สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Alternative Energy Research and Education Center, Maejo University

นายธัญญวัฒน์ สุขสำราญ

ว.ท.
ส455ศ
2550-2551

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 82091
วัน,เดือน,ปี - 4 ก.ค. 2551

b 11942277
i.....

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550-2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพปฎล สุวัจนานนท์
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

คณบดี	ผศ. นพปฎล สุวัจนานนท์	ที่ปรึกษา
หัวหน้าภาควิชา	อ. พิเชฐ โสวิทยสกุล	ที่ปรึกษา
	ผศ. ธีระศักดิ์ อินทรประสงค์	ประธานคณะกรรมการ
	ผศ.ดร. รพิฑตย์ สุวรรณะชฎ	กรรมการ
	ผศ. วรวรรณ โรจนไพบูลย์	กรรมการ
	ผศ. สุพัฒน์ บุณยฤทธิกิจ	กรรมการ
	ผศ. วิวัฒน์ อุดมปีติทรัพย์	กรรมการและเลขานุการ

รศ.ปรีชญา รังสิรักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (MAEJO ALTERNATIVE ENERGY RESEARCH AND EDUCATION CENTER)
นักศึกษา	นายธัญญวัฒน์ สุขสำราญ
รหัสประจำตัว	46020021
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
ปีการศึกษา	2550-2551

บทคัดย่อ

พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถแบ่งตามแหล่งที่ได้มาเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไปและพลังงานทดแทนที่ใช้แล้วไม่มีวันหมด

พลังงานทดแทนนั้นมีการแบ่งแยกโดยใช้ประเภทของแหล่งพลังงานเป็นเกณฑ์ โดยพลังงานทดแทนนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป (Non-Renewable Energy) ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และนิวเคลียร์ เป็นต้น และพลังงานทดแทนที่ใช้แล้วไม่มีวันหมด (Renewable Energy) ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาด้านพลังงาน เนื่องจากมีแหล่งพลังงานธรรมชาติ ไม่เพียงพอต่อการผลิต และการบริการ ของภาคเอกชนและประชาชน โดยต้องพึ่งพาพลังงานประเภทต่าง ๆ จากต่างประเทศโดยเฉพาะปิโตรเลียมวันละประมาณ 7 แสนบาเรล หรือร้อยละ 63 ของการจัดหาทรัพยากรปิโตรเลียมของประเทศทำให้วิกฤติการณ์ทางด้านพลังงานของโลกมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อระบบการเงินการคลัง รวมทั้งภาคการผลิตและบริการของเอกชนและภาคประชาชนของประเทศไทยปัญหาด้านพลังงานจึง เป็นประเด็นสำคัญที่มีผลความเป็นอยู่ของประชาชนภายในประเทศ จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมพร้อมทางด้านพลังงาน จัดหาแหล่งพลังงานธรรมชาติ และเพิ่มประสิทธิภาพ ในการใช้ประโยชน์จากพลังงานภายในประเทศ รวมทั้งการจัดหาพลังงานทดแทนที่สามารถจะนำมาใช้ในภาคการผลิตเพื่อทดแทนการใช้พลังงานสิ้นเปลืองอย่างจริงจัง ควบคู่ไปกับการสนับสนุนการแข่งขันของภาคเอกชนในการดำเนินงานธุรกิจพลังงานภายในประเทศ โดยควบคุมด้านคุณภาพ และความปลอดภัยให้ประชาชนผู้บริโภคได้รับประโยชน์สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิทยานิพนธ์ ศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี อันเป็นผมมาจาก การสนับสนุน ด้านต่างๆจากผู้คนมากหน้าหลายตา จนแทบที่จะกล่าวได้หมดทางผู้จัดทำก็ขอขอขอบพระคุณแด่ผู้ที่ให้อุปการคุณ รวมทั้งความช่วยเหลือต่างๆ ดังกล่าวมา ณ ที่นี้

- ขอบพระคุณ พ่อ แม่ พี่ชาย ที่แสนดี ที่คอยให้กำลังใจและส่งปัจจัยสนับสนุน ผู้มีพระคุณอันใหญ่หลวงตลอดมาและตลอดไป
- ขอบคุณครูและอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยอบรมสั่งสอนในสิ่งที่ดีงามและมีคุณประโยชน์ตั้งแต่เล็กจนโต
- ขอบคุณ อาจารย์ทุกท่านในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาสถาปัตยกรรม สจล.ที่ได้ อบรม ปลูกฝังประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในด้านต่างๆ ตั้งแต่ปี1-ปี5
- ขอบคุณ รศ.ปรีชญา รังสิรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยให้คำแนะนำดีๆ และกำลังใจในการทำงานอย่างเต็มที่ตลอดมา
- ขอบคุณอาจารย์ ที่ปรึกษาร่วม และอาจารย์ท่านต่างๆที่ไม่ได้กล่าวถึง
- ขอบคุณ คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ทุกท่าน สำหรับความช่วยเหลือ การแนะนำ ข้อเสนอแนะ ตลอดจนขั้นตอนต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์
- ขอบคุณ น้องๆรหัส21 ทุกๆคน รวมทั้ง น้อง รหัส 54 ที่คอยแวะเวียนมาเสมอ
- ขอบคุณพี่เก่าๆ ด้วยที่ช่วยกันจนทุกวันนี้
- ขอบคุณสิ่งต่างๆ ที่ประกอบมาโดยที่ไม่ได้กล่าวถึงจนทำให้มีทุกวันนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	**I**
กิตติกรรมประกาศ	**II**
สารบัญตาราง	**III**
สารบัญภาพ	**VIII**
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาโครงการ	1
1.2 ปัจจัยสนับสนุนการตั้งโครงการ	3
1.3 วัตถุประสงค์การศึกษาโครงการ	5
1.4 ขอบเขตการศึกษาโครงการ	6
1.5 ขอบเขตของโครงการ	7
บทที่ 2 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโครงการ	
2.1 ความหมายของพลังงาน	8
2.2 แหล่งพลังงานทดแทนประเภทต่าง ๆ	8
2.3 สถานการณ์พลังงานในปัจจุบัน	20
2.4 แนวโน้มการใช้พลังงานในอนาคต	23
2.5 ความสำคัญของการใช้พลังงานทดแทน	24
2.6 สรุป	25
บทที่ 3 การศึกษาอาคารตัวอย่าง	
3.1 การศึกษาและวิเคราะห์อาคารตัวอย่างในประเทศ	26
3.1.1 สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	26
3.1.2 สถาบันและพัฒนาวิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	35
3.1.3 อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ	41
3.1.4 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ผาบ่อง จังหวัดแม่ฮ่องสอน	55
3.1.5 อาคารคอมมอนเวลธ์	61
3.2 การศึกษาและวิเคราะห์อาคารตัวอย่างต่างประเทศ	64
3.2.1 อาคารที่ทำการสภาเมืองแคนส์	64
3.2.2 อาคาร Florida Solar Energy Center	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 อาคาร Oxford House 68
3.2.4 อาคาร Securities Commission 70
3.2.5 อาคารTokyo Gas Earthport 74
3.2.6 อาคารสำนักงาน LEO ของ MECM 78
3.2.7 อาคาร GAMUDA HEADQUARTERS 85
บทที่ 4 การศึกษาองค์ประกอบของโครงการ
4.1 โครงสร้างการบริหารงานของโครงการ 89
4.2 องค์ประกอบโครงการ 90
4.3 ประเภทและพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ 93
4.4 การศึกษาวิเคราะห์อัตรากำลังของบุคลากรในโครงการ 100
บทที่ 5 การศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบของโครงการ
5.1 การศึกษาองค์ประกอบของโครงการ 103
5.2 การศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยโครงการ 107
5.3 การวิเคราะห์หาพื้นที่ขององค์ประกอบในโครงการ 150
5.4 สรุปพื้นที่ใช้สอยโครงการ 155
บทที่ 6 การกำหนดและวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ
6.1 ข้อมูลกายภาพทั่วไปของที่ตั้งโครงการเดิม 156
6.2 แนวทางการเลือกที่ตั้งโครงการ 159
6.3 การศึกษารายละเอียดที่ตั้งโครงการ 166
บทที่ 7 การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ
7.1 ระบบโครงสร้างอาคาร 172
7.2 ระบบปรับอากาศ 173
7.3 ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง 174
7.4 ระบบขนส่งแนวดิ่ง 179
7.5 ระบบสุขาภิบาล และการบำบัดน้ำเสีย 180
7.6 ระบบดับเพลิงและป้องกันอัคคีภัย 184
7.7 ระบบสื่อสารและโทรคมนาคม 186
7.8 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 187
7.9 ระบบกำจัดขยะ 190
7.10 ระบบการประหยัดพลังงาน ภายในอาคาร 193
บทที่ 8 ผลงานการออกแบบ 197

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

- **ข้อมูลหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาพลังงานทดแทน**
- **กฎหมาย และ พระราชบัญญัติที่เกี่ยวข้องกับอาคารอนุรักษ์พลังงาน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 แสดงสัดส่วนการลงทุนในธุรกิจพลังงานด้านต่าง ๆ 21

ภาพที่ 2.2 แสดงพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตภายในประเทศ 23

ภาพที่ 3.1 แสดงทัศนียภาพภายนอกอาคารสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 26

ภาพที่ 3.2 ผังแสดงโครงสร้างการบริหารของ สถาบันวิจัยพลังงาน 28

ภาพที่ 3.3 แสดงแผนผัง สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 30

ภาพที่ 3.4 แผนภาพแสดงแนวทางการวิจัยของสถาบันฯ 33

ภาพที่ 3.5 สถาบันและพัฒนาวิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 35

ภาพที่ 3.6 ผังแสดงโครงสร้างการบริหารของ สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน 36

ภาพที่ 3.7 พื้นที่ปฏิบัติการพลังชีวมวล 38

ภาพที่ 3.8 โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์เพื่อเป็นพลังงานทดแทน และปรับปรุงสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 39

ภาพที่ 3.9 หุ่นจำลองระบบก๊าซชีวภาพสำหรับอุตสาหกรรมการเกษตร 40

ภาพที่ 3.10 แสดงทัศนียภาพภายนอกอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ 41

ภาพที่ 3.11 แสดงบรรยากาศภายในอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ 43

ภาพที่ 3.12 ผังพื้นอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ 45

ภาพที่ 3.13 แสดงถึงปริมาณแสงธรรมชาติภายในโถงใต้โดม 49

ภาพที่ 3.14 แสดงทัศนียภาพภายนอกอาคาร 55

ภาพที่ 3.15 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ 57

ภาพที่ 3.16 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า 58

ภาพที่ 3.17 แบตเตอรี่ 58

ภาพที่ 3.18 ระบบควบคุมและเก็บข้อมูล 59

ภาพที่ 3.19 ระบบจำหน่าย 59

ภาพที่ 3.20 การทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ 60

ภาพที่ 3.21 อาคารคอมมอนเวลธ์ 61

ภาพที่ 3.22 ผัง รูปด้านและรูปตัด อาคารคอมมอนเวลธ์ 62

ภาพที่ 3.23 ภาพขยายแผงกันแดด 63

ภาพที่ 3.24 อาคารที่ทำการสภาเมืองแคนส์ 64

ภาพที่ 3.25 อาคาร Florida Solar Energy Center 65

ภาพที่ 3.26 ผลการประหยัดพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุด 67

ภาพที่ 3.27 อาคาร Oxford House 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.28 Typical floor plan and section 69
ภาพที่ 3.29 Major climatic elements of Hong Kong 70
ภาพที่ 3.30 อาคาร Securities Commission ประเทศมาเลเซีย 71
ภาพที่ 3.31 Section through exterior wall 72
ภาพที่ 3.32 อาคารTokyo Gas Earthport ประเทศญี่ปุ่น 74
ภาพที่ 3.33 แบบแสดงผังพื้น 75
ภาพที่ 3.34 แสดงการไหลเวียนของอากาศในอาคาร 75
ภาพที่ 3.35 การออกแบบเพื่อสภาพแวดล้อมและการประหยัดพลังงาน 76
ภาพที่ 3.36 การจำลองการเคลื่อนที่ของอากาศในอาคารด้วยโปรแกรม CFD 77
ภาพที่ 3.37 ทัศนียภาพอาคาร MECM LEO ประเทศมาเลเซีย ด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ 79
ภาพที่ 3.38 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบระหว่าง อาคารอ้างอิง และ อาคาร MECM LEO 83
ภาพที่ 3.39 The diagram illustrates how the reduction in energy consumption from 275 to 100 kWh/m^{2}year 84
ภาพที่ 3.40 หุ่นจำลอง อาคาร GAMUDA HEADQUARTERS 85
ภาพที่ 3.41 หุ่นจำลอง อาคาร GAMUDA HEADQUARTERS ในแนวระดับ 86
ภาพที่ 3.42 ทัศนียภาพภายนอก/ภายในอาคาร GAMUDA HEADQUARTE 87
ภาพที่ 3.43 ผังอาคาร GAMUDA HEADQUARTE 88
ภาพที่ 4.1 แสดงการบริหารของศูนย์วิจัยพลังงาน 89
ภาพที่ 4.2 แสดงผังการบริหาร ศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน 90
ภาพที่ 4.3 แสดงพฤติกรรมเจ้าหน้าที่ส่วนที่ให้บริการประจำ 95
ภาพที่ 4.4 แสดงพฤติกรรมเจ้าหน้าที่ส่วนนักวิจัยโครงการ 96
ภาพที่ 4.5 แสดงพฤติกรรมเจ้าหน้าที่ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่ 96
ภาพที่ 4.6 แสดงพฤติกรรมของวิทยากรจากภายนอกที่เข้ามาใช้โครงการ 97
ภาพที่ 4.7 แสดงพฤติกรรมของนักวิจัยจากภายนอกที่เข้ามาในฐานะผู้ควบคุมเฉพาะ 97
ภาพที่ 4.8 แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพจากส่วนกลาง 98
ภาพที่ 4.9 แสดงพฤติกรรมของนักศึกษา สาขาพลังงานทดแทน 98
ภาพที่ 4.10 แสดงพฤติกรรมของนักเรียน นักศึกษา ผู้ประกอบการ และประชาชนทั่วไป 99
ภาพที่ 4.11 แสดงพฤติกรรมของผู้ประกอบธุรกิจพลังงาน และเจ้าหน้าที่หน่วยงานด้านพลังงาน 99
ภาพที่ 5.1 แสดงแสดงลักษณะการวางผังห้องปฏิบัติการทดลองกลาง 112
ภาพที่ 5.2 แสดงไอโซเมตริกแสดงการจัดวางผังห้องปฏิบัติการทดลองกลาง 112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.3 แสดงการจัดวางห้องปฏิบัติการทดลองอเนกประสงค์ 113
ภาพที่ 5.4 แสดงลักษณะของห้องปฏิบัติการทดลองอเนกประสงค์ 113
ภาพที่ 5.5 แสดงเครื่อง เตาเผาแกลบไซโคลน 115
ภาพที่ 5.6 แสดงเครื่องเตาเผาโดยใช้พลังงานต้มน้ำ 115
ภาพที่ 5.7 แสดงเครื่องเตาเผาชีวมวลโดยการเผา 2 ครั้ง 116
ภาพที่ 5.8 แสดงแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 118
ภาพที่ 5.9 แสดงส่วนเก็บแบตเตอรี่ 118
ภาพที่ 5.10 แสดงเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า 119
ภาพที่ 5.11 แสดงระบบควบคุมและเก็บข้อมูล 119
ภาพที่ 5.12 แสดงอุปกรณ์ในการต่อจำหน่ายกระแสไฟฟ้า 120
ภาพที่ 5.13 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า 120
ภาพที่ 5.14 แสดงระบบควบคุมการชาร์จ และแบตเตอรี่สำหรับพลังงานแสงอาทิตย์ 123
ภาพที่ 5.15 แสดงพื้นที่ในการจัดวาง Inverter และ Power Converter 123
ภาพที่ 5.16 แสดงพื้นที่ในการจัดวางเครื่องระบบสำหรับการต่อจำหน่าย 124
ภาพที่ 5.17 แสดงลักษณะกังหันลมขนาด 200 วัตต์ และตารางแสดงสมรรถนะ 125
ภาพที่ 5.18 แสดงลักษณะกังหันลมขนาด 300 วัตต์ และตารางแสดงสมรรถนะ 125
ภาพที่ 5.19 แสดงลักษณะกังหันลมขนาด 500 วัตต์ และตารางแสดงสมรรถนะ 125
ภาพที่ 5.20 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า 126
ภาพที่ 5.21 แสดงการติดตั้งเสากังหันลมบนฐานเหล็ก 126
ภาพที่ 5.22 แสดงการตั้งเสากังหันลม 127
ภาพที่ 5.23 แสดงขนาดเครื่อง Controller และแบตเตอรี่ที่ใช้กับกังหันลมขนาด 500 วัตต์ 128
ภาพที่ 5.24 แสดงแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ที่ใช้กับกังหันขนาด 500 วัตต์ 128
ภาพที่ 5.25 แสดงการจัดผังห้องเครื่องระบบกระแสไฟฟ้าของกังหันลม 128
ภาพที่ 5.26 แสดงลักษณะขั้นตอนการทำงานของกังหันน้ำ 129
ภาพที่ 5.27 แสดงไดอะแกรม แสดงการทำงานของระบบกังหันน้ำ 130
ภาพที่ 5.28 แสดงลักษณะของกังหันน้ำที่ใช้ในการทดสอบ 130
ภาพที่ 5.29 แสดงพื้นที่การต่อจ่ายของระบบการเก็บข้อมูลของระบบพลังงานน้ำ 131
ภาพที่ 5.30 แสดงโรงปฏิบัติการประลอง 133
ภาพที่ 5.31 แสดงตัวอย่างเครื่องจักรโดยใช้ชีวมวลประเภทเผาไหม้ขนาดกลาง 138

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.32 แสดงตัวอย่างเครื่องจักรโดยใช้ชีวมวลประเภทเผาไหม้ขนาดกลาง และ ขนาดเล็ก 138
ภาพที่ 5.33 แสดงตัวอย่างกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า ขนาดเล็ก 139
ภาพที่ 5.34 แสดงตัวอย่างเครื่องจักรพลังงานน้ำ 140
ภาพที่ 5.35 แสดงแบบตู้แสดง 142
ภาพที่ 5.36 แสดงแบบแผนภาพ 142
ภาพที่ 5.37 แสดงแบบกล่องแสดง 143
ภาพที่ 5.38 แสดงตัวอย่างการจัดห้องพยาบาลขนาด 2 เตียง 148
ภาพที่ 5.39 แสดงตัวอย่างห้องพักแบบ 2 เตียง 148
ภาพที่ 6.1 แสดงตำแหน่งของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ กับ อ.เมืองเชียงใหม่ 156
ภาพที่ 6.2 แสดงขอบเขตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และเส้นทางสัญจรภายนอก 157
ภาพที่ 6.3 ผังแม่บทของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (12 กรกฎาคม 2550) 157
ภาพที่ 6.4 แสดงเส้นทางสัญจรสู่โครงการศูนย์วิจัยพลังงาน (เดิม) 158
ภาพที่ 6.5 แสดงอาคารข้างเคียงกับโครงการศูนย์วิจัยพลังงาน (เดิม) 158
ภาพที่ 6.6 แสดงตำแหน่งของอาคารภายในโครงการศูนย์วิจัยพลังงาน (เดิม) 159
ภาพที่ 6.7 แสดงตำแหน่งพื้นที่สำหรับเลือกตั้งโครงการ ก. และ ข. 160
ภาพที่ 6.8 แสดงการขยายพื้นที่ในอนาคตของพื้นที่ ก. 162
ภาพที่ 6.9 แสดงการขยายพื้นที่ในอนาคตของพื้นที่ ข. 162
ภาพที่ 6.10 แสดงเส้นทางการสัญจรจากหน้ามหาวิทยาลัยแม่โจ้ เข้ามายังพื้นที่โครงการ 164
ภาพที่ 6.11 แสดงการขยายการสัญจรเข้าสู่พื้นที่ ก. 164
ภาพที่ 6.12 แสดงการขยายการสัญจรเข้าสู่พื้นที่ ข. 165
ภาพที่ 6.13 แสดงตำแหน่งขององค์ประกอบภายในที่ตั้ง 167
ภาพที่ 6.14 แสดงลักษณะของศูนย์วิจัยพลังงาน 167
ภาพที่ 6.15 แสดงพื้นที่ทดลองอุปกรณ์พลังงานกลางแจ้ง 168
ภาพที่ 6.16 แสดงมุมมองจากถนนหน้าโครงการ 168
ภาพที่ 6.17 แสดงมุมมองเข้ามาจากถนนหน้าโครงการ 168
ภาพที่ 6.18 แสดงมุมมองเข้ามาจากถนนซอยด้านข้างโครงการ 168
ภาพที่ 6.19 แสดงมุมมองออกจากโครงการทางด้านทิศตะวันตก 169
ภาพที่ 6.20 แสดงมุมมองออกจากโครงการทางด้านทิศใต้ 169
ภาพที่ 6.21 แสดงมุมมองออกจากโครงการทางด้านทิศตะวันออก 169
ภาพที่ 6.22 แสดงมุมมองออกจากโครงการทางด้านทิศเหนือ 169

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.23 แสดงการขยายการสัญจรเข้าสู่โครงการ 170
ภาพที่ 6.24 แสดงมลพิษทางเสียงและฝุ่นควันที่เข้าสู่โครงการ 171
ภาพที่ 8.1 แสดงกระบวนการออกแบบ 1 197
ภาพที่ 8.2 แสดงกระบวนการออกแบบ 2 198
ภาพที่ 8.3 แสดงผังของโครงการ 199
ภาพที่ 8.4 แสดงผังพื้นชั้น 1 200
ภาพที่ 8.5 แสดงผังพื้นชั้นใต้ดิน 201
ภาพที่ 8.6 แสดงผังพื้นชั้น 2 202
ภาพที่ 8.7 แสดงผังพื้นชั้น 3 203
ภาพที่ 8.8 แสดงผังพื้นชั้น 4 และ 5 204
ภาพที่ 8.9 แสดงรูปตัดของโครงการ 205
ภาพที่ 8.10 แสดงรูปด้าน 1 206
ภาพที่ 8.11 แสดงรูปด้าน 2 207
ภาพที่ 8.12 แสดงทัศนียภาพของโครงการ 208
ภาพที่ 8.13 แสดงรายละเอียดของโครงการ 209
ภาพที่ 8.14 แสดงหุ่นจำลอง 1 210
ภาพที่ 8.15 แสดงหุ่นจำลอง 2 211
ภาพที่ 8.16 แสดงหุ่นจำลอง 3 211
ภาพที่ 8.17 แสดงหุ่นจำลอง 4 212
ภาพที่ 8.18 แสดงหุ่นจำลอง 5 212
ภาพที่ 8.19 แสดงหุ่นจำลอง 6 213
ภาพที่ 8.20 แสดงหุ่นจำลอง 7 213
ภาพที่ 8.21 แสดงหุ่นจำลอง 8 214
ภาพที่ 8.22 แสดงหุ่นจำลอง 9 214

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แสดงแผนงานแสดงแผนอนุรักษ์พลังงาน ระยะที่ 3 4

ตารางที่ 2.1 แสดงสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตทางการเกษตรเป็นชีวมวล 17

ตารางที่ 2.2 แสดงการใช้พลังงานรวมของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2545 – 2549 22

ตารางที่ 2.3 แสดงมูลค่าการนำเข้าพลังงานรวมของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2545 - 2549 25

ตารางที่ 5.1 แสดงการหาองค์ประกอบโครงการ 105

ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและพื้นที่โครงการ 150

ตารางที่ 7.1 แสดงลักษณะการกระจายแสงสัมพันธ์กับทิศทางการส่องสว่าง 178

ตารางที่ 7.2 แสดงขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับโทรศัพท์และการใช้งาน 187

ตารางที่ 7.3 แสดงการเปรียบเทียบการเชื่อมโยงระบบเครือข่ายต่าง ๆ 189

ตารางที่ 7.4 แสดงภาชนะรองรับขยะแต่ละแบบมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน 191

ตารางที่ 7.5 แสดงข้อดี ข้อเสียของความถี่ในการเก็บขยะ 192

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาด้านต่าง ๆ ของมนุษย์นับตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มนุษย์ได้แสวงหาพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการขับเคลื่อนกิจกรรมต่าง ๆ ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และตอบสนองต่อการพัฒนาทางเทคโนโลยีของมนุษย์การใช้พลังงานอย่างมากมายในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ที่สวนทางต่อปริมาณของแหล่งพลังงานที่ลดลงเรื่อย ๆ โดยแหล่งพลังงานจากฟอสซิล อันได้แก่ น้ำมันดิบ และแก๊สธรรมชาติ และเป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดวิกฤติด้านการขาดแคลนพลังงาน และส่งผลกระทบต่อมนุษยชาติอย่างใหญ่หลวง

ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาด้านพลังงาน เนื่องจากมีแหล่งพลังงานธรรมชาติ ไม่เพียงพอต่อการผลิต และการบริการ ของภาคเอกชนและประชาชน โดยต้องพึ่งพาพลังงานประเภทต่าง ๆ จากต่างประเทศโดยเฉพาะปิโตรเลียมวันละประมาณ 7 แสนบาเรล หรือร้อยละ 63 ของการจัดหาทรัพยากรปิโตรเลียมของประเทศทำให้วิกฤติการณ์ ทางด้านพลังงานของโลกมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อระบบการเงินการคลัง รวมทั้งภาคการผลิตและบริการของเอกชนและภาคประชาชนของประเทศไทยปัญหาด้านพลังงานจึง เป็นประเด็นสำคัญที่มีผลความเป็นอยู่ของประชาชนภายในประเทศ จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมพร้อมทางด้านพลังงาน จัดหาแหล่งพลังงานธรรมชาติและเพิ่มประสิทธิภาพ ในการใช้ประโยชน์จากพลังงานภายในประเทศ รวมทั้งการจัดหาพลังงานทดแทนที่สามารถจะนำมาใช้ในภาคการผลิตเพื่อทดแทนการใช้พลังงานสิ้นเปลืองอย่างจริงจัง ควบคู่ไปกับการสนับสนุนการแข่งขันของภาคเอกชนในการดำเนินงานธุรกิจพลังงานภายในประเทศ โดยควบคุมด้านคุณภาพ และความปลอดภัยให้ประชาชนผู้บริโภคได้รับประโยชน์สูงสุด

ในปี พ.ศ. 2542 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ได้ขึ้นทะเบียนเป็นหน่วยงานที่ปรึกษาสาขาพลังงานกับกระทรวงการคลัง ให้บริการด้านปรึกษาด้านพลังงานแก่หน่วยงานภาครัฐและเอกชน ต่อมาในปี พ.ศ. 2544 ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ดำเนินการโครงการ "ศูนย์สาธิตและถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงานเพื่อการเกษตร" โดยมีวัตถุประสงค์ในการสาธิตเทคโนโลยีพลังงานที่เกี่ยวข้องกับภาคเกษตรกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าวิกฤตการณ์ด้านพลังงานส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างสูง เนื่องจากพลังงานจัดได้ว่าเป็นต้นทุนทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ดังนั้นทุกหน่วยงานจำเป็นต้องตระหนักและปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป มหาวิทยาลัยแม่โจ้เป็นมหาวิทยาลัยรัฐที่มีรากฐาน ทางด้านเทคโนโลยีทางการเกษตรที่เข้มแข็ง ประกอบกับมีศักยภาพทางด้านพลังงาน เพื่อให้มหาวิทยาลัยสามารถดำเนินการตามนโยบายที่เกี่ยวกับการพัฒนาพลังงาน และเพิ่มศักยภาพการแข่งขันในปัจจุบัน สภามหาวิทยาลัยแม่โจ้ จึงได้จัดตั้ง "ศูนย์วิจัยพลังงาน" ขึ้น เมื่อวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2548 เพื่อเป็นหน่วยงานสนับสนุนการวิจัยด้านพลังงานในระดับภูมิภาค และให้บริการวิชาการแก่ชุมชนและหน่วยงานต่าง ๆ ในเขตภาคเหนือมีฐานะเป็นหน่วยงาน ในกำกับของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีการบริหารจัดการที่เป็นอิสระจากระบบราชการสามารถดำเนินงานได้โดยอิสระ คล่องตัว และพึ่งพาตนเองได้ [1]

จากแผนการอนุรักษ์พลังงานฉบับที่ 3 ในแผนงานพัฒนาพลังงานทดแทน ในส่วนของการพัฒนาบุคลากรทางด้านพลังงานในระดับอุดมศึกษาเพื่อช่วยเสริมศักยภาพการจัดการด้านพลังงานให้ถูกต้องและเต็มประสิทธิภาพ โดยจากแผนการอนุรักษ์พลังงานฉบับที่ 3 นั้นวางแผนโดยในปี พ.ศ. 2554 นั้นจะมีผู้จบการศึกษาระดับอุดมศึกษาทั้งในและต่างประเทศเพิ่มขึ้น 400 คน ช่วยเสริมการทำงานด้านพลังงาน มีการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนทางด้านพลังงานในโรงเรียนระดับประถมและมัธยมทั่วประเทศ อย่างน้อย 30,000 โรงเรียน มีการพัฒนาหลักสูตรอุดมศึกษาที่ตรงกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมโดยมีเป้าหมายในการผลิตบุคลากรที่มีทักษะด้านพลังงานในภาคอุตสาหกรรม จำนวน 1,400 คน ผู้ชำนาญการด้านพลังงานสาขาต่าง ๆ ในระดับท้องถิ่นได้รับการพัฒนาทักษะ 500 คน [2]

ดังนั้นในวันที่ 16 มีนาคม พ.ศ. 2550 คณะผลิตกรรมการเกษตร ร่วมด้วยคณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร ได้เสนอหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาพลังงานทดแทน โดยจะเริ่มเปิดสอนตั้งแต่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 [1] เป็นต้นไป ด้วยเหตุนี้ศูนย์วิจัยพลังงานจึงจำเป็นต้องมีพื้นที่รองรับในส่วนของการให้การศึกษา และฝึกอบรม ตามแผนการศึกษาโดยมุ่งเน้นไปในเรื่องของพลังงานทดแทน เพื่อพัฒนานักวิจัยพลังงานทดแทนตามแผนการอนุรักษ์พลังงานฉบับที่ 3

---

1 ที่มา: ประวัติความเป็นมา จาก http://www.energy.mju.ac.th/about.html วันที่ 12 พฤศจิกายน 2550

2 ที่มา: แผนอนุรักษ์พลังงาน กองส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ระยะที่3 (ในช่วงปี 2548-2554) บทที่ 4 หน้าที่19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเหตุนี้ ศูนย์วิจัยพลังงานจึงต้องการเพิ่มพื้นที่รองรับการใช้งานสำหรับส่วนที่ใช้ในการเรียนการศึกษาในสาขาพลังงานทดแทน และเพิ่มศักยภาพการวิจัยโดยเน้นการวิจัยไปทางด้านพลังงานทดแทนประเภทต่าง ๆ โดยเน้นเพื่อเพิ่มศักยภาพการวิจัยและการพัฒนาพลังงานทดแทนทั้งทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานชีวมวล พลังงานน้ำ พลังงานลม ไบโอดีเซล เอทานอล เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นจะเน้นให้เพิ่มจำนวนนักวิชาการ วิศวกร และนักวิชาการทางด้านพลังงาน ที่จะสามารถทดลองและเพิ่มศักยภาพการศึกษาพลังงานทดแทนแต่ละประเภทได้ เพื่อเผยแพร่ความรู้สู่ชุมชนได้ และเพื่อให้สอดคล้องกับการวิจัยและกิจกรรมภายในโครงการศูนย์วิจัยพลังงาน จึงมีความต้องการจะเปลี่ยนชื่อเป็น ศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

1.2 ปัจจัยสนับสนุนการตั้งโครงการ

ปัจจัยสนับสนุนโครงการประกอบด้วยปัจจัย 2 ด้าน คือ ปัจจัยสนับสนุนด้านนโยบาย และปัจจัยสนับสนุนด้านความต้องการ

1.2.1 ปัจจัยสนับสนุนด้านนโยบาย

จากแผนยุทธศาสตร์การอนุรักษ์พลังงานฉบับที่ 3 (ในช่วงปี พ.ศ. 2548-2554) โดยสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (สพช.) ได้มีมติเห็นชอบเป้าหมายและยุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานของประเทศตามที่กระทรวงพลังงานเสนอ ในด้านของการใช้พลังงานทดแทนนั้น จะทำการพัฒนาพลังงานทดแทนให้มีสัดส่วนการใช้เพิ่มขึ้น จากร้อยละ 0.5 เป็นร้อยละ 8 ในปี พ.ศ. 2554

แผนอนุรักษ์พลังงานฉบับที่ 3 ในช่วงปี พ.ศ. 2548 - 2554 มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยลดใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ ณ ปี พ.ศ. 2554 จาก 91,877 ktoe (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ) เหลือ 81,523 ktoe หรือลดการใช้พลังงานโดยไม่เกิดประโยชน์ได้ประมาณร้อยละ 12.7 หรือประมาณ 10,354 ktoe และพัฒนาพลังงานทดแทนให้มีสัดส่วนการใช้เพิ่มขึ้น โดย ณ ปี พ.ศ. 2554 จะมีการใช้พลังงานอื่น ๆ ในสัดส่วนร้อยละ 9.2 ของความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย หรือทดแทนการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์ประมาณ 7,530 ktoe ตามองค์ประกอบของแผนอนุรักษ์พลังงาน

แผนอนุรักษ์พลังงานระยะที่ 3 ประกอบด้วย 3 แผนงาน

ก. แผนงานพัฒนาพลังงานทดแทน

ข. แผนงานเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ค. แผนงานบริหารเชิงกลยุทธ์

มีลำดับความสำคัญดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แสดงแผนงานแสดงแผนอนุรักษ์พลังงาน ระยะที่ 3

แผนงาน		งาน	
1. แผนงานพัฒนาพลังงานทดแทน	50%	1.1 งานศึกษาวิจัยและพัฒนา	70%
		1.2 งานพัฒนาและสาธิต	20%
		1.3 งานพัฒนาบุคลากรและประชาสัมพันธ์	10%
2. แผนงานเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	35%	2.1 งานศึกษาวิจัยและพัฒนา	30%
		2.2 งานพัฒนาและสาธิต	50%
		2.3 งานพัฒนาบุคลากรและประชาสัมพันธ์	20%
3. แผนงานบริหารเชิงกลยุทธ์	15%	3.1 งานศึกษาเชิงนโยบาย	33%
		3.2 งานบริหารจัดการ	33%
		3.3 งานอื่น ๆ	34%

ก. แผนงานพัฒนาพลังงานทดแทน เป็นแผนงานเกี่ยวกับ

- เป็นแผนงานเกี่ยวกับงานศึกษา วิจัยพัฒนา และส่งเสริมเพื่อก่อให้เกิดการใช้พลังงาน ทดแทนมากขึ้นในการผลิตไฟฟ้า ความร้อน และเชื้อเพลิงชีวภาพ เพื่อใช้ในภาคคมนาคมขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม บ้านอยู่อาศัย ได้แก่ แสงอาทิตย์ น้ำ ลม ชีวมวล ชีวภาพ เอทานอล ไบโอดีเซล เซลล์เชื้อเพลิง ฯลฯ

- การสร้างและพัฒนาศักยภาพของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับงานด้านพลังงาน ได้แก่ การประชุมเชิงวิชาการ สัมมนา ฝึกอบรม ดูงาน ทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงการให้ทุนการศึกษาระดับอุดมศึกษาในสาขางานด้านพลังงาน เพื่อผลิตผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานทดแทนที่จะสามารถควบคุมกระบวนการในการจัดการพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

- การเผยแพร่ข้อมูล สร้างความรู้ความเข้าใจให้กับประชาชนทั่วไป เพื่อรู้จักพลังงาน ทดแทนและสนับสนุนการดำเนินงานของรัฐ

ข. แผนงานเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เป็นแผนงานเกี่ยวกับ

- งานศึกษา วิจัยพัฒนา และส่งเสริมเพื่อก่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ใน ภาคคมนาคมขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม และบ้านอยู่อาศัย

- งานสร้างและพัฒนาศักยภาพของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับงานเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ได้แก่ ประชุมเชิงวิชาการ สัมมนา ฝึกอบรม ดูงาน ให้ทุนการศึกษาระดับปริญญาตรี โท และเอก

- การสร้างความรู้ความเข้าใจเพื่อให้มีการใช้พลังงานอย่างรู้คุณค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. แผนงานบริหารเชิงกลยุทธ์ เป็นแผนงานเกี่ยวกับ

- งานศึกษาวิจัยเชิงนโยบายเพื่อเป็นข้อเสนอแนะ ทางเลือก การผลิตและการใช้พลังงาน ผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม สำหรับใช้ ประกอบการตัดสินใจพัฒนาแผนพลังงานทดแทน หรือแผนเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ให้เหมาะสม ทันต่อ สถานการณ์

- เป็นงานด้านบริหารจัดการให้แผนอนุรักษ์พลังงานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

- ช่วยเหลือ ส่งเสริมการดำเนินงานอื่น ๆ ที่เป็นเรื่องสำคัญหรือมีความเร่งด่วน

1.2.2 ปัจจัยสนับสนุนด้านความต้องการ

จากแผนการอนุรักษ์พลังงานฉบับที่ 3 ในแผนงานพัฒนาพลังงานทดแทน ในส่วนของการพัฒนาบุคลากรทางด้านพลังงานด้วยเหตุนี้ ศูนย์วิจัยพลังงานจึงต้องการเพิ่มพื้นที่รองรับการใช้งานสำหรับส่วนที่ใช้ในการเรียนการศึกษาในสาขาพลังงานทดแทน

เพื่อเพิ่มศักยภาพการวิจัยโดยเน้นการวิจัยไปทางด้านพลังงานทดแทนประเภทต่าง ๆ จึงมีการเน้นไปที่การศึกษาวิจัยเทคโนโลยีทางด้านพลังงานทดแทน ดังนั้นเพื่อเพิ่มศักยภาพดังกล่าวจึงมีความจำเป็นที่จะเพิ่มส่วนวิจัยในด้านพลังงานทดแทนให้เพิ่มขึ้น และเพิ่มจำนวนเจ้าหน้าที่ที่มีความชำนาญในสาขางานด้านพลังงานรวมถึงเน้นการถ่ายทอดความรู้ให้ประชาชนให้มากขึ้นจึงจำเป็นจะต้องนำเสนอความรู้ ข้อมูลข่าวสารให้สะดวกง่ายต่อการเข้าใจ

เพื่อให้สอดคล้องกับการวิจัยและกิจกรรมภายในโครงการศูนย์วิจัยพลังงาน จึงมีความต้องการที่จะเปลี่ยนชื่อเป็น "ศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้"

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อให้บริการทางวิชาการ การวิจัย และพัฒนาเทคโนโลยีต้นแบบทางด้านพลังงานทดแทนเพื่อเผยแพร่ให้กับหน่วยงานของรัฐและเอกชน ตลอดจนชุมชนทั่วไป

2. เป็นหน่วยงานสนับสนุนด้านการฝึกปฏิบัติการของนักศึกษาสาขาพลังงานทดแทน ของมหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้

3. เป็นหน่วยงานที่ช่วยกระจายข้อมูลแก่เครือข่ายในเขตภาคเหนือตอนบน 8 จังหวัด เพื่อเก็บรวบรวมและแลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทนประเภทต่าง ๆ

4. เพื่อเผยแพร่ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับพลังงานทดแทนในส่วนของภูมิภาคต่าง ๆ ให้แก่ประชาชนทั่วไปและหน่วยงานต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เป็นสถานที่ฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับนักเรียน นักศึกษา ผู้สนใจ และหน่วยงานต่าง ๆ

6. เพื่อเป็นตัวอย่างให้แก่ประชาชน บุคคลทั่วไป ให้ตระหนักถึงความสำคัญของพลังงานและการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า

8. เพื่อให้คำแนะนำและปรึกษาแก่ผู้สนใจ หรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.4 ขอบเขตการศึกษาโครงการ

1. วิเคราะห์ปัญหาด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และอนาคตพร้อมทั้งแนวทางในการแก้ไขวิกฤตการณ์ด้านพลังงาน

2. วิเคราะห์และศึกษาพลังงานทดแทนแต่ละประเภทที่สามารถผลิตได้ และรูปแบบการนำไปปรับใช้ในกระบวนการผลิต

3. วิเคราะห์ปัญหาที่เกี่ยวกับที่ตั้ง

3.1 ศึกษาขนาดของโครงการที่เหมาะสม และปัจจัยในการวิเคราะห์การเลือกที่ตั้ง

3.2 ศึกษาการเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ที่มีผลกระทบต่อการเลือกที่ตั้ง

3.3 ศึกษาปัจจัยทางด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อการออกแบบ คือ ทางด้านกายภาพ สาธารณูปโภคตลอดจนศึกษาพฤติกรรมที่มีผลต่อการเลือกที่ตั้งโครงการ

4. วิเคราะห์เกี่ยวกับส่วนประกอบของโครงการโดยละเอียด

4.1 ศึกษาองค์ประกอบของโครงการโดยละเอียด รวมทั้งศึกษาการดำเนินงานเพื่อวิเคราะห์ ประโยชน์ใช้สอย ตลอดจนศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการกับองค์ประกอบในโครงการ

4.2 ศึกษาอาคารตัวอย่างทั้งในและต่างประเทศ เพื่อเปรียบเทียบ ข้อดีและข้อเสียจากอาคาร ประเภทเดียวกัน เพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาในขั้นตอนการออกแบบ

5. ศึกษาและวิเคราะห์งานออกแบบทางสถาปัตยกรรม

5.1 เลือกแนวทางการออกแบบโครงสร้างที่เหมาะสมกับรูปทรงอาคาร และรูปแบบอาคาร เพื่อให้เกิดประโยชน์กับผู้เข้ามาใช้โครงสร้างมากที่สุด

5.2 ศึกษาแบบของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบที่จะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานได้ดีที่สุด

5.3 การจัดระบบสัญจรทั้งภายในและภายนอกอาคาร ให้เหมาะสม และการจัดทัศนียภาพให้ได้รับประโยชน์สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของโครงการ

เนื่องในปัจจุบันปัญหาด้านพลังงานเป็นวิกฤตการณ์ความขาดแคลนที่ส่งผลกระทบต่อประเทศชาติมาก ดังนั้นจึงได้จัดตั้งศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยลดวิกฤตการณ์ครั้งนี้ โดยมีขอบเขตแบ่งเป็น 3 ด้านดังนี้

ด้านนโยบาย

1. เพื่อตอบสนองนโยบายทางด้านพลังงานให้เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม
2. เพื่อจัดการและบริหารใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้านการศึกษา

1. เป็นศูนย์กลางการวิจัยและศึกษาด้านพลังงานทดแทน ในระดับภาคเหนือ
2. เป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล และเผยแพร่ความรู้ทั่วไปหรือเรื่องที่ประชาชนสนใจโดยเฉพาะความรู้ด้านพลังงานทดแทน
3. เป็นสิ่งกระตุ้นให้ประชาชนหันมาสนใจการใช้พลังงานทดแทน ในระดับครัวเรือน

ด้านเศรษฐกิจ

1. ส่งเสริมการวิจัยทางด้านพลังงานทดแทนภายในประเทศ และคิดค้นเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพลังงาน
2. ส่งเสริมการผลิตพลังงานทดแทนประเภทต่าง ๆ ภายในประเทศ เพื่อลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ
3. สามารถนำพลังงานที่วิจัยได้เข้าสู่กระบวนการทางอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโครงการ

2.1 ความหมายของพลังงานทดแทน

พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถแบ่งตามแหล่งที่ได้มาเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไปและพลังงานทดแทนที่ใช้แล้วไม่มีวันหมด

2.2 แหล่งพลังงานทดแทนประเภทต่าง ๆ

พลังงานทดแทนนั้นมีการแบ่งแยกโดยใช้ประเภทของแหล่งพลังงานเป็นเกณฑ์ โดยพลังงานทดแทนนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป (Non-Renewable Energy) ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และนิวเคลียร์ เป็นต้น และพลังงานทดแทนที่ใช้แล้วไม่มีวันหมด (Renewable Energy) ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น

2.2.1 พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป (Non-Renewable Energy)

พลังงานจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไปหรือพลังงานสิ้นเปลืองนั้น ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของพลังงานฟอสซิล โดยเมื่อนำมาใช้ประโยชน์แล้วจะไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก เนื่องจากธรรมชาติต้องใช้ระยะเวลาในการสร้างแหล่งพลังงานเหล่านี้ขึ้นมาทดแทน และมลพิษที่เกิดจากการใช้พลังงานเหล่านี้มีสูง ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น การนำพลังงานเหล่านี้มาใช้จึงต้องมีการพัฒนาให้เหมาะสมกับการใช้ จนเป็นพลังงานทดแทนที่สามารถใช้ได้โดยก่อปัญหาให้น้อยที่สุด

ก. พลังงานถ่านหินสะอาด

ถ่านหินเกิดจากการทับถมของซากพืชตามธรรมชาติ เป็นเวลานานนับล้านปีถึงร้อยล้านปี เมื่อได้รับแรงกดดันและความร้อน รวมทั้งการกระทำของจุลินทรีย์ ทำให้ซากพืชเหล่านั้นเปลี่ยนแปลงเป็นชั้นของถ่านหินต่าง ๆ ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งมีปริมาณสำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากมายมหาศาล โดยแหล่งถ่านหินกระจายอยู่ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ทำให้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงที่มีเสถียรภาพสูงและมีราคาไม่แพง

การนำถ่านหินมาใช้ผลิตพลังงานซึ่งโดยควบคู่กับเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดเพื่อกำจัดสารพิษที่ปลดปล่อยออกมาในกระบวนการผลิตและการใช้ถ่านหิน เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดเป็นการใช้ประโยชน์จากถ่านหินที่คำนึงถึงการก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด ขบวนการกำจัดมลพิษของเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดจะทำได้ 3 วิธี คือ

1) เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดก่อนการเผาไหม้ เป็นเทคโนโลยีที่นำถ่านหินมาผ่านกระบวนการเพื่อลดปริมาณเถ้าและกำมะถัน ในขณะเดียวกันก็ได้เพิ่มค่าความร้อนของถ่านหินก่อนนำมาเผาไหม้ กระบวนการต่าง ๆ เหล่านี้ เริ่มตั้งแต่การทำความสะอาดถ่านหินทางกายภาพ

โดยการทำความสะอาดทางกายภาพนั้น คือการแยกสารที่ไม่ต้องการ เช่น ฝุ่นละออง ดิน หิน และสารประกอบอนินทรีย์ เช่น กำมะถันอนินทรีย์ที่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบออกจากเนื้อถ่านหิน เมื่อนำถ่านหินมาบดแล้วล้างผ่านน้ำ สารต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการจะถูกแยกออกมาจากเนื้อถ่านหิน ในปัจจุบันนั้นถ่านหินร้อยละ 90 ของไพไรติกส์ซัลเฟอร์ (Pyritic sulfur) ซึ่งมีส่วนประกอบของเหล็กถูกกำจัดออกไป

การทำความสะอาดถ่านหิน โดยวิธีการทางเคมีเป็นการกำจัดกำมะถันอินทรีย์ซึ่งไม่สามารถกำจัดได้ทางก่ายภาพโดยอาศัยการทำปฏิกิริยากับผงถ่านหิน ส่วนการทำความสะอาดโดยวิธีทางชีวภาพเป็นการใช้เทคโนโลยีโดยอาศัยสิ่งมีชีวิต เช่น แบคทีเรียและเชื้อราบางชนิดที่ใช้กำมะถันเป็นอาหารมากำจัดกำมะถันในถ่านหิน นอกจากนี้ยังสามารถนำถ่านหินคุณภาพต่ำมาทำการปรับปรุงคุณภาพถ่านหินเพื่อให้ได้ถ่านหินที่มีค่าความร้อนสูงขึ้นและมีปริมาณกำมะถันลดลง

2) เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดขณะเผาไหม้หรือเมื่อนำมาใช้ จุดมุ่งหมายของการทำพลังงานถ่านหินสะอาดคือ การทำให้การปล่อยมลพิษนั้นเป็นศูนย์ (Zero Emission) เทคโนโลยีเพื่อผลิตถ่านหินสะอาดมีหลายวิธี เช่น Pulverized Fuel (PF) combustion ซึ่งถ่านหินจะถูกบดให้มีขนาดเล็กมาก แล้วพ่นเข้าไปในเตาเผาพร้อมอากาศ ในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีของเตาเผาทำให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ถ่านหินเพิ่มขึ้นถึงประมาณร้อยละ 40 หรือวิธี Fluidized Bed Combustion (FBC) ซึ่งถ่านหินที่บดจนมีขนาดเล็กมากผสมกับหินปูนถูกพ่นเข้าไปในหม้อไอน้ำพร้อมอากาศร้อน ขณะที่ถ่านหินเผาไหม้หินปูนจะทำหน้าที่คล้ายฟองน้ำดักจับกำมะถันที่เกิดขึ้น กระบวนการนี้สามารถลดปริมาณกำมะถันที่จะถูกปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ได้มากถึงร้อยละ 90 นอกจากนี้อุณหภูมิของหม้อไอน้ำที่ใช้ในกระบวนการนี้ยังต่ำกว่าอุณหภูมิที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวิธีการเดิม ประโยชน์ที่ได้จากการเผาไหม้ที่อุณหภูมิต่ำ คือลดปริมาณมลพิษที่เกิดจากไนโตรเจนในถ่านหินได้ในระดับหนึ่ง

เทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น การแปรรูปถ่านหิน (Coal Conversion) ให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิง (Coal gasification) หรือเชื้อเพลิงเหลว (Coal Liquefaction) เทคโนโลยีสังเคราะห์เชื้อเพลิงสะอาดเป็นกระบวนการเพิ่มอัตราส่วนของไฮโดรเจนและลดไนโตรเจนก่อนป้อนเข้าสู่เตาปฏิกรณ์ต่อไป

3) เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดหลังการเผาไหม้และป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีการดักจับฝุ่นที่เกิดขึ้นหลังจากการเผาไหม้ของเตาปฏิกรณ์ ได้แก่ การใช้หลักการไฟฟ้าสถิตย์ในการดักจับเถ้าลอย การใช้ไซโคลน (Cyclone) ในการแยกฝุ่นโดยใช้หลักของแรงเหวี่ยงหรืออาจใช้อุปกรณ์ดักจับฝุ่นแบบถุงกรอง (Bag filter) เทคโนโลยีการกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เทคโนโลยีการลดปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ในก๊าซทิ้ง เป็นต้น

ข. พลังงานนิวเคลียร์

พลังงานนิวเคลียร์ (Nuclear Energy) คือพลังงานที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางนิวเคลียร์ หรือจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดกับนิวเคลียสของอะตอม และมีการสูญหายของมวลของอะตอมเกิดขึ้น และมวลที่หายไปนั่นเองที่เปลี่ยนไปเป็นพลังงาน พลังงานนิวเคลียร์เป็นแหล่งพลังงานทดแทนประเภทหนึ่ง โดยเป็นพลังงานที่ผลิตจากปริมาณเชื้อเพลิงเพียงเล็กน้อย ให้ก๊าซจำนวนน้อยและไม่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกและฝนกรดที่เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม โดยในโรงไฟฟ้าจะใช้ธาตุยูเรเนียมซึ่งเป็นธาตุที่มีอยู่ในธรรมชาติเป็นแหล่งพลังงานเชื้อเพลิง หรืออาจใช้ธาตุอื่น ๆ เช่น ธอเรียมและรูเรเนียม เป็นต้น เพื่อทำปฏิกิริยาจนเกิดพลังงานขึ้น โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนผลิตไอน้ำและส่วนผลิตไฟฟ้า

1) ส่วนของการผลิตไอน้ำ

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์จะใช้เครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ซึ่งทำหน้าที่ผลิตไอน้ำจากความร้อนที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ โดยมีส่วนประกอบ คือ

- เชื้อเพลิง มีลักษณะเป็นทรงกระบอกเล็ก ๆ ทำจากยูเรเนียมออกไซด์ โดยจะทำหน้าที่เป็นแกนปฏิกรณ์นิวเคลียร์
- สารหน่วงนิวตรอน (Moderator) ปรับสารปรับอนุภาคนิวตรอนให้เหมาะสมเพื่อทำปฏิกิริยานิวเคลียร์ ต่อไป
- แท่งควบคุม (Control rod) ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณนิวตรอนที่เกิดขึ้นให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สารระบายความร้อน (Coolant)

- หม้อปฏิกรณ์ (Pressure vessel) เป็นที่บรรจุมัดเชื้อเพลิงและสารหน่วงนิวตรอน

- เครื่องผลิตไอน้ำ (Steam generator) ทำหน้าที่รับความร้อนจากเตาปฏิกรณ์เพื่อผลิตไอน้ำและนำไปหมุนกังหันต่อ

- อาคารปฏิกรณ์ (Containment) เป็นส่วนที่ป้องกันรังสีภายในไหลออกและป้องกันอันตรายจากภายนอกไม่ให้เข้าไปส่งผลกระทบกับกระบวนการภายในตัวปฏิกรณ์ได้

2) ส่วนของการผลิตไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์

เกิดจากการนำพลังงานความร้อนที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ไปต้มน้ำโดยตรง เมื่อน้ำนั้นกลายเป็นไอจึงไปทำหน้าที่หมุนกังหันและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตไฟฟ้าต่อไป

เนื่องมาจากการเตรียมความพร้อมเพื่อจัดตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์นั้นจำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความรู้ความชำนาญสูง อีกทั้งยังต้องมีการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องซึ่งใช้ระยะเวลานาน เนื่องจากปัจจุบันพลังงานนิวเคลียร์นั้นจำเป็นต้องการเงินลงทุนที่สูง และการดูแลความปลอดภัยในกระบวนการ การแผ่รังสี รวมทั้งการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต

2.2.2 พลังงานทดแทนที่ใช้แล้วไม่มีวันหมด (Renewable Energy)

พลังงานทดแทนที่ใช้แล้วไม่มีวันหมดหรือสามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า *พลังงานหมุนเวียน ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น*

ก. **พลังงานแสงอาทิตย์**

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ เป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูง ในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถจำแนกออกเป็น 2 รูปแบบคือ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน

1) เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ได้แก่ ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ

1.1) เซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ

1.2) เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

1.3) เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่น ๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ

2) เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน ได้แก่ การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2.1) การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ปัจจุบันมีการยอมรับใช้งาน 3 ลักษณะ คือ

2.1.1) การผลิตน้ำร้อนชนิดไหลเวียนตามธรรมชาติ

เป็นการผลิตน้ำร้อนชนิดที่มีถังเก็บอยู่สูงกว่าแผงรับแสงอาทิตย์ใช้หลักการหมุนเวียนตามธรรมชาติ

2.1.2) การผลิตน้ำร้อนชนิดใช้ปั๊มน้ำหมุนเวียน

เหมาะสำหรับการใช้ผลิตน้ำร้อนจำนวนมาก และมีการใช้อย่างต่อเนื่อง

2.1.3) การผลิตน้ำร้อนชนิดผสมผสาน

เป็นการนำเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์มาผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้งจากการระบายความร้อนของเครื่องทำความเย็น หรือเครื่องปรับอากาศ โดยผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2) การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ปัจจุบันมีการยอมรับใช้งาน 3 ลักษณะ คือ

2.2.1) การอบแห้งระบบ Passive

เป็นระบบที่เครื่องอบแห้งทำงานโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์และกระแสลมที่พัดผ่าน

2.2.2) การอบแห้งระบบ Active

เป็นระบบอบแห้งที่มีเครื่องช่วยให้อากาศไหลเวียนในทิศทางที่ต้องการ เช่น มีพัดลมติดตั้งในระบบเพื่อบังคับให้มีการไหลของอากาศผ่านระบบ

2.2.3) การอบแห้งระบบ Hybrid

เป็นระบบอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และยังต้องอาศัยพลังงานในรูปแบบอื่น ๆ ช่วยในเวลาที่มีแสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอ หรือต้องการให้ผลิตผลทางการเกษตรแห้งเร็วขึ้น

ข. พลังงานลม

ลมเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งที่เกิดจากพลังงานแสงอาทิตย์ อันเป็นผลมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิของชั้นบรรยากาศที่ดูดซับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ไม่เท่ากันตามสภาพภูมิประเทศ และจากการหมุนตัวของโลก ซึ่งมนุษย์ได้นำพลังงานจลน์จากลมมาใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน ทั้งในรูปของพลังงานกล และพลังงานไฟฟ้า

พลังงานลม เป็นพลังงานธรรมชาติที่สะอาดและบริสุทธิ์ ใช้แล้วไม่มีวันหมดสิ้น จึงทำให้มีพัฒนาการพลังงานลมให้เกิดประโยชน์กันอย่างกว้างขวาง ในขณะเดียวกัน กังหันลม ก็เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่สามารถนำพลังงานลมมาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ โดยเฉพาะในการผลิตกระแสไฟฟ้าและการสูบน้ำ ซึ่งมีการใช้งานกันมาแล้วอย่างแพร่หลายในอดีต

หลักการของพลังงานลม คือ การ เปลี่ยนแรงลมมาหมุนกังหันให้แรงจลน์จากเพื่อนำไปปั่นกระแสไฟฟ้า ซึ่งกังหันลมในปัจจุบัน จะจำแนกชนิดของกังหันลม มี 2 วิธี คือ

1) การจำแนกตามลักษณะการวางตัวของแกนหมุน ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1.1) แบบแกนนอน (แกนราบ, Horizontal Axis Turbine) หมายถึง กังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับทิศทางของกระแสลม

1.2) แบบแกนตั้ง (แกนดิ่ง, Vertical Axis Turbine) หมายถึง กังหันลมที่มีแกนหมุนตั้งฉากกับทิศ ทางของกระแสลม และตั้งฉากกับพื้นผิวโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การจำแนกตามลักษณะแรงขับที่กระแสลมกระทำต่อใบกังหัน มี 2 แบบ คือ

2.1) การขับด้วยแรงยก (Lift force)

2.2) การขับด้วยแรงฉุดหรือแรงหน่วง (Drag force)

เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของความเร็วลมที่แปรผันตามธรรมชาติ และความต้องการพลังงานที่สม่ำเสมอให้เหมาะสมกับการใช้งานแล้ว จะต้องมีตัวกักเก็บพลังงานและใช้แหล่งพลังงานอื่นที่เชื่อถือได้เป็นแหล่งสำรอง (Backup) หรือใช้ร่วมกับแหล่งพลังงานอื่น สามารถจำแนกได้ 3 รูปแบบ

1) การกักเก็บพลังงานที่มีอยู่ ส่วนมากขึ้นอยู่กับงานที่จะใช้ เช่น ถ้าเป็นกังหันเพื่อผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมักนิยมใช้แบตเตอรี่เป็นตัวกักเก็บ การสูบน้ำไปกักเก็บไว้ในลักษณะของพลังงานศักย์และการเก็บในรูปของพลังงานกล (อาศัยแรงเฉื่อยมวล) ฯลฯ

2) การใช้แหล่งพลังงานอื่นที่เป็นตัวหมุน ระบบนี้ปกติกังหันลมจะทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้ตลอดเวลาที่มีความเร็วลมเพียงพอ หากความเร็วลมต่ำ หรือลมสงบแหล่งพลังงานชนิดอื่นจะทำหน้าที่จ่ายพลังงานแทน

3) การใช้ร่วมกับแหล่งพลังงานอื่น ระบบนี้ปกติมีแหล่งพลังงานชนิดอื่นจ่ายพลังงานอยู่แล้ว กังหันลมจะจ่ายพลังงานเมื่อมีความเร็วลมเพียงพอซึ่งในขณะเดียวกัน ก็ลดการจ่ายพลังงานจากแหล่งอื่น เช่น ลดการใช้น้ำมันดีเซลของเครื่องยนต์ดีเซล ระบบนี้ต่างกับระบบที่กล่าวถึงในข้อ 2) ตรงที่ว่า ข้อ 2) กังหันลมจ่ายพลังงานเป็นตัวหลักและแหล่งพลังงานส่วนอื่นเป็นแหล่งสำรอง แต่ในระบบข้อ 3) นี้ แหล่งพลังงานอื่นจ่ายพลังงานเป็นหลัก ส่วนกังหันลมทำหน้าที่เสริมพลังงาน ของพลังงานหลักพลังงานอย่างอื่นที่กล่าวถึงนี้อาจเป็นเครื่องจักรดีเซลหรือพลังงานน้ำจากเขื่อน ฯลฯ

ค. พลังงานน้ำ

การไหลของน้ำจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ น้ำจะมีการไหลเร็ว และไหลเชี่ยวขึ้น ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์จากพลังงานจลน์ที่เกิดขึ้นนี้ได้โดยเปลี่ยนเป็นพลังงานกล หรือพลังงานไฟฟ้าโดยการใช้เทคโนโลยีของเครื่องจักรกลเข้ามาแปลเปลี่ยนพลังงาน น้ำที่ไหลตามผิวดินจะมีพลังงานอยู่ในตัว 3 รูปแบบ คือ

1) พลังงานศักย์ เกิดจากระดับความสูงของน้ำระหว่างจุดที่น้ำพักอยู่ กับจุดที่น้ำจะไหลลงสู่เบื้องล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) พลังงานความดัน เป็นพลังงานที่น้ำต้องมีเพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ผ่านบริเวณที่มีความดันได้

3) พลังงานจลน์ เป็นพลังงานที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเคลื่อนไหวของน้ำด้วยความเร็วค่าหนึ่ง

เขื่อนไฟฟ้าพลังงานน้ำ

หลักการของการผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำคือ การเปลี่ยนแปลงสภาพของน้ำจากสถานะพลังงานศักย์เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยความแตกต่างของระดับน้ำเหนือเขื่อนและท้ายเขื่อนมาใช้หมุนกังหันน้ำ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

เขื่อนเป็นแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อทำการผลิตไฟฟ้าโดยเขื่อนสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด คือ

1) เขื่อนกราวิตี้ (Gravity Dam) ลักษณะเขื่อนเป็นรูปหน้าตัดสามเหลี่ยม ซึ่งการออกแบบให้มีความลาดชันนั้นต้องพิจารณาจากองค์ประกอบต่าง ๆ คือ การยุบตัว การเลื่อนของเขื่อนซึ่งอาจเกิดจากแรงภายนอก เช่น แรงดันจากน้ำ เป็นต้น ตัวเขื่อนชนิดนี้จะต้องหนาใหญ่ ต้องใช้คอนกรีตมาก มีข้อดีคือ การออกแบบง่าย ติดตั้งเครื่องมือเครื่องจักรได้สะดวก มีความปลอดภัยสูง แต่ข้อเสียคือต้องใช้วัสดุจำนวนมากเพื่อทำรากฐานเขื่อน ค่าขนส่งสูง และค่าก่อสร้างสูง

2) เขื่อนโค้ง (Arch Dam) มีลักษณะเป็นรูปโค้ง โดยอาศัยแรงกดของความโค้งจากตัวเขื่อนรับแรงต่างๆ ที่กระทำบนเขื่อนและถ่ายแรงเหล่านี้ไปยังฐานเขื่อน เขื่อนชนิดนี้จำเป็นต้องปรับรากฐานเขื่อนให้มีความแข็งแรงขึ้นก่อนจึงจะสามารถก่อสร้างได้ เขื่อนชนิดนี้มีค่าก่อสร้างถูกกว่าเขื่อนกราวิตี้ แต่ข้อเสียคือการก่อสร้างยุ่งยากกว่า

3) เขื่อนกลวงหรือเขื่อนครีบ (Hollow or Buttress Dam) เป็นเขื่อนแบบเสริมเหล็ก ด้านหน้าจะมีผนังกั้นอาจเป็นแบบเรียบหรือโค้ง โดยด้านหลังเป็นคอนกรีตค้ำผนังกั้นน้ำซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวรับแรงดันของน้ำ แล้วจึงถ่ายแรงไปยังฐานรากเขื่อน เขื่อนชนิดนี้มีราคาถูกเนื่องจากใช้ปริมาณคอนกรีตน้อยกว่าเขื่อนกราวิตี้แต่ความปลอดภัยจะลดลงจึงไม่นิยมสร้างให้มีความสูงมากนัก

4) เขื่อนถม (Embankment Dam) เป็นเขื่อนที่สร้างด้วยราคาค่อนข้างประหยัด เพราะสามารถหาวัสดุที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้างซึ่งมีอยู่ตามธรรมชาติได้ เช่น หิน ทราย เป็นต้น เขื่อนถมมี 2 ชนิด คือ เขื่อนหินถม (Rock Fill Dam) ซึ่งประกอบไปด้วยหินเป็นส่วนใหญ่ เช่น เขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนเขื่อวหลาน เขื่อนอีกชนิด คือ เขื่อนดิน (Earth Dam) คือ เขื่อนที่ใช้ดินถมเป็นส่วนใหญ่ เช่น เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนรัชประภา (เขื่อนเขื่อวหลาน) เป็นต้น โดยที่มีแกนกลางของเขื่อนเป็นดินเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานน้ำเป็นเพียงแหล่งผลิตไฟฟ้าเสริมให้กับระบบไฟฟ้าของประเทศในช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าปกติ เนื่องจากโรงไฟฟ้าจากพลังงานน้ำมีความสามารถในการเดินเครื่องได้รวดเร็วและสามารถหยุดเดินเครื่องได้ตลอดเวลา ทำให้มีความยืดหยุ่นในการผลิตไฟฟ้าสูง ซึ่งต่างกับโรงไฟฟ้าที่ใช้ฟอสซิลเป็นเชื้อเพลิงที่ต้องใช้เวลานานในการเริ่มเดินเครื่อง

ง. พลังงานจากชีวมวล

พลังงานจากชีวมวล เป็นพลังงานที่ได้จากพืชและสัตว์ หรือองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตหรือสารอินทรีย์ต่าง ๆ รวมทั้งการผลิตจากการเกษตรและป่าไม้ เช่น ไม้ฟืน แกลบ กากอ้อย วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอื่น ๆ รวมถึง การนำมูลสัตว์ ของเสียจากโรงงานแปรรูปทางเกษตร และ ขยะ มาเผาไหม้โดยตรงและนำความร้อนที่ได้ไปใช้ หรือนำมาผลิตก๊าซชีวภาพ โดยขบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีโดยอาศัยจุลินทรีย์

ชีวมวลแต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไป บางชนิดไม่เหมาะที่จะนำมาเผาไหม้โดยตรงเพื่อผลิตไฟฟ้า เช่น กากมันสำปะหลัง และส่าเหล้า เพราะมีความชื้นสูงถึง 80 - 90 เปอร์เซ็นต์ บางชนิดต้องนำมาย่อย ก่อนนำไปเผาไหม้ เช่น เศษไม้ยางพารา เป็นต้น แหล่งผลิตชีวมวลขึ้นอยู่กับชนิดของชีวมวล ดังนี้

- โรงสีข้าว ได้ แกลบ
- โรงงานน้ำตาล ได้ กากอ้อย
- โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ได้ กากปาล์ม
- โรงเลื่อยไม้ยางพารา สวนยางพารา และโรงงานผลิตไม้อัด ได้ เศษไม้
- การแยกเมล็ดข้าวโพดออกซึ่งกระจายอยู่ตามไร่ข้าวโพด ได้ ซังข้าวโพด
- สวนมะพร้าว ร้านขายส่งลูกมะพร้าว และโรงงานแปรรูปเนื้อมะพร้าวบางแห่ง ได้ กาบมะพร้าว
- โรงงานผลิตเอทธิลแอลกอฮอล์ ได้ ส่าเหล้า
- โรงงานแป้งมันสำปะหลัง ได้ กากมันสำปะหลัง

ชีวมวลเหล่านี้ บางส่วนได้ถูกนำไปใช้เพื่อการผลิตอยู่แล้ว เช่น แกลบจะถูกนำมาเผา เพื่อผลิตไอน้ำ นำไปหมุนกังหันใช้งาน ในโรงสีข้าว กากอ้อยและกากปาล์ม จะถูกนำมาเผาเพื่อผลิตไอน้ำ และไฟฟ้า ใช้ในขบวนการผลิต และเศษไม้ยางพารา จะถูกนำมาเผา เพื่อผลิตลมร้อนใช้ในการอบไม้ยางพารา เป็นต้น และยังมีชีวมวลส่วนเหลือ ที่มีศักยภาพสามารถนำมาผลิตไฟฟ้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2.1 แสดงสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตทางการเกษตรเป็นชีวมวล

ชนิด	ผลผลิต	Crop/residue ratio	Energy content (MJ/kg)
อ้อย	ชานอ้อย	0.25	9.25
ข้าวเปลือก	แกลบ	0.23	14.27
	ฟางข้าว	0.447	10.24
มันสำปะหลัง	ลำต้นมันสำปะหลัง	0.08	18.42
ปาล์มน้ำมัน	ทะลายปาล์ม	0.428	17.86
	เส้นใยปาล์ม	0.147	17.62
	กะลาปาล์ม	0.049	18.46
มะพร้าว	กาบมะพร้าว	0.362	16.23
	กะลามะพร้าว	0.16	17.93

ที่มา : Biomass Energy in Asia: A Study on Selected Technologies and Policy Options, December 1999 โดย กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

จ. พลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง

เซลล์เชื้อเพลิงเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฟฟ้า – เคมี ระหว่างออกซิเจนกับไฮโดรเจนซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยไม่ต้องผ่านการเผาไหม้ โดยคุณสมบัติของเซลล์เชื้อเพลิงจะมีลักษณะคล้ายกับแบตเตอรี่ แต่สามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้โดยตรง โดยไม่ต้องนำมาอัดประจุใหม่และใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง เซลล์เชื้อเพลิงประกอบด้วยเชื้อเพลิงออกซิเจน อิเล็กโทรไลต์ ขั้วแอโนด และขั้วคาโทด ในการทำงานของเซลล์มีขั้นตอนคือ ไฮโดรเจนจากเชื้อเพลิงจะแตกตัวเป็น ไฮโดรเจนไอออนและอิเล็กตรอนที่ขั้วแอโนด และออกซิเจนจากอากาศ จะจับไฮโดรเจนไอออน ที่ผ่านอิเล็กโทรไลต์มายังแคโทด ทำให้เกิดน้ำ อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะไหลเวียนทำให้เกิดพลังงาน ซึ่งพลังงานจะถูกส่งไปยังเครื่องยนต์ โดยผ่านทางขั้วไฟฟ้าทั้ง 2 ขั้ว และผลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงนี้คือ ความร้อนและน้ำเท่านั้น จึงถือเป็นพลังงานทดแทนที่ไม่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

ไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบของน้ำซึ่งเป็นสารประกอบที่อยู่ในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดและมีคุณสมบัติสามารถทำปฏิกิริยากับธาตุอื่น ๆ ได้ โดยปกติแล้วในอุตสาหกรรมมีการผลิตไฮโดรเจนเป็นปริมาณมากในโลกเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับโรงกลั่นน้ำมันและการผลิตแอมโมเนียเพื่อทำเป็นปุ๋ยสำหรับการเกษตรหรือใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีเพื่อผลิต โพรลิโพพิลีน (Polypropylene) แต่น้อยมากที่ไฮโดรเจนได้ถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทั้งที่จริงแล้วเป็นเชื้อเพลิงประสิทธิภาพสูง โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานของไฮโดรเจนกับน้ำมัน พบว่า มีค่าพลังงานมากกว่าประมาณ 3 เท่าตัว และมากกว่าถ่านหินถึง 4 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

82091

หลักการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง

เซลล์เชื้อเพลิงประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า (Electrode) 2 ขั้วประกบติดกับสารอิเล็กโทรไลต์ การผลิตกระแสไฟฟ้าทำโดยการผ่านก๊าซไฮโดรเจนเข้าที่ขั้วลบ (แอโนด) และผ่านก๊าซออกซิเจนเข้าไปที่ขั้วบวก (แคโทด) ไฮโดรเจนจะทำปฏิกิริยากับสารเร่งปฏิกิริยาโลหะบนขั้วไฟฟ้าและเกิดการแตกตัวเป็นโปรตอน (H+) และอิเล็กตรอนออกมา อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะนำไปใช้เป็นพลังงานสำหรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ส่วนโปรตอนจะเคลื่อนที่ผ่านสารอิเล็กโทรไลต์ไปที่ขั้วแคโทดเพื่อรวมตัวกับออกซิเจนและอิเล็กตรอนกลายเป็นโมเลกุลน้ำ (H2O) ออกมา ในเซลล์เชื้อเพลิงบางชนิด ออกซิเจนจะรวมตัวกับอิเล็กตรอนที่ขั้วแคโทดและเคลื่อนที่ผ่านทางอิเล็กโทรไลต์ซึ่งใช้ออกซิเจนไอออนเป็นตัวเคลื่อนที่ (Charge carrier) ในอิเล็กโทรไลต์ บางชนิดอาจใช้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH) เป็นตัวเคลื่อนที่ก็ได้

ชนิดของเซลล์เชื้อเพลิง สามารถแบ่งเป็น 8 แบบได้ดังนี้

1) เซลล์เชื้อเพลิงแบบกรดฟอสฟอริก (Phosphoric Acid) ใช้กรดฟอสฟอริกเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ มี ข้อดี คือ เป็นเซลล์ที่สามารถใช้กับเชื้อเพลิงได้หลายชนิดแม้แต่น้ำมันเชื้อเพลิง แต่ต้องกำจัดกำมะถันในน้ำมันออกให้เหลืออยู่น้อยที่สุดก่อน อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องใช้โลหะแพลทินัมที่มีราคาสูงเป็นสารเร่งปฏิกิริยา และตัวเซลล์ยังมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก มีประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าต่ำเมื่อเทียบกับเซลล์ชนิดอื่นและจำเป็นต้องใช้วัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของกรดได้ดี

2) เซลล์เชื้อเพลิงแบบเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน (Proton Exchange Membrane, PEM) เป็นเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้อิเล็กโทรไลต์ในรูปแบบแผ่นโพลิเมอร์บาง มีข้อดี คือ เซลล์ชนิดนี้ทำงานที่อุณหภูมิต่ำและใช้สารอิเล็กโทรไลต์เป็นของแข็งจึงไม่มีปัญหาการรั่วซึมและเกิดการกัดกร่อนน้อย จึงเหมาะสำหรับการใช้งานในอาคารบ้านเรือนและรถยนต์ แต่มีข้อเสีย คือ ต้องใช้เชื้อเพลิงที่มีความบริสุทธิ์สูงเท่านั้น และโลหะแพลทินัมและแผ่นเมมเบรนมีราคาสูง

3) เซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็ง (Solid Oxide) เซลล์ชนิดนี้ใช้อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นของแข็งทำจากสารประกอบเซรามิก เช่น เซอร์โคเนียมออกไซด์ เป็นต้น มีข้อดี คือ เนื่องจากเซลล์เชื้อเพลิงทำงานที่สภาวะอุณหภูมิสูงมากจึงไม่จำเป็นต้องใช้โลหะแพลทินัมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา นอกจากนี้ยังสามารถใช้เชื้อเพลิงได้หลากหลายชนิดเพราะเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ทนทานต่อคาร์บอนมอนอกไซด์ได้ดี แต่มีข้อด้อย คือ ต้องเสียเวลาในการอุ่นเครื่องนาน และจำเป็นต้องสร้างผนังหนาเพื่อป้องกันความร้อนที่แผ่ออกมา

4) เซลล์เชื้อเพลิงแบบอัลคาไลน์ (Alkaline) เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้มีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ องค์การนาซาใช้เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้เป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าและน้ำให้กับยานอวกาศในโครงการอพอลโล และโครงการเจมินี เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดนี้มีประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าสูง และใช้สารอิเล็กโทรไลต์ เช่น โปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น ซึ่งมีราคาถูก แต่มีข้อเสีย คือ จำเป็นต้องใช้ก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจนที่มีความบริสุทธิ์สูงมากซึ่งมีราคาแพงมาก และต้นทุนการผลิตของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้มีราคาแพง ทำให้การใช้เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้จำกัดอยู่เฉพาะงานในด้านอวกาศเท่านั้น

5) เซลล์เชื้อเพลิงแบบเกลือคาร์บอเนตหลอม (Molten Carbonate) เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ใช้สารลิเธียมคาร์บอเนต หรือโซเดียมคาร์บอเนต หรือโปตัสเซียมคาร์บอเนตที่หลอมเหลวเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ สามารถประยุกต์ใช้เชื้อเพลิงไฮโดรเจนสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าได้หลายชนิด เช่น ก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซธรรมชาติ ก๊าซโพรเพน น้ำมันดีเซล เป็นต้น แต่มีข้อเสีย คือ ที่สภาวะอุณหภูมิสูงจะมีการกัดกร่อนค่อนข้างมากจึงไม่เหมาะกับการใช้งานขนาดเล็ก

6) เซลล์เชื้อเพลิงแบบป้อนสารเมทานอลโดยตรง (Direct Methanol) เป็นเซลล์ที่เพิ่งถูกพัฒนาขึ้นมาจากแบบเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตรอน เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจากเมทานอลได้โดยไม่ต้องผ่านสารเข้าระบบรีฟอร์มเมอร์ ซึ่งแตกต่างจากเซลล์เชื้อเพลิงชนิดอื่นที่จะทำงานโดยการป้อนไฮโดรเจนเข้าระบบโดยตรง เซลล์ชนิดนี้ทำงานที่สภาวะอุณหภูมิค่อนข้างต่ำจึงเหมาะสมที่จะพัฒนาให้เป็นแหล่งพลังงานในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพา เช่น คอมพิวเตอร์แล็บท็อบ โทรศัพท์ มือถือ หรือนำมาใช้กับรถยนต์ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าแบบเติมเมทานอลด้วย

7) เซลล์เชื้อเพลิงแบบระบบหมุนเวียนน้ำ (Regenerative) เป็นเซลล์เชื้อเพลิงที่ทำงานแบบหมุนเวียนน้ำในระบบ น้ำจะถูกแยกด้วยไฟฟ้าที่ผลิตจากเซลล์แสงอาทิตย์ได้เป็นไฮโดรเจนและออกซิเจน ก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนที่ได้จะถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงป้อนระบบเซลล์เชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าออกมา ซึ่งนอกจากกระแสไฟฟ้าแล้วยังได้ความร้อนและน้ำเป็นผลิตผลร่วมด้วย น้ำที่ได้จะถูกนำไปแยกด้วยกระแสไฟฟ้าอีกครั้ง ดังนั้นน้ำจึงถูกหมุนเวียนอยู่ในระบบปิดตลอด ซึ่งหากมีความสมบูรณ์ก็จะเป็นแหล่งพลังงานสะอาดอย่างแท้จริงอีกแหล่งหนึ่ง ปัจจุบันเซลล์เชื้อเพลิงแบบนี้ยังอยู่ในขั้นการวิจัยและพัฒนาโดยองค์การนาซาและสถาบันอื่น ๆ ทั่วโลกอย่างต่อเนื่อง

8) เซลล์เชื้อเพลิงแบบสังกะสี-อากาศ (Zinc-Air) เซลล์เชื้อเพลิงสังกะสี-อากาศใช้โลหะสังกะสีเป็นขั้วแอโนด เชื้อเพลิงที่ใช้คือ ก๊าซไฮโดรเจนหรือสารประกอบไฮโดรคาร์บอนก็ได้ ขั้วแคโทดเป็นอากาศและใช้แผ่นกรองสำหรับแยกก๊าซออกซิเจนออกมาจากอากาศเพื่อป้อนเข้าระบบ เซลล์ชนิดนี้ใช้สารโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ อุณหภูมิการทำงานของระบบอยู่ในช่วงประมาณ 700 องศาเซลเซียส เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้มีข้อดี คือ โลหะสังกะสีที่ใช้ทำขั้วแอโนดมีราคาต่ำ เซลล์ทำงานได้โดยไม่ต้องใช้สารเร่งปฏิกิริยา และยังสามารถใช้เชื้อเพลิงได้หลายรูปแบบตั้งแต่ก๊าซไฮโดรเจนบริสุทธิ์จนถึงน้ำมันเชื้อเพลิง แต่เซลล์ชนิดนี้จำเป็นต้องมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

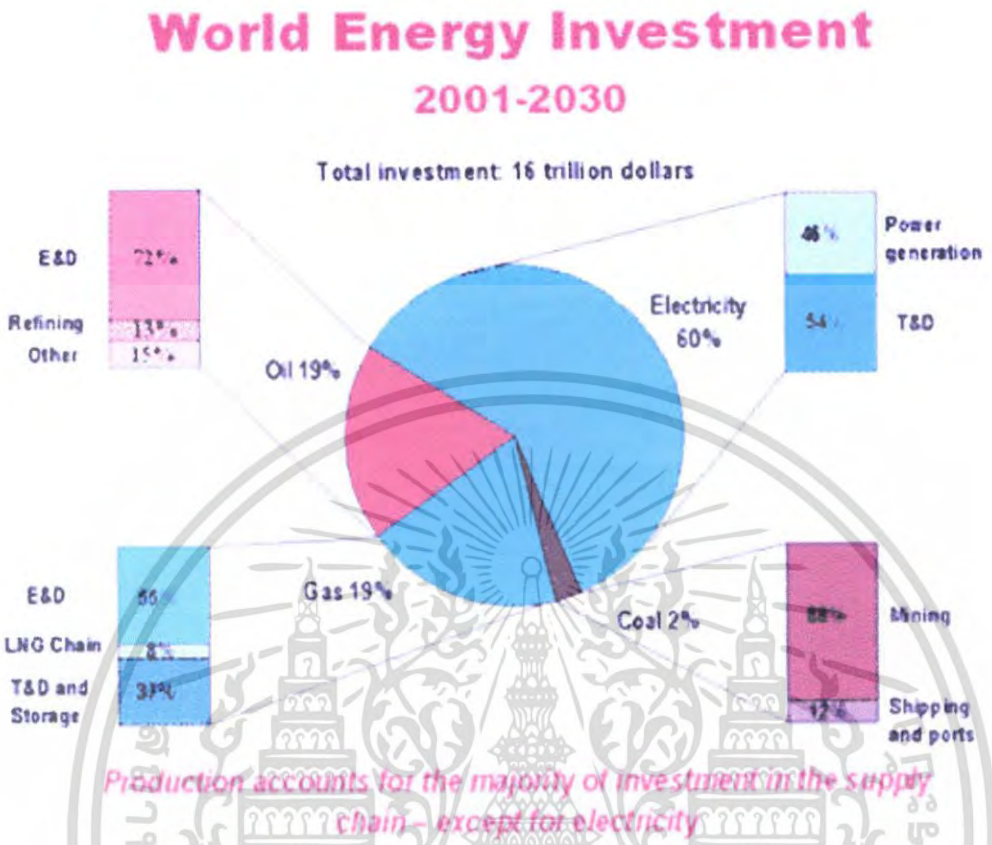
เปลี่ยนแผ่นสังกะสีใหม่เรื่อย ๆ เนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีทำให้โลหะสังกะสีเปลี่ยนเป็นซิงค์ออกไซด์ (ZnO)

ปัญหาสำคัญในการนำเซลล์เชื้อเพลิงมาใช้ คือ การเก็บไฮโดรเจน เนื่องจากไฮโดรเจนเป็นก๊าซที่เบามาก ความหนาแน่นต่ำ และต้องใช้อุณหภูมิต่ำกว่า -170 องศาเซลเซียส จึงจะเก็บไว้ได้ หากเก็บไว้ในถังซึ่งจำเป็นต้องมีขนาดใหญ่หรือมีน้ำหนักมาก แต่ได้มีการคิดค้นเทคโนโลยีการเก็บไฮโดรเจนที่เรียกว่า ท่อคาร์บอนนาโน (Carbon nanotube) คือเก็บอะตอมของไฮโดรเจนในช่องว่างของอะตอมของคาร์บอน ที่เรียงตัวกันคล้ายๆ ท่อ วิธีนี้สามารถเก็บได้ประมาณ 4 - 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนัก และท่อคาร์บอนนาโนนี้ก็เบามาก ทำหน้าที่คล้ายฟองน้ำ ที่ดูดซับน้ำหรือไฮโดรเจนอยู่ระหว่างอะตอมจะใช้งานก็เพิ่มความกดดันและความร้อน ซึ่งในปัจจุบันเซลล์เชื้อเพลิงยังไม่นิยมนำมาใช้เนื่องจากต้นทุนในการผลิตท่อคาร์บอนนาโน ยังคงมีสูงอยู่ จึงจำเป็นต้องทำการพัฒนาเทคโนโลยีต่อไป

2.3 สถานการณ์พลังงานในปัจจุบัน

พลังงานเป็นสิ่งที่สำคัญต่อระบบเศรษฐกิจ และการดำรงชีวิตของประชาชนทั่วโลก เป็นปัจจัยที่ทำให้โลกพัฒนาขับเคลื่อนไปข้างหน้าได้ พลังงานได้เป็นสินค้าที่มีความจำเป็นสากล (international) ซึ่งมีการซื้อขายกันชัดเจน คือ น้ำมันปิโตรเลียม และ พลังงานประเภทอื่นที่ขนย้ายยากเช่น ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และไฟฟ้า โดยการค้าพลังงานระหว่างประเทศนั้นมีความจำเป็นและกำลังขยายตัวมากขึ้นเนื่องจากพลังงานนั้นมีความจำเป็นต่อทุกๆอย่าง จึงมีความจำเป็นต่อเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง อย่างไรก็ตามการจัดหาพลังงานมาละนำไปใช้นั้นล้วนแต่จะต้องลงทุนปริมาณมหาศาล ดังเช่น ทบวงพลังงานโลก หรือ IEA (International Energy Agency) ได้ประมาณการณ์ไว้ว่าในช่วงปี ค.ศ. 2005 - 2030 โลกต้องลงทุนในกิจการพลังงานถึง 16 ล้านล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา โดยร้อยละ 60 (640 ล้านล้านบาท) ของการลงทุนดังกล่าวจะเป็นการลงทุนทางกิจการไฟฟ้าทั้งในส่วนของการผลิตไฟฟ้า และการสร้างสายส่งต่อจำหน่ายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 แสดงสัดส่วนการลงทุนในธุรกิจพลังงานด้านต่าง ๆ

ที่มา : แผนพัฒนากำลังการผลิตในธุรกิจพลังงาน ของประเทศไทย โดยสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน ปี2548

ที่น่าสนใจคือ ประเทศที่กำลังพัฒนาในเอเชีย โดยเฉพาะ จีน อินเดีย และประเทศอาเซียน ซึ่งมีการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วเป็นกลุ่มประเทศที่ต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นอย่างมากเพื่อใช้ในกระบวนการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ โดยร้อยละ 30 ของความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจะมาจากภูมิภาคนี้ ที่สำคัญคือ ประชาชนและภาคธุรกิจจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้า ดังนั้นทุกประเทศจำเป็นต้องมีการลงทุนในกิจการไฟฟ้าให้เพียงพอ นั่นก็คือไม่ลงทุนไม่ได้เพื่อการพัฒนาทางศรษฐกิจ ดังนั้นการลงทุนจึงมีปริมาณสูงในแต่ละปี

ดังนั้น การจัดหากำลังการผลิตไฟฟ้าให้เพียงพอ ดังนั้นการจัดหาพลังงานจึงเป็นภาระสำคัญของรัฐบาลทุกประเทศต้องวางแผนดำเนินงานอย่างรอบคอบ เนื่องจากมีผลต่อสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความมั่งคงของประเทศโดยตรง เนื่องจากกิจการไฟฟ้าจำเป็นต้องอาศัยเงินลงทุนสูง และการจัดหาแหล่งผลิตก็จำเป็นในการหากำลังผลิตจากภายในประเทศเพื่อหาศักยภาพในการผลิต และนำเข้าจากชาติผู้ส่งออก

สำหรับประเทศกำลังพัฒนาในเอเชียนั้น การจัดหาเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้านั้นเป็นเรื่องสำคัญที่ทุกประเทศได้มีการดำเนินการ เสาะแสวงหาแหล่งพลังงานทั้งจากภายในและภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเทศ โดยประเทศที่มีความจำเป็นในการจัดหาพลังงาน คือ ประเทศจีน ซึ่งเป็นผู้ใช้พลังงานที่สำคัญที่สุดในภูมิภาค

จีน เป็นประเทศที่มีการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นจะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากตามไปด้วย นอกจากอัตราการเติบโตที่สูงแล้วสิ่งที่ต้องคำนึงถึงมากที่สุดคือ ขนาดของระบบเศรษฐกิจของประเทศที่มีประชากรกว่าพันล้านคน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจึงมีมหาศาล ซึ่งความมั่นคงด้านพลังงานเป็นสิ่งที่รัฐบาลจำเป็นต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมาก เพราะการจัดหาแหล่งพลังงานขนาดใหญ่และมั่นคง แต่เนื่องจากแหล่งพลังงานภายในประเทศมีจำกัดดังนั้นจึงจำเป็นต้องจัดหาพลังงานจากแหล่งอื่นเพื่อนำมาใช้ในระบบเศรษฐกิจของประเทศให้เพียงพอ

สำหรับประเทศไทยนั้น การพัฒนาทางเศรษฐกิจเติบโตควบคู่ไปกับการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นการพัฒนาศักยภาพของประเทศให้เทียบเท่าต่างชาติ ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานภายในประเทศเพิ่มขึ้นในทุกๆปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี พ.ศ. 2549 ประเทศไทยนั้นสามารถผลิตก๊าซธรรมชาติได้มากขึ้นถึง 34.23 เปอร์เซ็นต์ อันเนื่องมาจากการพัฒนาทางเทคโนโลยีทางการผลิตภายในประเทศ ซึ่งภาพรวมของการใช้พลังงานภายในประเทศนั้นยังคงเพิ่มสูงขึ้นตามสภาวะการเติบโตของเศรษฐกิจ น้ำมันยังเป็นปัจจัยหลักในการดำเนินกิจการต่าง ๆ ซึ่งยังคงเพิ่มขึ้นสูงมาก แต่อย่างไรก็ตามการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อช่วยลดการใช้พลังงานสิ้นเปลือง หรือพลังงานที่ใช้แล้วหมดอย่างเช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน ซึ่งยังคงพัฒนาควบคู่ตามก็คือพลังงานทดแทนซึ่งมีแนวโน้มการพัฒนาให้สูงขึ้นโดยสามารถสร้างมูลค่าการผลิตได้สูงขึ้นจากปี พ.ศ. 2548 ถึง 14,246 ล้านบาท และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดในปี พ.ศ. 2550 - 2554 ตามแผนการอนุรักษ์พลังงานฉบับที่ 3

