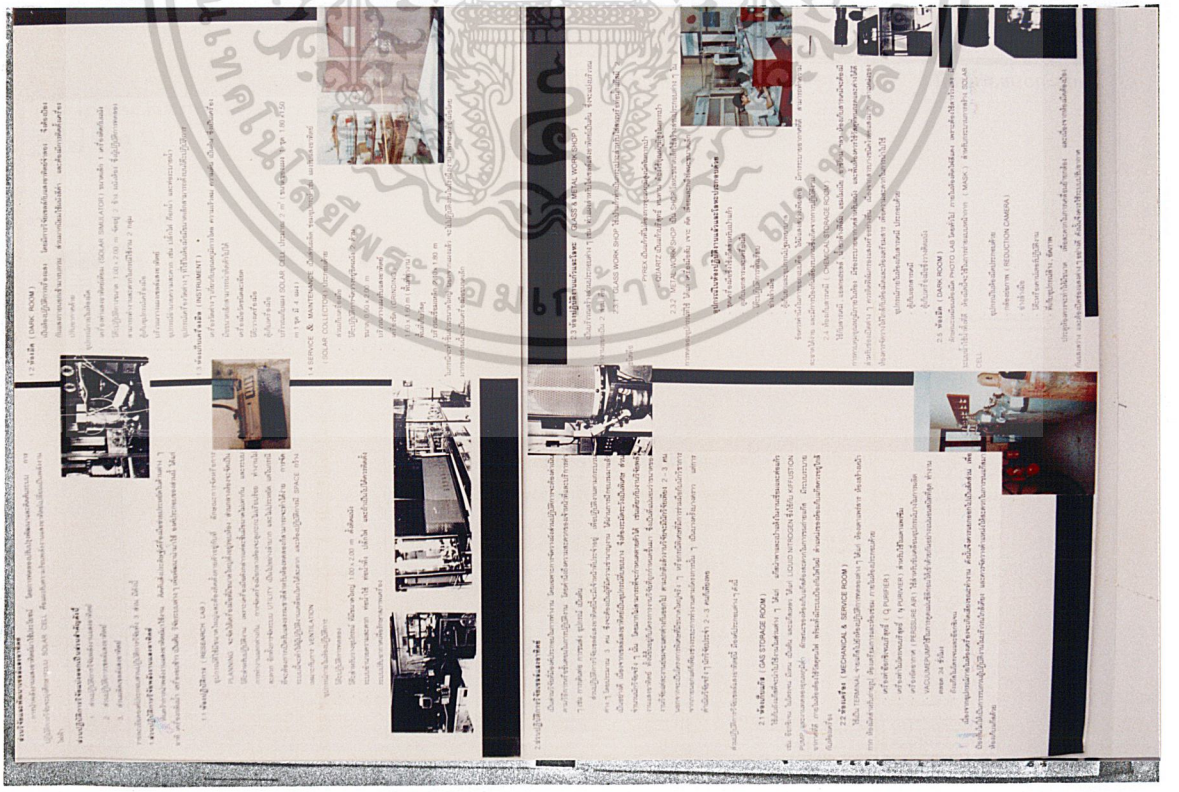


ภาพที่ 4.10 แสดงการศึกษาประเภทและพฤติกรรมผู้ใช้โครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

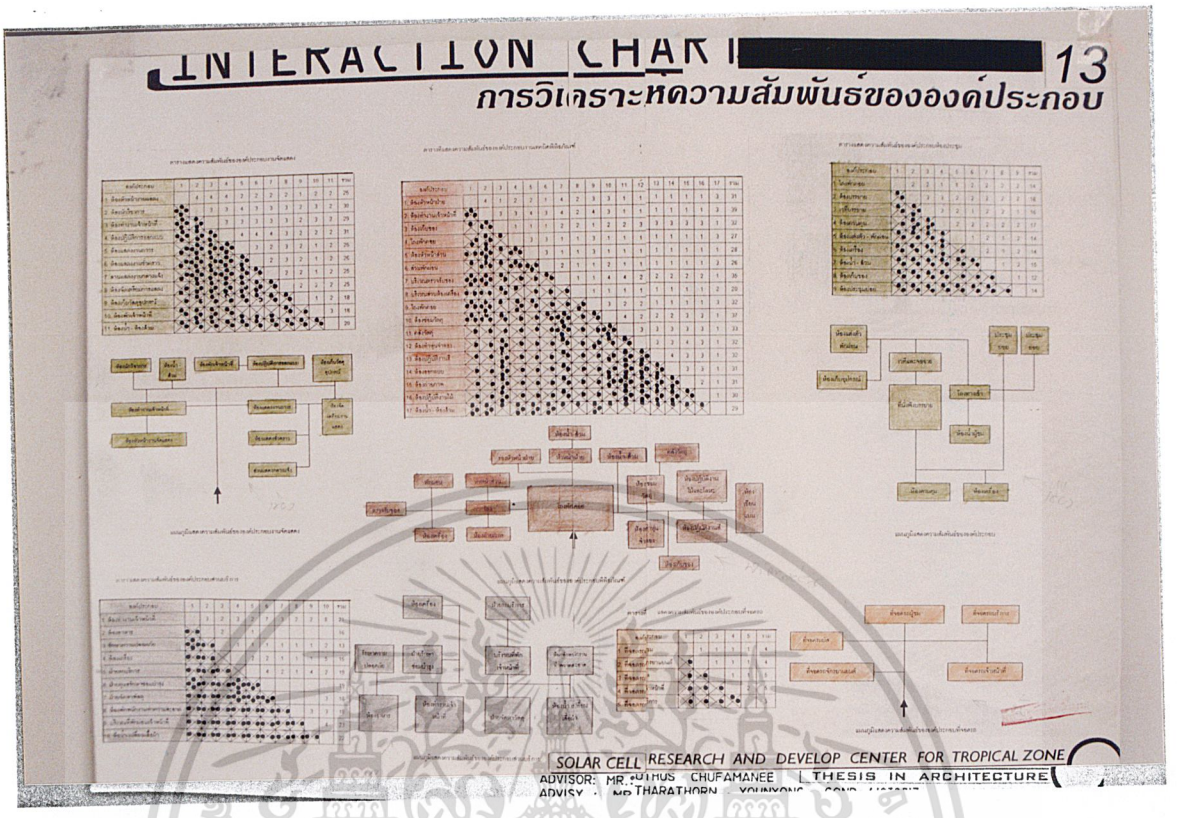


ภาพที่ 4.11 การศึกษาองค์ประกอบและการหาพื้นที่ของโครงการ

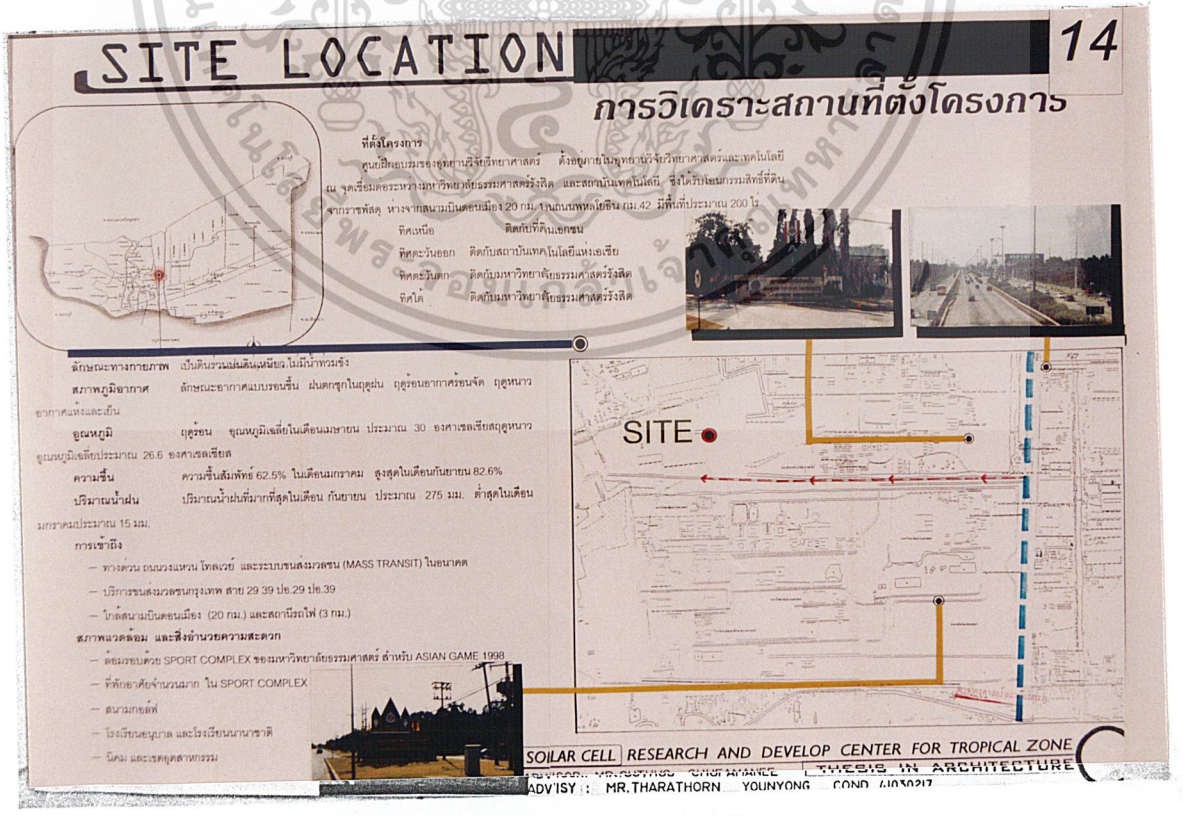


ภาพที่ 4.12 แสดงการศึกษาข้อมูลทางสถาปัตยกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

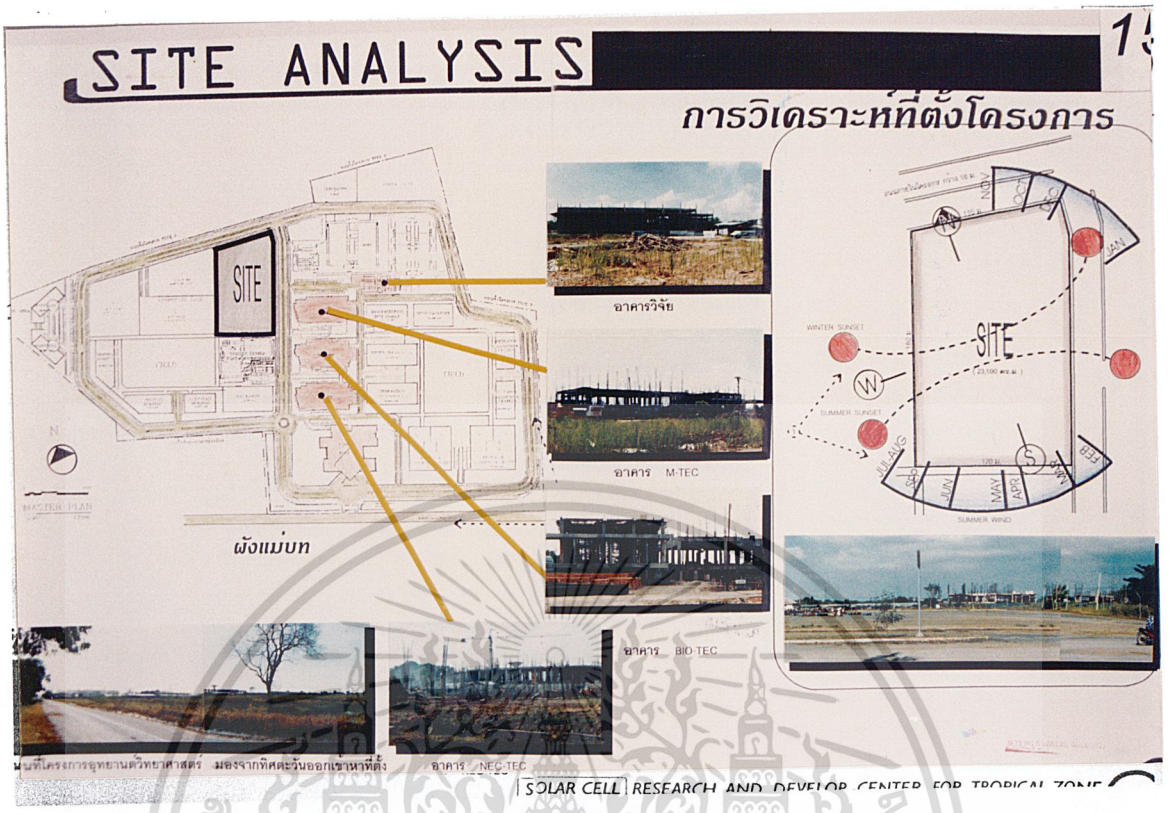


ภาพที่ 4.13 การศึกษาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ

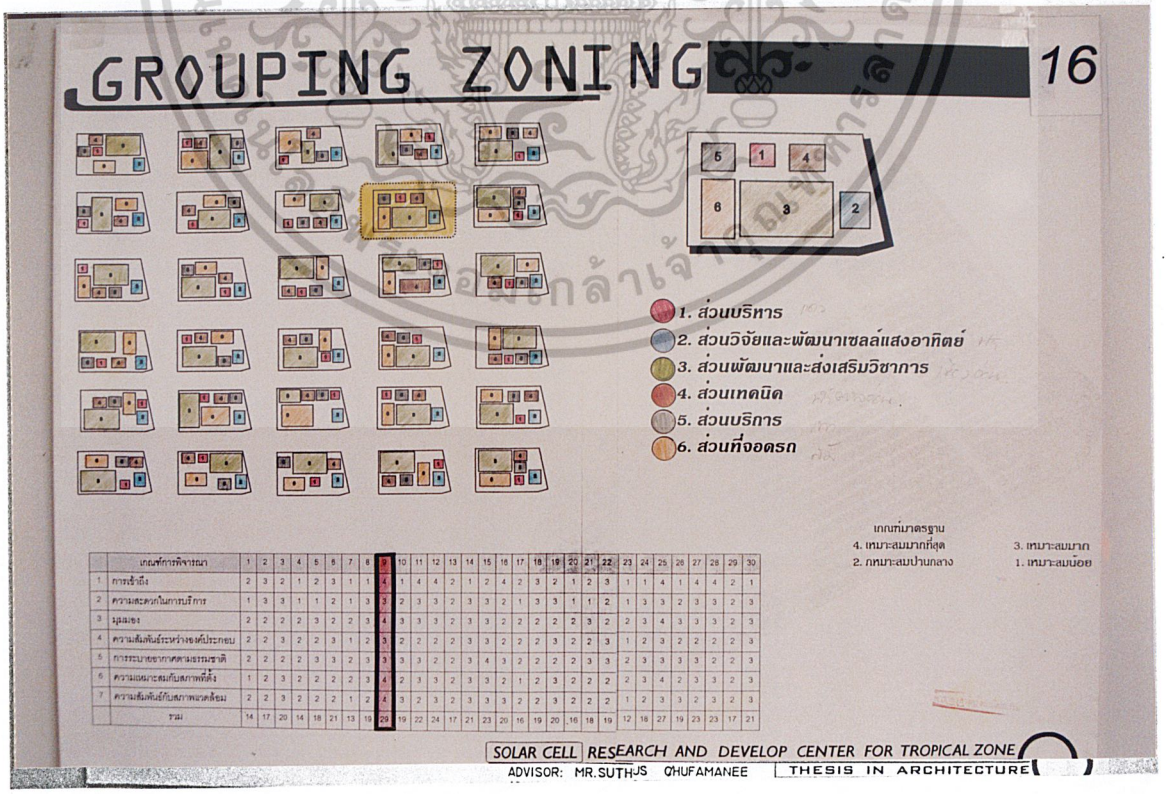


ภาพที่ 4.14 แสดงการศึกษาสถานที่ตั้งโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

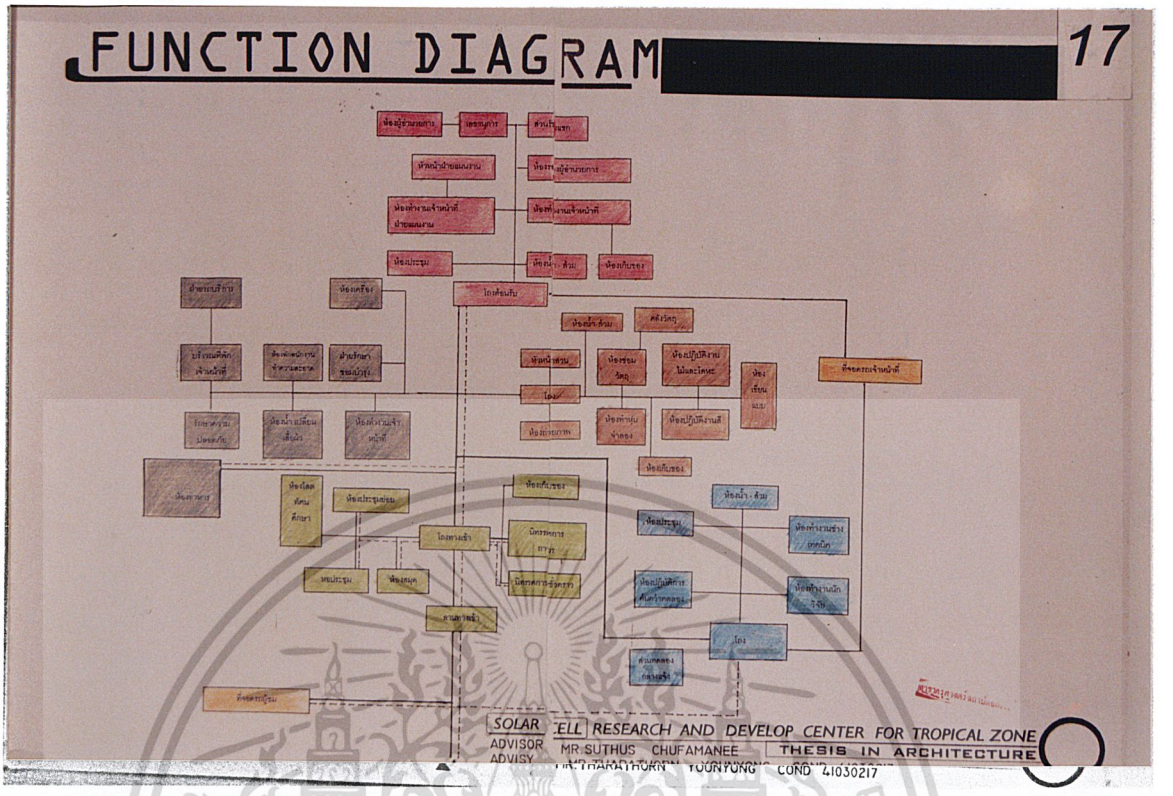


ภาพที่ 4.15 แสดงการการวิเคราะห์สภาพที่ตั้งโครงการ

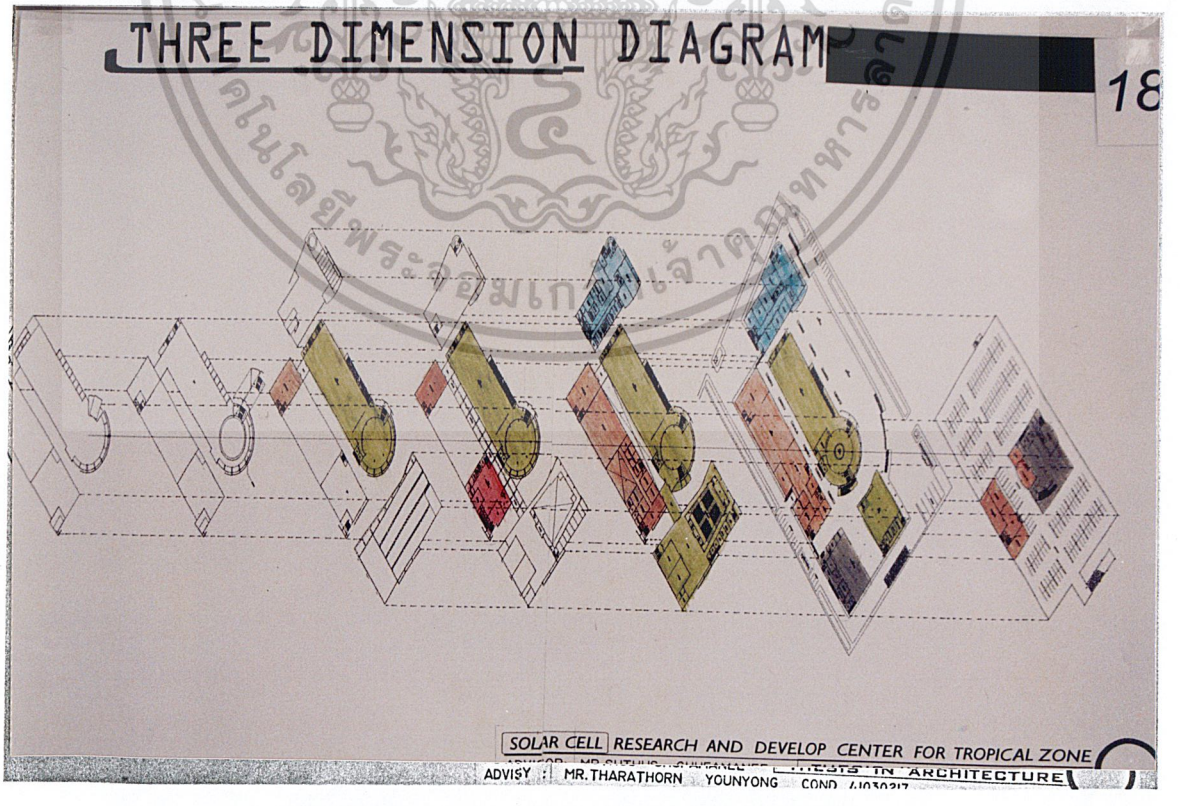


ภาพที่ 4.16 แสดงการจัดกลุ่มของส่วนประกอบในโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

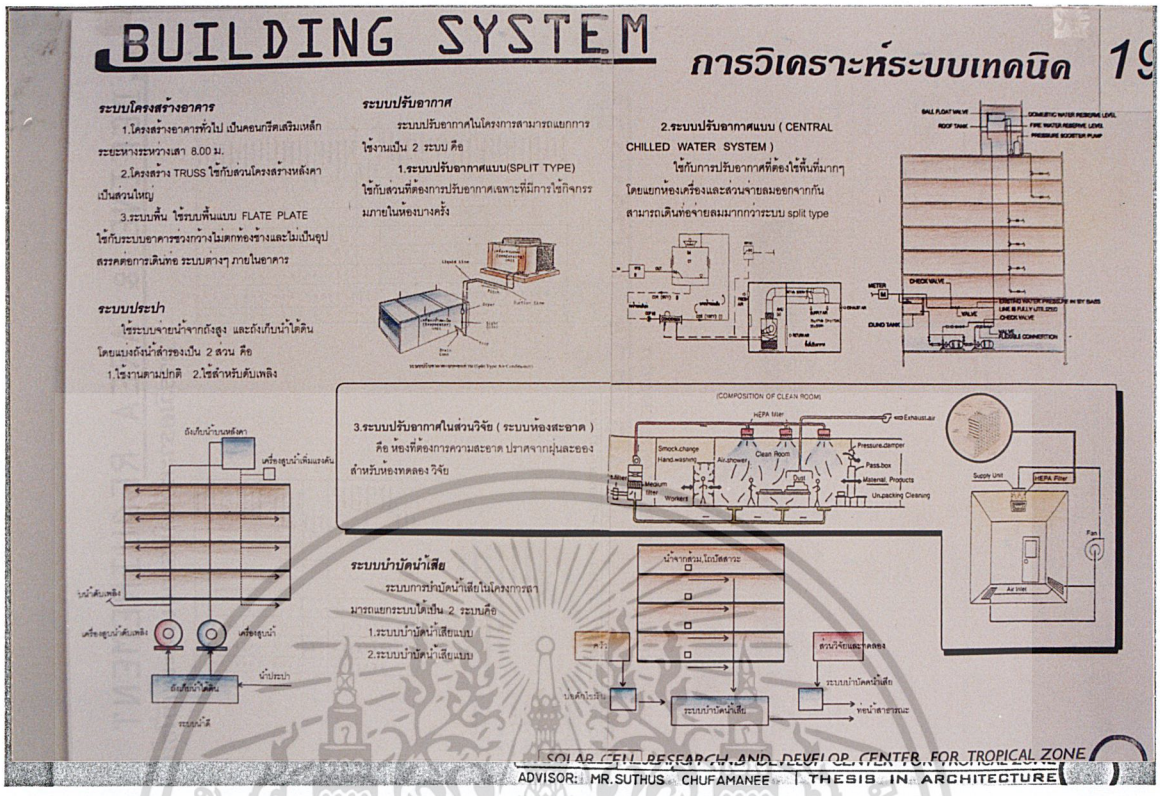


ภาพที่ 4.17 แสดงการสัญจรส่วนต่าง ๆในโครงการ

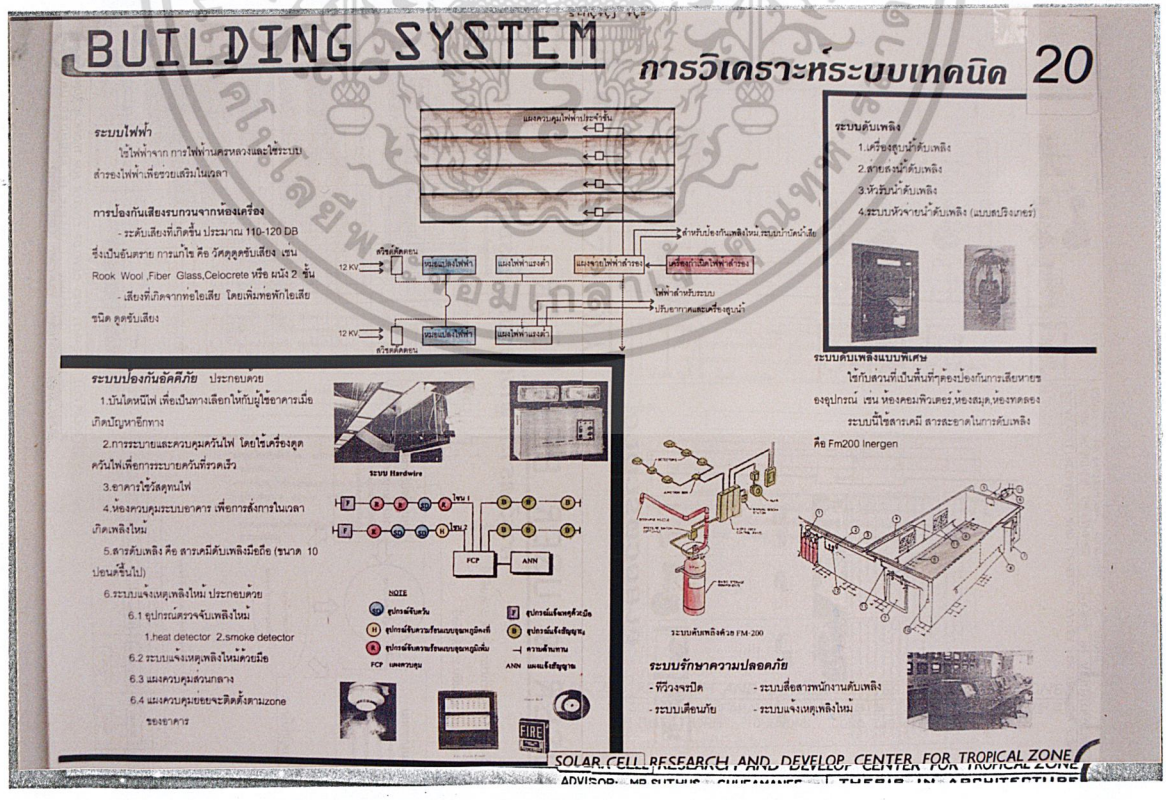


ภาพที่ 4.18 แสดงการจัดการสัญจรรูปแบบสามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