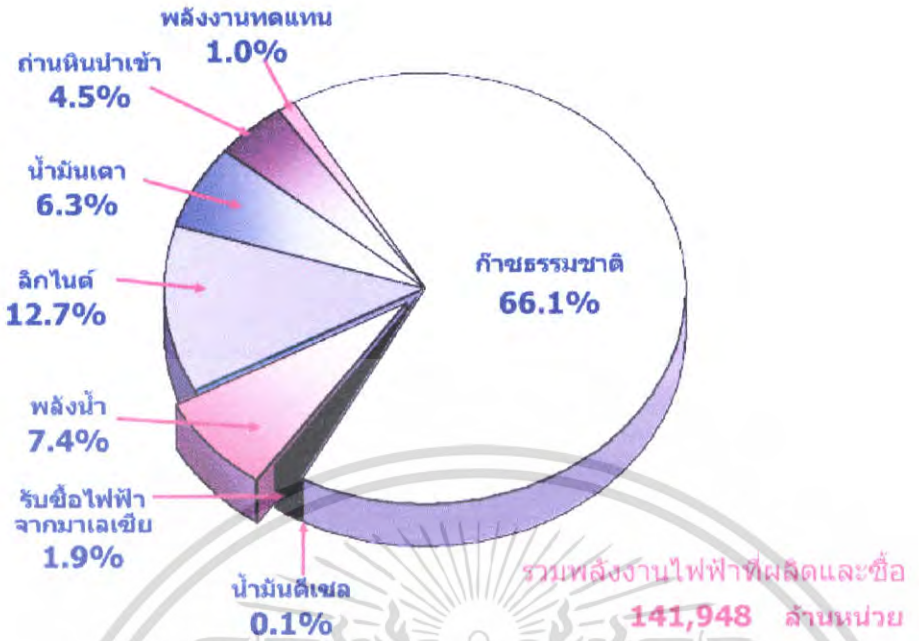
ตารางที่ 2.2 แสดงการใช้พลังงานรวมของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2545 - 2549 (ล้านบาท)

ชนิด	2545	2546	2547	2548	2549*
น้ำมันสำเร็จรูป	451,368	515,127	606,236	783,671	917,986
ก๊าซธรรมชาติ	13,386	13,793	16,539	20,260	30,300
ลิกไนต์/ถ่านหิน	8,596	9,223	13,413	18,058	20,451
ไฟฟ้า	247,590	265,771	299,991	327,642	385,963
พลังงานทดแทน	70,596	84,787	95,543	119,344	133,580
รวม	791,536	888,701	1,031,722	1,268,975	1,488,280

* เบื้องต้น

ที่มา : สถานการณ์พลังงานในปี 2549 และแนวโน้มปี 2550 โดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 แสดงพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตภายในประเทศ

ที่มา : สถานการณ์พลังงานในปี 2549 และแนวโน้มปี 2550 โดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

2.4 แนวโน้มการใช้พลังงานในอนาคต

แนวโน้มในการในการใช้พลังงานจำเป็นที่จะต้องกำหนดทิศทางของการพัฒนาพลังงานไปในทางที่เหมาะสมเพื่อใช้ศักยภาพของพลังงานได้ถูกต้องเหมาะสมโดยพัฒนาให้เกินความยั่งยืน โดยลดการส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด สำหรับทางเลือกในการพัฒนาทางด้านพลังงานในอนาคตมีดังนี้

2.4.1 แนวทางการพัฒนาแบบยั่งยืน

การพัฒนาแบบยั่งยืน (Sustainable development) เป็นแนวคิดที่เกิดขึ้นจากการสภาพแวดล้อมถูกทำลายมากขึ้น เกิดผลกระทบรุนแรงต่อมนุษยชาติ องค์การสหประชาชาติได้ขอความร่วมมือระหว่างประเทศอุตสาหกรรม ในการป้องกันดูแล และลดการทำลายสภาพแวดล้อม โดยการพัฒนาอย่างยั่งยืนนี้คลอบคลุมสาระถึงการลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดการหมุนเวียน การนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ และการนำทรัพยากรมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

โดยการพัฒนาอย่างยั่งยืนดังกล่าวสามารถพบได้จากการผลิตพลังงานโดยใช้ระบบชีวมวล เป็นการนำเอาของเสียหรือมูลสัตว์ มาแปลเป็นก๊าซหุงต้มได้ ซึ่งเป็นการนำของเหลือจากกระบวนหนึ่งมาแปลรูปเป็นพลังงานอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งช่วยลดของเสียลงสู่สภาพแวดล้อมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 แนวทางการใช้พลังงานและเทคโนโลยีที่สะอาด

พลังงานสะอาด คือ พลังงานที่ได้มาโดยไม่ส่งผลกระทบหรือความสูญเสียต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อลดปัญหามลพิษต่าง ๆ เช่น การเลือกผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม หรือพลังงานน้ำ เพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อทดแทนน้ำมันที่ใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้าในปัจจุบัน

เทคโนโลยีสะอาด คือ การพัฒนาเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีของเสียและมลภาวะจากกระบวนการผลิต และส่งผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด เช่นการประดิษฐ์รถยนต์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทดแทนการใช้น้ำมัน หรือระบบประสมประสานการใช้น้ำมัน และระบบไฟฟ้าควบคู่กัน (Hybrid) เป็นต้น

การค้นหาพลังงานสะอาดสำหรับในอนาคตนั้นได้มีการกล่าวถึงการผลิตกระแสไฟฟ้าจากน้ำ โดยใช้องค์ประกอบของน้ำซึ่งเป็นก๊าซไฮโดรเจนมาเป็นเชื้อเพลิงแทนการใช้น้ำมัน

2.4.3 แนวทางการใช้พลังงานทดแทน

พลังงานทดแทนเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่หลายฝ่ายให้ความสนใจ และมุ่งให้เป็นพลังงานทางเลือกในอนาคต เนื่องจากพลังงานทดแทนโดยเฉพาะพลังงานจากชีวมวล ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ไม่มีวันหมด ซึ่งมีการพัฒนาและประยุกต์ใช้วัสดุ กากจากของเหลือจากกระบวนการผลิตของวัสดุธรรมชาติมาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงาน การพัฒนาเทคโนโลยีทางชีวมวลมีการพัฒนาไปมาก เห็นได้จากพัฒนาการในการนำผลผลิตหลายอย่างมาใช้ในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิง การผลิตไบโอดีเซล และแก๊สโซฮอลล์เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ทำการพัฒนาพลังงานเพื่อนำมาใช้แทนการใช้น้ำมันในการเดินรถยนต์

2.5 ความสำคัญของการใช้พลังงานทดแทน

จากการที่ประเทศไทยมีอัตราการใช้พลังงานที่เพิ่มสูงขึ้นในทุก ๆ ปี ตามตารางแสดงการใช้พลังงานรวมของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 - 2549 จะพบอัตราการใช้พลังงานในปริมาณที่เพิ่มขึ้น

การใช้พลังงานรวมภายในประเทศในแต่ละปีมีอัตราการใช้พลังงานเพิ่มสูงขึ้นซึ่งหากวัดจากล่าสุดปี พ.ศ. 2549 ประเทศไทยบริโภคพลังงาน เพิ่มขึ้นคิดเป็นมูลค่าถึง 219,305 ล้านบาท ซึ่งเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยแต่ละปี ซึ่งเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานในอนาคต ซึ่งหากเทียบกับการนำเข้าพลังงานนั้นก็มีอัตราส่วนสูงขึ้นเช่นกัน ดังนั้นการจัดหาพลังงานทดแทนจากการผลิตด้านต่าง ๆ เพื่อช่วยจัดหาพลังงานภายในประเทศ เพื่อช่วยลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณการนำเข้าพลังงานจากต่างชาติ และเพื่อหมุนเวียนพลังงานที่เหลือจากการผลิตมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเพื่อทำการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อให้สามารถใช้พลังงานให้ได้ประโยชน์สูงสุดและลดการก่อมลภาวะแก่โลกให้มากที่สุด

ตารางที่ 2.3 แสดงมูลค่าการนำเข้าพลังงานรวมของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2545 - 2549 (ล้านบาท)

การนำเข้า	2545	2546	2547	2548	2549*
น้ำมันดิบ	286,953	346,057	486,627	644,933	749,785
น้ำมันสำเร็จรูป	25,817	30,735	41,533	55,680	55,842
ก๊าซธรรมชาติ	35,073	42,635	46,053	62,827	79,390
ถ่านหิน	7,872	9,370	12,275	15,422	18,809
ไฟฟ้า	4,474	4,159	5,660	7,114	8,414
รวม	360,189	432,956	592,148	785,976	912,240

* เบื้องต้น

ที่มา : สถานการณ์พลังงานในปี 2549 และแนวโน้มปี 2550 โดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

2.6 สรุป

การศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำเสนอให้เห็นถึงความจำเป็นของพลังงานที่เป็นทั้งสิ่งจำเป็นสำหรับทุกส่วนในประเทศ และเป็นตัวหลักสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศการเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้พลังงานมีอัตราส่วนเพิ่มขึ้นทุกปี และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นการเพิ่มศักยภาพในการผลิตพลังงานทดแทนจะช่วยทดแทนพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานสิ้นเปลืองที่ใช้แล้วหมดจำพวกน้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ และยังช่วยลดปริมาณการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศเพื่อลดการขาดดุลทางเศรษฐกิจอีกทางหนึ่ง

นัยสำคัญหนึ่งของการพัฒนาพลังงานทดแทนนั้นเพื่อช่วยเพิ่มศักยภาพในการผลิตให้เพิ่มสูงขึ้น และกระจายความรู้ข่าวสารสู่ทุกส่วนของประเทศเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่ทำเกษตรกรรมอันดับต้น ๆ ของโลกดังนั้นเศษวัสดุจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่างๆซึ่งด้วยเทคโนโลยีปัจจุบันสามารถแปรรูปเป็นพลังงานได้ จึงมีความจำเป็นจะต้องเพิ่มการให้ความรู้ให้เข้าถึงทุกแห่งดั้งนั้นโครงการศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จึงได้มุ่งเน้นที่จะให้ความรู้ในด้านเทคโนโลยีในด้านพลังงานทดแทนประเภทต่าง ๆ เพื่อให้ประชาชนในภาคเหนือตอนบนที่มีศักยภาพในการผลิตพลังงานทดแทนสามารถนำความรู้ไปใช้ต่อยอดในกระบวนการผลิตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การศึกษาอาคารตัวอย่าง

การศึกษาอาคารตัวอย่างทั้งนั้นเพื่อนำความรู้ในด้านเทคโนโลยีหรือด้านการออกแบบในประเทศและต่างประเทศ เพื่อเป็นตัวอย่างอาคารได้

3.1 ศึกษาและวิเคราะห์อาคารตัวอย่างในประเทศ

3.1.1 สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื่องจากสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีความสอดคล้องกับโครงการในด้านของการบริหารงานจึงเน้นการศึกษาในระบบของการบริหารงานของ สถาบันฯ เป็นหลัก

ภาพที่ 3.1 แสดงทัศนียภาพภายนอกอาคารสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ตั้ง อาคารสถาบัน 3 ชั้น 12 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นมาของโครงการ

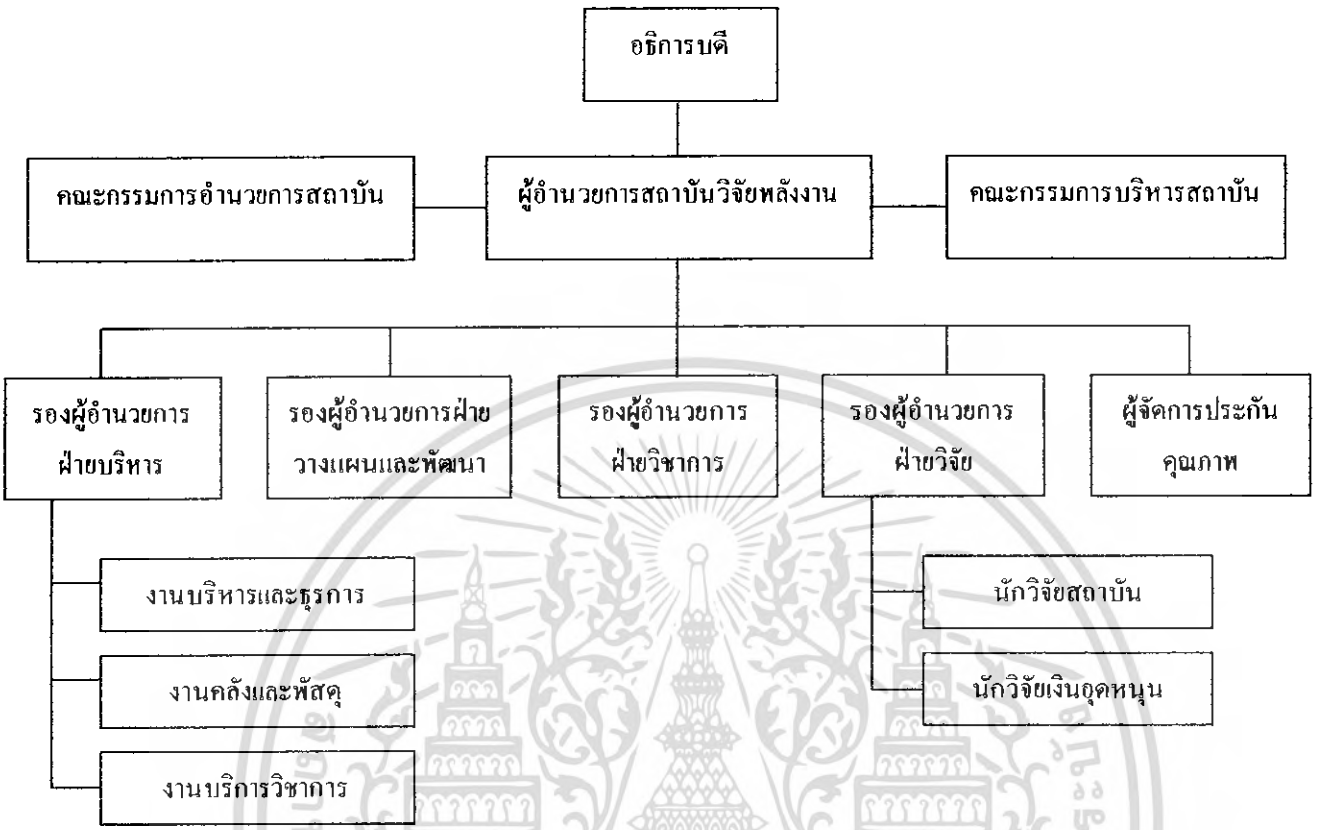
สถาบันวิจัยพลังงาน เกิดขึ้นมาจากแนวนโยบายของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เน้นการวิจัยเท่าเทียมกับการเรียนการสอน แนวทางปฏิบัติที่จะนำไปสู่การเป็นมหาวิทยาลัยวิจัย แนวทางหนึ่งที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยนำมาใช้คือ การรวมกลุ่มนักวิชาการและนักวิจัยที่มีความสนใจในปัญหาของชาติจากสาขาต่าง ๆ มาทำงานร่วมกัน ด้านมาทำการศึกษาวิจัย เพื่อให้บังเกิดผลในทางที่จะไปช่วยแก้ปัญหาของประเทศ แนวความคิดนี้ริเริ่มในปี พ.ศ. 2523 ซึ่งพลังงานได้กลายเป็นปัญหาที่สำคัญยิ่งของประเทศชาติ หลังจากที่ได้เกิดวิกฤตการณ์พลังงานของโลกขึ้นถึง 2 ครั้ง ในปี พ.ศ. 2516 และ 2522 ทั้งนี้เพราะประเทศไทยต้องพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศอยู่ไม่น้อย มหาวิทยาลัยจึงได้จัดตั้งคณะกรรมการปฏิบัติการกิจด้านวิจัยพลังงาน โดยรวมกลุ่มนักวิจัยด้านพลังงานในคณะต่าง ๆ กำหนดแนวทางการวิจัย และส่งเสริมให้เกิดการวิจัยพลังงานขึ้น ซึ่งได้รับการตอบสนองอย่างดีจากคณาจารย์ของมหาวิทยาลัย ต่อมาเพื่อให้การดำเนินการติดต่อกับต่างประเทศและหน่วยงานภายในประเทศเป็นไปอย่างคล่องตัว มหาวิทยาลัยจึงได้จัดตั้ง "ศูนย์วิจัยและอบรมพลังงาน" ขึ้นเป็นหน่วยงานภายใต้ฝ่ายวิจัย ในชื่อว่า "สถาบันวิจัยพลังงาน" โดยพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีฐานะเช่นเดียวกับคณะต่าง ๆ เมื่อวันที่ 18 เมษายน 2534

วัตถุประสงค์

1. ผลิตผลงานวิจัยด้านพลังงานที่มีคุณภาพ
2. วิจัยและพัฒนาพลังงานหมุนเวียนและพลังงานใหม่ที่เหมาะสม รวมทั้งการอนุรักษ์พลังงาน
3. ส่งเสริมให้มีการเชื่อมโยงงานวิจัยกับการเรียนในระดับบัณฑิตศึกษา
4. บริการข้อมูลด้านพลังงานและผลงานวิจัยแก่นิสิต นักวิจัย บุคคลทั่วไป
5. บริการทางวิชาการแก่สังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างการบริหาร



ภาพที่ 3.2 ผังแสดงโครงสร้างการบริหารของ สถาบันวิจัยพลังงาน

ที่มา: สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตำแหน่งหน้าที่ของแต่ละฝ่ายงาน

1. ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพลังงาน มีหน้าที่บริหารงานให้เป็นไปตามนโยบายและวัตถุประสงค์ของสถาบันวิจัยพลังงานภายใต้กฎ ระเบียบของสถาบันฯ และสอดคล้องกับโยบายของมหาวิทยาลัย

2. รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร มีหน้าที่บริหารงานด้านบริหารงานทั่วไปให้เป็นไปตามนโยบายและวัตถุประสงค์ของสถาบันฯ และหน้าที่อื่น ๆ ที่ผู้อำนวยการมอบหมาย

3. รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ มีหน้าที่บริหารงานด้านบริการวิชาการให้เป็นไปตามนโยบายและวัตถุประสงค์ของสถาบันฯ การจัดหาแหล่งเงินทุนภายนอกเพื่อใช้ในการให้บริการวิชาการให้บรรลุวัตถุประสงค์ และหน้าที่อื่น ๆ ที่ผู้อำนวยการมอบหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. รองผู้อำนวยการฝ่ายวิจัย มีหน้าที่บริหารงานด้านการวิจัยให้เป็นไปตามนโยบายและวัตถุประสงค์ของสถาบันฯ การจัดหาแหล่งทุนภายนอกเพื่อให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงสำเร็จวัตถุประสงค์ และหน้าที่อื่น ๆ ที่ผู้อำนวยการมอบหมาย

5. รองผู้อำนวยการฝ่ายวางแผนและพัฒนา มีหน้าที่บริหารงานด้านการวางแผนให้เป็นไปตามนโยบายและวัตถุประสงค์ของสถาบันฯ และทิศทางที่มหาวิทยาลัยกำหนด และหน้าที่อื่น ๆ ที่ผู้อำนวยการมอบหมาย

6. ผู้จัดการประกันคุณภาพ มีลักษณะหน้าที่และขอบข่ายงานในการดูแลระบบประกันคุณภาพของสถาบันวิจัยพลังงาน โดยทำหน้าที่ดูแลการนำข้อกำหนดต่าง ๆ ไปปฏิบัติ โดยอาศัยการตรวจสอบคุณภาพภายใน ดูแลการแก้ปัญหาในระบบ จัดให้มีการทบทวน ประเมินแผนงานโครงการ และระบบคุณภาพ โดยทำหน้าที่เลขานุการของที่ประชุม และประสานงานกับผู้ตรวจสอบคุณภาพภายนอก

จำนวนบุคลากรสถาบัน

แบ่งตามฝ่ายงานต่าง ๆ ภายในสถาบัน ประกอบด้วย 6 ฝ่าย ได้แก่

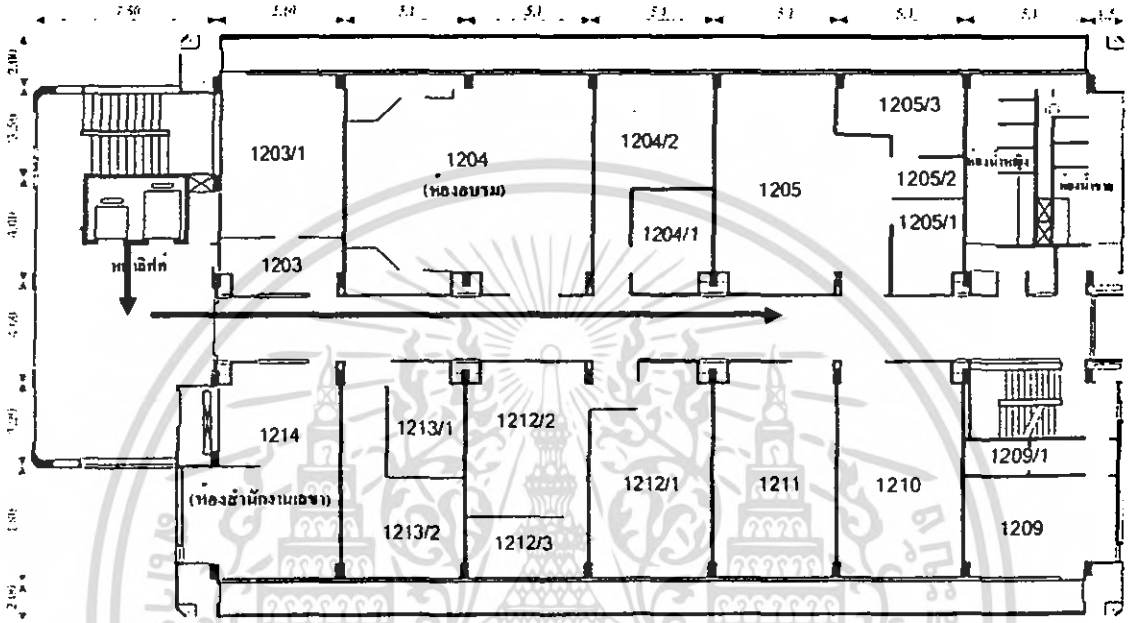
1. ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพลังงาน		**จำนวน 1 อัตรา**
2. รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร		**จำนวน 1 อัตรา**
ประกอบด้วย 3 หน่วยย่อย คือ		
2.1 งานบริหารและธุรการ	- เจ้าหน้าที่บริหาร	จำนวน 2 อัตรา
	- เจ้าหน้าที่ธุรการ	จำนวน 1 อัตรา
	- เจ้าหน้าที่บริการ	จำนวน 2 อัตรา
2.2 งานคลังและพัสดุ	- เจ้าหน้าที่นโยบายและแผน	จำนวน 1 อัตรา
	- นักวิชาการพัสดุ	จำนวน 1 อัตรา
	- เจ้าหน้าที่บัญชี	จำนวน 1 อัตรา
	- เจ้าหน้าที่การเงิน	จำนวน 1 อัตรา
2.3 งานบริการวิชาการ	- บรรณารักษ์	จำนวน 1 อัตรา
3. รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ		**จำนวน 1 อัตรา**
4. รองผู้อำนวยการฝ่ายวิจัย		**จำนวน 1 อัตรา**
ประกอบด้วย 2 หน่วยย่อย คือ		
4.1 นักวิจัยสถาบัน	- นักวิจัย	จำนวน 2 อัตรา
	- ช่างเทคนิค	จำนวน 2 อัตรา
4.2 นักวิจัยเงินอุดหนุน	- นักวิจัย	จำนวน 3 อัตรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. รองผู้อำนวยการฝ่ายวางแผนและพัฒนา จำนวน 1 อัตรา

6. ผู้จัดการประกันคุณภาพ จำนวน 1 อัตรา

รวมจำนวนบุคลากรของสถาบัน 23 อัตรา



ภาพที่ 3.3 แสดงแผนผัง สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่มา: สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย[1]

พื้นที่รวมของสถาบันวิจัยพลังงาน

สถาบันวิจัยพลังงานเป็นหน่วยงานหนึ่งในสังกัดของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงใช้พื้นที่ใช้สอยจากอาคารในมหาวิทยาลัย ในชั้น 12 ของอาคารสถาบัน 3 รวมแล้วมีพื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 996.60 ตารางเมตร[1]

แผนงานบริการวิชาการ

เพื่อให้เป็นไปตามนโยบายและทิศทางการพัฒนาการพัฒนาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ สถาบันวิจัยพลังงาน วัตถุประสงค์ด้านการบริการวิชาการ จึงมุ่งเผยแพร่ผลงานวิจัยของสถาบันฯ และวิชาการที่เกี่ยวข้องสู่สังคม ภาคธุรกิจ ภาคอุตสาหกรรม เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและ

[1] ที่มา: นายวิจิตร สุวรรณวิจิตร นักวิชาการพัสดุ สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังคมของประเทศ พัฒนาฐานข้อมูลงานวิจัยของสถาบันฯ และข้อมูลพลังงาน เพื่อเผยแพร่สู่สังคม โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและสนับสนุนการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา

การบริการวิชาการ

1) ผลิตวารสารวิชาการ เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยสถาบันฯ และงานวิชาการที่เกี่ยวข้อง

2) พัฒนาฐานข้อมูลด้านพลังงาน และงานวิจัยของสถาบันฯ เพื่อเผยแพร่สู่สังคม

3) พัฒนาห้องสมุด เพื่อสนับสนุนการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา และบริการสังคม

4) ให้บริการวิชาการแก่สังคมในรูปอบรมวิชาการ

การจัดหลักสูตรอบรม

สถาบันวิจัยพลังงาน มีการจัดฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม โดยจะใช้หลักสูตรการฝึกอบรมที่กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานให้เหมาะสมกับอาคารและโรงงานอุตสาหกรรมมากยิ่งขึ้น โดยหัวข้อที่เสนอจัดฝึกอบรมจะจัดแบ่งออกเป็น 7 หลักสูตร ประกอบด้วย

1) หลักสูตรการเพิ่มประสิทธิภาพระบบการใช้พลังงานอย่างยั่งยืน

2) หลักสูตรวิศวกรรมคุณค่าเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

3) หลักสูตรด้านไฟฟ้า

4) หลักสูตรด้านความร้อน (หม้อไอน้ำ)

5) หลักสูตรด้านความร้อน (เตาเผา)

6) หลักสูตรระบบปรับอากาศและทำความเย็น

บริการของห้องสมุด

ให้บริการข้อมูลด้านพลังงานที่มีประโยชน์ในการศึกษา ค้นคว้า วิจัย แก่นิสิตและอาจารย์ ตลอดจนบุคลากรของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและบุคคลทั่วไป ห้องสมุดสถาบันวิจัยพลังงาน มีทรัพยากรห้องสมุดเป็นหนังสือภาษาไทย หนังสือภาษาต่างประเทศ สิ่งพิมพ์รัฐบาล วิทยานิพนธ์ วารสารภาษาไทย วารสารต่างประเทศ รายงานการวิจัยของศูนย์อบรมและวิจัยพลังงาน และสถาบันวิจัยพลังงาน และให้บริการสืบค้นข้อมูลผ่านระบบ Chulalinet ฐานข้อมูลเพื่อประกอบการค้นคว้าวิจัย CU Database Reference และฐานข้อมูลระบบสารสนเทศด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานบริการของห้องสมุด

1) บริการสืบค้นข้อมูลสารสนเทศจากฐานข้อมูลต่าง ๆ

2) บริการแนะนำการใช้ห้องสมุดและการสืบค้นฐานข้อมูล

3) บริการตอบคำถามและช่วยการค้นคว้า

4) บริการวารสารฉบับปัจจุบันและฉบับล่วงเวลา

5) บริการแฟ้มข้อมูลเฉพาะเรื่องด้านพลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน

6) บริการข่าวสารทันสมัยด้านพลังงาน

7) บริการยืม-คืน หนังสือ เอกสาร สิ่งพิมพ์และวารสารด้วยระบบอัตโนมัติแก่สมาชิก

8) บริการยืม-คืนระหว่างห้องสมุด (Chulalinet)

ทรัพยากรของห้องสมุด

1. หนังสือ แบ่งเป็น หนังสือภาษาไทย จำนวน 800 เล่ม และหนังสือภาษาอังกฤษ จำนวน 1,100 เล่ม เช่น เรื่องเกี่ยวกับ Energy Conservation, Solar Energy, Nuclear Energy, Electrical Energy, Renewable Energy resources, Fuel, Husk Fuel, Oil, Natural Gas, Wind Energy, Geothcmal Energy,Hydropower, Biomass Energy and Energy Engineering เป็นต้น

2. รายงานการวิจัยด้านพลังงานของสถาบันฯ จำนวน 647 เล่ม เช่น การศึกษาอัตราความเสียหายเนื่องจากไฟฟ้าดับ การศึกษาการใช้พลังงานไฮโดรเจน การศึกษาหลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานของโรงงานและอาคารควบคุมแต่ละประเภทแต่ละขนาด การศึกษาทดลองมันสำปะหลังเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานด้วยระบบเผาไหม้สมบูรณ์ การวิจัยและพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยในการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานจากข้อมูลที่ใช้ประเมินค่า OTTV และ RTTV ตาม พรบ.อนุรักษ์พลังงาน เป็นต้น

3. สิ่งพิมพ์รัฐบาล เอกสารการประชุม สัมมนาทางด้านพลังงาน จำนวน 296 เล่ม เช่น รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย และ รายงานพลังงานของประเทศไทย

4. แฟ้มข้อมูลเฉพาะเรื่องด้านพลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน จำนวน 35 แฟ้ม เช่น ราคาน้ำมัน ค่าไฟฟ้า Ft โรงไฟฟ้า บ้านประหยัดพลังงาน เป็นต้น

5. วารสารภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 74 ชื่อ เช่น Asian Power, Energy Digest, Power Economics, World Energy Council Journal วารสารนโยบายพลังงาน สรุปข่าวพลังงาน และในปี 2002 นี้ ห้องสมุดได้บอกรับวารสารใหม่อีก 4 ชื่อ ได้แก่ Renewable and Sustainable Energy Review, Energy and Study Review, Energy and Fuels

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จุลสารและกฤตภาคด้านพลังงาน เช่น การประหยัดพลังงานน้ำมัน พลังงานไฟฟ้า และ ก๊าซธรรมชาติ

7. หนังสือพิมพ์ จำนวน 5 ชื่อ ได้แก่ ไทยรัฐ เดลินิวส์ ผู้จัดการ ไทยโพสต์ และ มติชน

8. วัสดุโสตทัศนศึกษา จำนวน 181 ม้วน เช่น วีดิทัศน์เรื่องอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นต้น

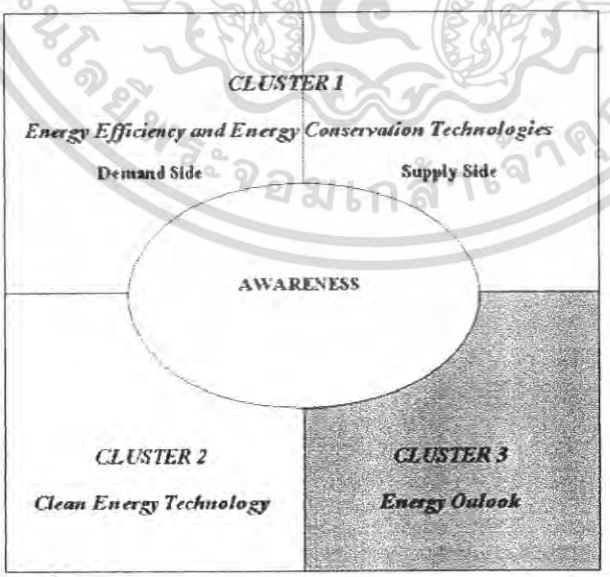
9. Collection พิเศษ เช่น รายงานการตรวจสอบวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น

10. เครื่องคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สำหรับ สืบค้นข้อมูล และรับชมข้อมูลภาพและเสียงจากระบบสารสนเทศด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

แผนงานวิจัยและแนวทางวิจัย

สถาบันวิจัยพลังงานมุ่งให้ผลผลิตทางด้านงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาพลังงานหมุนเวียนและพัฒนาพลังงานใหม่ ตลอดจนการอนุรักษ์พลังงาน เป็นงานที่มีคุณภาพได้รับการยอมรับในระดับชาติ นอกจากนี้ยังต้องการให้งานวิจัยของสถาบันฯ มีความเชื่อมโยงกับการเรียนและการวิจัยในระดับบัณฑิตศึกษา ทั้งนี้สถาบันฯ จะต้องมีความพร้อมในการให้บริการข้อมูลและการบริการวิชาการที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน แก่นิสิต และสังคมโดยทั่วไป

สถาบันวิจัยพลังงานได้กำหนดแนวทางวิจัย ให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาพลังงานของประเทศ โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 แผนภาพแสดงแนวทางการวิจัยของสถาบันฯ

ที่มา: สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cluster 1 : การเทคโนโลยีประสิทธิภาพและการอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency and Energy Conservation Technologies)

- การวิจัยด้านเทคโนโลยีและประสิทธิภาพของอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน
- การวิจัยด้านการอนุรักษ์พลังงานโดยผสมผสาน Hardware Software และ Humanware เพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีที่ดีที่สุด (Best Practice)
- การวิจัยด้านการใช้วัสดุประสิทธิภาพสูงเพื่อออกแบบอาคาร หรือ การวางผังสำนักงาน เพื่อใช้ พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

Cluster 2 : การพัฒนาพลังงานสะอาดเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Clean Energy Technology for Sustainable Development)

- การวิจัยด้านเทคโนโลยี แบ่งเป็น Potential, feasibility analysis, Good Implementation
- การวิจัยพลังงานหมุนเวียนที่เหมาะสมกับระดับชุมชน ระดับภูมิภาคและระดับประเทศ
- การวิจัยด้านเชื้อเพลิง/พลังงานสะอาดและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
- การวิจัยประสิทธิภาพของพลังงานทดแทนและการนำไปใช้ เช่น hybrid fuel
- การศึกษาและวิจัยผลกระทบจากการใช้พลังงานกับสิ่งแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก
- การศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีพลังงานสะอาดเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

Cluster 3 : ภาพของพลังงาน (Energy Outlook)

- การวิจัยเพื่อการสร้างจิตสำนึกอนุรักษ์พลังงานในกลุ่มเป้าหมายต่าง ๆ
- การพัฒนาหลักสูตรสำหรับสร้างบุคลากรด้านพลังงาน เช่น นักวางแผนพลังงานระดับประเทศและระดับจังหวัด
- การวิจัยและพัฒนาฐานข้อมูลพลังงานของประเทศและจังหวัด
- การวิจัยและพัฒนาด้านความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือพัฒนาพลังงานระดับภูมิภาคอาเซียน และประเทศเพื่อนบ้าน เพื่อใช้ทรัพยากรร่วมกันและจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ
- การศึกษาวิจัยด้านนโยบายส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคโนโลยีหรือประสิทธิภาพของอุปกรณ์
- การศึกษาวิจัยด้านนโยบายส่งเสริมและพัฒนาการใช้พลังงานทดแทน
- การศึกษาเชิงนโยบายด้านพลังงานกับสิ่งแวดล้อม

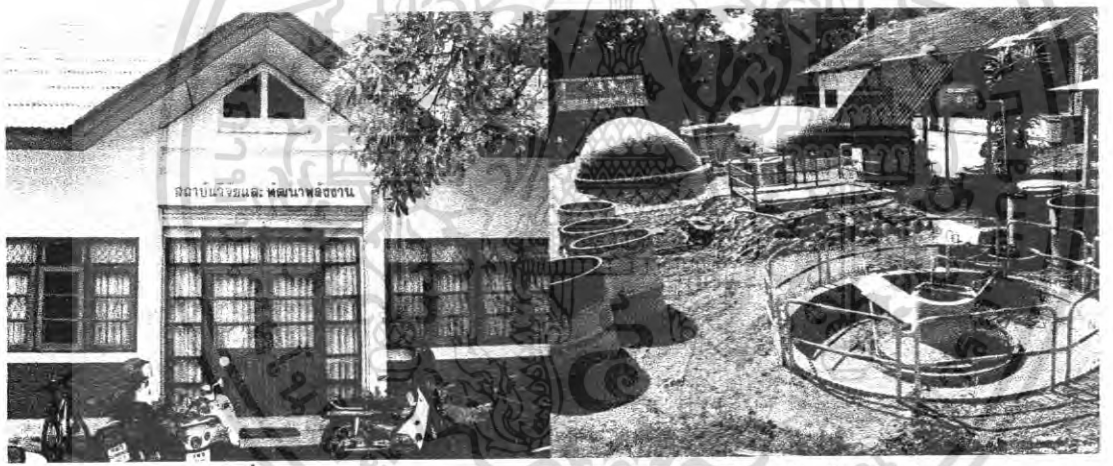
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในแนวทางการพัฒนางานวิจัยด้านพลังงานทั้ง 3 กลุ่ม ของสถาบันวิจัยพลังงานนั้น นอกจากจะโครงการวิจัยในหัวข้อหลักแล้ว จะมีแผนงานวิจัยที่ผนวกเข้าไปกับการเสริมสร้างทัศนคติและปลูกจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์พลังงานและใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อกระตุ้นให้ทุกคนในชาติให้ความสำคัญกับปัญหาพลังงานและสิ่งแวดล้อม

สรุป

การจัดวางผังองค์กรน่าเชื่อถือ และสามารถนำไปปรับใช้กับศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทนได้ เนื่องจากมีรูปแบบการบริหารองค์กรโดยส่วนกลาง คือมหาวิทยาลัย การบริหารงานมีประสิทธิภาพ และเกิดความคล่องตัว

3.1.2 สถาบันและพัฒนาวิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (Energy Research and Development Institute (ERDI), Chiang Mai University)



ภาพที่ 3.5 สถาบันและพัฒนาวิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เนื่องจากสถาบันและพัฒนาวิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีรูปแบบการบริหาร และการดำเนินงานที่มีความคล้ายคลึงกับโครงการ จึงได้ทำการศึกษาข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์การดำเนินงานของสถาบัน

ที่ตั้ง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถนนห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่

ความเป็นมาของโครงการ

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน (สวพ.) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นสถาบันที่มีลักษณะของศูนย์ความเป็นเลิศ (Excellent center) โดยเป็นศูนย์กลางแห่งองค์ความรู้ด้านพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

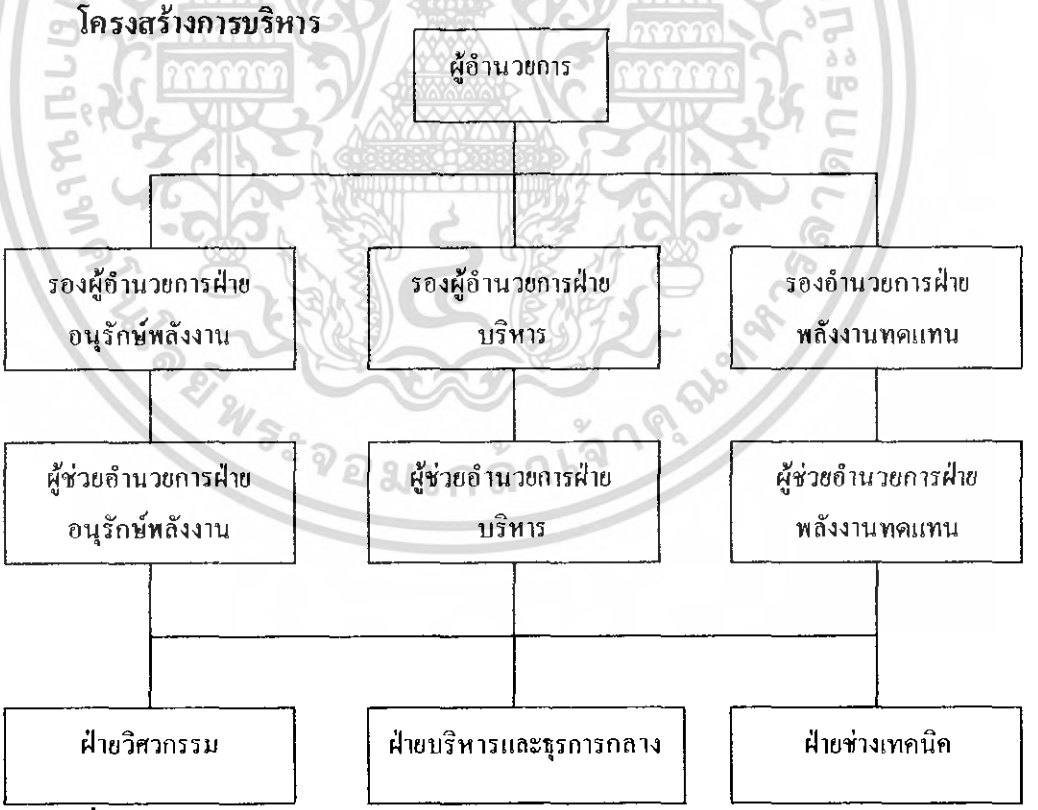
ระดับประเทศและระดับนานาชาติในการวิจัยและพัฒนารวมถึงให้บริการวิชาการโดยมีความเชี่ยวชาญครอบคลุมในด้านที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน โดยได้รับการอนุมัติจากทางสภามหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เมื่อวันที่ 23 กันยายน พ.ศ. 2549 จัดตั้งเป็นหน่วยงานใหม่ภายใต้ ชื่อ " สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน"

วัตถุประสงค์

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานได้กำหนดวัตถุประสงค์ในการสนับสนุนการวิจัย การบริการวิชาการ และการพัฒนาสู่ศูนย์ความเป็นเลิศด้านพลังงาน ดังนี้

- สนับสนุนการทำงานวิจัยและพัฒนาด้านพลังงานที่มีคุณภาพ ทั้งด้านพลังงานทดแทน ด้านอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องหรือเป็นผลกระทบจากพลังงาน
- ส่งเสริมให้มีการเชื่อมโยงงานวิจัยของสถาบันกับการศึกษาในทุกระดับที่สอดคล้องกับทางมหาวิทยาลัย และงานวิจัยกับภาคอุตสาหกรรมทั้งระดับท้องถิ่นจนถึงนานาชาติ
- ให้บริการวิชาการด้านพลังงาน และด้านที่เกี่ยวข้องหรือเป็นผลกระทบจากพลังงาน รวมถึงเป็นแหล่งข้อมูลและองค์ความรู้ด้านพลังงานที่สามารถเผยแพร่สู่สังคม
- ส่งเสริมการพัฒนาบุคลากรของสถาบัน เพื่อให้มีความเชี่ยวชาญในด้านพลังงาน

โครงสร้างการบริหาร



ภาพที่ 3.6 ผังแสดงโครงสร้างการบริหารของ สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน

ที่มา: สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งหน้าที่ของแต่ละฝ่ายงาน

1. ฝ่ายบริหารสถาบัน

1.1 ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน	1	อัตรา
1.2 รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร	1	อัตรา
1.3 ผู้ช่วยอำนวยการฝ่ายบริหาร	1	อัตรา
1.4 รองอำนวยการฝ่ายพลังงานทดแทน	1	อัตรา
1.5 ผู้ช่วยอำนวยการฝ่ายพลังงานทดแทน	1	อัตรา

2. ฝ่ายบริหารและธุรการกลาง

2.1 เลขานุการกลาง	4	อัตรา
2.2 เจ้าหน้าที่บัญชีและการเงิน	6	อัตรา
2.3 เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป	1	อัตรา
2.4 เจ้าหน้าที่ประชาสัมพันธ์	3	อัตรา

3. ฝ่ายวิศวกรรม

3.1 เจ้าหน้าที่ประกันคุณภาพ	1	อัตรา
3.2 เจ้าหน้าที่วิเคราะห์	2	อัตรา
3.3 วิศวกร	16	อัตรา

4. ฝ่ายช่างเทคนิค

4.1 เจ้าหน้าที่สารสนเทศ	1	อัตรา
4.2 นักวิจัย	2	อัตรา
4.3 เจ้าหน้าที่วิเคราะห์	6	อัตรา
4.4 ช่างเทคนิค	18	อัตรา

5. ฝ่ายบริการโครงการ

5.1 เจ้าหน้าที่ทำความสะอาด	2	อัตรา
5.2 เจ้าหน้าที่ยานพาหนะ	2	อัตรา
5.3 เจ้าหน้าที่ทำพัสดุ	1	อัตรา

รวมจำนวนบุคลากรของสถาบัน 73 อัตรา

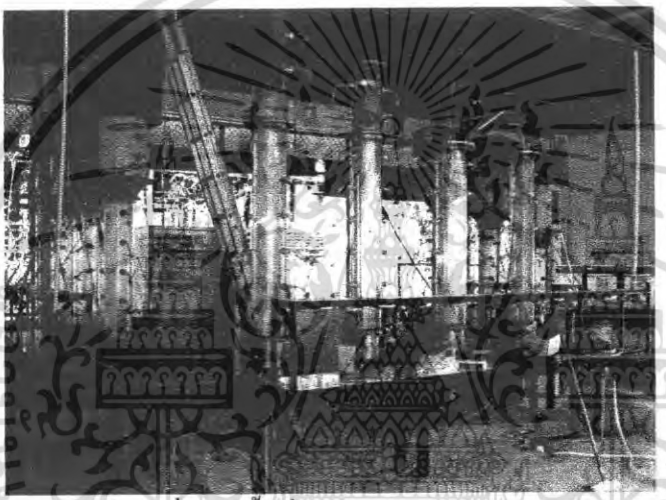
การดำเนินงานของสถาบัน

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ในด้านพลังงานให้กับหน่วยงาน ส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ เอกชน และชุมชน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ดำเนินการจัดทำรายงานการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น และรายงานการตรวจสอบและวิเคราะห์พลังงานโดยละเอียด

โดยการให้คำปรึกษาในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานที่ถูกต้องให้แก่กลุ่มโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม ในบ้านเลขที่เดียวกันที่มีขนาดเครื่องวัดไฟฟ้าตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ ขึ้นไป หรือขนาดหม้อแปลงไฟฟ้ารวมตั้งแต่ 1,175 กิโลโวลท์แอมแปร์ขึ้นไป หรือมีการใช้ไฟฟ้าความร้อนจากไอน้ำ หรือพลังงานสิ้นเปลืองรวมกันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 31 ธันวาคม ของปีที่ผ่านมาเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้า 20 ล้านเมกะจูล ให้ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535



ภาพที่ 3.7 พื้นที่ปฏิบัติการพลังชีวมวล

2. ดำเนินการตรวจวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงานในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม

โดยดำเนินการสำรวจตรวจวัดการใช้พลังงานในระบบต่าง ๆ ว่ามีการใช้พลังงานอย่างไร จุดใดที่ใช้พลังงานมากเกินความจำเป็น จุดใดที่สามารถจะประหยัดได้ โดยคำนวณตามหลักการทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อให้ได้ค่าการใช้พลังงานและผลประหยัดที่ถูกต้องและคุ้มทุน

3. ดำเนินการจัดทำระบบฐานข้อมูลพลังงานในระดับประเทศ

โดยการศึกษา สำรวจ จัดเก็บข้อมูลค่าพลังงานของจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศ และเชื่อมโยงกับมิติต่าง ๆ ได้แก่ มิติทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Aspect) มิติทางเศรษฐกิจ (Economy Aspect) และมิติทางสังคม (Social Aspect) ฐานข้อมูลที่ได้จะนำไปวิเคราะห์สมดุลพลังงาน ประสิทธิภาพพลังงาน และดัชนีด้านพลังงาน โดยผลที่ได้จะใช้ในการวางแผนจัดทำยุทธศาสตร์การใช้พลังงานของประเทศที่มีความมั่นคงและยั่งยืนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ดำเนินโครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์สำหรับฟาร์มหมูขนาดกลางและขนาดใหญ่

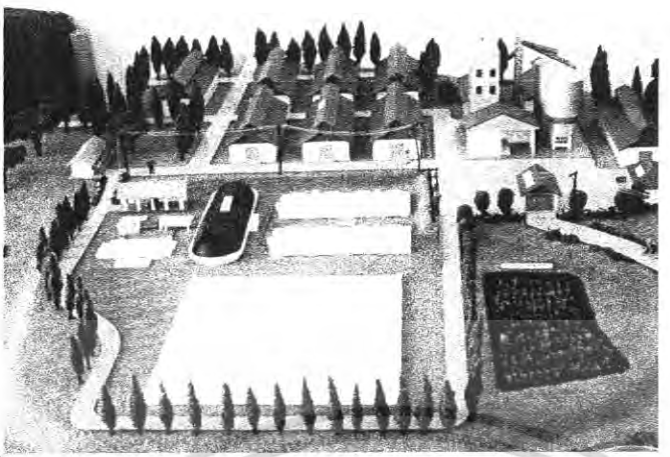
เพื่อการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกรทั่วประเทศ โดยการใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน ในการจัดการของเสียควบคู่กับการผลิตเพื่อนำก๊าซชีวภาพมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบต่าง ๆ เริ่มดำเนินงานตั้งแต่ ปี พ.ศ.2538 มีฟาร์มปศุสัตว์ที่เข้าร่วมโครงการฯ จำนวน 269 ฟาร์ม คิดเป็นปริมาตรรวม 340,000 ลูกบาศก์เมตร

ภาพที่ 3.8 โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์เพื่อเป็นพลังงานทดแทนและปรับปรุงสิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

5. ดำเนินการสร้างระบบก๊าซชีวภาพสำหรับอุตสาหกรรมการเกษตร

ดำเนินการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบผลิตก๊าซชีวภาพ สำหรับอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากโปรตีนถั่วเหลืองขนาดโรงงานผลิตแป้งขนมจีนอุตสาหกรรมแป้งเพื่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อลดค่าใช้จ่าย ด้านพลังงานและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.9 หุ่นจำลองระบบก๊าซชีวภาพสำหรับอุตสาหกรรมการเกษตร

6. ดำเนินการให้คำปรึกษา อบรม และทำการวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ

ให้บริการคำปรึกษา อบรม เกี่ยวกับเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ โดยเน้นการวิจัยพัฒนา เผยแพร่และ ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้ออกซิเจน เพื่อการจัดการของเสียควบคู่ไปกับการผลิตและใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานทดแทน

7. ดำเนินการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ผลงานด้านการอนุรักษ์

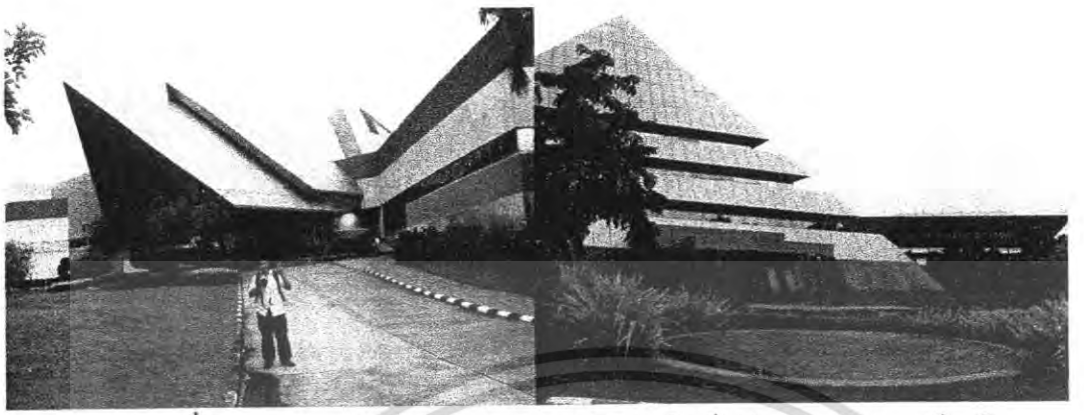
ดำเนินการเผยแพร่ ประชาสัมพันธ์ความรู้เกี่ยวกับอนุรักษ์พลังงานผ่านทางสื่อมวลชนทุกแขนง เช่น เผยแพร่บทความ ข่าวสารกิจกรรมทางหนังสือพิมพ์ การให้สัมภาษณ์ผ่านทางสื่อโทร ทัศน์และวิทยุกระจายเสียง การจัดทำวารสาร โลกพลังงาน การจัดทำเว็บไซต์ และการออกบูธ นิทรรศการเผยแพร่ผลงาน นอกจากนั้น ยังให้บริการศึกษาดูงานแก่สถาบันการศึกษา หน่วยงานส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ และเอกชน ตลอดจนผู้ที่สนใจทั่วไป

สรุป

เป็นการจัดรูปแบบหนึ่งในแนวความคิดที่นำไปใช้ในศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน ซึ่งมีความเหมาะสมในการนำมาใช้พัฒนาศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ



ภาพที่ 3.10 แสดงทัศนียภาพภายนอกอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ

ที่ตั้ง	เทคโนธานี ต.คลอง 5 อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี
สถาปนิก	บริษัท ดี ซี เอ็ม 2000 จำกัด
วิศวกรโครงสร้าง	บริษัท แอ็ค แท็ค จำกัด
วิศวกรงานระบบ	บริษัท จี วี คอน จำกัด
ที่ปรึกษาด้านพลังงาน	บริษัท เอ็นเนอร์ยี่ เอ็กเปิร์ต จำกัด

ความเป็นมาของโครงการ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งเป็นเจ้าของโครงการ ได้วางข้อกำหนดและเงื่อนไขในการสรรหาและจัดจ้างผู้ออกแบบอาคาร เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อทำการออกแบบก่อสร้างอาคารที่ทำการของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงพลังงาน ณ บริเวณเทคโนธานี ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ให้เป็นอาคารอนุรักษ์พลังงานตัวอย่าง ซึ่งจะเป็นสัญลักษณ์ที่แสดงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร และเพื่อให้มีโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถใช้เป็นศูนย์กลางการอนุรักษ์พลังงานของประเทศ ได้แก่

1) เป็นศูนย์กลางกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานของประเทศ ทั้งทางด้านอุตสาหกรรม อาคาร บ้านพักอาศัยและการคมนาคม ขนส่ง

2) เป็นอาคารตัวอย่างที่สามารถอนุรักษ์พลังงานได้ดีกว่ามาตรฐานที่กำหนดสำหรับอาคารควบคุมทั่วไปและสามารถแสดงผลที่จะได้รับจากการอนุรักษ์พลังงานได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางให้แก่อาคารอื่น ๆ ในประเทศไทย

3) เป็นศูนย์แสดงเทคโนโลยีและข่าวสารด้านการอนุรักษ์พลังงาน และเป็นศูนย์ถ่ายทอดความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงาน ได้แก่ นักเรียน นักศึกษา และประชาชนทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เป็นศูนย์ฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการอนุรักษ์พลังงาน

ความเป็นมาเกี่ยวกับการออกแบบ

การออกแบบ อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ มีกระบวนการที่แตกต่างไปจาก อาคารอื่น ๆ เนื่องจากเป็นการนำผลของการวิจัย มาประยุกต์เข้ากับการออกแบบอาคารทั้งทางตรง และทางอ้อม ซึ่งกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ผู้เป็นเจ้าของอาคารจะเน้นความมีเหตุผลที่อธิบายได้ทางวิทยาศาสตร์เป็นหลักในการตัดสินใจเกี่ยวกับรูปแบบของอาคาร องค์ประกอบของอาคาร ระบบการควบคุมการใช้งานและการบำรุงรักษา

ในกระบวนการและขั้นตอนการออกแบบ ทางเจ้าของอาคารได้จัดหาผู้เชี่ยวชาญทั้งในเมืองไทยและต่างประเทศ มาช่วยวิจารณ์ ชักถาม และให้การแนะนำ ผลของการทำงานร่วมกันเป็นทีมที่มีความเข้าใจซึ่งกันและกัน ทางคณะผู้ออกแบบทั้งทางด้านงานสถาปัตยกรรม วิศวกรรม และการตกแต่งภายในเชื่อว่าอาคารนี้จะมีลักษณะโดดเด่นบางอย่างที่ไม่เหมือนอาคารอื่นใดในภูมิภาค และเชื่อว่าอาคารหลังนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นแห่งการตอบปัญหาของอาคารในภูมิภาคแบบร้อนชื้นในยุคปัจจุบันและอนาคต

แนวความคิดในการออกแบบ

คณะผู้ออกแบบมีความเชื่อว่าความเป็นอัจฉริยะสูงสุดคือระบบธรรมชาติ ด้วยแนวความคิดดังกล่าว กระบวนการออกแบบจึงได้ยึดเอาอิทธิพลของธรรมชาติเป็นหลัก แล้วจึงเสริมแต่งด้วยเทคโนโลยีเท่าที่จำเป็น เพื่อให้อาคารนี้เป็นอาคารอนุรักษ์พลังงานตัวอย่างที่มีความเหมาะสมและสมบูรณ์แบบเพียงพอที่จะตอบสนองความต้องการของสังคมเศรษฐกิจ สภาพแวดล้อมค่านิยม และคุณภาพชีวิต

แนวความคิดในการออกแบบอาคารนี้จึงพอแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

1) การปรุงแต่งสภาพแวดล้อม บริเวณที่ตั้งอาคารให้มีผลเอื้ออำนวยต่อการประหยัดพลังงานในอาคารให้ได้มากที่สุดด้วยวิธีธรรมชาติ

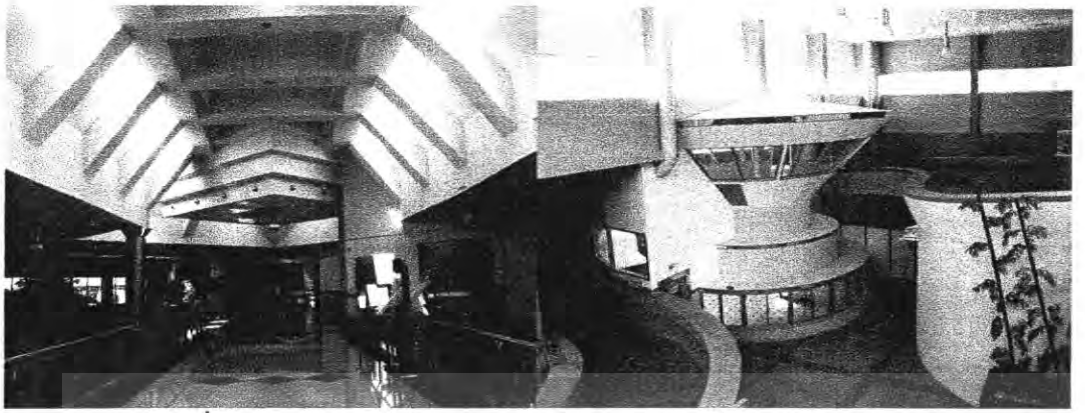
2) การเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน และนำเอาปัจจัยธรรมชาติจากที่ตั้งที่ได้ปรับปรุงแล้วนั้นมาประยุกต์ในการออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพ

3) การนำเอาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นมาประยุกต์ใช้

4) การเลือกใช้ระบบและอุปกรณ์คุณภาพสูงที่เหมาะสมกับอาคาร

5) การนำเอาบทบาทของผู้ใช้อาคาร การควบคุมอาคาร และการบำรุงรักษามาเป็นส่วนหนึ่งของตัวแปรสำคัญเพื่อใช้พิจารณาในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.11 แสดงบรรยากาศภายในอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ

องค์ประกอบของโครงการ

ภายในอาคารอนุรักษ์พลังงานตัวอย่าง มีขนาดพื้นที่ประมาณ 14,000 ตารางเมตร โดยใช้เป็นพื้นที่ทำงานสำหรับศูนย์ฝึกอบรมพลังงานและศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย และยังเป็นสถานที่สำหรับการทำกิจกรรมในด้านอนุรักษ์พลังงานต่าง ๆ อาคารนี้จะประกอบด้วยพื้นที่สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ โดยประมาณ ดังนี้

ก. ศูนย์ฝึกอบรมด้านพลังงาน (Energy Training Center)

มีพื้นที่รวมประมาณ 1,800 ตารางเมตร เป็นศูนย์ฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยจัดให้มีเครื่องมือและการดำเนินงานดังนี้

1) ห้องสำหรับการฝึกอบรมและสัมมนา ซึ่งจะมีอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านโสตทัศนูปกรณ์ครบครัน จำนวน 3 ห้อง พื้นที่ทั้งสิ้นประมาณ 500 ตารางเมตรใช้สำหรับการฝึกอบรมและสัมมนา

2) ห้องสาธิตและปฏิบัติการเกี่ยวกับอุปกรณ์เครื่องจักรของระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง เพื่อใช้ในการสาธิตหรือฝึกปฏิบัติจากเครื่องจริง ประกอบการบรรยายในการฝึกอบรมทางด้านพลังงานและการประหยัดพลังงาน จำนวน 2 ห้อง พื้นที่ทั้งสิ้นประมาณ 400 ตารางเมตร

3) ห้องฝึกอบรมการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน จำนวน 1 ห้อง พื้นที่ทั้งสิ้นประมาณ 150 ตารางเมตร

4) พื้นที่ใช้งานอื่น ๆ ประมาณ 750 ตารางเมตร สำหรับใช้เป็นสำนักงานห้องประชุมห้องสนับสนุนกิจกรรมการฝึกอบรม ห้องคอมพิวเตอร์ควบคุมระบบของอาคาร เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย

มีพื้นที่ทั้งสิ้นประมาณ 1,000 ตารางเมตร เป็นศูนย์ที่ให้บริการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงาน ฝึกอบรม ถ่ายทอดเทคโนโลยี รวมถึงการให้บริการข่าวสารข้อมูลด้านการประหยัดพลังงาน โดยจัดให้มีเครื่องมือและการดำเนินงานดังนี้

1) ห้องสาธิตเครื่องจักรและวัสดุอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง เพื่อใช้ในการสาธิตหรือประกอบการบรรยายในการฝึกอบรมด้านการอนุรักษ์พลังงาน จำนวน 1 ห้อง พื้นที่ทั้งสิ้นประมาณ 150 ตารางเมตร

2) พื้นที่ใช้งานอื่น ๆ ทั้งสิ้นประมาณ 850 ตารางเมตร ประกอบด้วยสำนักงาน ห้องประชุม ห้องสมุด และห้องเก็บเครื่องมือ

ค. ศูนย์สาธิตการอนุรักษ์พลังงาน

มีพื้นที่รวมประมาณ 3,200 ตารางเมตร เป็นพื้นที่แสดงนิทรรศการเทคโนโลยีพลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน สำหรับประชาชนทั่วไป นักศึกษา นักเรียน ทั้งนี้ เพื่อส่งเสริมให้เกิดความรู้ความเข้าใจเรื่องพลังงานอย่างกว้างขวาง โดยมีอุปกรณ์ประกอบคำบรรยายตั้งแสดงให้ประชาชน หรือนักเรียน นักศึกษาเข้าชมได้ทุกวัน นอกเหนือจากการจัดตั้งอุปกรณ์สาธิตแล้ว ยังเป็นศูนย์ข้อมูลข่าวสาร เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับพลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน สำหรับเผยแพร่แก่ประชาชนด้วย ซึ่งในศูนย์สาธิตการอนุรักษ์พลังงานจะแบ่งเป็นศูนย์ย่อยดังนี้

1) ศูนย์เทคโนโลยีอุตสาหกรรม แสดงการสาธิตอุปกรณ์และระบบอนุรักษ์พลังงานสำหรับอุตสาหกรรม

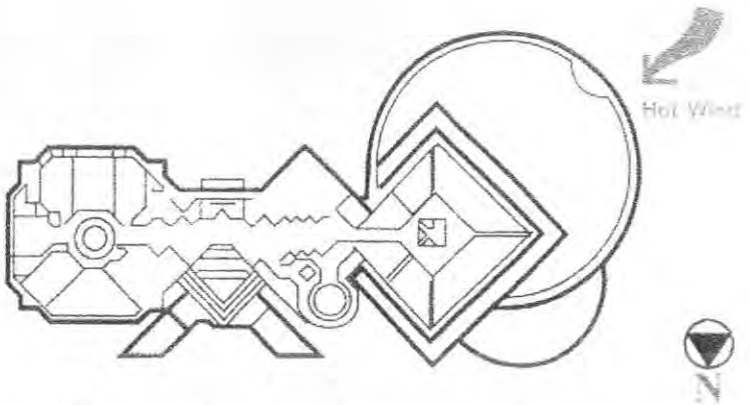
2) ศูนย์เทคโนโลยีอาคารธุรกิจ แสดงการสาธิตอุปกรณ์และระบบอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารธุรกิจ

3) ศูนย์เทคโนโลยีบ้านที่อยู่อาศัย แสดงการสาธิตอุปกรณ์และระบบอนุรักษ์พลังงานสำหรับบ้านที่อยู่อาศัย

4) ศูนย์ออกแบบไฟฟ้าแสงสว่าง แสดงการสาธิตอุปกรณ์และการออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง

5) ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี (โดยการใช้สื่อต่าง ๆ) เป็นห้องประชุมขนาด 80 ที่นั่ง สำหรับใช้ในการประชุมสัมมนาและฝึกอบรม ใช้เป็นพื้นที่ส่วนกลางในการชมการสาธิตของศูนย์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.12 ผังพื้นอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ

การเลือกรูปแบบที่เหมาะสม

ข้อสรุปที่สำคัญ 4 ประการที่เกี่ยวกับรูปแบบอาคารมีดังนี้

ก. สภาพแวดล้อมบริเวณอาคารสามารถปรุงแต่งให้เย็นลงกว่าปกติได้ไม่ต่ำกว่า 3 องศาเซลเซียส ในช่วงร้อนสุดของวันและในบางครั้งอาจเย็นลงถึง 5 องศาเซลเซียส เมื่อปัจจัยหลาย ๆ อย่างเอื้ออำนวย เพื่อให้ได้ศักยภาพที่ดีในการออกแบบอาคาร ใช้รูปแบบการออกแบบต่าง ๆ ดังนี้

1) การใช้เนินดินถมสูงขึ้นมาทางด้านข้างของอาคาร จะช่วยลดอิทธิพลจากกระแสลมที่พัดเข้ามาปะทะผนังอาคาร อันจะเป็นผลให้สามารถลดการรั่วซึมของอากาศภายนอก เนินดินดังกล่าวจะช่วยทำให้ผนังอาคารเย็นด้วย

2) ผนังกั้นระหว่างทางส่งของกับเนื้อที่ใช้งานแสดงนิทรรศการ จะทำหน้าที่เป็นส่วนสกัดกั้นความร้อนจะช่วยทำให้ผนังอาคารเย็นด้วย

3) พื้นและผนังส่วนต่ำกว่าดิน สามารถนำความเย็นจากดินมาใช้ด้วยวิธีการออกแบบภูมิสถาปัตย์อย่างถูกต้อง ส่วนผนังและพื้นที่อาคารได้รับการออกแบบพิเศษเพื่อสกัดกั้นความชื้นจากภายนอก

4) ใช้ระบบท่อแอร์อุณหภูมิต่ำ ทำให้ขนาดของท่อเล็กลง และสามารถลดพลังงานของพัดลมและปริมาณอากาศในท่อจ่ายลม

5) ระบบปรับอากาศ ใช้ระบบปรับปริมาณอากาศ VAV (Variable Air Volume) ได้ตามต้องการด้วยกระแสลมอุณหภูมิต่ำเพื่อการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศและพลังงานพัดลม

6) ระบบควบคุมอาคาร BMS (Building Management System) สามารถควบคุม เก็บข้อมูลวิจัย และประเมินประสิทธิภาพของการใช้งานไปพร้อม ๆ กัน

7) ใช้คลังน้ำแข็ง (Ice Storage) เพื่อลดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า (Peak Demand) ในช่วงการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (สำหรับระบบปรับอากาศ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) ใช้ระบบจ่ายน้ำอุณหภูมิต่ำที่สอดคล้องกับการใช้คลังน้ำแข็งเพื่อลดปริมาณน้ำเย็นเป็นการลดขนาดของปั๊มและท่อน้ำเย็นต่าง ๆ

9) ระบบท่อที่ตรงไปตรงมา เพื่อลดแรงเสียดทานภายในท่อซึ่งจะช่วยลดพลังงานการขับเคลื่อนของเหลวในท่อ

10) สภาวะน่าสบายภายในอาคาร ออกแบบให้มีอุณหภูมิภาพในอาคารค่อนข้างสูงกว่าอาคารทั่ว ๆ ไป โดยที่ความชื้นสัมพันธ์ต่ำกว่าเพื่อการประหยัดพลังงาน

11) การใช้สีภายในอาคารเป็นสีอ่อน เพื่อการใช้แสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ

12) ส่วนสำนักงานเป็นการนำแสงธรรมชาติมาใช้เพื่อลดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในเวลากลางวัน

13) ระบบเปลือกอาคาร เน้นการกันความชื้นและความร้อนจากภายนอก

14) การใช้ภูมิสถาปัตย์ เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เย็นบริเวณรอบอาคาร

15) ใช้ต้นไม้ทรงสูงจำนวนมาก ให้กระแสลมพัดผ่านใต้พุ่มใบ ทำให้อุณหภูมิของลมลดลง อันมีผลทำให้สภาพแวดล้อมบริเวณอาคารเย็นลงกว่าปกติ

16) ขนาดช่องเปิดทั้งด้านข้างและด้านบนถูกออกแบบด้วยขนาดที่เหมาะสมต่อการใช้งานไม่ใหญ่หรือเล็กจนเกินไป เพื่อการประหยัดพลังงาน

17) ช่องเปิดด้านบน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้แสงธรรมชาติ เนื่องจากสามารถให้แสงเข้ามาภายในอาคารได้ลึก

18) ใช้กระจก Heat Mirror (กระจกสะท้อนคลื่นความร้อน) ที่ยอมให้แสงเข้ามาได้มากแต่ความร้อนเข้ามาได้น้อย

19) บริเวณที่ได้รับอิทธิพลแสงแดด ใช้การระบายอากาศจากช่องว่างกระจก (Air-Flow Window) ด้วยอากาศที่จะนำไปทิ้งนอกอาคาร

20) ใช้ผนังกั้นห้องภายในอาคารที่มีค่าความจุความร้อนน้อย ไม่สะสมความชื้นเพื่อลดความร้อนสะสมภายในอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตอนเปิดเครื่องปรับอากาศ

21) ใช้อุปกรณ์และระบบปรับอากาศประสิทธิภาพสูง เพื่อการประหยัดพลังงาน

22) จุดระบายอากาศความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร ถูกออกแบบให้ที่จุดสูงสุดของห้องโถงโดยการระบายอากาศร้อนให้ออกไปเองตามธรรมชาติและสามารถควบคุมได้ด้วยระบบเครื่องกล

23) ใช้โคมไฟที่มีค่าการสะท้อนแสงสูงเพื่อประสิทธิภาพของระบบแสงสว่าง

24) หลอดไฟในอาคารเป็นหลอดประสิทธิภาพสูงที่ใช้กับอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์

25) วัสดุภายใน เน้นการใช้วัสดุที่ค่าความจุความร้อนน้อย ไม่สะสมความชื้นเพื่อลดการสูญเสียพลังงานโดยไม่จำเป็นในช่วงเปิดและใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26) แสงสว่างจากโคม นำแสงเข้ามาเท่าที่จำเป็น โดยเปิดช่องแสงที่เพียงพอแก่ความต้องการใช้งานและสร้างบรรยากาศภายใน

27) ระบบกันความร้อนของหลังคาที่กันความร้อนจากภายนอก ลดอิทธิพลจากดวงอาทิตย์ด้วยการใช้มวลสาร (Thermal Mass) และฉนวน ผสมผสานกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการกันความร้อนและความชื้นจากภายนอก

28) ผนังภายนอก ชนิดมีระบบกั้นความร้อนและความชื้นภายนอก E.I.F.S. (Exterior Insulation And Finish System)

29) ผนังส่วนเหนือดิน เป็นผนังกันความร้อนและความชื้น และไม่สะสมความร้อน

30) ระบบก่อสร้างบริเวณต่ำกว่าดินเป็นการนำความเย็นจากดินมาใช้ โดยการออกแบบให้มีระบบป้องกันความชื้นเข้าสู่ตัวอาคาร

ข. อิทธิพลของดินสามารถนำมาประยุกต์กับอาคารได้ดี หากใช้สภาพแวดล้อมในการปรุงแต่งดินให้เย็นกว่าปกติซึ่งทำได้โดยวิธีการธรรมชาติ หากได้รับการออกแบบที่ถูกต้องความเย็นจากดินจะกลายเป็นแหล่งสะสมความเย็น (Thermal Storage) ของธรรมชาติ และความเย็นจากดินนี้จะค่อย ๆ เคลื่อนตัวเข้าสู่อาคารจากผิวสัมผัสของดิน ซึ่งจากการวิจัยพบว่า ในภูมิภาคนี้จะสามารถทำให้อุณหภูมิของดินเย็นลงจนอยู่ในขอบเขตของสภาวะน่าสบายได้ และเนื่องจากดินเป็นแหล่งสะสมพลังงานจำนวนมหาศาล หากมีเนื้อที่สัมผัสดินเพียงพอการถ่ายเทความร้อนจากอาคารสู่ดินจะทำให้อุณหภูมิของดินสูงขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้นซึ่งเมื่อออกแบบอย่างถูกต้อง ความร้อนที่ได้จากอาคารก็จะถูกระบายออกโดยวิธีธรรมชาติสู่บรรยากาศภายนอก เปรียบเสมือน Cooling Tower ในระบบธรรมชาติ

สำหรับอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ ได้รับการออกแบบด้วยการถมเนินดินขึ้นรอบอาคาร เพื่อต้องการนำความเย็นจากดินมาใช้ ส่วนในเรื่องการกันความชื้น เป็นข้อที่สำคัญมากเนื่องจากพื้นผิวของอาคารหรือผนังอาคารอยู่ในสภาพเปียกชื้นอยู่ตลอดเวลา ซึ่งนอกจากจะไม่เป็นการอนุรักษ์พลังงานแล้ว ยังจะสร้างความเสียหายกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในอาคารอย่างไม่มีที่สิ้นสุด

ในการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติให้ความสำคัญของเรื่องนี้เป็นพิเศษ โดยนอกเหนือจากการใช้ระบบ ค.ส.ล. กันความชื้นแล้ว ยังมีแผ่น Membrane กันความชื้นอยู่ภายใต้พื้นที่ทั้งหมดโดยแผ่นกันความชื้นนี้ถูกประกอบด้วยปูนรองพื้น 2 ชั้น เพื่อกันความเสียหายในการทำงาน แผ่น membrane ดังกล่าว ถูกหุ้มขอบขึ้นมาในส่วนของกำแพงด้านข้างที่สัมผัสดินที่ถม สำหรับภายในอาคาร บริเวณรอบอาคารได้จัดเป็น Circulation Zone ที่สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุม ป้องกัน และสามารถปรับระดับความชื้นไม่ให้เข้ามาเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้ นอกจากนี้ในส่วนของเนินดินนอกอาคารได้มีการออกแบบและก่อสร้างเพื่อให้มีระบบ Drain เอานำและความชื้นในดินถ่ายออกทิ้งนอกบริเวณอาคาร ซึ่งเป็นการลดความเปียกชื้นในดินอีกด้วย

ค. แสงธรรมชาติ จากการวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารพบว่า แสงธรรมชาติเป็นปัจจัยที่จะสามารถลดการใช้พลังงานในอาคารได้จำนวนมหาศาล การใช้แสงธรรมชาติให้ได้มากที่สำหรับกิจกรรมที่ต้องการนำแสงธรรมชาติมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นเรื่องที่ต้องศึกษาอย่างไรก็ตาม เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า แสงธรรมชาติมีความแปรปรวนสูง ดังนั้นการออกแบบช่องเปิดในที่ต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับการใช้แสงและการให้ความร้อนเข้าสู่อาคารได้น้อยที่จึงต้องได้รับการออกแบบพิเศษโดยเลือกใช้กระจกที่ยอมให้แสงผ่านเข้ามาได้มาก และความร้อนผ่านเข้ามาได้น้อย

การออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานฯ ยึดถือแนวความคิดเพื่อการประหยัดพลังงานภายในอาคารโดยยังคงไว้ซึ่งคุณภาพชีวิตและบรรยากาศที่ดีแก่ผู้ใช้อาคาร และบุคคลทั่วไปที่มีโอกาสได้เข้ามาเยี่ยมชม

ง. ระบบแสงสว่างเป็นระบบที่สำคัญที่สุดระบบหนึ่งที่จะมีผลต่อการประหยัดพลังงานในอาคารนี้ การออกแบบระบบแสงสว่างได้คำนึงการใช้งานของผู้ใช้อาคารซึ่งมีความจำเป็นต้องทำกิจกรรมต่าง ๆ ภายในอาคารได้อย่างสะดวกสบายภายใต้บรรยากาศที่ดี ในอาคารทั่วไปมีการใช้แสงธรรมชาติในการส่องสว่างในอาคารในสัดส่วนที่น้อยมาก ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยละเอียดแล้วจะพบว่าแสงธรรมชาติมีศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้ในอาคารได้มากกว่าที่เป็นอยู่ จึงได้มีการศึกษาวิจัยเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายในอาคาร เพื่อให้ได้มาซึ่ง

- วิสัยทัศน์ที่ดีของผู้ใช้อาคาร (Visual Comfort)
- ปริมาณแสงที่เหมาะสมกับระดับการรับรู้ของสายตา
- ระดับแสงที่เหมาะสมต่อกิจกรรมต่าง ๆ ภายในอาคาร
- ควบคุมระดับความร้อนที่มีเข้าสู่อาคารทางหน้าต่าง (หรือช่องเปิด) ให้น้อยที่สุด

ในอาคารอนุรักษ์พลังงานจึงออกแบบให้มีช่องเปิด 2 ส่วน คือ

ก. พื้นที่ส่วนสำนักงาน มีการออกแบบช่องเปิด ดังนี้

1) หน้าต่างด้านข้างที่ใช้กระจกที่สามารถตัดแสงได้มาก เพื่อการเปิดทัศนวิสัยที่ดีสู่ภายนอกอาคารเพื่อให้ผู้ใช้อาคารสามารถรับรู้สภาพความเป็นไปที่แวดล้อมรอบอาคารได้ในระดับ

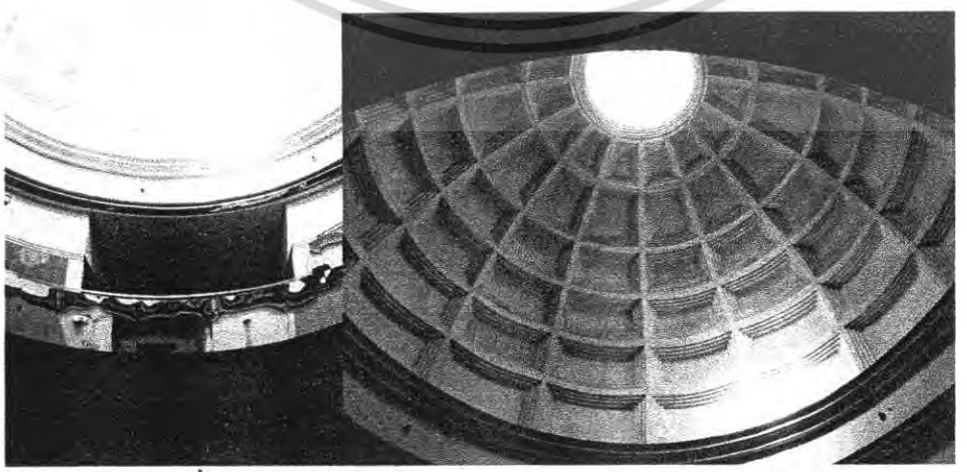
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ใช้ช่องแสงด้านบน เพื่อช่วยเพิ่มระดับการส่องสว่างภายในอาคารให้ลึกมากขึ้นโดยสามารถเลือกใช้กระจกที่มีการตัดแสงน้อยกว่าได้ เนื่องจากอยู่ในทิศทางที่สายตายอมรับความจำไว้สูงกว่า

ข. พื้นที่โถงทางเดิน มีการออกแบบช่องเปิด ดังนี้

พื้นที่ที่ถูกเลือกเป็นพื้นที่โถงหน้าห้องประชุมและห้องแสดงงานเป็นพื้นที่ที่ต้องการบรรยากาศเพื่อการมองเห็นโดยคงไว้ซึ่งแสงที่นิ่มนวล ในขณะเดียวกันก็ให้ความสำคัญกับความต่อเนื่องทางสายตาระหว่างชั้น Ground และ Basement (Visual Connection) ซึ่งได้มีการออกแบบโดมโดยมีช่องแสงและช่องระบายอากาศที่อยู่ส่วนบนสุดของโดม เพื่อที่จะสามารถควบคุมปริมาณแสงได้เพียงพอต่อการใช้งานบริเวณโถงด้วย โดยแสงธรรมชาติช่วยให้มีบรรยากาศที่ไม่เหมือนกับห้องใต้ดิน

ด้วยเหตุที่ห้องรอบ ๆ โถงเป็นห้องแสดงงานและห้องประชุม ซึ่งไม่ต้องการให้เกิดความจ้ามากเกินไป ผู้ออกแบบจึงออกแบบให้ปริมาณแสงมีค่าอยู่ระหว่าง 15-35 Foot-candle (150-350LUX) ตลอดวัน จากการวิจัยพบว่าปริมาณแสงภายในโถงอยู่ในระดับที่เพียงพอต่อการใช้งานตลอดเวลาทำงานตามปกติ นอกจากนั้น Basement นี้จะมีแสงค่อนข้างน้อยทั้งในช่วงเช้าและช่วงเย็น โดยการกระจายของแสงมีค่าสม่ำเสมอทั่วบริเวณ เมื่อสภาพท้องฟ้าภายนอกมีเพียงแสงสะท้อนจากท้องฟ้า (Diffuse Light) นอกจากนี้จากการศึกษายังพบว่าการทำฝ้าเพดานที่มีลักษณะเป็น Rip และ Texture จะช่วยในการกระจายแสงได้ดี และมีผลในการดูดซับเสียงได้อีกด้วย โดยเฉพาะคลื่นเสียงต่ำ ๆ ซึ่งยากที่จะใช้วัสดุซับเสียงธรรมดามาแก้ปัญหาที่ชั้น Ground และชั้น Basement ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีการกระจายของแสงที่ค่อนข้างสม่ำเสมอทั้ง 2 ชั้น ส่วนห้องประชุมและห้องแสดงงานด้านข้าง เป็นห้องที่มีการควบคุมปริมาณแสงในการใช้งานให้คงที่ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อควบคุมปริมาณแสงให้อยู่ในระดับที่ต้องการ



ภาพที่ 3.13 แสดงถึงปริมาณแสงธรรมชาติภายในโถงใต้โดม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดกิจกรรมภายในให้เหมาะสมกับการใช้งาน

การควบคุม และการประยุกต์ใช้ปัจจัยทางธรรมชาติ (Zoning)

เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานและนำปัจจัยทางธรรมชาติมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยยังคงไว้ซึ่งคุณภาพชีวิตที่ดีภายในอาคาร การออกแบบอาคารเหล่านี้ จึงเน้นการวางผังและการจัดกิจกรรมภายในอาคารให้ผสมผสานกับงานระบบที่ใช้ควบคุมอาคาร เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานสูงสุด และคงไว้ซึ่งคุณภาพชีวิตที่ดีแก่ผู้ใช้อาคาร โดยจัดแบ่งหมวดหมู่กิจกรรมดังนี้

1) Passive Zone

คือบริเวณที่ยอมให้มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมภายในได้ค่อนข้างมาก โดยนำเอาระบบธรรมชาติมาใช้ให้ได้มากที่สุด แต่ยังคงไว้ซึ่งสภาวะน่าสบายที่สมบูรณ์ กิจกรรมใน Passive Zone จะเป็นกิจกรรมที่ไม่ต้องการระบบสภาวะแวดล้อมที่คงที่ตลอดเวลา แต่ในทางตรงกันข้ามกลับต้องการความเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในระดับที่ผู้ใช้อาคารสามารถรับรู้ความเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมภายนอกได้ ในขณะเดียวกันกิจกรรมของ Zone นี้ สามารถติดต่อกับสภาพแวดล้อมนอกอาคารโดยตรงในบางครั้ง จึงทำหน้าที่เสมือน Transition Space ระหว่างภายนอกกับภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ กิจกรรมที่จัดอยู่ใน Passive Zone ได้แก่

- โถงทางเข้า
- โถงติดต่อประชาสัมพันธ์
- โถงหน้าห้องประชุม
- โถงแสดงงาน
- เส้นทางสัญจรหลัก (Main Circulation)
- บริเวณเก็บของและเส้นทางบริการ (Storage Space And Service Corridor)
- ส่วนรับส่งของ (Loading Zone)
- ส่วนพักผ่อนพนักงาน (Lounge)

การประหยัดพลังงานในส่วนของ Passive Zone กระทำได้โดยการปรับอุณหภูมิให้สูงกว่าปกติประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส แต่เพิ่มความเร็วลมของระบบปรับอากาศให้สูงขึ้นประมาณ 3-4 เท่า

2) Semi-Passive Zone

เป็นบริเวณที่มีระบบการควบคุมสภาวะภายในอาคารอยู่ในระดับค่อนข้างปกติ แต่มีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องแสงสว่างตามสภาพท้องฟ้าภายนอก อย่างไรก็ตามแสงธรรมชาติที่นำมาใช้กับส่วนนี้จะมีการควบคุมให้อยู่ในเกณฑ์เหมาะสม ในการออกแบบจะเน้นการนำเอาแสงสะท้อนจากท้องฟ้ามาใช้เป็นหลัก (Diffuse Light) ทั้งนี้เพราะแสงสะท้อนจากท้องฟ้ามีระดับความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปรปรวนน้อยกว่าแสงสว่างโดยตรง (Direct Sun) จากดวงอาทิตย์มาก กับทั้งยังมีคุณภาพของแสงดีกว่าและมีความร้อนเข้าสู่อาคารน้อยกว่า Direct Sun อีกด้วย

การประหยัดพลังงานในส่วนนี้ ส่วนใหญ่จึงได้มาจากการลดปริมาณไฟฟ้าแสงสว่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเวลากลางวันในช่วงเวลาทำงาน จะสามารถนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพโดยแทบจะไม่ต้องพึ่งไฟฟ้าแสงสว่างเลย การคำนวณขนาดของช่องแสงต่าง ๆ ได้ทำการวิเคราะห์ขนาดของช่องเปิดที่เหมาะสมเพื่อสกัดกั้นความร้อนจากภายนอกให้เข้ามาน้อยที่สุด แต่ให้ได้ประโยชน์สูงสุดจากแสงสว่างธรรมชาติ พื้นที่อาคารที่จัดอยู่ในโซนนี้ ได้แก่

- โถงหน้าห้องประชุม
- โถงหน้าห้องแสดงงาน
- พื้นที่สำนักงาน
- พื้นที่ห้องสมุด
- พื้นที่ห้องแสดงงานบางส่วน

3) Control Zone

สำหรับอาคารนี้พื้นที่ที่จัดอยู่ในส่วน Control Zone จะเป็นพื้นที่ไม่ต้องการอิทธิพลจากสภาวะอากาศภายนอกเลย แต่จะใช้ระบบ Mechanical System ทั้งหมดเพื่อให้สามารถควบคุมการทำงานได้อย่างอิสระ พื้นที่อยู่ในโซนนี้ได้แก่

- ห้องแสดงงาน (ส่วนใหญ่)
- ห้องประชุม
- ห้องสัมมนา
- ห้องถ่ายทอดเทคโนโลยี
- ศูนย์ฝึกอบรม

การประหยัดพลังงานของบริเวณนี้ได้มาจากการใช้ระบบเปลือกอาคารที่มีประสิทธิภาพโดยมีความร้อนและความชื้นจากภายนอกเข้ามาน้อยที่สุด การใช้อุปกรณ์และระบบควบคุมที่มีประสิทธิภาพให้เกิดการสูญเสียน้อยที่สุด การใช้ระบบปรับอากาศที่ปรับปริมาณลมตามการเปลี่ยนแปลงของสภาวะการทำความเย็น (VAV System) และการใช้วัสดุที่มีมวลสารและการดูดซับความชื้นน้อยเป็นหลัก

รูปแบบของอาคารที่ได้รับการพิจารณา

จากการวิจัยและวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้คำนึงถึงดังได้กล่าวมาแล้ว พบว่าการผสมผสานหลาย ๆ รูปแบบเข้าด้วยกันจะได้ประโยชน์สูงสุด โดยออกแบบส่วนสำนักงานซึ่งเป็นบริเวณที่ต้องการแสงธรรมชาติตลอดวันอยู่ในรูปแบบของพีระมิด สามารถลดการรั่วซึมของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันเนื่องจากกระแสลมที่กระทบผนังอาคาร แสงธรรมชาติส่องลึกเข้ามาในอาคารด้วยการลดหลั่นของระดับชั้น โดยมีช่องแสงจากด้านบน ส่วนของกิจกรรมหลักที่เกี่ยวกับการประชุม สัมมนา ได้รับการพิจารณารูปแบบที่นำแสงธรรมชาติมาใช้ เฉพาะในส่วนโถงและทางเดินเชื่อมระหว่างห้องเท่านั้นส่วนบริเวณที่ต้องการแสดงงานซึ่งเป็นบริเวณใหญ่และสามารถใช้ประโยชน์สูงสุดจากความเย็นจากพื้นได้ดี โดยไม่มีความจำเป็นต้องใช้แสงธรรมชาติมากนักได้ออกแบบไว้ในระดับพื้นดิน ซึ่งผนังกายนอกโดยรอบจะถมด้วยดินที่ขุดขึ้นมาจากสระน้ำ เพื่อให้อาคารได้รับอิทธิพลสูงสุดจากทั้งดินและน้ำพร้อมกัน และสามารถลดปริมาณการรั่วซึมของอาคารได้

จากการวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารพบว่า รูปแบบดังกล่าวสามารถตอบสนองความต้องการในด้านประโยชน์ใช้สอยและการควบคุมได้สูงสุด รวมทั้งสามารถนำปัจจัยทางธรรมชาติมาใช้เพื่อการประหยัดพลังงานได้ดีมากในทุก ๆ กิจกรรม จึงได้รับการพิจารณาและนำมาประยุกต์ใช้กับอาคารนี้

แนวความคิดในการใช้ระบบคลังน้ำแข็ง

ส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ ก็คือระบบคลังน้ำแข็งซึ่งตามปกติระบบคลังน้ำแข็งไม่ได้มีจุดประสงค์หลักเพื่อการประหยัดพลังงานแต่เป็นการลดปริมาณใช้ไฟฟ้าที่มีคนใช้กระแสไฟฟ้ามาก

ในอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติการนำระบบคลังน้ำแข็งมาใช้ เพื่อสาธิตให้เห็นถึงเทคโนโลยีใหม่ที่ใช้เพื่อลดค่าใช้จ่ายสำหรับการใช้กระแสไฟฟ้า จะเห็นได้ชัดว่าถ้าเป็นการออกแบบที่ทำกันอยู่ทั่ว ๆ ไป โดยไม่คำนึงการประหยัดพลังงาน จะต้องใช้ระบบปรับอากาศประมาณ 700 ตัน หรือถ้าออกแบบตาม พ.ร.บ. อนุรักษ์พลังงาน โดยตั้งสมมติฐานว่าเวลาของการใช้งานเป็นปกติ ก็จะต้องใช้ระบบปรับอากาศประมาณ 520 ตัน แต่สำหรับอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ คาวว่าจะใช้ระบบปรับอากาศ ซึ่งมีขนาดประมาณ 250 ตัน เท่านั้น หมายความว่าลดขนาดของเครื่องปรับอากาศลงไปประมาณ 450 ตัน

เมื่อนำระบบคลังน้ำแข็ง หรือ Ice Storage มาใช้กับอาคารอนุรักษ์พลังงาน จะพบว่าโดยสภาพปกติแล้ว หากใช้เครื่องทำความเย็นที่ทำงานต่อเนื่อง เครื่องดังกล่าวจะมีขนาดเพียง 80 ตันเท่านั้น ซึ่งก็หมายความว่า หากคิดว่า Demand Charge แล้ว จะสามารถประหยัดเงินค่าไฟฟ้าลงได้จำนวนมหาศาล

การใช้คลังน้ำแข็งของอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ สามารถสรุปได้ดังนี้

1) สามารถหลีกเลี่ยงการใช้พลังงานไฟฟ้า ในช่วงเวลาที่มีผู้ใช้ไฟฟ้าจำนวนมาก ๆ ซึ่งเป็นช่วงที่ค่าไฟฟ้ามีราคาสูง

2) สามารถจัดการการใช้พลังงานเพื่อลดค่าความต้องการของไฟฟ้าสูงสุดได้ โดยการกระจายภาระการทำความเย็นไปในช่วงเวลา Off Peak ทำให้ประหยัดเงินค่าไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เมื่อสามารถลดค่าความต้องการไฟฟ้าสูงสุดได้ ก็ทำให้ขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้ามีขนาดเล็กลงด้วย เช่น หม้อแปลง และระบบควบคุมต่าง ๆ เป็นการปรับเงินลงทุน

4) ระบบคลังน้ำแข็ง เป็นการทำความเย็นแบบอุณหภูมิต่ำ ซึ่งทำให้อุปกรณ์ที่ใช้ระบบปรับอากาศมีขนาดเล็กลง เช่น Air Handing Unit หรือ Fan Coil Unit อีกทั้งขนาดของปั๊มและท่อน้ำเย็น มีขนาดเล็กลง ซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

5) ด้วยการใช้ระบบคลังน้ำแข็งนี้ ทำให้เครื่องทำความเย็น (Chiller) สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง เพราะเดินเครื่องที่ภาวะคงที่ไม่มีการแปรเปลี่ยนการทำงานตามภาระที่เกิดขึ้น

6) การเก็บความเย็นด้วยคลังน้ำแข็ง ยังสามารถทำความเย็นให้กับอาคารในช่วงที่มีกิจกรรมในอาคารน้อย หรือช่วงที่มีการทำงานนอกเวลา เช่น ในตอนเย็นและตอนค่ำ หรือในช่วงวันหยุด เพราะสามารถใช้เครื่องปรับอากาศได้อย่างอิสระ โดยที่ไม่ต้องเปิดระบบทำความเย็นของอาคาร แต่เป็นการดึงความเย็นจากคลังน้ำแข็งมาใช้แทน

แนวความคิดในการเลือกวัสดุเพื่อการประหยัดพลังงาน

วัสดุที่ใช้ในแต่ละส่วนของกรอบอาคาร ได้ทำการวิเคราะห์และจำแนกออกเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน และการประหยัดพลังงาน ด้วยเหตุดังกล่าว การเลือกใช้วัสดุของอาคารอนุรักษ์พลังงาน ได้มีการวิเคราะห์และออกแบบแบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ดังนี้

1) ส่วนหลังคา Flat Roof เพื่อการใช้งานบนหลังคา
2) ส่วนหลักคา ลาดเอียง
3) ส่วนผนังเหนือดิน
4) ส่วนผนังในระดับต่ำกว่าดิน
5) ส่วนกระจกและช่องแสง
6) ส่วนผนังภายใน (ไม่ใช่ส่วนของกรอบอาคาร)

การเลือกวัสดุเพื่อการประหยัดพลังงานในส่วนหลังคาเพื่อการใช้งาน (Flat Roof)

เนื้อที่ส่วนใหญ่ของหลังคาอาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติออกแบบให้เป็น Flat Roof เพื่อประโยชน์ในการใช้งาน การศึกษาวิจัย และติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น Solar Collector สถานีตรวจอากาศ และการทดลองอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน เป็นต้น หลังคาส่วนนี้ครอบคลุมเนื้อที่ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของอาคารทั้งหมด การออกแบบหลังคาส่วนนี้จึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดประการหนึ่ง เพราะหลังคาในส่วนนี้มีความต้องการหลาย ๆ ประการ ด้วยกัน นอกเหนือจากการกันแดดกันฝนตามปกติธรรมดาทั่วไปแล้วยังมีความต้องการอื่น ๆ อีกหลายอย่างกล่าวคือ

1) การกันความชื้นให้กับพื้นที่ใช้สอยด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การใช้งานบนหลังคา

3) การกันเสียง

4) การกันความร้อน

5) การประหยัดพลังงาน

6) การหลีกเลี่ยง Peak Cooling Load ตอนกลางวัน

เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ดังกล่าว องค์ประกอบของหลังคาจึงถูกออกแบบขึ้นด้วยอุปกรณ์ดังนี้

1) *Finishing*

เป็นวัสดุปูผิวที่มีความแข็งแรงทนทานเพื่อตอบสนองการใช้งานบนหลังคา

2) Vapor Barrier

เป็นส่วนล่างของ Finishing ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการกันความชื้นและไอน้ำ (Vapor) วัสดุส่วนนี้เป็นหัวใจสำคัญของอาคาร เพราะจะช่วยสกัดกั้นความชื้นในรูปของไอน้ำที่จะผ่านเข้ามาในอาคาร

3) Slab ค.ส.ล.