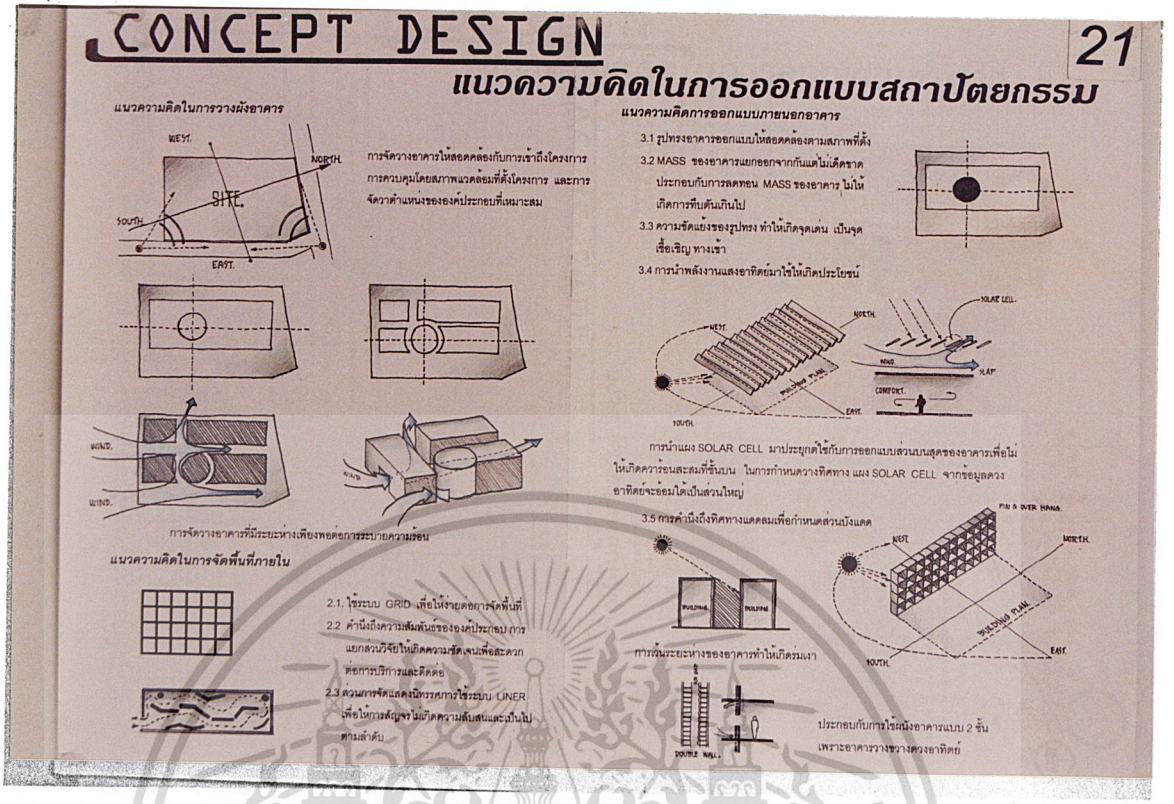


ภาพที่ 4.19 แสดงการศึกษาระบบเทคนิคของโครงการ

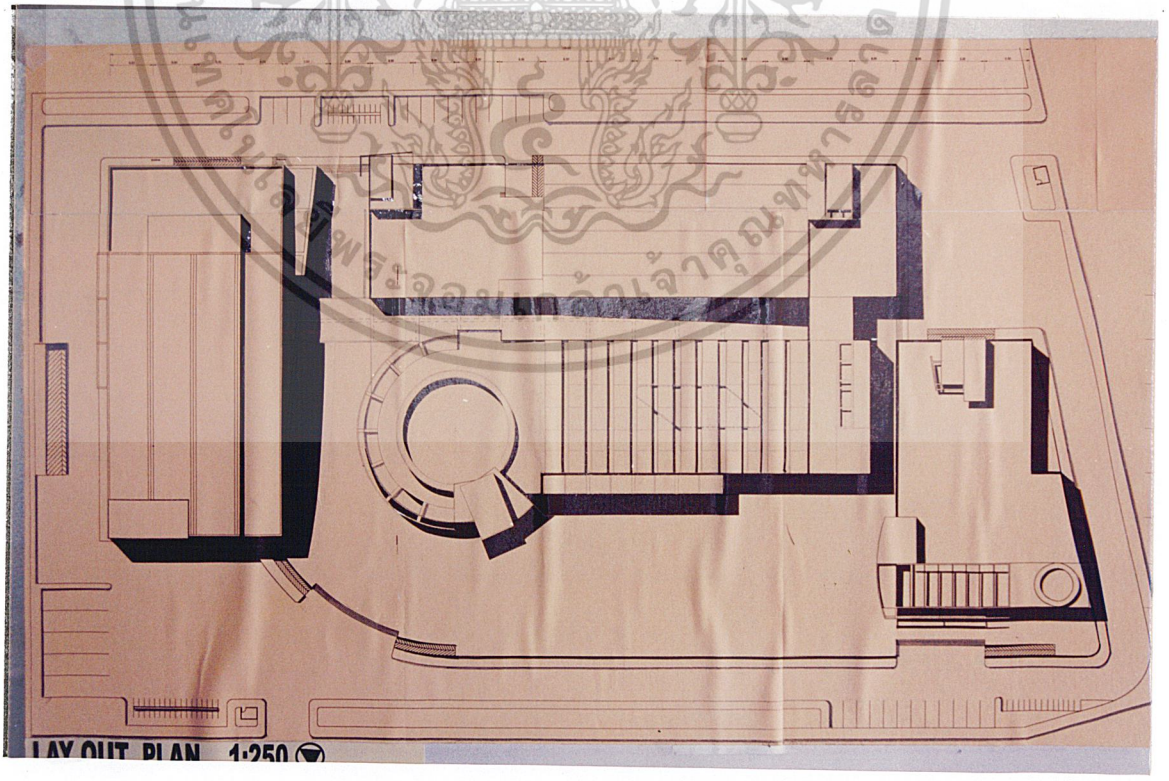


ภาพที่ 4.20 แสดงการศึกษาระบบเทคนิคของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

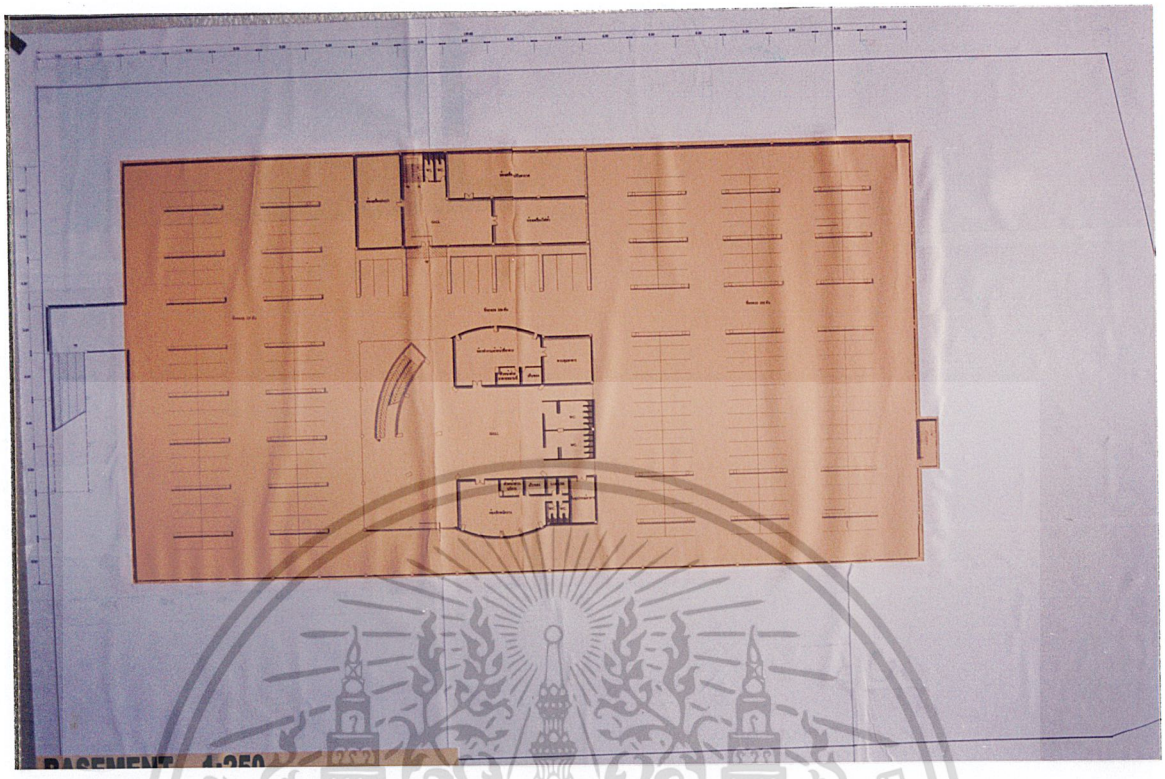


ภาพที่ 4.21 แสดงการศึกษาแนวความคิดในการออกแบบ

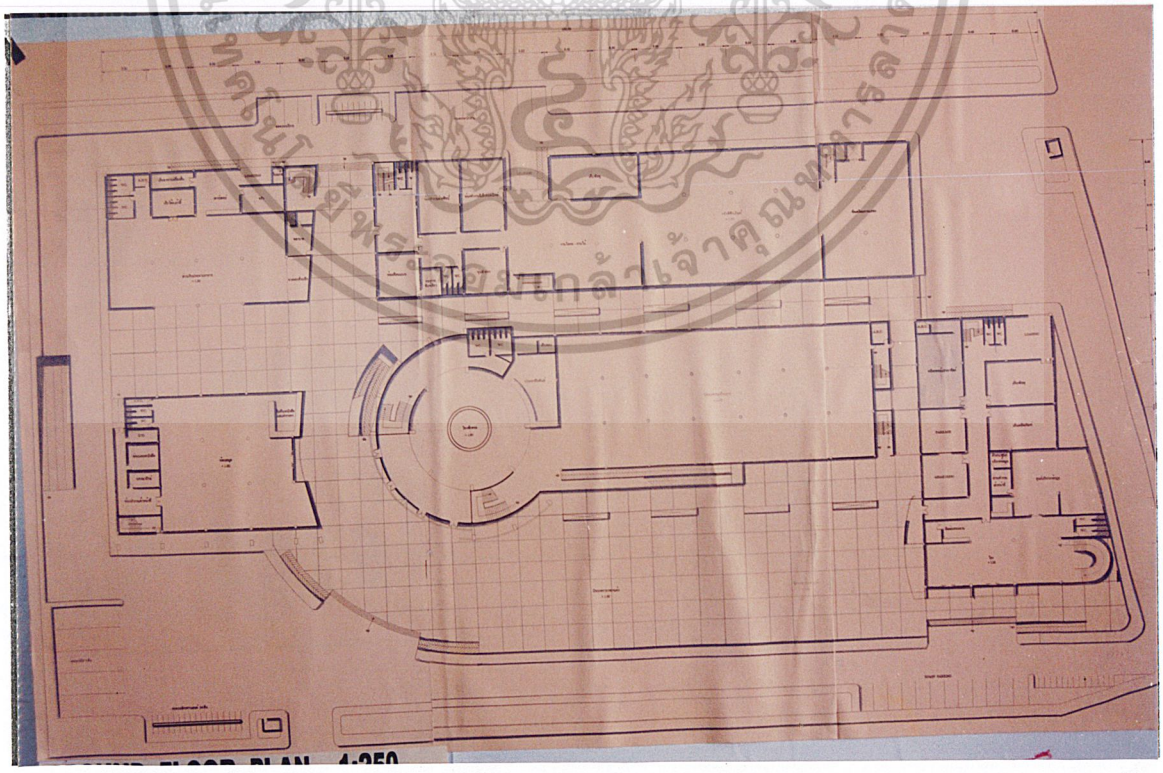


ภาพที่ 4.22 แสดงผังบริเวณของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

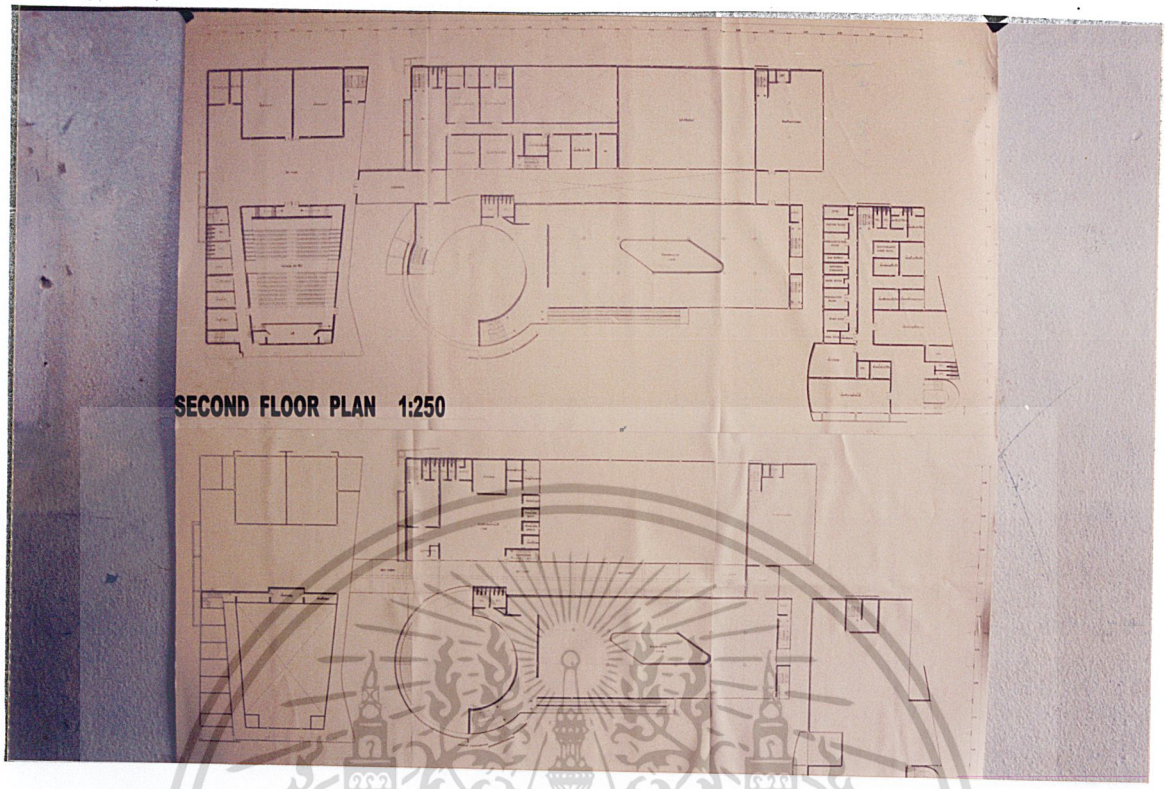


ภาพที่ 4.23 แสดงผังพื้นชั้นใต้ดิน

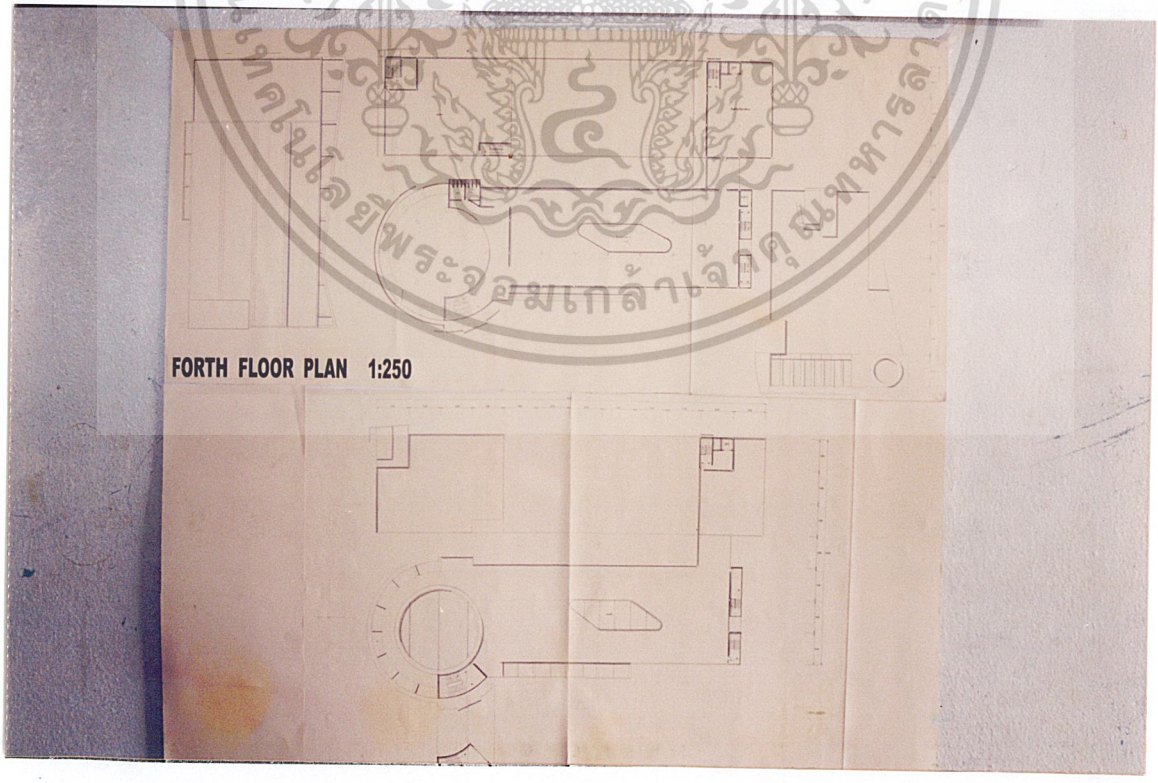


ภาพที่ 4.24 แสดงผังพื้นชั้น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

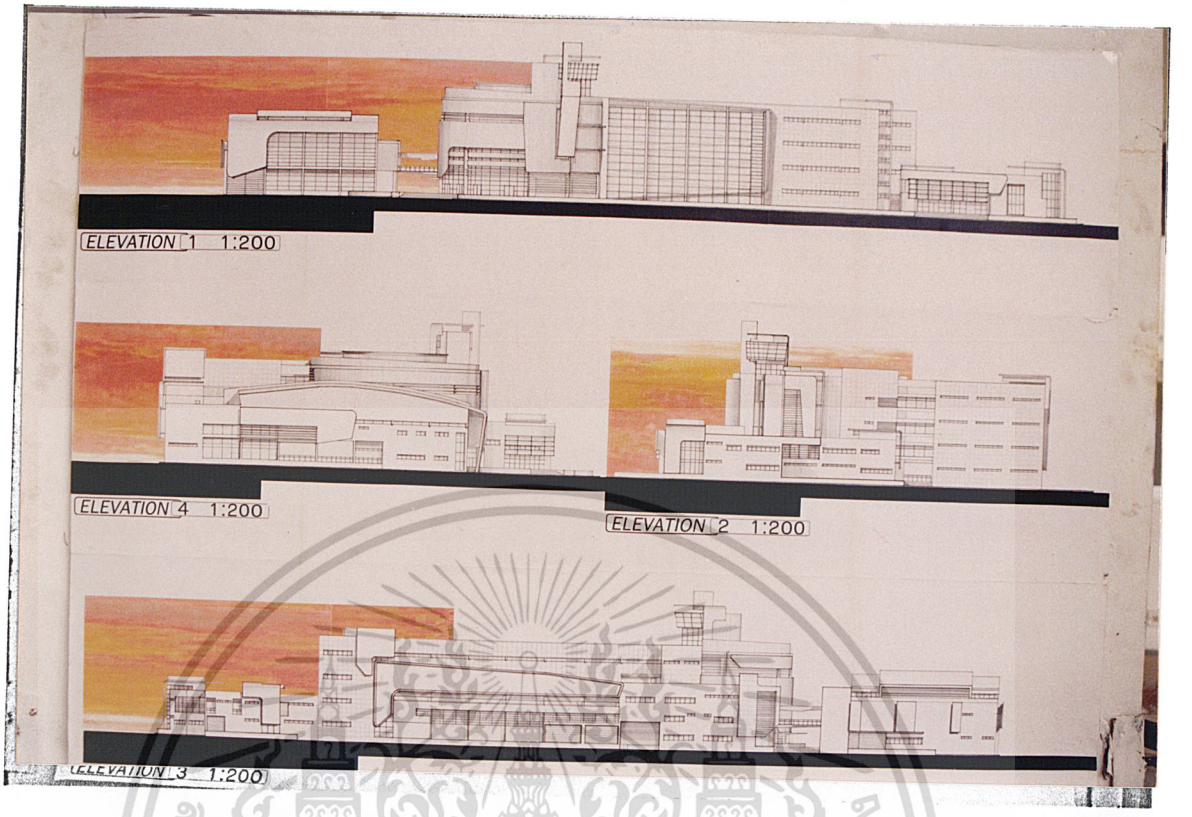


ภาพที่ 4.25 แสดงผังพื้นชั้น 2 และผังพื้นชั้น 3

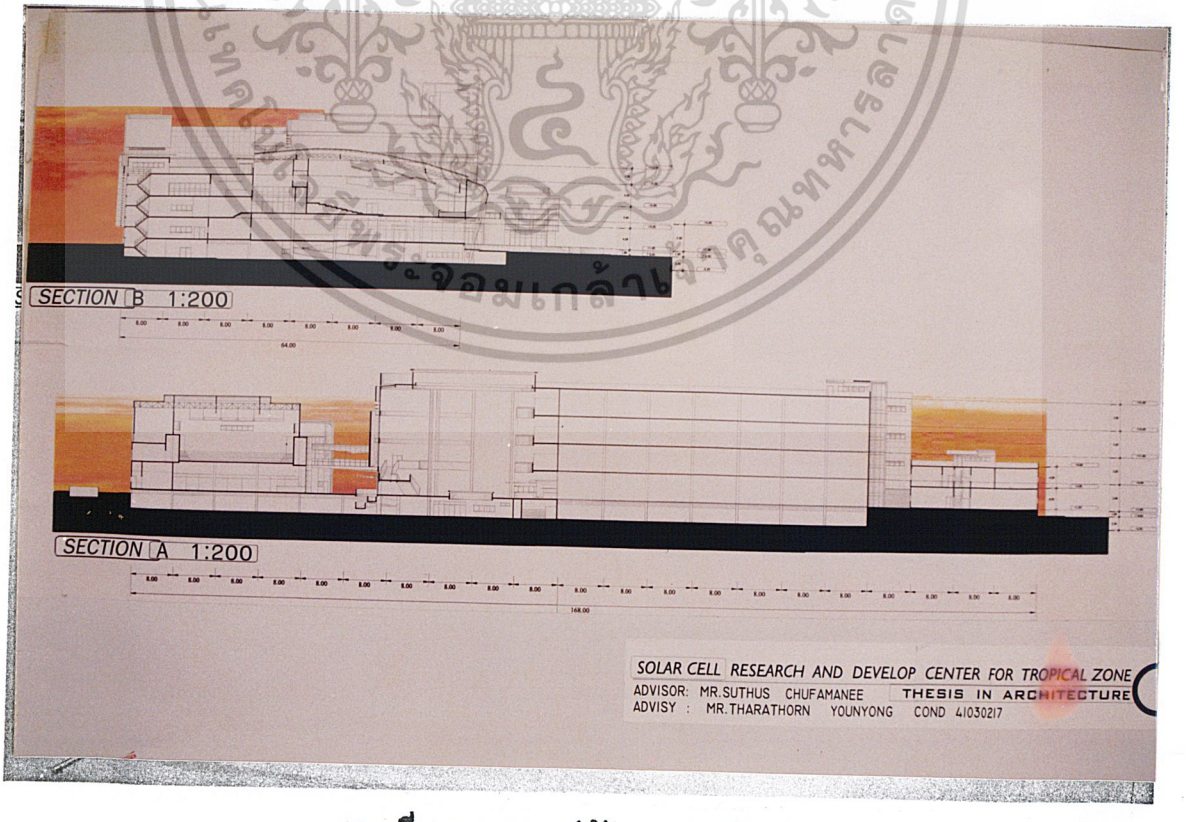


ภาพที่ 4.26 แสดงผังพื้นชั้น 4 และผังพื้นชั้นดาดฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.27 แสดงรูปด้าน 1,รูปด้าน 2,รูปด้าน3,รูปด้าน4



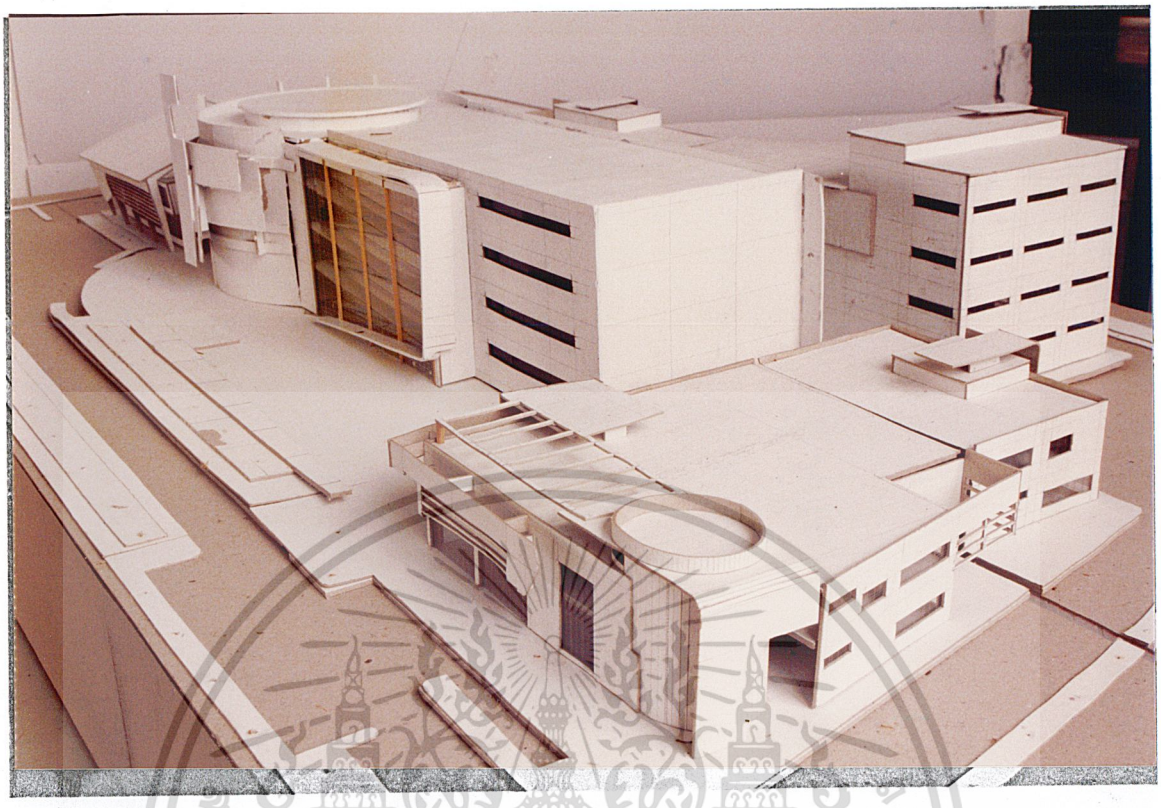
ภาพที่ 4.28 แสดงรูปตัด Aและรูปตัด B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