ส่วนนี้ของหลังคา นอกจากจะเป็นตัวรองน้ำหนักของหลังคาแล้ว ยังเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นมวลสาร (Mass) ของหลังคา ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการหน่วงเหนี่ยวการทะลุทะลวงของความร้อนจากหลังคาสู่อาคาร

4) Air Space

ส่วนนี้เกิดจากความคล่องตัวในการทำงาน ติดตั้ง (เฉพาะอาคารนี้) อย่างไรก็ตาม บริเวณ Air Space นี้มีส่วนเพิ่มความเป็นฉนวนให้กับหลังคาเทียบเท่ากับความหนาของโฟม นิ้ว โดยประมาณ

5) ฉนวน

ส่วนนี้เป็นการลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารอีกทอดหนึ่ง เพราะเมื่อมวลสาร (Mass) ช่วยลดและหน่วงเหนี่ยวเวลาการถ่ายเทความร้อนให้กับฉนวนทอดหนึ่งแล้ว ฉนวนจะช่วยลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนของผนังอีกครั้งหนึ่ง ทำให้ปริมาณความร้อนที่จะถ่ายเทเข้าสู่อาคารถูกลดลงไปอีกทอดหนึ่งด้วย

6) *ช่องว่างอากาศสะท้อนรังสี* (Reflective Air Space)

ช่องว่างบริเวณนี้ใช้สำหรับพื้นที่การทำงานของงานระบบต่าง ๆ เช่น การเดินท่อ สายไฟ ท่อ Duct ระบบปรับอากาศ ฯลฯ และเนื่องจากช่องว่างในส่วนนี้อยู่ด้านล่างของฉนวนกันความร้อน ไมโครไฟเบอร์ชนิดมีฟอยล์ 2 ด้าน ทำให้ช่องว่างอากาศทำหน้าที่สะท้อนรังสี (Reflective Air Space) ไปโดยปริยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติใช้ช่องว่างอากาศสะท้อนรังสีนี้ช่วยเพิ่มความเป็นฉนวนให้กับหลังคา และช่องว่างอากาศนี้ใช้เป็นช่องเดินระบบท่อต่าง ๆ ภายในอาคารด้วย

7) แผ่นยิปซั่ม

ชั้นล่างสุดของฝ้าเพดาน ทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบเพื่อความสวยงามเรียบร้อยของด้านล่างของฝ้า (ซึ่งบางตำแหน่งอาจเป็นแผ่นดูดเสียง) ส่วนนี้เพิ่มค่าการเป็นฉนวนให้กับระบบน้อยมาก แต่ช่วยเพิ่มค่าการกันไฟให้กับระบบเพดานและหลังคา

จากการออกแบบดังกล่าวทำให้ระบบหลังคา Flat Roof ของอาคารอนุรักษ์พลังงานมีค่าการกันความร้อนและความชื้นได้ดีเยี่ยม โดยที่ราคาของระบบอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่มีคุณภาพการกันความร้อนได้ใกล้เคียงกัน และถ้าจะเปรียบเทียบระบบหลังคาอาคารนี้กับหลังคา ศ.ส.ล. หนาประมาณ 6 นิ้ว ภายใต้หลังคาฉาบปูนเรียบ ดังที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไปจะพบว่าระบบหลังคาของอาคารอนุรักษ์พลังงานสามารถกันความร้อนได้ดีกว่าประมาณ 10 เท่าโดยที่ช่วง Peak Cooling Load ของหลังคาลดลงมากกว่า 14 เท่า ที่ปริมาณการถ่ายเทความร้อนตลอด 24 ชั่วโมง ของวันที่ร้อนที่สุดของปี

สรุป

หลักการออกอาคารแบบเพื่อการประหยัดพลังงานสามารถนำไปพัฒนา และเลือกใช้กับส่วนต่าง ๆ ของโครงการได้ เนื่องจากมีการนำผลงานวิจัยมาทดลองออกแบบ และใช้งานได้จริง สามารถทำให้โครงการเป็นตัวอย่างแก่นักออกแบบรุ่นต่อไปได้

3.1.4 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ผาบ่อง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ภาพที่ 3.14 แสดงทัศนียภาพภายนอกอาคาร

ที่ตั้ง ตำบล ผาบ่อง อำเภอ เมือง จังหวัด แม่ฮ่องสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นมาของโครงการ

จังหวัดแม่ฮ่องสอนเป็นจังหวัดชายแดนด้านตะวันตกที่อยู่บนสุดของประเทศไทย สภาพภูมิประเทศเต็มไปด้วยภูเขาและป่าไม้ คิดเป็นร้อยละ 78 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนที่เหลือเป็นที่ราบสองฝั่งลำน้ำและที่ราบในหุบเขาส่วนใหญ่แม่ฮ่องสอนจึงเป็นพื้นที่สีเขียว ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ดีของประเทศในด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในขณะเดียวกัน แม่ฮ่องสอนเป็นจังหวัดเดียวของประเทศไทยที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ยังไม่สามารถสร้างสายส่งไฟฟ้าแรงสูงขนาด 115 กิโลโวลต์. ผ่านเข้าไปได้ด้วยเหตุผลทางด้านการอนุรักษ์ป่าไม้ กฟผ. จึงต้องจ่ายไฟฟ้าผ่านสายส่งไฟฟ้าขนาด 22 กิโลโวลต์. ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เป็นระยะทางกว่า 200 กิโลเมตร ประกอบกับ โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาด 4.7 เมกะวัตต์ และโรงไฟฟ้าดีเซลแม่ฮ่องสอน ขนาด 5.4 เมกะวัตต์ ที่มีอยู่นั้น เป็นโรงไฟฟ้าขนาดเล็กไม่อาจขยายกำลังผลิตเพิ่มขึ้นให้เพียงพอต่อความต้องการของประชาชนซึ่งเพิ่มขึ้นทุกปีได้ กฟผ. ได้พิจารณาทางเลือกการผลิตไฟฟ้าในอนาคตแล้ว พบว่า การก่อสร้างระบบส่งไฟฟ้าขนาด 115 กิโลโวลต์. ผ่านเขตจังหวัดแม่ฮ่องสอนเป็นระยะทางกว่า 200 กิโลเมตรนั้น ยังไม่สามารถดำเนินการได้ เนื่องจากมติ ครม. เมื่อวันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2532 ไม่อนุมัติให้หน่วยงานใดใช้พื้นที่ลุ่มน้ำ 1 เอ ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน จึงเหลือทางเลือกเพื่อเพิ่มกำลังผลิตไฟฟ้าที่สามารถดำเนินการได้รวดเร็ว และมีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยพลังงานไฟฟ้าใกล้เคียงกัน คือ โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซล หรือโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ ด้วยเหตุนี้ กฟผ. จึงได้จัดทำโครงการโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นเพื่อผลิตไฟฟ้าเสริมเข้าระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่มีอยู่เดิมให้กับจังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งทางเลือกนี้ได้ให้ผลดีมากกว่าในด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่น้อยลง ด้านความปลอดภัยในการขนส่งเชื้อเพลิงที่สูงขึ้น และเพิ่มโอกาสการศึกษาวิจัยเพื่อขยายผลในอนาคตขึ้นอีกด้วย

ลักษณะของโครงการ

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) เป็นผู้ดำเนินโครงการ และสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) เป็นผู้สนับสนุนโครงการ มีลักษณะเป็นโครงการสาธิตระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยขนาดกำลังผลิตติดตั้งสูงสุด 504 กิโลวัตต์ เพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าเสริมเข้าระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ผลิตกระแสไฟฟ้าร่วมกับโรงไฟฟ้าพลังน้ำและโรงไฟฟ้าดีเซลที่มีอยู่เดิม

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1) เพื่อเพิ่มกำลังผลิตไฟฟ้าในจังหวัดแม่ฮ่องสอน และสอดคล้องกับนโยบายการอนุรักษ์พลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อมของจังหวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

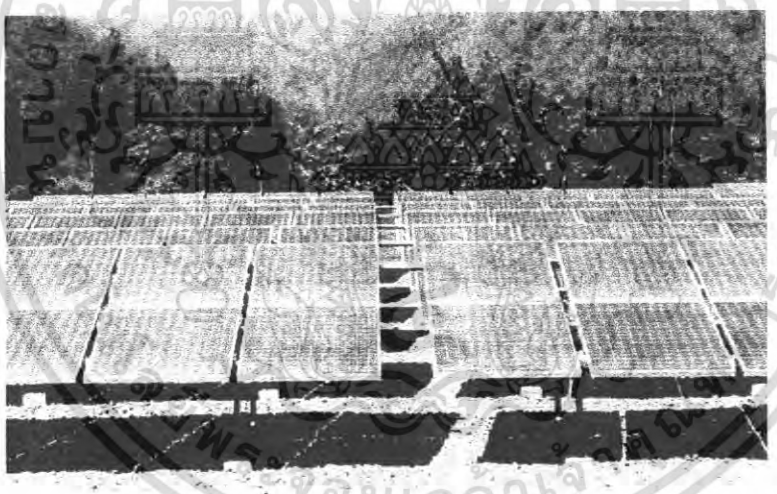
2) เพื่อศึกษาปัญหาทางด้านเทคนิค และผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม จากระบบผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีขนาดใหญ่ ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

3) เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับศึกษาแนวทางที่จะนำไปสู่กระบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย

ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ประกอบด้วย

ก. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module)

เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิกอนแบบผลึกรวม (Poly Crystalline) กำลังผลิตต่อแผง 300 วัตต์ จำนวน 1,680 แผง มีประสิทธิภาพแผง (Module Efficiency) ประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้สภาวะแวดล้อม ตามมาตรฐานการทดสอบ (JIS C8918, IEC1215) คือความเข้มแสงที่ตกกระทบตั้งฉากกับแผงเซลล์ 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร และอุณหภูมิแผงเซลล์ 25 องศาเซลเซียส เพื่อนำแผงเซลล์ขนาด 300 วัตต์ มาต่ออนุกรม 12 แผงต่อสตริง(String) รวมจำนวน 140 สตริง จะได้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 6,14.4 โวลต์ต่อสตริง

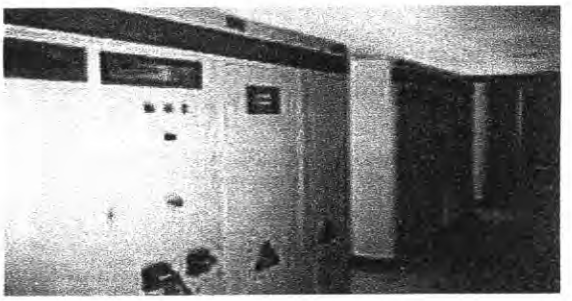


ภาพที่ 3.15 แผงเซลล์แสงอาทิตย์

ข. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter/Converter)

จำนวน 2 ชุด พร้อมระบบควบคุม ประกอบด้วย Inverter ขนาดกำลังผลิต 250 กิโลโวลต์แอมแปร์. จำนวน 2 เครื่อง ใช้กับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และ Power Converter ขนาดกำลังผลิต 200 กิโลโวลต์แอมแปร์. จำนวน 2 เครื่อง เมื่อใช้งานร่วมกับระบบแบตเตอรี่จะมีประสิทธิภาพในการแปลงกระแสไฟฟ้า ไม่ต่ำกว่า 94 เปอร์เซ็นต์ ได้ค่าแรงเคลื่อน ไฟฟ้าด้าน DC - Side 450 - 650 โวลต์ ด้าน AC - Side 400 โวลต์ 3 Phase โดยมีค่า Power Factor ไม่ต่ำกว่า 95 เปอร์เซ็นต์

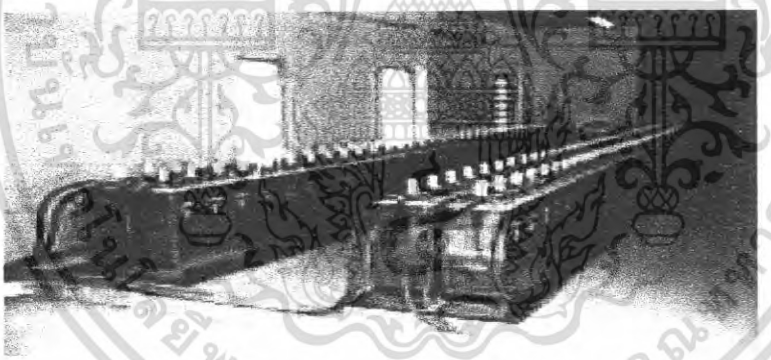
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.16 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

ค. แบตเตอรี่ (Battery Storage)

เป็นชนิดตะกั่วกรด แบบ Stationary Battery จำนวน 280 ลูก มีแรงดันไฟฟ้า 560 โวลต์ รวมความจุ 1,200 แอมแปร์ชั่วโมง แบตเตอรี่จะจ่ายไฟฟ้าเสริมให้กับเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า เมื่อกำลังผลิตจากเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงกะทันหัน (เช่น ในกรณีที่เมฆเคลื่อนตัวเข้าบดบังแสงอาทิตย์อย่างรวดเร็ว) การใช้แบตเตอรี่เพื่อแก้ปัญหากำลังผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่อาจเปลี่ยนแปลงกะทันหันนี้ จะช่วยลดผลกระทบต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่มีสภาพไม่มั่นคง เช่น ที่เป็นอยู่ในเขตอำเภอเมืองแม่ฮ่องสอนลงได้

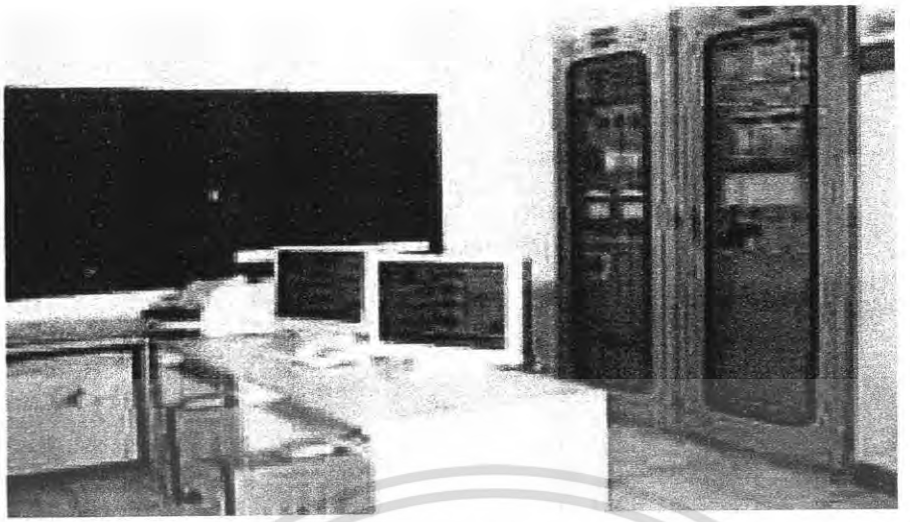


ภาพที่ 3.17 แบตเตอรี่

ง. ระบบควบคุมและเก็บข้อมูล (System Controller and Data Acquisition)

จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าทั้ง 2 ชุด ควบคุมการเก็บประจุและคายประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ เพื่อให้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าสม่ำเสมอ ระบบเก็บข้อมูลและประมวลผลจะมีข้อมูลระบบไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นทั้งหมดทุกช่วงเวลา สามารถเรียกมาตรวจสอบได้ตลอดเวลา

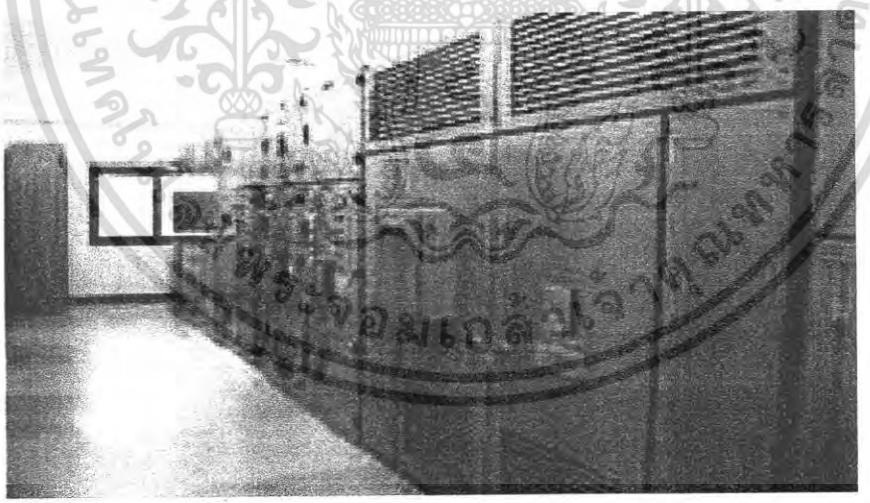
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.18 ระบบควบคุมและเก็บข้อมูล

จ. ระบบจำหน่าย ประกอบด้วย Transformer, Switch Gear ระบบป้องกัน และ Metering

ระบบนี้จะทำหน้าที่เพิ่มแรงดันให้มากพอสำหรับจ่ายเข้าระบบส่งของ กฟภ. โดยมีอุปกรณ์วัดเก็บข้อมูล และแสดงผลค่าทางไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ใช้ในการซื้อขายไฟฟ้า รวมทั้งมีระบบควบคุมความปลอดภัยที่เชื่อมต่อกับระบบส่งของ กฟภ.



ภาพที่ 3.19 ระบบจำหน่าย

การทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้ติดตั้งไว้ เซลล์แสงอาทิตย์จะเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงผ่านระบบควบคุมเข้าเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า โดยมีระบบ Maximum Power Point Tracking (MPPT) ที่เลือกค่าแรงดันไฟฟ้าของกลุ่มเซลล์

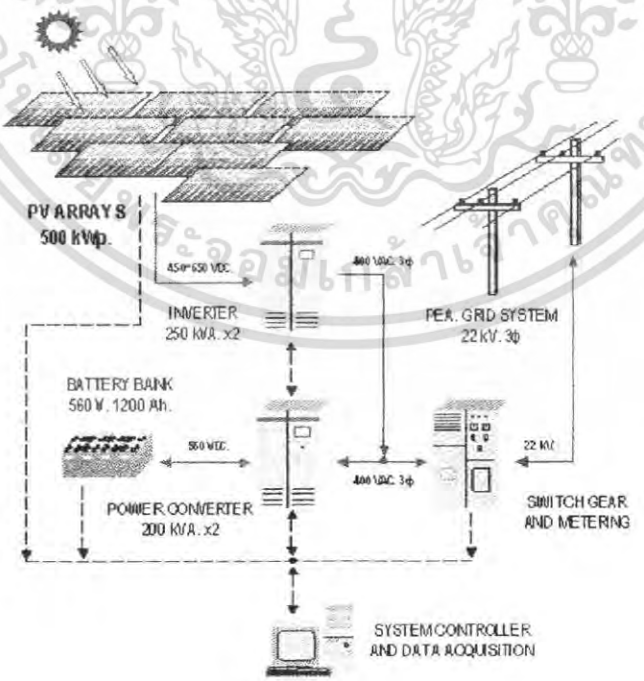
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงอาทิตย์ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ค่ากำลังผลิตสูงสุดในแต่ละเวลาตามค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ได้รับ

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ และจ่ายเข้าระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจะเป็นระบบที่ทำให้ประสิทธิภาพเฉลี่ยของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามีค่าสูงกว่า 94 เปอร์เซ็นต์ ตลอดทุกช่วงของการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ แม้จะมีกำลังผลิตที่ต่ำกว่าปกติมากในช่วงเช้าและเย็นก็ตาม

ในช่วงที่มีเมฆลอยผ่านหรือมีหมอกควันเคลื่อนเข้ามาบังแสงอาทิตย์อย่างกระทันหัน กำลังผลิตไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้จะลดลงไปทันที ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อไฟฟ้าในระบบจำหน่าย เนื่องจากทำให้ความถี่และแรงเคลื่อนไฟฟ้าของระบบส่งเปลี่ยนแปลงไป (ขึ้นอยู่กับอัตราเร็วของกำลังผลิตที่ขาดหายไป) ในกรณีดังกล่าวกำลังผลิตจะลดหายไปในช่วงเวลาสั้น ๆ (1 - 3 นาที) ซึ่งระบบผลิตนี้ได้เตรียมการปรับแก้ไว้แล้ว โดยใช้พลังงานที่เก็บไว้ในแบตเตอรี่เข้ามาแทนในช่วงนั้น

ในระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ กำลังผลิตที่ลดหายไปย่อมมีผลกระทบต่อระบบจำหน่ายเป็นอันมาก โดยเฉพาะระบบจำหน่ายที่ไม่มั่นคง เช่น ในเขตอำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน จึงต้องใช้แบตเตอรี่ช่วยจ่ายพลังงานไฟฟ้าในช่วงที่เกิดปัญหาดังกล่าว โดยออกแบบขนาดคลังแบตเตอรี่ให้สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้นานไม่น้อยกว่า 30 นาทีต่อวัน



ภาพที่ 3.20 การทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์นี้ จะผลิตไฟฟ้าจ่ายเข้าระบบจำหน่ายเฉพาะในช่วงกลางวันที่มีแสงอาทิตย์ ทั้งนี้ ทำให้สามารถลดการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าพลังน้ำแม่สะงา (เก็บน้ำในอ่าง) ในเวลากลางวันลงได้ เพื่อนำน้ำไปใช้ผลิตไฟฟ้าในช่วงกลางคืนที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงกว่า และจะช่วยลดการผลิตไฟฟ้า ที่ต้องใช้น้ำมันดีเซลลงได้มาก

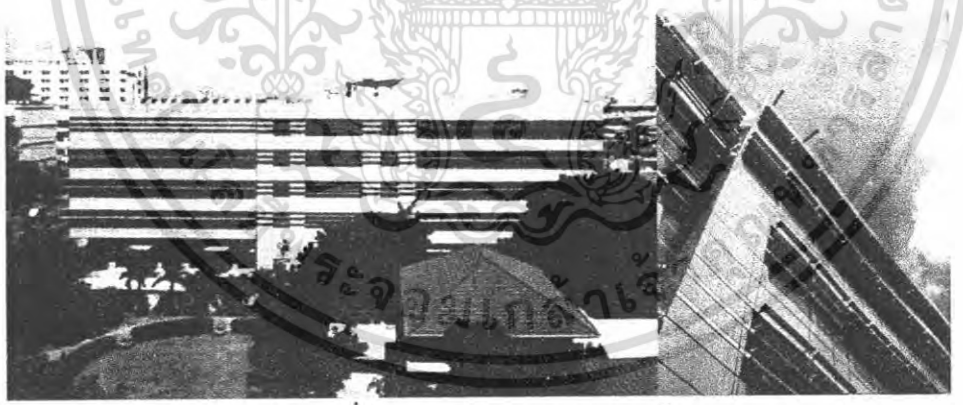
สรุป

โรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ผาบ่อง จังหวัดแม่ฮ่องสอนใช้เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานสะอาด ผ่านเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นตัวอย่างการต่อระบบเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ไปสู่กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าซึ่งโครงการศูนย์วิจัย และศึกษาพลังงานทดแทนมีส่วนปฏิบัติการทดลองและเก็บข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งทำหน้าที่เก็บข้อมูลและผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ นำข้อมูลมาเป็นตัวอย่างการใช้โซล่าเซลล์

3.1.5 **อาคารคอมมอนเวลธ์**

สถานที่ตั้ง ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ กรุงเทพฯ

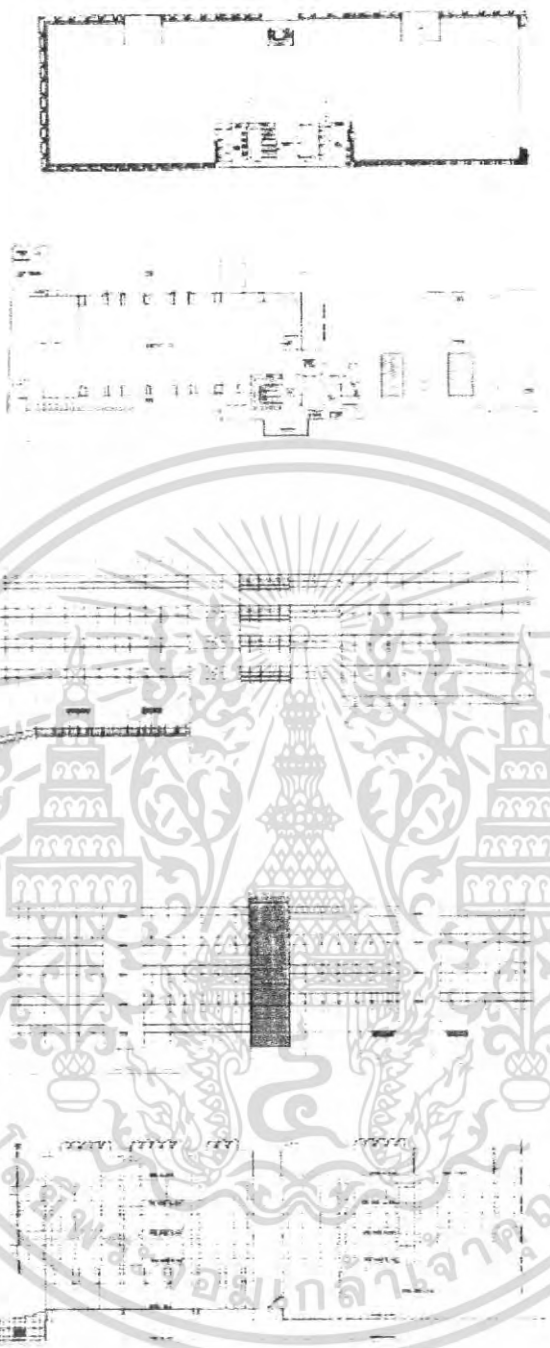
สถาปนิก บริษัท สถาปนิก จิราภร ประสงค์กิจ จำกัด



ภาพที่ 3.21 อาคารคอมมอนเวลธ์

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.22 ผัง รูปด้านและรูปตัด อาคารคอมมอนเวลธ์

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

แนวความคิดในการออกแบบอาคารนี้พยายามนำแนวความคิดในเชิงนามธรรมของวัฒนธรรมไทยมาใช้ในการออกแบบโดยใช้วัสดุก่อสร้างและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับยุคสมัยการใช้งาน และการดูแลรักษา โดยสร้างสถาปัตยกรรมที่นำไปสู่สภาวะแวดล้อมที่ดี มีบรรยากาศเอื้อเฟื้อและเห็นอกเห็นใจผู้อื่นในสังคมเมืองหลวงทั้งนี้แสดงออกโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ลักษณะ (Appearance) ของอาคารมีความเรียบง่าย สงบ สะอาด เป็นระเบียบสร้างความแตกต่างกับความยุ่งเหยิงของเมือง

2. ออกแบบให้มีแผงกันแดด (Sunshade) สองชั้น ทำงานร่วมกับ Clear insulation glass เพื่อ

- ลดการสะท้อนแสง ไม่สร้างความเดือดร้อนรำคาญแก่รอบข้าง และลดเสียงรบกวนจากถนนก่อให้เกิดปฏิสันถารทางสายตา ไม่ตัดขาดกับโลกภายนอก

- ลดการใช้พลังงานเนื่องจากผิวกระจกภายนอกจะอยู่ในร่มเงาของแผงกันแดดเกือบตลอดทั้งวันและกระจกสองชั้นมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณความร้อน (Heat Gain) มากกว่ากระจกธรรมดา

- ลดการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างโดยปรับเปลี่ยนข้อเสียเปรียบของทิศทาง (Orientation) และรูปทรง (Form) ของที่ตั้งอาคารที่แคบยาวและหันด้านยาวสู่ทิศตะวันออก - ตะวันตก ให้กลายมาเป็นประโยชน์ โดยนำเอาแสงจากธรรมชาติที่ได้กรองความจ้าของแสงและความร้อนออกไปแล้วมาใช้

- ลดการใช้มู่ลี่หรือม่าน ซึ่งเป็นที่เก็บฝุ่นอันเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ในบริเวณที่ไม่ต้องการความเป็นส่วนตัว ลดค่าใช้จ่ายและค่าดูแลรักษา

3. ออกแบบให้มี Sky Light นำแสงธรรมชาติจากทิศเหนือเข้ามาในบริเวณแกลเลอรี่ ชั้น 6

4. ใช้ระบบตารางพิกัด (Module) ที่สัมพันธ์กันของโครงสร้างและสถาปัตยกรรมเพื่อประหยัดการใช้วัสดุไม่ให้มีเศษเหลือ

ภาพที่ 3.23 ภาพขยายแผงกันแดด

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

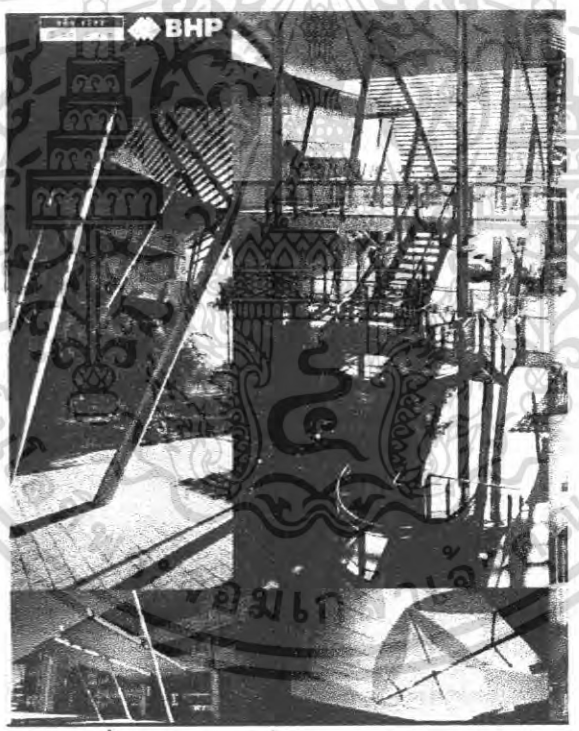
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

เป็นอาคารที่คำนึงถึงการประหยัดพลังงานโดยการใช้วิธีลดความร้อนที่ผนังอาคารและการใช้ระบบ Indirect Light มาใช้กับพื้นที่ส่วนบนของอาคาร เพื่อลดการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างแต่ขณะเดียวกันแสงที่ได้ก็ลดความร้อนที่มากับแสง ในส่วนของวัสดุที่ใช้เช่นหน้าต่างมีการนำ Clear Insulation Glass มาใช้ทำให้ลดการสะท้อนของแสงและลดเสียงที่รบกวนจากถนน ครีบกันสาดคำนึงถึงแนวแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบผนังอาคารจึงมีการคำนวณองศาที่เหมาะสมของเกล็ดกันสาด มีการนำระบบ Modularมาใช้เพื่อลดเศษวัสดุและประหยัดวัสดุ

3.2 ศึกษาและวิเคราะห์อาคารตัวอย่างต่างประเทศ

3.2.1 อาคารที่ทำการสภาเมืองแคนส์ (Caims City Council)



ภาพที่ 3.24 อาคารที่ทำการสภาเมืองแคนส์

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

สถานที่ตั้ง Caims City, Australia

สถาปนิก Peddie Throp Cleland Pty.Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวความคิดในการออกแบบอาคารหลังนี้จะเน้นลักษณะเด่นอยู่ที่การจัดการด้านพลังงานและการผสมผสานความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ตัวผังอาคารมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมรูปเกือกม้าและแบ่งภายในเป็น 3 ระดับภายในความสูงที่ถูกจำกัดไว้ที่ 15 เมตร เนื้อที่ภายในอาคารทั้งหมด 12,500 ตารางเมตร แบ่งเป็นส่วนสำนักงาน 6,500 เมตร สถาปนิกออกแบบให้อาคารเบนออกจากแนวที่ดิน 45 องศา เพื่อลดความจ้าของแสงและความร้อนที่สะสมจากแสงอาทิตย์

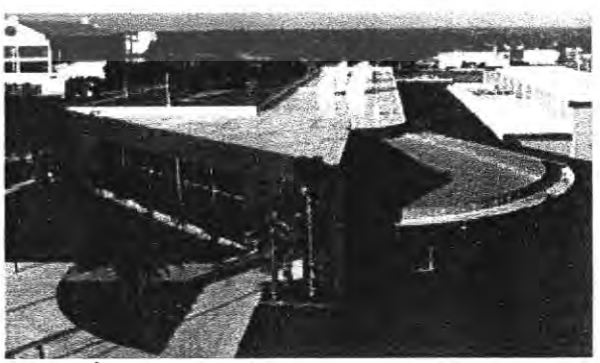
โถงทางเข้าออกแบบให้มีลักษณะเป็นรูปไข่ ทำให้แสงสามารถเข้ามาที่บริเวณโถงทางเข้าผนังและส่วนที่ให้บริการประชาชนกรุด้วยกระจกช่วยให้เกิดความสว่างไสวตลอดอาคาร และเป็นการดึงบรรยากาศภายนอกให้เกิดความสัมพันธ์กับพื้นที่ภายใน

นอกจากนี้สถาปนิกยังได้คำนึงถึงส่วนประกอบอื่น ๆ ของอาคารเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานเช่นในส่วนของหลังคาจะแขวนสูงขึ้นไปเพื่อรับแสง Indirect light การใช้ม่านปรับแสงหน้าต่าง ฉาก การบุหลังคาและผนัง ระบบพื้นฟูสภาพอากาศหมุนเวียนความร้อนช่วยลดความร้อนแฝงในอากาศและยังช่วยลดความชื้นในอากาศจากด้านนอก ซึ่งจะช่วยลดอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานที่เสียไปในระบบปกติถึงร้อยละ 80 ระบบสับเปลี่ยนความร้อนนี้ช่วยลดพื้นที่ในการทำงานและประหยัดพลังงานได้ครึ่งหนึ่งและเกิดความคุ้มทุนภายในเวลาไม่ถึงสองปี

ลักษณะพิเศษของโครงการ

มีการผสานการจัดการพลังงานเข้ากับการจัดผังอาคารได้อย่างลงตัว โดยที่อาคารมีขนาดใกล้เคียงกับนิยามสำนักงานขนาดกลางฯ ในวิทยานิพนธ์ ระบบประหยัดพลังงานที่เลือกใช้ส่วนใหญ่เป็นระบบ Passive และนำระบบ Active มาใช้ร่วมด้วยทำให้เกิดการผสานทั้ง 2 ระบบเข้าด้วยกันเช่นการนำระบบ Indirect Light มาใช้ เพื่อให้แสงธรรมชาติแต่ขณะเดียวกันก็ลดปริมาณความร้อนที่มากับแสงโดยใช้ม่านปรับแสง เป็นต้น

3.2.2 อาคาร Florida Solar Energy Center (FSEC) ประเทศสหรัฐอเมริกา



ภาพที่ 3.25 อาคาร Florida Solar Energy Center

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคาร FSEC อยู่ที่เมือง Cocoa ในรัฐฟลอริด้า (ใกล้กับแหลม Canaveral ที่ละติจูด 28 องศาเหนือ) มีลักษณะเป็นหมู่อาคาร ประกอบไปด้วย อาคารสำนักงานและศูนย์ต้อนรับผู้เยี่ยมชม 2 ชั้น พื้นที่ 4,500 ตารางเมตร และอาคารศูนย์ปฏิบัติการทดลอง (ข้อมูลต่าง ๆ ที่จะนำเสนอต่อไปจะเป็นข้อมูลของส่วนอาคารสำนักงานและศูนย์ต้อนรับผู้เยี่ยมชมเท่านั้น) แรกเริ่ม FSEC ได้รับการออกแบบให้เป็นเหมือนอาคารอื่นทั่ว ๆ ไป ดังนั้นจึงมีข้อมูลพื้นฐานของอาคารก่อนการปรับปรุงสำหรับนำมาคำนวณการประหยัดพลังงานเพื่อประเมินผลมาตรการประหยัดพลังงาน (The Energy Efficiency Measures หรือ EEMs) FSEC ได้รับการออกแบบให้ลดการใช้พลังงานและความต้องการพลังงานสูงสุดลง 62 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธีการต่าง ๆ ที่จะกล่าวถึงต่อไป ได้มีการใช้โปรแกรม DOE-2.1 เพื่อประมาณการประหยัดที่จะได้จากวิธีการต่าง ๆ กัน และมีการติดตามผลหลังอาคารใช้งานด้วย

มาตรการประหยัดพลังงานในอาคาร

- ระบบส่องสว่างใช้กำลังไฟฟ้า 9.7 วัตต์ต่อตารางเมตร (ใช้หลอดไฟ T8 ใส่โคมสะท้อนแสงและใช้บัลลาสต์อิเล็คทรอนิค)

- ระบบกระจกแบบที่สามารถตัดคลื่นแสงในช่วงที่ต้องการได้ (Spectrally Selective Glass) (VT = 0.56, SC = 0.33, U-Value = 1.76 วัตต์ต่อตารางเมตร-เควิน)

- การใช้แสงธรรมชาติ: ใช้ Photometric Sensor Control, หลังคาหันไปทางทิศเหนือและเป็นชั้นที่เปิดโล่งถึงกัน (Clear Story) เพื่อให้แสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคาร, มีการใช้ Interior Light Shelves

- ระบบ HVAC ใช้ Helical-Rotary Screw Chiller ประสิทธิภาพสูง (COP = 5.41, IPLV = 0.65 กิโลวัตต์ต่อตัน) ร่วมไปกับระบบ VAV และ VSD สำหรับการแลกเปลี่ยนอากาศระหว่างส่วนรอบนอกและส่วนภายในของอาคาร

- การควบคุมความชื้น ใช้ระบบท่อนำความร้อน (Heat Pipe) และ คอยล์ที่มี Reheat ตามลำดับ

- ใช้อุปกรณ์สำนักงานที่มีประสิทธิภาพสูงได้รับเครื่องหมาย EnergyStar เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ เครื่องถ่ายเอกสาร

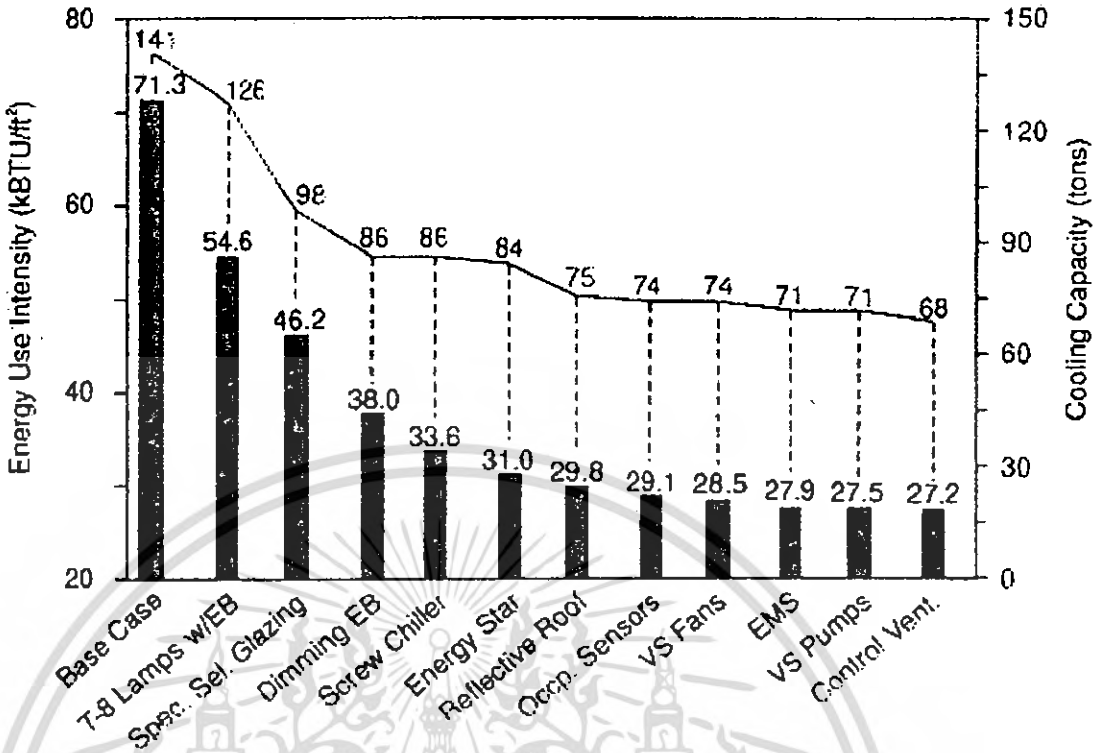
- วัสดุหลังคาเป็นสีสะท้อนแสงแบบ White Single-ply Roofing Membrane

- VSD ในระบบปั๊มและพัดลม

- การระบายอากาศควบคุมตามปริมาณความต้องการของแต่ละพื้นที่ (Demand-controlled Ventilation) ใช้อุปกรณ์ตรวจวัดระดับคาร์บอนไดออกไซด์มาควบคุมระบบระบายอากาศ

- ใช้ระบบการจัดการพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.26 ผลการประหยัดพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

บทเรียนที่ได้รับ

- ระบบที่ประสบความสำเร็จคือ การนำแสงสว่างธรรมชาติมาใช้ในอาคารและระบบ Heat Pipe

- ระบบที่มีประสิทธิภาพต่ำได้แก่ การใช้วัสดุสะท้อนแสงบริเวณหลังคาอาคาร และระบบปิดเปิดน้ำเย็นที่ล้มเหลว

- การใส่ข้อมูลที่ผิดพลาดให้แก่โปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์ เช่น ค่าของกำลังพัดลมต้องมากขึ้นอีก 50 เปอร์เซ็นต์ และกรอบกระจกมีผลให้ค่า U-Value เพิ่มขึ้นมากกว่า 100 เปอร์เซ็นต์

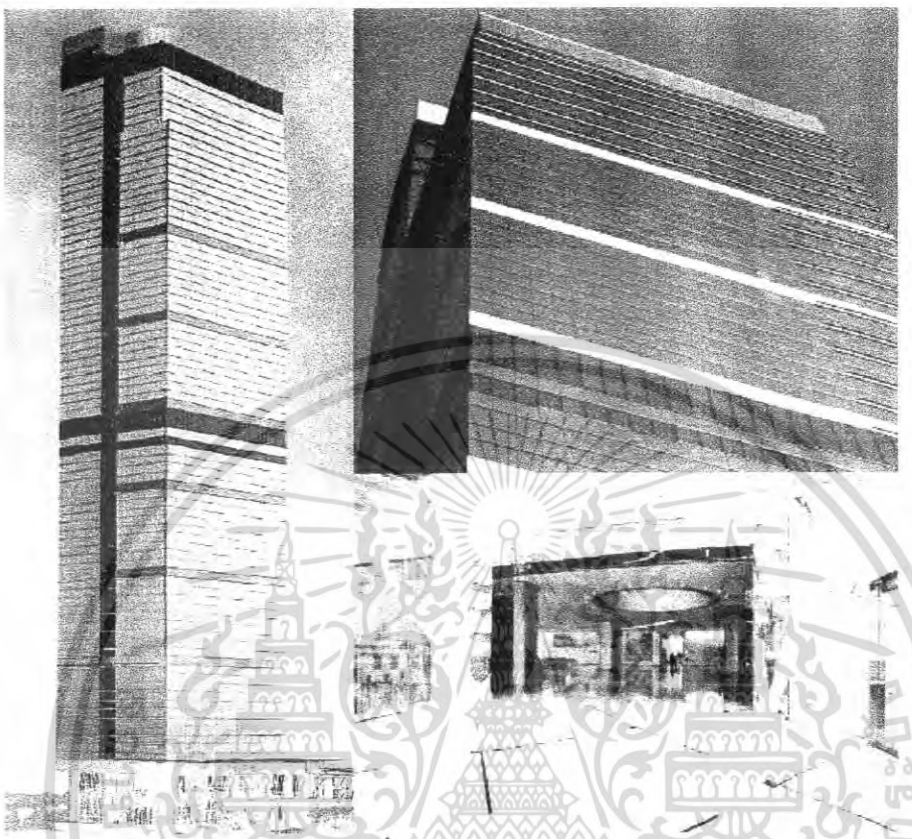
- การทำงานบางอย่างที่ไม่ได้มีการคาดการณ์ไว้ เช่น เมื่อตั้งอุณหภูมิให้สูงขึ้น การทำงานของระบบระบายอากาศจะสูงขึ้นด้วย

- เป็นการยากที่จะปรับปรุงอาคารเดิมด้วยเทคโนโลยีที่ล้ำหน้าเพื่อให้มันทำงานอย่างที่คาดไว้

- โดยทั่วไป การทำความเข้าใจประสิทธิภาพทางด้านพลังงานของบ้าน (ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายหลักของงานวิจัยของ FSEC) จะง่ายกว่าอาคารพาณิชย์ ซึ่งอาคารพาณิชย์จะมีช่วงเวลาการใช้งานแต่ละส่วนที่แตกต่างกันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 อาคาร Oxford House ประเทศฮ่องกง

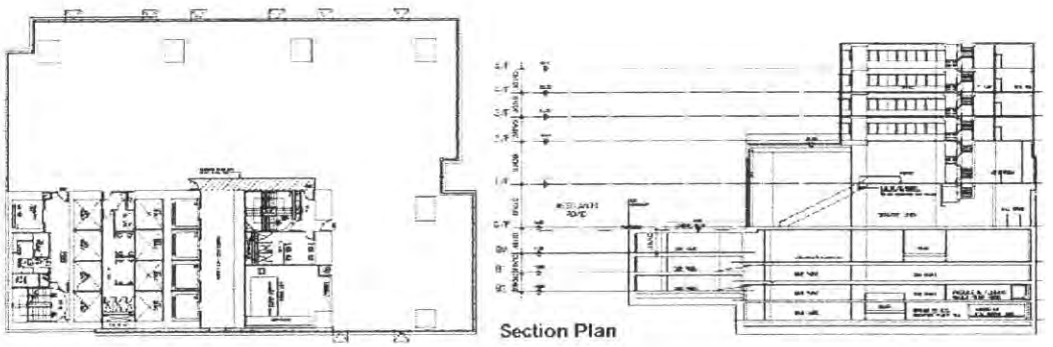


ภาพที่ 3.27 อาคาร Oxford House

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

ที่ตั้ง	อ่าว Quarry ฮ่องกง (ที่ละติจูด 22.3 องศาเหนือ)
การใช้งานหลัก	สำนักงาน การพาณิชย์
ขนาดที่ดิน	3,106 ตารางเมตร
พื้นที่อาคารรวม	46,567 ตารางเมตร
จำนวนชั้น	36 ชั้น และที่จอดรถใต้ดินอีก 4 ชั้น
เจ้าของ	Swire Properties Ltd.
สร้างเสร็จ	ปี พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.28 Typical floor plan and section

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

มาตรการประหยัดพลังงานในอาคาร

กรอบอาคาร

- ระบบม่านผนัง(Curtain Wall) มีค่า OTTV ต่ำ (15.7 วัตต์ต่อตารางเมตร)
- มีการป้องกันแสงอาทิตย์และใช้กระจก 2 ชั้น

ระบบส่องสว่าง

- ใช้ระบบแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูงร่วมกับบัลลาสต์อิเล็คโทรนิค
- ใช้แสงธรรมชาติ ในส่วนโถงลิฟต์และส่วนฐาน(Podium) ของอาคาร

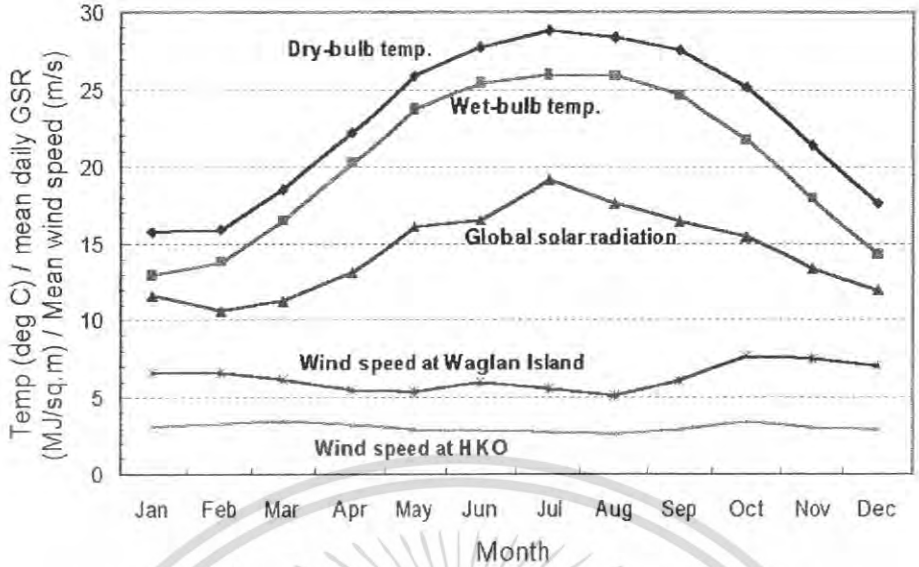
ระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศ (Heating, ventilating, and air conditioning หรือ HVAC)

- ระบบ Heat Rejection โดยใช้ Close - Loop Seawater Cooling Tower
- บริเวณที่จัดไว้ให้สูบบุหรี่สามารถปรับให้ไม่มีการปรับอากาศได้และมีระบบระบายอากาศแยกต่างหาก
- ใช้ระบบการจัดการอาคารและพลังงาน

ลักษณะสภาพแวดล้อมอื่น ๆ

- ส่งเสริมการใช้การขนส่งสาธารณะ (ระบบขนส่งมวลชนและรถเมล์)
- ลดการสูญเสียในการก่อสร้างและการจัดการ (เช่น การใช้แม่แบบซ้ำหลาย ๆ ครั้ง การเก็บของที่สามารถนำไปรีไซค์เคิลได้)
- มีแนวทางเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมให้กับผู้เช่า
- มีมาตรการเพื่อยืดอายุของอาคารและเพิ่มประสิทธิภาพของคุณภาพอากาศภายในอาคาร
- ได้รับการประเมินว่ามีสิ่งแวดล้อมอาคารที่เป็นเยี่ยม โดยวิธี Hong Kong Building Environmental Assessment Method หรือ HK-BEAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.29 Major climatic elements of Hong Kong

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

การประเมินผลทางด้านการประหยัดพลังงาน

- ใช้พลังงานในอาคารเท่ากับ 519 เมกกะจูลล์ต่อปี (144 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี)
- เทียบกับอาคารอ้างอิงที่ใช้เป็นบรรทัดฐานอยู่ที่ 601 เมกกะจูลล์ต่อปี (167 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี)
- มีสัดส่วนของ Occupant-Adjusted Figure (ออกแบบเทียบกับอาคารอ้างอิง) เท่ากับ 45 เปอร์เซ็นต์

แนวความคิดที่ได้

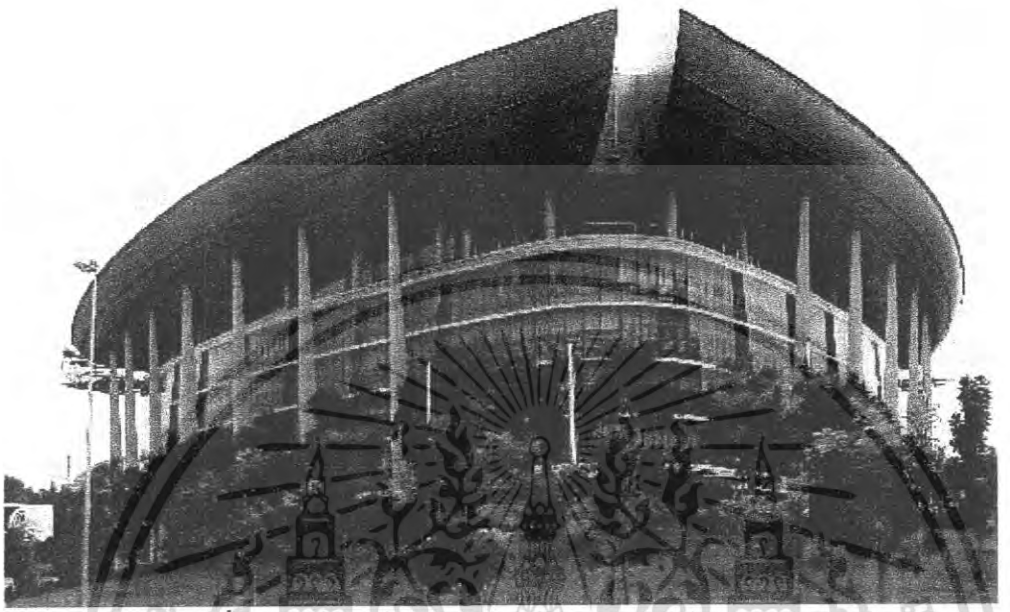
- กระจก 2 ชั้นและการเพิ่มประสิทธิภาพของกรอบอาคาร ได้ผลทั้งในด้านการเป็นฉนวนกันความร้อนและฉนวนกันเสียง
- ประโยชน์ของกระจกสะท้อนแสง (ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของ OTTV) ในเรื่องของทัศนียภาพ แสงธรรมชาติ และการสะท้อนความร้อน (การทำตัวอาคารไม่ให้เป็นตัวกระจายความร้อนให้กับเมือง หรือ Urban Heat Island)
- ผลกระทบในเรื่องความหนาแน่นของผู้ใช้อาคาร จำเป็นจะต้องมีการปรับให้เหมาะสม

3.2.4 อาคาร Securities Commission ใน Kuala Lumpur ประเทศมาเลเซีย

อาคาร Securities Commission ใน Kuala Lumpur ประเทศมาเลเซีย (ตั้งอยู่ที่ละติจูด 4 องศาเหนือ) มีพื้นที่ทั้งหมด 94,300 ตารางเมตร เป็นพื้นที่ปรับอากาศ 48,500 ตารางเมตร พื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนใหญ่ที่ไม่มีการปรับอากาศจะเป็นพื้นที่จอดรถ อาคารมีทั้งสิ้น 8 ชั้น เป็นชั้นใต้ดิน 3 ชั้น มีจำนวนผู้ใช้อาคาร 550 คน และเปิดใช้งานเมื่อปี พ.ศ. 2542



ภาพที่ 3.30 อาคาร Securities Commission ประเทศมาเลเซีย

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

การออกแบบพื้นที่ใช้งานเป็นลักษณะผสมของผังอาคารแบบเปิด(Open Plan) และสำนักงานเป็นห้อง ๆ (Cellular Office) นอกจากนี้ยังมีห้องสมุด, ห้องประชุม 800 ที่นั่ง ห้องสัมมนา 800 ที่นั่ง ห้องบรรยาย (Lecture Theatre) ร้านอาหารแบบบริการตนเอง (Cafeteria) และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ สำหรับพนักงาน

ลักษณะเด่นทางด้านการประหยัดพลังงาน

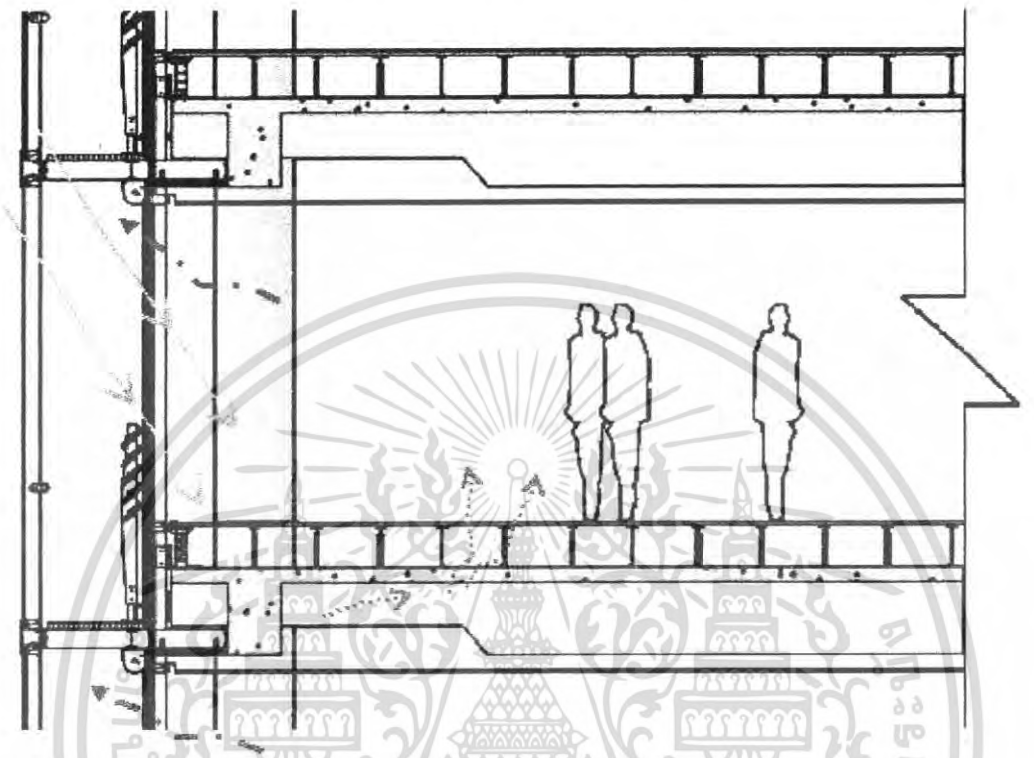
เจ้าของอาคารต้องการอาคารอัจฉริยะที่มีความยืดหยุ่นและประหยัดพลังงาน ดังนั้นจึงมีการนำวิธีการประหยัดพลังงานต่าง ๆ เข้ามาใช้กับการออกแบบอาคารและงานระบบ ในปี พ.ศ. 2544 อาคารได้รับรางวัลยอดเยี่ยมอันดับหนึ่งในการประกวดอาคารประหยัดพลังงานในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประเภทอาคารที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัย

แนวความคิดในการออกแบบแบบพึ่งพาธรรมชาติ (Passive Design)

รอบ ๆ อาคารเป็นพื้นที่สีเขียว ซึ่งทำให้อุณหภูมิโดยรอบอาคารลดลง ส่วนที่เป็นที่จอดรถ ห้องประชุม ห้องบรรยาย และห้องเล่นสควอช ถูกวางไว้ใต้ดิน เนื่องมาจากเป็นส่วนที่ไม่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงธรรมชาติ มีช่อง (Moat) ความกว้าง 12 เมตร วิ่งรอบอาคารเพื่อนำแสงธรรมชาติเข้าสู่ศูนย์ดูแลเด็ก ส่วนละหมาด และส่วนรับประทานอาหารซึ่งอยู่ใต้ดิน



ภาพที่ 3.31 Section through exterior wall

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

โถงสูง (Atrium) ขนาดใหญ่ตรงกลางอาคาร มีความกว้าง 44 เมตร นำแสงธรรมชาติเข้ามาสู่บริเวณภายในของอาคาร ส่วนสำนักงานซึ่งมีความลึก 18 เมตร จะได้รับแสงธรรมชาติจากทั้งจากภายนอกอาคารและจากภายในอาคารผ่านทาง Atrium เปลือกอาคารภายนอกเป็นผนังกระจก 2 ชั้น ซึ่งมีระยะระหว่างกระจก ภายนอกเป็นกระจกตัดแสง เคลือบสาร Low - E และภายในเป็นกระจกใส ช่องว่างระหว่างกระจกหนา 800 มิลลิเมตร ตรงกลางเป็นแผงกันแดดซึ่งช่วงล่างอยู่กับที่ ในขณะที่ช่วงบนจะสามารถปรับมุมได้

อากาศเย็นหมุนเวียนเข้ามาในอาคารทางช่องในพื้นที่ 17 องศาเซลเซียส อากาศในห้องจะถูกดูดออกทางช่องในฝ้าเพดานไปยังช่องระหว่างกระจก ซึ่งจะทำให้สามารถลดความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่จะเข้ามาสู่ส่วนสำนักงานลงได้

ค่า OTTV ของอาคารนี้คือ 35 วัตต์ต่อตารางเมตร เปรียบเทียบกับที่กฎหมายกำหนดไว้ที่ไม่เกิน 45 วัตต์ต่อตารางเมตรสำหรับอาคารที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังคาเป็นหลังคา 2 ชั้น มีฉนวนกันความร้อนและส่วนยื่นซึ่งจะให้ร่มเงาแก่ส่วนบนของอาคาร ส่วนห้องเครื่องจะอยู่ที่บริเวณหลังคา ค่า RTTV ต่ำ เนื่องจากการใช้หลังคา 2 ชั้น และฉนวนกันความร้อน

แนวความคิดในการออกแบบ แบบพึ่งพาระบบเครื่องกล (Active Design)

ระบบหมุนเวียนอากาศแบบแทนที่ โดยการให้อุณหภูมิที่สูง 17 องศาเซลเซียส แก่อาคาร ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็น (Chiller) ดีขึ้น เครื่องตรวจวัดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศจะเป็นตัวควบคุมการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาในอาคาร ระบบหมุนเวียนอากาศในพื้นที่จอดรถถูกควบคุมด้วยเครื่องตรวจวัดระดับคาร์บอนมอนอกไซด์

ระบบส่องสว่างมีประสิทธิภาพที่ดีโดยมีกำลังติดตั้งที่ 13.7 วัตต์ต่อตารางเมตร และสามารถให้ระดับความสว่างได้ที่ 500 ลักซ์ ในส่วนสำนักงาน แต่ระบบนี้ไม่ได้มีการควบคุมโดยอาศัยปริมาณผู้ใช้พื้นที่หรือปริมาณแสงธรรมชาติ

ภาระในการทำความเย็นของอาคารนี้อยู่ที่ 1,400 ตัน ซึ่งประกอบไปด้วย Chiller ขนาด 500 ตัน จำนวน 3 ตัว และขนาด 250 ตัน จำนวน 2 ตัว การมี Chiller แบ่งเป็นหลาย ๆ ตัวเช่นนี้จะทำให้มีความยืดหยุ่นในการเปิดใช้งานมีความใกล้เคียงกับภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้นจริงในอาคาร Chiller ทั้งหมดใช้เครื่องอัดอากาศแบบ Multi-vertical Screw Compressor

พัดลมและปั๊มมีระบบ VSD เพื่อควบคุมปริมาณลม ซึ่งเมื่อใช้ร่วมกับระบบจ่ายลมความดันต่ำ จะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของปั๊มและพัดลมลง

การควบคุมอาคารและระบบการจัดการอาคารได้ถูกติดตั้งในอาคารนี้ ทำให้สามารถที่จะติดตามดูแลการทำงานระบบเครื่องทำความเย็นและระบบเครื่องกลอื่น ๆ ในอาคารได้ รวมทั้งจัดการระบบระบายอากาศในพื้นที่สำนักงานและพื้นที่จอดรถด้วยเครื่องตรวจวัดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ และคาร์บอนมอนอกไซด์ตามลำดับ

น้ำฝนจากอาคารจะถูกเก็บไว้และใช่รดพื้นที่สีเขียว

ค่าบ่งบอกประสิทธิภาพ (Performance indicators)

กำลังไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่ที่ 13.6 วัตต์ต่อตารางเมตร เปรียบเทียบกับอาคารทั่วไปที่ ประมาณ 20 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่า OTTV ของอาคารนี้คือ 35 วัตต์ต่อตารางเมตร เปรียบเทียบกับที่กฎหมายกำหนดไว้ที่ไม่เกิน 45 วัตต์ต่อตารางเมตร สำหรับอาคารที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัย

ภาระการปรับอากาศที่ออกแบบไว้สูงสุดคือ 1,400 ตัน ซึ่งภาระการทำความเย็นสูงสุดจริงหลังจากอาคารเปิดใช้มา 2 ปีจะอยู่ที่ประมาณ 1,000 ตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้พลังงานรวมตลอดทั้งปีของอาคารเท่ากับ 120 กิโลวัตต์ – ชั่วโมงต่อตารางเมตร ของพื้นที่ปรับอากาศ ซึ่งอาคารนี้มีผู้ใช้อาคารไม่หนาแน่น เพียง 1 คนต่อ 88 ตารางเมตร ของพื้นที่ปรับอากาศ

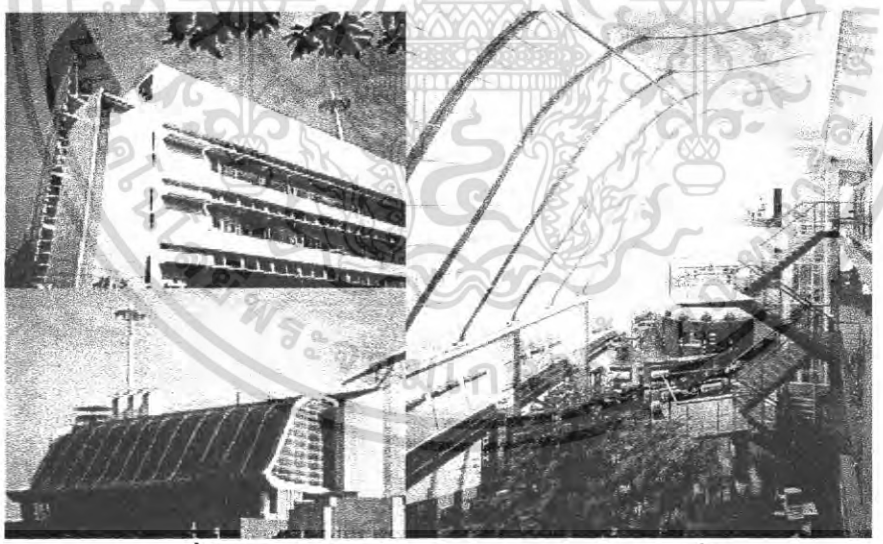
บทเรียนที่ได้รับ

ณ ปัจจุบัน ปริมาณการใช้พลังงานที่แยกเป็นส่วนแสงสว่าง ส่วนปรับอากาศ และส่วนอุปกรณ์อาคารยังไม่สามารถรู้ได้ ดังนั้นการประเมินผลการประหยัดพลังงานของแต่ละส่วนจึงเป็นการยาก

มูลค่าในการก่อสร้างอาคารสูงมาก และราคาค่าก่อสร้างพิเศษที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากระบบประหยัดพลังงานยากต่อการตัดสินว่ามีค่าเท่าไร บางส่วนเนื่องมาจากระบบเหล่านี้รวมเข้าเป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบ เช่น การใช้กระจก 2 ชั้นหรือ การมี Atrium ขนาดใหญ่

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากอาคารนี้ได้รับความสนใจมากในแง่ของการประหยัดพลังงาน ดังนั้นการวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียดสามารถที่จะกระทำได้และควรจะทำเป็นอย่างยิ่ง

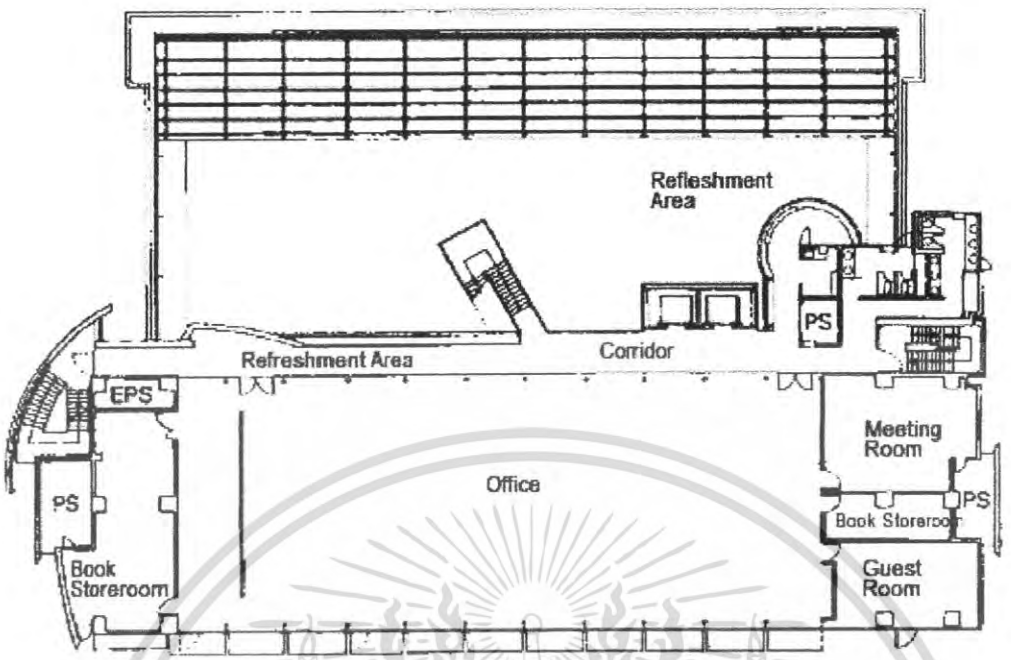
3.2.5 อาคารTokyo Gas Earthport ประเทศญี่ปุ่น



ภาพที่ 3.32 อาคารTokyo Gas Earthport ประเทศญี่ปุ่น

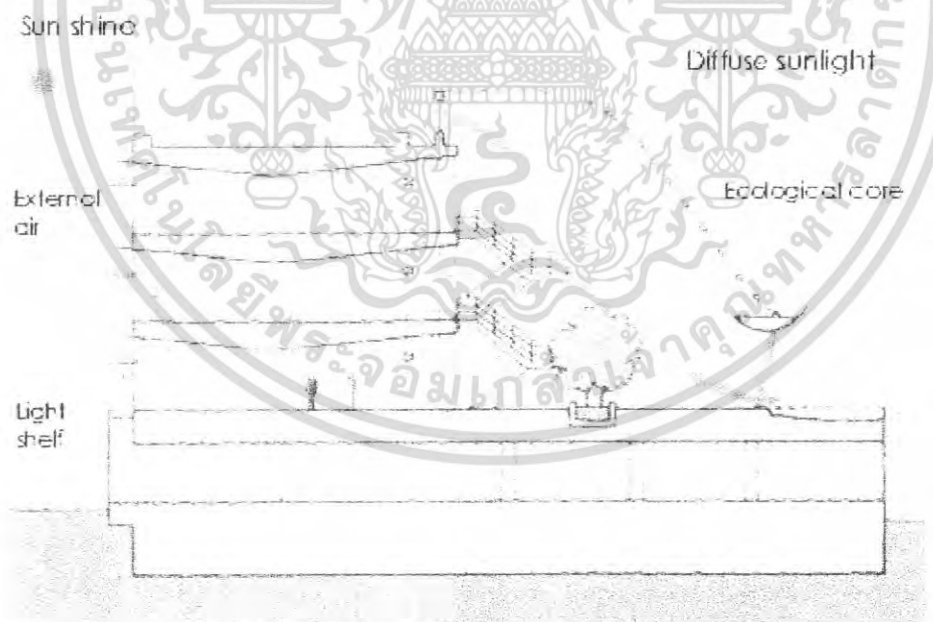
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.33 แบบแสดงผังพื้น

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน



ภาพที่ 3.34 แสดงการไหลเวียนของอากาศในอาคาร

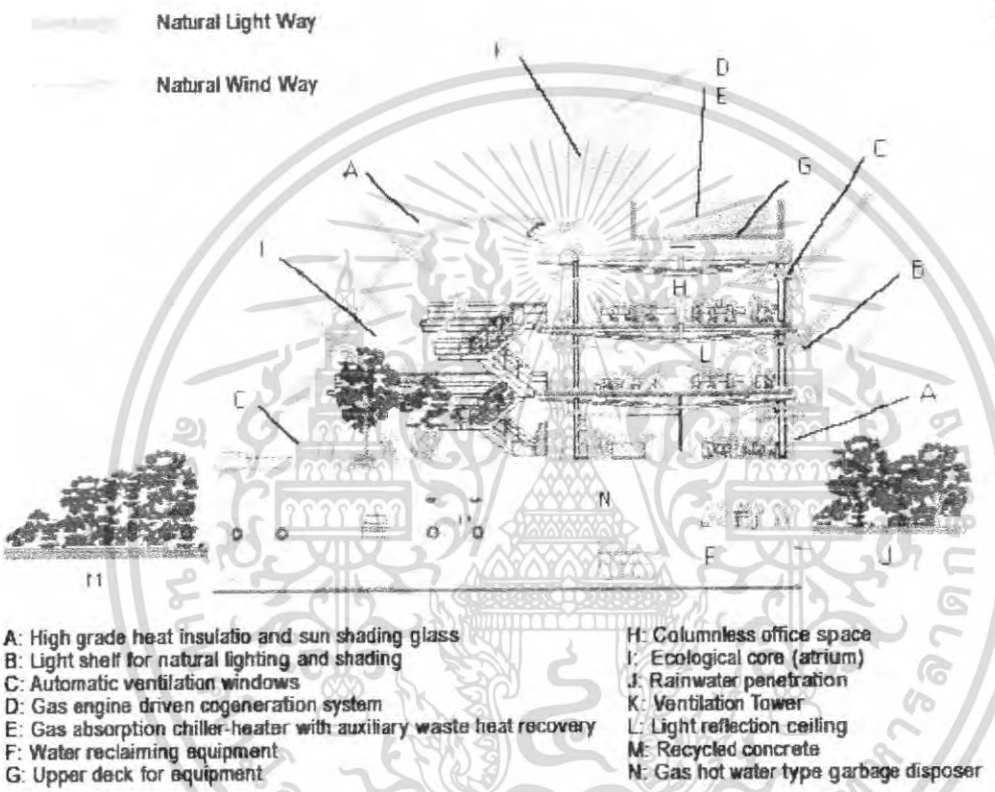
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

ที่ตั้ง Yokohama, Japan (35.6 °N)

การใช้งานหลัก สำนักงาน showroom

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดที่ดิน	2,499 ตารางเมตร
พื้นที่อาคารรวม	5,645 ตารางเมตร
จำนวนชั้น	4 ชั้น และชั้นใต้ดิน 1 ชั้น
ผู้ออกแบบ	Nikken Sekkei
สร้างเสร็จ	March 1996



ภาพที่ 3.35 การออกแบบเพื่อสภาพแวดล้อมและการประหยัดพลังงาน

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

มาตรการประหยัดพลังงาน

การออกแบบผังอาคาร

- การใช้แสงธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ (กรอบอาคารหลักอยู่ทิศเหนือและทิศใต้ การใช้ส่วนของอาคารสะท้อนแสงธรรมชาติเพื่อเพิ่มปริมาณแสงในอาคาร (Light Shelf/Eaves)

- การพยายามที่จะใช้ การระบายอากาศโดยธรรมชาติให้มากที่สุด (ใช้ Ecological Core /Atrium, Atrium Stair Hall, หอระบายอากาศ และหน้าต่างระบายอากาศอัตโนมัติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การลดความร้อนในอาคาร (การใช้กระจกฉนวน เช่น กระจก Low-E 2 ชั้น, ผนังภายนอกและระบบควบคุมความร้อนที่มาจากดวงอาทิตย์โดยมีม่านบังแดดแบบปรับมุมไม่ได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร)

ระบบอาคารและการทำงาน

- ระบบ HVAC ใช้ Chiller และเครื่องทำน้ำร้อน (Boiler) แบบ Waste Heat Input Cogeneration Gas Absorbsion การใช้ VAV ในระบบจ่ายลมเย็น และใช้ระบบจ่ายน้ำเย็นแบบเปลี่ยนแปร (Variable Chilled Water Flow)

- ระบบแสงสว่างประดิษฐ์ ใช้ระบบปรับความสว่างของหลอดไฟ และระบบตรวจจับผู้ใช้พื้นที่ การคำนึงถึงแสงในพื้นที่ใช้งานและแสงเพื่อสร้างบรรยากาศ, ใช้ฝ้าเพดานสีอ่อนเพื่อการสะท้อนแสง

- ระบบลิฟต์ ใช้ระบบ Hydraulic Indirect Type ความเร็ว 45 เมตรต่อนาที ลิฟต์ 2 ตัวเป็นแบบ Two-Car Selective Collective Fully Automatic Type

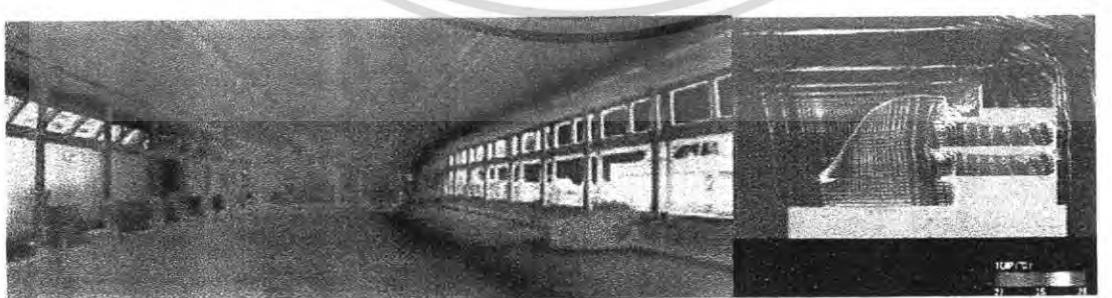
การวิเคราะห์ประสิทธิภาพทางด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

- ใช้การจำลองทางด้านความร้อนและระบบ HVAC ด้วยคอมพิวเตอร์

- ใช้โปรแกรมจำลองการเคลื่อนที่ของของไหล (Computation Fluid Dynamics หรือ CFD) จำลองการเคลื่อนที่ของอากาศและการระบายอากาศในอาคาร

- ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และหุ่นจำลองช่วยในการประเมินสภาวะแวดล้อมทางด้านสายตา

- มีการศึกษาวงจรอายุการใช้งานของการประหยัดพลังงาน และระบบจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อมของอาคาร



ภาพที่ 3.36 การจำลองการเคลื่อนที่ของอากาศในอาคารด้วยโปรแกรม CFD

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางด้านสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

- การใช้วัสดุที่รักษาสิ่งแวดล้อม (Eco - material) เช่น การใช้คอนกรีตบล็อกรีไซเคิล กระดาษรีไซเคิล และอิฐรีไซเคิล

- การอนุรักษ์น้ำ ใช้ระบบการนำน้ำเสียและน้ำฝนกลับมาใช้ใหม่

- อายุการใช้งานและความยืดหยุ่น ใช้วัสดุที่มีอายุการใช้งานยาวนาน มีความยืดหยุ่นในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงพื้นที่ใช้สอย

บทเรียนที่ได้รับ

- การทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิดระหว่างสถาปนิกและวิศวกร ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของงานที่ดีที่สุด เช่น เรื่องการใช้แสงธรรมชาติ และการระบายอากาศ

- ควรมีการกำหนดหลักเกณฑ์ในการตัดสินเมื่อมีการขัดแย้งกันในเรื่องของจุดมุ่งหมายหรือการให้ความสำคัญต่อส่วนต่าง ๆ ในโครงการ

- อุปกรณ์เทคนิคที่มีความซับซ้อนจะไม่มีประโยชน์เลยหากไม่มีความรู้ที่จะนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสม

3.2.6 อาคารสำนักงาน LEO ของ MECM ใน Putrajaya ประเทศมาเลเซีย

ข้อมูลอาคารโดยสังเขป

กระทรวงการพลังงาน การสื่อสาร และสื่อ (MECM) ของมาเลเซีย จะย้ายเข้าไปยังอาคารที่ทำการแห่งใหม่ของตนเอง ในบริเวณ ศูนย์กลางราชการใหม่ ที่เมือง Putrajava ซึ่งตั้งอยู่ระหว่างเมือง Kaulalumper และสนามบิน KLIA ซึ่งเป็นสนามบินนานาชาติแห่งใหม่ คาดว่าอาคารจะก่อสร้างแล้วเสร็จไม่เกินไตรมาศแรกของปี พ.ศ. 2547 อาคาร MECM LEO (Low Energy Office) นี้ได้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นอาคารอนุรักษ์พลังงานตัวอย่างด้วย

การออกแบบอาคาร LEO ได้เริ่มต้นขึ้นในปี พ.ศ. 2544 เทคนิคการประหยัดพลังงานมากมายได้ถูกนำมาใช้ในการออกแบบอาคารและระบบประกอบอาคาร การออกแบบทางด้านพลังงานได้รับการสนับสนุนจาก DANCED (the Danish Cooperation for Environment and Development) โครงการนี้ได้เปิดให้ยื่นซองประกวดราคาในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2544 ในงานการประมูลการออกแบบและก่อสร้างอาคาร หลังจากนั้นบริษัทที่ได้รับเลือกได้เริ่มดำเนินการก่อสร้างในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2545 ลักษณะของอาคาร MECM LEO สะท้อนให้เห็นถึงการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานซึ่งพัฒนาในปี พ.ศ. 2544

อาคาร MECM LEO จะเป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นว่าการประหยัดพลังงานที่ประสบผลสำเร็จ มาจาก ความรู้และความชำนาญในการที่จะนำกลยุทธ์การประหยัดพลังงานในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบอาคารและการออกแบบงานระบบมาใช้ผสมผสานกันอย่างเข้าใจ ซึ่งเริ่มตั้งแต่แรกในการพัฒนาการออกแบบ นอกจากนั้นค่าก่อสร้างพิเศษสำหรับระบบเพื่อการประหยัดพลังงานต่าง ๆ จะต้องสามารถคืนทุนได้ในเวลาอันสั้น ในกรณีนี้ มีเป้าหมายอยู่ว่าค่าก่อสร้างพิเศษจะต้องไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ของค่าก่อสร้าง และการลงทุนที่เพิ่มขึ้นนี้จะต้องคืนทุนภายในเวลาไม่เกิน 10 ปี

ภาพที่ 3.37 ทัศนียภาพอาคาร MECM LEO ประเทศมาเลเซีย ด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

มาตรการประหยัดพลังงานแต่ละส่วนจะถูกวิเคราะห์ถึงมูลค่าการก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นและการประหยัดพลังงานที่ได้ การวิเคราะห์การประหยัดพลังงานทำโดยใช้โปรแกรม Energy-10 ซึ่งพัฒนาโดย NREL ที่รัฐโคโลราโด ประเทศสหรัฐอเมริกา โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมที่คำนวณการใช้พลังงานได้อย่างละเอียด ดังนั้นจึงสามารถที่จะหาผลกระทบร่วมที่เกิดขึ้นได้จากมาตรการเดียว เช่น ค่าการประหยัดที่ได้จากระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ เมื่อใช้ระบบแสงสว่างพลังงานต่ำ วิธีประหยัดพลังงานซึ่งพบว่ามีความเป็นไปได้ทางด้านการลงทุนได้แก่

- การออกแบบอาคารที่มีแผงกันแดดให้กับกระจกภายนอกอาคาร และด้านยาวของอาคารหันไปทางทิศเหนือและทิศใต้
- การใช้ฉนวนกันความร้อนที่บริเวณผนังและหลังคา ได้แก่ คอนกรีตมวลเบาหนา 200 มิลลิเมตรและฉนวนใยแร่หนา 100 มิลลิเมตร ตามลำดับ
- ระบบแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน และ บัลลาสต์ความถี่สูงกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการติดตั้งอยู่ที่ 14 วัตต์ต่อตารางเมตร ให้แสงสว่างได้ 500 ลักซ์
- ระบบควบคุมแสงสว่างที่จะปรับได้ตามปริมาณผู้ใช้พื้นที่และปริมาณแสงธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การใช้อุปกรณ์สำนักงานที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการติดตั้งเฉลี่ย 12 - 16 วัตต์ต่อตารางเมตร

- การออกแบบระบบไฟฟ้าและระบบเครื่องกลจากการดูตัวอย่างการใช้งานจริงที่ได้ผลของโครงการอื่น ๆ รวมถึงระบบ VSDในเครื่องปั๊มน้ำและพัดลม

- การจัดการพลังงาน

อุปกรณ์สำนักงานที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน จะถูกจัดซื้อโดยผู้ใช้อาคาร หรือกระทรวงพลังงานการสื่อสาร และสื่อ นั่นเอง ผู้ประมูลยืนยันว่าค่าการก่อสร้างพิเศษของระบบอนุรักษ์พลังงานต่าง ๆ ที่เหลือมีมูลค่าเพียงแค่ 10 เปอร์เซ็นต์ ของมูลค่าการก่อสร้างทั้งหมดของอาคาร

เมื่อเปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิงที่ไม่มีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน อาคาร LEO ได้รับการคาดหมายว่าจะสามารถลดการใช้พลังงานจาก 275 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อปี ลงเหลือเพียง 100 - 135 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อปี หรือลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ การคาดการณ์ที่ถูกต้องกว่านี้จะกระทำได้เมื่อการปรับแบบอาคารในขั้นการออกแบบละเอียดเสร็จสิ้น อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันสามารถยืนยันได้แล้วว่าระยะเวลาในการคืนทุนจะไม่เกิน 10 ปีตามที่คาดการณ์ไว้

ภูมิสถาปัตยกรรม

พื้นที่ทั้งหมดของศูนย์ราชการแห่งใหม่ใน Putrajaya ได้มีการจัดภูมิทัศน์ไว้แล้ว โดยจะเป็นพื้นที่สีเขียวและแหล่งน้ำขนาดใหญ่ ดังนั้น ภูมิอากาศระดับจุลภาครอบ ๆ อาคาร LEO จึงจะอยู่ในระดับที่เหมาะสม เป็นที่รู้กันดีว่าบริเวณพื้นที่สีเขียวและแอ่งน้ำจะช่วยลดอุณหภูมิของอากาศลงหลายองศาเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งแวดล้อมที่เป็นพื้นแข็งและสีเข้ม

การออกแบบกรอบอาคาร

กรอบอาคารหลักและพื้นที่กระจกหน้าต่างส่วนใหญ่จะอยู่ทางด้านทิศเหนือและทิศใต้ อย่างไรก็ดี อาคารมีพื้นที่กระจกขนาดใหญ่อยู่ทางด้านทิศตะวันออก พื้นที่หน้าต่างบริเวณผนังด้านทิศตะวันตกได้รับการออกแบบให้มีน้อยที่สุด หน้าต่างทั้งหมดใช้กระจกตัดแสงสีอ่อน (Tinted Glass) ชั้นเดียว และมีแผงกันแดดภายนอกอาคาร ผนังกระจกมีลักษณะผสมกันระหว่างแผ่นม่านกระจก (Curtain wall) และหน้าต่างแบบที่ถอยร่นเข้ามาจากผนัง (Punch Window) ด้านหน้าของม่านกระจกมีแผงกันแดดแนวนอน ในด้านทิศใต้และทิศเหนือ แผงกันแดดนี้จะมีความสูง 1 เมตร ลึก 370 มิลลิเมตร ทางด้านทิศตะวันออกจะมีขนาดลึก 820 มิลลิเมตร ส่วนหน้าต่างที่ถอยร่นเข้ามาจากแนวผนัง มีขนาดความสูง 1.3 เมตร และลึกเข้าไป 650 มิลลิเมตรในทิศเหนือและใต้ ลึก 1 เมตร ทางด้านทิศตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนังภายนอกของอาคารทั่วไปในประเทศมาเลเซียจะเป็นผนังก่ออิฐหนา 150 มิลลิเมตร อยู่ระหว่าง เสาและพื้นคอนกรีต การปรับปรุงผนังเหล่านี้ด้วยการเปลี่ยนผนังอิฐเป็นผนังคอนกรีตมวลเบา มีความเป็นไปได้ในราคาที่เหมาะสม ราคาที่ต้องจ่ายเพิ่มเป็นราคาของวัสดุเพียงอย่างเดียว ความหนามาตรฐานของคอนกรีตบล็อกมวลเบาที่เลือกใช้ได้แก่ 200 มิลลิเมตร

การใช้ผนัง 2 ชั้นร่วมกับฉนวนกันความร้อนไม่มีความเป็นไปได้ทางด้านการลงทุน อย่างไรก็ตาม เป็นไปได้ว่าในอนาคตระบบผสมระหว่างผนัง 2 ชั้นและฉนวนกันความร้อนประเภทใยแร่หรือโฟมจะมีการพัฒนาปรับปรุงเทคโนโลยีการก่อสร้างและราคาให้สามารถนำมาใช้ได้อย่างกว้างขวางและไม่แพงจนเกินไป

ระบบส่องสว่าง

ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้กับระบบส่องสว่างมีอิทธิพลมากกับการใช้ไฟฟ้าของทั้งอาคาร เนื่องจากการเพิ่มกำลังของไฟฟ้าส่องสว่างจะเท่ากับเพิ่มภาระการทำความเย็นให้กับระบบปรับอากาศด้วย ธรรมดาแล้ว ระบบทำความเย็นในสำนักงานในประเทศมาเลเซียจะได้รับการออกแบบสำหรับระบบส่องสว่างที่มีค่ากำลังไฟฟ้าที่ 22 วัตต์ต่อตารางเมตร อย่างไรก็ตามในกรณีนี้ได้มีความเห็นที่สอดคล้องกันว่า 16 วัตต์ต่อตารางเมตร สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบได้ ในการทำงานจริงเป็นที่คาดหมายว่าการติดตั้งไฟฟ้าส่องสว่างที่กำลังต่ำกว่านี้ก็สามารถกระทำได้ อาจจะลงไปถึง 8 - 12 วัตต์ต่อตารางเมตร ก็ยังได้ค่าความส่องสว่างอยู่ที่ระดับ 500 ลักซ์

กำลังไฟฟ้าที่ใช้เมื่ออาคารเปิดทำงานจริงจะเป็นเท่าไหร่ยังไม่สามารถรู้ได้ในเวลานี้ แต่ได้รับการยืนยันว่าสำหรับที่ระดับ 16 วัตต์ต่อตารางเมตร นั้น สามารถรักษาความส่องสว่างที่ 500 ลักซ์ ไว้ได้อย่างแน่นอน ถ้าหากค่าความสว่างของสำนักงานสามารถลดลงได้ถึงระดับ 200 - 300 ลักซ์ ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานของประเทศในทวีปยุโรป กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในระบบนี้จะยิ่งสามารถลดลงไปได้อีกมาก ในกรณีนี้สามารถที่จะติดตั้งแสงสว่างเฉพาะบุคคลที่บริเวณทำงาน ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้อาคารสามารถเพิ่มความสว่างเป็น 500 ลักซ์ ได้เมื่อต้องการ

ระบบทำความเย็น

ใน Putrajaya จะมีสถานีทำความเย็นส่วนกลาง ซึ่งจะส่งน้ำเย็นไปยังอาคารต่าง ๆ เพื่อใช้ในระบบทำความเย็นผ่านระบบทำความเย็นแบบ District ดังนั้นการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานของอาคาร LEO จะมุ่งเน้นไปที่การออกแบบและประสิทธิภาพของเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit หรือ AHUs) ปั๊มน้ำเย็นและพัดลมใช้ระบบ VSD

แต่ละชั้นของอาคาร จะมี AHU 1 เครื่องซึ่งจะจ่ายลมเย็นไปยังหลาย ๆ พื้นที่ ปริมาตรของลมเย็นที่จะส่งไปในแต่ละพื้นที่ถูกควบคุมโดยลิ้นปรับปริมาตรลม ในระบบการจ่ายลมที่มีปริมาณการจ่ายลมเปลี่ยนแปร (Variable Air Volume หรือ VAV) ตามปริมาณความต้องการจริงในแต่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ซึ่งสามารถบอกได้โดยอุณหภูมิที่ตั้งไว้ในพื้นที่นั้น ๆ ปั๊มน้ำเย็นและพัดลม ยังสามารถปรับความเร็วได้โดยใช้ระบบ VSD ดังนั้น กระแสไฟฟ้าที่ใช้กับปั๊มและพัดลมจะลดลงเมื่ออยู่ในช่วงที่มีภาระการทำความเย็นเพียงบางส่วน

ส่วนหนึ่งของการประหยัดพลังงานคือ การติดตั้งหรือใช้ระบบที่ได้รับการทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพในการทำงานจริง ในระบบการทำความเย็นนั่นหมายความว่าท่อต่าง ๆ ได้ถูกออกแบบให้มีการสูญเสียของแรงดันน้อยกว่าระบบธรรมดา เช่น หน้าตัดท่อลมที่ใหญ่กว่าจะถูกเลือกใช้ ซึ่งการทำเช่นนี้จะเพิ่มค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างเริ่มต้น แต่จะมีผลมากกับราคาค่ากระแสไฟฟ้าที่จะเสียไปในการใช้ปั๊มและพัดลม ซึ่งเกิดมาจากความจริงที่ว่า การสูญเสียแรงดันจะเพิ่มมากขึ้นเป็นกำลัง 3 ของความเร็วของของไหล

การจัดการพลังงาน

จากประสบการณ์ การวัดความสำเร็จของการรักษาระดับการใช้พลังงานในระดับที่ต่ำ ทำได้โดยดูจากการส่งเสริม ความรู้ความเข้าใจในการใช้ระบบการจัดการพลังงาน ตัวอย่างของความสำคัญของเรื่องนี้ได้แก่ การจำลองการทำงานของอาคาร LEO แสดงว่าการใช้พลังงานจะเพิ่มขึ้น 30 เปอร์เซ็นต์ ถ้าอุณหภูมิภายในอาคารที่ตั้งไว้ที่ 24 องศาเซลเซียส ถูกตั้งให้สามารถปรับลดลงไปได้ถึงที่ 20 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสนั้นสามารถพบได้ทั่วไปในอาคารสมัยใหม่ในประเทศมาเลเซีย และ ประเทศไทย

การจัดการพลังงานแสดงถึง ความเข้าใจการตรวจวัดของค่าต่างๆ ของระบบพลังงาน รวมทั้งอุณหภูมิและความชื้นในอาคาร ค่าต่าง ๆ ที่สำคัญของงานระบบเหล่านี้จะถูกเฝ้าดูและเก็บบันทึก นอกจากนั้นสำหรับเฉพาะในแต่ละชั้น ค่าต่าง ๆ ต่อไปนี้จะถูกบันทึกไว้ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้กับระบบแสงสว่าง ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก (คอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์) และปริมาณของภาระการทำความเย็น รวมทั้งอุณหภูมิและการตั้งค่าต่างๆ ของระบบไฟฟ้าส่องสว่าง ก็จะถูกบันทึกไว้ด้วย

การจัดการพลังงานนี้จะทำให้สามารถติดตามประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารและระบบต่าง ๆ ได้อย่างใกล้ชิด และจะมีการแก้ไขปรับปรุงทันทีเมื่อประสิทธิภาพลดลง สำหรับกระทรวงในฐานะของผู้ใช้อาคาร จะมีการแต่งตั้งผู้จัดการด้านพลังงานเพื่อทำการติดตามประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคารอย่างใกล้ชิด

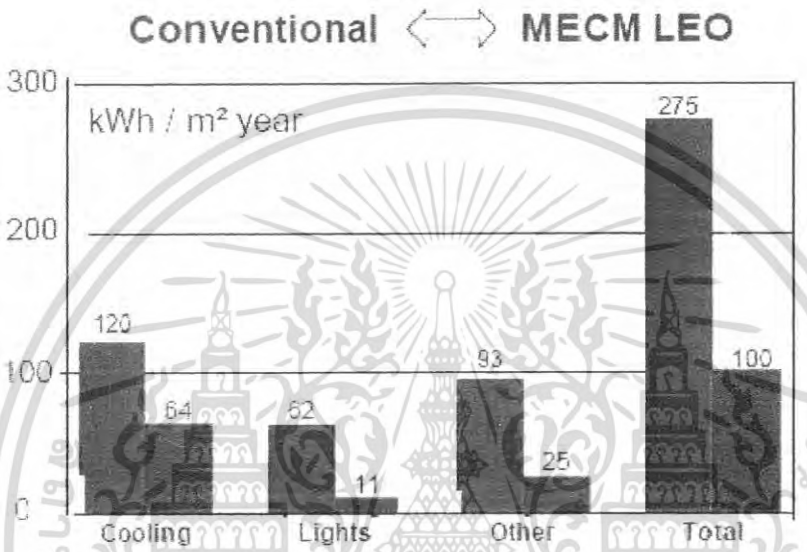
ประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคาร

ในปัจจุบัน ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร LEO มาจากการจำลองด้วยโปรแกรม Energy - 10 เท่านั้นขณะนี้กำลังเป็นช่วงที่มีการทำงานด้านการออกแบบละเอียดและแบบก่อสร้าง รวมทั้งสรุปทางเลือกที่จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของอาคาร อย่างไรก็ตามการทำงานที่คำนึงถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพสูงสุดนี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนในความพยายามต่าง ๆ ที่จะสนับสนุนการประหยัดพลังงาน

ภาพด้านล่าง แสดงถึงการเปรียบเทียบระหว่าง อาคารอ้างอิงและ อาคาร MECM LEO จะสังเกตได้ว่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับระบบส่องสว่าง ลดลงอย่างมาก สำหรับ "Others" ในที่นี้หมายรวมไปถึงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้กับปั๊ม พัดลม และเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็กด้วย

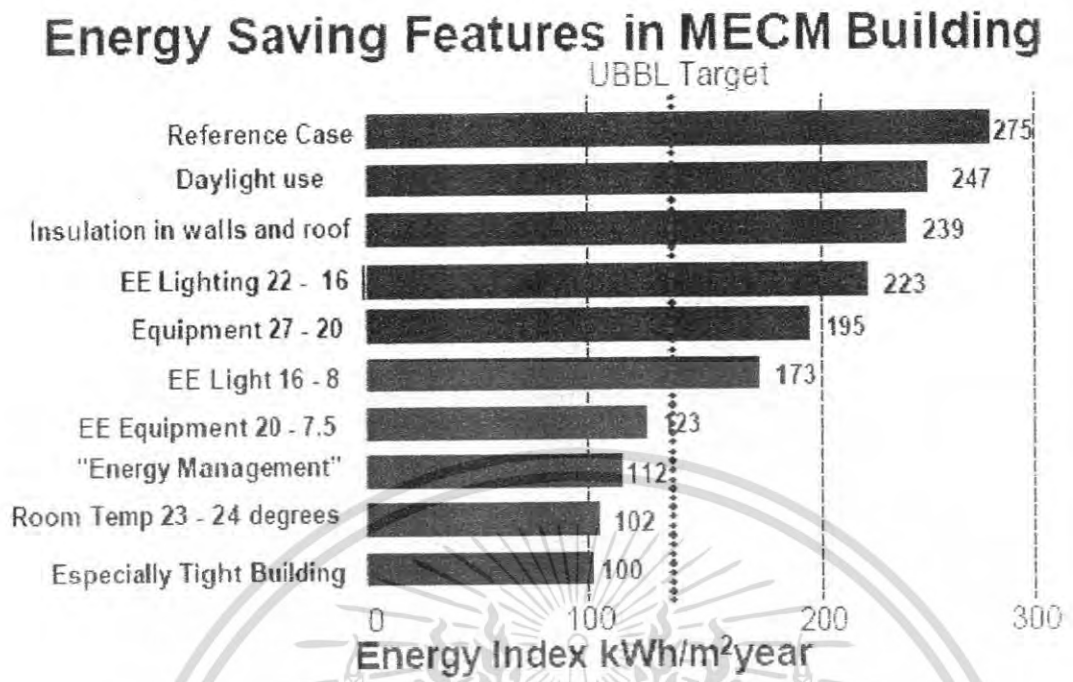


ภาพที่ 3.38 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบระหว่าง อาคารอ้างอิงและ อาคาร MECM LEO

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

แผนภูมิถัดไป แสดงการลดปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้ารวมของอาคารจาก 275 เป็น 100 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร-ปี "UBBL Target" คือปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมซึ่งสัมพันธ์กับข้อกำหนดควบคุมอาคารใหม่ที่กำลังจะประกาศใช้สำหรับอาคารที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัยในประเทศมาเลเซีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.39 The diagram illustrates how the reduction in energy consumption from 275 to 100 kWh/m^{2}year

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

ขั้นแรกของมาตรการคือการกำหนดระยะการติดตั้งแสงสว่างประดิษฐ์ให้ถอยร่นเข้ามาจากกรอบอาคารตามเส้นรอบรูปของอาคารซึ่งเป็นผลมาจากการใช้แสงสว่างธรรมชาติ ผนังอาคารเป็นผนังต้านทานความร้อน ซึ่งมีความเป็นฉนวนโดยการใช้คอนกรีตแบบมีฉนวนอากาศหนา 200 มิลลิเมตร แทนที่ผนังก่ออิฐหนา 150 มิลลิเมตร ที่ใช้กันทั่วไปสำหรับหลังคามีการใส่ฉนวนกันความร้อนที่เป็นใยแร่หนา 100 มิลลิเมตร เปรียบเทียบกับการใส่ฉนวนหนาเพียง 25 มิลลิเมตร ในอาคารทั่วไป

การประหยัดพลังงานส่วนใหญ่มาจากการใช้ระบบส่องสว่างและอุปกรณ์ในสำนักที่ประหยัดพลังงาน การออกแบบระบบปรับอากาศธรรมดาอยู่ที่ 22 วัตต์ต่อตารางเมตร สำหรับภาระการทำความเย็นที่มาจากระบบส่องสว่างและ 27 วัตต์ต่อตารางเมตร สำหรับภาระการทำความเย็นที่มาจากอุปกรณ์สำนักงาน ในอาคาร LEO การออกแบบระบบทำความเย็นอยู่ที่ 16 วัตต์ต่อตารางเมตร สำหรับภาระการทำความเย็นที่มาจากระบบส่องสว่าง และ 20 วัตต์ต่อตารางเมตร สำหรับภาระการทำความเย็นที่มาจากอุปกรณ์สำนักงาน การลดจำนวนการติดตั้งกำลังไฟฟ้าสำหรับระบบส่องสว่างและอุปกรณ์สำนักงานจึงมีผลอย่างมาก และสามารถลดการใช้พลังงานลงเหลือ 195 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร-ปี

อย่างไรก็ตาม การศึกษาได้แสดงให้เห็นว่า การติดตั้งระบบแสงสว่างจริง และปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ต้องการสำหรับอุปกรณ์ประกอบอาคาร อาจทำให้กำลังไฟฟ้าที่เป็นภาระการทำ

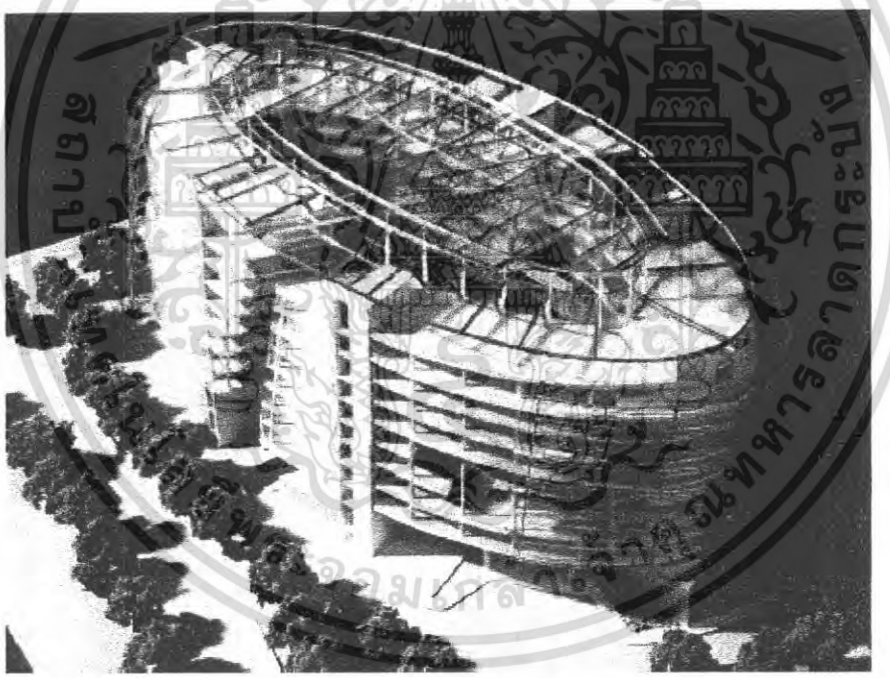
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเย็นสำหรับระบบปรับอากาศลดลงเหลือ 8 วัตต์ต่อตารางเมตร และ 7.5 วัตต์ต่อตารางเมตร ตามลำดับ ด้วยการใช้ระบบส่องสว่างที่มีประสิทธิภาพ และอุปกรณ์สำนักงานที่ประหยัดพลังงาน ซึ่งจะสามารถลดการใช้พลังงานลงเหลือ 123 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร-ปี การจัดการพลังงาน การเพิ่มอุณหภูมิที่ตั้งไว้ขึ้น 1 องศา และการก่อสร้างอาคารที่รัดกุมไม่มีการรั่วซึมของอากาศ สามารถที่จะลดการใช้พลังงานลงเหลือ 100 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร-ปี ได้ หากเกินไปจากจุดนี้แล้ว การประหยัดพลังงานจะไม่ถือว่ามีความเป็นไปได้ทางด้านการลงทุน เนื่องจากราคาพลังงานไฟฟ้าในประเทศมาเลเซียอยู่ที่ประมาณ 3 บาทต่อกิโลวัตต์-ชั่วโมง

3.2.7 อาคาร GAMUDA HEADQUARTERS (1998) ประเทศมาเลเซีย

สถานที่ตั้ง The Kota Kemuning Business Park, Shah Alam, Malaysia

สถาปนิก Ken Yeang



ภาพที่ 3.40 หุ่นจำลอง อาคาร GAMUDA HEADQUARTERS

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

อาคาร GAMUDA HEADQUARTERS เป็นอาคารสำนักงานที่มีผังรูปวงรีโดยแยกเป็น 2 อาคารในแนววงรีเดียวกันและมีพื้นที่ว่างเป็นคอร์ตภายในซึ่งสามารถมองเห็นได้จากทุก ๆ ชั้น ความสูงของชั้นล่างของอาคารสำนักงานนี้เท่ากับ 12 เมตร วัดจากพื้นดินซึ่งใช้เป็นพื้นที่ว่างสาธารณะมีการจัดสวนและปลูกไม้ยืนต้นเชื่อมโยงสายตาจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคาร อาคารหลังนี้มีความสูงอยู่ที่ 10 ชั้น

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

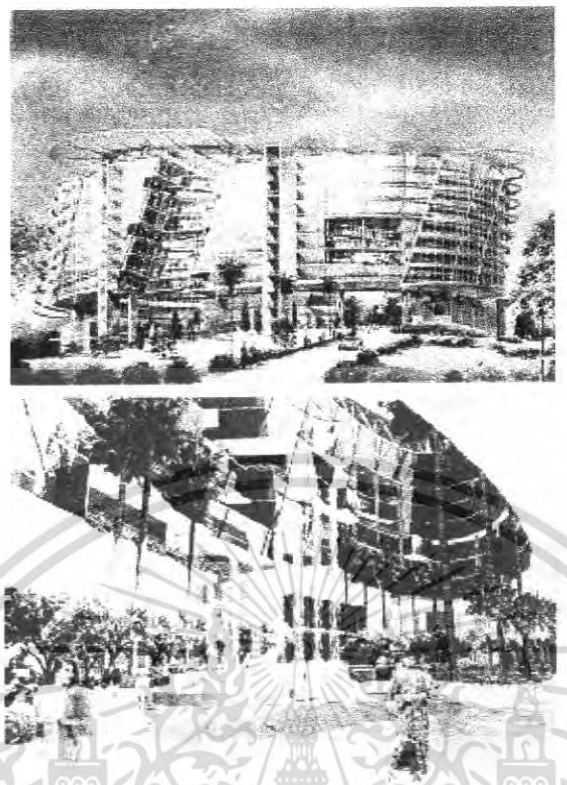
ในการออกแบบอาคารหลังนี้ทางสถาปนิกได้นำแนวความคิดในเรื่องของการออกแบบโดยประหยัดพลังงานด้วยวิธีธรรมชาติ (Passive low - energy structure) โดยให้ความสำคัญในเรื่องของการวางทิศทางของอาคารและตำแหน่งพื้นที่ใช้สอย Core ลิฟต์จะอยู่ในทิศตะวันตก และตะวันออกเพื่อช่วยกันความร้อนจากดวงอาทิตย์ รูปทรงของอาคารนี้ Ken Yeang ได้แนวความคิดมาจากการคำนวณ Sun Shade ที่จะเกิดขึ้นใน Latitude ที่ตั้งของพื้นที่อาคารจะแบ่งเป็น 8 ส่วนตามทิศทาง (เหนือ ใต้ ตะวันออก ตะวันตก ตะวันออกเฉียงเหนือ ตะวันออกเฉียงใต้ ตะวันตกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้) และนำมาทดสอบกับเครื่องคำนวณ Sun Shade และหาค่า OTTV ซึ่งจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศภายในอาคาร

ภาพที่ 3.41 หุ่นจำลอง อาคาร GAMUDA HEADQUARTERS ในแนวระดับ

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

อาคารวางทิศทางรับลมธรรมชาติผ่านทางโถงโล่งด้านล่างของอาคาร กระแสลมจะพัดขึ้นทางแนวดิ่งวิธีการนี้ทาง Ken Yeang ได้แนวความคิดมาจากการทดสอบของมหาวิทยาลัยแห่งชาติสิงคโปร์ (National University of Singapore) ที่ได้ทำการวิเคราะห์ทิศทางกระแสลมธรรมชาติสำหรับพื้นที่สาธารณะ และมีการทดสอบ Energy - embodiment studies (EES) เพื่อหาวัสดุที่จะนำมาใช้กับอาคารหลังนี้และวิเคราะห์ถึงการกำหนดสภาพนิเวศวิทยาสำหรับสวนภายในอาคารหลังนี้ว่าจะต้องมีลักษณะใดในการนำมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.42 ทัศนียภาพภายนอก/ภายในอาคาร GAMUDA HEADQUARTE

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

การกำหนดแนวของผิวที่ห่อหุ้มอาคารตามแนวตั้งมีการกำหนดโดยพิจารณาพื้นที่ใช้สอยภายในส่วนนั้น ๆ โดยแบ่งเป็นโซน ๆ ดังนี้

1) ส่วนบริการ
2) ส่วนใช้สอยของพนักงาน
3) ส่วนพื้นที่ว่าง
4) ส่วนทางสัญจร
5) ส่วน Climatic buffer

ระบบสัญจรภายในอาคารมีการผสานการใช้งานในการเดินทางหลาย ๆ ชนิดเข้าด้วยกันตามลำดับเริ่มจากการเดินเท้าทั้งแนวตั้งและแนวดิ่ง บันไดเลื่อนทางหลัก และทางรอง ลิฟต์โดยสาร ลิฟต์บริการ และลิฟต์ฉุกเฉินทำให้การใช้งานสามารถทำได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.43 ผังอาคาร GAMUDA HEADQUARTE

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

จุดที่หน้าสนใจ

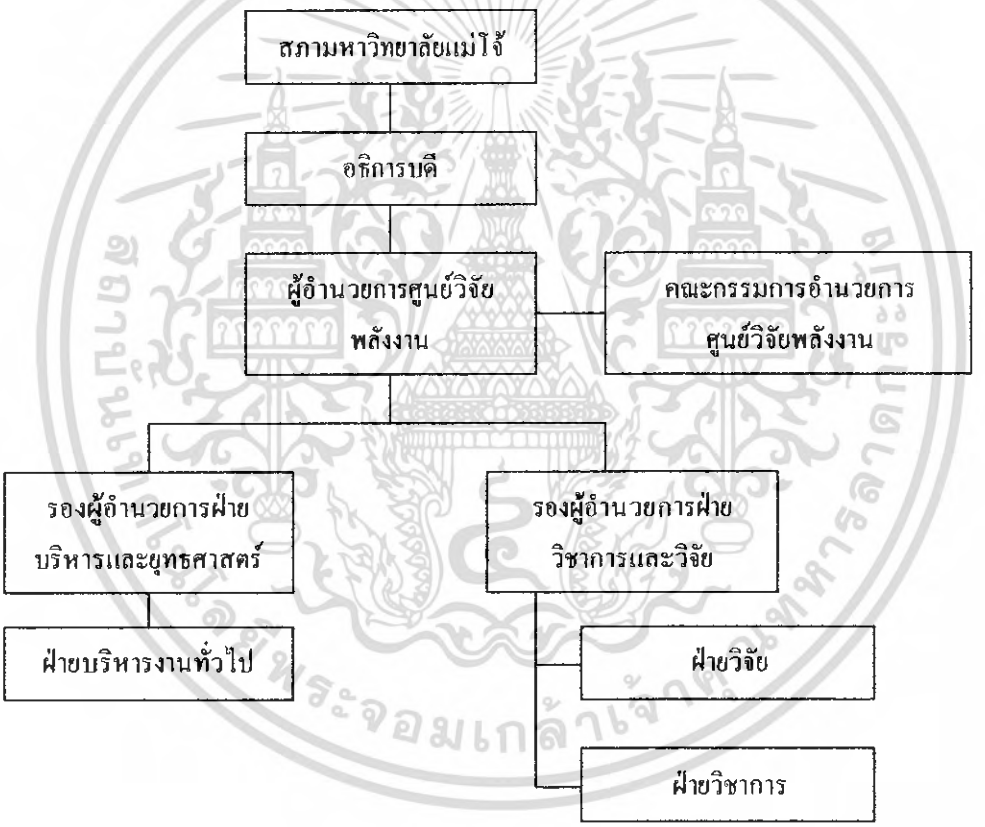
เป็นอาคารที่ใช้ระบบประหยัดพลังงานชนิด PASSIVE Low-energy structure โดยให้ความสำคัญถึงการจัดวางอาคาร และตำแหน่งพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร รูปทรงอาคารผู้ออกแบบได้แนวความคิดมาจากการคำนวณ SUN SHADE และมีการคำนวณหาค่า OTTV เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการปรับอากาศภายในอาคาร โถงด้านล่างมีการนำลมธรรมชาติมาใช้ และมีการวิเคราะห์ระบบนิเวศวิทยาที่เหมาะสมสำหรับสวนในอาคารหลังนี้ว่าควรเป็นสวนลักษณะใดในการนำมาใช้ ระบบสัญจรมีการผสานหลาย ๆ ระบบเข้าด้วยกันเพื่อให้มีการใช้งานที่สะดวกทั้งทางสัญจรแนวราบแนวดิ่งโดยคำนึงถึงตำแหน่งที่เชื่อมต่อกันได้ง่ายและช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่อาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การศึกษาองค์ประกอบและพฤติกรรมผู้ใช้โครงการ

4.1 โครงสร้างการบริหารงานของโครงการ

โครงสร้างการบริหารงานศึกษาจากรูปแบบการบริหารงานเดิมของศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งเป็นรูปแบบการบริหารงานตามหน่วยงานในกำกับของสภามหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยนำมาศึกษาเพื่อหาความเหมาะสมให้กับโครงการ ศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

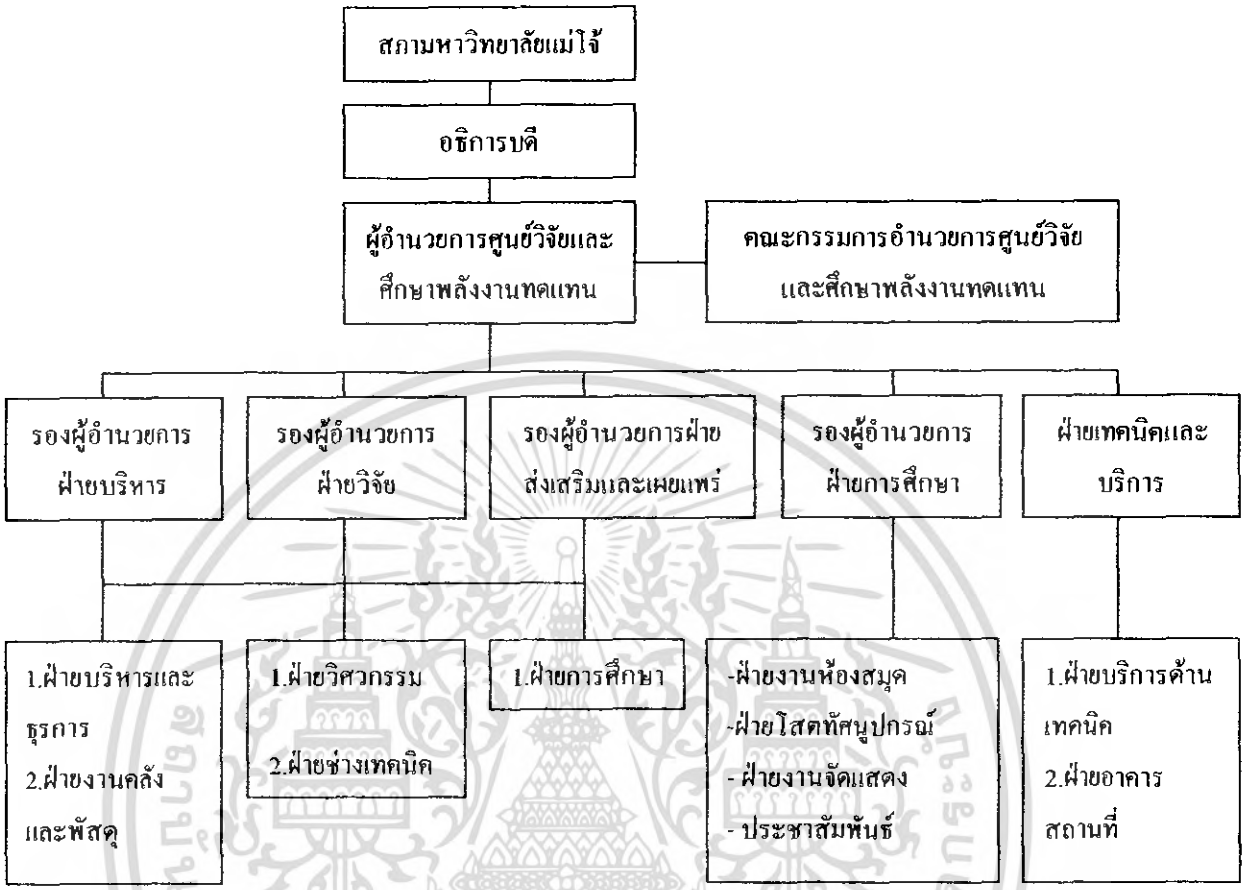


ภาพที่ 4.1 แสดงการบริหารของศูนย์วิจัยพลังงาน

จากโครงสร้างการจัดผังองค์กรของ ศูนย์ วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (ภาพที่ 4.1) พบว่าการบริหารงานโดยผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพลังงานแล้วกระจายมายังรองผู้อำนวยการฝ่ายต่าง ๆ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับ สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสถาบันวิจัยและพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดังนั้นรูปแบบการจัดผังจึงอ้างอิง การจัดผังของทั้ง 2 สถาบัน เนื่องจากต้องการเพิ่มศักยภาพในการวิจัย การศึกษา และการเผยแพร่ ข้อมูลด้านพลังงานทดแทน



ภาพที่ 4.2 แสดงผังการบริหาร ศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน

รูปแบบการจัดผังบริหารจัดวางจากรูปแบบตามองค์ประกอบโครงการที่ได้เพิ่มขึ้นจากเดิม และนำรูปแบบจัดองค์ประกอบของ สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เนื่องจากเป็นรูปแบบการเพิ่มศักยภาพในการวิจัย และการถ่ายทอดงานวิจัยสู่บุคคลภายนอกโดยเป็นรูปปแบบที่เน้นในการออกไปสู่การทำวิจัยภายนอก โดยการร่วมกันของ 3 ฝ่าย คือ ฝ่ายบริหาร ฝ่ายวิจัย และฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่ ตามความเหมาะสมของงานวิจัย

4.2 องค์ประกอบโครงการ

ศูนย์วิจัย และศึกษาพลังงานทดแทน มีรูปแบบความสัมพันธ์ และหน้าที่รับผิดชอบของหน่วยงานต่าง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ฝ่ายบริหาร

มีหน้าที่ในการบริหารรวมทั้งกำหนดแนวทาง นโยบายการบริหารจากมหาวิทยาลัย และจัดการศูนย์ฯ ประกอบด้วย 2 ฝ่ายย่อย ได้แก่ ฝ่ายบริหารและธุรการโครงการ และฝ่ายงานคลังและพัสดุ มีหน้าที่ดังนี้

ก. ฝ่ายบริหารและธุรการโครงการ มีหน้าที่ในการบริหารรวมทั้งกำหนดแนวทาง นโยบายการบริหารจากมหาวิทยาลัย และจัดการศูนย์ฯ ประสานงานติดต่อหน่วยงานที่สังกัด ได้แก่ สำนัก งานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน ประกอบด้วยบุคลากรได้แก่

- ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน
- รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร
- เลขานุการ
- เจ้าหน้าที่บัญชีและการเงิน
- เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป

ข. ฝ่ายงานคลังและพัสดุ มีหน้าที่จัดการเรื่องงบประมาณการเบิกใช้วัสดุ รวมถึงเรื่องการเงิน การบัญชีงบประมาณของโครงการ ประกอบด้วยบุคลากรได้แก่

- เจ้าหน้าที่นโยบายและแผน
- นักวิชาการพัสดุ
- เจ้าหน้าที่บัญชีและการเงิน

4.2.2 ฝ่ายวิจัย

มีหน้าที่รับผิดชอบในด้านการค้นคว้าและวิจัยพลังงานทดแทนประเภทต่าง ๆ เพื่อหาคุณสมบัติในการนำมาใช้เป็นพลังงานทางเลือก ประกอบกับการผลิตเทคโนโลยีเพื่อช่วยในการเพิ่มศักยภาพพลังงานทางเลือก ประกอบด้วยบุคลากร

- รองผู้อำนวยการฝ่ายวิจัย
- เลขานุการ

ประกอบด้วย 2 ฝ่ายย่อย ได้แก่ ฝ่ายวิศวกรรม และ ฝ่ายช่างเทคนิค ได้แก่

ก. ฝ่ายวิศวกรรม เป็นหน่วยงานที่มีความสามารถในด้านวิศวกรรมสาขาต่างๆในโครงการมีหน้าที่ในการศึกษาวิจัยงานวิจัยในโครงการต่าง ๆ ที่ได้รับมอบหมาย ประกอบด้วยบุคลากรได้แก่

- นักวิจัย
- วิศวกรไฟฟ้า
- วิศวกรสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิศวกรเครื่องกล

ข. ฝ่ายช่างเทคนิค เป็นช่างที่มีหน้าที่ทางด้านเทคนิคงานช่าง ที่ใช้ช่างเครื่องกลเฉพาะด้าน ประกอบด้วยบุคลากรได้แก่ ช่างเทคนิคต่าง ๆ

4.2.3 ฝ่ายการศึกษา

มีหน้าที่จัดการเรียนการสอน ตามหลักสูตรการศึกษา และถ่ายทอดความรู้เชิงประจักษ์แก่นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์สาขาพลังงานทดแทน ประกอบด้วยบุคลากรได้แก่

- รองผู้อำนวยการฝ่ายการศึกษา
- หัวหน้าฝ่ายส่งเสริมการศึกษา
- อาจารย์ประจำ
- อาจารย์พิเศษ

4.2.4 ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่

มีหน้าที่รับผิดชอบงานในด้านสารนิเทศ การประชาสัมพันธ์บริการข้อมูลในรูปของการจัดแสดงนิทรรศการ ทั้งถาวร และหมุนเวียน รวมไปถึงการจัดบริการห้องสมุด และข้อมูลอ้างอิงทางวิชาการในรูปแบบต่าง ๆ ประกอบด้วยบุคลากรได้แก่

- รองผู้อำนวยการฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่
- ฝ่ายงานห้องสมุด
- ฝ่ายโสตทัศนูปกรณ์
- ฝ่ายวิทยากรบรรยาย
- ประชาสัมพันธ์

4.2.5 ฝ่ายเทคนิคและบริการ

มีหน้าที่ต่อการให้บริการสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานแก่โครงการ การสนับสนุนหน่วยงานอื่น ๆ ในโครงการ ประกอบด้วยบุคลากรได้แก่

- เจ้าหน้าที่ฝ่ายซ่อมบำรุง
- เจ้าหน้าที่ฝ่ายอาคารและสถานที่
- นักการภารโรง และแม่บ้าน
- พนักงานรักษาความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ประเภทและพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ

4.3.1 ประเภทของผู้ใช้โครงการ

กลุ่มผู้ใช้โครงการแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

ก. **ผู้ใช้บริการ** หมายถึง ผู้ที่มาใช้บริการเพื่อการศึกษาค้นคว้า หรือขอใช้บริการด้านข้อมูล รวมไปถึงการเข้าเยี่ยมชมการปฏิบัติงาน การเข้ารับการสัมมนาและการฝึกอบรมทางด้านวิชาการ โดยสามารถแบ่งกลุ่มผู้ใช้ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

- นักศึกษาภาควิชาพลังงานทดแทน เป็นกลุ่มนักศึกษาผู้ใช้โครงการเป็นประจำ โดยจะเข้ามาศึกษา และปฏิบัติการตามหลักสูตรการศึกษา เป็นอีกเป้าหมายสำคัญของโครงการนี้ เพราะเป็นกลุ่มที่จะได้รับการถ่ายทอดความรู้ด้านพลังงานเพื่อนำความรู้ออกไปปฏิบัติได้จริง

- นักศึกษา เป็นกลุ่มที่เข้ามาชมเพื่อหาความรู้ในด้านของพลังงานทดแทน และการอนุลักษณ์พลังงาน เพื่อให้ความรู้และเป็นการให้บริการด้านการศึกษากับนักศึกษาจากต่างมหาวิทยาลัย โดยจะเป็นการจัดแสดงนิทรรศการ หรือการบรรยายเสริมพิเศษ จึงเป็นประโยชน์มากต่อผู้ใช้บริการกลุ่มนี้ โดยส่วนมากจะมาเป็นกลุ่มตามที่สถานศึกษาจัด

- ประชาชนทั่วไป ผู้ใช้บริการกลุ่มนี้มีทั้งกลุ่มผู้ที่สนใจเข้ามาศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ใช้บริการทางด้านข้อมูล เข้าเยี่ยมชมการปฏิบัติงานรวมถึงการพักผ่อนหย่อนใจในการเข้าชมศูนย์ฯ

- ผู้ประกอบการด้านพลังงาน เป็นกลุ่มที่เข้ามาด้วยจุดประสงค์ทางด้านธุรกิจเป็นสำคัญ อันได้แก่การแสวงหาพลังงานใหม่ ๆ เพื่อการลงทุนการหาข้อมูลเพื่อการตัดสินใจทางธุรกิจ หรือการใช้บริการด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานใหม่ ๆ กับธุรกิจของตน

ข. **ผู้ให้บริการ** หมายถึง เจ้าหน้าที่ของโครงการ ซึ่งทำหน้าที่และให้การบริการในส่วนงานที่รับผิดชอบตามฝ่ายต่างๆ โดยสามารถแบ่งกลุ่มผู้ให้บริการออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

- เจ้าหน้าที่ระดับบริหาร เป็นผู้ดำเนินการบริหารโครงการและบริหารงานในส่วนต่างๆให้ดำเนินไปตามแนวนโยบายของศูนย์ฯ

- เจ้าหน้าที่ทั่วไป เป็นผู้ที่ทำงานประจำตามส่วนต่าง ๆ ภายในศูนย์ฯ โดยรับคำสั่งจากเจ้าหน้าที่ระดับบริหาร

- นักวิจัย วิศวกรและช่างเทคนิค เป็นผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยทางด้านพลังงาน ที่จะใช้โครงการเป็นหลัก โดยจะมีหน้าที่ในการศึกษาวิจัย และพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพในการพัฒนาในด้านพลังงานทดแทน เป็นกลุ่มคนที่เป็นเป้าหมายสำคัญของโครงการนี้ เพราะเป็นประโยชน์ในการวิจัยและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นในการค้นคว้าและวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อาจารย์ เป็นผู้ที่จัดการเรียนการสอนให้ความรู้ และวิธีปฏิบัติงานการใช้พลังงานแก่นักศึกษา ตามหลักสูตร

- ลูกจ้างประจำ เป็นผู้ที่ทางศูนย์ฯรับเข้ามาเพื่อช่วยงานด้านต่าง ๆ ภายในศูนย์ฯ คือ พนักงานห้องทดลอง พนักงานรักษาความปลอดภัยพนักงานทำความสะอาด และพนักงานในส่วนบริการโครงการอื่น ๆ

ค. ผู้มาติดต่อ หมายถึง บุคคลที่มิได้เข้ามาใช้โครงการโดยตรง แต่มาเพียงติดต่อกับเจ้าหน้าที่ในส่วนต่าง ๆ เท่านั้น โดยสามารถแบ่ง ได้ดังนี้

- เจ้าหน้าที่ หรือหน่วยงานด้านพลังงานอื่น ๆ ที่จะเข้ามาเพื่อติดต่อรับข้อมูลข่าวสาร หรือแลกเปลี่ยนข่าวสารกัน

- ผู้ประกอบธุรกิจพลังงาน ที่เข้ามาเพียงติดต่อขอข้อมูลเพิ่มเติม หรือรายงานผลการปฏิบัติงานแก่ศูนย์เพียงเท่านั้น

จากกลุ่มผู้ใช้โครงการจะสามารถจำแนกผู้ใช้ออกตามช่วงเวลาการใช้งานโครงการ โดยใช้ข้อมูลจากสถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งแบ่งช่วงเวลาการใช้งานภายในโครงการเป็น 3 ช่วงเวลา คือ

ก. ผู้ใช้งานในช่วงเวลาปกติ คือ 08.30 - 16.30 น. ได้แก่ เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในศูนย์ฯ ทั้งเจ้าหน้าที่ทั่วไปและเจ้าหน้าที่ในฝ่ายบริหาร และอาจารย์ซึ่งทำงานประจำตามเวลาราชการ

ข. ผู้ใช้งานในช่วงเวลาให้บริการ คือ 09.00 - 16.30 น. ได้แก่ ผู้สนใจทั่วไปนักเรียนนักศึกษา และผู้ประกอบธุรกิจด้านพลังงาน ซึ่งเข้ามาศึกษา ภายในโครงการ หรือสอบถามหาข้อมูลการใช้พลังงานสำหรับโรงงานประเภทต่าง ๆ

ค. ผู้ใช้งานในช่วงเวลาตลอด 24 ชั่วโมง ได้แก่ เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการโครงการ และทีมนักวิจัยในโครงการ ซึ่งมีความจำเป็นต้องใช้โครงการได้ตลอดเวลา เพื่อทำการทดลอง และวิจัย

4.3.2 พฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ

พฤติกรรมของผู้ใช้โครงการจะเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของศูนย์ฯ การศึกษาพฤติกรรมของผู้ที่มาใช้โครงการ แบ่งได้ดังนี้

ก. เจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ แบ่งได้ 2 กลุ่ม ได้แก่

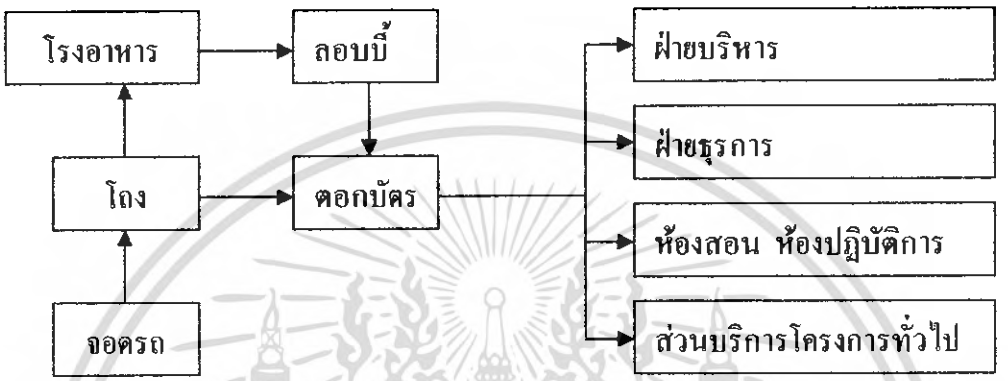
1) เจ้าหน้าผู้ให้บริการประจำ เจ้าหน้าที่ที่ทำหน้าที่ประจำตามส่วนงานภายในโครงการ ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1) <u>เจ้าหน้าที่ฝ่ายงานทั่วไป</u>

เจ้าหน้าที่ฝ่ายงานต่าง ๆ ทั้งเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหาร เจ้าหน้าที่ทั่วไป อาจารย์ และเจ้าหน้าที่บริการทั่วไป คิดจากช่วงเวลาทำการของทางราชการปกติ

08.30 - 12.00 น.	ลงเวลาทำงาน ปฏิบัติหน้าที่ตามหน่วยงาน
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหาร
13.00 – 16.30 น.	ปฏิบัติหน้าที่ตามหน่วยงาน

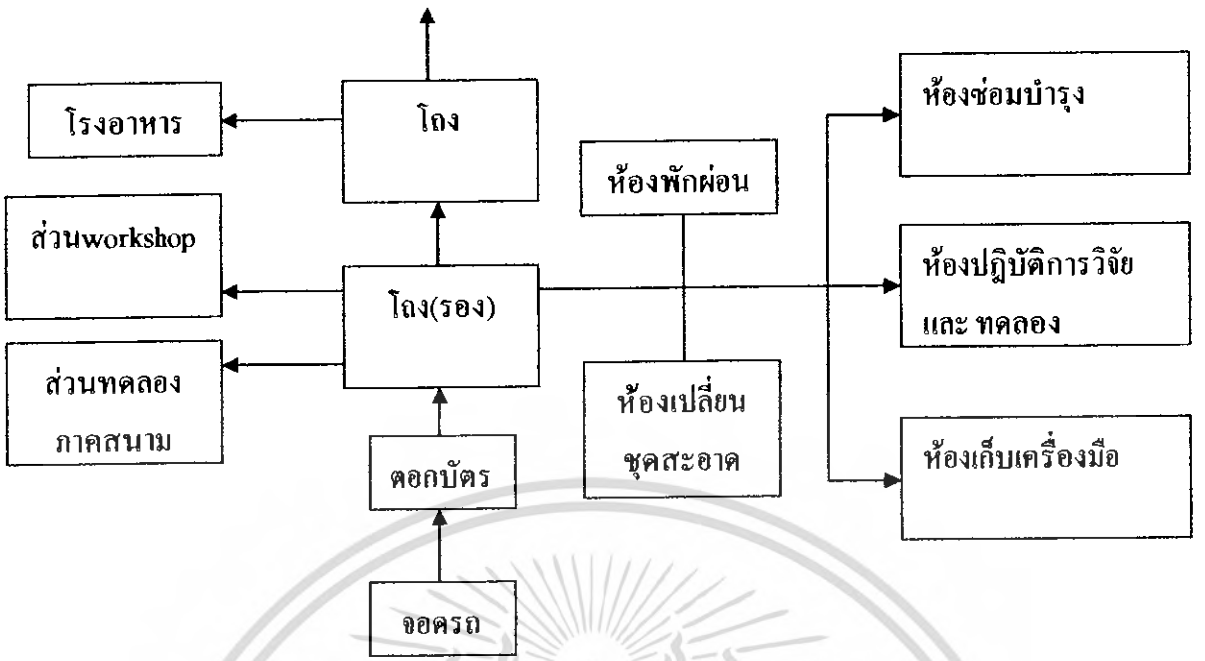


ภาพที่ 4.3 แสดงพฤติกรรมเจ้าหน้าที่ส่วนที่ให้บริการประจำ

1.2) <u>นักวิจัย วิศวกร และช่างเทคนิคของโครงการ</u>

เจ้าหน้าที่ส่วนงานด้านทดลองและพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาศักยภาพการใช้พลังงานทดแทน หน้าที่การทดลองนั้นบางครั้งอาจกินเวลาในการทดสอบหรือต้องการการทดลองในช่วงเวลากลางคืนด้วยดังนั้นการใช้ช่วงเวลาปฏิบัติงานนั้นจึงสามารถใช้โครงการได้ตลอดทั้งคืน (โดยใช้ข้อมูลมาจากหน่วยงานด้านวิศวกรรมของศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้)

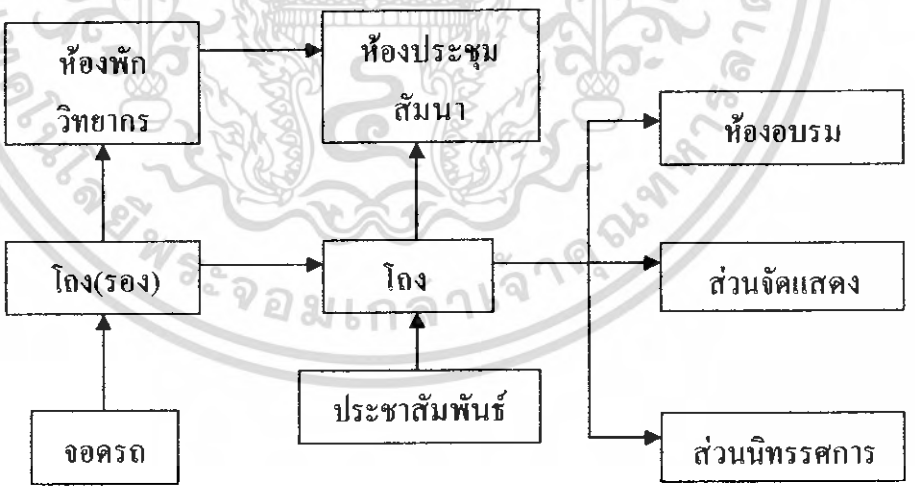
ห้องสมุด
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 แสดงพฤติกรรมเจ้าหน้าที่ส่วนนักวิจัยโครงการ

1.3) <u>เจ้าหน้าที่ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่</u>

เจ้าหน้าที่ส่วนนี้หน้าที่หลักเพื่อให้ความรู้แก่ผู้ใช้โครงการและประสาน งาน ให้วิทยากรจากภายนอกมาให้ความรู้ตามช่วงเวลาทำการของศูนย์



ภาพที่4.5 แสดงพฤติกรรมเจ้าหน้าที่ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่

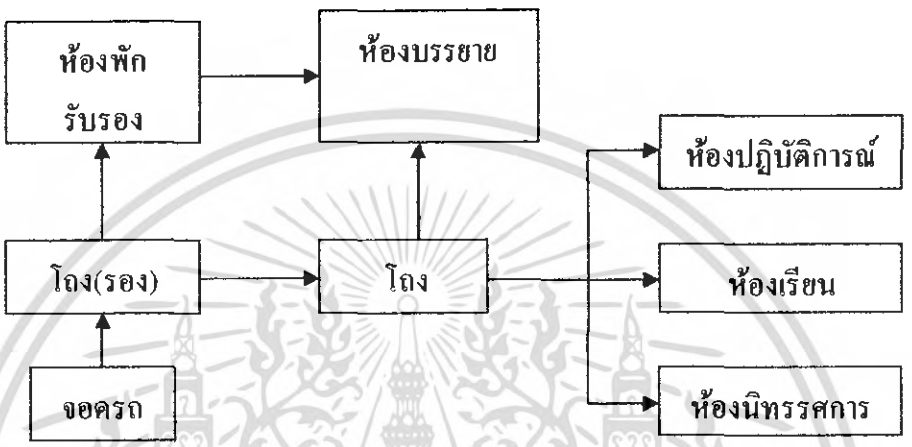
2) <u>**เจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการชั่วคราว**</u> เจ้าหน้าที่ที่มาให้บริการพิเศษ คือผู้ที่เข้ามาเพื่อให้บริการเฉพาะด้านตามจุดประสงค์ของการเข้ามาติดต่อกับศูนย์ฯ ในโครงการนี้จะมีเจ้าหน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิเศษที่โครงการติดต่อมาจากหน่วยงานอื่นที่มีความ สัมพันธ์กับโครงการ โดยโครงการนี้มีเจ้าหน้าที่จากภายนอกเข้ามาประกอบด้วย

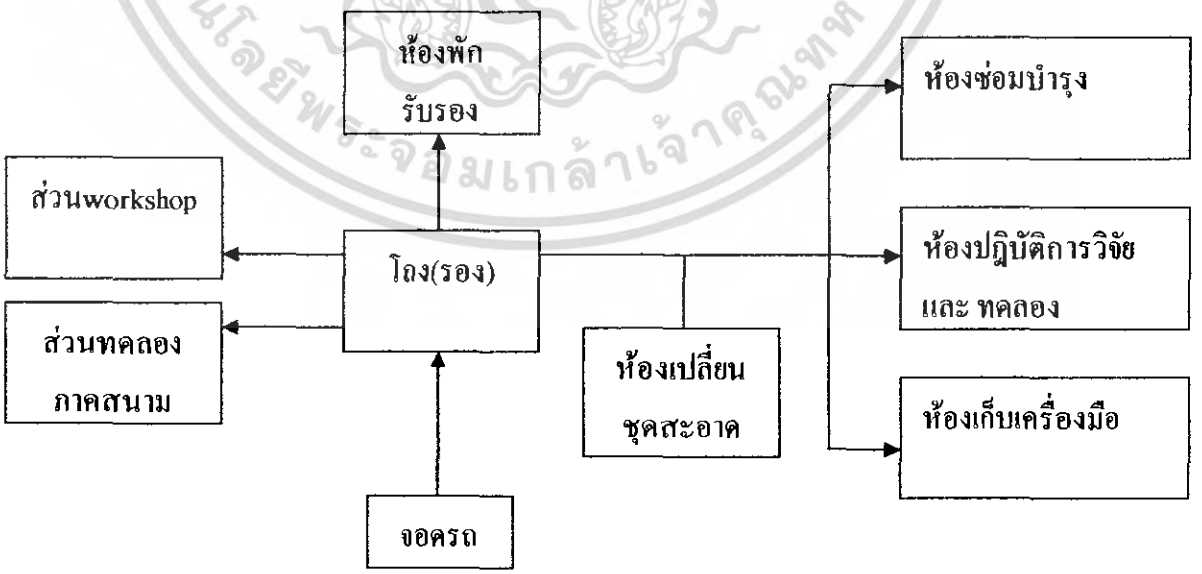
1.2) <u>วิทยากรจากภายนอกที่เข้ามาบรรยายพิเศษ</u>

เป็นวิทยากรเฉพาะที่เชิญมาบรรยายให้แก่ นักศึกษาในส่วนของการศึกษา หรือบรรยายในหัวข้อที่มีการจัดสัมมนาให้แก่ผู้ที่สนใจตามวาระ



ภาพที่ 4.6 แสดงพฤติกรรมของวิทยากรจากภายนอกที่เข้ามาใช้โครงการ

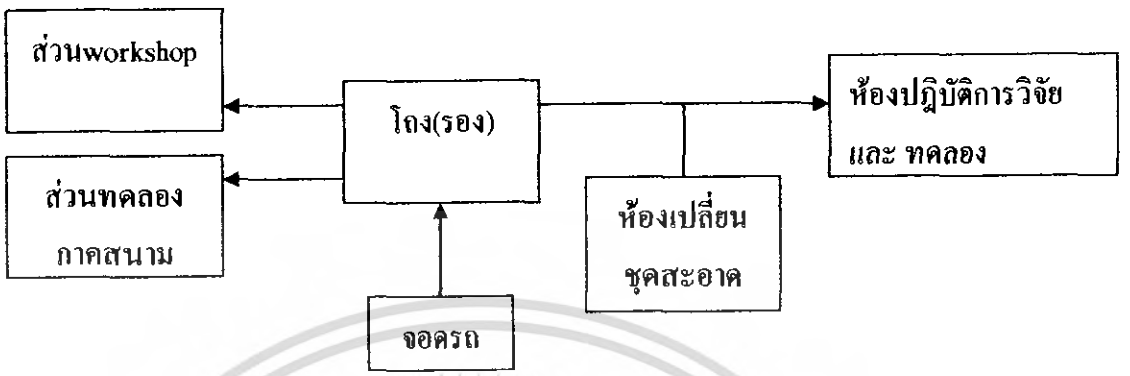
1.3) <u>นักวิจัยจากภายนอกที่เข้ามาในฐานะผู้ควบคุมเฉพาะ</u> เป็นนักวิจัย หรือวิศวกรที่ได้รับเชิญเข้ามาในโครงการเพื่อจุดประสงค์ด้านการนำเสนอ หรือให้แนวทางในการพัฒนางานวิจัย ซึ่งมาจากหน่วยงานด้านพลังงาน จากหน่วยงานจากภายนอก



ภาพที่ 4.7 แสดงพฤติกรรมของนักวิจัยจากภายนอกที่เข้ามาในฐานะผู้ควบคุมเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4) <u>เจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ</u> เป็นเจ้าหน้าที่หรือหน่วยงานจากศูนย์กลาง คือ กระทรวงพลังงาน หรือการไฟฟ้าฝ่ายผลิตซึ่งจะส่งช่างเข้ามาตรวจวัดคุณภาพ และศักยภาพของการผลิตพลังงานทดแทน

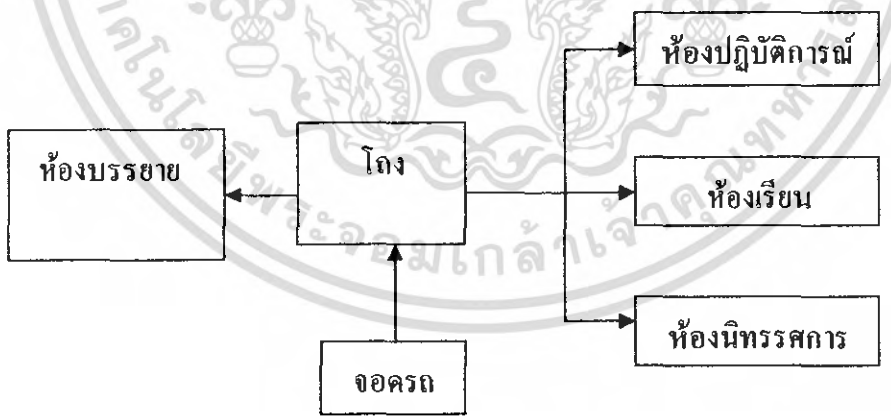


ภาพที่ 4.8 แสดงพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพจากส่วนกลาง

ข. ผู้ใช้บริการ แบ่งได้ 2 กลุ่ม ได้แก่

1) <u>นักศึกษาภาควิชาพลังงานทดแทน</u>

มีหน้าที่ในการเข้ามาศึกษา และปฏิบัติการ ตามหลักสูตรการศึกษาของทบวงมหาวิทยาลัย โดยการใช้โครงการจะเป็นช่วงเวลา ตามวิชาการเรียนการสอนของระเบียบมหาวิทยาลัย ซึ่งจะใช้โครงการในช่วงเวลาในช่วง 08.30 - 16.00 น.



ภาพที่ 4.9 *แสดงพฤติกรรมของนักศึกษา สาขาพลังงานทดแทน*

2) <u>นักศึกษาและประชาชนทั่วไป</u>

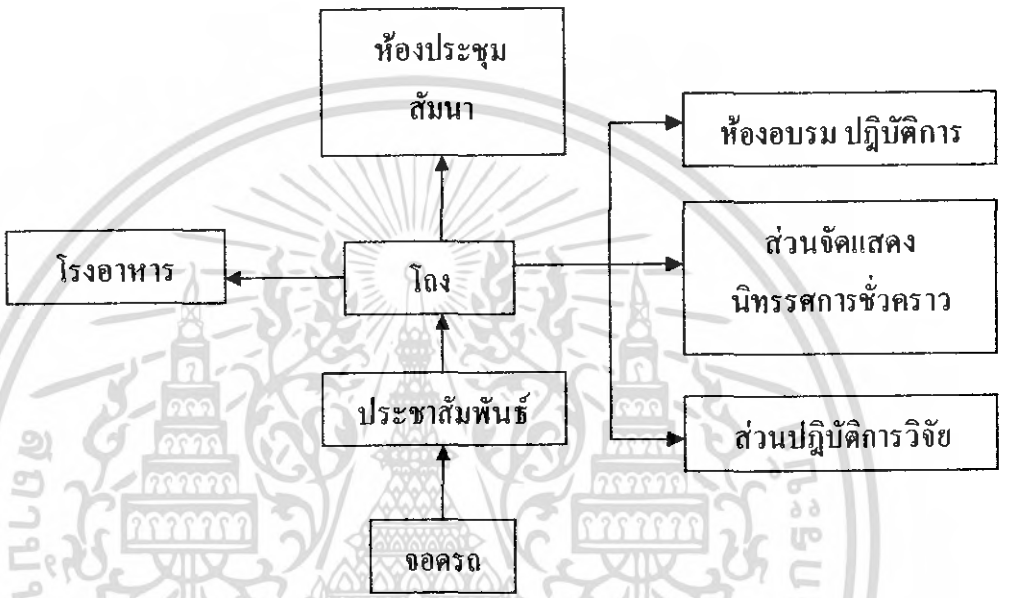
บุคคลภายนอกที่เข้ามาใช้บริการ โดยศูนย์จะเปิดบริการ ในช่วงวันจันทร์ - ศุกร์ ในช่วงเวลา 10.00 - 16.00 น. และหยุดในช่วงวันเสาร์ - อาทิตย์ เนื่องจากการใช้องค์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนนี้จำเป็นต้องใช้พนักงานในโครงการซึ่งเป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ จึงเปิดบริการในช่วง วันจันทร์ - ศุกร์ ซึ่งสามารถแยกประเภทของบุคคลที่เข้ามาใช้โครงการได้ดังนี้

- นักศึกษา สถาบันใกล้เคียงที่มาเพื่อรับความรู้จากศูนย์ โดยมากจะมาเป็นหมู่คณะ เป็นกลุ่มรถทัวร์ ซึ่งมักจะนัดไว้เพื่อเชิญวิทยากรมาบรรยาย

- ผู้ประกอบการด้านพลังงาน และประชาชนทั่วไป ที่เข้ามาใช้ศูนย์ ด้วยจุดประสงค์ทั่วไปคือหาข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการผลิต ซึ่งมักจะมาด้วยรถยนต์ส่วนตัว และไม่ได้นัดไว้ เพื่อมาชมนิทรรศการ หรือติดต่อขอข้อมูลจากเจ้าหน้าที่

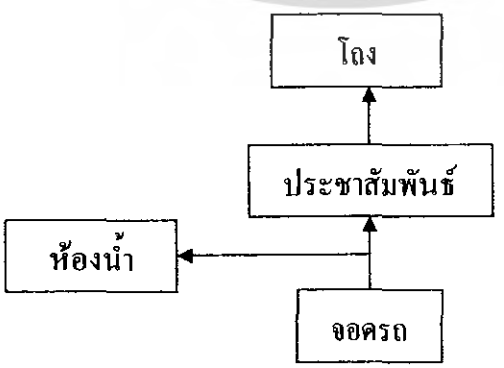


ภาพที่ 4.10 แสดงพฤติกรรมของนักเรียน นักศึกษา ผู้ประกอบการ และประชาชนทั่วไป

ค. ผู้มาติดต่อ ได้แก่

1) <u>ผู้ประกอบธุรกิจพลังงาน และเจ้าหน้าที่ หน่วยงานด้านพลังงาน</u>

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับศูนย์ฯ ซึ่งเข้ามายังโครงการเพียงแค่แลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารด้านการพัฒนาพลังงานกัน ซึ่งไม่จำเป็นต้องเข้ามาใช้ในโครงการ



ภาพที่ 4.11 แสดงพฤติกรรมของผู้ประกอบธุรกิจพลังงาน และเจ้าหน้าที่ หน่วยงานด้านพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การศึกษาวิเคราะห์อัตรากำลังของบุคลากรในโครงการ

เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานภายในศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน ในส่วนของบุคลากรในการวิเคราะห์หาจำนวนบุคลากรนั้น ประกอบด้วยบุคลากรเป็น 5 ฝ่ายของโครงการ (จากหัวข้อที่ 4.2) ประกอบด้วย

4.4.1 ฝ่ายบริหาร

4.4.2 ฝ่ายวิจัย

4.4.3 ฝ่ายการศึกษา

4.4.4 ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่

4.4.5 ฝ่ายเทคนิคและบริการ

จากการแบ่งองค์ประกอบออกเป็นส่วนๆนั้นเพื่อต้องการแยกคิดที่มาของจำนวนบุคลากรของโครงการโดยศึกษาจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่นำมาพิจารณาวิเคราะห์หาจำนวนบุคลากร

4.4.1 ฝ่ายบริหาร มีหน้าที่ในการบริหารรวมทั้งกำหนดแนวทาง นโยบายการบริหารจากมหาวิทยาลัย และจัดการศูนย์ฯ และ ประสานงานติดต่อหน่วยงานที่สังกัด โดยบุคลากรในส่วนนี้คิดอัตรากำลังได้จากการประยุกต์จากรูปแบบการบริหารของ สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำแนกได้เป็น

- ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน	1 อัตรา
- เลขานุการผู้อำนวยการ	1 อัตรา
- รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร	1 อัตรา
- เลขานุการรองผู้อำนวยการ	1 อัตรา
- เลขานุการกลาง	4 อัตรา
- เจ้าหน้าที่บัญชีและการเงิน	6 อัตรา
- เจ้าหน้าที่พัสดุ	1 อัตรา

4.4.2 ฝ่ายวิจัย มีหน้าที่รับผิดชอบในด้านการค้นคว้าและวิจัยพลังงานทดแทน เพื่อหาคุณสมบัติในการนำมาใช้เป็นพลังงาน ใช้รูปแบบการบริหารหน่วยงานด้านการวิจัย จากสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ซึ่งใช้นักวิจัยซึ่งเป็นฝ่ายวิศวกรรม และฝ่ายช่างเทคนิคร่วมกัน ประกอบด้วยบุคลากร

- รองผู้อำนวยการฝ่ายวิจัย	1 อัตรา
- เลขานุการ	1 อัตรา

ประกอบด้วย 2 ฝ่ายย่อย ได้แก่ ฝ่ายวิศวกรรมและฝ่ายช่างเทคนิค ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ฝ่ายวิศวกรรม เป็นหน่วยงานที่มีความสามารถในด้านวิศวกรรมสาขาต่างๆในโครงการมีหน้าที่ในการศึกษาวิจัยงานวิจัยในโครงการต่างๆที่ได้รับมอบหมาย ประกอบด้วยบุคลากรได้แก่

- เจ้าหน้าที่วิเคราะห์	2 อัตรา
- นักวิจัย	2 อัตรา
- วิศวกร	16 อัตรา

ข. ฝ่ายช่างเทคนิค เป็นช่างที่มีหน้าที่ทางด้านเทคนิคงานช่าง ที่ใช้ช่างเครื่องกลเฉพาะด้าน ประกอบด้วยบุคลากรได้แก่

- ช่างเทคนิค	18 อัตรา

4.4.3 ฝ่ายการศึกษา มีหน้าที่จัดการเรียนการสอน ตามหลักสูตรการศึกษา และถ่ายทอดความรู้เชิงประจักต์แก่นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์สาขาพลังงานทดแทน นำข้อมูลมาจากหลักสูตรการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาพลังงาน ประกอบด้วยบุคลากรได้แก่

- รองผู้อำนวยการฝ่ายการศึกษา	1 อัตรา
- เลขานุการ	1 อัตรา
- อาจารย์ประจำ	10 อัตรา
- อาจารย์พิเศษ	16 อัตรา

*หมายเหตุ: โดยทั่วไปแล้วอาจารย์ประจำ จะเป็นทั้งอาจารย์และวิศวกรของโครงการไปในตัว ส่วนอาจารย์พิเศษ คือนักวิจัยหรือนักวิชาการที่ได้รับเชิญมาบรรยายจากภายนอก

4.4.4 ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่ มีหน้าที่รับผิดชอบงานในด้านสารนิเทศ การบริการข้อมูลในรูปของการจัดแสดงนิทรรศการ รวมไปถึงการจัดบริการห้องสมุด ประกอบด้วยบุคลากรได้แก่

- รองผู้อำนวยการฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่	1 อัตรา
- เลขานุการ	1 อัตรา
- ฝ่ายงานห้องสมุด	4 อัตรา
- ฝ่ายโสตทัศนูปกรณ์	2 อัตรา
- ฝ่ายวิทยากรโครงการ	4 อัตรา
- ประชาสัมพันธ์	2 อัตรา

4.4.5 ฝ่ายเทคนิคและบริการ มีหน้าที่ต่อการให้บริการสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานแก่โครงการ การสนับสนุนหน่วยงานอื่น ๆ ในโครงการ ประกอบด้วยบุคลากรได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เจ้าหน้าที่ฝ่ายอาคารและสถานที่	3	อัตรา
- เจ้าหน้าที่รักษาพยาบาล	1	อัตรา
- พนักงานรักษาความสะอาด	3	อัตรา
- พนักงานรักษาความปลอดภัย (1 วัน 3 กะ)	9	อัตรา
รวมบุคลากรทั้งหมดในโครงการ	**91**	**อัตรา**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบของโครงการ

5.1 การศึกษาองค์ประกอบของโครงการ

5.1.1 การกำหนดองค์ประกอบของโครงการ

การศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบโครงการจะทำการศึกษาจากการนำองค์ประกอบจากวัตถุประสงค์ของโครงการแสดงถึงจุดประสงค์ความต้องการขององค์ประกอบหลักของโครงการ โดยการศึกษาวัตถุประสงค์ที่ต้องการของโครงการ

ดังนั้นการศึกษารายละเอียดองค์ประกอบของโครงการศูนย์วิจัยและศึกษาพลังงานทดแทน จะทำการศึกษาจากองค์ประกอบที่มีความจำเป็นกับโครงการแบ่งเป็น 5 ส่วนหลักคือ

ก. ส่วนบริหาร

เป็นส่วนบริหารงานประกอบด้วยสำนักงานทำหน้าที่ดำเนินงานขององค์กร ทั้งในด้านการบริหารและด้านการจัดหางบประมาณ

ข. ส่วนวิจัย

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่จัดทำงานวิจัยและศึกษาสำหรับการทำโครงการวิจัยจากทั้งภายในและนอกโครงการ แยกได้ดังนี้

1) ส่วนทำงานเจ้าหน้าที่ ฝ่ายวิศวกรรมและฝ่ายช่างเทคนิค

2) ส่วนปฏิบัติการวิจัยกลาง ทำหน้าที่เป็นส่วนจัดทำการทดลองวิจัยทางด้านการใช้พลังงานทดแทนในโครงการต่าง ๆ ตามแต่โครงงานวิจัยที่ได้รับการเสนอ

3) ส่วนปฏิบัติการทดลองและเก็บข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์

4) ส่วนปฏิบัติการศึกษาและพัฒนาศักยภาพเครื่องจักรโดยใช้พลังงานจากชีวมวลประเภท Gasification

ค. ส่วนการศึกษา

ทำหน้าที่จัดการให้การศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาของมหาวิทยาลัย แยกได้ดังนี้

1) ส่วนห้องทำงานของอาจารย์ ที่ให้การศึกษา

2) ส่วนห้องเรียนตามวิชาเรียน 4 ชั้นปี

3) ส่วนห้องเรียนคอมพิวเตอร์

4) ส่วนห้องประชุมอเนกประสงค์ขนาด 200 ที่นั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ส่วนปฏิบัติการศึกษาพลังงานทดแทน จัดทำการทดลองพลังงานสำหรับนักศึกษาตามหลักสูตรการศึกษา

ง. ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่

ทำหน้าที่ให้จัดอบรม บรรยาย และให้ข้อมูล ข่าวสารด้านพลังงานทดแทน การจัดนิทรรศการเรื่องพลังงานทดแทน รวมถึงการให้บริการห้องสมุด

1) ส่วนประชาสัมพันธ์ ติดต่อสอบถาม

2) ส่วนฝึกอบรม เพื่อมุ่งเน้นการพัฒนาประชาชนให้มีความรู้ในสายงานด้านพลังงานทดแทน

3) ส่วนเผยแพร่และสาธิตการอนุรักษ์พลังงาน

4) ส่วนนิทรรศการถาวร โดยการจำลองการเกิดขึ้นของพลังงานทดแทนแต่ละประเภท

5) ส่วนแสดงเทคโนโลยีทางด้านพลังงานทางเลือก (ซึ่งส่วนนี้จะเป็นการนำเสนอในส่วนของการวิจัย และส่วนผลงานการออกแบบของนักศึกษา)

จ. ส่วนงานเทคนิคและบริการ

ทำหน้าที่ให้บริการภายในโครงการรวมถึงควบคุมดูแลระบบทั้งหมดของโครงการ แยกได้ดังนี้

1) ส่วนทำงานฝ่ายอาคารสถานที่ ซึ่งทำหน้าที่ดูแลระบบภายในโครงการ

2) ส่วนห้องพยาบาล

3) ห้องพักนักวิจัย

4) ห้องพักแม่บ้าน ห้องเก็บของ

5.1.2 การศึกษารายละเอียดองค์ประกอบโครงการ

จากการศึกษาพฤติกรรมและจำนวนผู้ใช้โครงการ สามารถวิเคราะห์หาความต้องการขององค์ประกอบส่วนต่าง ๆ ของโครงการได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 แสดงการหาองค์ประกอบโครงการ

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย
ก. ส่วนบริหาร	
ส่วนกลาง	- โถงทางเข้า - ส่วนรับรองแขก - ห้องประชุม - ห้องน้ำ
1) ฝ่ายบริหารโครงการ	- ห้องทำงานผู้อำนวยการโครงการ - ห้องทำงานรองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร - ส่วนเลขานุการ
2) ฝ่ายบัญชีและการเงิน	- ห้องทำงานพนักงานฝ่ายบัญชีและการเงิน - ส่วนเลขานุการกลาง
3) ฝ่ายงานคลังและพัสดุ	- ห้องรับพัสดุ
ข. ส่วนวิจัย	
ส่วนกลาง	- โถงทางเข้า - ห้องประชุมวางแผนกลาง - ห้องน้ำ
1) ส่วนบริหารงานวิจัย	- ห้องรองผู้อำนวยการฝ่ายวิจัย - เลขานุการ
2) ส่วนปฏิบัติการวิจัยกลาง	- ห้องทดลองพลังงานและทำการเก็บข้อมูล(Laboratory) - พื้นที่ปฏิบัติการทดลองอเนกประสงค์ - ห้องเก็บอุปกรณ์ เครื่องมือ - ห้องอาบน้ำ แต่งตัว
3) ส่วนปฏิบัติการทดลองและเก็บข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์	- ลานทดลองเซลล์แสงอาทิตย์ กลางแจ้ง - ห้องทำงาน ระบบควบคุมและเก็บข้อมูลพลังงาน - ห้องแปลงพลังงานเป็นกระแสไฟฟ้า - ห้องเก็บอุปกรณ์ เครื่องมือ
4) ส่วนปฏิบัติการณ์ทดลองและวัดศักยภาพกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind turbine)	- ลานทดสอบกังหันลมกลางแจ้ง - ห้องทำงานระบบควบคุมและเก็บข้อมูล - ห้องแปลงพลังงานเป็นกระแสไฟฟ้า - ห้องเก็บอุปกรณ์ เครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) แสดงการหาองค์ประกอบโครงการ

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย
5) ส่วนปฏิบัติการวิจัย และพัฒนาเครื่องจักรพลังงานจากชีวมวลประเภท Gasification	- ห้องทดลองพลังงาน - ห้องทำงานและทำการเก็บข้อมูล - ส่วนทำการผลิตและทดสอบ - ห้องเก็บอุปกรณ์ เครื่องมือ
6) ส่วนปฏิบัติการณ์ทดลองและพัฒนาเครื่องจักรพลังงานน้ำ (Hydro turbine)	- พื้นที่ปฏิบัติการณ์ผลิตและพัฒนา - พื้นที่ปฏิบัติการณ์ทดสอบ - ส่วนวัดศักยภาพพลังงานที่ได้จากการผลิต - ห้องเก็บอุปกรณ์ เครื่องมือ
7) ฝ่ายวิศวกรรม	- ห้องทำงานเจ้าหน้าที่ ฝ่ายวิศวกรรม
8) ฝ่ายช่างเทคนิค	- ห้องทำงานเจ้าหน้าที่ ฝ่ายช่างเทคนิค
ค. ส่วนการศึกษา	
ส่วนกลาง	- โถงทางเข้า - ห้องประชุมใหญ่ 200 ที่นั่ง - ห้องน้ำ
1) ส่วนบริหารการศึกษา	- ห้องรองผู้อำนวยการฝ่ายการศึกษา - เลขานุการ - ห้องทำงานอาจารย์
2) ส่วนให้การศึกษา	- ห้องเรียนแยกตามชั้นปี - ห้องเรียนคอมพิวเตอร์ - ห้องปฏิบัติการศึกษาพลังงานทดแทน(Workshop) - ห้องเก็บอุปกรณ์ เครื่องมือ
ง. ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่	
ส่วนกลาง	- โถงทางเข้า - ประชาสัมพันธ์ - ส่วนพักคอย - ห้องน้ำ
1) ส่วนบริหารงานส่งเสริม และเผยแพร่	- ห้องรองผู้อำนวยการฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่ - เลขานุการ - ห้องทำงานฝ่ายวิทยากรโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) แสดงการหาองค์ประกอบโครงการ

1) ส่วนบริหารงานส่งเสริม และเผยแพร่	- ส่วนทำงานฝ่ายโสตทัศนูปกรณ์
2) ส่วนส่งเสริมเผยแพร่	- ส่วนนิทรรศการถาวร (จำลองพลังงานทดแทน) - ส่วนแสดงเทคโนโลยีทางด้านพลังงานทางเลือก - ห้องเก็บอุปกรณ์ เครื่องมือ - ห้องฝึกอบรมให้ความรู้ - ห้องสมุด - ห้องบริการถ่ายเอกสาร
จ. ส่วนงานเทคนิคและบริการ	
1) ส่วนทำงานฝ่ายอาคารสถานที่	- ห้องทำงานฝ่ายอาคารสถานที่ - ห้องควบคุมระบบ
2) ส่วนรับประทานอาหาร	- ส่วนรับประทานอาหาร - ส่วนประกอบอาหาร
3) ส่วนงานบริการ	- ห้องพักแม่บ้าน - ห้องเก็บของ - ห้องเปลี่ยนชุด
4) ส่วนงานให้การพยาบาล	- ห้องตรวจและที่ทำงานแพทย์ - ส่วนเตียงพัก
5) ห้องพักสำหรับเจ้าหน้าที่	- ส่วนนั่งพักผ่อน - ห้องพักเจ้าหน้าที่

5.2 การศึกษาและวิเคราะห์พื้นที่ใช้สอยโครงการ

การศึกษาองค์ประกอบและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น สามารถนำมาวิเคราะห์พื้นที่ใช้งานขององค์ประกอบ ประกอบการพิจารณาใช้พื้นที่ห้องต่าง ๆ ซึ่งกำหนดจากเกณฑ์มาตรฐาน Architect's Data และศึกษาจากอาคารตัวอย่างประกอบ

ก. ส่วนบริหาร

- ห้องทำงานผู้อำนวยการ (Architect's Data หน้า 235)

ครุภัณฑ์ภายในห้อง

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้ 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เก้าอี้สำหรับผู้มาติดต่อ	2	ตัว
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
- ตู้เอกสาร	2	หลัง
- ชุดรับรองแขก	1	ชุด
ใช้พื้นที่ 5.00 x 5.00 =	25	ตร.ม.

ห้องสุขาภายในห้อง

ใช้พื้นที่ 1.40 x 1.20 =	1.70	ตร.ม.
รวมพื้นที่ใช้สอย =	**26.70**	**ตร.ม**

- ห้องทำงาน รองผู้อำนวยการฝ่ายและหัวหน้าฝ่ายต่าง ๆ (Architect's Data หน้า 235)

ครุภัณฑ์ภายในห้อง

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- เก้าอี้สำหรับผู้มาติดต่อ	2	ตัว
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
- ตู้เอกสาร	1	หลัง
- ชุดรับรองแขก	1	ชุด
รวมพื้นที่ใช้สอย 4.00 x 5.00 =	**20.00**	**ตร.ม**

- ส่วนทำงานเลขานุการ (Architect's Data หน้า 235)

ครุภัณฑ์ภายในห้อง ต่อผู้ใช้ 1 คน

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- เก้าอี้สำหรับผู้มาติดต่อ	2	ตัว
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
- ตู้เอกสาร	1	หลัง
รวมพื้นที่ใช้สอย 2.00 x 3.00 =	**6.00**	**ตร.ม**

- ส่วนทำงาน สำหรับเลขานุการกลาง พนักงานบัญชี และพนักงานทั่วไป (Architect's Data หน้า 235)

ครุภัณฑ์ภายในห้อง ต่อผู้ใช้ 1 คน

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
- ตู้เอกสาร	1	หลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมพื้นที่ใช้สอย 2.00 x 2.00 = **4.00** **ตร.ม**

- ส่วนรับรองแขก (Architect's Data หน้า 67)

ครุภัณฑ์ภายในห้อง

- ชุดรับรองแขก	1	ชุด
รวมพื้นที่ใช้สอย 3.00 x 3.00 =	9.00	ตร.ม

- ห้องรับ-เบิกพัสดุ (Architect's Data หน้า 235)

ครุภัณฑ์ภายในห้อง ต่อผู้ใช้ 1 คน

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
- ตู้เอกสาร	1	หลัง
ใช้พื้นที่ 2.00 x 2.00 =	4.00	ตร.ม

คลังเก็บพัสดุ

ใช้พื้นที่ 4.00 x 4.00 =	16.00	ตร.ม
รวมพื้นที่ใช้สอย =	**20.00**	**ตร.ม**

- ห้องประชุมหัวหน้าฝ่ายจำนวน 15 ที่นั่ง (Architect's Data หน้า 238)

ครุภัณฑ์ภายในห้อง

- โต๊ะประชุม	1	ตัว
- เก้าอี้ประชุม	15	ตัว
- อุปกรณ์การประชุม	1	ชุด
รวมพื้นที่ใช้สอย 3.50 x 10.50 =	**36.75**	**ตร.ม**

- ห้องเก็บของ

ใช้พื้นที่ 3.00 x 2.00 =	6.00	ตร.ม.