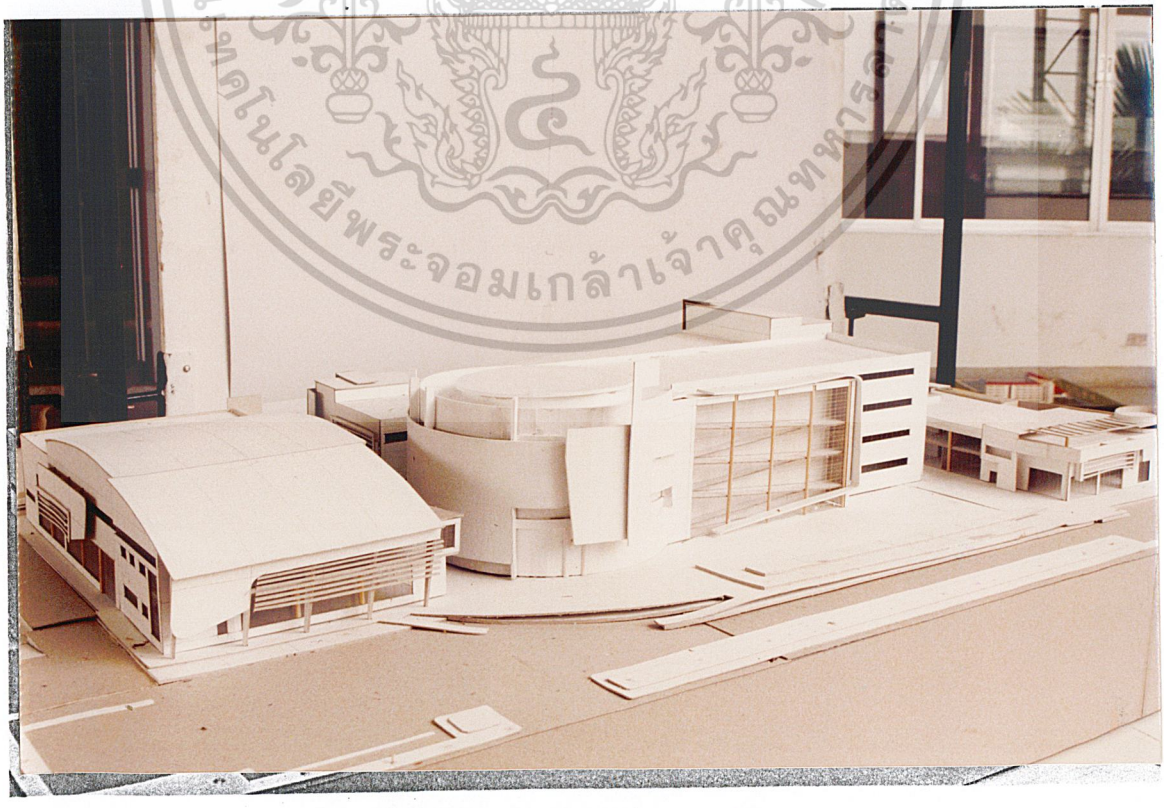
ภาพที่ 4.29 แสดงทัศนียภาพภายในโครงการ

ภาพที่ 4.30 แสดงทัศนียภาพภายนอกโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.31 แสดงหุ่นจำลองของโครงการ



ภาพที่ 4.32 แสดงหุ่นจำลองของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOLAR CELL RESEARCH & DEVELOP CENTER
FOR TROPICAL ZONE

บทที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1การสรุปผลการทำวิทยานิพนธ์

โครงการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะกับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น ประกอบด้วย 5 ส่วนหลัก ภายในเนื้อที่โครงการ 20,654 ตร.ม. โดยตั้งอยู่บนพื้นที่ 14 ไร่ ของอุทยานวิทยาศาสตร์ ระหว่างมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ รังสิต และสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย จังหวัดปทุมธานี มีรายละเอียดดังนี้

1. ส่วนบริหาร	349 ตร.ม.
2. ส่วนวิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์	1,781 ตร.ม.
3. ส่วนพัฒนาและส่งเสริมวิชาการ	9,909 ตร.ม.
4. ส่วนเทคนิค	3,324 ตร.ม.
5. ส่วนบริการ	1,001 ตร.ม.
รวมพื้นที่ใช้สอย	16,461 ตร.ม.
ส่วนที่จอดรถ	4,193 ตร.ม.
รวมพื้นที่โครงการทั้งหมด	20,654 ตร.ม.

5.2 ข้อเสนอแนะ

โครงการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะกับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น เป็นเรื่องที่ค่อนข้างจะซับซ้อนมาก ในการจัดทำโครงการประเภทนี้ จึงจำเป็นมากที่จะต้องวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่ค่อนข้างจะละเอียด รวมถึงผู้ทำโครงการจะต้องมีความเข้าใจในเรื่องของโครงการเป็นอย่างดีเพื่อที่จะทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ข้อเสนอแนะทางด้านรูปแบบสถาปัตยกรรมมีดังนี้

- รูปแบบของสถาปัตยกรรมของอาคาร ควรมีการกำหนดแนวความคิดให้ได้มาจากความเป็นลักษณะของโครงการ
- อาคารควรมีเอกลักษณ์ที่โดดเด่นเฉพาะตัว บ่งบอกถึงตัวโครงการ
- การออกแบบอาคารให้เป็นตัวอย่างการใช้พลังงาน เพราะเป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์ในการอนุรักษ์พลังงาน
- ลักษณะการวางผังอาคาร ต้องมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ผู้จัดทำมีความตั้งใจและทุ่มเทในการจัดทำพอสมควร เนื้อหาบางส่วนอาจจะมีการตัดทอนให้กระชับขึ้นแต่เนื่องจากยังมีความรู้ในด้าน ส่วนปฏิบัติการ และวิชาการบางอย่างไม่เพียงพอ จึงอาจทำให้บางส่วนของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขาดความสมบูรณ์ ทางผู้จัดทำต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย และหวังว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คงจะเป็นแนวทางให้แก่ผู้สนใจมาศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำไปประยุกต์ให้ดีขึ้นต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกิดศักดิ์ ยะโสธร,ศูนย์ศึกษาวิจัยและเผยแพร่ความรู้ด้านพลังงานสุริยะวิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541-2542 .

นำพล จันทร์แสง, อุทยานวิทยาศาสตร์และศูนย์ศึกษาค้นคว้าการวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์,วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2540.

วรา จรรยาสุทธิวงศ์,ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและปฏิบัติการวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์,วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2538-2539.

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, ถาม-ตอบเซลล์แสงอาทิตย์,ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2540.

เอกพล สิระชัยนันท์,ศูนย์วิชาการด้านพลังงานธรรมชาติและวัสดุพลังงาน ,วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2524-2525.

Neufert; Ernst, Architects Data 2 , English ed; London: Canada Publishing Limiited,1982.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOLAR CELL RESEARCH & DEVELOP CENTER
FOR TROPICAL ZONE

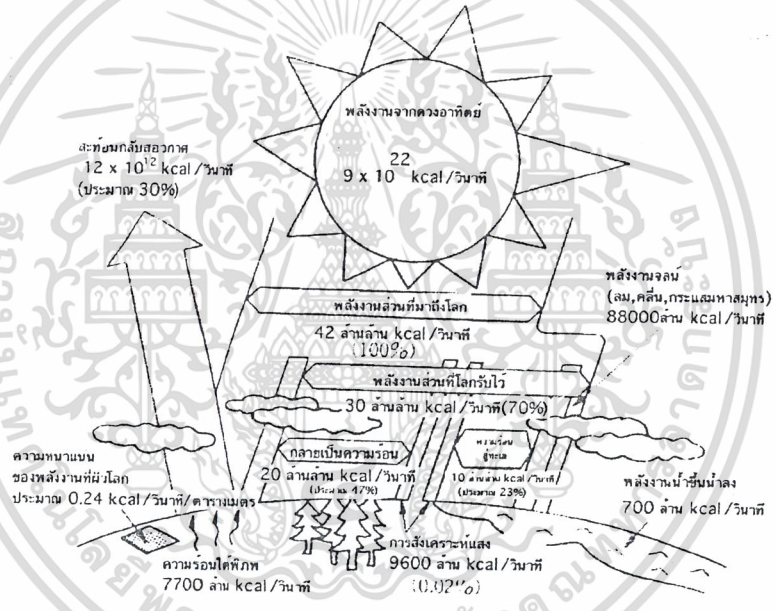
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาข้อมูลของศูนย์วิจัย และพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์

1.ความรู้พื้นฐานของโครงการ

พลังงานของดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์อยู่ห่างจากโลกประมาณ 150 ล้านกิโลเมตร ปลดปล่อยพลังงานจากปฏิกริยาฟิวชั่นออกสู่ภายนอกในระดับ $9 \times 10_{22}$ kcal / วินาที ซึ่งเป็นพลังงานที่มากมายมหาศาล พลังงานนี้กระจายไปในอวกาศ และส่วนที่มาถึงโลกนั้นจะมีความเข้มที่บริเวณนอกเขตบรรยากาศของโลก ในระดับ 1.38 KW / m^2 (0.33 kcal / วินาที) คิดเป็นพลังงานที่โลกได้รับได้เป็น 42×10^{12} kcal / วินาที โดยในนี้ 30 % จะสะท้อนกลับออกนอกบรรยากาศโลก ที่เหลือ 70 % จะมาถึงโลก ซึ่งเมื่อเทียบกับพลังงานที่มนุษย์ทั้งโลกใช้ในปี 1988 คือ 10^{17} kcal จะเห็นว่าเทียบเท่ากับพลังงานจากดวงอาทิตย์ที่เข้ามาถึงโลกเพียงแค่ประมาณ 40 นาทีเท่านั้น



ภาพที่ 1 แสดงพลังงานแสงอาทิตย์สู่โลก

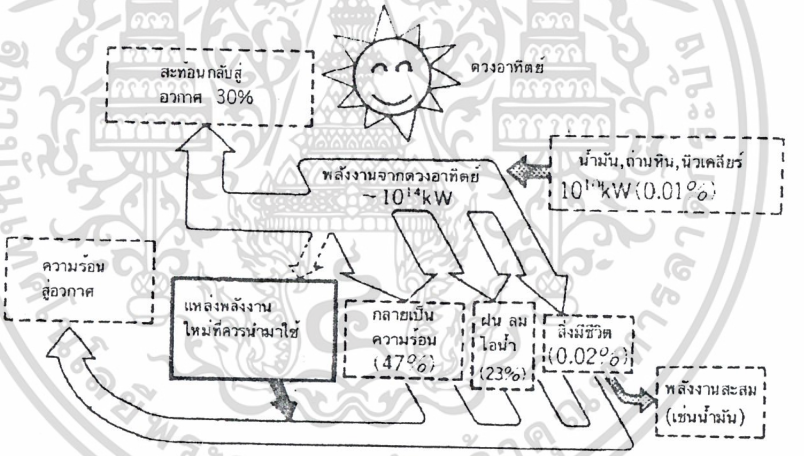
จะเห็นว่าพลังงานจากดวงอาทิตย์นั้นมากมายมหาศาลเพียงใด และโลกของเราก็ได้วิวัฒนาการมาภายใต้เงื่อนไขทางพลังงานเช่นนี้ โดยพลังงานที่มาถึงผิวโลกจะเป็นแหล่งพลังงานความร้อนให้แก่ผิวดินและทะเล ทำให้เกิดลม ไอน้ำ ฝน และวัฏจักรต่าง ๆ ของโลกทั้งทางกายภาพและชีวภาพ รวมทั้งทำให้เกิดการสังเคราะห์แสงของพืช โดยคร่าว ๆ แล้วใน 70 % ที่มาถึงผิวโลก ประมาณ 42 % จะกลายเป็นความร้อน 23 % จะเป็นพลังงานในการเกิดวัฏจักรของน้ำ (ระเหย เมฆ ลม ฝน) ประมาณ 0.02 % เท่านั้นที่ถูกใช้ในการดำเนินชีวิต ของพืชและสัตว์ การทับถมของซากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้เกิดเป็นน้ำมันและก๊าซธรรมชาติก็เป็นการสะสมพลังงานที่ได้จากดวงอาทิตย์ไว้ในรูปของพลังงานเคมี ในสิ่งเหล่านี้นั่นเอง นั่นคือ พลังงานที่เราได้จากเชื้อเพลิงเหล่านี้ ล้วนมีต้นกำเนิดมาจากพลังงานจากดวงอาทิตย์ทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบขนาดพลังงานของแหล่งต่าง ๆบนโลก

พลังงานน้ำ	4.8×10^{8}	(kcal / วินาที)
พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง	7.2×10^{8}	(kcal / วินาที)
พลังงานความร้อนใต้พิภพ	77×10^{8}	(kcal / วินาที)
พลังงานลม	880×10^{8}	(kcal / วินาที)
พลังงานจากดวงอาทิตย์	$420{,}000 \times 10^{8}$	(kcal / วินาที)

จากข้อมูลการเปรียบเทียบขนาดของพลังงานของแหล่งหรือรูปแบบต่าง ๆ จะเห็นว่า พลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ตกถึงโลกมีขนาดมหาศาลเมื่อเทียบกับอย่างอื่น ๆ คือประมาณ 42 ล้านล้าน kcal / วินาที พลังงานลมจะใหญ่เป็นรองคือ 0.088 ล้านล้าน kcal / วินาที ส่วนพลังงานความร้อนจากใต้พิภพซึ่งเป็นพลังงานจากภายในของโลกเองมีขนาด 0.0077 ล้านล้าน kcal / วินาที โดยสรุปแล้วจะเห็นว่า พลังงานในธรรมชาติบนโลกนั้น แทบทั้งหมดมาจากดวงอาทิตย์ก็ว่าได้



ภาพที่ 2 แสดงพลังงานต่างๆ ของโลก

พลังงานแสงแดด เป็นพลังงานที่เกิดจากปฏิบัติกริยานิวเคลียร์ ที่เรียกว่า ฟิวส์ชั่น (FUSION) คือการรวมตัวของนิวเครียสของธาตุเบาหลาย ๆ นิวเคลียส ให้เป็นนิวเคลียสของธาตุหนัก ซึ่งเป็นปฏิกริยาที่ให้พลังงานสูงสุดเท่าที่มนุษย์รู้จัก ในปัจจุบันพลังงานทำให้เกิดความร้อนมหาศาลก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งของอนุภาคซึ่งเป็นประจุไฟฟ้าซึ่งมีอยู่ทั่วไปในดวงอาทิตย์ประจุไฟฟ้านั่นเมื่อมีความเร่งย่อมส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปของแสงแดด มีช่วงคลื่น ส่วนใหญ่ตั้งแต่รังสีเหนือม่วง (UV) และที่มองเห็นด้วยตา (VISIBLE LIGHT) ไปจนถึงคลื่นความร้อน (INFREARED) ส่วนช่วงคลื่นอื่น ๆ ที่มีพลังงานรวมแล้วน้อยมากที่ส่งถึงโลก ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานความร้อนและแสงสว่างใหญ่ที่สุด ประเทศไทยซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศที่ตั้งอยู่ใกล้ศูนย์สูตรหรือเส้นแบ่งครึ่งโลก จึงได้รับพลังงานค่อนข้างสูง ค่าความเข้มพลังงานแสงอาทิตย์รวมเฉลี่ยของประเทศ ประมาณ 4.7 กิโลวัตต์ – ชม. ต่อตารางเมตรต่อวัน

หากเราสามารถใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ที่สาดส่องลงมาบนพื้นที่ของประเทศไทยเพียงหนึ่งในร้อยส่วนของพื้นที่ทั้งหมด เราจะได้รับพลังงานเทียบเท่าการใช้น้ำมันดิบประมาณ 7,000,000 ตันต่อปี

การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ ทำได้หลายรูปแบบ ดังต่อไปนี้

1. พลังงานแสงแดด → ใช้เป็นแสงสว่างโดยตรง
2. พลังงานแสงแดด → พลังงานความร้อน
3. พลังงานแสงแดด → พลังงานความร้อน → พลังงานไฟฟ้า
4. พลังงานแสงแดด → พลังงานไฟฟ้า
5. พลังงานแสงแดด → พลังงานความร้อน → พลังงานกล

วิธีการที่ 2 การเปลี่ยนพลังงานแสงแดดเป็นความร้อน เป็นวิธีที่ง่าย ตัวอย่าง อุปกรณ์ที่ใช้นี้ เช่น เครื่องอบไม้ และอาหารแห้ง เครื่องทำน้ำร้อน เครื่องกลั่นน้ำด้วยแสงแดด

โดยธรรมชาติเครื่องมือชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพสูง คือสามารถใช้พลังงานแสงแดดได้สูงหลายสิบเปอร์เซนต์ เนื่องจากใช้พลังงานแสงแดดโดยตรง ช่วงเวลารับพลังงานแสงแดดแล้วใช้งานเลยเป็นระยะสั้น ความสูญเสียเนื่องจากการนำการพาและการแผ่รังสีจึงมีน้อย และอุปกรณ์เหล่านี้สร้างได้ง่าย ใช้งานทั่ว ๆ ไป

วิธีการที่ 3 เปลี่ยนพลังงานแสงแดดเป็นความร้อน และเป็นไฟฟ้านั้น เป็นเครื่องผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแสงแดดที่ใช้เครื่องจักรกล วิธีการคือ รวบรวมแสงแดดที่ให้มีความเข้มสูง โดยใช้แผ่นกระจกราบจำนวนมาก สะท้อนแสงแดดไปยังถังเก็บน้ำหรือถังเก็บสารเคมีที่มีผิวสีดำ (POWER TOWER SYSTEM) เพื่อผลิตไอน้ำหรือสารเคมี ให้มีอุณหภูมิสูงหลายร้อยองศาเซลเซียส นำไปเข้าเครื่องจักร เพื่อปั่นไฟฟ้า (GENERATOR) นำไปใช้งานต่อไป

วิธีการรวมแสงแดดมีอีกวิธีคือ ใช้ผิวโค้งพาราโบลา แต่ใช้วิธีนี้ราคาแพงมาก และโดยทางปฏิบัติทำจานพาราโบลาขนาดใหญ่มากไม่ได้ อย่างไรก็ดีการรวมแสงแบบพาราโบลามีประสิทธิภาพสูงในการรวมพลังงานแสงแดด ถ้ามีระบบ SUN TRAOKING ที่มีประสิทธิภาพและมีแสงแดดจัด โครงการทำเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่โดยใช้การสะท้อนแสงให้นำหรือของเหลวชนิดอื่น (SOLAR THERMAL POWER PLANT) มีตัวอย่างที่น่าสนใจหลายแห่งในปัจจุบัน

วิธีการที่ 4 เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบลงบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์เซลล์ แสงอาทิตย์จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อนำไปใช้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ

วิธีการที่ 5 คือเปลี่ยนพลังงานแสงแดดเป็นพลังงานความร้อน และเป็นพลังงานกลนั้น ส่วนใหญ่ใช้ในการ สูบน้ำเพื่อการเกษตร โดยนำความร้อนจากแสงแดดไปเผาของเหลวระเหยง่ายให้ขยายตัวไปขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำ หรือไปทำระบบปรับอากาศเครื่องมือเหล่านี้มีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำและไม่ทำเป็นโครงการใหญ่ เพราะมีข้อจำกัดทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ โดยเฉพาะพลังงานกลที่ได้ต้องใช้ทันทีในพื้นที่จำกัด ไม่เหมือนโครง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เห็นรอบตัวเรา ก็มีซิลิคอนเป็นส่วนประกอบหลัก ๆ นั่นคือเป็นธาตุที่มีมากมายเหลือใช้ (แต่การนำมาทำให้บริสุทธิ์ใช้งานได้ ต้องมีเทคนิคและใช้พลังงาน นั่นคือต้องมีค่าใช้จ่าย)

ซิลิคอนเป็นวัตถุดิบที่ใช้มากในอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำในปัจจุบัน โดยแทบจะเรียกได้ว่าเป็น เมล็ดข้าวสารของอุตสาหกรรมนี้ เลยทีเดียว ทรานซิสเตอร์. IC และ LSI ทั้งหลายแทบทั้งหมด สร้างโดยใช้ซิลิคอนนี้เอง นั่นก็คือ การจะนำซิลิคอนมาใช้ในการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์นั้นในแง่ของวัตถุดิบ อุตสาหกรรมรองรับมีอยู่แล้ว

เราจะสร้างแผ่นฟิลม์บางของซิลิคอนบนแผ่นฐานรองโดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า CVD (Chemical Vapor Deposition) ซึ่งจะมีระบบนำก๊าซที่มีซิลิคอนติดอยู่ เช่น ก๊าซไซเรน (SiH^4) ผ่านเข้าไปในท่อสูญญากาศ และตรงบริเวณที่วางแผ่นฐานรองก็จะมีการกระตุ้น เช่นโดยพลาสมาเพื่อส่งพลังงานให้ ซิลิคอนแยกตัวออกจากก๊าซเข้าไปจับตัวกันบนแผ่นฐานรองโดยส่วนใหญ่จะเป็น แก้ว สเตนเลส หรือพลาสติก ซึ่งได้ทำการเคลือบชั้นตัวนำโปร่งแสงไว้ก่อน โดยมีอุณหภูมิบนแผ่นฐานรองประมาณ 200-300 องศาเซลเซียส ซิลิคอนจะทับถมสะสมบนแผ่นเกิดเป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิด p และถ้าหากใส่ก๊าซที่มี boron เช่น B_2H_6 เข้าไปด้วย เราก็จะได้แผ่นฟิลม์ที่เป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิด P และถ้าหากใส่ก๊าซที่มี Phosphate เช่น PH_3 เราก็จะได้แผ่นฟิลม์ที่เป็นอะมอร์ฟัส ซิลิคอน n ซึ่งจะเห็นได้ว่า ด้วยวิธีนี้เราสามารถควบคุมการไหลของก๊าซเพื่อสร้างให้เกิดชั้นของ pin อะมอร์ฟัสซิลิคอนขึ้นได้อย่างค่อนข้างง่ายดาย หลังจากได้โครงสร้าง pin แล้วเราก็จะสร้างส่วนของขั้วไฟฟ้า ให้เสร็จเป็นเซลล์แสงอาทิตย์

จุดเด่นของเซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัสก็คือ

1. พลังงานที่จำเป็นในการผลิตน้อยกว่า (แบบผลึกต้องใช้อุณหภูมิสูงระดับ 1000-1500 องศาเซลเซียส ส่วนแบบอะมอร์ฟัส ใช้แค่ระดับ 300 องศาเซลเซียส)
2. ขั้นตอนในการผลิตไม่ซับซ้อน (สร้างฟิลม์ไปพร้อมกับการสร้าง pin junction ได้เลย)
3. เนื่องจากอัตราการดูดแสงของอะมอร์ฟัสซิลิคอนสูงกว่าผลึกมาก จึงสามารถลดความหนาของฟิลม์ เป็นระดับ 1 ไมโครเมตรได้ ในขณะที่แบบผลึกต้องทำอย่างน้อยหนาประมาณ 300 ไมโครเมตร ซึ่งทั้งนี้ก็เพื่อความแข็งแรงทางกลไกของแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ ด้วยนั่นก็คือ อะมอร์ฟัสซิลิคอนสามารถประหยัดปริมาณของซิลิคอนได้มากกว่า
4. เนื่องจากปฏิกริยาเป็นแบบก๊าซ จึงสามารถสร้างแผ่นที่มีขนาดพื้นที่ใหญ่ ๆ ได้ง่ายกว่า

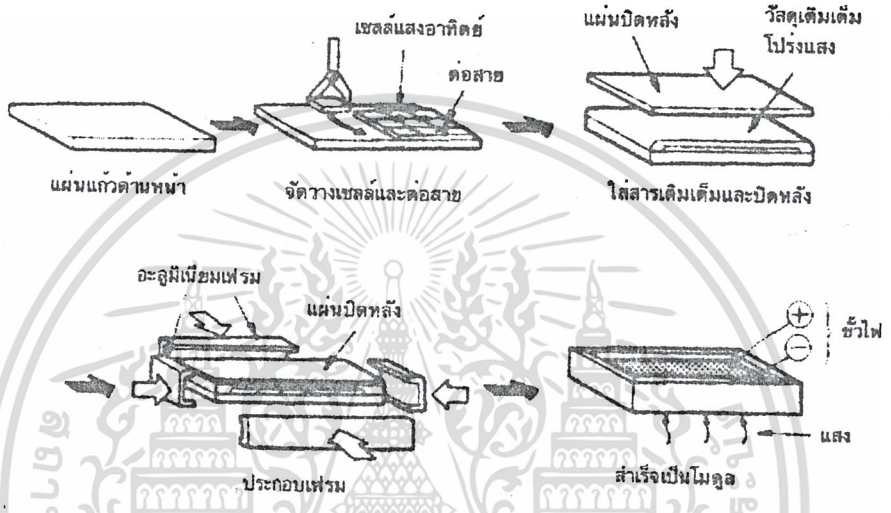
จากภาพที่ 3 จะเห็นว่าอาจจะใช้เลเซอร์ช่วยในการตัดวงจรเพื่อสร้างเป็น เซลล์แสงอาทิตย์ ในลักษณะของวงจรรวมได้ด้วย

จะเห็นว่า ซิลิคอนแบบผลึกเดี่ยวจะมีประสิทธิภาพการแปลงพลังงานสูงสุด ตามมาก็คือ ซิลิคอนแบบผลึกโพลี และแบบอะมอร์ฟัส อย่างไรก็ตาม แบบโพลี และแบบอะมอร์ฟัสนั้นยังมีโอกาสที่จะลดต้นทุนการผลิตได้อีกมากกว่าแบบผลึกเดี่ยว ยิ่งไปกว่านั้น แบบอะมอร์ฟัสนั้นก็ยังมีจุดเด่นอื่น ๆ ที่เซลล์แสงอาทิตย์แบบอื่น ๆ ไม่มี โดยจะกล่าวในบทต่อ ๆ ไป

ส่วนเซลล์แสงอาทิตย์อื่น ๆ นอกจากตระกูลซิลิคอนแล้วก็มีจุดเด่นจุดด้อยดังตาราง ซึ่งในปัจจุบันการใช้งานยังจำกัดอยู่ในการประยุกต์ลักษณะพิเศษ เช่น การใช้งานในอวกาศ ฯลฯ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบจะขึ้นอยู่กับการใช้งาน โดยหลัก ๆ แล้วเราจะเอาเซลล์วางเรียงบนเฟรม ซึ่งจะเป็นตัวโครงของโมดูล และป้องกันเซลล์จากการเสียหาย จากภายนอก โดยจะต่อเซลล์เหล่านี้ด้วยกันทางไฟฟ้าโดยใช้แผ่นตัวนำไฟฟ้าบาง ๆ และหลังจากนั้นจะประกอบตัวเฟรมโดยใช้วัสดุต่าง ๆ ดังตัวอย่างในรูป สรุปก็คือ ต้องแข็งแรงพอสำหรับการใช้งานด้านหน้าโปร่งแสงให้กระทบได้ และมีขั้วไฟฟ้าออกมาสำหรับต่อวงจรใช้งาน



ภาพที่ 6 แสดงการประกอบเป็นโมดูล

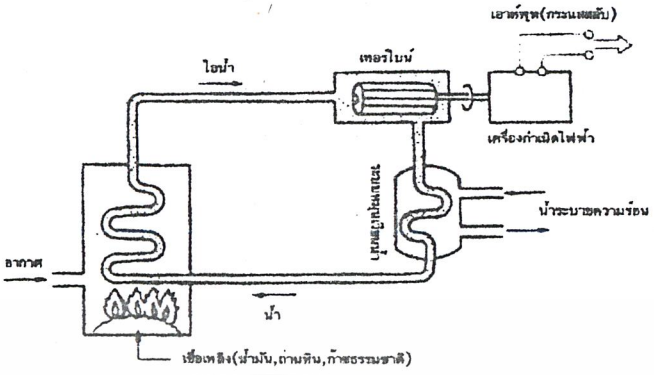
ภาพที่ 6 เป็นโมดูลที่แพร่หลายในปัจจุบัน เรียกว่า แบบ super strate โดยรูปที่ แสดงขั้นตอนการสร้าง ด้านที่รับแสงจะใช้วัสดุโปร่งใสเช่นแผ่นแก้ว ซึ่งจะเป็นตัวโครงสร้างทางกลของโมดูลด้วย เมื่อจัดวางเซลล์ทางไฟฟ้าแล้ว ก็จะอัดที่ว่างด้วยวัสดุเติมเต็มโปร่งใส เช่น PVB (poly vinyl butylol) หรือ EVA (ethylene vinyl acetate) จากนั้นก็จะปิดด้านหลัง และหุ้มโมดูล ทั้งหมดด้วยเฟรมอะลูมิเนียม

ประสิทธิภาพของโมดูลที่มีขายในท้องตลาดปัจจุบัน ที่มีขนาดประมาณ 40 cm x 120 cm คือเซลล์แสงอาทิตย์ แบบซิลิคอนผลึกเดี่ยว 10 – 14 % แบบโพลีซิลิคอน 9 – 12 % แบบอะมอร์ฟัสซิลิคอน 6 – 9 %