- ห้องน้ำ-ส้วม(เจ้าหน้าที่)ในกฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ.2537)

ส่วนสำนักงานต่อพื้นที่ทำงาน 300 ตร.ม.ให้มีห้องน้ำ-ส้วมดังนี้

ห้องน้ำชาย 1 ชุดคือ	ส้วม	1	ที่
	โถปัสสาวะ	2	ที่
	อ่างล้างหน้า	1	ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ใช้พื้นที่	3.50	ตร.ม.
ห้องน้ำหญิง 1 ชุดคือ	ส้วม	2	ที่
	อ่างล้างหน้า	1	ที่
	ใช้พื้นที่	4.00	ตร.ม.
ส่วนนี้มีน้ำ-ส้วม		1	ชุด
ใช้พื้นที่รวม		**13.00**	**ตร.ม.**

ข. ส่วนวิจัย

ส่วนวิจัยจะแบ่งพื้นที่ทำงานเป็น 2 ส่วนคือ

1) ส่วนห้องทำงานทั่วไปของทั้ง นักวิจัย วิศวกร และช่างเทคนิค

2) ส่วนปฏิบัติการวิจัยพลังงานทดแทน

1) ส่วนห้องทำงานทั่วไปของทั้ง นักวิจัย วิศวกร และช่างเทคนิค

- ส่วนทำงานนักวิจัยและวิศวกร รวม 20 ที่นั่ง (Architect's Data หน้า 235)

ครุภัณฑ์ภายในห้อง ต่อผู้ใช้ 1 คน

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
- ตู้เอกสาร	1	หลัง
ใช้พื้นที่ใช้สอย 2.00 x 2.00 =	4.00	ตร.ม
รวมพื้นที่ใช้สอย 20 x 4.00 =	**80.00**	**ตร.ม.**

- ส่วนทำงานช่างเทคนิค รวม 18 ที่นั่ง (Architect's Data หน้า 235)

ครุภัณฑ์ภายในห้อง ต่อผู้ใช้ 1 คน

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
- ตู้เอกสาร	1	หลัง
ใช้พื้นที่ใช้สอย 2.00 x 2.00 =	4.00	ตร.ม
รวมพื้นที่ใช้สอย 18 x 4.00 =	**72.00**	**ตร.ม.**

2) ส่วนปฏิบัติการวิจัยพลังงานทดแทน

ส่วนการวิจัยแบ่งการวิจัยเป็น 2 ส่วนรูปแบบการวิจัยของโครงการ คือ

2.1) การรับงานวิจัยและเก็บข้อมูลจากภายนอกโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2) การศึกษาวิจัยและเก็บข้อมูลจากภายในโครงการ

2.1) การรับงานวิจัยและเก็บข้อมูลจากภายนอกโครงการ

เป็นงานวิจัยที่ได้รับมาจากภายนอกโครงการ หรือในบริเวณที่ได้รับผิดชอบ เช่น การไปเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์หาความเหมาะสมในการใช้เตาเผาไหม้ชีวมวลสองครั้งในกระบวนการผลิตอ้อย เป็นต้น หน้าที่คือ ออกไปทำการสำรวจเก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาทำการการวิเคราะห์และประเมินด้วยระบบคอมพิวเตอร์ และส่งข้อมูลไปยังหน่วยงานทางด้านพลังงานทดแทนเพื่อช่วยวิเคราะห์หาความสม และจัดหาทุนในการส่งเสริมเทคโนโลยีทางด้านพลังงานทดแทน ซึ่งจะเรียกส่วนนี้ว่าส่วนวิจัยกลาง ประกอบด้วยส่วนที่ทำการเก็บข้อมูลประสานงาน และส่วนปฏิบัติการทดลองขนาดเล็กเป็นการทดลองเพื่อทดสอบงานวิจัยโดยส่วนนี้จะมีพื้นที่ทั้งภายในอาคาร (Indoor) และส่วนปฏิบัติการทดลอง ส่วนนี้จะทำการทดลองการวิจัยอุปกรณ์เครื่องมือเทคโนโลยี โดยรูปแบบของการจัดทีมงานในการออกไปทำงานวิจัยหนึ่งนั้นจะประกอบไปด้วย นักวิจัย 1คน นักวิเคราะห์ 1คน เลขานุการ 1-2 คน วิศวกรประมาณ 5-7 คน และช่างเทคนิคประมาณตั้งแต่ 7 คนขึ้นไป ซึ่งแล้วแต่โครงการซึ่งมีความจำเป็นต้องใช้บุคลากรซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนได้ ซึ่งจากการสอบถามพบว่าในงานวิจัยตามโครงการที่รับทำนั้นที่ทำมากสุดคือรับมา 2 โครงการซ้อนกันซึ่งต้องแบ่งทีมเป็น 2 ทีมแยกทำงาน [1]

- ห้องทำการเก็บข้อมูลงานวิจัย และติดต่อประสานงาน

ส่วนทำงานติดต่อ และเก็บข้อมูล รวม 10 ที่นั่ง

- ใช้พื้นที่ใช้สอย 2.00 x 2.00 =	4.00	ตร.ม
จำนวน 10 ที่นั่ง 4.00 x 10 =	40.00	ตร.ม
- พื้นที่ส่วนกลาง 4.00 x 5.00 =	20.00	ตร.ม
รวมพื้นที่ใช้สอย 40.00 + 20.00 =	**60.00**	**ตร.ม.**

- ห้องปฏิบัติการทดลองอเนกประสงค์

ในส่วนของห้องปฏิบัติการทดลอง (Laboratory) ลักษณะของการปฏิบัติการทดลองของศูนย์นี้ซึ่งโดยหลักแล้วจะรับงานวิจัยจากภายนอกที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องกลที่ใช้พลังงานชีวมวลประเภทเชื้อเพลิงเผาไหม้ (Gasification) ซึ่งใช้ห้องทดลองเพื่อทดสอบหาค่าความชื้นของเชื้อเพลิง และวิจัยหาค่าพลังงานในเชื้อเพลิง ซึ่งลักษณะการทำงานของห้องทดลองนี้

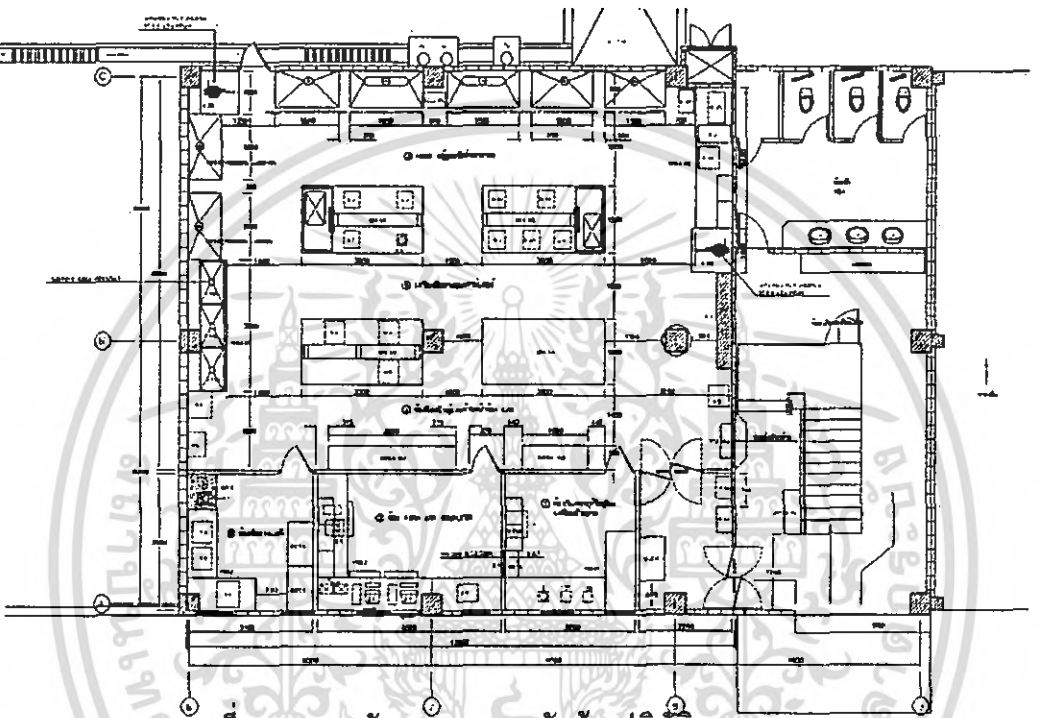
---

[1] ที่มา:ข้อมูลจาก การสอบถาม คุณลลิตภัทร แย้มบุ่ ตำแหน่งวิศวกรสุขเกิบาล สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

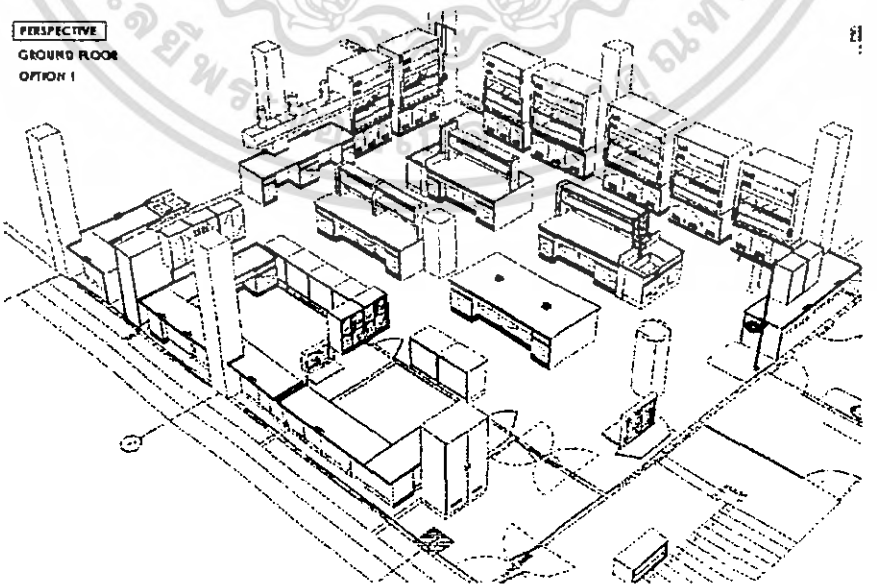
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นทดลองขนาดเล็กซึ่งทั่วไปแล้วจะส่งข้อมูลหรือตัวอย่างไปตรวจสอบที่กระทรวงวิทยาศาสตร์ เป็นหลักดังนั้นจึงมีความจำเป็นห้องทดลองใช้สอยอเนกประสงค์

ดังนั้นการเลือกพื้นที่ใช้สอยของห้องทดลองจึงใช้ขนาดห้องทดลองกลางที่มีลักษณะและขนาดเป็นมาตรฐานโดยใช้พื้นที่เป็นส่วนกลางในการปฏิบัติการวิจัยของโครงการ ซึ่งส่วนห้องปฏิบัติการทดลอง นั้นจะประกอบไปด้วยส่วนเตรียมเครื่องมือ ส่วนตู้ดูดควัน ห้องวิเคราะห์วัตถุดิบ ห้องชั่งสารเคมี ห้องบันทึกข้อมูล ห้องคอมพิวเตอร์ และห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า ตามภาพที่ 5.1 และ 5.2



ภาพที่ 5.1 แสดงลักษณะการวางผังห้องปฏิบัติการทดลองกลาง

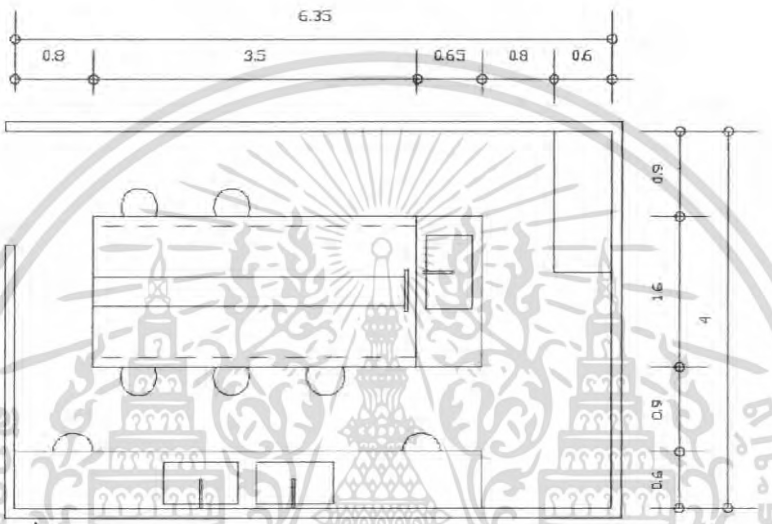


ภาพที่ 5.2 แสดงไอโซเมตริกแสดงการจัดวางผังห้องปฏิบัติการทดลองกลาง

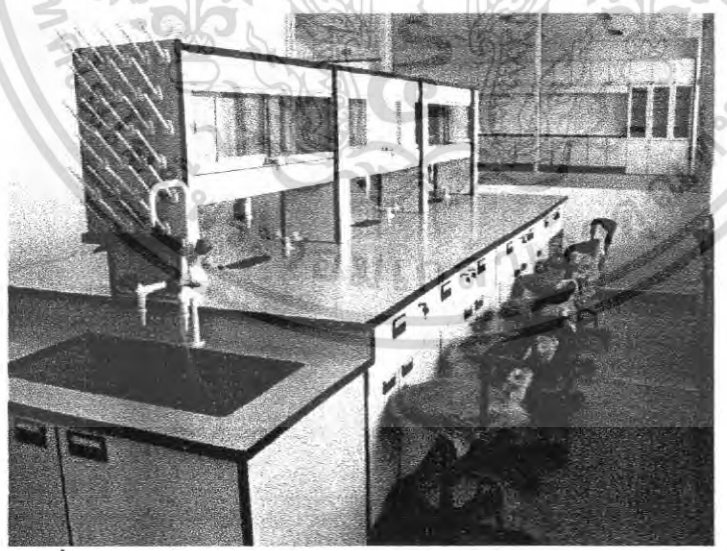
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องปฏิบัติการทดลองเฉพาะสำหรับทำงานทดลองเฉพาะของงานวิจัยซึ่งโครงการใช้การคิดเป็น 2 ชุดโดยคิดตามงานวิจัยที่รับจากภายนอก ที่สามารถปฏิบัติการได้ครั้งละ 2 โครงการ โดยห้องทดลองนี้ประกอบด้วยส่วนทำการทดลอง ส่วนตู้ดูดควัน และส่วนเตรียมสาร ตามภาพที่ 5.3 และ 5.4

และในส่วนประกอบเสริมของส่วนวิจัยจะประกอบด้วย ห้องเก็บอุปกรณ์การทดลอง และห้องเก็บสารเคมี



ภาพที่ 5.3 แสดงการจัดวางห้องปฏิบัติการทดลองอเนกประสงค์



ภาพที่ 5.4 แสดงลักษณะของห้องปฏิบัติการทดลองอเนกประสงค์

ลักษณะของการปฏิบัติการทดลองของศูนย์นี้ซึ่งโดยหลักแล้วจะรับงานวิจัยจากภายนอกที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องกลที่ใช้พลังงานชีวมวลประเภทเชื้อเพลิงเผาไหม้ ซึ่งใช้ห้องทดลองเพื่อทดสอบหาค่าความชื้นของเชื้อเพลิง หรือวิจัยหาค่าพลังงานในเชื้อเพลิง ซึ่งลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของห้องทดลองนี้เป็นทดลองกลางซึ่งทั่วไปแล้วจะส่งข้อมูลหรือตัวอย่างไปตรวจสอบที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เป็นหลักดังนั้นจึงมีความจำเป็นห้องทดลองขนาดกลางและใช้สอยอเนกประสงค์

จึงมีความจำเป็นเพียงห้องทดลองขนาดเล็ก (5ที่นั่ง) เพื่อใช้ในการปฏิบัติการทดลองอเนกประสงค์ จำนวน 2 ห้องตามลักษณะโครงการวิจัยจากภายนอกที่สามารถปฏิบัติได้ 2 งานวิจัยพร้อมกัน

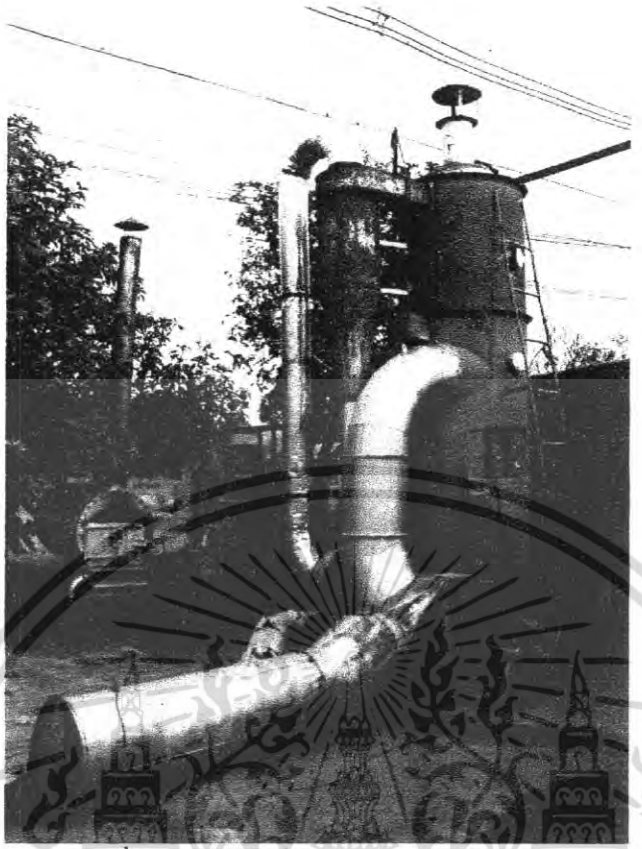
- ห้องปฏิบัติการทดลองกลาง 12.00 x 14.00 =	168.00	ตร.ม
- ห้องปฏิบัติการทดลองเฉพาะ 5.00 x 8.20 =	41.00	ตร.ม
- ห้องเก็บสารเคมี 3.00 x 2.50 =	7.50	ตร.ม
- ห้องล้างอุปกรณ์ 3.00 x 3.00 =	9.00	ตร.ม
- ห้องเก็บอุปกรณ์ 3.00 x 3.00 =	9.00	ตร.ม
- ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุด 8.00 x 3.00 =	24.00	ตร.ม
รวมพื้นที่ใช้สอย =	**258.50**	**ตร.ม**

- พื้นที่ปฏิบัติการทดลองอเนกประสงค์ (Laboratory workshop area)

เป็นส่วนที่ใช้ในการทดสอบเครื่องมือ หรือทดลองเครื่องจักรเพื่อใช้ในการศึกษาเก็บข้อมูลในการทำงาน รวมไปถึงเป็นพื้นที่ในการผลิตเครื่องจักรด้วย

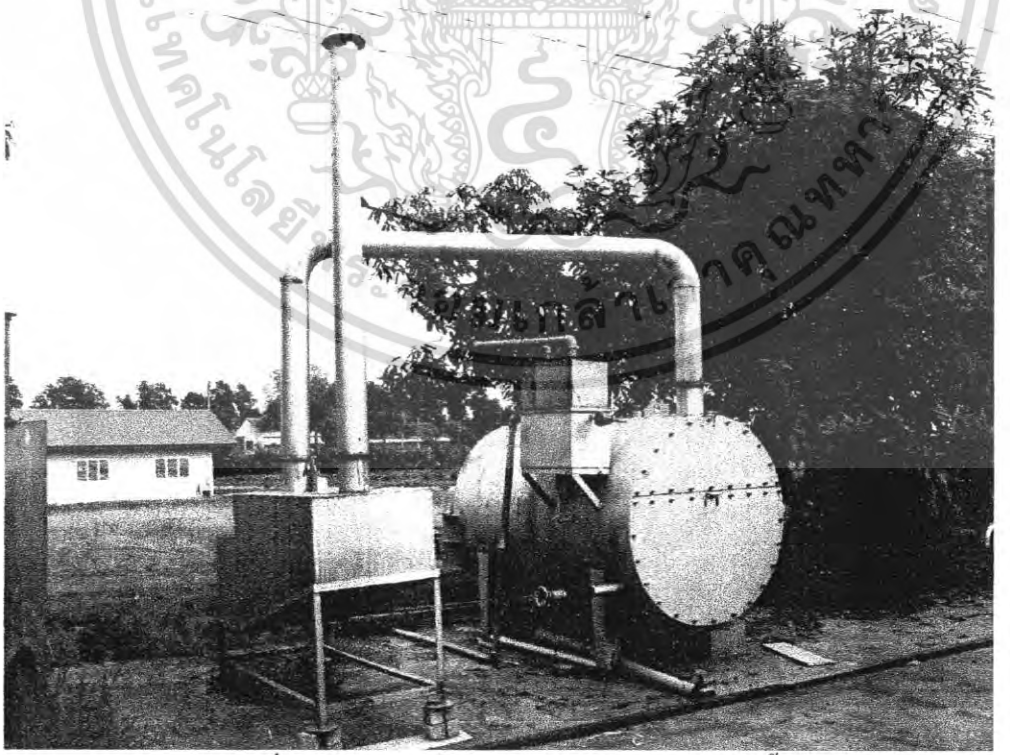
ซึ่งเครื่องจักรทั่วไปที่ทางศูนย์วิจัยได้รับงานมาผลิตนั้นโดยมากจะเน้นไปทางเครื่องจักรที่ใช้เชื้อเพลิงจากชีวมวลประเภทเชื้อเพลิงเผาไหม้ ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่จำเป็นต้องทำการผลิตในโรงปฏิบัติการณ์ ดังนั้นในการคิดพื้นที่ของโรงปฏิบัติการณ์นี้จากการปรึกษากับ ดร.ณัฐวุฒิ คุษฎี ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ให้ความคิดเห็นว่า อาจคิดพื้นที่ใช้สอยในการผลิตเครื่องจักรจากการใช้สอยพื้นที่ในการผลิตในแต่ละโครงการที่ได้รับ จึงคิดจากขนาดเครื่องจักรตัวที่ใหญ่ที่สุดที่ได้ทำการผลิตในศูนย์เป็นตัววัดการใช้พื้นที่ในงานวิจัยเป็นหลัก คือ เตาเผาแกลบไซโคลนซึ่งมีขนาดโดยประมาณคือ 5.5 x 6 เมตร เพราะในส่วนใหญ่นั้นจะไม่ค่อยผลิตเครื่องจักรใหญ่ขนาดใหญ่มากนักส่วนมากมักเป็นเตาเผาเชื้อเพลิง หรือ เครื่องผลิตไบโอดีเซลล์ ซึ่งขนาดไม่ใหญ่มากนักโดยในส่วนโรงปฏิบัติการณ์นี้ควรมีโถงสูงไม่น้อยกว่า 8 เมตร ดังนั้นจึงคิดพื้นที่โดยใช้ขนาดของเตาเผาแกลบไซโคลน ดังภาพที่ 5.5 รวมพื้นที่ในการปฏิบัติโดยรอบอีกประมาณ 1 เมตร และการใช้ห้องเก็บอุปกรณ์และเครื่องมือในการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.5 แสดงเครื่อง เตาเผาแกลบไซโคลน

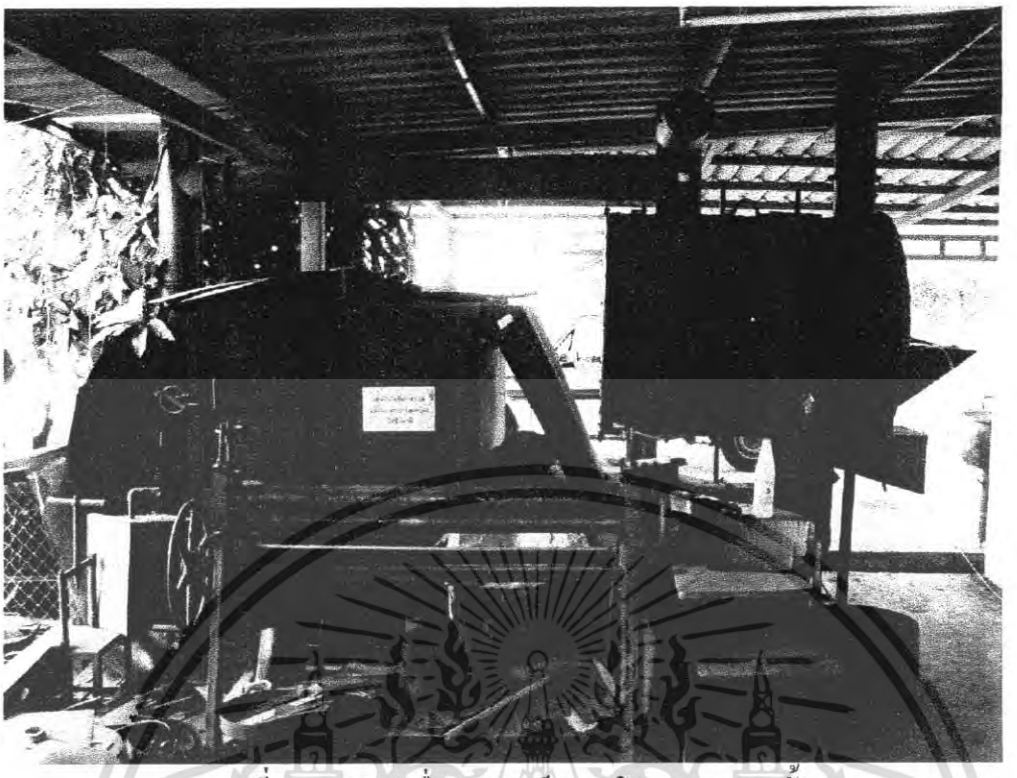
ที่มา: ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้



ภาพที่ 5.6 แสดงเครื่องเตาเผาโดยใช้พลังงานต้มน้ำ

ที่มา: ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.7 แสดงเครื่องเตาเผาชีวมวลโดยการเผา 2ครั้ง

ที่มา: ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การใช้สอยพื้นที่ส่วนปฏิบัติการทดลองจากที่รับจากภายนอกซึ่งทำการเก็บข้อมูลพลังงานจากสถานที่ที่ทำการศึกษาออกแบบเครื่องจักรและทดสอบซึ่งมีความจำเป็นที่ต้องทำในโรงปฏิบัติการณ์ โดยคิดพื้นที่จากขนาดเครื่องจักรที่ทำการวิจัยขนาดใหญ่เป็นเกณฑ์ และรวมพื้นที่วางเครื่องจักรในการผลิตรวมถึงห้องเก็บเครื่องมือ

- พื้นที่ปฏิบัติการณ์ 6.50 x 5.00 =	32.50	ตร.ม
- ห้องตั้งอุปกรณ์ และเครื่องมือ =	8.00	ตร.ม
- ห้องเก็บอุปกรณ์ =	12.00	ตร.ม
จำนวน 2 ชุดปฏิบัติการณ์ = 52.5 x 2		
รวมพื้นที่ใช้สอย =	**105.00**	**ตร.ม**

2.2) การศึกษาวิจัยและเก็บข้อมูลจากภายในโครงการ

เป็นการทำการทดลองของศูนย์เองซึ่งเป็นเหมือนแหล่งเก็บข้อมูลด้านพลังงานในส่วนของภาคเหนือตอนบน เป็นต้น ซึ่งโครงการได้ทำการทดสอบพลังงานทดแทนในประเภทที่มหาวิทยาลัยมีศักยภาพในการผลิตได้ ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1) ส่วนปฏิบัติการทดสอบและเก็บข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar cell research)

2.2.2) ส่วนปฏิบัติการทดสอบและเก็บข้อมูลกังหันลมผลิตไฟฟ้า (Wind turbine research)

2.2.3) ส่วนปฏิบัติการทดสอบและพัฒนาเครื่องจักรพลังงานน้ำ (Hydro turbine research)

2.2.4) ส่วนปฏิบัติการวิจัย และพัฒนาเครื่องจักรพลังงานจากชีวมวลประเภท Gasification

2.2.1) ส่วนปฏิบัติการทดลอง และเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

รูปแบบการจัดการเซลล์แสงอาทิตย์ในการใช้ทดสอบและเก็บข้อมูล นำรูปแบบการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ของโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ ผาบ่อง จ.แม่ฮ่องสอน[2] ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าที่ทำทั้งผลิตไฟฟ้า และเป็นโรงไฟฟ้าตัวอย่างในการใช้เซลล์แสงอาทิตย์

ส่วนที่ 1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module)

การเลือกใช้เซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งมีอยู่ 2 ประเภทคือ เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิกอนแบบผลึกเดี่ยวและซิลิกอนแบบผลึกรวม ซึ่งในประเทศไทยนั้นมีความเหมาะสมที่จะใช้แบบผลึกรวมมากที่สุด

ขนาดเซลล์แสงอาทิตย์ 0.60 x 1.20 เมตรต่อแผ่น หรือ 0.72 ตารางเมตรต่อแผ่น ใน 1 สตริง ประกอบ ด้วยแผ่นโซล่าเซลล์ 12 แผ่น ต่อแบบอนุกรม เป็น 1 สตริง ใช้พื้นที่ 8.64 ตารางเมตรต่อ 1 สตริง กำลังผลิต 36,000 วัตต์ต่อสตริง แต่ประสิทธิภาพที่ได้คือประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้สภาวะแวดล้อมตามมาตรฐานการทดสอบ (JIS C8918, IEC1215) จะได้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 614.4 โวลต์ต่อสตริง การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถเดินตรวจเช็คได้รอบ

ในการออกแบบใช้จำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นจะคิดจำนวนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จาก จำนวนหลอดแสงสว่างภายในโครงการโดยคิดจากตารางมาตรฐานการออกแบบกำลังไฟฟ้าในส่วนของอาคารประเภท สำนักงานและสถานศึกษา จะเฉลี่ยกำลังไฟฟ้า 16 วัตต์ต่อตารางเมตร[3] นำมาคิดประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ต่อแผ่นที่คิดจากประสิทธิภาพ 13 เปอร์เซ็นต์ คือ

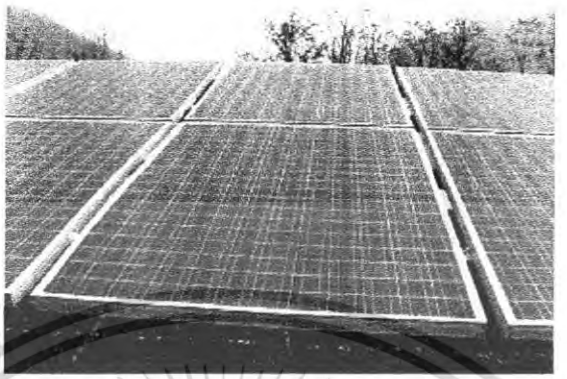
---

2 ที่มา : โรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ ผาบ่อง จ.แม่ฮ่องสอน http://www.egat.co.th/re/egatpv_mhs.htm วันที่ 12 ธันวาคม 2550

3 ที่มา : สาระน่ารู้เรื่องการอนุรักษ์พลังงาน ไฟฟ้าและแสงสว่าง พิมพ์ครั้งที่5 พ.ศ.2546 ,สำนักงานงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

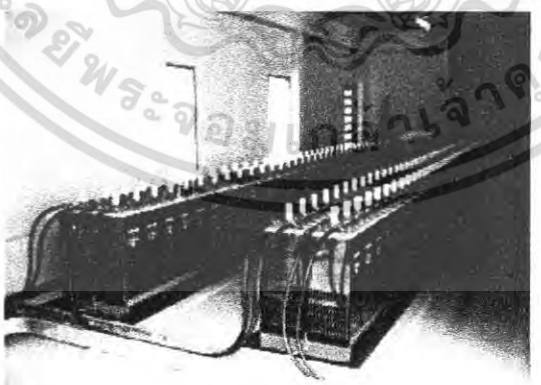
ประมาณ 300 วัตต์ต่อ 1 แผ่น และนำไปหารกับจำนวนวัตต์ทั้งหมดของไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้ทั้งหมดของโครงการ เพื่อให้ได้จำนวนแผงที่มีศักยภาพในการต่อจ่ายแสงสว่างภายในโครงการ



ภาพที่ 5.8 แสดงแผงเซลล์แสงอาทิตย์(Solar Modole)

ส่วนที่ 2 ส่วนเก็บแบตเตอรี่ (Battery Storage)

แบตเตอรี่จะจ่ายไฟฟ้าเสริมให้กับเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า เมื่อกำลังผลิตจากเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงกะทันหัน (เช่น ในกรณีที่เมฆเคลื่อนตัวเข้าบดบังแสงอาทิตย์อย่างรวดเร็ว) การใช้แบตเตอรี่เพื่อแก้ปัญหากำลังผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่อาจเปลี่ยนแปลงกะทันหันนี้จะช่วยลดผลกระทบต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่มีสภาพไม่มั่นคง โดยจำนวนของแบตเตอรี่คิดจากจำนวนของจำนวนวัตต์ของแผงโซล่าเซลล์เพื่อนำมาใช้หาจำนวนของแบตเตอรี่และการต่อกันของแบตเตอรี่ว่าเป็นขนานหรืออนุกรม โดยความจุแบตเตอรี่ 1 ลูกเท่ากับ 12โวลต์ ขนาด 100 แอมแปร์ชั่วโมง



ภาพที่ 5.9 แสดงส่วนเก็บแบตเตอรี่ (Battery Storage)

ส่วนที่ 3 การแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter/Converter)

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter/Converter) จำนวน 2 เครื่อง พร้อมระบบควบคุม ประกอบด้วย Inverter ขนาดกำลังผลิต 250 กิโลโวลต์แอมแปร์ ใช้กับระบบเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงอาทิตย์ และ Power Converter ขนาดกำลังผลิต 200 กิโลโวลต์แอมแปร์ เมื่อใช้งานร่วมกับระบบแบตเตอรี่จะมีประสิทธิภาพในการแปลงกระแสไฟฟ้า ไม่ต่ำกว่า 94 เปอร์เซ็นต์ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter/Converter) ขนาด 1.5 x 0.9 หรือ 1.35 ตารางเมตร ซึ่งต้องสามารถเดินได้รอบ

ภาพที่ 5.10 แสดงเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter/Converter)

ส่วนที่ 4 ระบบควบคุมและเก็บข้อมูล (System Controller and Data Acquisition)

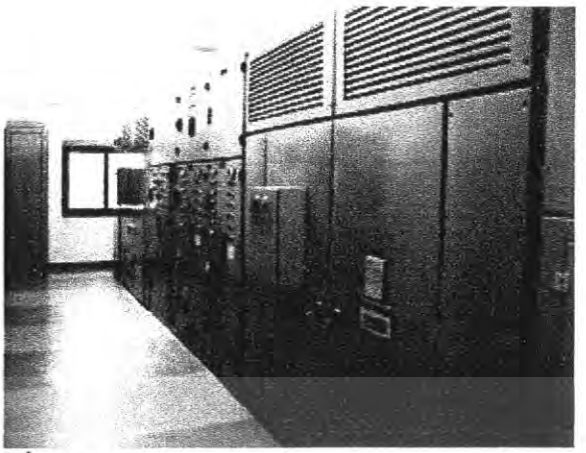
จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าทั้ง 2 ชุด ควบคุมการเก็บประจุและคายประจุไฟฟ้าของแบตเตอรี่ เพื่อให้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าสม่ำเสมอ ระบบเก็บข้อมูลและประมวลผลจะมีข้อมูลระบบไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นทั้งหมดทุกช่วงเวลา สามารถเรียกมาตรวจสอบได้ตลอดเวลา

ภาพที่ 5.11 แสดงระบบควบคุมและเก็บข้อมูล (System Controller and Data Acquisition)

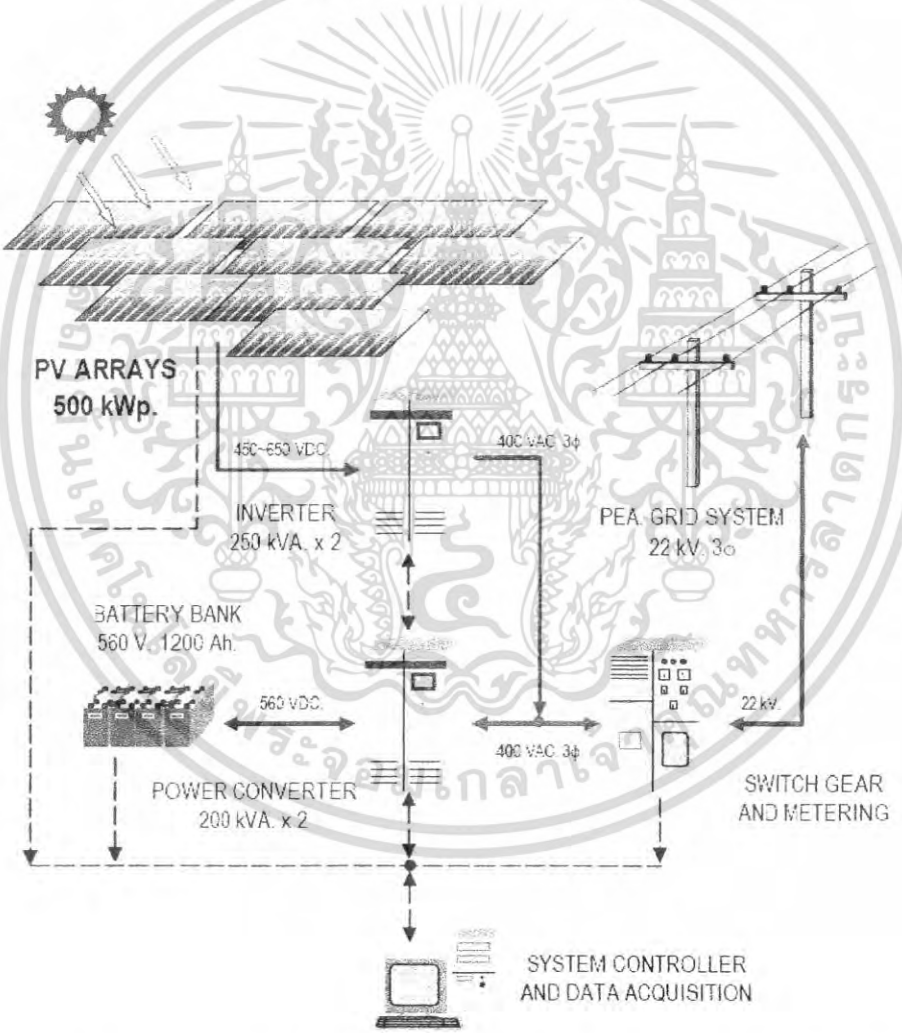
ส่วนที่ 5 ระบบจำหน่าย (Transformer, Switch Gear)

ประกอบด้วย Transformer, Switch Gear ระบบป้องกัน และ Metering ระบบนี้ จะทำหน้าที่เพิ่มแรงดันให้มากพอสำหรับจ่ายเข้าระบบส่งเข้าไปใช้ โดยมีอุปกรณ์วัดเก็บข้อมูล และแสดงผลค่าทางไฟฟ้าต่าง ๆ รวมทั้งมีระบบควบคุมความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.12 แสดงอุปกรณ์ในการต่อจำหน่ายกระแสไฟฟ้า



ภาพที่5.13 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

ที่มา : โรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ ผาบ่อง จ.แม่ฮ่องสอน

การหาพื้นที่ใช้สอยของส่วนปฏิบัติการทดลองและเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ คิดโดยการประมาณพื้นที่ทั้งหมดจากการออกแบบ ซึ่งมีขนาดประมาณ 8,000

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางเมตร (ในที่นี้จะไม่คิดพื้นที่ของห้องปฏิบัติการทดลอง (Laboratory) และห้องเครื่องระบบต่าง ๆ ของโครงการ เนื่องจากอาจมีความไม่คงที่ของไฟฟ้าซึ่งอาจส่งผลต่อการทดลอง) จะใช้พื้นที่ดังนี้

- *ส่วนวางแผงโซล่าเซลล์* คิดจากประสิทธิภาพของแผงที่ 13 เปอร์เซ็นต์ ได้ไฟฟ้า 300 วัตต์ และคิดปริมาณหลอดแสงสว่างทั้งหมด โดยคิดเฉลี่ยกำลังไฟฟ้า 16 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยการคำนวณการใช้จำนวนแผงโซล่าเซลล์ในโครงการด้วยแนวคิดที่ว่า "นำไฟฟ้าที่ได้จากโซล่าเซลล์ไปใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุด" ดังนั้นจึงนำแผงโซล่าเซลล์ไปติดไว้เพื่อจ่ายกระแสไฟหลักให้แก่หลอดแสงสว่างของส่วนสำนักงานทั้งหมดของโครงการซึ่งมีความจำเป็นในการใช้สอยในส่วนสำนักงานตลอดทั้งวันทำการตั้งแต่ 8.30 - 16.30 น. เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งเป็นเวลาที่แสงอาทิตย์ขึ้นตอบรับการใช้สอยของโซล่าเซลล์ตลอดทั้งวันจึงมีความเหมาะสมในการใช้งาน ซึ่งส่วนสำนักงานของโครงการจะประกอบด้วย 5 ฝ่าย ซึ่งแยกตำแหน่งของที่ตั้งในโครงการโดยคิดจากพื้นที่ใช้สอยดังนี้

1. ฝ่ายบริหาร รวมพื้นที่ทำงาน 132.36 ตร.ม.
2. ฝ่ายวิจัย รวมพื้นที่ทำงาน 343.60 ตร.ม.
3. ฝ่ายการศึกษา รวมพื้นที่ทำงาน 200.04 ตร.ม.
4. ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่ รวมพื้นที่ทำงาน 160.61 ตร.ม.
5. ฝ่ายอาคารสถานที่และส่วนบริการ รวมพื้นที่ทำงาน 99.02 ตร.ม.

*พื้นที่ใช้สอยคิดจากผลงานการออกแบบในขั้นตอนสุดท้าย

การคิดพื้นที่ใช้สอยจากส่วนสำนักงานทั้งหมดรวมพื้นที่ในการเปิดไฟทั้งหมด 935.63 ตารางเมตร คิดเป็นปริมาณการใช้ไฟฟ้า โดยคิดจากการเฉลี่ยความต้องการแสงสว่างต่อ 1 หน่วยพื้นที่ ที่กำลังไฟฟ้า 16 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังนั้นส่วนสำนักงานทั้งหมดมีการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด 935.63 x 16 = 14970.08 วัตต์

การหาขนาดการติดตั้งโซล่าเซลล์หาได้จากการ

ใช้สมการ $$Psc = \frac{P_1}{Q \times A \times B \times C / D}$$

โดย P = ความต้องการพลังงานไฟฟ้าใน 1 วัน

Q = พลังงานแสงอาทิตย์ 1 วัน โดยใช้ 4000 Wh/m^2

A = Solar Cell Loss = 0.80

B = Heat Loss = 0.85

C = ประสิทธิภาพของ Inverter = 0.85

D = ความเข้มของแสง 1,000 Wh/m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นขนาดการติดตั้งโซล่าเซลล์เพื่อใช้สำหรับจ่ายไฟในส่วนของสำนักงาน โดยคิดที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 1 วันที่ 8 ชั่วโมง

แทนค่าตามสมการ $$Psc = \frac{16746.08W \times 8h}{4000 \times 0.8 \times 0.85 \times 0.85/1000}$$

$$= 51{,}799 \text{ วัตต์ชั่วโมง}$$

โดยที่แผงโซล่าเซลล์มีกำลังผลิตใน 1 วันโดยเฉลี่ย 300 วัตต์ต่อแผงด้วยแผ่นซิลิกอนผลึกรวม ตามมาตรฐานการทดสอบ (JIS C8918, IEC1215) จึงคิดจำนวนของการใช้แผงโซล่าเซลล์ ได้เท่ากับ 51,799.00/300 = 174 แผง ซึ่งจะสามารถใช้ได้เพียงพอต่อการใช้แต่ละวัน โดยลักษณะการใช้จริงอาจยืดหยุ่นเนื่องจากโครงการจริงมีการใช้แสงสว่างจากภายนอกมาช่วยลดการใช้แสงสว่างในโครงการ ดังนั้นจึงมีการต่อจ่ายส่วนเหลือเพื่อขายแก่การไฟฟ้าฝ่ายผลิต เป็นการทดแทน ดังนั้นแผงโซล่าเซลล์ คิดเป็นพื้นที่ 125.28 ตารางเมตร ทำมุม 15 องศากับระดับดินและหันหน้าไปทางทิศใต้ [4] แต่ในการออกแบบจะไม่คิดพื้นที่วางโซล่าเซลล์ในการคิดพื้นที่เนื่องจากการวางแผงโซล่าเซลล์จะนำไปวางในส่วนของหลังคาของอาคาร

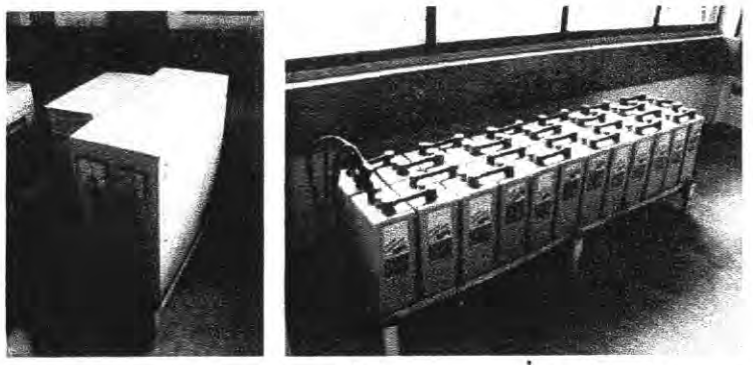
- ส่วนเก็บแบตเตอรี่ (Battery Storage) จะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์จะมาเข้าในส่วนของระบบควบคุมการชาร์จ (Charge Controller) ซึ่งใช้พื้นที่ 0.60 x 0.60 เมตร หรือ 0.36 ตารางเมตร ก่อนแล้วจึงเข้าไปส่วนของการบรรจุแบตเตอรี่

คิดปริมาณการใช้แบตเตอรี่ โดยคิดจากการใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ ขนาด100 แอมแปร์ชั่วโมง กับกำลังไฟฟ้าขนาด 51,799 วัตต์ต่อชั่วโมง มาคิดปริมาณแบตเตอรี่ที่ใช้จะต้องใช้แบตเตอรี่ทั้งหมดประมาณ 44 ลูก โดยขนาดแบตเตอรี่มีขนาด 20 x 35 เซนติเมตร เท่ากับ 0.07 ตารางเมตร ดังนั้นส่วนเก็บแบตเตอรี่ใช้พื้นที่ 3.08 ตารางเมตร

---

[4] ที่มา : สาระน่ารู้เรื่องการอนุรักษ์พลังงาน เซลล์แสงอาทิตย์ พิมพ์ครั้งที่5 พ.ศ.2546 ,สำนักงานงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน

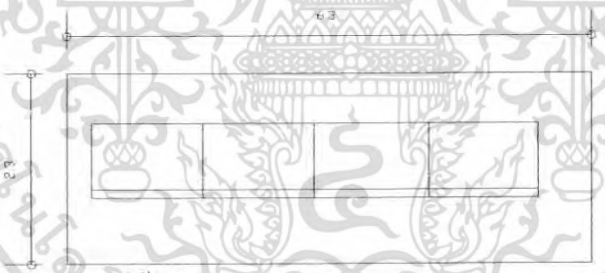
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.14 แสดงระบบควบคุมการชาร์จ และแบตเตอรี่สำหรับพลังงานแสงอาทิตย์

ที่มา : ศูนย์ทดลองวิชาการพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน จังหวัดปทุมธานี

- **ส่วนการแปลงกระแสไฟฟ้า** (Inverter/Converter) คิดจากปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ได้เท่ากับ 112 กิโลโวลต์แอมแปร์ นำมาเปรียบเทียบเพื่อเลือกใช้เครื่อง Inverter ขนาด 75 กิโลโวลต์แอมแปร์ จำนวน 2 ตัวและ Power Converter ขนาด 75 กิโลโวลต์แอมแปร์ จำนวน 2 ตัว ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมกับปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ซึ่งเครื่อง Inverter และ Power Converter มีขนาด 1.35 ตารางเมตรต่อ 1 เครื่อง ดังนั้นจึงใช้พื้นที่วางเครื่อง 1.35 x 4 เมตร เท่ากับ 5.4 ตารางเมตร และพื้นที่เดินสำรวจโดยรอบ ดังภาพที่5.15



ภาพที่ 5.15 แสดงพื้นที่ในการจัดวาง Inverter และ PowerConverter

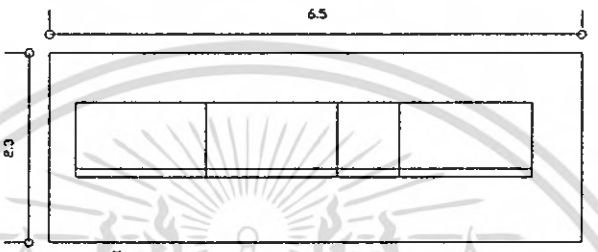
- **ระบบควบคุมและเก็บข้อมูล** (System Controller and Data Acquisition) การตรวจวัดข้อมูลการทำงานของเครื่องแปลงทั้ง 2 ชุดเพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ระบบที่เก็บข้อมูลและประมวลผลจะต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ แสดงผลข้อมูลตลอดเวลาและสามารถเรียกดูได้ทุกเมื่อ ดังภาพที่ 5.11 ดังนั้นจึงประกอบไปด้วยชุดเครื่องตรวจวัดข้อมูล (Data Locker) ขนาด 1.6 x 0.9 เมตร หรือ 1.44 ตารางเมตร และคอมพิวเตอร์จำนวน 2 เครื่อง การใช้พื้นที่ (Architect's Data หน้า 235)

ครุภัณฑ์ภายในห้อง		
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	2	ตัว
- ตู้เอกสาร	1	หลัง
ใช้พื้นที่ 2.00 x 2.00 =	4.00	ตร.ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องตรวจวัดข้อมูล(Data Locker)	1.44	ตร.ม.
- พื้นที่เดินตรวจ	2.00	ตร.ม.
รวมพื้นที่ใช้สอย =	**7.44**	**ตร.ม**

- ระบบจำหน่าย ระบบนี้ประกอบด้วย Transformer, Switch Gear, ระบบป้องกัน และ Metering โดยทั้งหมดนี้จะจัดเป็นชุดสำเร็จขนาดเครื่องรวม 5.6 x 0.9 เมตร หรือ 5.04 ตารางเมตร โดยการจัดวางจะไม่ชิดผนังสามารถเดินสำรวจได้โดยรอบ ดังภาพที่ 5.16



ภาพที่ 5.16 แสดงพื้นที่ในการจัดวางเครื่องระบบสำหรับการต่อจำหน่าย

การคำนวณพื้นที่ใช้สอยส่วนการทดลองและเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ประกอบด้วย

- ส่วนเก็บแบตเตอรี่	= 13.30 ตร.ม.
- ส่วนการแปลงกระแสไฟฟ้า 6.3 x 2.3	= 14.49 ตร.ม.
- ส่วนระบบควบคุมและเก็บข้อมูล	= 6.88 ตร.ม.
- ส่วนระบบจำหน่าย 6.5 x 2.3	= 14.95 ตร.ม.
- ห้องเก็บอุปกรณ์เครื่องมือ 2.5 x 4.00	= 10.00 ตร.ม.
รวมพื้นที่ใช้สอย =	**59.62 ตร.ม**

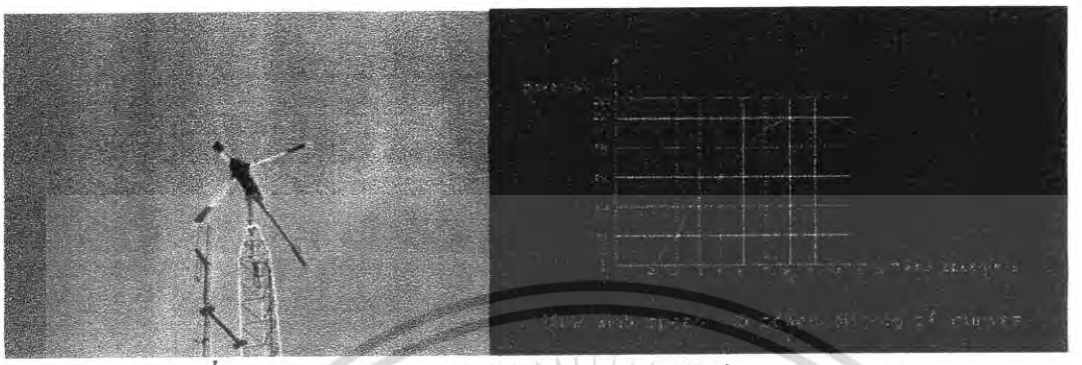
2.2.2) ส่วนปฏิบัติการทดสอบและเก็บข้อมูลกังหันลมผลิตไฟฟ้า

การปฏิบัติการทดสอบเครื่องกังหันลมผลิตไฟฟ้าที่กำลังได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบันนี้ซึ่งทางศูนย์วิจัยนี้เป็นแหล่งศึกษาและพัฒนาศักยภาพของตัวกังหันลมขนาดเล็ก เนื่องจากเป็นความเหมาะสมตามความต้องการกังหันตามขนาดศักยภาพแรงลมของภาคเหนือ ซึ่งแรงลมโดยเฉลี่ยตลอดทั้งปีนั้นอยู่ในที่ช่วงระดับความเร็ว 17.28 - 27.36 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือ 4.8 - 7.6 เมตรต่อวินาที[5] ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะใช้ทดสอบกังหันลมขนาดเล็กที่มีกำลังผลิตขนาด

[5] ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา http://www.tmd.go.th/index.php วันที่ 13 ธันวาคม 2550

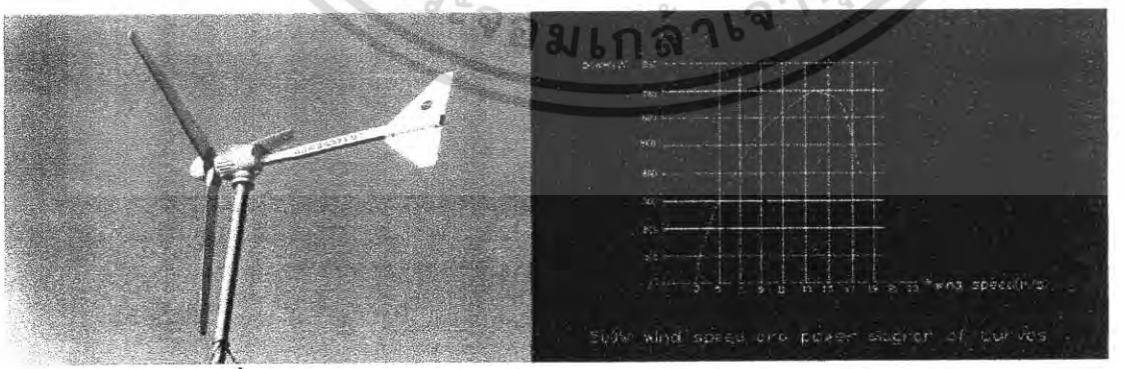
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

200 วัตต์ 300 วัตต์ และ 500 วัตต์ ซึ่งมีความต้องการศักยภาพความเร็วลม 6 เมตรต่อวินาที 7 เมตรต่อวินาที และ 8 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ[6]



ภาพที่ 5.17 แสดงลักษณะกังหันลมขนาด 200 วัตต์ และตารางแสดงอัตราแสดงศักยภาพของกังหันลมขนาด 200 วัตต์

ภาพที่ 5.18 แสดงลักษณะกังหันลมขนาด 300 วัตต์ และตารางแสดงอัตราแสดงศักยภาพของกังหันลมขนาด 300 วัตต์



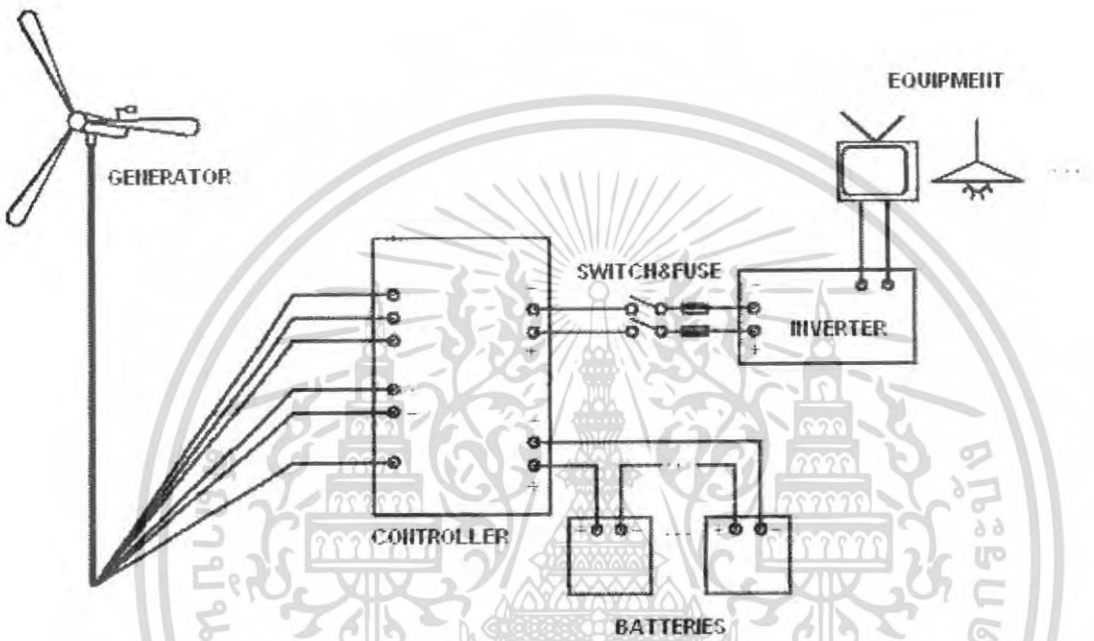
ภาพที่ 5.19 แสดงลักษณะกังหันลมขนาด 500 วัตต์ และตารางแสดงอัตราแสดงศักยภาพของกังหันลมขนาด 500 วัตต์

---

6 ที่มา : กังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า (wind generator) , ข้อมูลจำเพาะของกังหันลมแต่ละขนาด http://www.windgen.net/index.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการปฏิบัติการทดสอบกังหันลมนั้นจะแบ่งเป็นส่วนการปฏิบัติงานได้ 2 ส่วนคือส่วน outdoor และส่วน indoor โดยส่วน outdoor จะเป็นส่วนที่ทำการติดตั้งกังหันลมเพื่อรับลมและนำไปหมุนใบพัด เป็นการปั่นกังหันเข้าสู่ระบบการผลิต และส่วน indoor เป็นห้องเก็บพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากการปั่น กังหัน แล้วเปลี่ยนเป็นกระแสสลับเพื่อต่อเข้ากับระบบจ่ายไฟสู่เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยผ่านระบบการตรวจสอบและสั่งการด้วยคอมพิวเตอร์

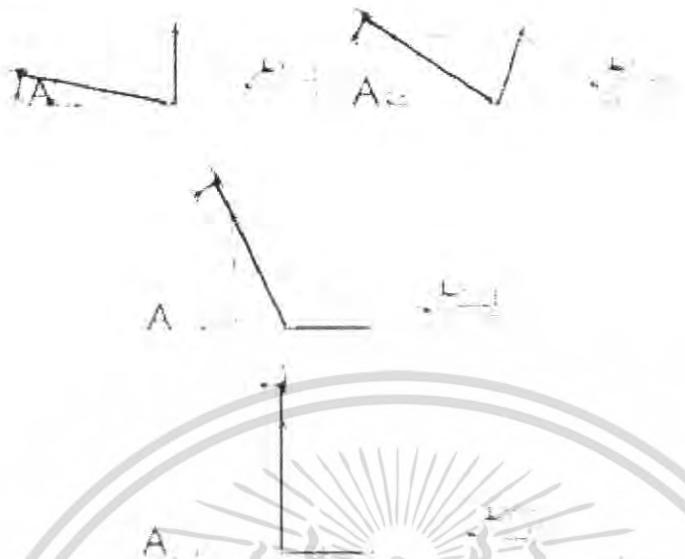


ภาพที่ 5.20 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า

1) การออกแบบในส่วน outdoor คือการติดตั้งกังหันลม คำนวณจากขนาดการติดตั้งเสากังหันลมที่ขนาดกังหันลม 500 วัตต์ ซึ่งมีขนาดความสูงของเสา 7 เมตร โดยติดตั้งบนที่ราบหรือที่สูงและอยู่ห่างจาก สิ่งต่าง ๆ ที่กีดขวางหรือบังทิศทางลม และมีพื้นที่สามารถติดตั้งกังหันได้

ภาพที่ 5.21 แสดงการติดตั้งเสากังหันลมบนฐานเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.22 แสดงการตั้งเสากังหันลม

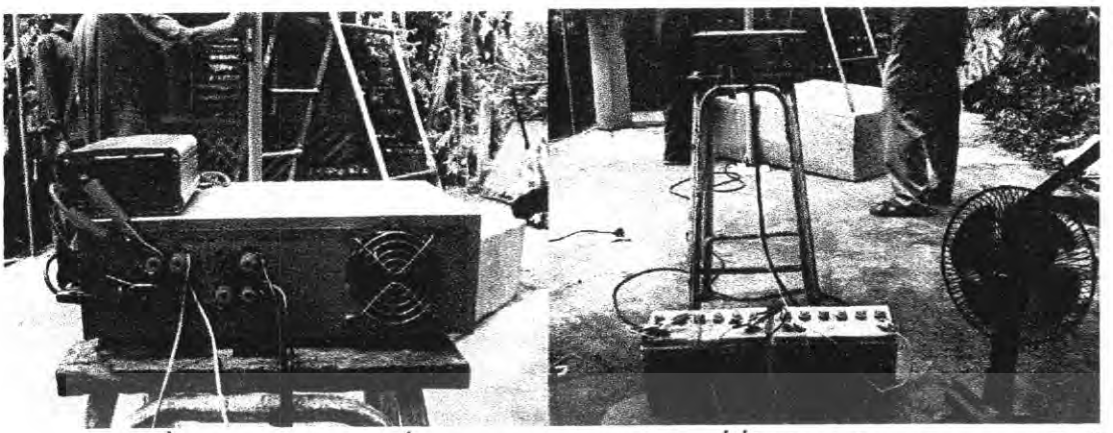
ที่มา : คู่มือการติดตั้งและใช้งาน Wind Generator

การคิดพื้นที่ใช้สอยในส่วนนี้พื้นที่เพื่อทำการติดตั้งในระยะราบเป็นรัศมี โดยรอบเสากังหันลม ดังนั้นจะคิดเป็นรัศมีของเสาครอบเป็นวงกลมรอบเสา เป็น รัศมี 7 เมตรรอบเสา คิดเป็นพื้นที่ 153.94 ตารางเมตร โดยโครงการนี้มีความสนใจใช้กังหันลม 3 ต้นเพื่อสามารถใช้ทดสอบกังหันทั้ง 3 ชนิดพร้อมกัน

2) การออกแบบในส่วน indoor คือการใช้พื้นที่ในส่วนของการแปลงพลังงานจากการปั่นกังหันลมมาแปลงเป็นไฟฟ้าจนถึงขั้นตอนการจ่ายไฟฟ้าสู่เครื่องใช้ไฟฟ้า จากภาพที่ 5.20 จะเห็นขั้นตอนของการแปลงกระแสไฟจนถึงออกไปสู่เครื่องใช้ไฟฟ้าจะประกอบด้วยเครื่อง Controller Batteries และ Inverter โดยคิดขนาดของเครื่องจากการใช้งานของกังหันลมขนาด 500 วัตต์ ซึ่งมีขนาดใหญ่สุดในทั้ง 3 ขนาดเพื่อที่จะสามารถรองรับได้ทั้ง 3 ขนาดหากมีการเปลี่ยนการติดตั้ง

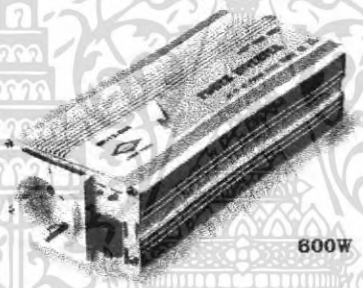
- ส่วนของเครื่อง Controller ที่ต่อผ่านสู่ส่วนเก็บแบตเตอรี่ (Battery Storage) โดยเครื่อง Controller มีขนาดดังภาพที่ 5.23 และใช้แบตเตอรี่ขนาด 24 วัตต์ ดังนั้นจึงเลือกใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 วัตต์ จำนวน 2 ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



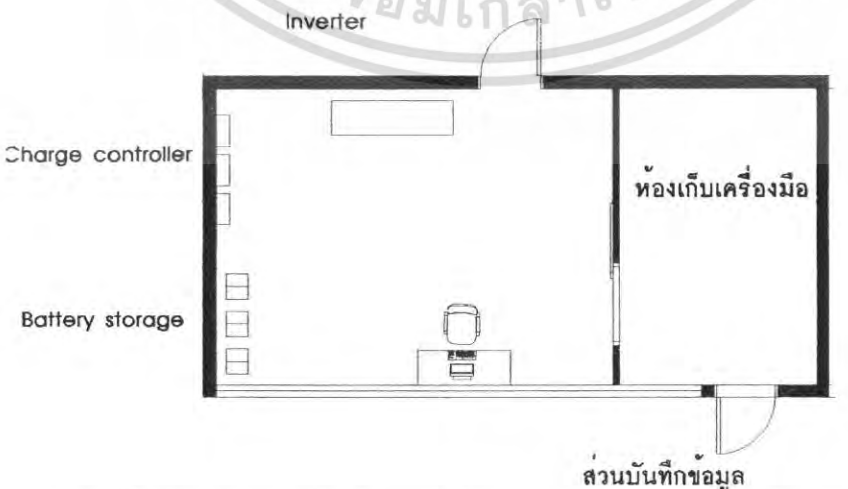
ภาพที่ 5.23 แสดงขนาดเครื่อง Controller และแบตเตอรี่ที่ใช้กับกังหันลมขนาด 500 วัตต์

- ส่วนการแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ใช้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าดังภาพที่ 5.24 และต่อสายเข้าสู่สายไฟของส่วนที่ต้องการจ่ายไฟได้



ภาพที่ 5.24 แสดงแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ที่ใช้กับกังหันขนาด 500 วัตต์

การคิดพื้นที่ใช้สอยของส่วนนี้สามารถจัดได้ดังภาพที่ 5.25 ซึ่งคิดการวางระบบ เป็น 3 ชุด ใช้พื้นที่ 4.7 x 9.5 เมตร หรือ 44.65 ตารางเมตร



ภาพที่ 5.25 แสดงการจัดผังห้องเครื่องระบบกระแสไฟฟ้าของกังหันลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณพื้นที่ใช้สอย ส่วนการทดลอง และเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลมประกอบด้วย

- ลานทดสอบกังหันลม = 307.89 ตร.ม.
- ส่วนการแปลงกระแสไฟฟ้า 6.3x4.7 = 14.49 ตร.ม.
- ห้องเก็บอุปกรณ์เครื่องมือ 4.7x3.2 = 15.04 ตร.ม.

รวมพื้นที่ใช้สอย = 337.42 ตร.ม

2.2.3) ส่วนปฏิบัติการทดสอบและพัฒนาเครื่องจักรพลังงานน้ำ

การพัฒนาศักยภาพของเครื่องจักรพลังงานน้ำนั้นเป็นการหนึ่งหน่วยในการศึกษาและพัฒนาตัวกังหันที่ใช้ในการนำน้ำมาปั่นใบพัดเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งศูนย์วิจัยทำการพัฒนาศักยภาพของเครื่องกลประเภทนี้ ซึ่งเน้นไปที่การพัฒนาต้นแบบ กังหันที่มีศักยภาพเพียงพอต่อการใช้งานของแต่ละโครงการ

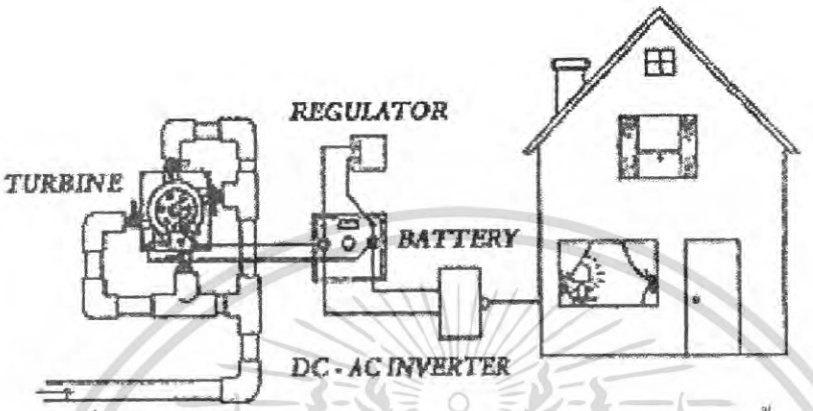
ภาพที่ 5.26 แสดงลักษณะขั้นตอนการทำงานของกังหันน้ำ

ลักษณะการทำงานของการทดสอบเครื่องจักรพลังงานน้ำนี้ประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

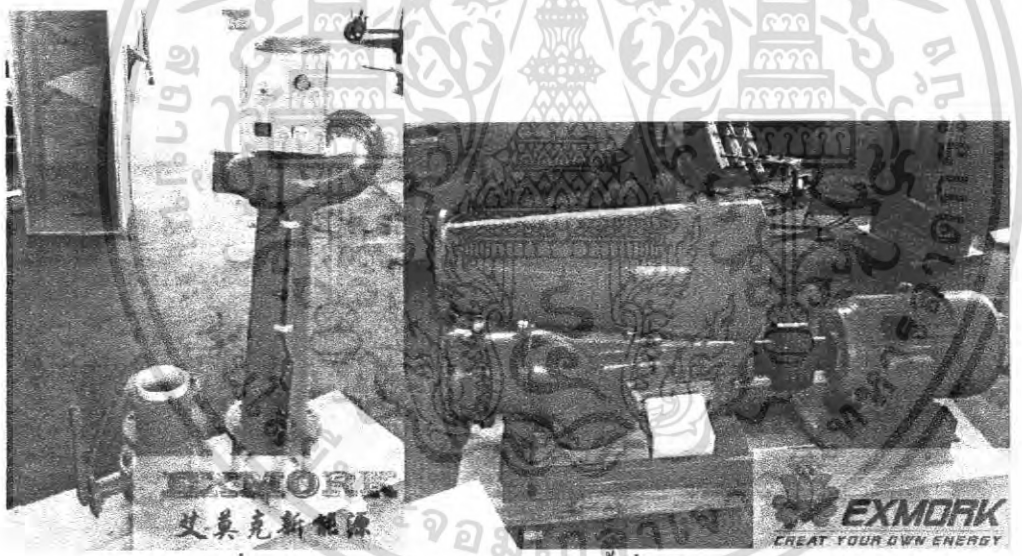
- เก็บน้ำขึ้นไปไว้ยังตำแหน่งที่สูง
- ปล่อยน้ำลงมา ผ่านเครื่องควบคุมความเร็วกระแสน้ำ
- ปล่อยผ่านกังหันน้ำ(Turbine)
- กระแสไฟฟ้าผ่านสู่ Generator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไฟฟ้าผ่าน Inverter เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ
- จ่ายไฟฟ้าสู่เครื่องใช้ไฟฟ้า
- ตรวจวัดศักยภาพด้วย คอมพิวเตอร์



ภาพที่ 5.27 แสดงไดอะแกรม แสดงการทำงานของระบบกังหันน้ำ



ภาพที่ 5.28 แสดงลักษณะของกังหันน้ำที่ใช้ในการทดสอบ

ดังนั้นลักษณะการทำงานของส่วนปฏิบัติการทดสอบและพัฒนาเครื่องจักรพลังงานน้ำ นั้นจะประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

1) พัฒนากังหันให้มีศักยภาพตามการพัฒนา เพื่อใช้เป็นต้นแบบ

พื้นที่สำหรับทำการปฏิบัติการในกระบวนการผลิต ใช้พื้นที่ในการประดิษฐ์ พื้นที่วางเครื่องมือ และห้องเก็บอุปกรณ์

- พื้นที่ปฏิบัติการณ์ผลิต = 40.00 ตร.ม.
- พื้นที่วางเครื่องมือ = 12.00 ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ห้องเก็บอุปกรณ์ = 32.30 ตร.ม.

รวมพื้นที่ใช้สอย = 84.30 ตร.ม

2) ปั๊มน้ำขึ้นไปเก็บไว้บนส่วนบนของอาคาร

พื้นที่ในส่วนห้องปั๊มน้ำขึ้นสู่ยอดอาคาร และ แท็งก์เก็บน้ำบนยอดอาคารที่จะสามารถใช้น้ำได้พอสำหรับการทำการทดลองในแต่ละวัน

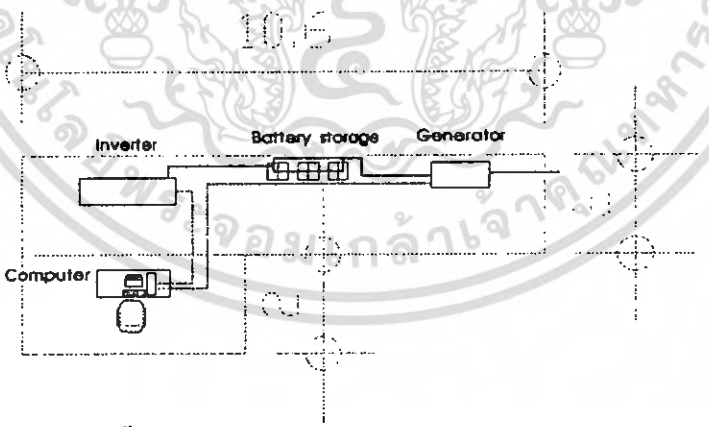
- **พื้นที่ตั้งปั๊มน้ำ** = 19.00 ตร.ม.
- แท็งค์เก็บน้ำปริมาณ 200 ลบ.ม. = 64 ตร.ม. (ความสูง 3 เมตร)

3) ปล่อยน้ำลงมาผ่านเครื่องปรับแรงดันให้เหมาะสมกับแรงดันน้ำที่ต้องการทดสอบกังหัน และส่งน้ำมายัง กังหัน เพื่อทดสอบศักยภาพของของเครื่องกังหันน้ำแต่ละประเภทที่ทำการทดสอบ

พื้นที่สำหรับวางกังหัน และสามารถเข้าไปควบคุมได้

- พื้นที่วาง กังหัน = 10.00 ตร.ม.

4) นำกระแสไฟที่ปั่นได้จาก กังหัน มาผ่านเครื่อง Generator แล้วนำไปเก็บไว้ในแบตเตอรี่ และผ่านไปยังเครื่อง Inverter เพื่อแปลงกระแสจากไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อวัดศักยภาพการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยเชื่อมต่อข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 5.29 แสดงพื้นที่การต่อจ่ายของระบบการเก็บข้อมูลของระบบพลังงานน้ำ

พื้นที่ในการวางตามลำดับกระบวนการคือ Generator , Battery, Inverterและคอมพิวเตอร์ จึงครบระบบในขั้นตอนของกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อวัดศักยภาพของกังหัน ที่ทำการทดสอบ

- **พื้นที่ต่อ -จ่ายของระบบ** = 30.17 ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.24) ส่วนปฏิบัติการวิจัย และพัฒนาเครื่องจักรพลังงานจากชีวมวลประเภท Gasification

การปฏิบัติการในส่วนนี้จะประกอบด้วย 2 ส่วนของการปฏิบัติการคือ

1) ห้องปฏิบัติการทดลอง (Laboratory)

2) พื้นที่ปฏิบัติการประลอง (Workshop laboratory)

1) ห้องปฏิบัติการทดลอง (Laboratory) จะใช้ส่วนของห้องปฏิบัติการทดลองกลางร่วมกับส่วนของการวิจัยภายนอกโครงการ เนื่องจากเป็นห้องปฏิบัติการทดลองส่วนกลางที่ไว้สำหรับเตรียมสาร และจะแยกออกไปใช้ห้องทดลองเฉพาะ ตามแบบภาพที่ 5.3

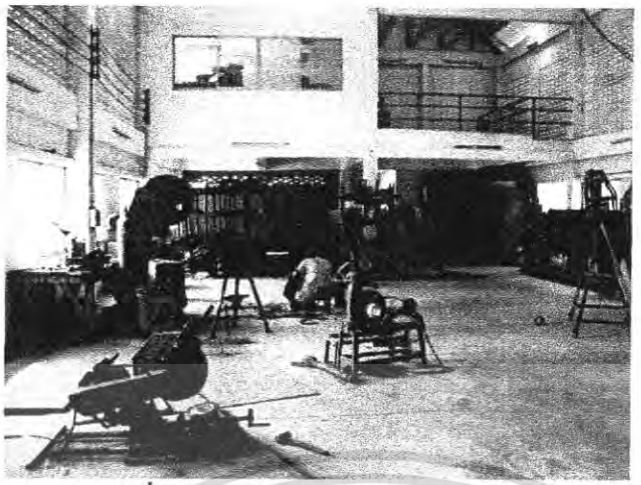
การใช้พื้นที่ส่วนห้องปฏิบัติการทดลอง (Laboratory)

- ห้องปฏิบัติการทดลองกลาง 12.00 x 14.00 =	168.00	ตร.ม*
- ห้องเก็บอุปกรณ์การทดลอง 2.50 x 3.50 =	8.75	ตร.ม*
- ห้องเก็บสารเคมี 2.50 x 3.50 =	8.75	ตร.ม*
- ห้องปฏิบัติการทดลองย่อย 6.35 x 4.00 =	25.40	ตร.ม
รวมพื้นที่ใช้สอย =	**210.09**	**ตร.ม**

* ในส่วนนี้ใช้พื้นที่ร่วมกันกับส่วนของการวิจัยภายนอกโครงการ

2) พื้นที่ปฏิบัติการประลอง (Workshop laboratory) ส่วนนี้เป็นส่วนทำการทดลองประดิษฐ์นวัตกรรมใหม่ ๆ ทางด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนประเภท Gasification อ้างอิงการใช้องค์ประกอบพื้นที่เช่นเดียวกับการทดลองของส่วนอเนกประสงค์ที่รับโครงการมาจากภายนอก โดยพื้นที่ปฏิบัติการจะอ้างอิงจาก เครื่อง เตาเผาแกลบไซโคลน ดังภาพที่ 5.5 โดยพื้นที่สามารถทำการทดลองพัฒนาเครื่องจักรหลาย ๆ แบบได้ในช่วงเวลาเดียวกัน จึงคาดการณ์ขนาดของพื้นที่เป็น 3 เท่าของพื้นที่ของการทดลอง เพื่อให้มีพื้นที่ในการพัฒนาเครื่องหลายชนิดตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.30 แสดงโรงปฏิบัติการประลอง

ที่มา : ศูนย์ทดลองวิชาการพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน จังหวัดปทุมธานี

การใช้พื้นที่ส่วนพื้นที่ปฏิบัติการทดลอง (WORKSHOP LABORATORY)

- พื้นที่ปฏิบัติการณ์ 40.5 x 3 =	121.50	ตร.ม
- ห้องเก็บอุปกรณ์ 12.00 x 3 =	36.00	ตร.ม
- ส่วนต่อระบบน้ำและอ่างล้างมือ =	16.70	ตร.ม
- ส่วนห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า อาบน้ำ 8.4x3.5 =	29.40	ตร.ม
รวมพื้นที่ใช้สอย =	**203.60**	**ตร.ม**

2.2.5) ส่วนการศึกษา

ให้บริการการศึกษาแก่นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ สาขาพลังงานทดแทน ซึ่งมีหน้าที่เข้ารับการศึกษาตามหลักสูตรประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) ส่วนห้องทำงานของอาจารย์ที่ให้การศึกษา ประกอบด้วย

- ห้องทำงาน รองผู้อำนวยการฝ่ายการศึกษา (Architect's Data หน้า 235)

ครุภัณฑ์ภายในห้อง

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- เก้าอี้สำหรับผู้มาติดต่อ	2	ตัว
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
- ตู้เอกสาร	1	หลัง
- ชุดรับรองแขก	1	ชุด
รวมพื้นที่ใช้สอย 4.00 x 5.00 =	**20.00**	**ตร.ม**

- ส่วนทำงานเลขานุการ (Architect's Data หน้า 235)

ครุภัณฑ์ภายในห้อง ต่อผู้ใช้ 1 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- เก้าอี้สำหรับผู้มาติดต่อ	2	ตัว
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
- ตู้เอกสาร	1	หลัง
รวมพื้นที่ใช้สอย 2.00 x 3.00 =	**6.00**	**ตร.ม**

- **ส่วนทำงานอาจารย์พิเศษ รวม 16 ที่นั่ง** (Architect's Data หน้า 235)

(ในส่วนของอาจารย์ประจำมีตำแหน่งที่นั่งเป็นวิศวกรของโครงการอยู่แล้วจึงไม่นำมาคิด)

ครุภัณฑ์ภายในห้อง ต่อผู้ใช้ 1 คน

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
- ตู้เอกสาร	1	หลัง
ใช้พื้นที่ใช้สอย 2.00 x 2.00 =	4.00	ตร.ม
รวมพื้นที่ใช้สอย 16 x 4.00 =	**64.00**	**ตร.ม.**

2) ส่วนโถงอเนกประสงค์สำหรับนักศึกษา

พื้นที่สำหรับพักผ่อนส่วนกลางสำหรับนักศึกษาทุกชั้นปี

- ใช้พื้นที่ =	60.00	ตร.ม.

3) ส่วนห้องจัดเรียนการศึกษาตามวิชาเรียน 4 ชั้นปี

ห้องเรียนแยกตามชั้นปี จำนวน 4 ชั้นปี ชั้นปีละ 40 คน

จากการวิเคราะห์ 1 คน (Architect's Data P.162)

- ใช้พื้นที่	1.00	ตร.ม.
- พื้นที่ 1 ห้อง 1.00 x 40 =	40.00	ตร.ม.
- พื้นที่หน้าห้อง =	12.00	ตร.ม.
- รวมพื้นที่ใช้สอย 1ห้อง =	52.00	ตร.ม.
- รวมพื้นที่ใช้สอย 4ห้อง 52 x 4.00 =	**208.00**	**ตร.ม.**

4) ส่วนห้องจัดเรียนคอมพิวเตอร์

ห้องเรียนคอมพิวเตอร์ จำนวน 40 เครื่อง 1ห้อง สำหรับวิชาเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกร และการเขียนแบบวิศวกรรม

จากการวิเคราะห์ 1 คน (Architect's Data P.162)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้พื้นที่	1.50	ตร.ม.
- พื้นที่ 1 ห้อง 1.50 x 40 =	60.00	ตร.ม.
- พื้นที่หน้าห้อง =	12.00	ตร.ม.
รวมพื้นที่ใช้สอย =	**72.00**	**ตร.ม.**

5) ส่วนห้องประชุมอเนกประสงค์ขนาด 200 ที่นั่ง

ห้องประชุมคิดจำนวนจากนักศึกษาทั้งหมด 160 คนหากมีการบรรยายและรวม อาจารย์อีกส่วนหนึ่ง เป็น 200 คน

จากการวิเคราะห์ 1 คน (Architect's Data P.176)

- ใช้พื้นที่	1.00	ตร.ม.
- ใช้พื้นที่ 1.00 x 200 =	200.00	ตร.ม.
- พื้นที่หน้าห้อง =	54.00	ตร.ม.
รวมพื้นที่ใช้สอย =	**254.00**	**ตร.ม.**

6) ส่วนปฏิบัติการศึกษาพลังงานทดแทน

จัดเป็นส่วนปฏิบัติการณ์ในการทำการทดลองพลังงานทดแทนแต่ละประเภทตาม หลักสูตร สำหรับนักศึกษาตามหลักสูตรการศึกษา โดยการคิดส่วนปฏิบัติการศึกษาพลังงาน ทดแทนตามหลักสูตรที่ทำการเรียนนั้นจะประกอบด้วยพลังงานทดแทน 7 ประเภท คือ

1. พง310 เทคโนโลยีพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพ
2. พง311 เทคโนโลยีพลังงานชีวมวล
3. พง312 เทคโนโลยีพลังงานลม
4. พง313 เทคโนโลยีพลังงานน้ำ
5. พง410 เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์
6. พง411 เทคโนโลยีพลังงานนิวเคลียร์
7. พง412 เทคโนโลยีพลังงานความร้อนใต้พิภพ

การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการเลือกการปฏิบัติการณ์ด้านพลังงานทดแทนแต่ละ ประเภท

1. <u>พง310 เทคโนโลยีพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพ</u>

เชื้อเพลิงชีวภาพ หรือ Biofuel **คือ เชื้อเพลิงที่ได้จากชีวมวล** (Biomass) **หรือ สสารที่** ได้จากพืชและสัตว์ได้แก่ไบโอดีเซล แก๊สโซฮอลล์และเอทานอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมกับโครงการแล้วพบว่า สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีความเหมาะสมที่จะให้ทำการศึกษาในด้านของพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพที่สุดเนื่องจาก มหาวิทยาลัยเชียงใหม่เป็นศูนย์ใหญ่ที่ทำการวิจัยพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพ

2. พง311 เทคโนโลยีพลังงานชีวมวล

พลังงานจากชีวมวลสามารถสามารถแยกกระบวนการได้แบบกว้างๆได้ 2วิธี คือ พลังงานชีวมวลประเภทเชื้อเพลิงเผาไหม้ (Gasification) และ พลังงานชีวมวลประเภทย่อยสลายแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion)

ซึ่งจากการศึกษาในด้านพลังงานชีวมวลประเภทเชื้อเพลิงเผาไหม้ (Gasification) นั้นจะทำการเรียนที่ศูนย์นี้เนื่องจากเป็นศูนย์ที่ทำการวิจัยโดยเฉพาะ ส่วนพลังงานชีวมวลประเภทย่อยสลายแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion) นั้นจะออกไปศึกษาที่สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานมหาวิทยาลัยเชียงใหม่เนื่องจาก มหาวิทยาลัย เชียงใหม่เป็นศูนย์ใหญ่ที่ทำการวิจัยพลังงานชีวมวลประเภทย่อยสลายแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digestion) และมีพื้นที่ทดลองบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบครบวงจรด้วย

3. พง312 เทคโนโลยีพลังงานลม

เนื่องจากพลังงานลมไม่มีแหล่งที่ทำการวิจัยจึงมีส่วนทำการศึกษาเทคโนโลยีพลังงานลมในโครงการด้วยเนื่องจากแรงลมมากพอที่จะทำการศึกษาได้โดยการนำระบบกังหันลมขนาดเล็กเพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา

4. พง313 เทคโนโลยีพลังงานน้ำ

เนื่องจากไม่มีแหล่งศึกษาพลังงานน้ำภายในพื้นที่ดังนั้นเพื่อให้การศึกษาเทคโนโลยีจากพลังงานน้ำจึงได้ออกแบบให้มีส่วนทดสอบและศึกษาเทคโนโลยีจากพลังงานน้ำ (Hydro Turbine) ขนาดเล็กภายในโครงการ

5. พง410 เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์

ในโครงการได้ทำการศึกษาพลังงานแสงอาทิตย์อยู่แล้วจึงมีส่วนที่ทดลองพลังงานแสงอาทิตย์ในหลายเทคโนโลยี อยู่ส่วนที่เป็นภายนอกอาคาร

6. พง411 เทคโนโลยีพลังงานนิวเคลียส์

พลังงานนิวเคลียส์จะทำการออกไปทัศนศึกษานอกสถานที่เพื่อไปศึกษาการใช้พลังงานนิวเคลียส์กับพวกโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. <u>พง412 เทคโนโลยีพลังงานความร้อนใต้พิภพ</u>

เทคโนโลยีนี้จะทำการออกไปทัศนศึกษาที่ แหล่งน้ำพุร้อน อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่เนื่องจากเป็นแหล่งน้ำพุร้อน และปัจจุบันมีการทำวิจัยเทคโนโลยีและศักยภาพพลังงานที่นั่นแล้วจึงเหมาะในการไปศึกษาหาข้อมูลได้ จึงเน้นให้เป็นการออกทัศนศึกษาดูงานนอกสถานที่เพื่อศึกษาจากสถานจริง

จากการวิเคราะห์ด้านการศึกษาพลังงานทดแทนแต่ละประเภทที่จะนำมาใช้ในการศึกษาได้ในโครงการโดยสรุปแล้วจะประกอบด้วยเทคโนโลยีพลังงาน 4 ประเภท

1. <u>เทคโนโลยีพลังงานชีวมวล</u> ประเภทเชื้อเพลิงเผาไหม้ (Gasification)
2. <u>เทคโนโลยีพลังงานลม</u>
3. <u>เทคโนโลยีพลังงานน้ำ</u>
4. <u>เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์</u>

การศึกษาหาพื้นที่ส่วนปฏิบัติการศึกษาพลังงานทดแทนทั้ง 4 ประเภทนี้จะแยกคิดโดยการเลือกเครื่องจักรแต่ละประเภทมาใช้ในการศึกษาพลังงานทดแทนตามศักยภาพที่พอเหมาะกับการศึกษาเทคโนโลยี

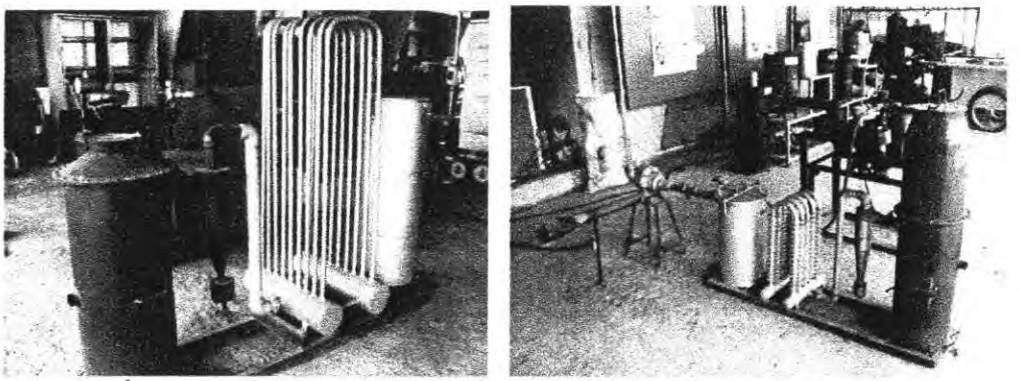
1. <u>เทคโนโลยีพลังงานชีวมวล</u> ประเภทเชื้อเพลิงเผาไหม้ (Gasification)

ใช้รูปแบบของส่วนปฏิบัติการทดลองเชื้อเพลิงชีวมวล (Workshop) ของตัวศูนย์มาเป็นตัวอย่างในการใช้ในการออกแบบส่วนห้องปฏิบัติการซึ่งโดยให้พื้นที่ย่อส่วนตามความเหมาะสม เนื่องจากเป็นการศึกษาเทคโนโลยีเครื่องจักรพลังงานชีวมวลจึงเป็นการศึกษาในด้านงานวิศวกรรม จึงไม่มีห้องห้องปฏิบัติการทดลอง (Labolatory) [7] การคิดพื้นที่คิดโดยการนำรูปแบบของการแบ่งกลุ่มปฏิบัติงานมาเป็นเกณฑ์ โดย 1 โครงการปฏิบัติการแบ่งเป็น 4 กลุ่มปฏิบัติงานโดยเครื่องจักรเป็นเครื่องจักรขนาดเล็ก ไปจนถึงขนาดกลาง โดยประมาณพื้นที่ปฏิบัติไว้ โดยคำนึงจากขนาดเครื่องจักรขนาดกลาง โดยใช้แบบจากเครื่องเผาเศษกิ่งไม้แบบเผา 2ครั้งประกอบกระบวนการกลั่นน้ำ ภาพที่ 5.31 รูปที่หนึ่ง ประมาณ 3 x 4 เมตร โดยรวมพื้นที่สำหรับปฏิบัติงานโดยรอบอีกด้านละ 1 เมตร จะได้พื้นที่สำหรับปฏิบัติการณ์ 5 x 6 เมตร หรือ 30 ตารางเมตร จำนวน 4 ส่วนของการทำการปฏิบัติการศึกษา

---

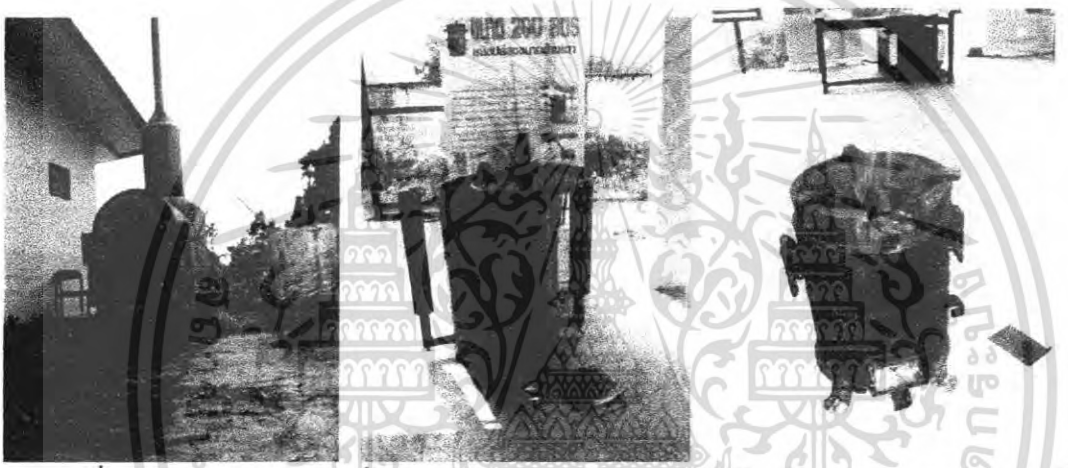
7 ที่มา : ความคิดเห็นจาก คุณทวีป พลเสน ผู้อำนวยการศูนย์ทดลองวิชาการพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน จังหวัดปทุมธานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.31 แสดงตัวอย่างเครื่องจักรโดยใช้ชีวมวลประเภทเผาไหม้ขนาดกลาง

ที่มา : ศูนย์ทดลองวิชาการพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน จังหวัดปทุมธานี



ภาพที่ 5.32 แสดงตัวอย่างเครื่องจักรโดยใช้ชีวมวลประเภทเผาไหม้ขนาดกลาง และ ขนาดเล็ก

ที่มา : ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

พื้นที่ปฏิบัติการณ์เทคโนโลยีพลังงานชีวมวล

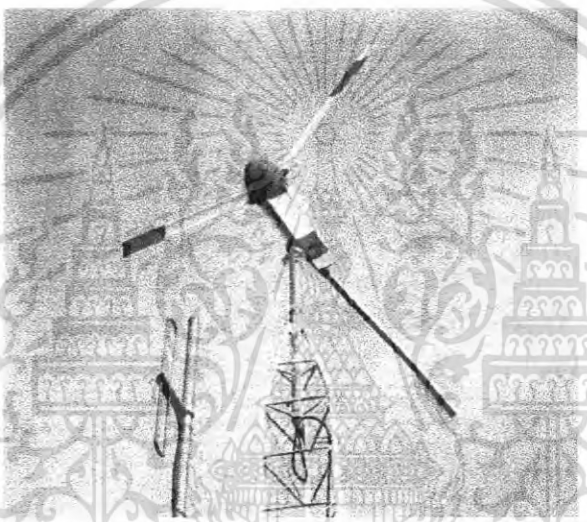
- ใช้พื้นที่ 5.00 x 6.00 =	30.00	ตร.ม.
- ใช้พื้นที่ 4 ส่วน 30.00 x 4 =	120.00	ตร.ม.
- ห้องเก็บอุปกรณ์และเครื่องมือ =	36.00	ตร.ม.
รวมพื้นที่ใช้สอย =	**156.00**	**ตร.ม.**

2. <u>เทคโนโลยีพลังงานลม</u>

การปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีพลังงานลม เป็นการศึกษากระบวนการในการนำลมเข้าไปใช้ให้กระบวนการที่ทำให้เกิดพลังงานซึ่งวิธีการนั้นคือการนำลมเพื่อนำไปปั่นกังหันลม (Wind Generator) แล้วเกิดเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งพลังงานประเภทนี้เรียกว่าพลังงานสะอาดซึ่งไม่มีมลภาวะเกิดขึ้นเลย ดังนั้นกระบวนการที่จะนำกังหันลมผลิตไฟฟ้าเข้ามาศึกษาในโครงการจึงจำเป็นต้องศึกษาลักษณะของกังหันลม

เอกสารนี้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กังหันลมมีอยู่ 2 รูปแบบ คือกังหันลมแบบแกนตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine หรือ VAWT) และกังหันลมแบบแกนนอน (Horizontral Axis Wind Turbine หรือ HAWT) ซึ่งโดยทั่วไปมักจะนิยมใช้แกนนอน (HAWT) เนื่องจากมีใช้งานกันทั่วไปเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของกังหันลมผลิตไฟฟ้าส่วนมากจะเป็นระบบไฟฟ้ากระแสสลับ ความถี่ แรงดัน และกำลังไฟฟ้าทางด้านไฟออกจะแปรผันอยู่ตลอดเวลา (ไม่คงที่) เนื่องจากความเร็วลมเปลี่ยนแปลง ทำให้ความเร็วรอบไม่คงที่ ฉะนั้นจึงไม่สามารถนำไฟที่ผลิตได้ซึ่งมีความถี่และแรงดันไม่คงที่มาใช้ได้โดยตรง แต่จะนิยมประจุเก็บเข้าแบตเตอรี่ แล้วจึงใช้ไฟจากแบตเตอรี่ซึ่งมีแรงดันค่อนข้างคงที่ ทั้งยังสามารถเก็บไว้ใช้ในเวลาที่ไม่มีลมได้อีกด้วย



ภาพที่ 5.33 แสดงตัวอย่างกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า ขนาดเล็ก

เครื่องกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าที่นิยมใช้เพื่อการศึกษาหรือเผยแพร่นั้นโดยทั่วไปจะใช้กังหันขนาดเล็กซึ่งจำเป็นในการดูแลรักษาต่ำกว่าและสามารถนำมาศึกษาได้ง่าย โดยขนาดกังหันลมที่นิยมนำมาใช้คือ 200 วัตต์ ซึ่งเป็นกังหันขนาดเล็ก

การคำนวณพื้นที่ใช้สอยส่วนการทดลอง และเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าจากกังหันลมประกอบด้วย

- พื้นที่ปฏิบัติการณ์เทคโนโลยีพลังงานชีวมวล
  - ลานทดสอบกังหันลม = 307.89 ตร.ม.*
  - ส่วนการแปลงกระแสไฟฟ้า 6.3x4.7 = 14.49 ตร.ม.*
  - ห้องเก็บอุปกรณ์เครื่องมือ 4.7x3.2 = 15.04 ตร.ม.*

  รวมพื้นที่ใช้สอย = 337.42 ตร.ม*

  *พื้นที่ในส่วนนี้ใช้ร่วมกันกับฝ่ายวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. <u>เทคโนโลยีพลังงานน้ำ</u>

การปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีพลังงานน้ำ เป็นการศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องจักรพลังงานน้ำ (Turbine) หรือเทคโนโลยีที่ใช้ศักยภาพของน้ำให้เกิดประโยชน์ เพื่อทำการพัฒนาเครื่องจักรที่ใช้พลังงานจากน้ำเพื่อรองรับต่อการใช้ผลิตพลังงาน หรือทดแทนพลังงานสิ้นเปลืองในปัจจุบัน

การทำการศึกษาเครื่องจักรพลังน้ำ (Turbine) มีทั้งในขั้นตอนของการศึกษา ผลิต และทดสอบเพื่อนำความสามารถไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเหมาะกับการใช้

ภาพที่ 5.34 แสดงตัวอย่างเครื่องจักรพลังงานน้ำ (Hydro Turbine)

ที่มา : ศูนย์ทดลองวิชาการพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน จังหวัดปทุมธานี

- พื้นที่ปฏิบัติการณ์เทคโนโลยีพลังงานน้ำ

ใช้พื้นที่ร่วมกันกับฝ่ายวิจัยในส่วนของพลังงานน้ำเนื่องจากขนาดของการทำการศึกษานั้นเป็นการขนาดเล็กเพื่อนำความรู้ไปพัฒนาและ อาจออกไปสถานที่จริงในบางคราว[8]

4. <u>เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์</u>

การปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เป็นหน่วยที่เน้นการศึกษาและทำความเข้าใจในหลักการของพลังงานจากแสงอาทิตย์ เพื่อนำความรู้ไปใช้ในหน่วยงานของการควบคุม และพัฒนาเครื่องมือที่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์มาแปลงเป็นการใช้สอยให้เหมาะสมกับการทดแทนพลังงานจากพลังงานประเภทใช้แล้วหมดในปัจจุบัน ทั้งรูปแบบการอบแห้ง การหุงต้ม การกลั่น การต้มน้ำร้อน รวมถึงการผลิตกระแสไฟฟ้า

- พื้นที่ปฏิบัติการณ์เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์

จำเป็นต้องใช้ลานโล่ง (Outdoor) สำหรับทำการทำการศึกษารูปแบบของเครื่องจักรที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์แต่ละประเภท (ในส่วนของพลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8 ที่มา : ข้อมูลจากการสอบถาม ผศ.ดร.ณัฐวุฒิ คุษฎี ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เซลล์จะใช้ส่วนของห้องที่ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์เป็นที่ทำการศึกษาในเรื่องระบบการต่อจำหน่าย)

ลานอเนกประสงค์ศึกษาพลังงานแสงอาทิตย์ 25 x 13 = 325 ตร.ม.

2.2.6) ส่วนส่งเสริมและเผยแผร่

ให้ความรู้ข้อมูลข่างสารด้านเทคโนโลยีทางพลังงานในด้านต่าง ๆ ประกอบด้วยการจัดนิทรรศการทั้งชั่วคราวและถาวร การจัดฝึกอบรมแก่ผู้ประกอบธุรกิจด้านพลังงาน และผู้สนใจอื่น ๆ

- ส่วนนิทรรศการถาวร

จำลองการเกิดขึ้นของพลังงานทดแทนแต่ละประเภท ทั้งหมด 7 ประเภทโดยเริ่มด้วยการนำเสนอสภาวะปัจจุบันของโลก ปัญหาภาวะโลกร้อน (Global Warming) ต่อด้วยการแก้ปัญหาด้วยพลังงานทางเลือก (Alternative Energy) ซึ่งประกอบด้วยพลังงานทดแทนในปัจจุบัน คือ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพ พลังงานชีวมวล พลังงานนิวเคลียส์ พลังงานความร้อนใต้พิภพ และพลังงานทดแทนประเภทใหม่ๆในอนาคตรวมทั้งหมด 9 โซนความรู้ โดยการคิดการใช้พื้นที่ในโซนแต่ละโซนคิดการใช้พื้นที่แต่ละโซนเท่า ๆ กันเพื่อให้ไม่สับสนในการแบ่งและสามารถยืดหยุ่นการใช้งานได้

ขนาดพื้นที่ที่ใช้ในการจัดแสดงแบบต่าง ๆ ของส่วนนิทรรศการ

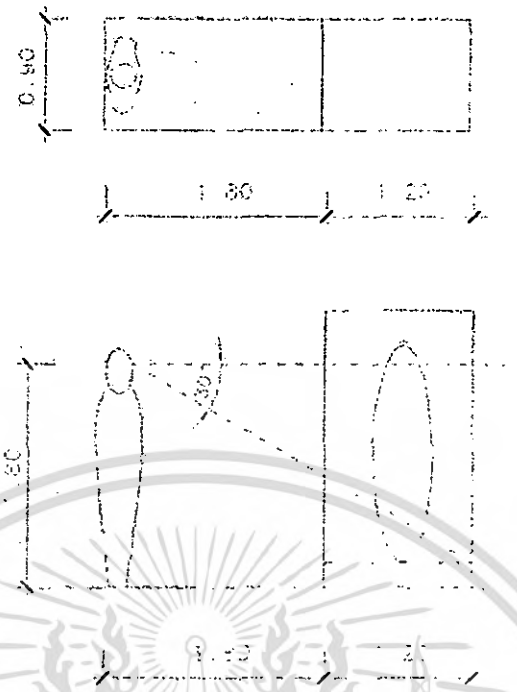
1. ตู้แสดง Display

ลักษณะเป็นตู้แสดงยกฐานสูง 0.30 เมตร เป็นตู้กระจกเพื่อป้องกันฝุ่นและความชื้นจากอากาศ

กำหนดมุมมองความสูงระดับสายตาที่ 1.80 เมตร

กำหนดมุมก้มมุมเงยสำหรับการชมที่ 30 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

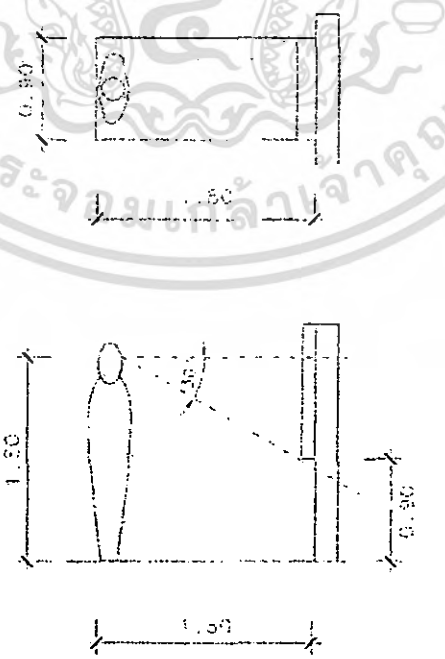


ภาพที่ 5.35 แสดงแบบตู้แสดง

2. แผนภาพ Board

เป็นแผ่นรูปภาพและคำอธิบายประกอบผลงานที่แสดงในส่วนนิทรรศการ มีขนาด 0.90 x 1.20 เมตรต่อแผ่น

ใช้พื้นที่ในการอ่าน 0.90 x 1.20 เมตรต่อแผ่น

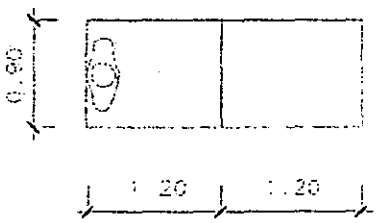


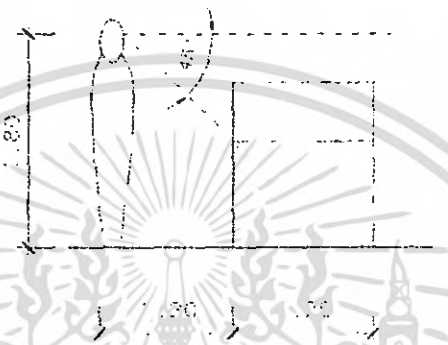
ภาพที่ 5.36 แสดงแบบแผนภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กล่องแสดง Box Stand

เป็นโต๊ะแสดงผลงานสูง 0.90 เมตร ด้านบนมีกระจกครอบป้องกันฝุ่น





ภาพที่ 5.37 แสดงแบบกล่องแสดง

การคิดการใช้พื้นที่ในโซนแต่ละโซนคิดการใช้พื้นที่แต่ละโซนเท่า ๆ กันเพื่อให้ไม่สับสนในการแบ่งและสามารถยืดหยุ่นการใช้งานได้

- พื้นที่ห้องจัดแสดงพลังงานทดแทนแต่ละโซน 14 x 10	= 140.00 ตร.ม
- โซนจัดแสดง 9 โซน 140 x 9	= 1260.00 ตร.ม.
- ห้องเก็บอุปกรณ์	= 50.00 ตร.ม
รวมพื้นที่ใช้สอยห้องละ	**= 1310.00 ตร.ม**

- ส่วนนิทรรศการชั่วคราว

จัดเป็นลานอนกประสงค์กลางแจ้ง สำหรับตั้งเครื่องจักรพลังงานทดแทนแต่ละประเภทที่เป็นต้นแบบ ผลงานวิจัยที่นำมาเผยแพร่ หรือแม้แต่ผลงานการออกแบบของนักศึกษาที่สามารถเผยแพร่ได้

- พื้นที่ห้องจัดแสดงเทคโนโลยี	= 300.00 ตร.ม
- ห้องเก็บอุปกรณ์ 30เปอร์เซ็นต์	= 90.00 ตร.ม
รวมพื้นที่ใช้สอย	**= 390.00 ตร.ม**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ห้องฝึกอบรมให้ความรู้

จัดเป็น 2 ห้องเพื่อแบ่งรองรับ และสามารถเปิดรวมเป็นห้องใหญ่ได้ตามแต่กรณี การอบรมจัดชุดอบรมชุดละไม่เกิน 30 คน

- พื้นที่นั่งเรียน 30 ที่นั่ง (1.0 ตร.ม/ที่นั่ง)	= 30.00 ตร.ม
- พื้นที่หน้าห้อง	= 10.00 ตร.ม
- ทางสัญจร 30 เปอร์เซ็นต์	= 12.00 ตร.ม
- จำนวน 2 ห้อง 52 x 2	= 104.00 ตร.ม.
รวมพื้นที่ใช้สอยห้องละ	**= 104.00 ตร.ม**

- ห้องสมุด

เป็นห้องสมุดเฉพาะที่เกี่ยวกับพลังงานทดแทน เพื่อให้บริการเกี่ยวกับเอกสาร ข้อมูลสำหรับการค้นคว้าทางด้านพลังงานทางเลือกทุกประเภท รวมไปถึงข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับศิลปวัฒนธรรมต่าง ๆ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งจะประกอบด้วย

1. ส่วนทางเข้า - ออก
2. ส่วนรับฝากของ
3. เคาน์เตอร์รับ - จ่ายหนังสือ
4. ตู้บัตรรายการ
5. บริเวณถ่ายเอกสาร
6. ส่วนอ่านหนังสือ
7. ส่วนเก็บหนังสือ (ชั้นหนังสือ)
8. ห้องซ่อมหนังสือ
9. ห้องบรรณารักษ์ และเจ้าหน้าที่ห้องสมุด
10. ส่วนโสตทัศนศึกษา

มาตรฐาน ผู้อ่าน 1 คน จะใช้หนังสือไม่เกิน 30 เล่ม (Architect's Data หน้า 194) จากกองห้องสมุดมหาวิทยาลัยมีหนังสือและเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาพลังงานทดแทนและวิศวกรรม จะได้

- หนังสือภาษาไทย	12,449	เล่ม
- หนังสือภาษาต่างประเทศ	8,247	เล่ม
- วารสารภาษาไทย	85	รายชื่อ
- วารสารภาษาต่างประเทศ	163	รายชื่อ

การพิจารณาคิดพื้นที่ในการวางหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บริเวณชั้นวางหนังสือภาษาไทย

หนังสือ 140 เล่ม ใช้พื้นที่	1.00	ตร.ม
ดังนั้น หนังสือ 12,449 เล่ม ใช้พื้นที่	88.92	ตร.ม

- บริเวณชั้นวางหนังสือต่างประเทศ

หนังสือ 140 เล่ม ใช้พื้นที่	1.00	ตร.ม
ดังนั้น หนังสือ 8247 เล่ม ใช้พื้นที่	58.90	ตร.ม

- บริเวณชั้นวางวารสารภาษาไทย

หนังสือ 12 เล่ม ใช้พื้นที่	1.00	ตร.ม
ดังนั้น หนังสือ 85 เล่ม ใช้พื้นที่	7.08	ตร.ม

- บริเวณชั้นวางวารสารต่างประเทศ

หนังสือ 12 เล่ม ใช้พื้นที่	1.00	ตร.ม
ดังนั้น หนังสือ 163 เล่ม ใช้พื้นที่	13.58	ตร.ม
- บริเวณอ่านหนังสือ 1 คน ใช้พื้นที่การอ่าน	2.70	ตร.ม
ดังนั้น 80 คน ใช้พื้นที่การอ่าน 80 x 2.70 =	216.00	ตร.ม
- โถง คิดพื้นที่ 10 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่อ่านหนังสือ		
(216.00 x 10) / 100 =	21.60	ตร.ม
- ตู้บัตรรายการ	1.25	ตร.ม
- ห้องเก็บ-ซ่อมหนังสือ	17.50	ตร.ม
- บริเวณถ่ายเอกสาร	3.40	ตร.ม
- บรรณารักษ์	14.40	ตร.ม
- ส่วนรับฝากของ	4.25	ตร.ม

- ประชาสัมพันธ์

ทำหน้าที่ให้ข้อมูลเบื้องต้นในส่วนทางเข้าสู่โครงการ บริการสื่อสาร และช่วยอำนวยความสะดวก

- ส่วนทำงาน ประกอบด้วยชุดโต๊ะทำงาน 1 ชุด ตู้เอกสาร
- เคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์ และที่รับฝากของ ประกอบด้วยที่นั่งสำหรับเจ้าหน้าที่ 2 ที่นั่งตู้เก็บเอกสารประชาสัมพันธ์ ชั้นวางของ

รวมพื้นที่ห้อง4.00 x 4.00 เมตร =16.00 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ห้องทำงานเจ้าหน้าที่วิทยากร

ทำหน้าที่เผยแพร่ความรู้ในส่วนนิทรรศการภายในโครงการและให้คำปรึกษาในเรื่องของพลังงานทดแทน และให้ความรู้ความเข้าใจในเรื่องของพลังงานแก่ประชาชนทั่วไป และประชาชนในสายงาน (Achitect 's Data หน้า 235)

ครุภัณฑ์ภายในห้อง ต่อผู้ใช้ 1 คน

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
- ตู้เอกสาร	1	หลัง
- พื้นที่ใช้สอย 2.00 x 2.00	= 4.00	ตร.ม/คน
- รวมจำนวนผู้ใช้ 4 คน	= 16.00	ตร.ม

- ห้องให้คำปรึกษา

ห้องให้คำปรึกษาปัญหาเกี่ยวพลังงานมีเจ้าหน้าที่วิทยากรคอยให้คำปรึกษาปัญหา

ครุภัณฑ์ภายในห้อง

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- เก้าอี้สำหรับผู้มาติดต่อ	2	ตัว
- โต๊ะวางคอมพิวเตอร์	1	ตัว
- ตู้เอกสาร	1	หลัง
- ชุดรับรองแขก	1	ชุด
รวมพื้นที่ใช้สอย 4.00 x 5.00 =	20.00	ตร.ม

2.2.7) ส่วนงานเทคนิคและบริการ

- ฝ่ายอาคารสถานที่

1. ห้องหัวหน้าแผนกเทคนิค จำนวนผู้ใช้ 1 คน

ครุภัณฑ์ภายในห้อง (Architect's Data หน้า 235)

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- ตู้เอกสาร	1	หลัง
ใช้พื้นที่ 2.00 x 3.00 =	6.00	ตร.ม.

2. ส่วนเจ้าหน้าที่ไฟฟ้า จำนวนผู้ใช้ 1 คน

ครุภัณฑ์ภายในห้อง (Architect's Data หน้า 235)

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- ตู้เอกสาร	1	หลัง
ใช้พื้นที่ 2.00 x 2.00 =	4.00	ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนเจ้าหน้าที่เครื่องกล จำนวนผู้ใช้ 1 คน

ครุภัณฑ์ภายในห้อง (Architect's Data หน้า 235)

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- ตู้เอกสาร	1	หลัง
ใช้พื้นที่ 2.00 x 2.00 =	4.00	ตร.ม.

4. ส่วนเจ้าหน้าที่ประปา จำนวนผู้ใช้ 1 คน

ครุภัณฑ์ภายในห้อง (Architect's Data หน้า 235)

- โต๊ะทำงานและเก้าอี้	1	ชุด
- ตู้เอกสาร	1	หลัง
ใช้พื้นที่ 2.00 x 2.00 =	4.00	ตร.ม.

5. ห้องระบบควบคุมกลาง (Central Control Room)

- ตู้ควบคุมระบบ		
ใช้พื้นที่	40.00	ตร.ม.
- โต๊ะทำงานเครื่องควบคุม		
ใช้พื้นที่	15.00	ตร.ม.

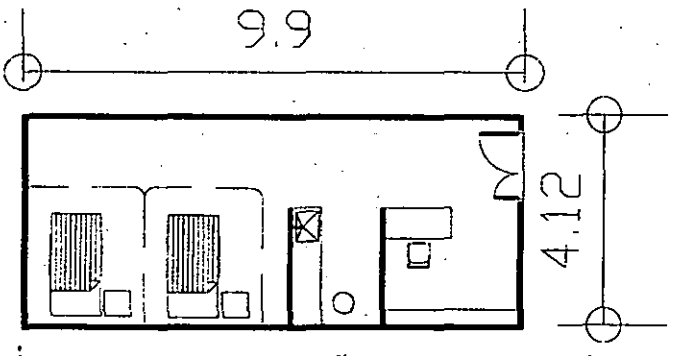
6. ห้องเครื่องงานระบบ

- Electrical room		
ใช้พื้นที่	40.00	ตร.ม.
- Generator set room		
ใช้พื้นที่	35.00	ตร.ม.
- Water pump room		
ใช้พื้นที่	65.00	ตร.ม.
- บ่อบำบัดน้ำเสีย		
ใช้พื้นที่	80.00	ตร.ม.
- ส่วนเก็บขยะ และกำจัดขยะ		
ใช้พื้นที่	20.00	ตร.ม.
- ห้องเก็บอุปกรณ์		
ใช้พื้นที่ 5.00 x 6.00 =	30.00	ตร.ม.

- ฝ่ายบริการ

1. ห้องพยาบาล เป็นห้องที่สามารถทำการรักษาเบื้องต้น และส่งไปยังโรงพยาบาลใกล้เคียง ประกอบด้วย ส่วนนั่งทำงาน ส่วนล้าง และส่วนเตียงคนไข้ 2 เตียง

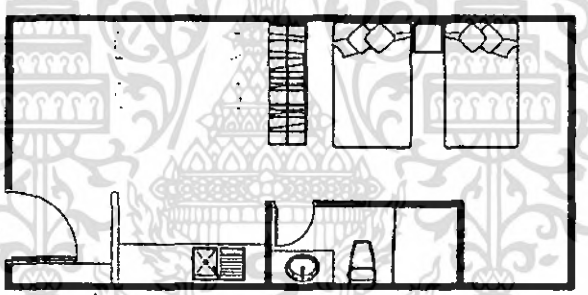
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.38 แสดงตัวอย่างการจัดห้องพยาบาลขนาด 2 เตียง

- ห้องพยาบาล ใช้พื้นที่ 9.9 x 4.12 = 40.788 ตร.ม.

2. ห้องพักนักวิจัย สำหรับพนักงานพักหากมีความจำเป็นต้องใช้โครงการในช่วงกลางคืน คิดจากการทำงานวิจัยที่รับจากภายนอกเป็นหลัก คิดเป็นจำนวน 10 เตียง และสำหรับผู้อำนวยการ 1 ห้อง



ภาพที่ 5.39 แสดงตัวอย่างห้องพักแบบ 2 เตียง

การจัดห้องพักเป็นห้องคู่ดังนั้นจึงมีห้องพัก 6 ห้อง (ห้องผู้อำนวยการแยกเป็นห้องเดี่ยว)

- ห้องพักคิดพื้นที่ 8.6 x 4 = 48 ตร.ม.

รวม มี 6ห้อง 48 x 6 = 288 ตร.ม.

- พื้นที่ นั่งพักผ่อน = 35 ตร.ม.

3. ห้องเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย

ใช้พื้นที่ 2.00 x 3.00 = 6.00 ตร.ม.

มี 2 ห้องประจำทางเข้าออก =6.00 x 2 12.00 ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ห้องพักแม่บ้าน และห้องเก็บอุปกรณ์

ใช้พื้นที่ = 40.00 ตร.ม.

5. ที่จอดรถ ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) จอดรถยนต์จากผู้ใช้โครงการ รายละเอียดองค์ประกอบที่ต้องการ

- **ที่จอดรถฝ่ายบริหาร จำนวน 6 คัน (เฉพาะผู้บริหาร)**
- **ที่จอดรถบริการ จอดรถขนเครื่องมือ 3 คัน**
- ที่จอดรถยนต์ทั่วไป คิดจากกฎกระทรวงฉบับที่ 7 ปี (พ.ศ.2517) แบ่งตามส่วนพื้นที่ของอาคารดังนี้

ก) ห้องบรรยาย 200 ที่นั่ง คิดเป็น 40 คนต่อคัน คิดเป็นจอดรถ 5 คัน

ข) โรงอาหาร คิดพื้นที่30 ตารางเมตรต่อ 1 คัน พื้นที่ 72 ตร.ม คิดเป็นจอดรถ 3 คัน

ค) ส่วนห้องพักนักวิจัย 6 ห้อง คิดเป็นจอดรถ 5 คัน

ง) พื้นที่ใช้สอยของอาคารขนาดใหญ่ คิด 240 ตร.มต่อ 1 คัน

2) ที่จอดรถจักรยานยนต์จากผู้ใช้โครงการ

- จากพนักงานในโครงการ = 20 คัน
- นักศึกษาที่ใช้โครงการ คิดเป็น 3คนต่อ1คัน โดยคิดจากนักศึกษาที่ใช้ประจำได้แก่ ปี 2-4 จำนวน 120 คน คิดเป็น = 40 คัน
- ผู้มาติดต่อ ประมาณการหมุนเวียนรถเข้า-ออก ประมาณ =10 คัน/วัน
- คิดส่วนพื้นที่จอดจักรยาน =10 คัน

3) รถบัสที่มาเป็นหมู่คณะ

- พบว่า นักเรียน นิสิตมาเป็นคณะมากที่สุด ประมาณ 160 คน มาโดยรถบัส 2 คัน (80ที่นั่ง) = 2 คัน

รวมพื้นที่

ที่จอดรถยนต์	ขนาด 2.50 x 6.00 เมตร 37 คัน	รวม 555 ตารางเมตร
ที่จอดรถจักรยานยนต์	ขนาด 1.00 x 1.50 เมตร 70 คัน	รวม 168 ตารางเมตร
ที่จอดรถบริการ	ขนาด 3.00 x 8.00 เมตร 3 คัน	รวม 72 ตารางเมตร
ที่จอดรถบัส	ขนาด 4.00 x 12.00 เมตร 2 คัน	รวม 96 ตารางเมตร

รวมพื้นที่ 744 ตารางเมตร

ตารางที่5.2(ต่อ) แสดงองค์ประกอบและพื้นที่โครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การวิเคราะห์หาพื้นที่ขององค์ประกอบในโครงการ

ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบและพื้นที่โครงการ

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	จำนวนผู้ใช้ (คน)	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	หมายเหตุ
1. ส่วนบริหาร				
ส่วนกลาง	- โถงทางเข้า	-	20.00	
	- ส่วนรับรองแขก	6	9.00	
	- ห้องประชุม	15	36.75	
1.1 ฝ่ายบริหารโครงการ	- ห้องทำงานผู้อำนวยการโครงการ	1	26.70	
	- เลขานุการผู้อำนวยการ	1	6.00	
	- ห้องทำงานรองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร	1	20.00	
	- เลขานุการรองผู้อำนวยการ	1	6.00	
1.2 ฝ่ายบริหารโครงการ	- ห้องทำงานฝ่ายบัญชีและการเงิน	6	9x6= 54.00	
กลาง	- เลขานุการกลาง	4	4x4=16.00	
1.3 ฝ่ายงานคลังและ	- ห้องทำงานเจ้าหน้าที่พัสดุ	1	16.00	
พัสดุ	- ห้องรับ-เบิกพัสดุ	1	20.00	
รวม			230.45	
ห้องน้ำ	คิดห้องน้ำ	1	13.00	
CIRCULATION 30 %	(พื้นที่รวม 243.45 ตร.ม.)		73.03	
2. ส่วนวิจัย				
ส่วนกลาง	- โถงทางเข้า	-	20.00	
	- ส่วนรับรองแขก	6	16.00	
	- เก็บของ	-	6.00	
2.1 ส่วนบริหารงานวิจัย	- ห้องรองผู้อำนวยการฝ่ายวิจัย	1	20.00	
	- เลขานุการ	1	6.00	
2.2 ฝ่ายวิศวกรรม	- ส่วนทำงานนักวิจัย	2	4x2 = 8.00	
	- ส่วนทำงาน เจ้าหน้าที่วิเคราะห์	2	4x2 =8.00	
	- ส่วนทำงาน วิศวกร	16	4x16= 64.00	
	- ห้องประชุมเล็ก	-	24.00	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 (ต่อ) แสดงองค์ประกอบและพื้นที่โครงการ

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	จำนวนผู้ใช้ (คน)	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	หมายเหตุ
2.3 ฝ่ายช่างเทคนิค	- ส่วนทำงานเจ้าหน้าที่ ฝ่ายช่างเทคนิค	18	4x18= 72.00	
2.4 ส่วนปฏิบัติการงานวิจัยจากภายนอกโครงการ	ส่วนห้องทำงาน - ห้องทำงาน และติดต่อประสานงาน 2ทีม - พื้นที่ส่วนกลาง ส่วนปฏิบัติการณ์ทดลองอเนกประสงค์ - พื้นที่ปฏิบัติการณ์ 2ทีม - ส่วนตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือ 2ทีม - ห้องเก็บอุปกรณ์ 2ทีม ส่วนห้องปฏิบัติการวิจัยกลาง -ใช้ร่วมกับส่วนวิจัยพลังงานจากชีวมวล	 10x2 - 2 2 2	 40x2= 80 20.00 2x32.50= 65.00 2x8.00= 16.00 2x12= 24.00	
2.6 ส่วนห้องปฏิบัติการวิจัยกลาง	- ห้องปฏิบัติการทดลองกลาง - ห้องปฏิบัติการทดลองเฉพาะ - ห้องเก็บสารเคมี - ห้องล้างอุปกรณ์ - ห้องเก็บอุปกรณ์ - ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุด	10 6 - - - 2	168.00 41.00 7.50 9.00 9.00 24.00	
2.7 ส่วนปฏิบัติการทดสอบและเก็บข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ (Solarcell Research)	- ลานทดลองเซลล์แสงอาทิตย์ กลางแจ้ง - ส่วนเก็บแบตเตอร์รี่ - ห้องต่อระบบจำหน่าย - ห้องระบบควบคุมและเก็บข้อมูล - ส่วนระบบต่อจำหน่าย - ห้องเก็บอุปกรณ์ เครื่องมือ	- - - - - -	- 3.08 5.40 7.44 14.95 10.00	
2.8 ส่วนปฏิบัติการทดสอบและเก็บข้อมูลกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้า (Wind turbine Research)	- ลานทดสอบกังหันลม - ส่วนการแปลงกระแสไฟฟ้าแต่ต่อจ่าย - ห้องเก็บอุปกรณ์ เครื่องมือ	- - -	307.89 14.49 15.04	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 (ต่อ) แสดงองค์ประกอบและพื้นที่โครงการ

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	จำนวนผู้ใช้ (คน)	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	หมายเหตุ
2.9 ส่วนปฏิบัติการทดสอบและพัฒนาเครื่องจักรพลังงานน้ำ (Hydro turbine Research)	ส่วนพัฒนาเครื่องจักร			
	- พื้นที่ปฏิบัติการณ์ผลิต	-	40.00	
	- พื้นที่วางเครื่องมือ	-	12.00	
	- ห้องเก็บอุปกรณ์	-	32.30	
	ส่วนรับน้ำ			
	- พื้นที่ตั้งปั๊มน้ำ	-	19.00	
	- แทงค์เก็บน้ำปริมาณ 200 ลบ.ม.	-	64.00	
	ส่วนทดสอบเครื่องจักร			
	- พื้นที่วาง Turbine	-	10.00	
	ส่วนตรวจสอบวัดผล			
	- พื้นที่ตั้งระบบต่อจำหน่าย	-	29.20	
2.10 ส่วนปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรพลังงานจากชีวมวล ประเภท Gasification	ส่วนห้องปฏิบัติการวิจัยกลาง			
	- ห้องปฏิบัติการทดลองกลาง	10	168.00	
	- ห้องปฏิบัติการทดลองเฉพาะ	6	41.00	
	- ห้องเก็บสารเคมี	-	7.50	
	- ห้องล้างอุปกรณ์	-	9.00	
	- ห้องเก็บอุปกรณ์	-	9.00	
	- ห้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุด	2	24.00	
	ส่วนปฏิบัติการณ์ประลอง			
	- พื้นที่ปฏิบัติการณ์	-	121.50	
	- ห้องเก็บอุปกรณ์ เครื่องมือ	-	36.00	
	- ส่วนต่อระบบน้ำและอ่างล้างมือ	-	16.70	
	- ส่วนห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า อาบน้ำ	-	29.40	
รวม	คิดห้องน้ำ		1,754.39	
ห้องน้ำ	(พื้นที่รวม 1832.39 ตร.ม.)	6	13x6= 78	
CIRCULATION 30 %		-	549.71	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2(ต่อ) แสดงองค์ประกอบและพื้นที่โครงการ

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	จำนวนผู้ใช้ (คน)	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	หมายเหตุ
3. ส่วนการศึกษา				
ส่วนกลาง	- โถงทางเข้า	-	20.00	
	- ห้องประชุม 200 ที่นั่ง	200	254.00	
	- ห้องเตรียมการบรรยาย		40.00	
3.1 ส่วนบริหารการศึกษา	- ห้องรองผู้อำนวยการฝ่ายการศึกษา	1	20.00	
	- เลขานุการ	1	6.00	
3.2 ส่วนจัดการศึกษา	- ห้องทำงานอาจารย์พิเศษ	16	16x4=64.00	
3.3 ส่วนให้การศึกษา	- โถงอเนกประสงค์	-	60.00	
	- ห้องเรียนแยกตามชั้นปี 4 ห้อง(52.00)	52x4	208.00	
	- ห้องเรียนคอมพิวเตอร์	40	72.00	
	- พื้นที่ปฏิบัติการณ์เทคโนโลยีพลังงานชีวมวล	-	156.00	
	- พื้นที่ปฏิบัติการณ์เทคโนโลยีพลังงานลม	-	*ใช้ร่วมกับส่วนวิจัย	
	- พื้นที่ปฏิบัติการณ์เทคโนโลยีพลังงานน้ำ		*ใช้ร่วมกับส่วนวิจัย	
	- พื้นที่ปฏิบัติการณ์เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์	-	325.00	
รวม			900.00	
ห้องน้ำ	คิดห้องน้ำ	3	13x3= 39	
CIRCULATION 30 %	(พื้นที่รวม 939.00 ตร.ม.)		281.70	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่5.2(ต่อ) แสดงองค์ประกอบและพื้นที่โครงการ

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบย่อย	จำนวนผู้ใช้ (คน)	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	หมายเหตุ
4.ส่วนส่งเสริมเผยแพร่				
ส่วนกลาง	- โถงทางเข้า	-	20.00	
	- ส่วนลานอเนกประสงค์	-	100.00	
4.1 ส่วนบริหารการส่งเสริมและเผยแพร่	- ห้องรองผู้อำนวยการฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่	1	20.00	
	- เลขานุการ	1	6.00	
4.2 ส่วนทำงานเจ้าหน้าที่	- ประชาสัมพันธ์	2	16.00	
	-ห้องทำงานเจ้าหน้าที่วิทยากร	4	16.00	
	- ห้องให้คำปรึกษา	2	20.00	
4.3 ส่วนเผยแพร่	- ส่วนนิทรรศการถาวร จำลองพลังงานทดแทน	-	1310.00	
	- ห้องฝึกอบรมให้ความรู้ 2 ห้อง	30x2=60	104.00	
4.4 ส่วนห้องสมุด	- ห้องทำงานบรรณารักษ์	3	14.40	
	- ส่วนชั้นวางหนังสือ	-	175.56	
	- ห้องซ่อมแซมหนังสือ	-	08.00	
	- ห้องเก็บหนังสือ	-	16.00	
	- พื้นที่อ่านหนังสือ	80	216.00	
	- ส่วนเคาน์เตอร์ ยืม-คืน	2	04.00	
รวม ห้องน้ำ CIRCULATION 30 %	คิดห้องน้ำ (พื้นที่รวม 1406.96 ตร.ม.)	5	1341.96 13x5= 65.00 422.08	
5. ส่วนงานเทคนิคและบริการ				
5.1 ฝ่ายอาคารสถานที่	- ห้องทำงานฝ่ายอาคารสถานที่	4	18.00	
	- ห้องควบคุมระบบ	-	45.00	
	- ห้องควบคุมดูแลรักษาความปลอดภัย	2	16.00	
	- งานระบบประกอบอาคาร	-	85.00	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่5.2(ต่อ) แสดงองค์ประกอบและพื้นที่โครงการ

5.3 ส่วนงานบริการ	- ห้องพยาบาล	2	40.79	
	- ห้องพักนักวิจัย	11	288.00	
	- พื้นที่นั่งพักผ่อน	11	35.00	
	- ห้องเก็บของและอุปกรณ์ทำความสะอาด	-	40.00	
	- ห้องเปลี่ยนชุด	2	24.00	
	- ห้องเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย	2	12.00	
รวม			564.79	
ห้องน้ำ	คิดห้องน้ำ	2	13x2=26	
CIRCULATION 30 %	(พื้นที่รวม 590.79 ตร.ม.)		177.23	
5.4 ส่วนจอดรถ	- ที่จอดรถยนต์จากส่วนห้องบรรยาย	5x15	75.00	
	- ที่จอดรถยนต์จากส่วนโรงอาหาร	3x15	45.00	
	- ที่จอดรถยนต์จากส่วนห้องพัก	5x15	75.00	
	-ที่จอดรถยนต์ทั่วไป5749.04/240	24 x15	24x15= 360	
	- ที่จอดรถจักรยานยนต์ = 70 คัน	70x2.4	168.00	
	- จอดรถจักรยาน = 40 คัน	40x1.4	56.00	
	- พื้นที่จอดรถรถบัส	2	96.00	
	- พื้นที่จอดรถบริการ	3	72.00	
รวม			795.00	
CIRCULATION 50 %			397.50	

5.4 สรุปพื้นที่ใช้สอยทั้งหมดของโครงการ 6941.54 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

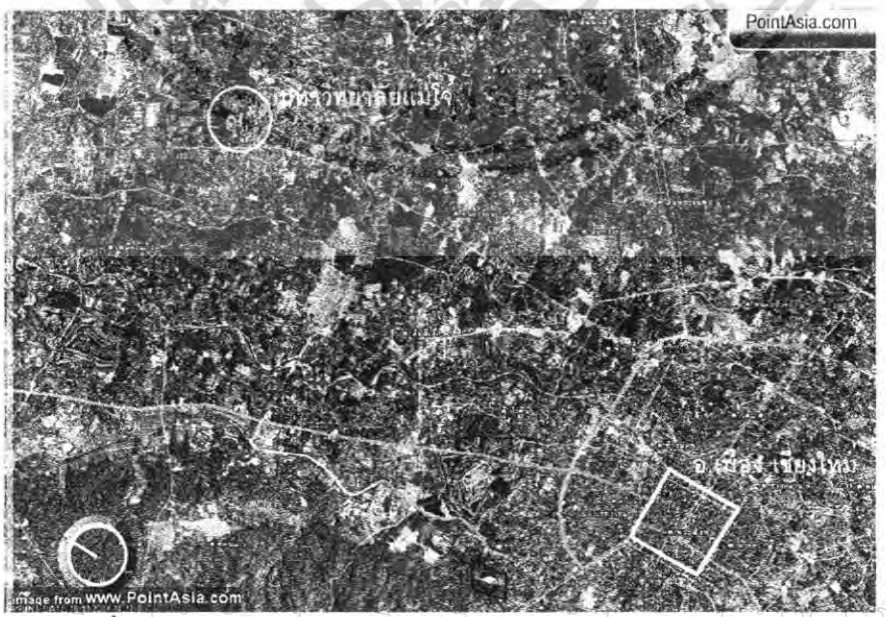
บทที่ 6
การกำหนดและวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ

การกำหนดและวิเคราะห์ที่ตั้งโครงการ เป็นการศึกษาข้อมูลของพื้นที่ของศูนย์วิจัยพลังงานเดิมเพื่อนำไปสู่การได้มาซึ่งข้อมูลพื้นฐานของที่ตั้งเพื่อวิเคราะห์หาที่ตั้งที่สามารถสร้างศักยภาพสูงสุดในโครงการ

6.1 ข้อมูลกายภาพทั่วไปของที่ตั้งโครงการเดิม

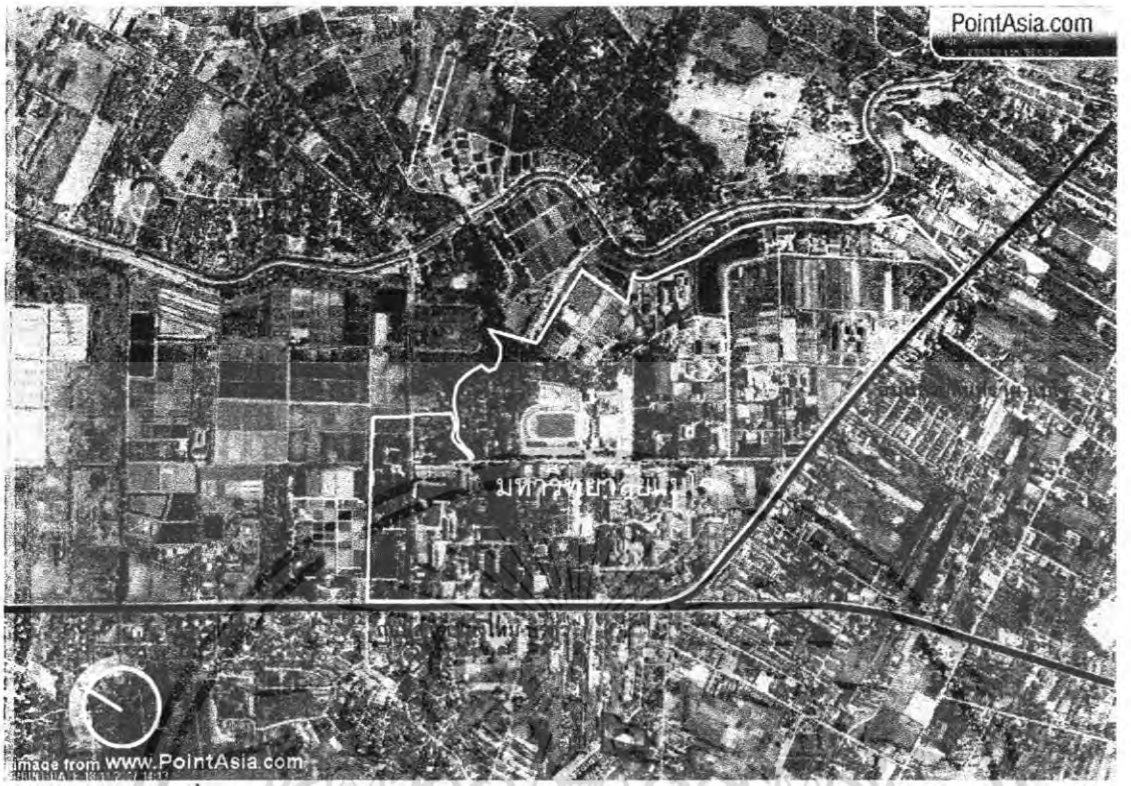
มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตั้งอยู่บนถนนเชียงใหม่-พร้าว ในพื้นที่ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ อยู่ห่างจากตัวเมืองจังหวัดเชียงใหม่ 10 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 12,879 ไร่ (ภาพที่ 6.2)

ที่ตั้งโครงการเดิมของศูนย์วิจัยพลังงาน (เดิม) ตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้บริเวณ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร และ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ (ภาพที่ 6.5) โดยทางสัญจรสู่โครงการจะเข้าจากประตูมหาวิทยาลัย 2 ประตู คือประตูหลักจากทางหน้ามหาวิทยาลัยติดกับถนนเชียงใหม่-พร้าว และประตูทางเข้ารองอยู่ติดถนนสายสันทราย-แม่โจ้ซึ่งโดยปกติจะใช้เป็นทางเข้าหลักเพื่อเข้าสู่โครงการ (ภาพที่ 6.4) โดยภายในศูนย์วิจัยพลังงาน (เดิม) นั้นมีการจัดใช้พื้นที่สำหรับการทดลองวิจัยตามอัตราส่วนเดียวกับโครงการ (ภาพที่ 6.6) และได้จัดพื้นที่ไว้เพื่อรองรับการขยายตัวของโครงการในอนาคตไว้ด้วย

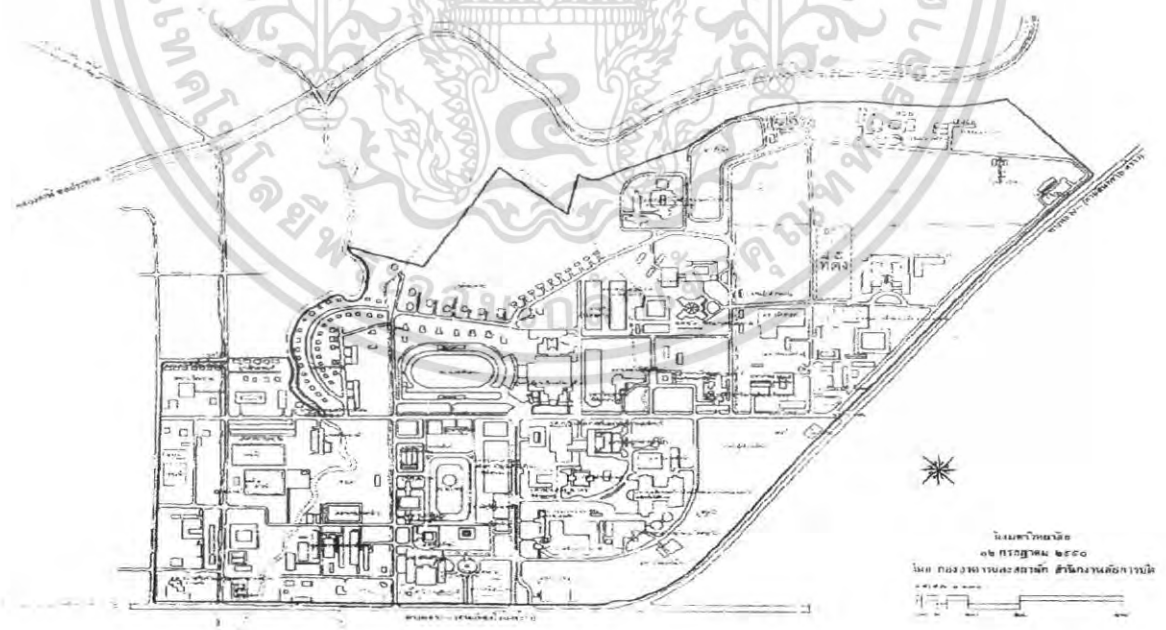


ภาพที่ 6.1 แสดงตำแหน่งของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ กับ อ.เมืองเชียงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



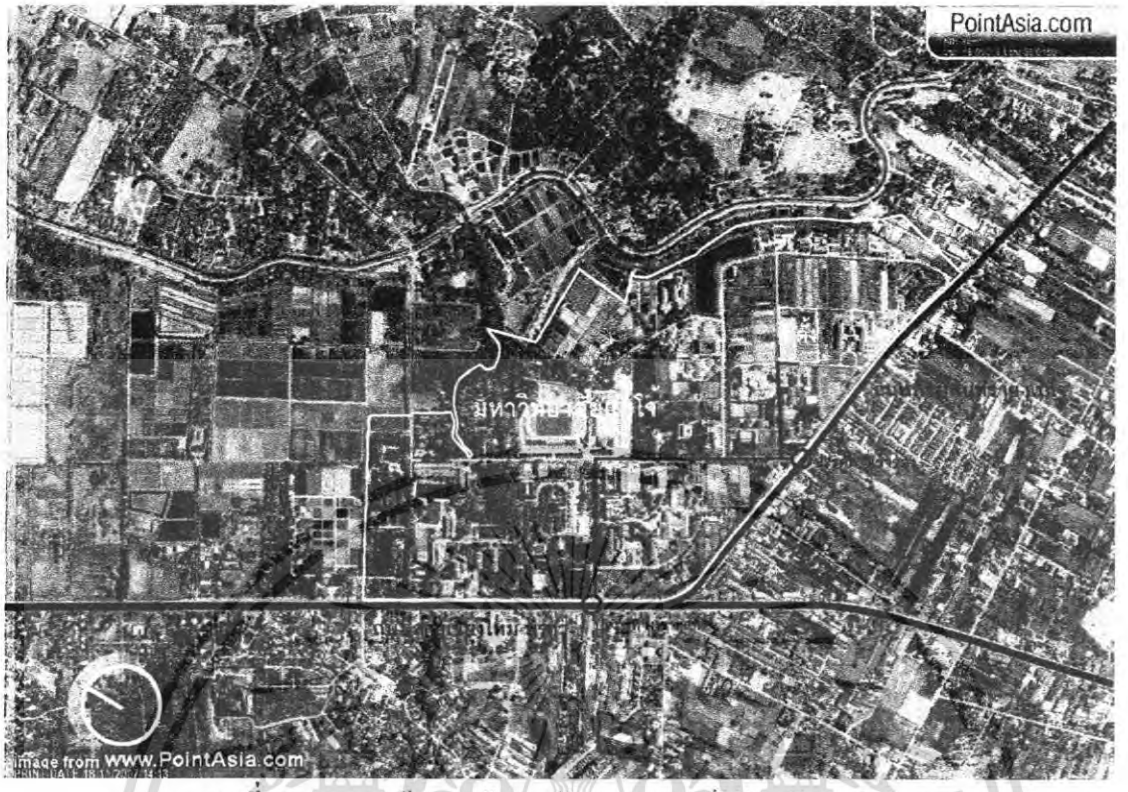
ภาพที่ 6.2 แสดงขอบเขตของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และเส้นทางสัญจรภายนอก



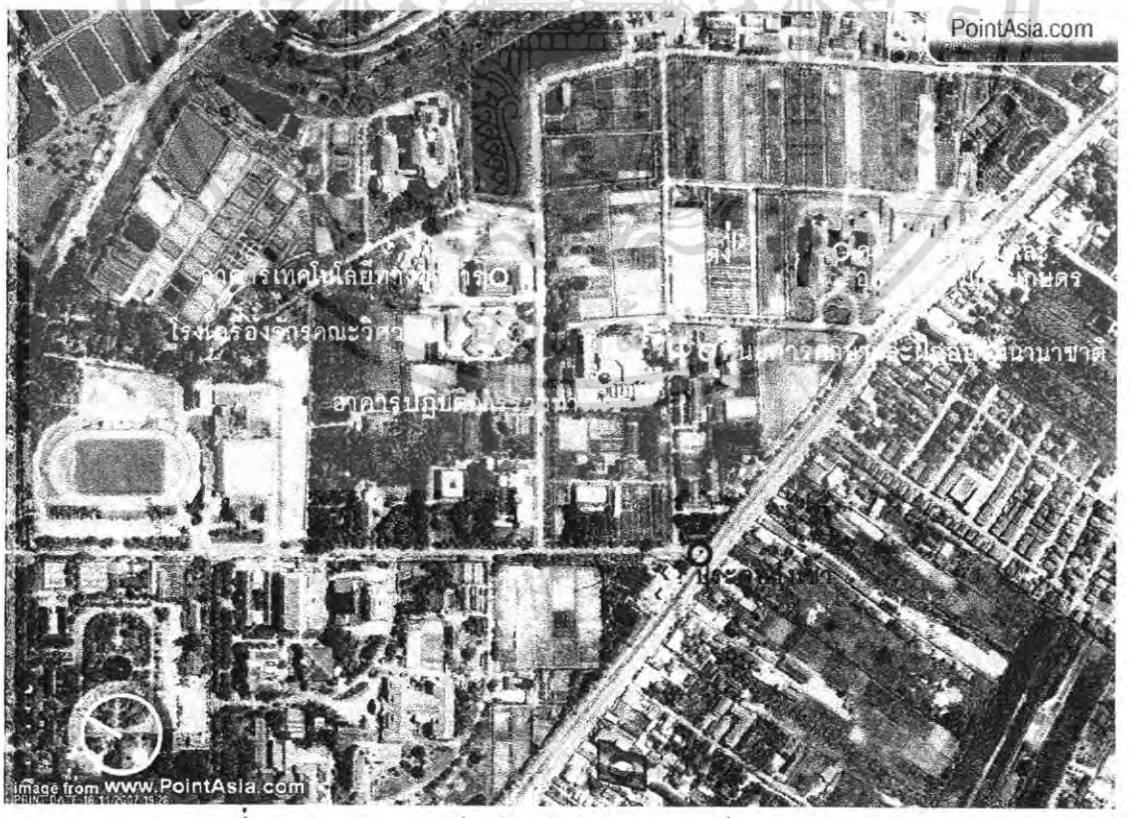
ภาพที่ 6.3 ผังแม่บทของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (12 กรกฎาคม 2550)

ที่มา: ฝ่ายอาคารและสถานที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

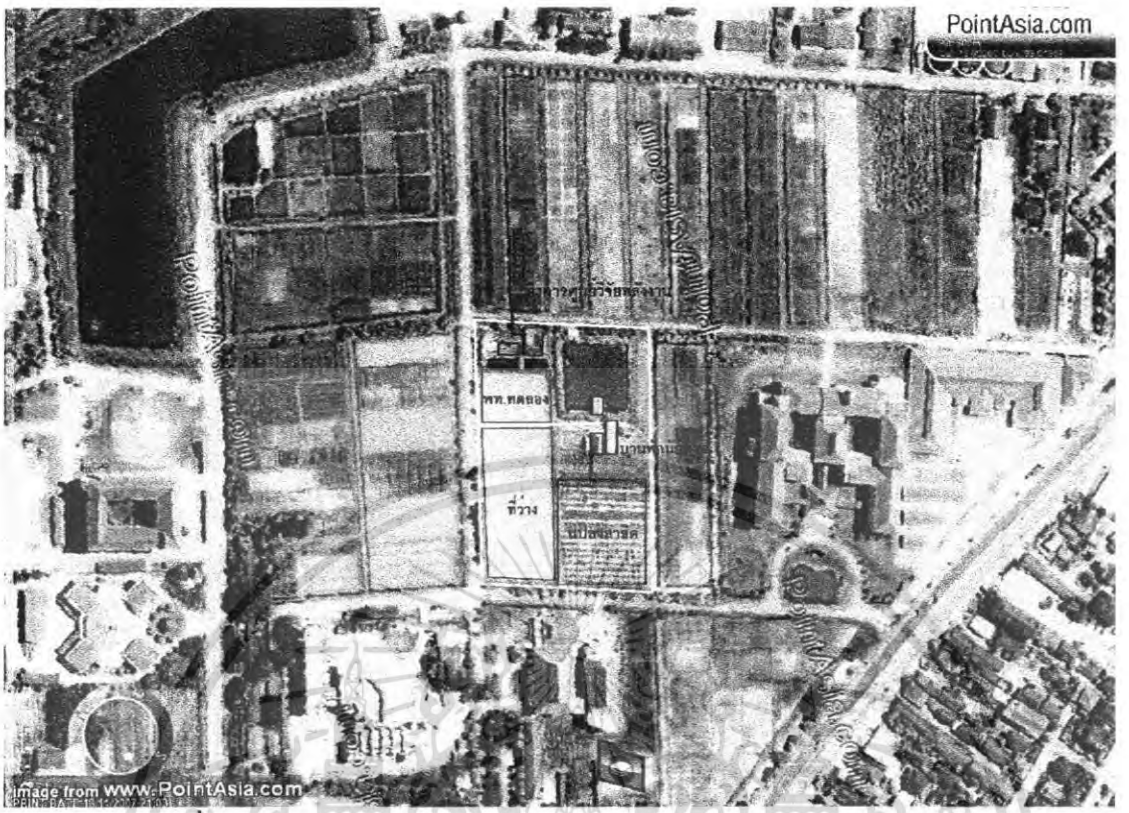


ภาพที่ 6.4 แสดงเส้นทางสัญจรสู่โครงการศูนย์วิจัยพลังงาน (เดิม)



ภาพที่ 6.5 แสดงอาคารข้างเคียงกับโครงการศูนย์วิจัยพลังงาน (เดิม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.6 แสดงตำแหน่งของอาคารภายในโครงการศูนย์วิจัยพลังงาน (เดิม)

6.2 แนวทางการเลือกที่ตั้งโครงการ

โครงการศูนย์วิจัย และศึกษาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ นั้นเป็นโครงการซึ่งทางมหาวิทยาลัยแม่โจ้ได้ทำการขยายจากเดิมคือ ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งแต่เดิมได้ทำหน้าที่เป็นหน่วยงานสนับสนุนการวิจัยด้านพลังงาน และให้บริการวิชาการแก่ชุมชนและหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งปัจจุบันจากวิกฤตการณ์ทางด้านพลังงานทำให้สำนักงานคณะกรรมการ นโยบายพลังงานแห่งชาติ (สพช.) ได้ทำการวางแผนยุทธศาสตร์การอนุรักษ์พลังงานฉบับที่ 3 (ในช่วงปี พ.ศ. 2548 - 2554) เพื่อเพิ่มศักยภาพทางด้านพลังงานทดแทน และต้องการพัฒนาให้มีนักวิชาการในสาขางานด้านพลังงานเพิ่มขึ้น

ดังนั้น มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ซึ่งมีศักยภาพทางบุคลากรและเทคโนโลยีในการที่จะพัฒนาศักยภาพทางด้านพลังงานทดแทน ซึ่งได้จัดทำหลักสูตรการศึกษาสาขางานด้านพลังงานทดแทน และพร้อมเป็นศูนย์กลางการเผยแพร่เทคโนโลยี ด้านพลังงาน สำหรับภาคเหนือ

แนวทางการเลือกที่ตั้งโครงการ

6.2.1 พิจารณาแนวคิดในการเลือกที่ตั้งโครงการ

6.2.2 พิจารณาความสามารถในการรองรับการขยายตัวที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.3 พิจารณาเส้นทางสัญจรในการเข้าถึงโครงการ

6.2.1 พิจารณาแนวคิดในการเลือกที่ตั้งโครงการ

เนื่องจากโครงการมีพื้นที่โครงการเดิมตั้งอยู่แล้วจึงมีแนวทางในการเลือกที่ตั้ง 2 วิธี คือ การเลือกที่ตั้งโดยใช้พื้นที่เดิมภายในโครงการ และการเลือกที่ตั้งโดยเลือกที่ตั้งข้างเคียงเพื่อรองรับการขยายตัว

1) การเลือกที่ตั้งโดยใช้พื้นที่เดิมภายในโครงการ เป็นรูปแบบของการใช้สอยที่ดินโดยการเลือกที่ตั้งเดิมของโครงการเดิมแล้วใช้พื้นที่นั้นมาใช้ในการออกแบบอาคารใหม่แทนอาคารเดิมโดยเป็นการรื้อถอนอาคารเก่า โดยแสดงด้วยสัญลักษณ์ "พื้นที่ ก." ที่แสดงในภาพที่ 6.7

2) การเลือกที่ตั้งโดยเลือกที่ตั้งข้างเคียงเพื่อรองรับการขยายตัว เป็นรูปแบบของการใช้สอยที่ดิน โดยการเลือกที่ตั้งที่อยู่ข้างเคียงโครงการเดิมเพื่อปรับเปลี่ยนการใช้งานของโครงการเดิมและเผื่อการขยายตัวอีกในอนาคต การเลือกที่ตั้งนี้จะเน้นเลือกที่ตั้งที่อำนวยความสะดวกด้านการคมนาคมให้ง่ายต่อการสัญจร โดยแสดงด้วยสัญลักษณ์ "พื้นที่ ข." ที่แสดงในภาพที่ 6.7

ภาพที่ 6.7 แสดงตำแหน่งพื้นที่สำหรับเลือกตั้งโครงการ ก. และ ข.

เมื่อพิจารณาลักษณะของแนวคิดในการเลือกพื้นที่ ก. และ ข. แล้วจะพบความแตกต่างของการใช้งานของโครงการ

เอกสารนี้ใช้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ ก. จะเน้นการใช้พื้นที่เดิมให้เกิดประโยชน์ให้ได้สูงสุดในโครงการ ซึ่งจากการสอบถามจาก ผอ.ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้บอกว่าเป็นพื้นที่ที่สำหรับรองรับการขยายตัวในอนาคตอยู่แล้ว

พื้นที่ ข. จะเน้นถึงการคำนึงถึงการขยายตัวขึ้นในอนาคต โดยการใช้พื้นที่อาคารใหม่ในการตั้งโครงการ และปรับเปลี่ยนพื้นที่โครงการเดิมเพื่อสำหรับการขยายเพิ่มเติมในอนาคตแทน

จากการเปรียบเทียบ ทั้ง 2 พื้นที่แล้วการใช้พื้นที่ ก. จะสามารถใช้ได้เกิดประสิทธิภาพได้มากกว่าแบบ ข. เนื่องด้วยเป็นพื้นที่ที่เผื่อไว้สำหรับอนาคตอยู่แล้ว และจากการให้ความคิดเห็นจาก ผอ.ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ได้มองถึงว่าหากจะทำการขยายตัวในอนาคตอีก การขยายจากพื้นที่ ก. ขึ้นไปยังพื้นที่ข้างหลังจะดีกว่าเนื่องจากพื้นที่ข้างหลังเป็นเพียงส่วนรอง ซึ่งส่วนหลักอยู่ยังพื้นที่เดิมและติดถนนสามารถเข้าออกได้สะดวกดีอยู่แล้ว

ตาราง 6.1 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์พิจารณาในด้านแนวคิดของการเลือกที่ตั้ง

ที่ตั้งโครงการ	คะแนน
พื้นที่ ก.	3
พื้นที่ ข.	1

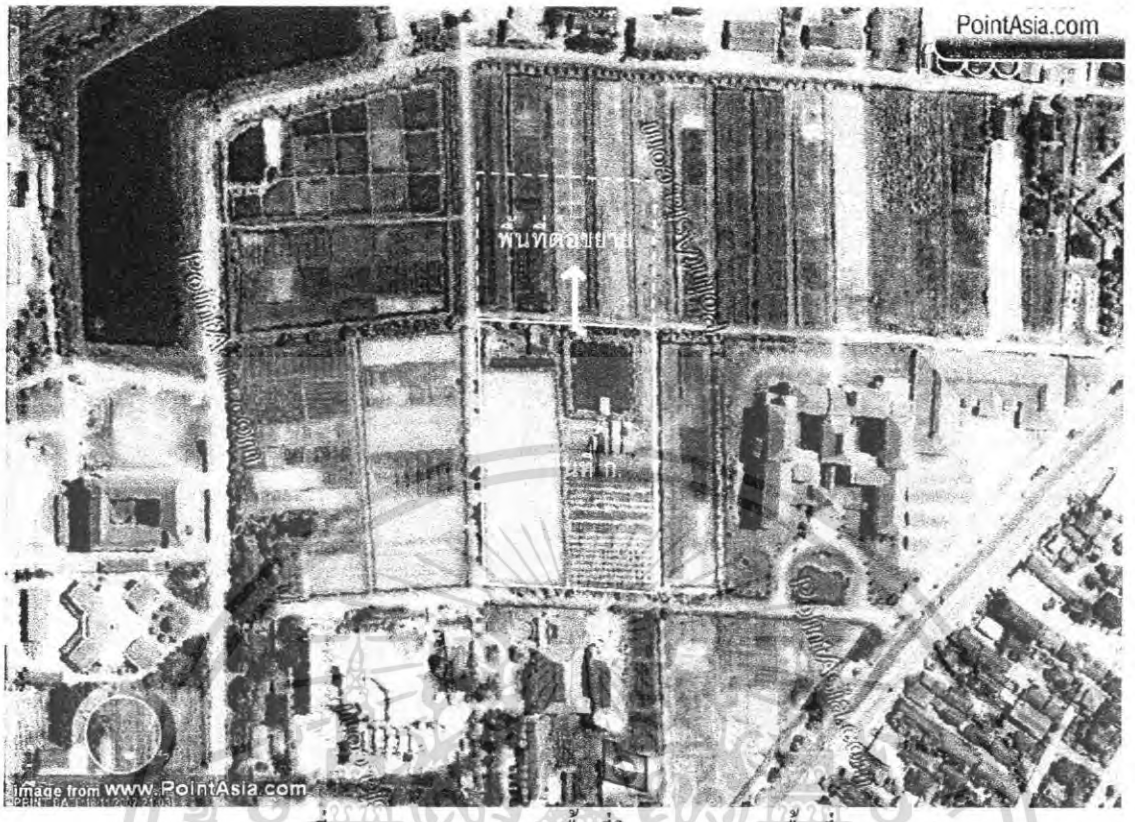
6.2.2 พิจารณาความสามารถในการรองรับการขยายตัวที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

การรองรับการขยายตัวในอนาคตเพื่อสำหรับหากโครงการมีความต้องการองค์ประกอบที่มีความจำเป็นเพิ่มเติมขึ้นในอนาคต

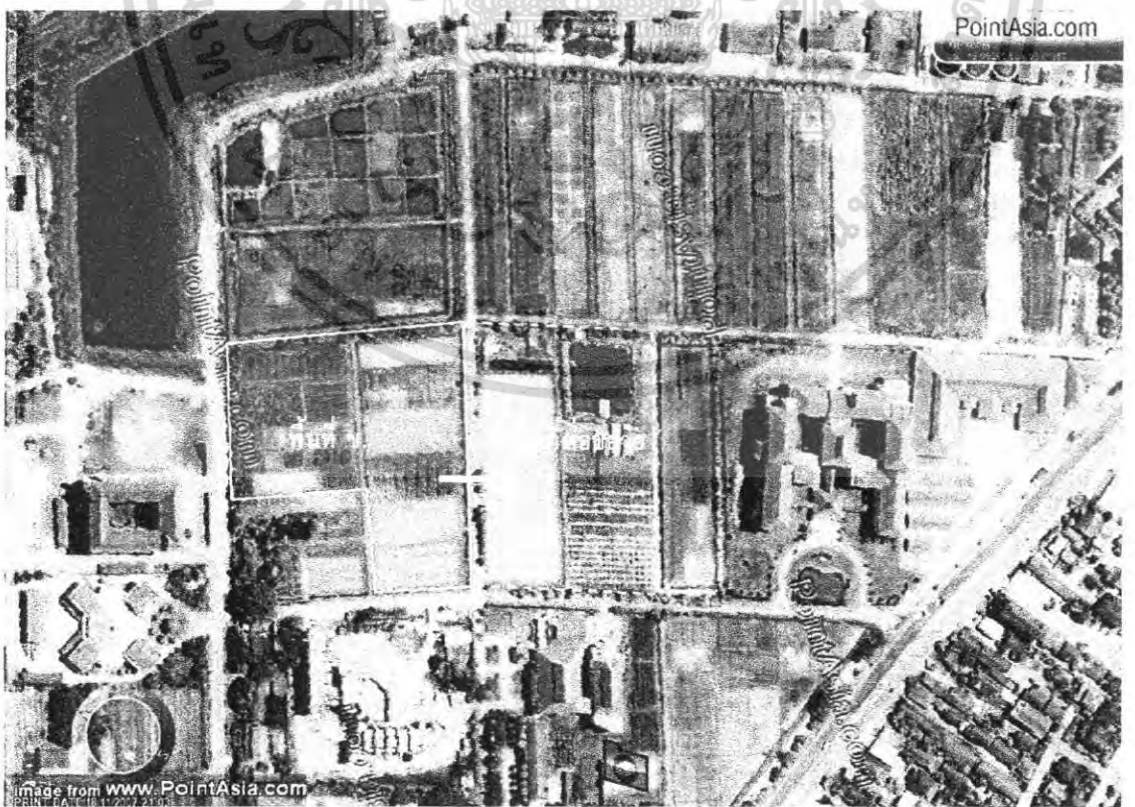
พื้นที่ ก. ใช้พื้นที่ภายในโครงการเดิมทั้งหมด และการขยายพื้นที่เพิ่มในอนาคตจะใช้พื้นที่ในส่วนที่ลึกต่อเข้าไปจากโครงการเป็นส่วนต่อขยายของโครงการซึ่งจะสามารถเพิ่มศักยภาพได้ในอนาคตโดยไม่ต้องเปลี่ยนทางเข้าหลักของโครงการ (ภาพที่ 6.8)

พื้นที่ ข. เลือกเปลี่ยนที่ตั้งโดยการใช้ที่โล่งข้างโครงการเดิมเพื่อใช้เป็นที่ตั้งอาคารใหม่เพื่อย้ายการใช้งานของอาคารเดิมมาไว้ในที่ดินใหม่ แล้วจัดให้ที่ดินเดิมนั้นจัดเป็นพื้นที่เผื่อการขยายตัวในอนาคตแทน ซึ่งจะทำให้การเข้าถึงโครงการในอนาคตสามารถแยกการเข้าสู่โครงการได้ชัดเจน (ภาพที่ 6.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.8 แสดงการขยายพื้นที่ในอนาคตของพื้นที่ ก.



ภาพที่ 6.9 แสดงการขยายพื้นที่ในอนาคตของพื้นที่ ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเปรียบเทียบทั้ง 2 พื้นที่จะเห็นถึงความแตกต่างของการใช้รูปแบบการต่อขยายพื้นที่ของโครงการแบบ ก. ใช้การต่อขยายเพื่อจุดประสงค์เพื่อเพิ่มพื้นที่โครงการออกไปและแบ่งเป็นทางเข้าหลักและทางเข้ารอง ส่วนแบบ ข. รูปแบบการขยายโครงการโดยให้เป็นทางเข้าหลักได้ 2 ทางแล้วแต่ความต้องการของผู้ที่เข้ามาใช้ เป็นเหมือนการแบ่งออกเป็นเหมือนเฟส 2 ของโครงการ ดังนั้น แบบ ก. จะสามารถต่อขยายได้ตามความต้องการ ณ ตอนนั้นว่าต้องการพื้นที่ขยายเท่าไหร่ แต่แบบ ข. จะมีพื้นที่สำหรับขยายตายตัวซึ่งมีความเหมาะสมเช่นกันแต่ต่างแนวทางกัน

ตาราง 6.2 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์การรองรับการขยายตัวที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

ที่ตั้งโครงการ	คะแนน
พื้นที่ ก.	3
พื้นที่ ข.	3

6.2.3 พิจารณาเส้นทางสัญจรในการเข้าถึงโครงการ

ลักษณะของการเดินทางมายังโครงการนั้นเริ่มต้นจากการเข้าสู่มหาวิทยาลัย แม่โจ้ จากประตูทางเข้า 2 ด้าน คือ ประตูทางเข้าหลักจากทางด้านหน้ามหาวิทยาลัย และประตูทางเข้ารองจากทางด้านข้างมหาวิทยาลัยคือจากทางถนนสายสันทราย-แม่โจ้ โดยลักษณะเส้นทางที่จะเข้าสู่โครงการจากด้านประตูทั้ง 2 ทิศจะแสดงใน ภาพที่ 6.10

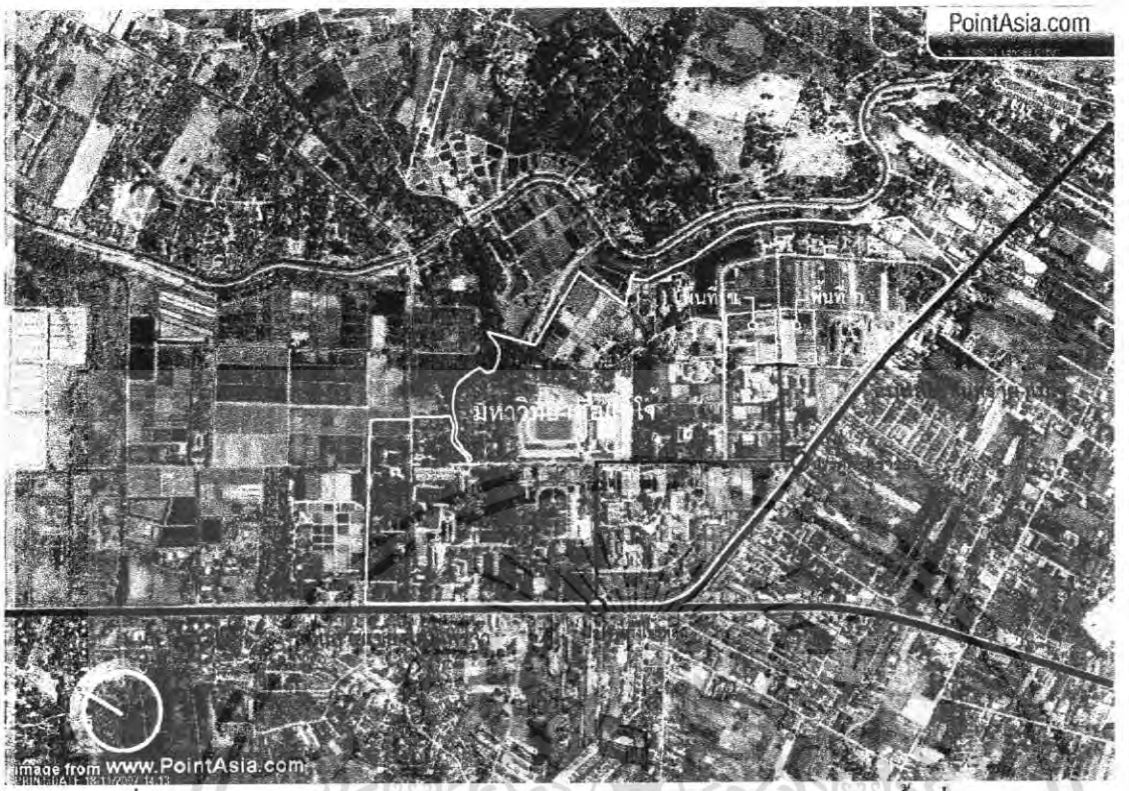
การพิจารณาเส้นทางสัญจรในการเข้าถึงโครงการนั้นโดยหลักแล้วจะพิจารณาจากผู้ใช้ภายในโครงการเป็นหลัก ซึ่งได้ทำการศึกษาหน่วยงานที่มีหน้าที่ในสายงานเกี่ยวข้องและมีความจำเป็นที่จะต้องใช้โครงการของข้าราชการ อาจารย์ และนักวิจัย รวมไปถึงนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ สาขาพลังงานทดแทน จะพบว่าสถานที่ต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับโครงการได้แก่ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมการเกษตร ,ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ ,อาคารเทคโนโลยีทางอาหาร ,โรงเครื่องจักร คณะวิศวกรรมฯ ,อาคารปฏิบัติการรวมทางพืช ,คณะผลิตกรรมการเกษตร และคณะวิทยาศาสตร์[1]

ซึ่งเส้นทางการเข้าถึงโครงการจากองค์ประกอบดังกล่าวเข้ามายังที่ตั้งใน พื้นที่ ก. และ พื้นที่ ข. มีลักษณะการสัญจรที่คล้ายคลึงกันแต่มีความแตกต่างกัน ดังที่แสดงใน ภาพที่ 6.11 และ ภาพที่ 6.12

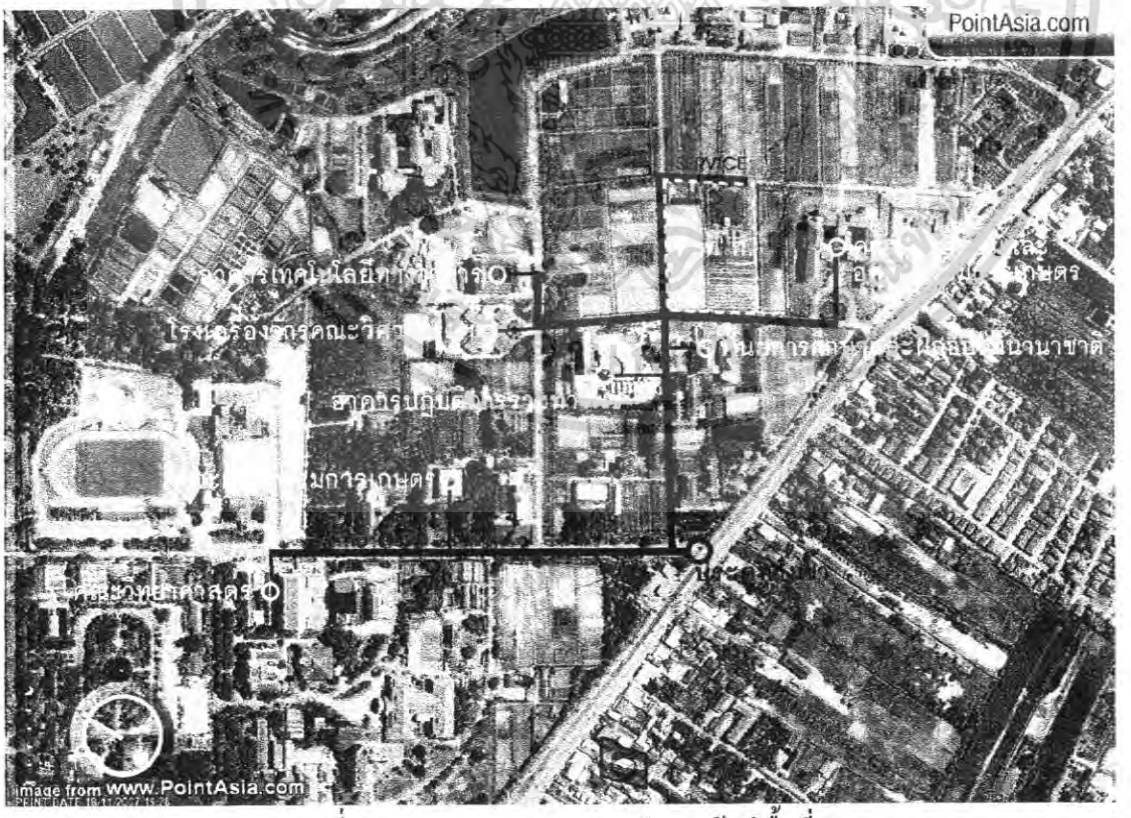
---

[1] ที่มา : ข้อมูลจากการสอบถาม ผศ.ดร.ณัฐวุฒิ คุษฎี ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และ ข้อมูลจาก http://www.energy.mju.ac.th/course.php วันที่ 16 พฤศจิกายน 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

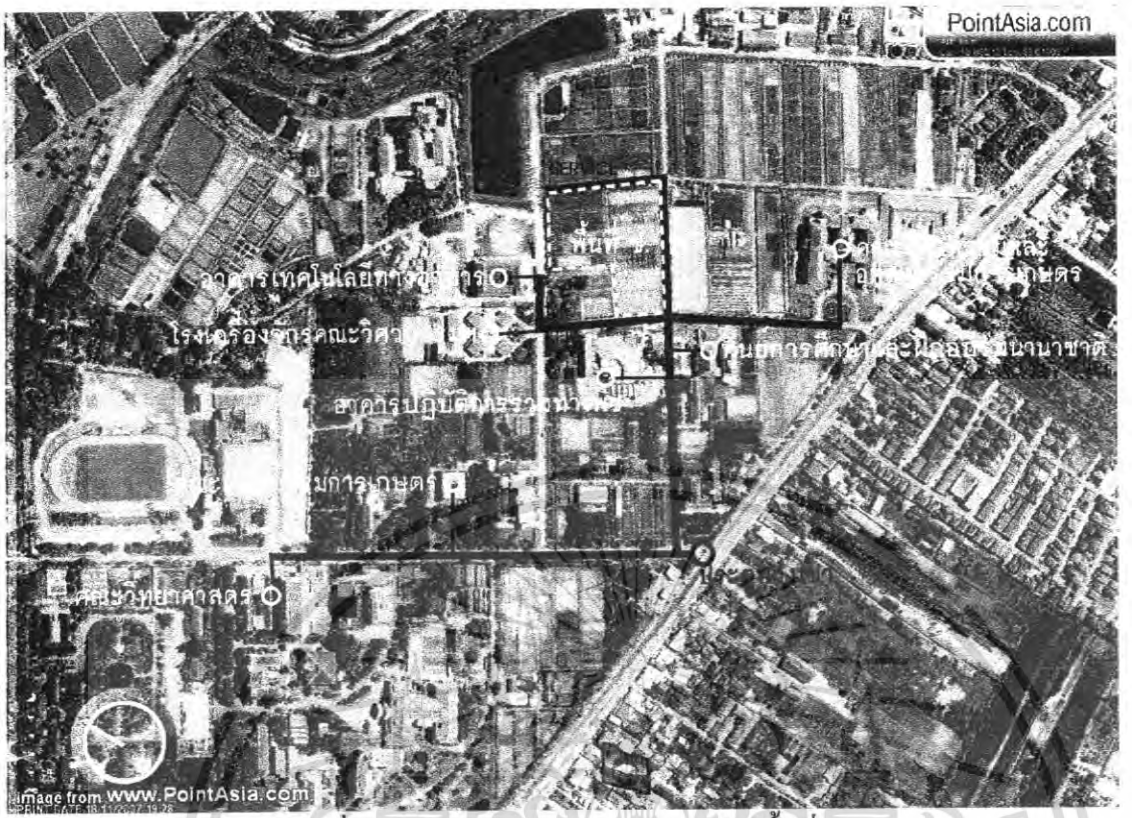


ภาพที่ 6.10 แสดงเส้นทางการสัญจรจากหน้ามหาวิทยาลัยแม่โจ้ เข้ามายังพื้นที่โครงการ



ภาพที่ 6.11 แสดงการขยายการสัญจรเข้าสู่พื้นที่ ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.12 แสดงการขยายการสัญจรเข้าสู่พื้นที่ ข.