การเกิดกระแสไฟฟ้า

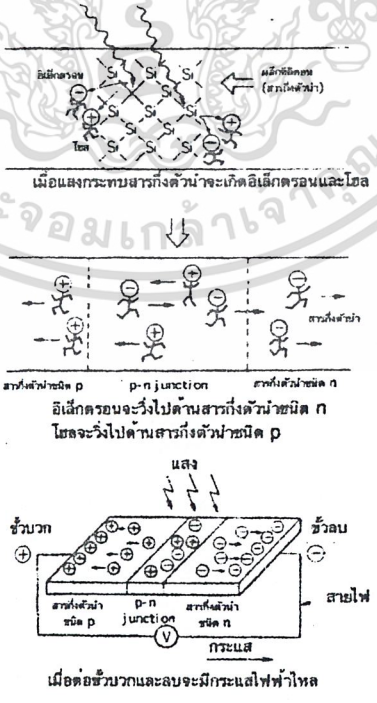
ก่อนอื่นมาทบทวนกันนิดว่า ไฟฟ้าที่เราใช้กันปกตินั้นสร้างกันได้อย่างไร ในกรณีของโรงงานไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนนั้น ดังรูปที่ เราจะเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง ถ่านหิน หรือก๊าซธรรมชาติ ให้ได้ความร้อนไปต้มน้ำให้เดือด สร้างไอน้ำ แล้วใช้ไอน้ำไปปั่นเทอร์ไบน์เครื่องปั่นไฟ แล้วก็จะได้ไฟฟ้า (กระแสสลับ) มาใช้ในกระบวนการนี้จะเห็นว่า เราเปลี่ยนรูปของพลังงานเคมีในตัวเชื้อเพลิง เป็นพลังงานกลหมุนเทอร์ไบน์ และในที่สุด เป็นพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากผ่านหลายขั้นตอน ประสิทธิภาพการใช้พลังงานจึงทำให้สูงสุดได้ยาก และระบบซับซ้อนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แสดงการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เชื้อเพลิง

ในกรณีของเซลล์แสงอาทิตย์นั้น ขบวนการการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นโดยตรงในสารกึ่งตัวนำ โดยเมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงานกระทบกับสารกึ่งตัวนำจะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน พลังงานจากแสงจะทำให้เกิดประจุบวกและลบขึ้นในสารกึ่งตัวนำ ถ้านำประจุนี้ไปใช้งานให้ได้ก็จะเป็นกระแสไฟฟ้านั่นเอง (ถ้าไม่มีโครงสร้างการนำประจุไปใช้งาน ประจุบวกและลบจะรวมตัวกันหายไปในเวลาช่วงชีวิตของมัน ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติต่าง ๆ ของสารกึ่งตัวนำนั้น ๆ) ถ้าหากเรานำเอาสารกึ่งตัวนำประเภท n และ p มาติดต่อกันเป็น junction



ภาพที่ 8 แสดงการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟิสิกส์ที่จะเกิดขึ้นในกรณีเช่นนี้โดยสรุปจะบอกได้ว่า สารกึ่งตัวนำประเภท n จะดึงประจุลบส่วนประเภท p จะดึงประจุบวก เมื่อแสงกระทบเซลล์และเกิดประจุบวกและลบ ประจุลบ (บวก) จะวิ่งไปสู่ฝั่งประเภท n (p) ทำให้เกิดการสะสมของประจุที่ขั้วทั้งสองขึ้น

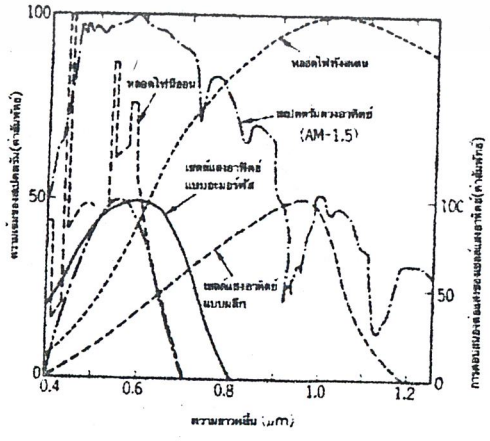
นั่นก็คือ เกิดสภาพเหมือนถ่านไฟฉาย เพราะฉะนั้นหากต่อทั้งสองขั้วก็จะมีกระแสไหลและเอาพลังงาน (ไฟฟ้า) ออกมาใช้ได้ และตราบใดที่มีแสงกระทบ ก็จะมีไฟฟ้าใช้ กระแสไฟฟ้านี้จะเห็นว่าเป็นกระแสตรง แต่ในการใช้งานจริง เราสามารถใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเปลี่ยนกระแสตรงเป็นกระแสสลับเพื่อใช้กับเครื่องไฟฟ้าทั่วไปในชีวิตประจำวันได้ด้วย

แสงที่ใช้กับเซลล์แสงอาทิตย์

สำหรับแสงที่จะใช้ได้นั้น ขอให้มีช่วงพลังงานที่เหมาะสมกับชนิดของสารกึ่งตัวนำ ก็จะทำให้เกิดประจุบวกและลบขึ้นได้ นั่นก็คือ ไม่จำเป็นต้องเป็นแสงอาทิตย์อย่างเดียว แสงจากแหล่งต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันก็สามารถใช้ได้ อย่างไรก็ตามนอกจากช่วงพลังงานของแสงแล้ว ความเข้มของแสงก็เป็นสิ่งสำคัญ ถ้าเข้มไม่พอประจุที่เกิดก็จะไม่มาก พอที่จะนำมาใช้งานจริงได้ แสงจันทร์นั้น ทั้ง ๆ ที่จริงก็คือ แสงสะท้อนของดวงอาทิตย์น่าจะใช้งานได้แต่เพราะว่าความเข้มของแสงจันทร์บนผิวโลกอ่อนมาก จึงนำมาใช้งานไม่ได้ หากไม่มีการหาเทคนิคต่าง ๆ เสริมเข้ามาช่วย ซึ่งก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายเกิดตามขึ้นมา

ดังที่กล่าวแล้วว่า แสงที่จะทำให้เกิดประจุไม่จำเป็นต้องเป็นแสงอาทิตย์เท่านั้น ขอให้มีแถบความยาวคลื่นที่เหมาะกับ เซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ และมีความเข้มสูงพอ ก็จะใช้งานได้ที่นี้มาดูรายละเอียดกัน

ในรูปที่ จะแสดงให้เห็นข้อมูลเกี่ยวกับความไวต่อแสงในการเกิดประจุของเซลล์แสงอาทิตย์ แบบอะมอร์ฟัสซิลิคอน และแบบซิลิคอนผลึกเดี่ยว ซึ่งจะเห็นว่า ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่น (พลังงาน) ของแสง ในรูปยังแสดงให้เห็นถึงข้อมูลของแถบความยาวคลื่นของแสงจากแหล่งต่าง ๆ คือดวงอาทิตย์ (ที่ผิวโลก . AM-1.5) หลอดไฟทังสเตนและหลอดไฟนีออน จากรูปจะตีความทางฟิสิกส์ได้ว่า อะมอร์ฟัสซิลิคอนนั้นมีประสิทธิภาพดีในช่วง ความยาวคลื่นสั้น (พลังงานสูง) ของแสงอาทิตย์ ส่วนซิลิคอนผลึกเดี่ยวนั้นตอบสนองต่อแสง ในแถบความยาวคลื่นค่อนข้างกว้าง โดยมีประสิทธิภาพดีในช่วงความยาวคลื่นยาว (พลังงาน ต่ำ) ของแสงอาทิตย์ และสำหรับไฟนีออน ซึ่งมีแถบความยาวคลื่นในช่วงคลื่นสั้นของ แสงอาทิตย์นั้นอะมอร์ฟัสซิลิคอนนั้น จะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าซิลิคอนผลึกเดี่ยว ส่วนในกรณีของหลอดไฟทังสเตนนั้นซิลิคอนผลึกเดี่ยวจะใช้งานได้ดีกว่า



ภาพที่9 สเปคตรัมของแสงอาทิตย์บนผิวโลกและความไวต่อแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ ผลิตนั้นจะแปรผันตรงกับพลังงานของแสงที่ส่อง กระทบมัน (ส่วนประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานจะเป็นเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของ เซลล์ แสงอาทิตย์) สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ตัวเดียวกัน ถ้าพลังงานแสงเข้าเพิ่ม (ลด) เป็น 2 เท่า พลังงานที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ ก็จะเพิ่ม (ลด) 2 เท่า

ในช่วงกลางวันที่อากาศโปร่งใส ความเข้มของพลังงานของแสงอาทิตย์จะเป็นประมาณ 1000 W ต่อตารางเมตร โดยถ้าพูดเป็นหน่วยของความสว่างก็จะเท่ากับ 100.000-120.000 ลุกซ์ (lux) ตารางที่ 3 แสดงความเข้มของแสงอาทิตย์ในกรณีต่าง ๆ รวมทั้งแสงจากไฟนีออนตามที่ต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูลทั่วไปด้วย

จะเห็นว่า ในวันที่มีเมฆ พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์จะตกอยู่ระดับ 1 / 10 – ครึ่งหนึ่งของวันที่อากาศดี ถ้าหากฝนตก ก็จะตกอยู่ระดับ 1 / 20 – 1 / 5 ของวันอากาศดี นี่คือจุดอ่อนหนึ่งในการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์

ตารางที่1 ค่าประมาณความเข้มของแสง

แหล่งแสง	สภาพอากาศ / สถานที่	ความสว่าง (lux)
แสงอาทิตย์ (กลางวัน)	อากาศดีมาก	120,000-100,000
	อากาศดี	100,000-50,000
	มีเมฆ	50,000-10,000
	ฝนตก	20,000-5,000
หลอดไฟนีออน	โต๊ะเขียนแบบ	-1,000
	สำนักงาน	300-600
	ห้องอาหาร , ทางเดิน	ต่ำกว่า 200
	บันได	ต่ำกว่า 100

ความเปลี่ยนแปลงปริมาณไฟฟ้าในช่วง 1 วัน

พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงหนึ่งวัน จะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้รับ ตอนช่วงเช้าและเย็นที่ความเข้มของแสงอาทิตย์น้อยกว่าตอนช่วงกลางวันนั้นเอาท์พุทจากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะแปรผันตามไปด้วย ในการใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับโดยผ่านอินเวอร์เตอร์ (เปลี่ยนกระแสตรงเป็นกระแสสลับ) นั้น ถ้าหากเอาท์พุทต่ำกว่าค่าหนึ่ง อินเวอร์เตอร์จะไม่ทำงานนั่นก็คือช่วงเช้า ๆ หรือเย็น ๆ อาจจะใช้งานไม่ได้

เนื่องจาก มุมตำแหน่งของดวงอาทิตย์มองจากจุดต่าง ๆ บนโลกจะเปลี่ยนไปตามเดือนต่าง ๆ ของปี จึงทำให้ในการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์นั้นจะต้องคำนึงถึงจุดนี้ด้วย สำหรับประเทศไทยนั้นอยู่ในตำแหน่งที่การติดตั้งเพื่อใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์ไม่ยาก

อายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์

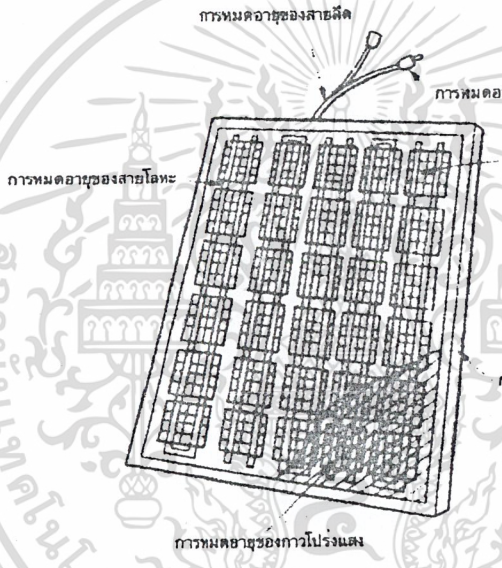
เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์นั้นใช้ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกของสารกึ่งตัวนำซึ่งไม่มีส่วนที่จะสึกหรอในเชิงทฤษฎี ฉะนั้นตัวของมันเองแถบกล่าวได้ว่าอายุใช้งานไม่จำกัด อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงนั้น เนื่องจากจะต้องมีการต่อเซลล์เป็นโมดูล ต่อโมดูลเป็นแผงและมีระบบต่าง ๆ ซึ่งวัสดุต่าง ๆ ที่เข้ามาในส่วนนี้จะมีอายุการใช้งานจำกัด เทคโนโลยีและเหตุผลทางต้นทุนในการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ปัจจุบันนั้น ทำให้อายุการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ในระดับประมาณ 20 –25 ปี ในอนาคตน่าจะสามารถสร้างระบบโดยใช้วัสดุที่ดงทนได้มากขึ้น เพื่อให้อายุใช้งานยาวเกินกว่า 30 ปีขึ้นไป

สถานการณ์เซลล์แสงอาทิตย์ในปัจจุบัน

การประยุกต์ใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์นั้น เริ่มมาตั้งแต่ต้น คศ. 1970 แต่เพราะต้นทุนราคาแพงช่วงแรก ๆ จึงมีอัตราการเพิ่มช้าอย่างไรก็ตามหลังจากทศวรรษ 1980 เป็นต้นมา อัตราการใช้ได้เพิ่มสูงขึ้นมาก จึงทำให้การผลิตได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ตัวเลขในปี 1991 คือมีการผลิตทั่วโลก 55.3 MW โดยในญี่ปุ่นนั้นอัตราการเพิ่มสูงมากในช่วง ดังกล่าว เนื่องจากการนำเอาเซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัสซิลิคอนไปใช้กับผลิตภัณฑ์อิเล็คทรอนิกส์ ปัจจุบัน (1997) ญี่ปุ่นมีกำลังการผลิตประมาณ 20 MW/ ปี และแนวโน้มนี้จะยังเพิ่มขึ้นเพราะประเทศก้าวหน้าต่าง ๆ พยายามผลักดันการใช้เซลล์แสงอาทิตย์มากขึ้นเรื่อย ๆ



ภาพที่ 10 แสดงถึงส่วนต่างๆ ที่เป็นข้อจำกัดในปัจจุบัน

เมื่อเทียบกับกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าปกติซึ่งอยู่ในระดับ 500 - 1000 MW ก็จะเห็นว่าเซลล์แสงอาทิตย์เริ่มมีบทบาทในแง่ของแหล่งพลังงานไฟฟ้าใหม่ที่สำคัญขึ้นเรื่อย ๆ

จุดเด่นของไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

จุดเด่นของพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ เมื่อเทียบกับไฟฟ้าปกติที่เราใช้ปัจจุบัน มีดังต่อไปนี้

(1) แหล่ง (ต้น) พลังงานคือดวงอาทิตย์และไม่มีวันหมด และไม่มีค่าใช้จ่าย

แหล่งพลังงานอื่น ๆ ที่เราใช้อยู่หลัก ๆ ไม่ว่าจะเป็นน้ำมัน ถ่านหินหรือก๊าซธรรมชาตินั้นเป็นทรัพยากรที่มีจำกัด ในขณะที่ดวงอาทิตย์จะยังอยู่คู่โลกในจักรวาลตลอดไป จนกว่าดวงอาทิตย์จะถึงจุดจบในหลายพันล้านปีข้างหน้า นั้นก็คือ ไม่มีวันหมด และไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

(2) เป็นแหล่งพลังงานที่สะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์นั้นเกิดจากการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าโดยตรง จึงไม่เหมือนกับระบบไฟอื่น ๆ ที่จะต้องเผาน้ำมัน เผาถ่านหิน แล้วปั่นเทอร์ไบน์ ด้วยไอน้ำ ซึ่งเหล่านี้ทำให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมลภาวะทางเสียงต่าง ๆ

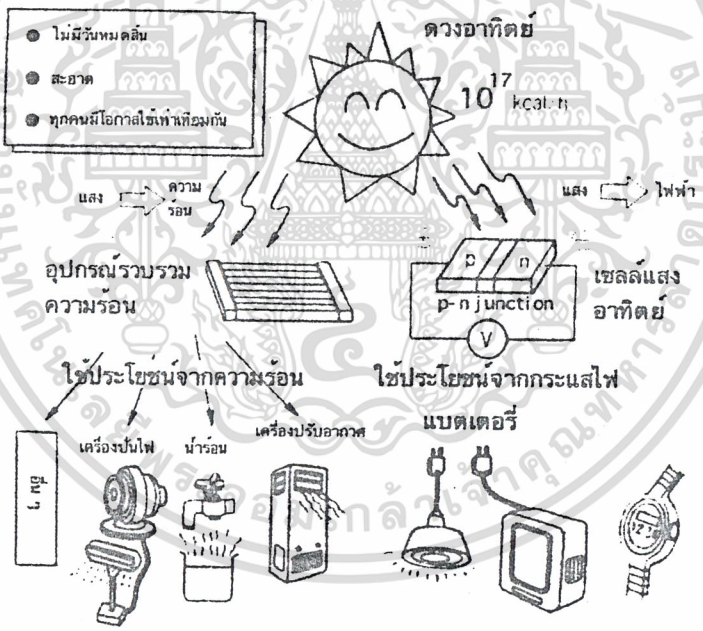
(3) สร้างไฟฟ้าได้ทุกขนาด

ตั้งแต่เล็ก ๆ เพื่อใช้กับเครื่องคิดเลข จนถึงระบบโรงงานไฟฟ้าขนาดใหญ่ระดับ 100 kW ขึ้นไป ซึ่งไม่ว่าเล็กหรือใหญ่ ก็ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ลักษณะพื้นฐานเหมือนกัน ประสิทธิภาพเท่ากัน

ในกรณีของโรงผลิตไฟฟ้าไม่ว่าจะเป็นพลังน้ำ การเผาไหม้เชื้อเพลิง หรือพลังงานปรมาณู ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานจะขึ้นอยู่กับขนาดของระบบ ในขณะที่ไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์นั้น ไม่ว่าจะระบบเล็กหรือใหญ่ประสิทธิภาพจะไม่ต่างกัน

(4) ผลิตที่ไหนใช้ที่นั้น

ระบบไฟฟ้าปกตินั้นแหล่งผลิตไฟฟ้ากับจุดใช้งานอยู่คนละที่ และจะต้องมีระบบทำ การส่ง เช่นตามเกาะ หรือบนภูเขา ที่ห่างไกลจากระบบไฟฟ้าปกติ หรือการติดตั้งบนหลังคาบ้าน เพื่อสร้างไฟฟ้าใช้เองในบ้านเลย



ภาพที่ 11 แสดงจุดเด่นของพลังงานแสงอาทิตย์

แน่นอนไม่มีอะไรที่ดีไปหมด ข้อเสียของไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ก็คือ

(1) ความเข้มของพลังงานขาเข้าต่ำ

พลังงานของดวงอาทิตย์ไม่มีหมดก็จริง แต่ความเข้มของพลังงาน (ที่มาถึงผิวโลก) นั้นไม่สูง ทำให้ในกรณีที่ต้องการเอาท์พุทสูงจำเป็นต้องใช้จำนวนเซลล์แสงอาทิตย์มาก และพื้นที่มากตามไปด้วย

(2) ปริมาณไฟฟ้าที่ได้เปลี่ยนแปลงแปรผันตามสภาพอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์ขาเข้าขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ เอาท์พุทจึงแปรผันตามไปด้วย การออกแบบระบบเพื่อใช้งานจึงต้องคำนึงถึงจุดนี้อย่างดีด้วย

(3) ไม่ใช้แบตเตอรี่ (เก็บไฟฟ้าไว้ไม่ได้)

ไฟฟ้าจะเกิดก็ต่อเมื่อมีแสง และตัวมันเองไม่สามารถเก็บไฟได้ ดังนั้นการออกแบบระบบหากจำเป็นก็จะต้องมีการผสมกับระบบไฟฟ้าปกติ หรือแบตเตอรี่เพื่อใช้เวลาที่ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ไม่จ่ายกระแสไฟ

ใช้เซลล์แสงอาทิตย์จะช่วยลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และช่วยแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

ในการผลิตไฟฟ้าด้วยน้ำมันเชื้อเพลิง ประมาณกันว่าจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดขึ้น 200 กรัม ต่อไฟฟ้า 1 kWh ส่วนการใช้เซลล์แสงอาทิตย์นอกจากจะเป็นพลังงานที่ไม่มีวันหมดแล้ว ยังเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาด ไม่ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นยิ่งมีการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในการสร้างไฟฟ้าแทนมากเท่าใด ก็ยิ่งจะช่วยลดคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากเท่านั้น ปัจจุบันในประเทศไทยมีการใช้เซลล์แสงอาทิตย์รวมประมาณ 3 MW ถ้าคำนวณว่าวันหนึ่งใช้งาน 6 ชั่วโมง จะเห็นว่าจะช่วยลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ปีละประมาณ 1,300 ตัน ถ้าหากเราใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในการสร้างไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ ประมาณ 90,000 ล้าน kWh ได้ก็จะสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ถึงปีละ 16 ล้านตัน

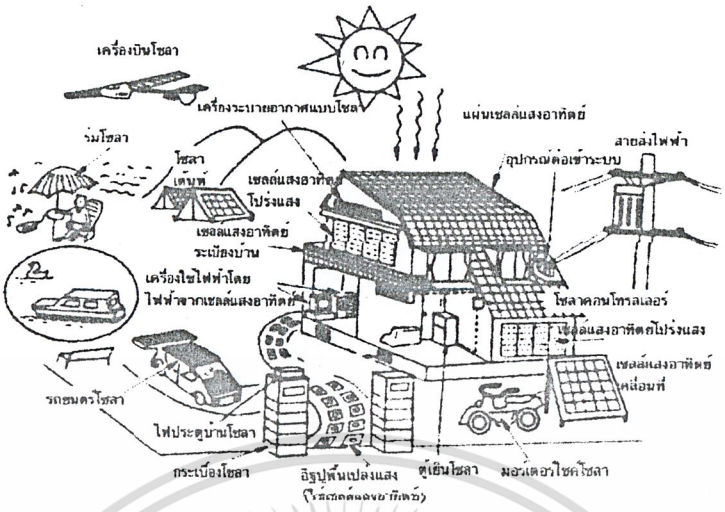
ส่วนทั่วโลกนั้น คาดว่าในปี 1997 นี้มีการใช้เซลล์แสงอาทิตย์โดยรวมประมาณ 700 MW ซึ่งก็เท่ากับช่วยลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ได้ปีละประมาณ 300,000 ตัน

ปัจจุบันทั่วโลกมี การใช้เชื้อเพลิงบรรพชีวินในการเผาไหม้ก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในระดับประมาณ 5,000 ล้านตันต่อปี ซึ่งเป็นปริมาณที่เกินกว่าระบบธรรมชาติของโลกจะดูดกลืนได้หมด บรรยากาศของโลกจึงมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทับถมมากขึ้นเรื่อย ๆ เป็นต้นเหตุของปรากฏการณ์เรือนกระจก ฝนกรด และการทำลายชั้นโอโซนของโลกอย่างรุนแรงยิ่ง ๆ ขึ้น การช่วยกันหาทางลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ จึงเป็นสิ่งสำคัญระดับโลกที่ทุกคนต้องร่วมมือกัน

การนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งาน

เซลล์แสงอาทิตย์นั้นมีการใช้งานตั้งแต่ระดับเล็ก ๆ คือเครื่องคิดเลข และเครื่องใช้อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เช่น เครื่องรับวิทยุ นาฬิกา และการประยุกต์ใช้ในแนวนี้ก็จะยังพัฒนาก้าวหน้าไปได้อีกมาก นอกจากนี้ก็มีการใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าเอกเทศสำหรับอุปกรณ์ เช่นเครื่องหมายและป้ายจราจร ไฟฟ้าข้างถนน เครื่องทวนสัญญาณวิทยุโทรศัพท์ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ฯลฯ นอกจากนี้เซลล์แสงอาทิตย์แบบโปร่งแสงที่ใช้ติดตั้งบนหลังคารถยนต์ไฟฟ้าก็มีแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 12 แสดงการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในอนาคต

ภาพที่ 12 เป็นภาพจินตนาการของอนาคตเมื่อมีการใช้เซลล์แสงอาทิตย์อย่างเต็มที่ เราจะมีรถยนต์โซล่า มอเตอร์ไซค์โซล่าบนท้องถนน มีเรือโซล่าในแม่น้ำและทะเล มีเครื่องบินโซล่าบนท้องฟ้า และในบ้านและรอบ ๆ บ้าน ก็มีอะไรต่ออะไรโซล่าได้แทบทั้งนั้น ผู้อ่านทุกท่านก็สามารถฝันถึงอะไรใหม่ ๆ ได้เช่นกัน นักวิชาการญี่ปุ่นฝันที่จะสร้างโครงการ GENESIS (Global energy Network Equipped With Solar Cells and International Superconductor Grids) โดยจะสร้างโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ทั่วโลกแล้วต่อกันเน็ตเวอร์คด้วยสายไฟฟ้าที่ ทำด้วยสารตัวนำยิ่งยวดให้สามารถส่งไฟฟ้าไปได้ตามความต้องการทั่วโลก การมีสถานีทั่วโลกจะทำให้มีแหล่งที่เป็นช่วงกลางวันที่มีแสงอาทิตย์ สามารถผลิตไฟฟ้าได้เสมอและสามารถส่งผ่านเน็ตเวอร์คไปสู่บริเวณที่เป็นกลางคืนเพื่อใช้ได้ ถึงนี้จะเป็นความฝันที่อาจจะเป็นจริงยาก แต่ก็เป็นสิ่งที่น่าสนใจในแง่ของความคิดของการแก้ปัญหาระดับโลก

รถยนต์ไฟฟ้า

รถยนต์น้ำมันเบนซินจะโดยเฉลี่ยจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 260 กรัมต่อทุก ๆ ระยะทาง 1 กิโลเมตร เมื่อคิดจำนวนรถยนต์ทั่วโลก และระยะทางที่วิ่งก็จะเห็นว่า รถยนต์ปัจจุบัน สร้างปัญหาให้สิ่งแวดล้อมมากมายเพียงใด หลายประเทศเริ่มสนับสนุนการใช้รถยนต์ไฟฟ้า และหลายประเทศตั้งเป้าที่จะเริ่มใช้ และหลายบริษัทผลิตรถยนต์ทั่วโลกก็กำลังพัฒนารถยนต์ไฟฟ้าอยู่อย่างขะมักเขม้น ซึ่งมีได้หลายรูปแบบคือ วิ่งด้วยแบตเตอรี่โดยชาร์จไฟตามปั๊มติดเซลล์แสงอาทิตยบนหลังคาหรือตัวรถโดยตรงโดยมีแบตเตอรี่อยู่ในตัวรถด้วย ฯลฯ

การใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในอวกาศ

เซลล์แสงอาทิตย์ได้เริ่มเป็นที่สนใจในวงกว้างครั้งแรก ในปี คศ. 1958 เมื่ออเมริกาได้ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ในดาวเทียมแวนการ์ดหมายเลข 1 เพื่อเป็นตัวจำหน่ายพลังงานเพื่อการสื่อสารระหว่าง ดาวเทียมกับสถานีบนพื้นโลก หลักการทำงานก็เช่นเดียวกับระบบบนโลกคือ เซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตไฟฟ้าชาร์จเข้าแบตเตอรี่ แบตเตอรี่จะเป็นตัวจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์การสื่อสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อต้องคำนึงก็คือ ในอวกาศต่างกับบนโลกตรงที่มีอนุภาคพลังงานสูง (cosmic ray) ที่อาจจะทำลายแผงเซลล์ได้ จึงต้องมีอุปกรณ์เสริมเพื่อป้องกันเพิ่มเติม

มีโครงการน่าสนใจชื่อ โครงการ SSPS (Satellite Solar Power Station) โดยที่อเมริกาคิดจะร่วมมือกับญี่ปุ่นสร้างสถานีไฟฟ้าแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ในอวกาศ ในระดับหลายพัน MW โดยใช้ Space Shuttle ขนขึ้นไปประกอบเป็นส่วนๆ แล้วส่งพลังงานที่ผลิตได้กลับมายังโลกในรูปของไมโครเวฟถึงสถานีรับ ซึ่งจะแปลงเป็นกระแสไฟฟ้าส่งแก่ผู้ใช้ต่อไป จุดดีก็คือสามารถใช้พื้นที่กว้างใหญ่บนอวกาศได้ และความเข้มของแสงอาทิตย์ก็มากกว่าและสม่ำเสมอกว่าบนผิวโลกและอาจจะทำให้อยู่ในวงโคจรที่จะสามารถรับแสงอาทิตย์ได้ตลอดเวลาได้ด้วย คงต้องติดตามดูว่าโครงการนี้จะก้าวหน้าเป็นจริงได้อย่างไรต่อไป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้