จากการเปรียบเทียบเส้นทางการสัญจรของทั้ง 2 พื้นที่ โดยคิดคำนึงถึงอาคารโดยรอบที่มีความสัมพันธ์ของผู้ใช้โครงการที่เดินทางเข้าสู่โครงการจะพบว่าเส้นทางหลักของการสัญจรเข้าส่โครงการนั้นไม่มีความแตกต่างกัน แต่หากมองในลักษณะของทัศนียภาพขณะเข้าสู่โครงการจะพบว่า

<u>พื้นที่ ก.</u> มีพื้นที่ด้านหน้าโครงการกว้าง สามารถสร้างบรรยากาศทางเข้า หรืออาคารที่มีศักยภาพดึงดูดได้สูง และมีเส้นทางของรถ service เข้าด้านหลังโครงการซึ่งเป็นเส้นทางเดียวกับเส้นทางของรถ service ของคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมการเกษตร

<u>พื้นที่ ข.</u> มีพื้นที่ด้านหน้าโครงการแคบกว่าซึ่งอาจทำให้นำเสนอทัศนียภาพของโครงการได้ไม่เท่าพื้นที่ ก. แต่มีพื้นที่ใช้สอยโครงการมากกว่าวิ่งช่วยอำนวยความสะดวกในการเข้าถึงโครงการได้ง่ายกว่า

ตาราง 6.3 แสดงคะแนนจากการพิจารณาเส้นทางสัญจรในการเข้าถึงโครงการ

ที่ตั้งโครงการ	คะแนน
พื้นที่ ก.	3
พื้นที่ ข.	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิจารณาและวิเคราะห์เลือกที่ตั้งโครงการโดยพิจารณาจากแนวทางการเลือกที่ตั้งโครงการโดยการให้คะแนนจึงสามารถสรุปออกมาได้ดังนี้

ตาราง 6.4 แสดงสรุปคะแนนจากการพิจารณาและวิเคราะห์เลือกที่ตั้งโครงการ

การวิเคราะห์และพิจารณาเลือกที่ตั้งโครงการ	พื้นที่ ก.	พื้นที่ ข.
พิจารณาแนวคิดในการเลือกที่ตั้งโครงการ	3	1
พิจารณาความสามารถในการรองรับการขยายตัวที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต	3	3
พิจารณาเส้นทางสัญจรในการเข้าถึงโครงการ	3	2
รวมคะแนน	9	6

หมายเหตุ : การให้คะแนนสำหรับหลักการพิจารณาแต่ละหัวข้อใช้เกณฑ์ดังนี้

1 = พอใช้ 2 = ดี 3 = ดีมาก

ดังนั้นพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการเป็นที่ตั้งโครงการมากที่สุดคือ พื้นที่ ก. ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นที่ของโครงการเดิม ดังตารางสรุปการวิเคราะห์และพิจารณาเลือกที่ตั้งโครงการที่ได้กล่าวมาข้างต้น ซึ่งมีความเหมาะสมมากกว่าในหลาย ๆ ประการ

6.3 การศึกษารายละเอียดที่ตั้งโครงการ

การศึกษารายละเอียดที่ตั้งโครงการเพื่อนำไปพิจารณาในการใช้สอยพื้นที่ในโครงการโดยการศึกษานี้มีความต้องการให้เห็นภาพรวมอาณาบริเวณโครงการเพื่อใช้เป็นฐานในการนำไปใช้ในขั้นตอนกระบวนการออกแบบโครงการ

6.3.1 รายละเอียดที่ตั้งโครงการ

ที่ตั้งโครงการ : มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ถนนเชียงใหม่-พร้าว ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

เนื้อที่ : ประมาณ 11.72 ไร่ (18,753 ตารางเมตร)

อาณาเขตที่ดิน : ทิศเหนือ ติดแปลงที่ดินโล่งสำหรับทดลองการเกษตร

: ทิศใต้ ติดคณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมการเกษตร

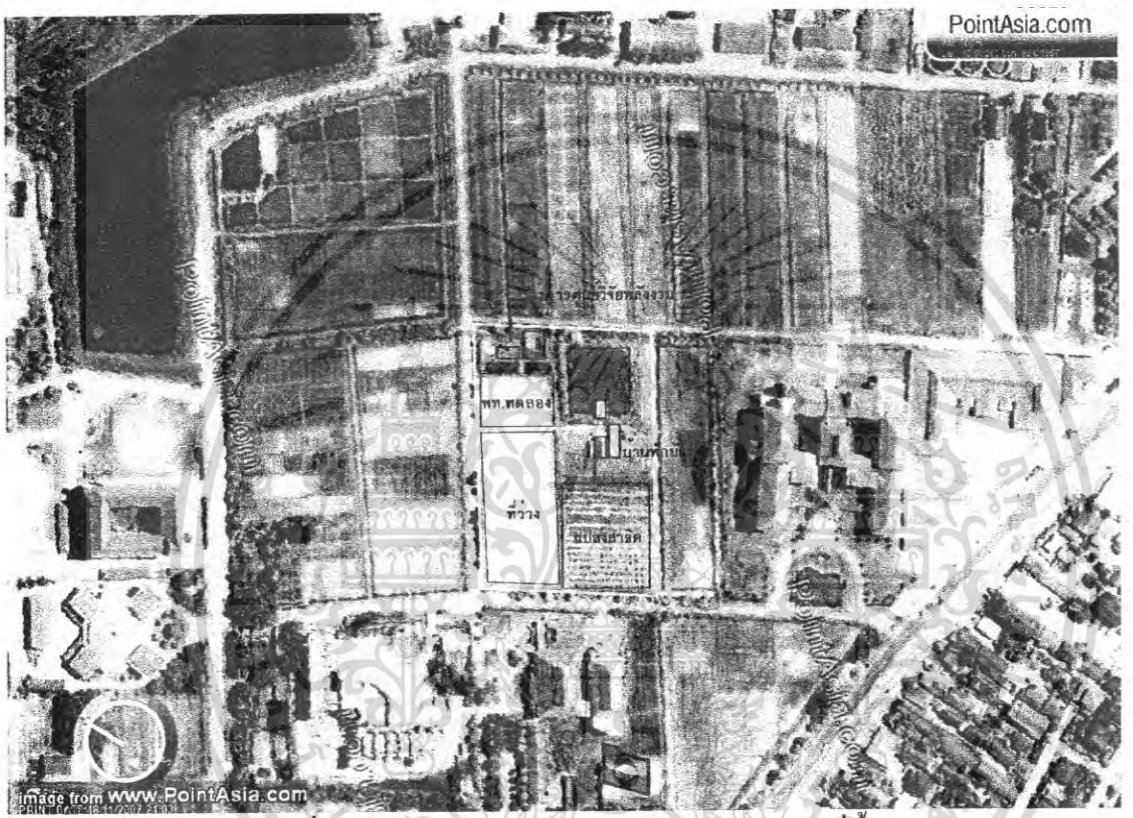
: ทิศตะวันออก ติดแปลงที่ดินทดลองการเกษตร

: ทิศตะวันตก ติดถนน และ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3.2 รูปร่าง และองค์ประกอบที่ดิน

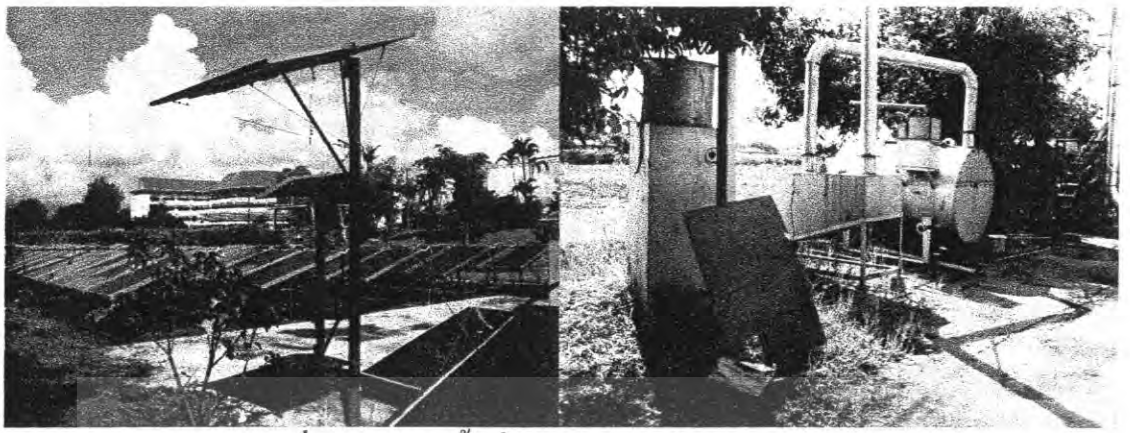
ที่ดินมีรูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมู ภายในที่ดินประกอบด้วย ศูนย์วิจัยพลังงาน (เดิม) บ้านพักนักการ คลองสำหรับใช้รดน้ำในโครงการ พื้นที่ประมาณ 0.92 ไร่ พื้นที่สำหรับทำการทดลองกลางแจ้ง ประมาณ 0.80 ไร่ แปลงสาธิตสำหรับปลูกพืชหมุนเวียนทางการเกษตร และพื้นที่ว่างสำหรับการเพิ่มพื้นที่ในอนาคต



ภาพที่ 6.13 แสดงตำแหน่งขององค์ประกอบภายในที่ตั้ง

ภาพที่ 6.14 แสดงลักษณะของศูนย์วิจัยพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.15 แสดงพื้นที่ทดลองอุปกรณ์พลังงานกลางแจ้ง

6.3.3 มุมมองจากภายนอกเข้าสู่โครงการ

ภาพที่ 6.16 แสดงมุมมองจากถนนหน้าโครงการ

ภาพที่ 6.17 แสดงมุมมองเข้ามาจากถนนหน้าโครงการ

ภาพที่ 6.18 แสดงมุมมองเข้ามาจากถนนซอยด้านข้างโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3.4 มุมมองจากโครงการออกสู่ภายนอก

ภาพที่ 6.19 แสดงมุมมองออกจากโครงการทางด้านทิศตะวันตก

ภาพที่ 6.20 แสดงมุมมองออกจากโครงการทางด้านทิศใต้

ภาพที่ 6.21 แสดงมุมมองออกจากโครงการทางด้านทิศตะวันออก

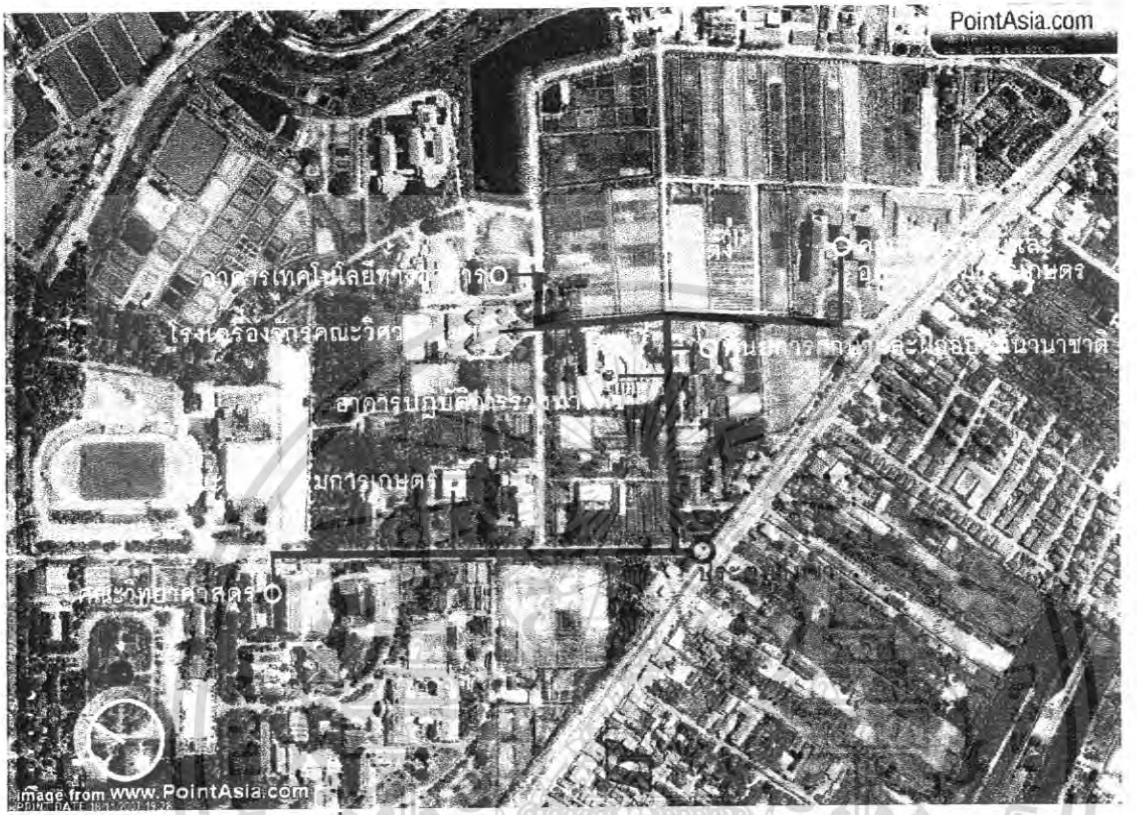
ภาพที่ 6.22 แสดงมุมมองออกจากโครงการทางด้านทิศเหนือ

6.3.5 การเข้าถึงโครงการ

การพิจารณาเส้นทางสัญจรในการเข้าถึงโครงการนั้นโดยหลักแล้วจะพิจารณาจากผู้ใช้ภายในโครงการเป็นหลัก ซึ่งได้ทำการศึกษาหน่วยงานที่มีหน้าที่ในสายงานเกี่ยวข้องและมีความจำเป็นที่จะต้องใช้โครงการของข้าราชการ อาจารย์ และนักวิจัย รวมไปถึงนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ สาขาพลังงานทดแทน ดังที่แสดงไว้แล้วในภาพที่ 6.23 โดยถนนหลักที่เข้ามาถึงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการนั้นเป็นถนนกว้าง 14 เมตร และถนนซอยที่อยู่ข้างโครงการกว้าง 12 เมตร การเข้าถึงโครงการนั้นสามารถสร้างทางเข้าได้หลากหลาย

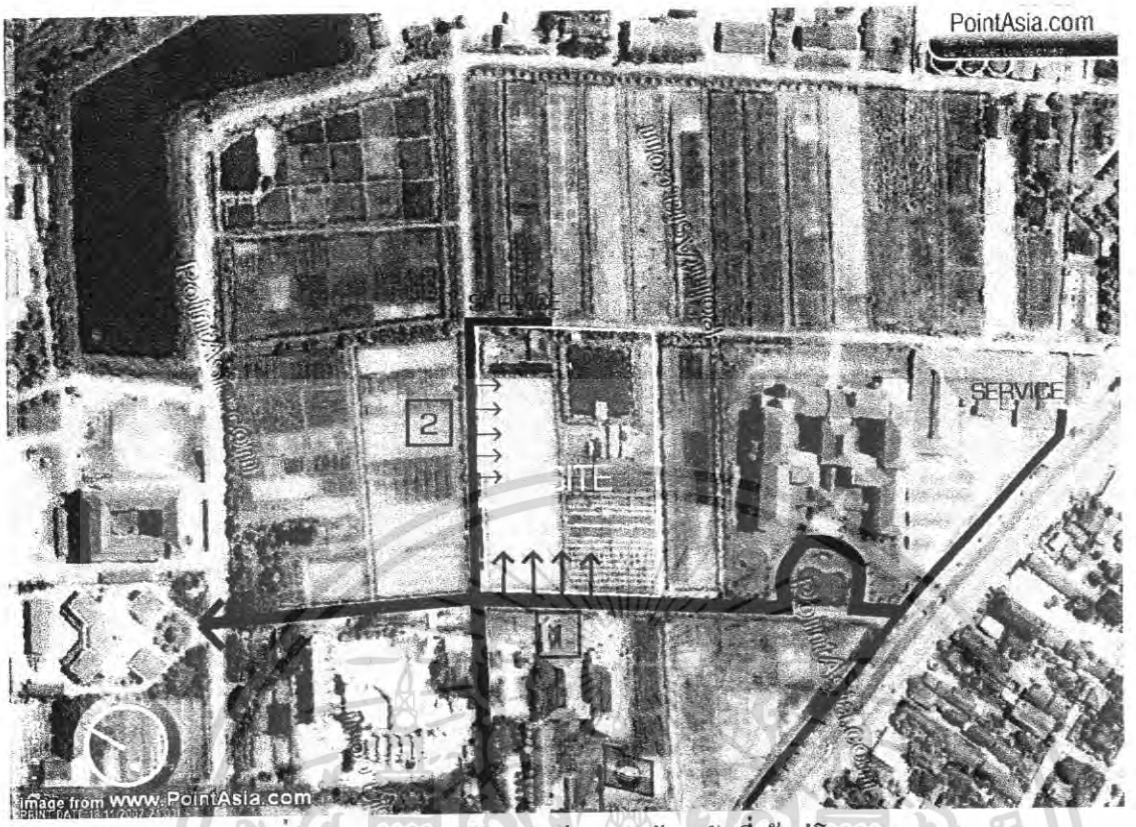


ภาพที่ 6.23 แสดงการขยายการสัญจรเข้าสู่โครงการ

6.3.6 มลพิษจากภายนอกโครงการ

มลพิษที่เข้ามายังภายในโครงการเป็นมลพิษที่เกิดขึ้นได้จากการเคลื่อนที่ของรถต่าง ๆ จากในโครงการซึ่งมักจะเป็นรถขนาดใหญ่จำพวกรถบรรทุกที่ขนส่งของเข้าสู่โครงการ และรถเครื่องจักรที่เข้าออกคณะวิศวะฯ มลภาวะที่เกิดขึ้น คือฝุ่น ควัน และเสียงรบกวน โดยถนนจากด้านหน้าโครงการ (1) จะได้รับผลกระทบมากกว่าถนนในซอย เพราะเป็นทางผ่านของรถจากคณะวิศวะฯ ที่จะขนส่งพวกเครื่องจักรไปยังโรงเครื่องจักรคณะวิศวะฯ เป็นประจำ ส่วนถนนซอยจากข้างโครงการ (2) จะได้เสียงรบกวนน้อยกว่าเพราะมีเพียงรถขนเครื่องจักรจากในโครงการเท่านั้นที่วิ่งเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.24 แสดงมลพิษทางเสียงและฝุ่นควันที่เข้าสู่โครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

ในการจัดตั้งโครงการมีความสำคัญในการต้องทราบถึงระบบการจัดการและความต้องการทางเทคนิคเพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะโครงการซึ่งในโครงการได้มีหลักพิจารณาในด้านงานระบบและความต้องการทางเทคนิคดังนี้

7.1 ระบบโครงสร้างทางอาคาร

ในโครงการนั้นเป็นลักษณะอาคารสถานศึกษาซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ต้องการช่วงพาดที่กว้างนักดังนั้นจึงเลือกใช้ระบบ เสาและคานคอนกรีตเสริมเหล็ก เพราะสามารถทำได้ค่อนข้างหลากหลายซึ่งเหมาะกับอาคารที่มีองค์ประกอบต่าง ๆ กันสามารถทำช่วงกว้างได้ต่างแต่ 1.80 - 12.00 เมตร ซึ่งก็กว้างเพียงพอสำหรับองค์ประกอบต่าง ๆ ของโครงการ

- ส่วนบริหารโครงการ
- ส่วนพักพนักงาน
- ส่วนห้องประชุมเล็ก
- ส่วนที่พักนักศึกษาและอาจารย์

ในส่วนของหอประชุม โรงปฏิบัติการ และอาคารเรียนรวม ซึ่งต้องจุคนจำนวนมากจึงเลือกใช้โครงสร้าง Wide Span โครงสร้างประเภทนี้แบ่งออกได้เป็น

ก. โครงถัก (TRUSS)

เป็นโครงสร้างที่ประกอบจากส่วนของวัสดุขนาดสั้นๆ สามารถพาดช่วงได้กว้าง 20-30 เมตร มีคุณลักษณะพิเศษคือ มีน้ำหนักเบา อีกทั้งเป็นที่นิยมใช้กันเนื่องจากการก่อสร้างและการคำนวณง่ายไม่ต้องใช้เทคนิคมาก

ข. โครงสร้างพับจีบและเปลือกบาง (FOLDED PLATED&SHELL)

เป็นโครงสร้างที่ใช้คอนกรีตเสริมเหล็กขนาดบางพับหรือโค้งเพื่อต้านทานแรงตามแนวดึงซึ่งทั้ง 2 แบบการก่อสร้างและการคำนวณค่อนข้างยุ่งยากกว่าประเภทแรกมากกว่านั้นยังสิ้นเปลืองค่าไม้แบบอีกด้วย

ค. โครงสร้างคอนกรีตอัดแรง (PRE-STRESS BEAM)

เป็นโครงสร้างที่แก้ปัญหาในการทำ Wide Span โดยช่วยลดความลึกของคานลงมาได้แต่ก็ยังสิ้นเปลืองอยู่มากโดยมี Dead Load สูงจึงควรพิจารณาใช้ในส่วนที่ไม่กว้างมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. โครงสร้างผ้าใบและโครงขึง (CABLE&TENT)

เป็นโครงสร้างชนิดแขวนซึ่งต้องมีตัวหรือกำแพงพิเศษเพื่อรับแรงดึงด้วยซึ่งปัญหาในการก่อสร้างมีมากและต้องการเทคนิคพิเศษมากเช่นกัน

จากความต้องการของโครงการ สรุปได้ว่าโครงสร้าง TRUSS เหมาะสมกับโครงการมากที่สุด และใช้โครงสร้างคอนกรีตอัดแรงในบางส่วน

7.2 ระบบปรับอากาศ

หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศทุกชนิด ใช้คุณสมบัติของในการระเหยของเหลวและความร้อนแฝงของการระเหยนี้เช่น น้ำ เมื่อระเหยกลายเป็นไอเนื่องจากใช้ความร้อนแฝงในการระเหย ความเย็นในลักษณะนี้ก็คือความเย็นที่นำไปใช้กับระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้ในโครงการมีดังนี้

7.2.1 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (SPLIT TYPE)

เป็นเครื่องที่แบ่งกาดมาจากเครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่อยู่นอกห้องเรียกว่า Outdoor Unit หรือ Condensing Unit ภาคที่อยู่ภายในห้องเรียกว่า Indoor หรือ Evaporator Unit หรือ ชื่อเชิงพาณิชย์อาจจะเรียกว่า แฟนคอยล์ยูนิต (Fan Coil Unit ,FCU) หรือ ถ้าตัวโต ๆ ที่มีลักษณะเป็นตู้ ก็มีคนเรียกว่า เครื่องส่งลมเย็น (Air Handing Unit ,AHU)

ตำแหน่งที่วาง Condensing Unit จะต้องระบายความร้อนด้วยอากาศได้ดี และหากติดตั้งในอาคารสูงจะต้องพิจารณาผลจากแรงลมที่จะมาปะทะอาคารด้วย โดยทั่วไป CDU ไม่ควรจะห่างจาก FCU หรือ AHU เกิน 15 เมตร เนื่องจากจะมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่อง

เครื่องปรับอากาศชนิดนี้ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะบ้านพักอาศัยและอาคารสำนักงานขนาดเล็กเพราะสะดวกและรวดเร็ว

พิจารณามาใช้ในโครงการ ดังนั้นในโครงการนี้ในส่วนของห้องที่มีความใหญ่ไม่มากจะใช้เครื่องปรับอากาศชนิด split type

7.2.2 ระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller)

โครงสร้างของเครื่องทำน้ำเย็น จะให้ความเย็นกับน้ำก่อน โดยใช้น้ำเป็นตัวกลางถ่ายทอดความเย็นต่อไป การที่ไม่มีคอมเพรสเซอร์อยู่กับ FCU หรือ AHU ทำให้ไม่เกิดเสียงดังรบกวนอย่าง Packaged Unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. Air Cooled Water Chiller คือเครื่องทำน้ำเย็นที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ ใช้กับงานที่ต้องการความเย็นไม่มากนัก (ไม่เกิน 500 ตันความเย็น) หรือใช้กับโครงการที่ขาดน้ำต้องการลดภาระในการดูแลรักษา อย่างไรก็ตามเครื่องที่ระบายความร้อนด้วยอากาศก็ย่อมจะกินไฟมากกว่า

ข. Water Cooled Water Chiller ใช้กับโครงการขนาดใหญ่ ต้องการความเย็นมาก ใช้น้ำเป็นตัวกลางมาช่วยระบายอากาศ ความร้อนที่ส่วนระบายความร้อนมีเครื่องชิลเลอร์และเครื่องเป่าลมเย็นเหมือนชนิดแรก แต่ต้องมีหอระบายความร้อน (Coolling Tower) ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากน้ำที่ออกมาจากเครื่องเพื่อให้เย็นและนำกลับไปใช้ระบายความร้อนจากเครื่องใหม่

รูปแบบของ Coolling Tower

ก. แบบถังวงกลม ทำด้วยไฟเบอร์กลาส มีการออกแบบเป็น Counter Flow ราคาถูกแต่ประสิทธิภาพต่ำและใช้น้ำมาก

ข. แบบถังสี่เหลี่ยม ทำด้วยไฟเบอร์กลาสหรือกระเบื้อง หรือโลหะแบบเป็น Cross Flow มีประสิทธิภาพสูงประหยัดน้ำ 30 เปอร์เซ็นต์

<u>พิจารณามาใช้ในโครงการ ในพื้นที่ที่มีความกว้างมากของโครงการเช่น ห้องประชุมและโถงต่าง ๆ มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ระบบปรับอากาศประเภทนี้ โดยเฉพาะในส่วนพื้นที่กว้างเช่น ห้องประชุม</u>

7.3 ระบบไฟฟ้า และแสงสว่าง

7.3.1 ระบบไฟฟ้า ประกอบด้วยระบบไฟฟ้า 4 ระบบ คือ

ก. ระบบไฟฟ้าปกติ

ระบบไฟฟ้าจะเป็นระบบ Centrallized Main Power Supply สายไฟฟ้ารวมอยู่กับห้องเครื่อง เป็นระบบที่ประหยัดและสะดวกในการควบคุม

ระบบจ่ายไฟฟ้าควบคุมการจ่ายไฟฟ้ารวม (Main Distribution Board) จะมี Feedgill จ่ายไฟฟ้าให้กับปั๊มน้ำ เครื่องทำน้ำเย็นของระบบแอร์ และระบบอื่น ๆ แยกออกเป็นแต่ละหน่วย โดยมี Distribution Panel ประจำอยู่

การต่อไฟ

ต่อจากสายเมนซึ่งเป็นสายไฟฟ้าแรงสูง 12 กิโลวัตต์แอมแปร์ 3 เฟส กระแสสลับผ่านเข้าอุปกรณ์อัตโนมัติไปสู่หม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อแปลงให้กลายเป็นไฟฟ้าแรงต่ำ 380V/220V แล้วจึงจ่ายไฟสู่อาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หม้อแปลงที่ใช้ในอาคารเป็นชนิด *Dry Type Cast Resin* ระบายความร้อนด้วยพัดลมเป่า ซึ่งไม่ต้องการการบำรุงรักษามากนัก โดยจัดหม้อแปลงไฟฟ้าออกเป็น 2 ชุด คือ

1) ระบบไฟฟ้าให้แสงสว่าง ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป ให้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์

2) ระบบไฟฟ้ากำลังสำหรับเครื่องปรับอากาศ และระบบเครื่องกลอื่น ๆ ให้แรงดันไฟ 380 โวลต์

ข. ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน

ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินมี 2 ระบบ คือ

1) ระบบไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง เดินเครื่องด้วยน้ำมันดีเซล ขนาด 300 กิโลโวลต์แอมป์ จะทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อไฟฟ้าปกติดับ เครื่องจะติดโดยใช้ไฟจากแบตเตอรี่ และจะจ่ายไฟให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สำคัญ ได้แก่ เครื่องสูบน้ำดับเพลิง ลิฟท์ดับเพลิง ไฟทางเดิน ไฟบอกทางหนีไฟ ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องชุมสายโทรศัพท์และห้องควบคุมอาคาร เป็นต้น

2) ระบบไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ จะให้แสงสว่างในช่วงก่อนที่ระบบไฟฟ้าแสงสว่างจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองจะจ่ายเข้ามาใช้งาน หรือในเครื่องที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสตาร์ทไม่ติดหรือไม่ทำงาน ระบบนี้จะติดตั้งในบริเวณที่สำคัญต่อความปลอดภัย เช่น ทางหนีไฟ ไฟฉุกเฉินในลิฟท์ ไฟในห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น ใช้แบตเตอรี่ที่อัดไฟเองตลอดเวลาโดยอัตโนมัติเมื่อไฟฟ้าปกติดับ จะใช้แบบติดตั้งอิสระ หรือจ่ายแก่วงโคมหลายจุดก็ได้

สำหรับในห้องคอมพิวเตอร์ ต้องมีไฟฟ้าตลอดเวลาที่เครื่องทำงานและต้องควบคุมแรงดันไฟฟ้าและความถี่ให้คงที่ตลอดเวลาโดยไม่ขาดตอน จึงจำเป็นต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าสำรองหรือ UPS (Uninterruptible Power System) แบบที่ใช้เฉพาะกับเครื่องคอมพิวเตอร์มี 3 ระบบ คือ

- Static Switch By Pass System นิยมใช้กันมากและราคาต่ำ
- Parallel Redundant System ใช้ในกรณีที่ต้องการความแน่นอนสูง เหมาะกับศูนย์คอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่และต้องการไฟฟ้าที่มีความแน่นอนสูง
- Dual Redundant System มีอุปกรณ์สองชุด ทำงานขนานกันโดยมีสวิตช์ทำหน้าที่สับเปลี่ยนระหว่างอุปกรณ์ทั้งชุด

โดยสำหรับในส่วนของระบบไฟฟ้าสำรองของเครื่องคอมพิวเตอร์ พิจารณาใช้แบบ Static Switch By Pass System เพราะราคาต่ำ และเหมาะสมกับความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ระบบป้องกันไฟฟ้ารั่ว

รายละเอียดของระบบสายดิน

1) Ground Rod เป็นระบบ Copper Clad Steel และจมอยู่ในดินไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร

2) การต่อสาย Ground เข้ากับ Ground Rod ให้ใช้ Ground Clamp ที่มีขนาดและชนิดที่เหมาะสม

3) Ground Rod เดินอยู่ในท่อ Duct แล้วจึงต่อลงดิน

ง. ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน และไฟแสดงทางออกหนีไฟ

1) ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน และไฟแสดงทางออกหนีไฟ สามารถให้แสงสว่าง ทันทีที่ระบบไฟฟ้าเกิดขัดข้องได้ไม่ต่ำกว่า 1 ชั่วโมง เมื่อระบบกลับสู่สภาพเดิม นี้ก็จะดับเอง

2) ชุดโคมไฟแสงสว่างฉุกเฉินมีทั้งแบบที่มี Battery ในตัวและแบบ Central Battery เป็นหลอดไฟแบบ Halogen Type ให้การส่องสว่างได้ไม่ต่ำกว่า 25 วัตต์ต่อหลอด

3) ชุด Battery เป็นแบบ Seal Lead Acid Type แรงดัน 12 โวลต์ หรือ 24 โวลต์

4) Charger เป็นแบบ Automatic Solid State Charge System

5) ชุดวงจรป้องกัน

- ชุดวงจรป้องกันการใช้งาน Battery เกินขนาด
- ชุดวงจรป้องกันการเกิดการลัดวงจรภายนอก
- ชุดวงจรป้องกันไฟ AC
- ชุดวงจรป้องกันการใช้งาน Battery ผิดขั้ว
- ชุดวงจรป้องกันการใช้ประจุแบตเตอรี่จนหมด (Low Voltage Cut-off)

6) ชุดแสดงผล

- สัญญาณแสดงระดับของ Battery (Fully)
- ไฟแสดงสถานะการ Charge ของ Battery
- ไฟแสดงสถานะพร้อมใช้งานของ Battery (Ready Mode)
- ไฟแสดงสถานะของ AC Input

7) ชุดควบคุม

- มีสวิตช์ควบคุม และทดสอบการทำงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินได้โดยการตัดไฟเมน

8) อุปกรณ์ทั้งหมดติดตั้งในตู้โลหะอย่างดี พ่นสีกันสนิม และไอกรด แผ่นเหล็กมี ความหนาไม่น้องกว่า 1.4 มิลลิเมตร มีช่องระบายอากาศพร้อมมุ้งลวดกันแมลง

9) ชุดโคมไฟแสงสว่างทางออกหนีไฟ (Fire Exit Sign Light)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ป้ายทำด้วยพลาสติกสีใส มีตัวอักษรภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ 250 เซนติเมตร มีสีเรืองแสง

- ภายในชัดโคมไฟ มีช่องระบายอากาศ หลอดฟลูออเรสเซ็นต์ 10 วัตต์ จำนวน 1 หลอด พร้อมบัลลาสต์ สตาร์ทเตอร์ DC/AC Converter Set with Automatic Contactor ซึ่งสามารถส่องสว่างได้ตลองเวลา และต้องมีสวิตซ์ไว้สำหรับทดสอบระบบ โดยการตัดไฟเมน

10) Inverter เป็นแบบ Electronic System มี Voltage Regulation ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ (Resistive Load) ติดตั้งรวมกับ Battery and Charger มี Panel มีการระบายความร้อนที่ดี และมีชุดวงจรป้องกันเหมือนกับข้อที่ 5

11) การติดตั้งสายไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน และไฟแสดงทางออก ติดตั้งในท่อร้อยสาย

จ. ระบบส่องสว่าง

จำเป็นต้องคำนึงถึงทั้งการให้แสงสว่างตามธรรมชาติ และการใช้ไฟฟ้าให้แสงสว่าง เนื่องจากแสงธรรมชาตินั้นเป็นแสงที่ไม่สม่ำเสมอและไม่แน่นอน ซึ่งโดยหลักการแล้วไม่เหมาะกับการอ่านหนังสือ เพราะจะทำให้เกิดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อตา แต่การใช้ไฟฟ้าให้สว่างอย่างเดียวย่อมไม่เป็นการประหยัด จึงควรใช้ทั้งสองอย่างควบคู่กันไป

1) การออกแบบให้แสงโดยการใช้แสงธรรมชาติ

การออกแบบเพื่อรับแสงธรรมชาติ สามารถกระทำได้โดยวิธีพื้นฐานทั่วไปเช่นเดียวกันคือ

- การเปิดช่องเปิด เช่น หน้าต่าง และช่องแสงเหนือหน้าต่าง โดยใช้วัสดุที่แสงผ่านได้ เช่น กระจก เป็นต้น

- การทำแผงบังแดด เพื่อป้องกันแสงแดดเข้าสู่อาคารโดยตรง อันจะทำให้เกิดความร้อน และจะเกิดความจ้ามากเกินไป

- การเปิดช่องที่หลังคา เพื่อให้แสงแดดส่องเข้ามาในอาคารได้ แต่ไม่ควรจะออกแบบให้แสงส่องเข้ามาโดยตรง (Direct Light) เพราะจะทำให้ร้อนและจ้าเกินไป

- การตีฝ้าผ่านเพดานเพื่อสะท้อนแสงเข้าสู่อาคาร

2) แสงประดิษฐ์

เป็นแสงสว่างที่ใช้ไฟฟ้าช่วย ให้แสงสว่างแทนแสงสว่างจากธรรมชาติที่บางครั้งไม่เพียงพอ หลอดไฟฟ้าในปัจจุบันมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. Fluorescent Lamp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Incandescent Lamp

ภายในโครงการมีความจำเป็นต้องใช้ หลอดไฟฟ้าทั้ง 2 ชนิด ในส่วนต่าง ๆ ภายในโครงการซึ่งส่วนต่าง ๆ ที่ใช้หลอดไฟฟ้า ประกอบไปด้วย

การกระจายแสงของ Fluorescent Lamp

1. Direct
2. Semi – Direct
3. General
4. Indirect
5. Overall Lit Ceilings การทำไฟใต้เพดานให้แผ่กระจาย
6. Exterior

ชนิดของหลอด Fluorescent Lamp

1. Standard Cool White มีสีขาวคล้ายหิมะ ใช้กับโรงงาน ร้านค้า สำนักงาน
2. Standard Warm White สีออกไปทางเหลือง สดใส
3. Deluxe Warm White สีออกไปทางแดงเรื่อ ๆ ใช้กับบ้าน ที่แสดงสินค้า ที่ประชุม
4. White สีเหลืองอ่อน ใช้กับคลังสินค้า บ้าน และโรงเรียน
5. Daylight สีฟ้าอ่อนคล้ายแสงธรรมชาติในเวลากลางวัน ใช้กับบ้าน โรงงานอุตสาหกรรม ห้องทดลอง ห้องเขียนแบบ

ตารางที่ 7.1 แสดงลักษณะการกระจายแสงสัมพันธ์กับทิศทางการส่องสว่าง

ลักษณะการกระจายแสง	ทิศทางการส่องสว่าง
Direct (การส่องลง)	ส่องขึ้น 10 % ลง 90 - 100 %
Indirect (การส่องขึ้น)	ส่องขึ้น 90 - 100 % ลง 10 %
Semi - Direct	ส่องขึ้น 10 - 40 % ลง 10 - 90 %
Semi - Indirect	ส่องขึ้น 60 - 90 % ลง 10 - 90 %
Direct - Indirect	ส่องขึ้น 40 - 60 % ลง 40 - 60 %
General Diffuse	ส่องขึ้น 40 - 60 % ลง 40 - 60 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดการติดตั้งโคมไฟในการส่องสว่าง (Incandescent) ในโครงการ

1. การใช้ดวงโคมติดเพดาน
2. การใช้ดวงโคมห้อยเพดาน
3. การใช้ดวงโคมติดผนัง
4. การใช้ดวงโคมซ่อน

7.4 ระบบขนส่งแนวดิ่ง

ประเภทของลิฟต์ตามลักษณะการใช้งาน

ก. ลิฟต์โดยสาร (Passenger Elevator)

ลิฟต์โดยสารทั่วไป ปกติใช้กับอาคารสำนักงาน โรงแรม ห้างสรรพสินค้า อาคาสถาบัน หรืออาคารที่มีความสูงเกิน 5 ชั้น เป็นต้น ลักษณะโดยทั่วไปจะมีด้านกว้าง (ด้านประตูทางเข้า) ยาวกว่าด้านลึก ประตูลิฟต์จะเป็นแบบ 2 บาน สามารถเปิดได้กว้าง 800 - 1,110 มิลลิเมตร สูง 2,100 มิลลิเมตร ลักษณะพิเศษอีกประการ คือสามารถพัฒนาให้มีความนิ่มนวลและมีความเร็วสูงในการใช้งาน

ข. ลิฟต์บรรทุกของ (Freight Elevator)

ลิฟต์บรรทุกของโดยทั่วไปจะมีความเร็วต่ำ บรรทุกน้ำหนักมาก 10 - 15 ตัน ส่วนมากใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ห้างสรรพสินค้า ลักษณะโดยทั่วไปมีขนาดใหญ่กว่าลิฟต์โดยสาร (ที่น้ำหนักบรรทุกเท่ากัน) และมีด้านลึกยาวกว่าด้านกว้าง ประตูลิฟต์จะเป็นแบบ 2 - 3 บาน หรือมากกว่า เปิดไปทางเดียวกัน ประตูจะสูงกว่าลิฟต์โดยสาร เพื่อสะดวกในการขนถ่ายสิ่งของ (1,400 - 2,500 มิลลิเมตร)

ระบบควบคุมกลุ่มลิฟต์โดยสารแบ่งเป็น 3 ลักษณะคือ

1) ระบบที่ใช้เครื่องควบคุมลิฟต์โดยสารเดี่ยวอัตโนมัติ ลิฟต์โดยสารแต่ละตัวจะมีเครื่องควบคุมการทำงานเป็นอิสระต่อกัน ที่บริเวณด้านหน้าลิฟต์โดยสารแต่ละชั้นจะมีปุ่มกดเรียกประจำชั้นเป็นจำนวนเท่ากับตัวลิฟต์ สามารถเลือกใช้ลิฟต์ตัวใดก็ได้ ปกติจะมีการใช้ลิฟต์ตัวที่อยู่ใกล้และเป็นเส้นทางขึ้นหรือลงตามเป้าหมายของผู้ใช้บริการ

2) ระบบรวมศูนย์การควบคุมกลุ่มลิฟต์โดยสาร เครื่องควบคุมกลุ่มทำหน้าที่ติดต่อสื่อสาร

3) ระบบกระจายการควบคุมกลุ่มลิฟต์ ส่วนควบคุมกลุ่มลิฟต์นี้จะทำหน้าที่ประสานงานกับส่วนควบคุมกลุ่มของลิฟต์ตัวอื่นผ่านมาทางส่วนสื่อสาร เมื่อทราบสถานะของลิฟต์ทุกตัวแล้วจะทำการวิเคราะห์ว่า ลิฟต์ที่ควบคุมอยู่เหมาะสมที่จะไปรับชั้นที่มีการกดเรียกหรือไม่เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบกับลิฟต์ตัวอื่น ส่วนควบคุมกลุ่มของลิฟต์จะทำหน้าที่เช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงได้ลิฟต์ที่เหมาะสมไปบริการชั้นที่กดเรียดนั้น เครื่องควบคุมใดเกิดใช้การไม่ได้ เครื่องควบคุมอื่นที่อยู่ในระบบยังคงทำงานได้ตามปกติ เป็นข้อได้เปรียบเมื่อเทียบกับระบบควบคุมรวมศูนย์ และเป็นการควบคุมที่สมบูรณ์กว่าระบบอื่น

พิจารณามาใช้ในโครงการ เลือกใช้ระบบควบคุมลิฟต์แบบโดยสารเดี่ยวอัตโนมัติ เนื่องจากโครงการนี้มีความต้องการลิฟต์ในจำนวนไม่มาก ระบบควบคุมลิฟต์ชนิดนี้จึงมีความเหมาะสมกับโครงการ

7.5 ระบบสุขาภิบาล และระบบบำบัดน้ำเสีย

ก. ระบบน้ำประปา (Water Supply System)

มีหน้าที่หลักคือ การจ่ายน้ำที่สะอาดไปยังจุดใช้งานต่าง ๆ ในอาคารในปริมาณและความดันที่เหมาะสมต่อการใช้งาน หน้าที่ที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ เป็นแหล่งสำรองน้ำในช่วงเวลาที่ระบบจ่ายน้ำปประปาภายนอกอาคารปิดซ่อมแซม นอกจากนี้ในอาคารขนาดใหญ่ที่มีระบบดับเพลิงของตัวเองก็จำต้องมีแหล่งสำรองน้ำเพื่อใช้ในการดับเพลิงด้วย

1) ระบบจ่ายน้ำประปาขึ้น (Upfeed Distribution System)

เป็นระบบจ่ายน้ำประปาขึ้นจากชั้นล่างของอาคาร ไปแจกจ่ายทั่วอาคาร จนถึงชั้นบนสุดของอาคาร โดยความดันน้ำในท่อประปาประธานที่จ่ายต้องมีมากเพียงพอที่จะจ่ายน้ำประปาให้แก่ผู้ใช้น้ำที่อยู่ชั้นบน ๆ อาจจำเป็นต้องติดตั้งเครื่องสูบน้ำและถังอัดความดันไว้ที่ชั้นล่าง เพื่อทำหน้าที่สูบจ่ายน้ำประปาขึ้นในอาคารโดยตรง

อาคารที่สูงเกิน 10 ชั้น หรือมีพื้นที่เกิน 10,000 ตารางเมตร ไม่ควรที่จะใช้วิธีนี้ แม้จะมีเครื่องสูบน้ำ หรือถังอัดความดันช่วยก็ตาม เพราะไม่ประหยัดพลังงานไฟฟ้า และขนาดของถังอัดความดันจะมีขนาดใหญ่เกินไป

2) ระบบจ่ายน้ำประปาลง (Downfeed Distribution System)

เป็นระบบจ่ายน้ำประปาจากชั้นบนสุดไหลลงจ่ายทั่วอาคารจนถึงชั้นล่าง หลักการคือ น้ำประปาไหลจากท่อประธานเข้าถังเก็บน้ำใต้ดิน มีเครื่องสูบน้ำสูบน้ำขึ้นไปเก็บในถังเก็บน้ำบนหลังคาของอาคาร แล้วจ่ายลงไปทั่วอาคาร ระบบจ่ายน้ำประปาวิธีนี้นิยมใช้กับอาคารสูง 3 ชั้นขึ้นไป และสามารถมีถังเก็บน้ำบนหลังคาได้

3) ระบบจ่ายน้ำประปาสองทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นระบบจ่ายน้ำประปาที่มีทั้งแบบจ่ายขึ้นและจ่ายลง โดยสามารถทำหน้าที่จ่ายแบบใดแบบหนึ่งได้ ข้อดีของระบบนี้คือ สามารถรับน้ำประปาที่จ่ายจากท่อประปาประธานหรือระบบสูบน้ำโดยตรงจากชั้นล่างได้ หรือสามารถรับน้ำประปาจากถังเก็บน้ำบนหลังคาได้ แต่มีข้อเสียคือต้องทำการติดตั้งท่อประปายาวขึ้นกว่าปกติ

พิจารณามาใช้ในโครงการ เลือกใช้ระบบจ่ายน้ำประปาแบบจ่ายลงโดยมีหอเก็บน้ำโครงการสำรองน้ำยามเกิดอัคคีภัยก็สามารถทำได้แม้ไฟฟ้าดับก็ตาม ระบบจ่ายน้ำประปาลงจึงน่าจะมีความเหมาะสมกับโครงการนี้

ข. ระบบระบายน้ำเสีย (Wastewater Drainage System)

น้ำเสียแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1) น้ำทิ้ง (Waste Water) เป็นน้ำทิ้งจากเครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ ยกเว้นโถปัสสาวะและโถส้วม น้ำทิ้งจากครัว ห้องอาบน้ำและเครื่องซักผ้า ลักษณะของน้ำจะมีฟองผงซักฟอกปนมา น้ำสบู่ เศษอาหารผสมรวมกับน้ำ มีกลิ่นเหม็นไม่มากนัก

2) น้ำโสโครก (Soil) เป็นน้ำที่มีกากผสมคราบสกปรกระบายทิ้งจากโถปัสสาวะ โถส้วม ผสมไปด้วยเศษของเสียและกระดาษปะปนมา มีกลิ่นและสกปรกมาก

3) น้ำทิ้งพิเศษ (Special Waste) เป็นน้ำที่มีความเสียเฉพาะที่ ได้แก่น้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการเคมี น้ำทิ้งจากห้องรักษาพยาบาลโรงพยาบาล น้ำที่มีสารกัมมันตภาพรังสี จากโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งจากอู่ซ่อมรถยนต์ จะมีน้ำมันและเศษโลหะไหลปนมากับน้ำทิ้งด้วย เป็นน้ำทิ้งที่ต้องดูแลเป็นพิเศษเพราะทำการกำจัดยาก

ในโครงการจะเป็นน้ำเสีย 3 ประเภทเนื่องจากมีการวิจัยซึ่งปล่อยน้ำเสียพิเศษด้วย

ค. ระบบท่อระบายน้ำโสโครก

ท่อน้ำโสโครกควรแยกจากท่อน้ำทิ้ง เพื่อป้องกันปัญหากลิ่นย้อนเข้ามาออกที่หัวรับน้ำทิ้งที่พื้น หรืออ่างล่างมือ แต่อาจใช้ท่ออากาศร่วมกันได้เพื่อความประหยัด

โดยปกติท่อน้ำทิ้งและท่อน้ำโสโครกจะมีกลิ่นเหม็นมาก วิธีป้องกันกลิ่นไม่ให้ย้อนกลับมาออกตามสุขภัณฑ์ จะอาศัยที่ดักกลิ่น (Trap) ซึ่งตามปกติจะมีน้ำขังอยู่ทำหน้าที่เป็นซีล (Water Seal) กันไม่ให้กลิ่นย้อนกลับขึ้นมาได้

ปัญหาที่พบมากในระบบท่อระบายน้ำเสียได้แก่ ปัญหาเสียงน้ำไหลในท่อ บางครั้งอาจรู้สึกว่าเป็นเรื่องที่ไม่สำคัญ แต่บางทีมันก็น่ารำคาญมาก การป้องกันเสียงน้ำไหล ก็คือ

1) พยายามเดินท่อนอกบริเวณที่ต้องการความเงียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เลือกใช้วัสดุท่อที่มีความหนา เช่น ท่อเหล็กหล่อ

3) ใช้วิธีตีกล่องหุ้มท่อ เช่น การใช้แผ่นยิบซั่มหนา ๆ หุ้มปิดท่อไว้ หรือใช้วัสดุประเภทฉนวนใยแก้วพร้อมอลูมิเนียมฟอยล์หุ้มท่อ

4) ใส่แผ่นยางระหว่างท่อกับที่จับยึดท่อ

ง. อุปกรณ์บำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment Equipment)

1) บ่อดักไขมัน ทำหน้าที่ดักไขมันออกจากน้ำทิ้ง ก่อนที่จะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารต่อไป เพราะไขมันจะทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียลดประสิทธิภาพลง และอาจทำให้เครื่องจักรชำรุดได้ง่าย โดยปกติแล้วควรให้เวลาการกักเก็บของบ่อดักไขมันมีมากกว่า 30 นาที แต่ไม่ควรมีระยะเวลานานเกินไปจนเกิดสภาพหมักไร้อากาศ จะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นได้

2) ตะแกรงดักขยะ ปกติน้ำทิ้งจากอาคารจะมีขยะปนมาด้วย ดังนั้นควรมีตะแกรงดักขยะดักขยะออกจากน้ำทิ้งก่อนที่จะเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ตะแกรงดักขยะมีอยู่มากมายหลายขนาด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของท่อน้ำทิ้ง หรือขนาดของท่อที่จะไหลเข้าสู่ถังบำบัดน้ำเสีย ข้อมูลการออกแบบตะแกรงดักขยะแบบนี้มีดังนี้

- มุมเอียงของตะแกรงเอียง 30 – 45 องศา โดยวัดจากแนวตั้ง
- ความเร็วของน้ำไหลบนรางระบายน้ำก่อนที่จะไหลเข้าสู่ตะแกรงเทากับ 0.5 – 1.0 เมตรต่อวินาที
- ความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านเข้าสู่ตะแกรงเทากับ 0.3 – 0.6 เมตรต่อวินาที

3) ถังเกรอะ (Septic Tank) เป็นระบบที่นิยมใช้กันมาก หลักการคือ การบำบัดน้ำเสียโดยใช้จุลินทรีย์แบบไร้อากาศ (Anaerobic Microorganisms) ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำทิ้ง โดยที่ระบบการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นภายในบ่อเกรอะจะมีอยู่ด้วยกัน 3 ระบบ คือ

- การตกตะกอน (Sedimentation)
- การลอยของฝ้าไข (Skimming)
- การหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic Digester)

4) บ่อซึม (Cesspool) เป็นระบบที่อาศัยให้น้ำทิ้งไหลซึมผ่านออกสู่รอบ ๆ บ่อ และปล่อยให้ซึมผ่านชั้นดิน วิธีนี้เหมาะกับสภาพดินที่ยอมให้น้ำทิ้งไหลซึมผ่านได้ง่าย และต้องตรวจสอบดูว่ามีแหล่งน้ำสาธารณะที่กำลังใช้อยู่ ติดตั้งอยู่ใกล้บ่อซึมหรือไม่ บ่อซึมต้องอยู่ห่างจากแหล่งน้ำใต้ดิน ลำธาร ไม่น้อยกว่า 30 เมตร เพื่อป้องกันมิให้เกิดการแพร่เชื้อโรคลงไปในแหล่งน้ำดังกล่าว

5) ถังกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่มีตัวกลางบรรจุอยู่ในถัง เพื่อให้มีเวลาเก็บกักของตะกอนจุลินทรีย์ยาวนาน แต่มีเวลากักเก็บน้ำเสียต่ำกว่า ยิ่งตัวกลางที่ใช้ในระบบมีผิวขรุขระมากเท่าใด ก็จะยิ่งสามารถมีจำนวนตะกอนจุลินทรีย์มากขึ้นเท่านั้น โดยคิดเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนตะกอนต่อพื้นที่ผิวตัวกลาง ตัวกลางที่ใช้คือ พวกที่ไม่สามารถย่อยสลายได้โดยธรรมชาติ เช่น ก้อนหิน พลาสติก ยาง ดินเผา เป็นต้น ตัวกลางที่ใช้ดินเผาจะมีประสิทธิภาพในการทำงานของระบบดีมาก เพราะมีผิวขรุขระมาก

6) ถัง Imhoff มีหลักการทำงานในการแยกตะกอนที่ตกตะกอน และการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียด้วยสภาพไร้อากาศ การทำงานคล้ายบ่อเกรอะ ต่างกันที่ลักษณะของถังซึ่งทำให้บริเวณที่ตกตะกอนอยู่ส่วนบนของถัง และบริเวณที่เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์อยู่ส่วนล่างของถัง ปฏิกิริยาชีวเคมีที่เกิดขึ้นจะมีก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ฯลฯ ทำให้ก๊าซนำพาตะกอนจากส่วนล่างลอยขึ้นสู่บริเวณผิวบนของถัง โดยไม่รบกวนการตกตะกอนของระบบ

เมื่อพิจารณาแล้ว ระบบถังเกรอะที่เหมาะสมที่จะใช้ในโครงการนี้ในส่วนของการบำบัดน้ำเสีย โดยจะต้องเตรียมสถานที่วางอยู่ในบริเวณที่จะสะดวกต่อการรับน้ำเสียมากที่สุด และให้อยู่ในบริเวณที่สะดวกต่อการกำจัดของเหลวจากถังเกรอะ เพื่อเข้าสู่พื้นชุ่มที่จัดเตรียมไว้อย่างพอเพียง

จ. ระบบบำบัดน้ำดี (Water Treatment System)

1) ระบบบำบัดน้ำประปาจากน้ำดิบ ใช้กับสถานที่ซึ่งไม่มีน้ำประปา แต่มีแหล่งน้ำดิบตามธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตน้ำประปาต่อไปได้ ซึ่งขบวนการบำบัดน้ำนี้จะมีขบวนการเช่นเดียวกับการประปานครหลวง

2) ระบบทำน้ำอ่อน สำหรับบำบัดน้ำเพื่อลดปริมาณสารที่ก่อให้เกิดตะกรัน โดยจะใช้บำบัดน้ำเพื่อเติมในระบบไอน้ำ ระบบปรับอากาศแบบที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ ฯลฯ

3) ระบบทำน้ำบริสุทธิ์ เป็นการบำบัดน้ำเพื่อเอาสารต่าง ๆ ที่ผสมอยู่ในน้ำออกจากน้ำให้หมด ซึ่งอาจจะใช้การจับด้วยเรซิน (Cation-Anion Resin) หรืออาจใช้เมมเบรนในการกรอง (Reverse Osmosis) การใช้เมมเบรนนี้ยังใช้ในการบำบัดน้ำกร่อยหรือใช้ในการทำน้ำจืดจากน้ำทะเลด้วย น้ำประเภทนี้ใช้ในโรงงานที่ต้องการน้ำที่สะอาดมาก ๆ เช่น ในโรงงานทำวงจรอิเลคโทรนิคส์

4) ระบบทำน้ำกลั่น ใช้วิธีต้มน้ำให้กลายเป็นไอ แล้วจึงนำมากลั่นให้กลายเป็นน้ำ ซึ่งจะมีความบริสุทธิ์มาก และต้นทุนในการบำบัดสูง น้ำประเภทนี้ใช้ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทั่วไป

5) ระบบผลิตน้ำดื่ม ในปัจจุบันเราไม่สามารถบริโภคน้ำประปาได้โดยตรง จำเป็นต้องใช้น้ำดื่มจากแหล่งอื่น ซึ่งนิยมใช้น้ำบรรจุขวดกัน แต่เป็นการไม่ประหยัดสร้างปัญหาในการขนส่งมาก การผลิตน้ำดื่มเองจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม

สำหรับอาคารขนาดใหญ่ อาจจัดให้มีระบบผลิตน้ำดื่มส่วนกลาง (Central Drinking Water System) และมีเครื่องฆ่าเชื้อโรค เช่น การใช้ระบบโอโซน หรือการใช้รังสีอัลตราไวโอเลต (UV)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจมีไส้กรองถ่าน (Carbon Filter) เพื่อกำจัดกลิ่นด้วย ที่สำคัญระบบนี้ต้องมีระบบระบายน้ำทิ้งอัตโนมัติด้วย เพื่อป้องกันปัญหาน้ำค้างท่อเป็นเวลานาน เพราะเมื่อมีน้ำค้างในท่ออาจจะเริ่มมีการสะสมตัวของจุลชีพเกิดขึ้น

ฉ. ระบบรดน้ำต้นไม้ (Irrigation System)

ในโครงการใช้ระบบรดน้ำต้นไม้อัตโนมัติ หรือระบบสปริงเกลอร์ อาศัยการทำงานของเครื่องสูบน้ำ และท่อรวมทั้งหัวฉีดกระจายน้ำ ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ ให้เลือกใช้งาน

น้ำที่ใช้ในระบบนี้จะต้องสะอาดพอสมควร หรือมีเครื่องกรองน้ำหรือเครื่องกรองโดยใช้ตะแกรง *Inline Irrigation Filter* เพื่อป้องกันการอุดตันของหัวฉีดกระจายน้ำ

7.6 ระบบดับเพลิงและป้องกันอัคคีภัย

ก. ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ

เลือกใช้ระบบดับเพลิงแบบอัตโนมัติ 2 ชนิดคือ

1) **ระบบหัวฉีดฝอยอัตโนมัติ** ใช้ในบริเวณที่มีการใช้สอยทั่วไป ห้องโถง ทางเดิน บริเวณเก็บครุภัณฑ์วัสดุห้องสมุดที่ไม่เสียหายด้วยน้ำ บริเวณโถงบันได ห้องประชุม ห้องทำงานทั่วไป ห้องสัมมนา เป็นต้น โดยออกแบบและติดตั้งตามข้อกำหนดของ NEPA ของสหรัฐอเมริกา โดยทั่วไปใช้แบบหัวห้อย (PEEN PENT) ซึ่งจะมองเห็นหัว ส่วนแบบหัวตั้ง (UP-RIGHT) ใช้ซ่อนไว้บนเพดานเพื่อป้องกันอัคคีภัยที่เกิดบนเพดาน หรือบริเวณที่อาจถูกชนหัวฉีดแตก หัวฉีดทั่วไปกำหนดอุณหภูมิ 68 องศาเซนติเกรด หรือ 135 องศาฟาเรนไฮต์ ก่อนที่หลอดแก้วที่หัวฉีดจะแตก น้ำที่ถูกอัดไว้ด้วยความดันสูงจะฉีดมาเป็นฝอยและแรงอยู่ตลอดเวลา และรักษาความดันในเส้นท่อให้ได้ตามที่กำหนดไว้ด้วยเครื่องสูบน้ำขนาดเล็กในช่วงที่ไม่ได้เกิดเพลิงไหม้

2) **ระบบใช้สารเฮลอน** ในบริเวณที่ต้องการดับเพลิงอย่างรวดเร็ว โดยไม่เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์เครื่องมือ ได้แก่ ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องชุมสายโทรศัพท์ ห้องเครื่องไฟฟ้าต่าง ๆ ห้องศูนย์รักษาความปลอดภัย ห้องอ่านไมโครฟิลม์ ห้องฟังเสียง ห้องเก็บโสตทัศนูปกรณ์ ห้องเก็บโสตทัศนวัสดุ ห้องหนังสือหายาก เป็นต้น การใช้ก๊าซเฮลอนไม่เป็นอันตรายต่อชีวิตของผู้ที่อยู่ในที่เกิดเหตุไฟไหม้ ระบบดับเพลิงด้วยก๊าซนี้จะทำงานด้วยการฉีดก๊าซออกมา เมื่อได้ถูกกระตุ้นจากอุปกรณ์ตรวจจับควัน

โครงการนี้ เลือกใช้เครื่องดับเพลิงแบบอัตโนมัติซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าการดับเพลิงแบบผจญเพลิงเพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ทำงานทุกเวลา การทำงานเป็นอย่างอัตโนมัติเมื่อเกิดเพลิงไหม้ ไม่ว่าจะมีคนหรือไม่ก็ตาม ซึ่งแบบผจญเพลิงอาจจะดับไม่ทันการเนื่องจากไม่มีคนอยู่ หรือไม่มีความรู้ในการใช้อุปกรณ์ดับเพลิง

2) สามารถดับเพลิงได้ตามกำหนด การใช้คนดับเพลิงอาจจะเกิดความตกใจ รีบร้อนหรือไม่ได้รับการฝึกการดับเพลิง

3) สามารถดับเพลิงโดยใช้สารเคมีได้อย่างถูกต้องตามบริเวณที่เกิดเพลิง เช่น ใช้น้ำดับเพลิงบริเวณทั่วไป และใช้ก๊าซดับในที่เป็นที่เก็บหนังสือ เป็นต้น ถ้าใช้น้ำอาจทำความเสียหายได้

ข. ระบบจ่ายน้ำให้แก่ระบบที่น้ำดับเพลิง

จะมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี คือ จากที่ประปาสาธารณะโดยตรง จากเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบเปิดอัตโนมัติ จากเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบใช้พนักงานเปิดปิด จากระบบถังอัดความดัน และจากถังเก็บน้ำสูงบนหลังคาหรือหอถังสูงภายนอกอาคาร

ค. ระบบดับเพลิงแบบมือถือ

นอกจากนี้ยังใช้ระบบดับเพลิงแบบมือถือจะนิยมติดตั้งไว้ในอาคาร แม้จะได้มีการติดตั้งระบบท่อน้ำดับเพลิงอยู่แล้ว ทั้งนี้เพื่อสามารถต่อสู้กับเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นในระยะแรกและสามารถหยิบมาใช้อย่างสะดวกและทันที ก่อนที่จะเลือกใช้เครื่องดับเพลิงแบบมือถือจึงควรทราบประเภทและการนำไปใช้งานดับเพลิงเสียก่อน ซึ่งมีอยู่หลายประเภทของเพลิงที่เกิดขึ้น โดยแบ่งได้ 4 ประเภทดังนี้

1) ประเภท ก. (CLASS A) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากวัสดุไวไฟธรรมดา เช่น ไม้ กระดาษ ยาง และพลาสติก

2) ประเภท ข. (CLASS B) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากวัสดุไวไฟ เช่น น้ำมัน ไขมัน น้ำมันผสมสี สีทาบ้าน แลคเกอร์ และก๊าซติดไฟต่างๆ

3) ประเภท ค. (CLASS C) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น ไฟฟ้าลัดวงจร

4) ประเภท ง. (CLASS D) หมายถึง เพลิงที่เกิดขึ้นจากวัสดุเผาไหม้ได้ เช่น แมกนีเซียม โซเดียม ลิเทียม โปแตสเซียม และพวกโครเมียม

ซึ่งประเภทการใช้งานของเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ จะขึ้นอยู่กับประเภทของเพลิงที่เกิดขึ้น ขนาดของเครื่องดับเพลิงมือถือที่นิยมใช้จะเป็นขนาดบรรจุประมาณ 4.5 กิโลกรัม แต่ไม่ควรจะเกิน 18.4 กิโลกรัม เพราะจะหนักเกินไป ไม่สะดวกต่อการใช้เว้นแต่จะมีล้อเข็นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.7 ระบบสื่อสารโทรคมนาคม

ระบบสื่อสารโทรคมนาคมภายในโครงการแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- ระบบโทรคมนาคมเครือข่าย (Telecommunication Network)
- ระบบโทรคมนาคมสำนักงาน (Telecommunication In Office)

7.7.1 ข้อมูลเบื้องต้นของระบบสื่อสารโทรคมนาคม

ก. ระบบโทรคมนาคมเครือข่าย (Telecommunication Network)

ระบบโทรคมนาคมเครือข่าย หมายถึง ระบบโทรคมนาคมที่เชื่อมโยงการติดต่อภายในอาคาร หรือติดต่อภายในอาคารกับภายนอกอาคาร ที่เป็นการติดต่อประเภทเดียวกันเข้าด้วยกัน เช่น ระบบโทรศัพท์ โทรศัพท์ทุกเครื่องจะต่อเข้ากับเครือข่ายโทรศัพท์ของอาคารก่อน จากนั้นจึงเชื่อมโยงการติดต่อระหว่างเครือข่ายโทรศัพท์ภายในอาคารกับภายนอกอาคาร เครือข่ายต่าง ๆ ของอาคารขึ้นอยู่กับความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีเป็นหลัก ได้แก่ ISDN. VSAT.Digital PBX

ข. ระบบโทรคมนาคมในสำนักงาน (Telecommunication In Office)

ระบบโทรคมนาคมในสำนักงานในที่นี้ หมายถึง อุปกรณ์ปลายทางที่ใช้ในการสื่อสารของอาคารในระบบการสื่อสารของอาคารทั่วไป ได้แก่ การโทรศัพท์ (ส่งสัญญาณเสียง) การเทเล็กซ์ (ส่งข้อมูล) หรือการบันทึกวิดีโอ (เก็บสัญญาณภาพ) สิ่งที่พิเศษแตกต่างไปหากอาคารเป็นอาคารประเภทอาคารอัจฉริยะ คือการนำระบบคอมพิวเตอร์หรือเครือข่ายต่าง ๆ มาใช้ ทำให้สามารถนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ได้

ระบบโทรคมนาคมเหล่านี้ ได้แก่ ระบบวีดีโอคอนเฟอเรนซิ่ง (Video Conferencing) ระบบวีดีโอเท็กซ์ (Video Text) ระบบอีเมล์ (E – Mail) ระบบเทเลเท็กซ์ (Teletext) และระบบคอมพาวด์ด็อกคูเมนท์ (Compound Document)

7.7.2 รายละเอียดของระบบสื่อสารโทรคมนาคม

ก. ระบบโทรศัพท์

ระบบโทรศัพท์ของโครงการเป็นระบบสื่อสารที่สามารถทำการติดต่อทั้งภายในและภายนอกอาคาร โดยมีเครือข่ายการติดต่อที่กว้างขวาง และมีการติดต่อที่ค่อนข้างสะดวกรวดเร็วกว่าวิธีอื่น ๆ โดยแบ่งออกเป็น

1) Private Manual Branch Exchange

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นระบบโทรศัพท์ที่ใช้ในส่วนที่มีการติดต่อระหว่างภายในและภายนอกอาคารโดยผ่านพนักงานโอนสาย ทำการติดตั้งในส่วนพื้นที่ทำงานทั่วไปของสำนักงาน ซึ่งสามารถขยายการใช้งานได้ถึง 50 สายภายใน และ 10 สายภายนอก

2) Private Automatic Brance Exchange

เป็นระบบโทรศัพท์สายตรง สามารถติดต่อโดยตรงระหว่างภายในและภายนอกอาคารโดยอัตโนมัติ สามารถขยายการใช้งานได้มากกว่า 50 สาย โดยไม่ต้องมีพนักงานโอนสาย ทำการติดตั้งในส่วนของห้องทำงานพนักงานระดับสูง และโทรศัพท์สาธารณะ

3) Private Manual Exchange And Private Automatic Exchange

เป็นระบบโทรศัพท์ที่ใช้สำหรับติดต่อระหว่างภายในอาคารเท่านั้น แยกอิสระจากระบบโทรศัพท์สำหรับสาธารณะ เลขหมายที่ใช้ติดต่อจะมีเพียงหนึ่งหรือสองเลขหมาย ทำการติดตั้งในส่วนพื้นที่ทำงานทั่วไปในสำนักงาน

4) Inform And Direct Speech System

เป็นระบบโทรศัพท์ที่ใช้ติดต่อภายในส่วนย่อยของอาคารโดยตรง สามารถใช้ติดต่อระหว่างห้องต่าง ๆ ภายในแผนก ได้แก่ ห้องที่อยู่ภายในแผนกต้อนรับหรือระหว่างห้องผู้จัดการกับแผนกต่าง ๆ ภายในส่วนงานของตน

ตารางที่ 7.2 แสดงขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับโทรศัพท์และการใช้งาน

ลักษณะการติดตั้งและพื้นที่ใช้สอย	ความกว้าง	ความลึก	ความสูง
ขนาดพื้นที่ว่างที่พอเหมาะสำหรับโทรศัพท์ 1 เครื่องและการใช้งาน	850 มม. หรือ 34 นิ้ว	850 มม. หรือ 34 นิ้ว	2,100 มม. หรือ 83 นิ้ว

ที่มา: องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

ข. ระบบเครื่องโทรสาร

เครื่องโทรสารเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับโครงการเพราะมีความสามารถส่งเอกสาร และข้อมูล ได้ครบถ้วนที่สุด ไม่ว่าจะเป็นการส่งข้อมูลที่มีหลายภาษาด้วยกันในคราวเดียวกัน รูปภาพ หรือแผนภูมิ รวมทั้งลายเซ็นต่าง ๆ การส่งข้อมูลเอกสารทางระบบนี้จะเสียเวลาการส่งประมาณ 10 – 20 วินาที ต่อแผ่นและส่งสัญญาณไปตามโทรศัพท์ จึงทำการติดตั้งในทุกส่วนพื้นที่ทำงานในสำนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.8 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ปัจจุบันเรานิยมจัดประเภทของระบบเครือข่ายที่ครอบคลุม ซึ่งสามารถจัดเป็น 3 รูปแบบ คือ

1) ระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณ (LAN : Local Area Network)

2) ระบบเครือข่ายบริเวณมหานคร (MAN : Metropolitan Area Network)

3) ระบบเครือข่ายบริเวณกว้าง (WAN : Wide Area Network)

โครงการนี้จึงเลือกใช้ระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณ (LAN : Local Area Network) เนื่องจากระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณนี้เป็นระบบคอมพิวเตอร์ ที่ทำการติดตั้งและทำการเดินสายสัญญาณครอบคลุมภายในพื้นที่ที่จำกัดเช่น ภายในอาคารสำนักงาน ภายในมหาวิทยาลัย ภายในโรงงานหรือแต่ละอาคารที่อยู่ภายในบริเวณเดียวกัน โดยระยะทางของการเดินสายสัญญาณไม่เกิน 2-3 กิโลเมตร

ระบบ LAN เหมาะสำหรับการเชื่อมต่อไมโครคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องเข้าด้วยกัน โดยมีหลักการดังนี้

1) การใช้อุปกรณ์ส่วนกลางร่วมกัน

2) การใช้โปรแกรมและข้อมูลร่วมกัน

3) การรับส่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ระหว่างกัน

4) สามารถใช้ทรัพยากรอื่นๆร่วมกันได้

5) ใช้ระบบไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) สื่อสารถึงกันได้

ส่วนประกอบของ LAN ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนใหญ่ ดังต่อไปนี้

ก. ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

1) ไฟล์เซิฟเวอร์ (File Server)

2) สถานีงาน (Workstation)

3) ระบบสื่อสาร

ข. ซอฟต์แวร์ (Software)

1) ระบบปฏิบัติการเครือข่าย (Network Operating System)

2) ซอฟต์แวร์ประยุกต์ (Application Software on LAN)

ค. รูปแบบการเชื่อมโยงเครือข่าย (Network Topology)

1) รูปแบบเชื่อมโยงเครือข่ายแบบดาว

2) รูปแบบการเชื่อโยงเครือข่ายแบบวงแหวน

3) รูปแบบการเชื่อมโยงเครือข่ายแบบบัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.3 *แสดงการเปรียบเทียบการเชื่อมโยงระบบเครือข่ายต่าง ๆ*

ประเภทการเชื่อมโยงเครือข่าย	ข้อดี	ข้อเสีย
การเชื่อมโยงเครือข่ายแบบดาว	-ง่ายต่อการติดตั้งและบริการ -เมื่อสายส่งมีปัญหาก็จะไม่ส่งผลกับสถานีอื่น	-ต้องใช้สายจำนวนมาก -การขยายระบบทำได้ยาก -ถ้า HUB ศูนย์กลางมีปัญหาระบบก็จะทำงานไม่ได้
การเชื่อมโยงเครือข่ายแบบวงแหวน	-ใช้สายส่งข้อมูลน้อย -ประหยัดค่าใช้จ่าย	-ยากต่อการตรวจสอบจุดผิดพลาด -ขยายระบบทำได้ยาก ถ้าจุดใดมีปัญหาทั้งระบบจะทำงานไม่ได้
การเชื่อมโยงเครือข่ายแบบบัส	-ง่ายต่อการติดตั้ง และการเดินสาย -ประหยัดค่าใช้จ่าย -การขยายเครือข่ายง่าย	-ถ้าสายเส้นใดหลุดระบบจะหยุดทำงาน -หาข้อผิดพลาดยากถ้าเครือข่ายมีขนาดใหญ่

โครงการได้เลือกใช้ระบบLANในการติดตั้งการเชื่อมโยงเครือข่าย จึงต้องใช้การเชื่อมโยงเครือข่ายแบบบัส เนื่องจากการขยายระบบทำได้ง่าย เพียงแค่นำอุปกรณ์ใหม่มาต่อพ่วงกับสายบัสเท่านั้น และ LAN เป็นระบบเครือข่ายขนาดเล็กจึงเหมาะสมกับการเชื่อมโยงเครือข่ายแบบนี้

คุณสมบัติของระบบเครือข่าย LAN

1) ความยืดหยุ่น สามารถที่จะเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ หลายรูปแบบหลายยี่ห้อก็สามารถเข้ากับระบบได้

2) ความเร็วในการส่งข้อมูล สามารถส่งข้อมูลได้เร็วใกล้เคียงกับการส่งข้อมูลจากจานแม่เหล็กไปยังหน่วยความจำ

3) ความน่าเชื่อถือ มีระบบป้องกันความเสียหายของข้อมูลที่อาจจะเกิดขึ้นในระบบเครือข่าย

4) เปลี่ยนแปลงได้ง่าย เมื่อมีการเพิ่มอุปกรณ์ ย้ายอุปกรณ์ หรือถอดอุปกรณ์ ก็ไม่ควรจะมีผลกระทบต่อผู้ใช้ในระบบ

5) ความมั่นคงปลอดภัย ป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้าถึงระบบ

6) การเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย มีความสามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่ายอื่น ๆ หรือระบบเครือข่ายที่มีอาณาบริเวณที่ไกลออกไปได้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.9 ระบบกำจัดขยะ

ขยะมูลฝอย หมายความถึง บรรดาสิ่งของที่คนไม่ต้องการและทิ้งไป ทั้งนี้รวมตลอดถึง เศษผ้า มูลสัตว์ และเศษวัสดุที่เก็บของเก็บกวาดจากเคหะสถาน อาคาร ถนน ตลาด ฯลฯ

แนวความคิดในการจัดเก็บขยะมูลฝอย คือจะไม่เพียงแต่กำจัดทำลายให้หมดสิ้นไป แต่ควรเกิดประโยชน์ตอบแทนให้มากที่สุดเช่น การ RECYCLE แต่ละขั้นตอนไม่ควรเลือกวิธีที่ยุ่งยากจนเกินไปควรจะประหยัดและเหมาะสมถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล

และหลักเกณฑ์ในการพิจารณาในการประกอบการตัดสินใจ คือ ควรเก็บขยะออกจากสถานที่นั้น ๆ ด้วยความรวดเร็วเรียบร้อย ด้วยวิธีการที่ถูกต้องและประหยัด เกิดมลพิษน้อยที่สุด

ก. วิธีการดำเนินงาน

1) เก็บรวบรวม
2) ขนส่ง
3) แปรสภาพ
4) กำจัดหรือทำลาย

ข. การเก็บรวบรวม

เริ่มตั้งแต่การเก็บขยะมูลฝอยใส่ภาชนะ เพื่อคอยรถที่จะมาเก็บขนจนนำภาชนะที่ใส่ขยะมาเทลงในรถบรรทุกและเก็บภาชนะเข้าที่

องค์ประกอบที่สำคัญในการเก็บขนขยะได้แก่

1) ถังขยะ
2) พนักงานเก็บกวาด
3) คนเก็บขนขยะ
4) รถขยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ภาชนะรองรับขยะ ตารางที่ 7.4

ตารางที่ 7.4 แสดงภาชนะรองรับขยะแต่ละแบบมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน

ถังประเภทต่าง ๆ	ข้อดี	ข้อเสีย
1. ถังรวมขนาดใหญ่ชนิดถาวร	- คงทนถาวร - รับขยะได้มาก	- มีปัญหาเรื่องแมลงวัน - กลิ่นเหม็นอาจเกิดเพลิงไหม้ได้ และขนถ่ายภาชนะยาก - ไม่สะดวกในการควบคุมให้ถูกสุขลักษณะได้
2. ถังขนาด 50 แกลลอน (200ลิตร)	- หาง่าย ราคาไม่แพง - รับขยะได้มาก - ทนทานถ้ากันสนิม	- น้ำหนักมาก ยกเทลำบาก - ไม่มีฝาปิดเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคได้ - อาจจะส่งกลิ่นเหม็น
3. ถังชนิดใช้รถหรือเครื่องจักรยกเท	- รับขยะได้มาก - ประหยัดเวลาและปลอดภัย - ลดจำนวนคนงาน	- ราคาแพง - ถ้าเครื่องยกเสียทำให้การขนถ่ายลำบาก
4. ถังขนาดมาตรฐาน 20-32 แกลลอน (75-120 ลิตร) ทำด้วยโลหะอาบสังกะสี สแตนเลสหรือพลาสติก	- น้ำหนักไม่มากยกเทสะดวก - ไม่เป็นสนิม - ทำความสะอาดง่าย - มีฝาปิดมิดชิด	- ตั้งไว้หลายแห่งเสียเวลาเก็บขน - ถูกขโมยง่าย - ต้องทำความสะอาดเสมอ
5. กระดาษหรือถุงพลาสติก	- เก็บขนง่าย น้ำหนักน้อยประหยัด - ไม่ต้องนำกลับรวดเร็ว - ถูกสุขลักษณะ	- ใส่ของมีคมไม่ได้ - ใส่กล่องขนาดใหญ่ไม่ได้ - ต้องเสียค่าใช้จ่ายซื้อใหม่ - ถุง PVC เมื่อมีการเผาจะทำให้เกิดอันตราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. ความถี่ในการเก็บขยะ

ซึ่งมีข้อดีข้อเสียในการพิจารณาในระยะความถี่ของการเก็บดังนี้

ตารางที่ 7.5 แสดงข้อดี ข้อเสียของความถี่ในการเก็บขยะ

ความถี่	ข้อดี	ข้อเสีย	เงื่อนไข
1. สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	- เสียค่าใช้จ่ายน้อย	- ถ้าภาชนะไม่มิดชิดจะส่งกลิ่นเหม็นและเพาะเชื้อโรคได้	- ภาชนะต้องมิดชิด - เหมาะกับพื้นที่ที่มีอากาศหนาว
2. สัปดาห์ละ 2 ครั้ง	- ลดจำนวนขยะที่สะสม - ลดขนาดภาชนะ	- เสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น	- กรณีให้ความสำคัญกับการบริการมากกว่าค่าใช้จ่าย - เหมาะกับพื้นที่อากาศเขตร้อน
3. มากกว่าสัปดาห์ละ 2 ครั้ง	- ลดจำนวนขยะที่สะสม - ลดขนาดภาชนะ	- เสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น	- ไม่มีที่เก็บเพียงพอ - เหมาะกับชุมชนหนาแน่นและมีอากาศร้อน

จ. วิธีในการเก็บรวบรวม ขนส่ง และการกำจัดขยะ

ขั้นตอนในการดำเนินการต่าง ๆ จะต้องพิจารณา

1) ควรที่จะแยกชนิดของขยะต่าง ๆ ตามประเภทที่มีอยู่ทั่วไปคือ ขยะแห้ง ขยะเปียก ขยะอันตราย เพื่อความสะดวกในการนำขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่มา RECYCLE อีกครั้ง ทำให้การแยกกำจัดขยะในชนิดต่าง ๆ ได้มีประสิทธิภาพและรวดเร็วขึ้น

2) ควรที่จะคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นว่ามีความเหมาะสมกับวิธีที่เลือกอย่างไรและควรง่ายต่อการบำรุงรักษา

3) ที่สำคัญต้องคำนึงถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมด้วย ซึ่งปัจจุบันปัญหาของขยะในสังคมก็มีมากพออยู่แล้วควรที่จะให้ความสำคัญในจุดนี้ด้วย

4) คำนึงถึงการเอาทรัพยากรบางส่วนที่สามารถนำกลับมาใช้ได้มากขึ้นเพื่อเป็นประโยชน์ในด้านพลังงาน วัสดุ และทรัพยากรธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับระบบการเก็บขยะที่จะนำมาใช้ในโครงการนั้น จะใช้วิธีให้พนักงานเก็บกวาดรวบรวมขยะ จากถังมาตรฐาน ขนาด 75-120 ลิตร ที่วางตามจุดต่าง ๆ ของโครงการ มารวบรวมที่ถังชนิดรถยกเท ซึ่งจะมีรถเก็บขยะ มาเก็บสัปดาห์ละ 2 ครั้ง

7.10 ระบบการประหยัดพลังงานภายในอาคาร

ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้อาคารสามารถแบ่งได้ 3 ส่วนคือ

1) ระบบที่ไม่ต้องอาศัยการกระตุ้นจากภายนอก หรือไม่ต้องใช้พลังงานจากภายนอก (Non-Energized System) เช่น พื้น ฝ้าเพดาน หน้าต่าง และสภาพแวดล้อม เป็นต้น

2) ระบบที่ต้องอาศัยการกระตุ้น หรือใช้พลังงานจึงจะทำงาน (Energized System) เช่น ระบบที่ต้องการจะทำความร้อน ความเย็น แสงสว่าง เป็นต้น

3) ระบบที่เกี่ยวข้องกับการกระทำของมนุษย์ (Human System) ประกอบด้วยปัจจัยการบำรุงรักษา บุคลากรที่จัดการ และปฏิบัติงานรวมทั้งผู้ใช้งาน

7.10.1 ปัจจัยสำคัญในการช่วยลดการใช้พลังงาน

ก. รูปร่างลักษณะอาคาร และวัสดุประกอบอาคาร ในเรื่องรูปร่าง ลักษณะอาคารนั้นมีประโยชน์ดังนี้

1) การเลือกที่ตั้งการใช้ข้อมูลเป็นสภาพแวดล้อมรอบตำแหน่งที่ตั้ง เช่น การอาศัยเงาจากสิ่งแวดล้อม เงาจากตึกข้างเคียง การสะท้อนแสงจากอาคารข้างเคียง

2) ทิศทางการจัดวางอาคารซึ่งมีผลเกี่ยวข้องกับแสงแดดที่จะส่องกระทบอาคาร และลมที่จะปะทะอาคาร โดยควรหลีกเลี่ยงการหันอาคารไปทางทิศตะวันออกและตะวันตก

3) สัดส่วนของรูปร่างอาคาร หากอาคารมีสัดส่วนผิวของอาคารต่อพื้นที่น้อยจะประหยัดค่าก่อสร้างและความร้อนจะเข้าสู่อาคารน้อย

4) ระยะภายในโดยรอบอาคาร และพื้นที่ที่ไม่ค่อยมีความสำคัญ ควรจัดไว้ทางด้านทิศตะวันออกหรือตะวันตก เพื่อเป็นกันชนของด้านพลังงาน

5) ตำแหน่ง Core ของอาคารไม่ว่าจะเป็นช่องท่อ ช่องลิฟต์หรือช่องบันไดหนีไฟ จัดให้สัมพันธ์กับระยะภายในโดยรอบอาคาร และพื้นที่กันชน (Buffer Zone)

6) การลดความสูงของชั้น มีผลให้ปริมาณวัสดุก่อสร้างทุกชนิด รวมไปถึงท่อน้ำขนาดเครื่องทำความเย็น ก็จะลดลง ความร้อนที่จะผ่านเข้าอาคารก็จะน้อยลง

7) รูปแบบกับความยาวของแนวทางเดินในอาคาร แนวทางเดินในอาคาร หรือระยะสัญจร ไม่ควรคดเคี้ยวไปมาจะส่งผลให้ต้องเดินท่อลมตามทางเดินนั้นจะทำให้มีผลต่อความดันสูญเสียในท่อลมนั้น ทำให้ไม่ประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) อัตราพื้นที่ผิวต่อปริมาตรจากการออกแบบ พบว่าในพื้นที่อาคารที่เท่ากัน อาคารทรงรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะประหยัดทั้งพลังงานอุปกรณ์ และค่าก่อสร้างมากที่สุด

9) รูปร่างอาคารกับการใช้แสงธรรมชาติ จึงนำเอาแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้ โดยจะช่วยประหยัดพลังงาน

10) การส่องสว่างกับที่กันแดด การใช้ที่กันแดดจะทำให้ความเข้มของแสงสว่างบริเวณริมหน้าต่างลดลง

11) การจัดรูปแบบทั่วไป การใช้ระบบ Modular Co-Ordination หรือความสอดคล้องกับระบบประสานทางพิกัด และการใช้ระบบ *Prefabrication* จะทำให้การก่อสร้างสะดวกง่ายและรวดเร็ว

12) การแลกเปลี่ยนปริมาณความร้อนของอาคารกับสภาพแวดล้อม โดยอาศัยการหน่วงความร้อนของดิน ในระยะต่ำกว่าผิวหน้าดินไปเล็กน้อย

13) ด้านหลังคาควรจัดให้มีการระบายอากาศใต้หลังคา โดยการตีฝ้าให้มีระดับในหลังคาหรือเป็นหลังคา 2 ชั้น

14) การบังแสงสามารถทำได้ทั้งการบังแสงภายในอาคาร คือการใช้ม่าน หรือมู่ลี่ และการบังแสงภายนอกอาคาร อาจทำได้โดยการใช้กันสาด

15) ตำแหน่งห้องเครื่อง ควรตั้งอยู่ในตำแหน่งที่จะประหยัดพลังงานในการสูบ/ส่งน้ำเย็นประหยัดค่าท่อน้ำและฉนวนหุ้มท่อน้ำและควรอยู่ใกล้เคียงกับเครื่องไฟฟ้า

ข. เรื่องของวัสดุประกอบอาคารต่าง ๆ เช่นผนังกระจก ที่ใช้รวมไปจนถึงฉนวนกันความร้อน โดยจะต้องคำนึงถึง

1) ผนังอาคารควรเลือกใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา และมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำใช้วัสดุสองชั้น และกรุด้วยฉนวนกันความร้อน รวมทั้งการเลือกใช้ผนังสีอ่อน

2) กระจกควรใช้กระจกแบบ Reflective จะมีประสิทธิภาพดี แต่มีผลกระทบกับอาคารข้างเคียง จึงควรเลือกค่า Visible Reflective ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์

3) ฉนวนกันความร้อนที่เลือกควรมีคุณสมบัติเช่น มีการนำความร้อนต่ำ มีความหนาแน่นน้อย และน้ำหนักเบา

7.10.2 การอนุรักษ์พลังงาน

ก. การอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ

การพิจารณาการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศ สามารถแยกตามระบบการตั้งแต่เริ่มออกแบบจนถึงขั้นใช้งานได้อย่างง่าย ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การออกแบบ สิ่งที่ต้องคำนึงถึง

- แนวความคิดในการออกแบบ
- เกณฑ์ที่ใช้ในการออกแบบ
- การเลือกระบบที่จะใช้
- การออกแบบระบบให้ประหยัดพลังงาน

2) การตัดสินใจเลือกใช้อุปกรณ์ อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบปรับอากาศทั่วไป ควรต้องคำนึงถึง

- เครื่องปรับอากาศ
- เครื่องทำความเย็น
- พัดลม , เครื่องสูบน้ำ
- หอระบายความร้อน
- ฉนวนและวาล์วต่างๆ
- การติดตั้งอย่างถูกวิธี
- ความเข้าใจในอุปกรณ์ของผู้ติดตั้ง

3) อุปกรณ์ที่ใช้ในการประหยัดพลังงาน ควรจะต้องคำนึงถึง

- VAV
- VSD
- Heat recovery atc
- อุปกรณ์พิเศษอื่น ๆ
- ระบบควบคุมต่าง ๆ

4) การบำรุงรักษา ควรคำนึงถึง

- แผนการบำรุงรักษา
- การบำรุงรักษาที่ถูกวิธีสำหรับอุปกรณ์แต่ละประเภท

ข. การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้า

1) การลดความต้องการใช้ไฟฟ้า โดยการวางแผนการใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม การใช้ชุด ควบคุมความต้องการ การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง การใช้ระบบกักเก็บความเย็น

2) การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าบางส่วนหรือทั้งหมด โดยวิธีการใช้เซลล์แสงอาทิตย์

3) การประหยัดพลังงานในหม้อแปลงไฟฟ้า โดยเลือกหม้อแปลงให้เหมาะสม เลือกหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดที่มีค่าการสูญเสียขณะที่ไม่มีภาระทางไฟฟ้าต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การประหยัดพลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้มอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้วิธีควบคุมความเร็วของมอเตอร์ ใช้มอเตอร์ให้เหมาะกับขนาดพัดลม

5) การประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง โดยออกแบบการให้แสงสว่างให้เหมาะสมกับลักษณะงาน เลือกใช้หลอดไฟให้เหมาะสม ควบคุมการเปิด-ปิด ที่มีประสิทธิภาพ

6) การแก้ไขตัวประกอบกำลัง

ค. การอนุรักษ์พลังงานโดยใช้ระบบควบคุม

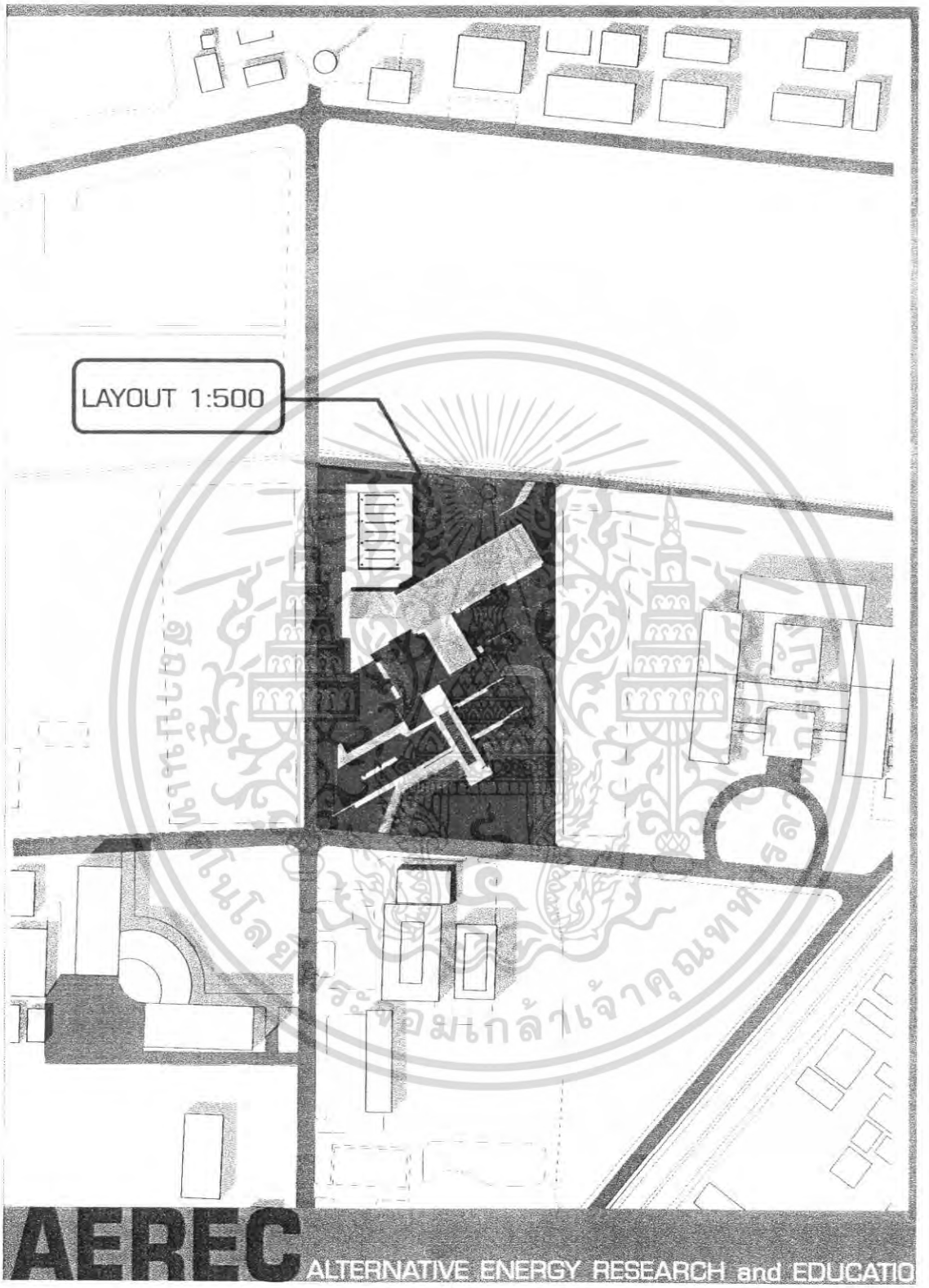
การใช้การควบคุมอัตโนมัติที่ใช้กันทั่วไป และง่ายที่สุดคือการใช้ตัวตั้งเวลา (Timer) เป็นอุปกรณ์ควบคุมประจำส่วนต่างๆที่มีประสิทธิภาพมากในการลดการใช้พลังงาน

ง. การอนุรักษ์พลังงานในระบบความร้อน

เมื่อกล่าวถึงระบบความร้อน อุปกรณ์หลักคือ Boiler และ Furnace ซึ่งเป็นแหล่งระบบไอน้ำความดันสูง ระบบไอน้ำความดันต่ำ ระบบการอุ่นอากาศ และระบบอากาศร้อน การเพิ่มประสิทธิภาพใด ๆ จะขึ้นกับสถานภาพของอุปกรณ์ก่อนและหลังการบำรุงรักษา ซึ่งปกติจะสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงได้ 20 - 30 เปอร์เซ็นต์

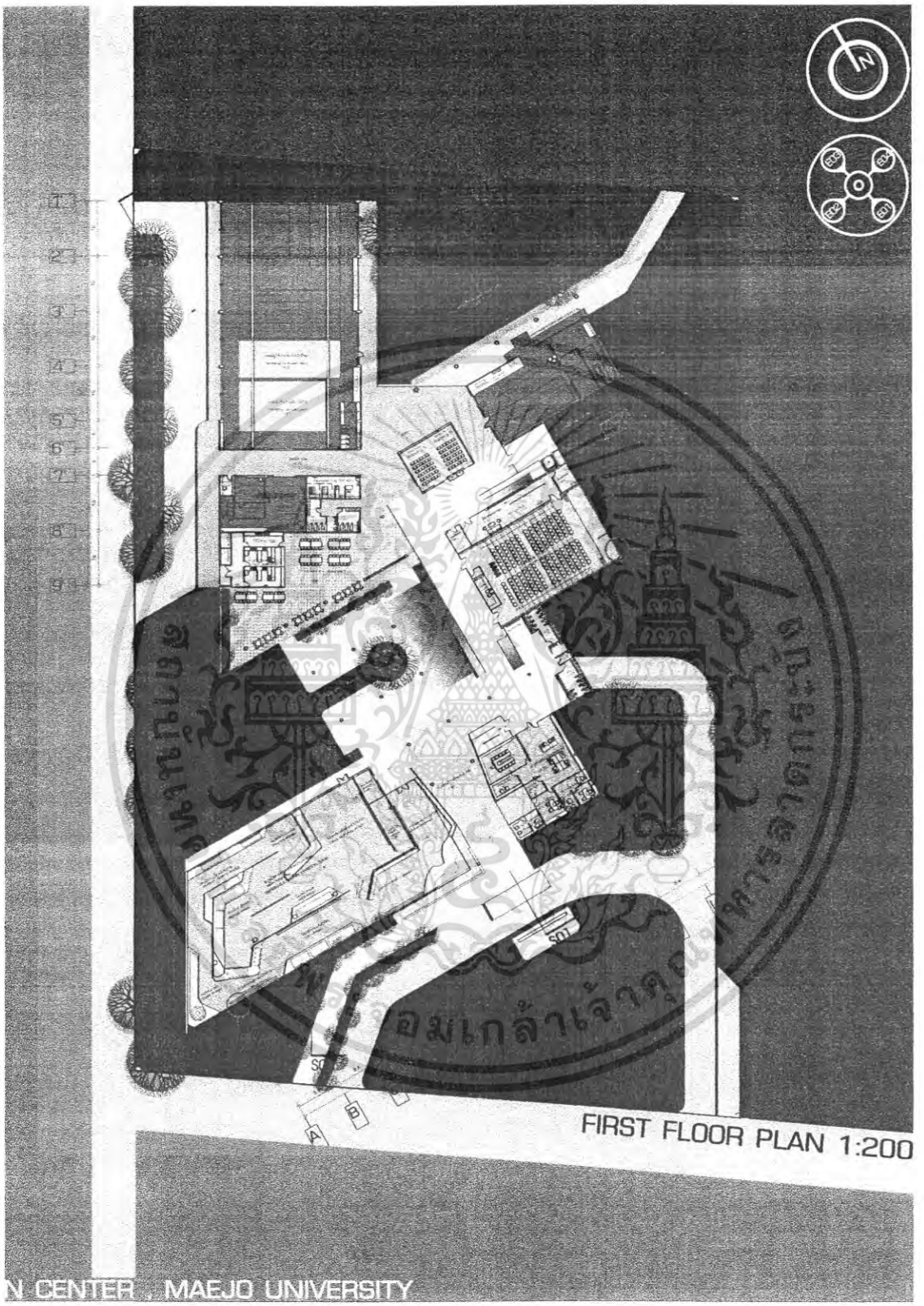
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8.2 แสดงตัวอย่างงานนิเทศของนิสิต



ภาพที่ 8.3 แสดงผังของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

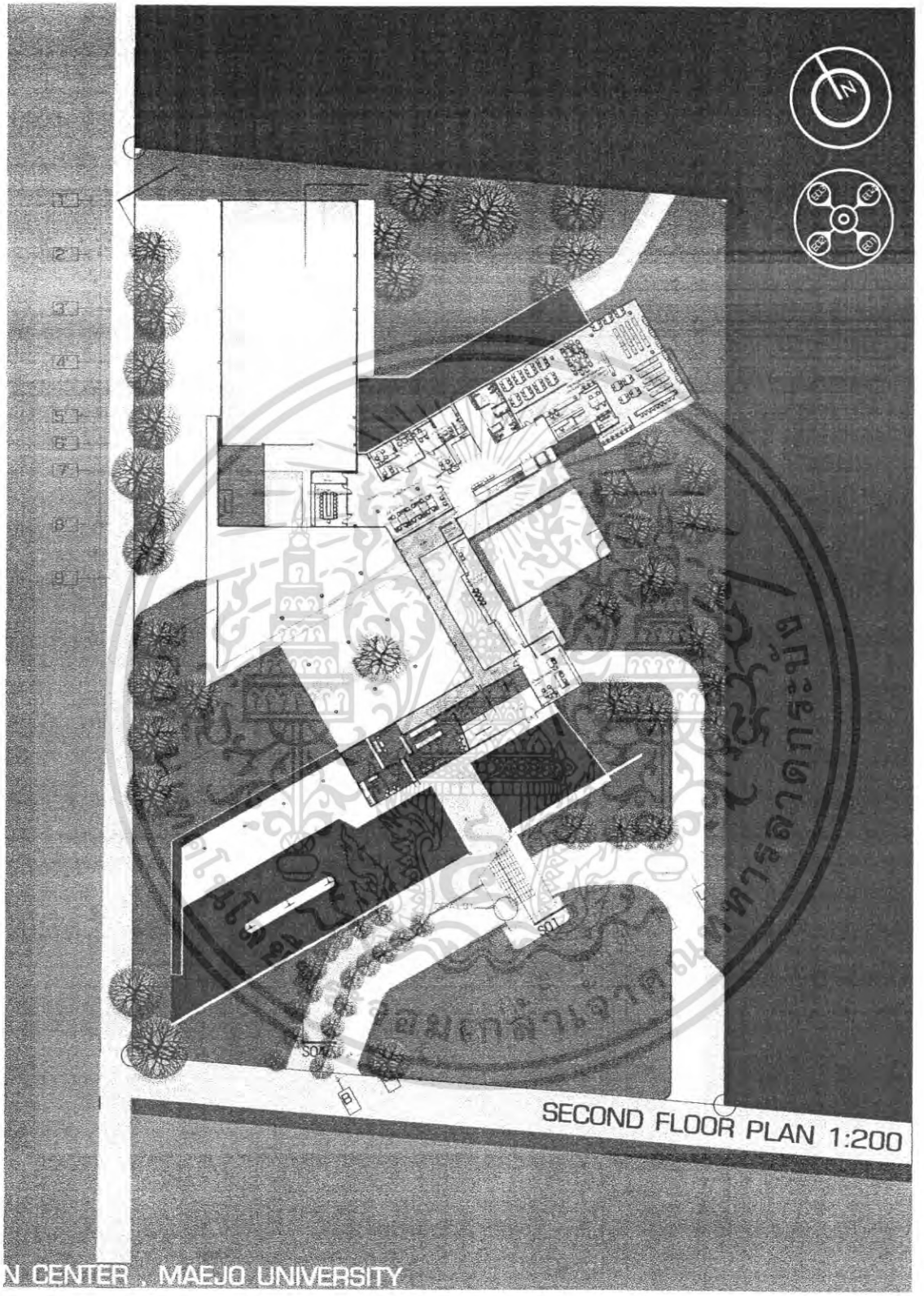


ภาพที่ 8.4 แสดงผังพื้นชั้น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

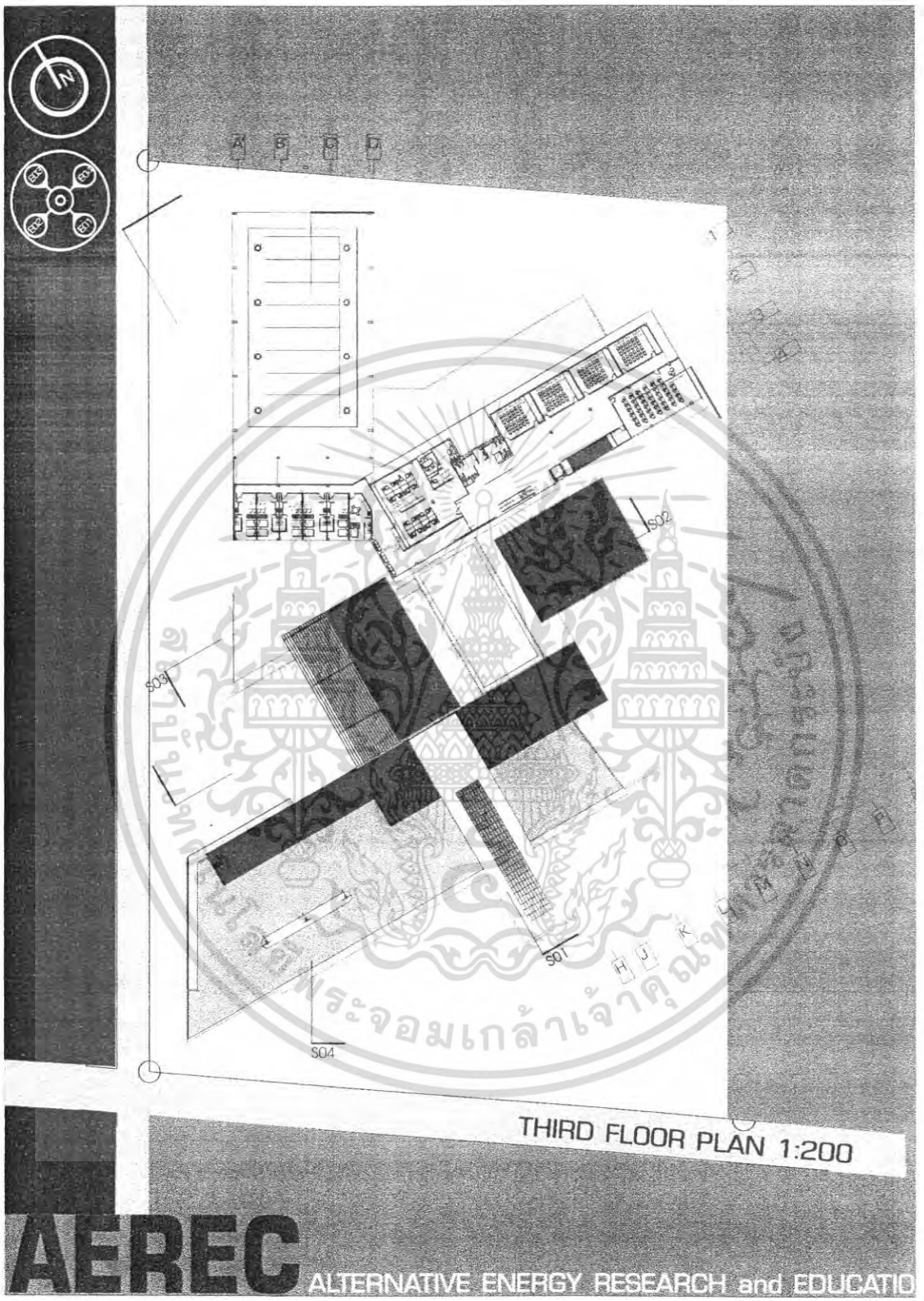
ภาพที่ 8.5 แสดงผังพื้นชั้นใต้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



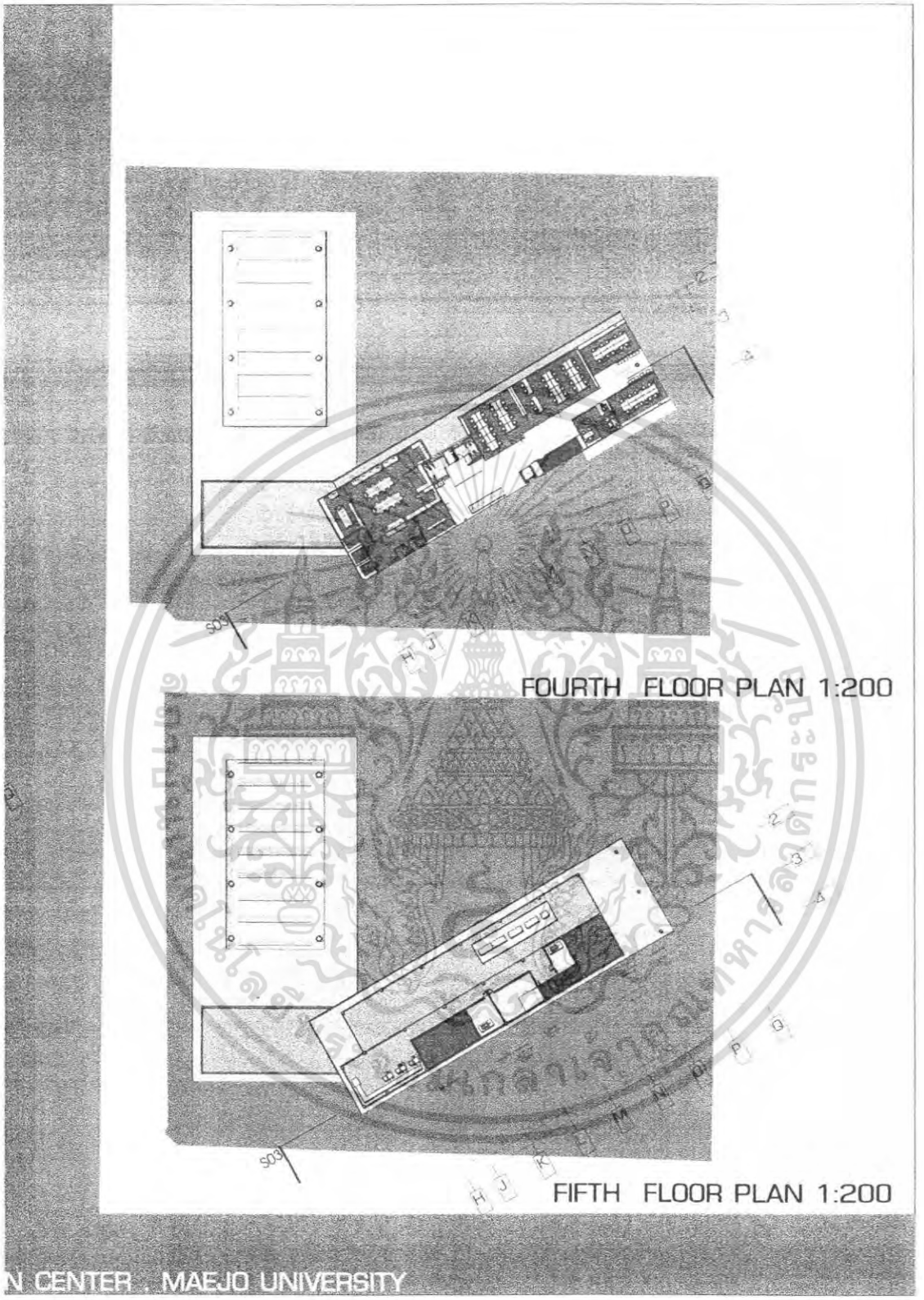
ภาพที่ 8.6 แสดงผังพื้นชั้น 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8.7 แสดงผังพื้นชั้น 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



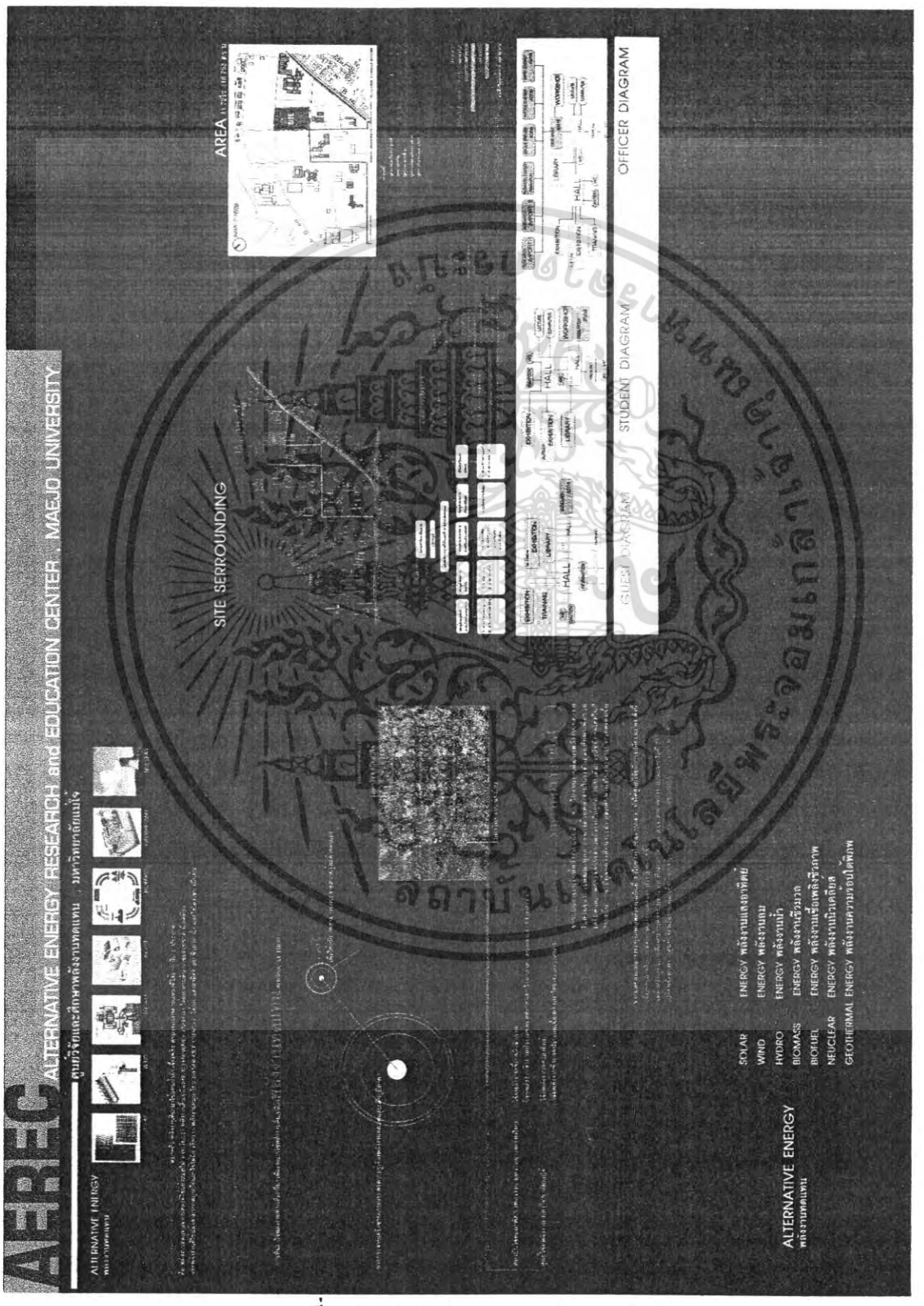
ภาพที่ 8.8 แสดงผังพื้นชั้น 4 และ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

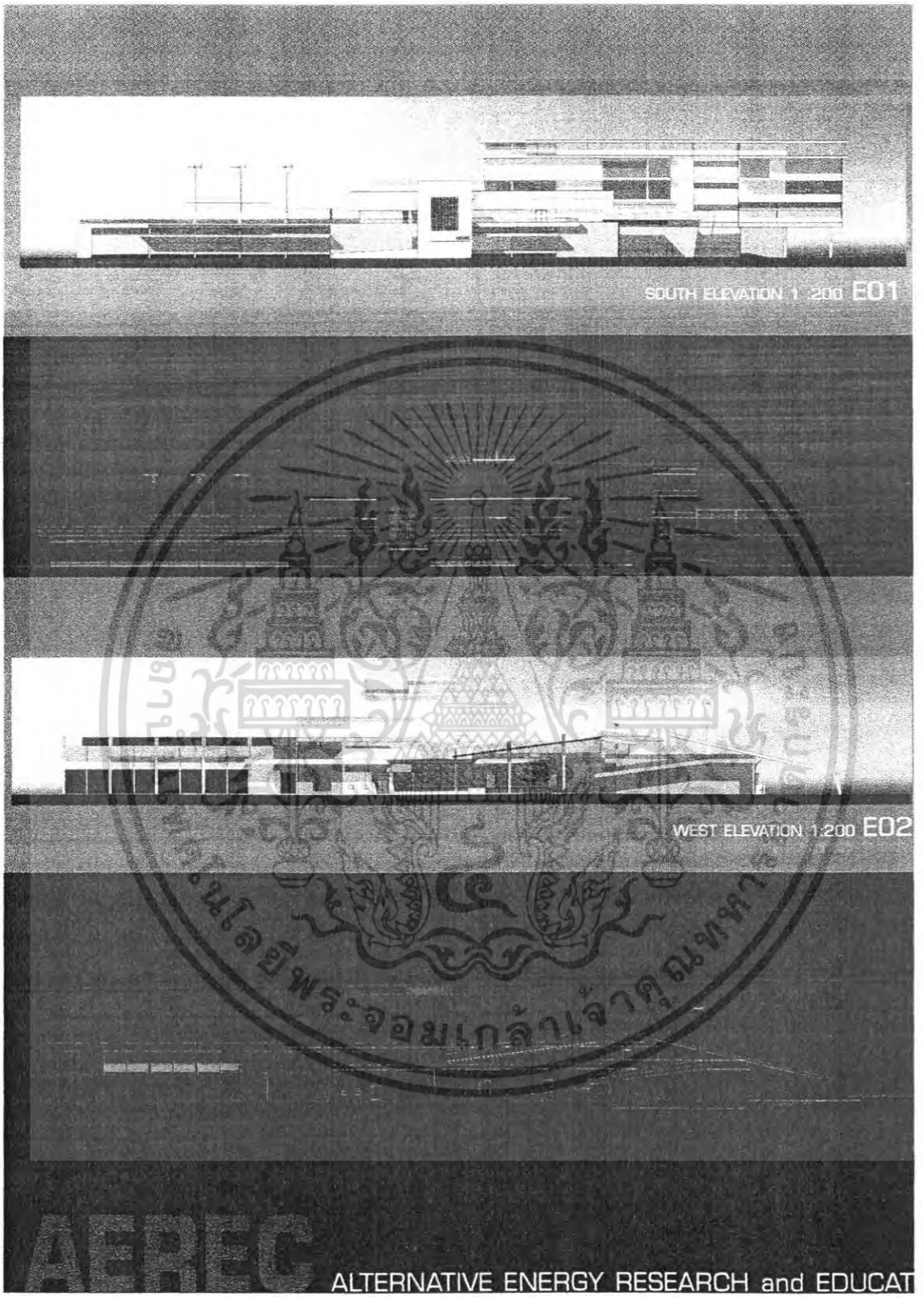
ภาพที่ 8.9 แบบรูปด้านของโครงการ

บทที่ 8

ผลงานการออกแบบ

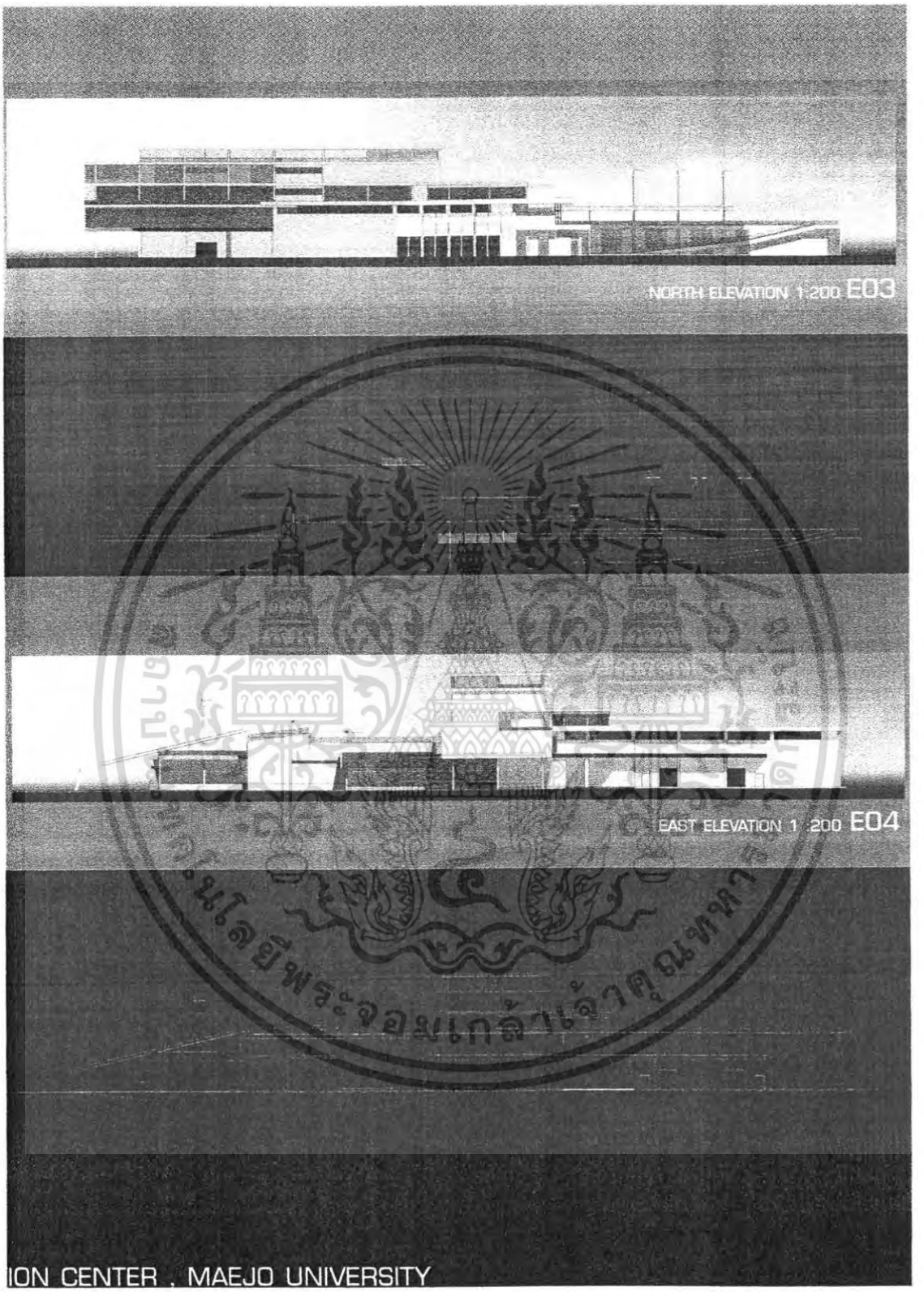


ภาพที่ 8.1 แสดงกระบวนการออกแบบ I



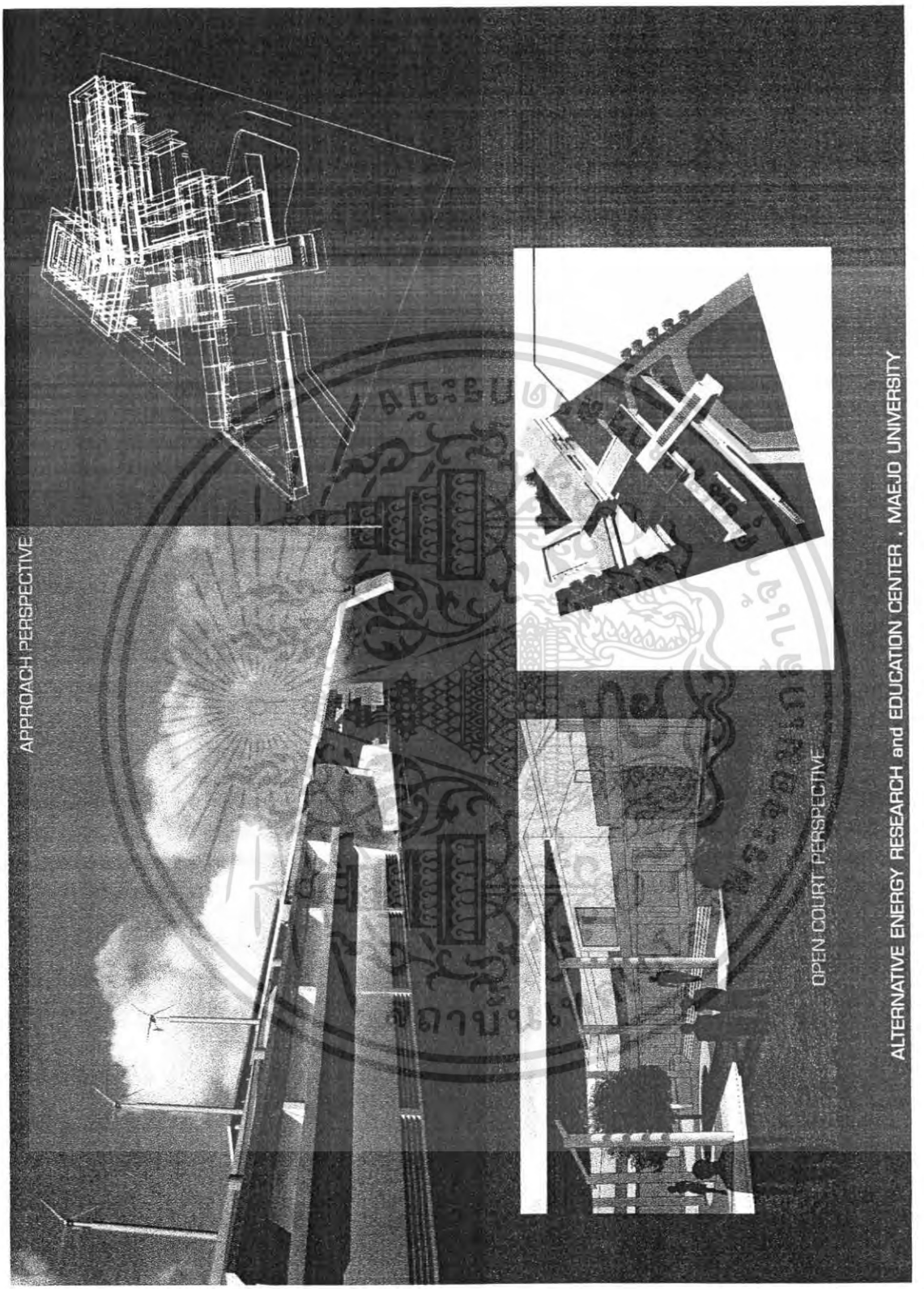
ภาพที่ 8.10 แสดงรูปด้าน 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



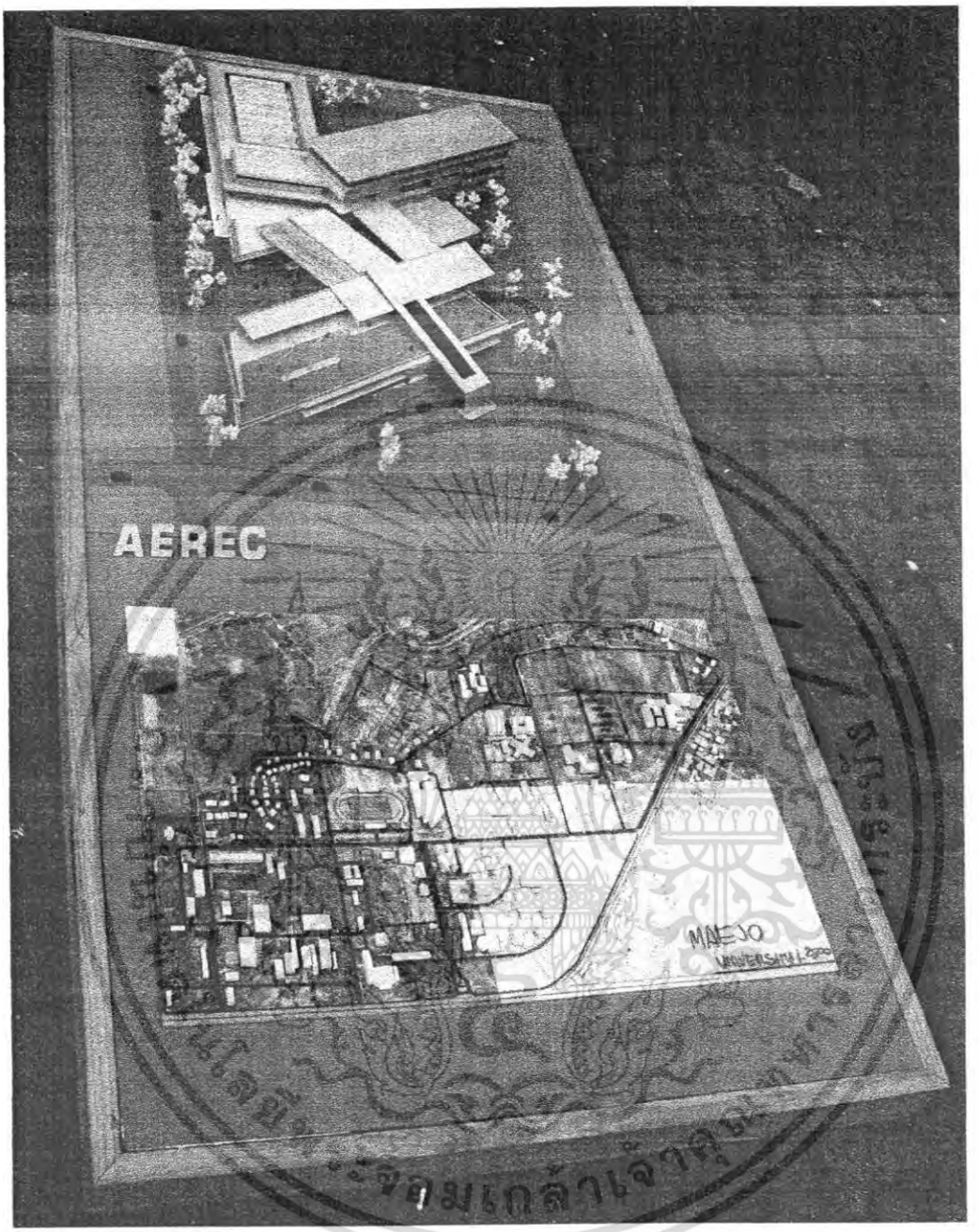
ภาพที่ 8.11 แสดงรูปด้าน 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



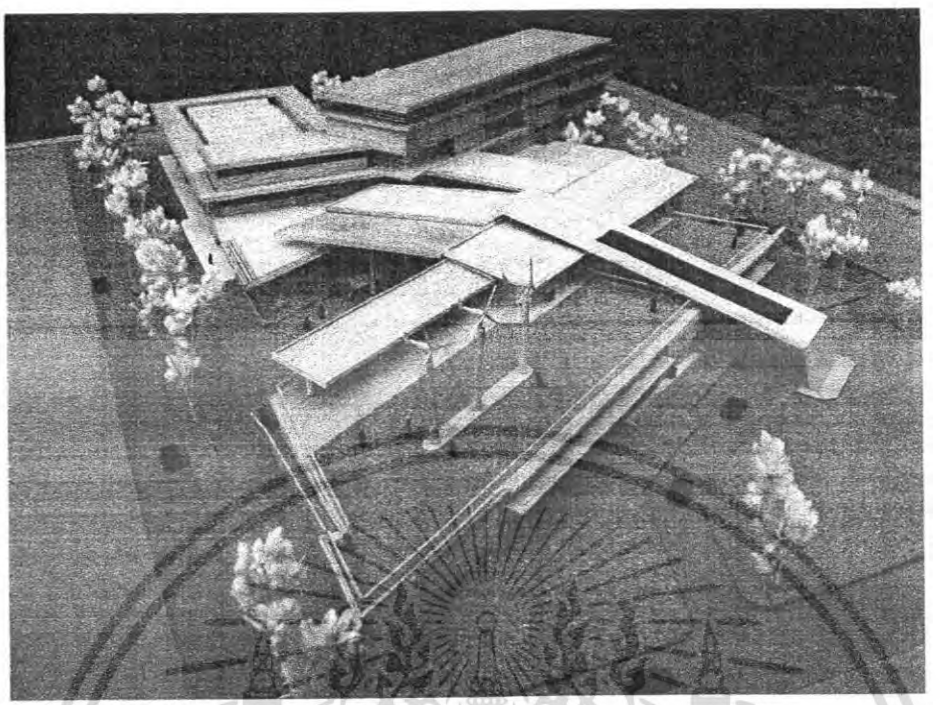
ภาพที่ 8.12 แสดงทัศนียภาพของโครงการ

ภาพที่ 8.13 แสดงรายละเอียดของโครงการ

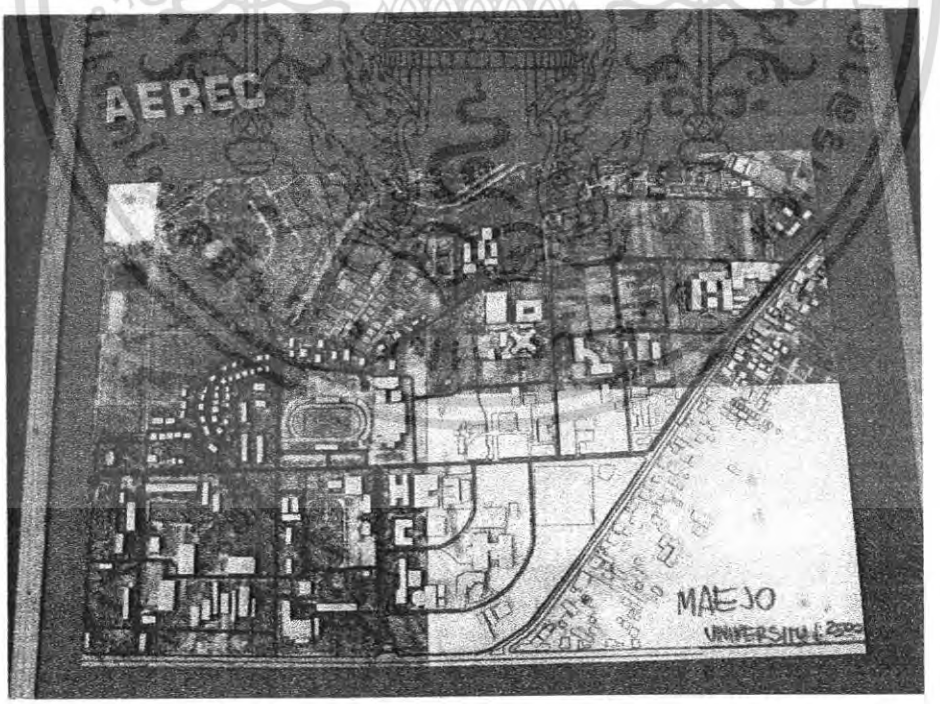


ภาพที่ 8.14 แสดงหุ่นจำลอง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

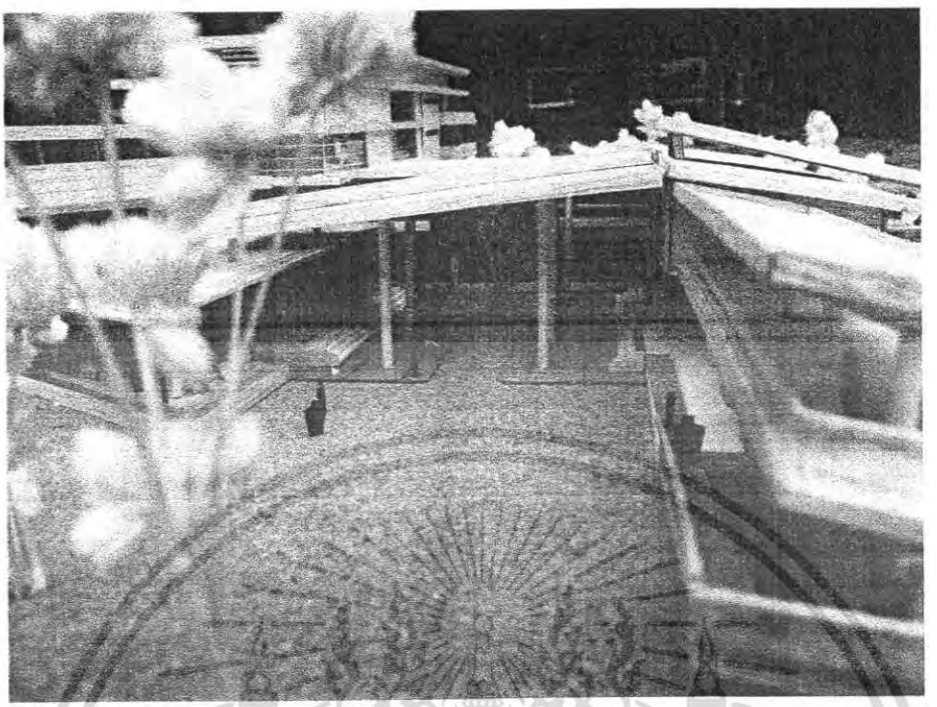


ภาพที่ 8.15 แสดงหุ่นจำลอง 2

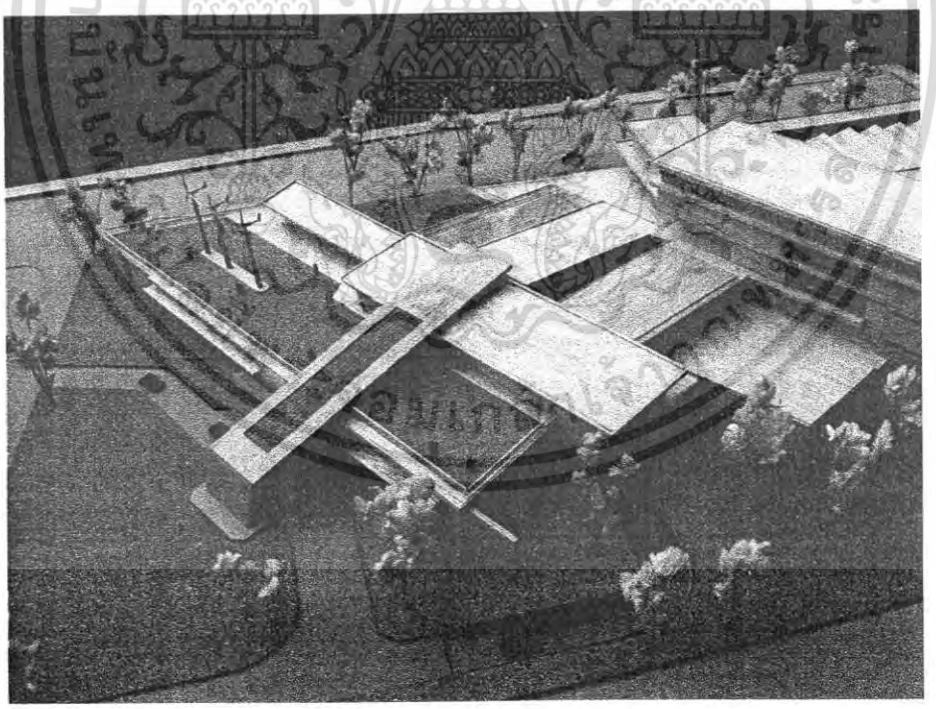


ภาพที่ 8.16 แสดงหุ่นจำลอง 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

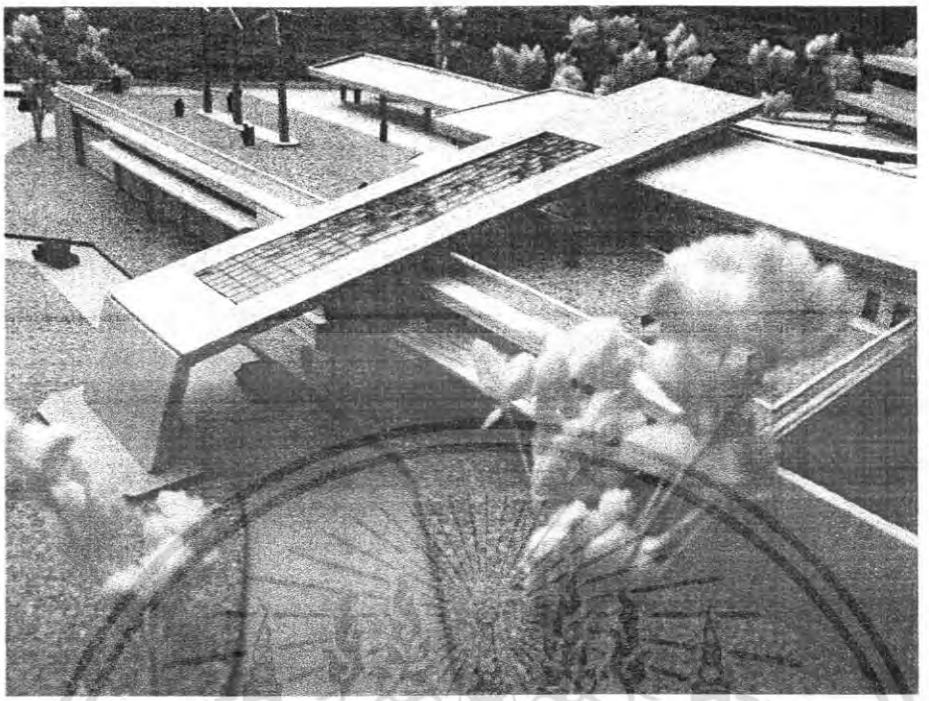


ภาพที่ 8.17 แสดงหุ่นจำลอง 4

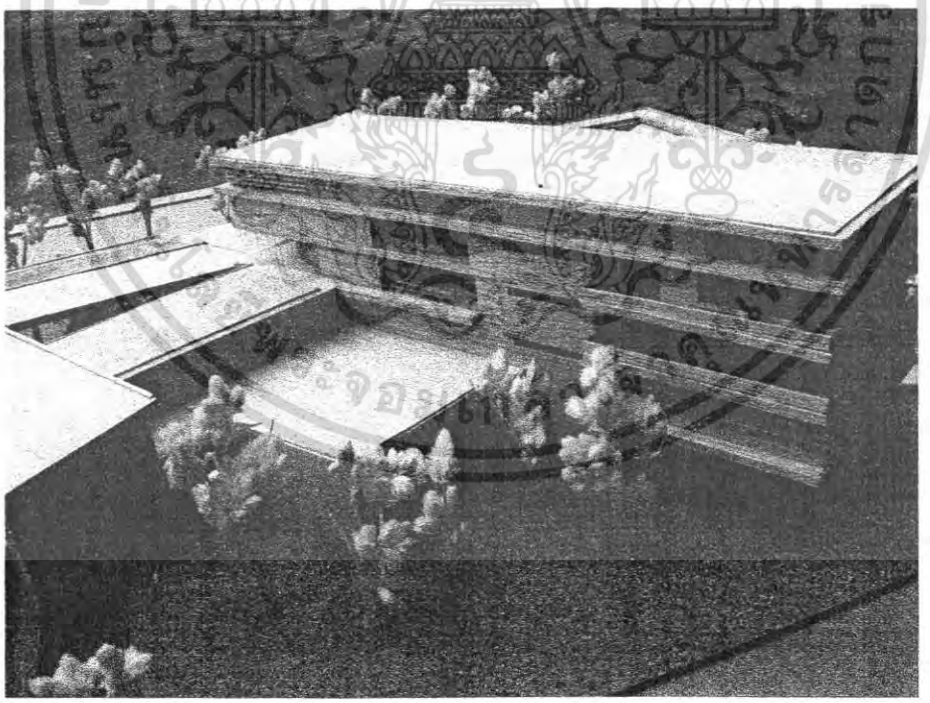


ภาพที่ 8.18 แสดงหุ่นจำลอง 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

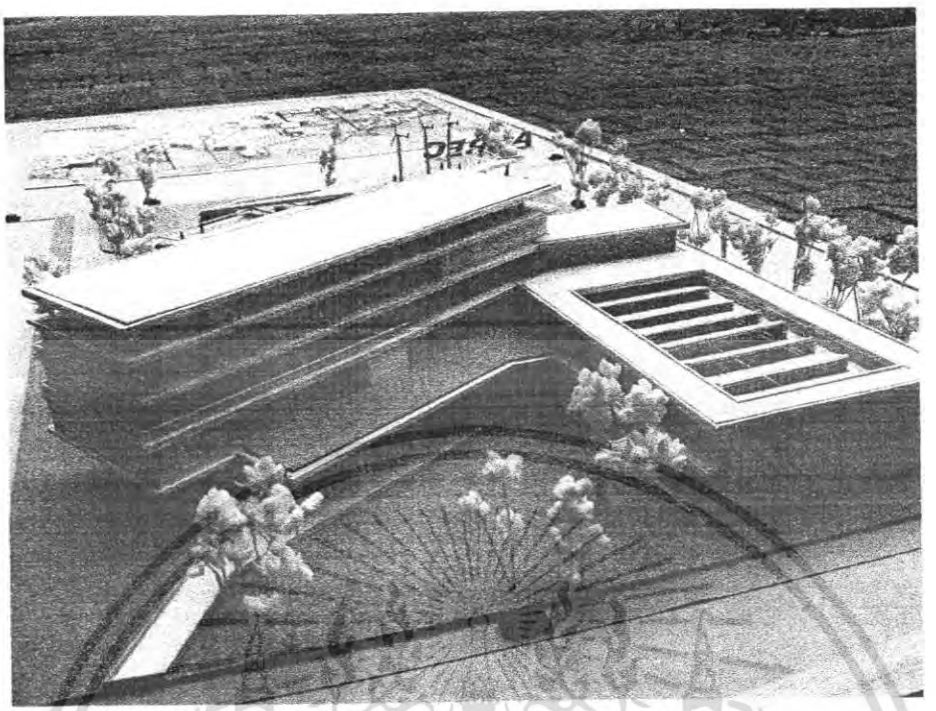


ภาพที่ 8.19 แสดงหุ่นจำลอง 6

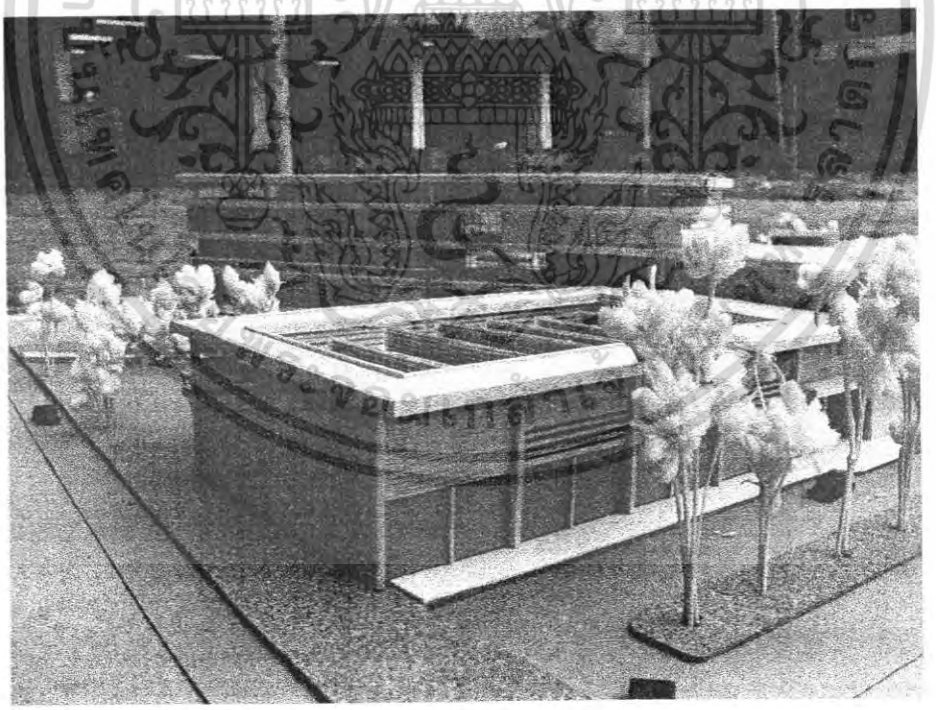


ภาพที่ 8.20 แสดงหุ่นจำลอง 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8.21 แสดงหุ่นจำลอง 8



ภาพที่ 8.22 แสดงหุ่นจำลอง 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Tuntiwaranuruk, U., Thepa, S., Tia, S., and Bhumiratana, S., 2006, **Modeling of Soil Temperature and Moisture with and without Rice Husks in an Agriculture Greenhouse**, Renewable Energy, Vol. 31, No. 12, October, pp. 1934-1949.

RUDOLF HERZ, FRIBA, Dr lin. 1970. **Architecs' Data.** Crosby Lockwood, London.

ณัฐวุฒิ ดุษฎี. 2551. **ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้.** แหล่งที่มา: http://www.energy.mju.ac.th/, 12 พฤศจิกายน 2550.

กองฝึกอบรม กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2548. **อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมพระเกียรติ.** ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. (อัดสำเนา)

กองบรรณาธิการมติชน. 2550. **10 มหัศจรรย์ พลังงานทดแทน กู้วิกฤตโลกร้อน.** ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ.

รัตนชัย ไพรินทร์, จงจิตร์ หิรัญลาภ และ อุชัช วิชชุวรชาติ. 2541. กระบวนการ Gasification และการใช้พลังงานจาก Gasifier. วารสารพลังงาน 9 (43): 28.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2549. **สถานการณ์พลังงานในปี 2549 และแนวโน้มปี 2550.** แหล่งที่มา: www.nsm.go.th, 23 สิงหาคม 2550.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. 2550. **กรณีศึกษาอาคารอนุรักษ์พลังงาน.** http://www.dede.go.th/. 12 มีนาคม 2551.

ศูนย์ชีวมวลแห่งเอเชีย. มปป. **ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบเชื้อเพลิงชีวมวล.** แหล่งที่มา: http://www.asianbiomasscenter.org/, 22 ธันวาคม 2550.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. มปป. **ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.** พลังงานแสงอาทิตย์. แหล่งที่มา: http://www.egat.co.th/re/egat_pv/egatpv.htm, 22 ธันวาคม 2550.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. มปป. **ระบบเซลล์แสงอาทิตย์. โรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ผาบ่อง จังหวัดแม่ฮ่องสอน.** แหล่งที่มา: http://www.egat.co.th/re/egatpv_mhs/pvmhs_system.htm, 22 ธันวาคม 2550.

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. มปป. **วัตถุประสงค์. เกี่ยวกับสถาบันฯ.** แหล่งที่มา: http://www.erdi.or.th/purpose.php, 16 พฤศจิกายน 2550.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

หลักสูตร

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาพลังงานทดแทน

หลักสูตร พ.ศ.2550

คณะผลผลิตกรรมการเษตร

ร่วมกับ

คณะวิทยาศาสตร์ คระวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมเกษตร และ ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

1.ชื่อหลักสูตร : วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาพลังงานทดแทน

2. ชื่อปริญญา

ภาษาไทย

ชื่อเต็ม : วิทยาศาสตรบัณฑิต (พลังงานทดแทน)

ชื่อย่อ : วท.บ. (พลังงานทดแทน)

ภาษาอังกฤษ

ชื่อเต็ม : Bachelor of Science

ชื่อย่อ : B.Sc. (Renewable Energy)

หน่วยงานรับผิดชอบ

หน่วยงานหลัก

3.1 คณะผลิตกรรมการเกษตร

หน่วยงานสนับสนุน

3.2 คณะวิทยาศาสตร์

3.3 คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร

3.4 ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

4.1 ปรัชญาของหลักสูตร

เพื่อผลิตบัณฑิตสาขาพลังงานทดแทนที่มีความรู้สหวิชาการ ที่สามารถตอบสนองต่อความเปลี่ยนแปลง
และความต้องการพลังงานของโลก และสามารถประกอบการอิสระได้อย่างมีคุณธรรม จริยธรรม และมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาชีพ

4.2 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

1.เพื่อผลิตบัณฑิตด้านพลังงานทดแทนที่มีความรู้ความสามารถทางสหวิชาการ ที่มีความเชี่ยวชาญด้านพลังงานทดแทน

2.เพื่อสนับสนุนการวิจัยและค้นคว้าวิชาการด้านพลังงานทดแทนในการรองรับการใช้พลังงานให้เป็นทางเลือกใหม่อนาคต

3.เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีจรรยาบรรณ ศีลธรรมอันดีงาม และทัศนคติที่ดีต่อวิชาชีพ

5.กำหนดการเปิดสอน

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550

6.คุณสมบัติของผู้มีสิทธิสมัครเข้าศึกษา

1.สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สายวิทยาศาสตร์ หรือเทียบเท่า

7.วิธีการคัดเลือกผู้เข้าศึกษา

1. นักศึกษาจะต้องผ่านขั้นตอนการคัดเลือกหรือสอบคัดเลือกตามเงื่อนไขที่มหาวิทยาลัยกำหนด

2.วิธีการนอกจากนี้ ให้เป็นไปตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยแม่โจ้ว่าด้วยการศึกษาระดับปริญญาตรีและระเบียบอื่นๆ ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้โดยอนุโลม

8. ระบบการศึกษา

ใช้ระบบศึกษาแบบวิภาค โดยหนึ่งปีการศึกษาเป็น 2 ภาคเรียนปกติ หนึ่งภาคการศึกษาปกติมีระยะการศึกษาไม่ต่ำกว่า 15 สัปดาห์ สำหรับการศึกษาฤดูร้อนให้มีระยะการศึกษาไม่น้อยกว่า 6 สัปดาห์ และมีชั่วโมงการศึกษาเท่ากับภาคเรียนปกติ

9 .การคิดหน่วยกิต

1.รายวิชาภาคทฤษฎีที่ใช้เวลาบรรยาย หรืออภิปรายปัญหาไม่น้อยกว่า 15 ชม. ต่อภาคการศึกษาปกติ หมีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิตระบบวิภาค

2.รายวิชาภาคปฏิบัติ ที่ใช้เวลาฝึกหรือทดลองไม่น้อยกว่า 30-45 ชั่วโมงต่อภาคเรียนปกติ ให้มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิตระบบวิภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.การฝึกงานหรือฝึกภาคสนาม ที่ใช้เวลาฝึกไม่น้อยกว่า 45 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา ให้มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิตระบบวิภาค

4.การทำโครงงานหรือกิจกรรมการเรียนอื่นใดตามที่ได้รับหมอบหมาย ที่ใช้เวลาทำโครงงานหรือกิจกรรม นั้นๆ ไม่น้อยกว่า 45 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษาปกติ ให้มีค่าเท่ากับ 1 หน่วยกิตระบบวิภาค

10. ระยะเวลาการศึกษา

ระยะเวลาของการศึกษาตลอดหลักสูตร 4 ปี หรือสำเร็จการศึกษาได้ไม่ก่อน 3 ปีการศึกษาปกติ และให้ศึกษาได้ไม่เกิน 8 ปีการศึกษา นับตั้งแต่การลงทะเบียนครั้งแรก

11.การลงทะเบียนเรียน

ให้ลงทะเบียนได้ไม่น้อยกว่า 9 หน่วยกิตและไม่เกิน 22 หน่วยกิต ในแต่ละภาคการศึกษาปกติ

12. การวัดผลและการสำเร็จการศึกษา

ต้องเรียนครบตามจำนวนหน่วยกิตที่กำหนดไว้ในหลักสูตรและจะต้องมีค่าระดับคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า2.00 จากระบบ 4 แต้มระบบคะแนน โดยระเบียบการสอนและการวัดผลให้ปฏิบัติตามระเบียบและข้อบังคับของมหาวิทยาลัย และระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องโดยอนุโลม

การวัดผลให้ปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ว่าด้วยการศึกษาปริญญาตรี พ.ศ. 2546

13.อาจารย์ผู้สอน

13.1 อาจารย์ประจำหลักสูตร

1. นาย มนัส กัมพุกุล	วท.ม.(เกษตรศาสตร์)
รองศาสตราจารย์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. นาย ณัฐวุฒิ คุษฎี	Ph.D(Energy technology)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3. นาย วิทยา วราสวัสดิ์	วศ.ม.(นิวเคลียร์เทคโนโลยี)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	จุฬาลงกรณ์มหิทยาลัย
4. นาย อภิชาต สวน คำกอง	M.S.(Agronomy Crop Production)
อาจารย์	Central Luzon State University, Philippines
5. นาย พานิช อินเต๊ะ	วศ.ด.(วิศวกรรมเครื่องกล)
	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13.2 อาจารย์ผู้สอนในหลักสูตร

1. นาย ดนุวัต เพ็งอัน	M.S. (Agronomy-Crop Production)
รองศาสตราจารย์	Central Luzon State University,
Philippines	
2.นายสุรชัย สัมภวมาน	วท.ม(การสอยฟิสิกส์)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. นาย สัณห์ ละอองศรี	วบ.ด.(ชีววิทยา)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
4. นาย ฐปน ชื่นบาล	Ph.D(Energy technology)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	Ilinois institute of Technology
U.S.A	
5. นาย เศษฐา ศิริพินทุ์	วท.ด.(เกษตร-การปรับปรุงพันธุ์พืช)
อาจารย์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6. นาย รัฐพล ศรีบัวเผื่อน	วท.ม.(เกษตรศาสตร์)
อาจารย์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
7. นางสาว วราภรณ์ แสงทอง	Ph.D.(Plant Breeding)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
8. นาย ญาณากร สุทัสนมาลี	Ph.D.(Agriculture Engineering)
อาจารย์	Central Luzon State University,
Philippines	
9. นาย ธรรมศักดิ์ พันธุ์แสนศรี	วศ.ม.(วิศวกรรมพลังงาน)
อาจารย์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
10.นาย ธเนศ ไชยชนะ	วศ.ม.(วิศวกรรมพลังงาน)
นักวิจัย	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

13.3 อาจารย์พิเศษ

1. นาย วัฒนา เสถียรสวัสดิ์	Ph.d.(Horticulture)
ศาสตราจารย์เกียรติคุณ	Utah State University
2. นาย ทะนงเกียรติ์ เกียรติศิริโรจน์	D.Eng (Engineering)
ศาสตราจารย์	AIT
3. นาย สมบัติ ชิณะวงศ์	Ph.d. (Weed science)
ศาสตราจารย์	University of Tsukuba , Japan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นาย สัมพันธ์ ไชยเทพ	Ph.d (Resource Engineer)
	University of New England, England
5.นาย วิชา หมั่นทำการ	M.eng (Agriculture Machinery &
	Management)
รองศาสตราจารย์	AIT, Thailand
6. นาย วสันต์ จอมภักดี	Ph.D.(Mechanical Engineering)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	Reading, University, England
7. นาย ศิวะ อัฉริยวิริยะ	D.Eng (Energy Technology)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าธนบุรี	
8. นางสาว ศิรินุช จินดารักษ์	วท.ด.(เทคโนโลยีพลังงาน)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าธนบุรี	
9. นาย วีระ ฟ้าเฟื่องวิทยากุล	Ph.D.(Mechanical Engineering)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
10. นายชูรัตน์ ธารารักษ์	Ph.d. (Energy Technology)
อาจารย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าธนบุรี	
11. นาย สราญ เพิ่มพูน	Ph.D.(Agronomy)
อาจารย์	มหาวิทยาลัยวิทยาลัยแม่โจ้
12 . นาย สุริยนต์ ชมดี	วศ.ด. (วิศวกรรมเครื่องกล)
ผู้เชี่ยวชาญ	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
13. นาย อติพงศ์ นันธพันธุ์	Ph.D.(Thermal Technology)
วิศวกร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าธนบุรี	
14. นาย เสรี กังวานกิจ	วศ.ม.(วิศวกรรมพลังงาน)
วิศวกร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
15.นาย อภิวัฒน์ เศรษฐรักษ์	M.S. (Forestry Resource)
ผู้เชี่ยวชาญ	University of Washington U.S.A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักศึกษา	จำนวนนักศึกษา/ปีการศึกษา				
	2550	2551	2552	2553	2554
ชั้นปีที่ 1	40	40	40	40	40
ชั้นปีที่ 2		40	40	40	40
ชั้นปีที่ 3			40	40	40
ชั้นปีที่ 4				40	40
รวม	40	80	120	160	160
ที่คาดว่าจะสำเร็จการศึกษา	-	-	-	40	40

14.จำนวนนิสิตนักศึกษา

จำนวนนักศึกษาที่รับเข้าและคาดว่าจะสำเร็จตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาพลังงานทดแทน

15.ห้องสมุด

กองห้องสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มีหนังสือและเอกสารทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาพลังงานทดแทน วิศวกรรม เกษตรกรรม และสาขาอื่นๆดังนี้

หนังสือภาษาไทย 12,449 เล่ม

หนังสือต่างประเทศ 8,247 เล่ม

วารสารภาษาไทย 85 เล่ม

วารสารต่างประเทศ 163 เล่ม

นอกจากนั้นยังสืบค้นได้จากห้องสมุดของส่วนราชการอื่น บริเวณใกล้เคียงได้แก่ ห้องสมุดของศูนย์วิจัยพืชไร่ และห้องสมุดของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ห้องสมุดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เป็นต้น และยังมีระบบการติดต่อสื่อสารแบบเชื่อมเครือข่าย(network) ตลอดจน CD ROM จากฐานข้อมูล Agris , Current , Content , Nisc และInternet ที่สามารถค้นหา บทความทางวิชาการทั้งภายในและต่างประเทศ

16. หลักสูตร

หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาพลังงานทดแทน

16.1 ฉนวนหน่วยกิตตลอดหลักสูตร 141 หน่วยกิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16.2 โคลงสร้างหลักสูตร

1.) <u>หมวดวิชาศึกษาทั่วไป</u> 30 หน่วยกิต

1.1 กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์ 6 หน่วยกิต

1.2 กลุ่มวิชามนุษย์ศาสตร์ 6 หน่วยกิต

1.3 กลุ่มวิชาภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ 9 หน่วยกิต

1.4 กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 9 หน่วยกิต

2.) <u>วิชาเฉพาะ</u> 150 หน่วยกิต

2.1 กลุ่มวิชาแกน 53 หน่วยกิต

2.2 กลุ่มวิชาเอกบังคับ 52 หน่วยกิต

<u>3.) หมวดวิชาเลือกเสรี</u>

16.3รายละเอียดวิชา **หน่วยกิต (ชั่วโมง/ สัปดาห์)**

(บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)

<u>1.หมวดวิชาศึกษาศาสตร์ 30 หน่วยกิต</u>

1.1 กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์	**6**	
สามารถเลือกเรียนจากวิชาเหล่านี้		
ศท. 021 สังคมศาสตร์ในชีวิตประจำวัน	3	(3-0-1)
GE 021 Social Sciences in Everyday life		
ศท. 022 อารยธรรมโลก	3	(3-0-1)
GE 022 World Civilizations		
ศท. 103 หลักพุทธศาสนา	3	(3-0-1)
GE 103 Principle of Buddharma		
1.2 กลุ่มวิชามนุษย์ศาสตร์	6	
ศท. 012 จิตวิทยากับพฤติกรรมมนุษย์	3	(3-0-1)
GE 012 Psychologies and Human Behavior		
ศท. 013 สุขภาพเพื่อการดำรงชีวิต	3	(1-4-1)
GE 013 Health for life		
1.3 กลุ่มวิชาภาษาศาสตร์	**9**	
ศท. 141 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1	3	(2-2-1)
GE 141 Fundamental English 1		
ศท. 142 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 2	3	(2-2-1)
GE 142 Fundamental English		
ศท.031 การใช้ภาษาไทย	3	(1-4-1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GE 031 Thai Language Usages

1.4 กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ **9**

สามารถเลือกเรียนจากวิชาเหล่านี้

วท. 101 วิทยาศาสตร์เพื่อชีวิต 3 (2-2-1)

SC 101 Science for life

วท. การพัฒนาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 3 (2-2-1)

SC 102 Developments of science and technology

ศท. 014 การสืบค้นสารนิเทศเพื่อการศึกษา 3

(1-4-1)

GE 014 Information Searching for Academic Study

อก. 101 วิศวกรรมเบื้องต้นในชีวิตประจำวัน 3

(3-0-1)

AG 101 Basic Engineering in Daily life

พง. 100 พลังงานสำหรับชีวิตประจำวัน 3

(3-0-1)

RE 100 Energy for Daily Life

2.หมวดวิชาเฉพาะ 105 หน่วยกิต

2.1 กลุ่มวิชาแกน 53 หน่วยกิต

	หน่วยกิต	ชั่วโมง/ สัปดาห์ (บรรยาย-ปฏิบัติ-ศึกษาด้วยตนเอง)
คม. 101 หลักเคมี 1	3	(3-0-1)
CM 101 Principle of Chemistry 1		
คม. 102 ปฏิบัติการเคมี 1	1	(0-3-1)
CM. 102 Laboratories 1		
คม. 103 หลักเคมี 2	3	(3-0-1)
CM 103 Principle of Chemistry 2		
คม. 104 ปฏิบัติการเคมี 2	1	(0-3-1)
CM 104 Principle of Chemistry 2		
ฟส. 105 ฟิสิกส์ทั่วไป 1	3	(2-3-1)
PH 105 General Physics 1		
ฟส. 106 ฟิสิกส์ทั่วไป 2	3	(2-3-1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PH 106 General Physics 2		
คศ. 131 หลักแคลคูรัส 1	3	(3-0-1)
MA 131 Principle of Calcurus 1		
คศ. 132 หลักแคลคูรัส 2	3	(3-0-1)
MA 132 Principle of Calcurus 2		
คม. 250 เคมีอินทรีย์	3	(3-2-1)
CH 250 Organic Chemistry		
สต. 301 หลักสถิติ	3	(3-0-1)
ST. 301 Principle of Statistics		
คศ. 361 สมการเชิงอนุพันธ์	3	(3-0-1)
MA 361 Differential Equations		
ศท. 241 ภาษาอังกฤษเชิงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	3	(2-2-1)
GE 241 English for Science and Technology		
ศท. 343 สนทนาภาษาอังกฤษ	3	(3-0-1)
GE 343 English Conversations for the Workplace		
วก. 101 การเขียนแบบวิศวกรรม 1	2	(1-3-1)
EA 101 Engineering Drawing 1		
วก. 120 คอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกร	3	(2-3-1)
EA 120 Computer For Engineer		
วก. 191 การฝึกปฏิบัติในโรงงาน1	1	(0-3-1)
EA. 191 Workshop Practices 1		
พง 200 เทอร์โมไดนามิกส์และกลศาสตร์ของไหลเบื้องต้น 3	3	(3-0-1)
RE 200 Fundamental of Thermodynamics and Fluid Mechanics		
พง 201 เครื่องจักรกลเบื้องต้น	3	(2-3-1)
RE 201 Introduction Machinery		
พง 300 ไฟฟ้ากำลังเบื้องต้น	3	(3-0-1)
RE 300 Fundamental of Electrical Power		
พง 301 การถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น	3	(3-0-1)
RE 301 Fundamental of Heat Transfer		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 กลุ่มวิชาเอกบังคับ 52 หน่วยกิต

2.2.1 กลุ่มวิชาการจัดการพลังงาน	**จำนวน 21 หน่วยกิต**	
พง 210 พลังงานทดแทน	3	(2-3-1)
RE 210 Renewable Energy		
พง 220 พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	3	(3-0-1)
RE 220 Energy and Environmental Impact		
พง 221 เครื่องมือวัดและวัดทางพลังงาน	3	(2-3-1)
RE 221 Energy Measurement and Instrumentation		
พง 320 การจัดการพลังงานความร้อน	3	(2-3-1)
RE 320 Thermal Energy management		
พง 321 การจัดการพลังงานไฟฟ้า	3	(2-3-1)
RE 321 Electrical energy Management		
พง 420 เศรษฐศาสตร์พลังงาน	3	(3-0-1)
RE 420 Energy Economic		
พง 421 การจัดการพลังงานในภาคเกษตรกรรม	3	(2-3-1)
RE 421 Energy management in Agriculture Section		
2.2.2 **กลุ่มวิชาเทคโนโลยีพลังงาน จำนวน 21 หน่วยกิต**		
พง 310 เทคโนโลยีพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพ	3	(2-3-1)
RE 310 Biofuel Energy technology		
พง 311 เทคโนโลยีพลังงานชีวภาพ	3	(2-3-1)
RE 311 Biomass Enerygy Technology		
พง 312 เทคโนโลยีพลังงานลม	3	(3-0-1)
Re 312 Wind Energy technology		
พง 313 เทคโนโลยีพลังงานน้ำ	3	(3-0-1)
RE 313 Hydro Energy Technology		
พง 410 เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์	3	(2-3-1)
RE Solar Energy Technology		
พง 411 เทคโนโลยีพลังงานนิวเคลียร์	3	(3-0-1)
RE 411 Nuclear Energy technology		
พง 412 เทคโนโลยีพลังงานความร้อนใต้ภิภพ	3	(2-3-1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 **กลุ่มวิชาทั่วไป** **จำนวน 10 หน่วยกิต**

พง 499 สัมมนา 1 (1-0-1)

RE 499 Seminar

ให้เลือกเรียนรายวิชาต่อไปนี้วิชาใดวิชาหนึ่ง

มจ. 497 สหกิจศึกษา หรือ 9 (ปฏิบัติไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์)

มจ. 498 การเรียนรู้อิสระ หรือ 9 (ปฏิบัติไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์)

มจ. 499 การศึกษาหรือฝึกงานหรืออบรมต่างประเทศ 9 (ปฏิบัติไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์)

และหรือวิชาอื่นๆ ที่สาขาจะเปิดสอนในอนาคตซึ่งเป็นวิชาแกน หรือวิชาเอกของหลักสูตร และหรือรายวิชาอื่นที่เปิดสอนโดยมหาวิทยาลัย โดยดีรับการเห็นชอบจากคณะกรรมการประจำหลักสูตร

2.4 กลุ่มวิชาเลือกเสรี 6 หน่วยกิต

หมวดวิชาเลือกเสรี **ไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต**

ให้นักเรียนรายวิชาอื่นๆ ที่เปิดสอนในมหาวิทยาลัย ไม่น้อยกว่า 6 หน่วยกิต

18.4 แผนการศึกษา

ชั้นปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 1		ภาคเรียนที่ 2	
	หน่วยกิต		หน่วยกิต
ศท. 021 สังคมศาสตร์ใช้ชีวิตประจำวัน	3	ศท. 014 การสืบค้นและสารนิเทศเพื่อการศึกษา	3
ศท. 031 การใช้ภาษาไทย	3	ศท. 142 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 2	3
ศท. 141 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1	3	ศท. 013 สุขาพเพื่อการดำรงชีวิต	3
คศ. 131 หลักแคลคูลัส 1	3	คศ.132 หลักแคลคูลัส	3
ฟส 105 ฟิสิกส์ทั่วไป 1	3	ฟส 106 ฟิสิกส์ทั่วไป	3
วท 101 วิทยาศาสตร์เพื่อชีวิต หรือ พง 100 พลังงานสำหรับชีวิตประจำวัน		วก 120 คอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกร	3
รวม	**18**	**รวม**	**18**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 1		ภาคเรียนที่ 2	
	หน่วยกิต		หน่วยกิต
คม 101 หลักเคมี 1	3	คม 103 หลักเคมี 2	3
คม 102 ปฏิบัติการเคมี1	1	คม 104 ปฏิบัติการเคมี 2	1
ศท.241 ภาษาอังกฤษเชิงวิทยาศาสตร์	3	พง 201 เครื่องจักรกลเบื้องต้น	3
และเทคโนโลยี		พง 220 พลังงานและผลกระทบต่อ	3
ศท. 012 จิตวิทยากัยพฤติกรรมมนุษย์	3	สิ่งแวดล้อม	
วก. 191 การฝึกปฏิบัติในโรงงาน	1	พง 221 เครื่องมือวัดและการวัดทาง	3
วก 101 การเขียนแบบวิศวกรรม 1	2	พลังงาน	3
พง 200 เทอร์โมไดนามิกส์และกลศาสตร์	3	วท 102 การพัฒนาวิทยาศาสตร์และ	3
ของไหลเบื้องต้น		เทคโนโลยีหรือ อก 101 วิศวกรรม	
พง 210 พลังงานทดแทน	3	เบื้องต้นใน ชีวิตประจำวัน	3
		.....เลือกเรียนเสรี 1	
รวม	**19**	**รวม**	**19**

ชั้นปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 1		ภาคเรียนที่ 2	
คม 250 เคมีอินทรีย์	หน่วยกิต		หน่วยกิต
สต 301 หลักสถิติ	3	ศท 343 สนทนาภาษาอังกฤษ	3
คศ 361 สมการเชิงอนุพันธ์	3	พง 300 ไฟฟ้ากำลังเบื้องต้น	3
พง 310 เทคโนโลยีพลังงานเชื้อเพลิง	3	พง 301 การถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น	3
ชีวภาพ	3	พง 312 เทคโนโลยีพลังงานลม	3
พง 311 เทคโนโลยีพลังงานชีวมวล	3	พง 313 เทคโนโลยีพลังงานน้ำ	3
พง 320 การจัดพลังงานความร้อน	3	พง 321 การจัดการพลังงานไฟฟ้า	3
ศท. อารยธรรมโลก หรือ		วิชาเลือกเสรี 2	3
ศท. 103หลัก พระพุทธศาสนา			
รวม	**21**	**รวม**	**18**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 1		ภาคเรียนที่ 2	
	หน่วยกิต		หน่วยกิต
พง 410 เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์	3	มจ.497 สหกิจศึกษา หรือ	9
พง 411 เทคโนโลยีพลังงานนิวเคลียร์	3	มจ.498 การเรียนรู้อิสระ หรือ	
พง 412 เทคโนโลยีพลังงานความร้อนใต้ภิภพ	3	มจ. 499 การศึกษาหรือฝึกงานหรือฝึกอบรมต่างประเทศ	
พง 420 เศษฐศาสตร์พลังงาน	3		
พง 421 การจัดการพลังงานในภาคเกษตรกรรม	3		
พง 499 สัมมนา	3		
รวม	16	รวม	9

18.5 คำอธิบายรายวิชา

18.5.1 หมวดการศึกษาทั่วไป

กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์ 6 หน่วยกิต

ศท 021 สังคมศาสตร์ในชีวิตประจำวัน 3 หน่วยกิต

GE 021 social Sciences in Everyday Life

ศึกษาปรากฏการณ์ทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันและเหตุการณ์สำคัญ ต่างๆที่เกิดขึ้นในสังคม ได้ใช้องค์ความรู้และมุมมองทางด้านสังคมศาสตร์ในการอธิบายและทำความเข้าใจ รวมทั้งศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของสังคมไทยในมิติที่สัมพันธ์กับสังคมระดับโลก และวิเคราะห์ปัญหาสังคมรูปแบบต่างๆในโลกสมัยใหม่

ศท.022 อารยธรรมโลก

GE 022 World Civilization

ศึกษาพัฒนาการทางความคิดของมนุษยชาติ ทั้งโลกตะวันตกและตะวันออก ในด้านการเมืองเศษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม (ดนตรี ศิลปะ การแสดง วรรณกรรม ปรัชญา ศาสนา) ที่มีอิทธิพลกับ สังคมไทย

(บรรยาย 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1 ชั่วโมง/สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศท. 103 หลักพุทธธรรม

GE 103 Principle of Buddhama

ศึกษาเกี่ยวกับพื้นฐานของคำสอนที่สำคัญทางพระพุทธศาสนา หลักธรรมที่ควรรู้ จริยธรรมที่ควรรู้และพระพุทธศาสนากับวิทยาศาสตร์

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1 ชั่วโมง/สัปดาห์)

กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์ **6**

หน่วยกิต

ศท. 012 จิตวิทยากับพฤติกรรมมนุษย์

GE 012 Psychologies and Human Behavior

ศึกษาแนวคิดทางด้านพฤติกรรม พื้นฐานชีววิทยาของพฤติกรรม พัฒนาการมนุษย์ กระบวนการทางจิตบุคลิกภาพ พฤติกรรมสุขภาพ และพฤติกรรมทางสังคม

(บรรยาย 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1 ชั่วโมง/สัปดาห์)

ศท.013 สุขภาพเพื่อการดำรงชีวิต6 หน่วยกิต

GE 013 Health For Life **3**

หน่วยกิต

ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ การบริหารจัดการสุขภาพ ละการสร้างเสริมสุขภาพ โดยคำนึงถึงหลักการทางพละศึกษา สุขศึกษา วิทยาศาสตร์การกีฬา และการสาธารณะสุข โดยคำนึงถึงการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ โภชนาการกับสุขภาพ การทดสอบและประเมินความสมบูรณ์ของร่างกาย การปฐมพยาบาลและการป้องกันการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายและการเล่นกีฬา

(บรรยาย 1 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 4 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1 ชั่วโมง/สัปดาห์)

กลุ่มภาษา 9 หน่วยกิต

ศท. 141 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 **3**

หน่วยกิต

GE 141 Fundamental English 1

ศึกษาและฝึกใช้ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารในระดับเบื้องต้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวัน โดยใช้ทักษะสัมพันธ์ ฟัง พูด อ่าน เขียน ตลอดจน เสริมสร้างกลวิธีในการเรียน เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียน

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 2 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศท 142 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 2 **3 หน่วย**

กิต

GE 142 Fundamental English 2

ศึกษาและฝึกใช้ภาษาอังกฤษ ในระดับที่สูงขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับสถานการณ์ต่างๆในชีวิตประจำวัน โดยใช้ทักษะสัมพันธ์ ฟัง พูด อ่าน เขียน ตลอดจน เสริมสร้างกลวิธีในการเรียน ในระดับต่อจากวิชาภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 และนำไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม เพื่อเป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 2 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

ศท. 31 การใช้ภาษาไทย **3 หน่วย**

กิต

GE 031 Thai Language Usage

ฝึกทักษะการใช้ภาษาทั้ง4ทักษะ ได้แก่ ทักษะการฟัง ทักษะการอ่าน เพื่อจับใจความสำคัญ คิดวิเคราะห์ และประเมิณค่าค่าสิ่งที่ได้จากการฟังและการอ่าน ทักษะการพูดเพื่อถ่ายทอดความรู้สึก ความคิด และแสดง ความคิดเห็น ทักษะการเขียนในการใช้ถ้อยคำการสร้างรูปประโยค ตลอดจนการเรียบเรียงประโยคเป็นย่อหน้า เพื่อสามารถเขียนเรียง สารคดี บทความแสดงความคิดเห็น และบทความเชิงวิชาการ

(บรรยาย 1 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 4 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

<u>กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ 9 หน่วยกิต</u>

อก 101 วิศวกรรมเบื้องต้นในชีวิตประจำวัน **3 หน่วยกิต**

AG 101 Basic Engineering in Daily Life

ระบบไฟฟ้าและการสื่อสาร การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างประหยัดพลังงาน การใช้และดูแลรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ การใช้และการบำรุงรักษารถจักรยานยนต์และรถยนต์ เครื่องจักรกลเกษตร ความรู้พื้นฐานในงานก่อสร้าง ระบบประปาและสุขาภิบาลเบื้องต้น การจัดการสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวัน

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พง 100 พลังงานสำหรับชีวิตประจำวัน **3 หน่วยกิต**

RE 100Energy for Daily life

ความรู้พื้นฐานด้านพลังงาน สถานการณ์พลังงาน แหล่งกำเนิดพลังงาน ชีววิทยา การใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน แนวทางการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม การปลูกจิตสำนึก

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

วท 101 วิทยาศาสตร์เพื่อชีวิตประจำวัน **3 หน่วยกิต**

SC 101 Science for Life

กำเนิดโลกและส่วนประกอบของโลก สิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ชีววิทยาใน ชีวิตประจำวัน ดาราศาสตร์ อุตุนิยมวิทยาเบื้องต้น ทรัพยากรธรรมชาติ พลังงานนิวเคลียร์ รังสี การใช้ประโยชน์ของนิวเคลียร์ทางสันติ สิ่งแวดล้อมและมลพิษ สารเคมีในอาหาร ยาใช้ในชีวิตประจำวัน การใช้เคมีในอุตสาหกรรม ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม นาโนเทคโนโลยีและแนวโน้มการประยุกต์ใช้

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 2 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

วท 102 การพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **3 หน่วยกิต**

Sc 102 Development of Science and Technology

กระบวนการเรียนรู้ธรรมชาติของมนุษย์ตั้งแต่แรกเริ่ม วิวัฒนาการของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิด

เศรษฐกิจในยุคต่างๆ การค้นคว้าด้านสมุนไพรและการให้ความสำคัญกับภูมิปัญญาท้องถิ่น สู่อุตสาหกรรม ใน อนาคต

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 2 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

ศท. 014 การสืบค้นสารนิเทศเพื่อการศึกษา **3 หน่วยกิต**

GE 014 Information Searching for Academy Study

ศึกษาความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวกับ สารนิเทศ วิธีใช้ทรัพยากรนิเทศ เน้นการเข้าถึงในระบบเครือข่าย

วิธีการเข้าถึงสารนิเทศจากฐานข้อมูลห้องสมุด และแหล่งสารนิเทศที่เป็นฐานข้อมูลออนไลน์บนอินเตอร์เน็ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้เครื่องมือช่วยค้น การประเมินคุณค่าสารนิเทศและเลือกใช้สรนิเทศ ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการเขียนรายการอ้างอิง และการลงรายการบรรณานุกรมตามรูปแบบมาตรฐานสากล ทั้งในรูปสิ่งพิมพ์และข้อมูลออนไลน์เพื่อการเขียนงานทางวิชาการ

(บรรยาย 1 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 4 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

<u>หมวดวิชาเฉพาะ 105 หน่วยกิต</u>

กลุ่มวิชาแกน 53 หน่วยกิต

คม 101 หลักเคมี 1 **3 หน่วยกิต**

CH101 Principle of Chemical

ชนิดและการจำแนกสาร เทคนิคการแยกสารออกจากสารผสมและสารละลาย ปริมาณสานสัมพันธ์โครงสร้างอะตอม พันธะเคมี ก๊าซ ของเหลว สารละลายและคอลลอยด์ ของแข็ง สมดุลเคมี กรด – เบส จลนสารเคมี

(บรรยาย 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

คม. 102 ปฏิบัติการเคมี **1 หน่วยกิต**

CH 102 Chemical Laboratory

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารเคมี เทคนิคต่างๆ ในการปฏิบัติการทางเคมี
การอ่านและการคำนวณเลขนัยสำคัญ ปริมาณสารสัมพันธ์ การคำนวณเปอร์เซ็นผลผลิต การคำนวณเปอร์เซ็นองค์ประกอบในของผสม การเตรียมและการค่าคงที่ของก๊าซ การหาน้ำหนักโมเลกุลของสารจากการลดลงของจุดเยือกแข็ง การวัดความเป็นกรดเป็นเบส ของสารละลาย การไทเทรตระหว่างกรดและเบส อัตราเร็วของปฏิกิริยา สมดุลเคมี

(บรรยาย 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

คม 103 หลักเคมี 2 **3 หน่วยกิต**

CH 103 Principle of Chemical

เทอร์โมไดนามิกส์ ไฟฟ้าเคมี ตารางธาตุและแนวโน้ม ของสมบัติของธาตุในตารางธาตุ ธาตุเรฟรีเซนเททีฟ ธาตุทรานซิชั่น และสารประกอบเชิงซ้อน เคมีอินทรีย์เบื้องต้น สารชีวโมเลกุล พอลิเมอร์เบื้องต้น เคมีนิวเคลียร์ เคมีสิ่งแวดล้อม

(บรรยาย 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คม 104 ปฏิบัติการเคมี 2 **1 หน่วยกิต**

CH 104 Chemical Laboratory 2

ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น- รีดักชั่น ไฟฟ้าเคมีเซลล์กัลป์วานิกและเซลล์อิเล็กโทรไลต์ การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของแคทไอออน การเกิดสารเชิงซ้อน การทำปฏิกิริยาของหมู่ฟังค์ชั่นของสารประกอบอินทรีย์ การเตรียมพอรีเมอร์อย่างง่าย

(บรรยาย 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

ฟส 105 ฟิสิกส์ทั่วไป 1 **3 หน่วยกิต**

PH 105 General Physics 1

กลศาสตร์ อุณหภูมิและความร้อน ทฤษฎีก๊าซ อุณหพลศาสตร์ คลื่นและเสียง

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

ฟส 106 ฟิสิกส์ทั่วไป 2 **3 หน่วยกิต**

ไฟฟ้าและแม่เหล็ก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ทัศนศาสตร์ ฟิสิกส์ยุคใหม่เบื้องต้น

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

คศ. 131 หลักเคลคูลัส 1 **3 หน่วยกิต**

MA 131 Principle of Calculus 1

ฟังค์ชั่นและกรฟกราฟของฟันก์ชัน ลิมิต ละความต่อนเนื่องจากฟังค์ชัน การหาอนุกรมของฟังค์ชันพหุนามและฟังค์ชันเอ็กโปรเนนเชียล.ฟังคชันลอกกาลิทึม ฟังชันตรีโกณมิติ อินทิเกรตไม่จำกัดขั้น ทฤษฎีบทหลักมูลของเคลคูลัส ผลบวกเชิงรีมันต์และการประเมินพื้นที่ในที่โค้ง การอินทริกรัลจำกัดเขตการประยุกต์ของการอินทริกัลป์

(บรรยาย 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

คศ. 131 หลักเคลคูลัส 2 **3 หน่วยกิต**

MA 131 Principle of Calculus 2

การหาอณุพันธ์ของฟังค์ชันตรีโกณมิติผกผัน และฟังค์ชันไฮเพอร์โบริก เทคนิคการอินทิเกรด อินทิกรัลไม่ตรงแบบ การหาคำตอบของสมการอนุพันธ์สามันอันดับที่ 1 และ 3 และการประยุกต์

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

คศ. 131 เคมีอินทรีย์ **3 หน่วยกิต**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MA 131 Organic Chemistry

ให้คำจำกัดความของคำว่าเคมีอินทรีย์กับสารอินทรีย์ พันธะเคมี การจัดประเภท และการเลือกชื่อสารอินทรีย์ประเภทต่างๆ สารประกอบไฮโดคาร์บอนชนิด อะลิฟาติดกับอะลิไซคลิก สารประกอบแอลกอฮอล์และอีเทอร์ สารประกอบอัลดีไฮด์และคีโตน กรดอินทรีย์และอนุพันธ์ สารประกอบเอมีน สารประกอบอะโรมาติดชนิดอื่นๆ พิจรณาถึงการประยุกต์ใช้ประโยชน์กับสิ่งมีชีวิตที่น่าสนใจ

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

ศท 241 ภาษาอังกฤษเชิงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1 **3 หน่วยกิต**

GE 241 English for Science and Technology 1

ศึกษาคำศัพท์เฉพะด้าน โครงสร้างตามหน้าที่ของภาษาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเน้นการพัฒนาทักษะการอ่าน เพื่อศึกษาและสื่อสาร เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

สต 301 หลักสถิติ **3 หน่วยกิต**

ST 301 Principle of Statistic

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

ศท. 343 สนทนาภาษาอังกฤษ **3 หน่วยกิต**

GE 343 English Conventions For the Workplace

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

ศท. 361 สนทนาเชิงอนุพันธ์ **3 หน่วยกิต**

GE 361 Differential Equation

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

วก. 101 การเขียนแบบวิศวกรม 1 **3 หน่วยกิต**

EA 101 Drawing Engineering 1

(บรรยาย 1 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วก 120 คอมพิวเตอร์สำหรับวิศวกร **3 หน่วยกิต**

EA 120 Computer for Engineer

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

วก 191 การฝึกงานโรงงาน **1 หน่วยกิต**

EA 191 Workshop Practices I

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 200 เทอร์โมไดนามิกส์และกลศาสตร์ของไหลเบื้องต้น **3 หน่วยกิต**

RE 200 Fundamental of Thermodynamic and Fluid Mechanic

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 201 เครื่องกลเบื้องต้น **3 หน่วยกิต**

RE 201 Fundamental of Machinery

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 300 ไฟฟ้ากำลังเบื้องต้น **3 หน่วยกิต**

RE300 Fundamental of Electrical Power

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 301 การถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น **3 หน่วยกิต**

RE 301 Fundamental of Heat Transfer

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

<u>กลุ่มวิชาเอกบังคับ 52 หน่วยกิต</u>

-การจัดการพลังงาน 21 หน่วยกิต

พง 210 พลังงานทดแทน **3 หน่วยกิต**

RE 210 Renewable Energy

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พง 220 พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม **3 หน่วยกิต**

RE 220 Energy and Environmental Impact

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 221 เครื่องมือวัดและการวัดทางด้านพลังงาน **3 หน่วยกิต**

RE 221 Energy Measurement and Instrumentation

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 320 เการจัดการพลังงานความร้อน **3 หน่วยกิต**

RE 320 Thermal Energy Management

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 321 การจัดการพลังงานไฟฟ้า **3 หน่วยกิต**

RE 321 Electrical Energy Management

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 420 เศรษฐศาสตร์พลังงาน **3 หน่วยกิต**

RE420 Electrical Economic

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 421 การจัดการพลังงานในภาคเกษตร **3 หน่วยกิต**

RE 421 Energy Management in Agricultural Sector

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 310เทคโนโลยีพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพ **3 หน่วยกิต**

RE 310 Biofuel Energy Technology

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 311 เทคโนโลยีพลังงานชีวมวล **3 หน่วยกิต**

RE 311 Biomass Energy Technology

(บรรยาย 2 ชั่วโมง,ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง,ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พง 312 เทคโนโลยีพลังงานลม **3 หน่วยกิต**

RE 312 Wind Energy Technology

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 313 เทคโนโลยีพลังงานน้ำ **3 หน่วยกิต**

RE 313 Hydro Energy Technology

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 410 เทคโนโลยีพลังงานแสงทิตย์ **3 หน่วยกิต**

RE 410Solar Energy Technology

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 411 เทคโนโลยีพลังงานนิวเคลียร์ **3 หน่วยกิต**

RE 410 Nuclear Energy Technology

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 412 เทคโนโลยีพลังงานความร้อนใต้ภิภพ **3 หน่วยกิต**

RE 412 Geothermal Energy Technology

(บรรยาย 3 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง499 สัมมนา **1 หน่วยกิต**

RE 499 Seminar

(บรรยาย 1 ชั่วโมง, ศึกษาด้วยตนเอง 1ชั่วโมง/สัปดาห์)

พง 497 สหกิจศึกษา **9 หน่วยกิต**

RE 497 Co-operative

(ปฏิบัติไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มจ 498 การเรียนรู้อิสระ **9 หน่วยกิต**

MJ 498 Independent Studies

(ปฏิบัติไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์)

มจ 499 การศึกษา หรือฝึกงาน หรือฝึกอบรมต่างประเทศ **9 หน่วยกิต**

MJ 499 Studying or Training Abroad

(ปฏิบัติไม่น้อยกว่า 15 สัปดาห์)

19. การพัฒนาหลักสูตร

ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรสาขาพลังงานทดแทนให้ทันสมัยตลอดเวลา โดยจะทำการปรับปรุงหลักสูตรในทุกรอบก่ารผลิตบัณฑิต 4 ปี

20. การประกันคุณภาพศึกษา

20.1 การบริหารหลักสูตร

1. มีคณะกรรมการประจำหลักสูตร เพื่อให้การบริหารจัดการหลักสูตรเป็นแบบสหวิชาการ ที่แต่ละวิชามีการสอนประสานและเชื่อม โยงกัน โดยคณะกรรมาการประจำหลักสูตรมีหน้าที่ดังต่อไปนี้

1.1 กำกับดูแล และกำหนดโครงสร้างหลักสูตร ให้เป็นไปตามมาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และมีความสอดคล้องกบปรัชญา ปณิธาน และวัตถุประสงค์ของมหาวิทยาลัย

1.2 จัดทำแผนงานประจำปีและควบคุมดูแลการบริหารหลักสูตร และควบคุมดูแลให้มีการบริหาร หลักสูตรเป็นไปตามแผนปฏิบัติงานที่กำหนดไว้

1.3 ทำการประเมินหลักสูตรอย่างน้อยทุกรอบระยะเวลาของสูตร รายงานผลการประเมินต่อคณบดี แลคณะกรรมการวิชาการตามลำดับ

1.4 นำผลจากการประเมินหลักสูตร ไปปรุงพัฒนาหลักสูตรอย่างน้อยทุกรอบระยะเวลาของหลักสูตร

1.5 มอบหมายการปฏิบัติงานสอนรายวิชาของหลักสูตรเฉพาะในสังกัดของสาขาวิชาให้แก้ผู้สอน รวมทั้งควบคุมดูแลให้มีการปฏิบัติงานสอนโดยเคร่งครัด

1.6 จัดรายงานนำเสนอต่อภาควิชา ในเรื่องต่างๆ เช่น งบประมาณ / วัสดุ /ครุภัณฑ์ / บุคลากร ตามความเหมาะสม
เพื่อให้การบริการหลักสูตรเป็นไปได้ด้วย ความเรียบร้อย

1.7 ให้มีการประชุมคณะกรรมการประจำหลักสูตรอย่างน้อย 2 ครั้งต่อภาคการศึกษา โดยการประชุมก่อนเปิดภาคการศึกษาอย่างน้อย 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.8 และหรือภาระงานอื่นๆที่ได้รับหมอบหมาย

20.2 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. มีบุคลากรสอนที่มีประสบการณ์ตรงกับสาขาวิชาของหลักสูตร และตรงตามระเบียบปฏิบัติของสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา

2. มีโสตทัศนูปกรณ์ที่เหมาะสมเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธาพ

3. มีห้องสมุดของมหาวิทยาลัยที่มีเอกสาร ตำรา และวารสารต่างๆ ตลอดจนระบบเทคโนโลยีสารสนเทศของมหาวิทยาลัยเป็นแหล่งค้นคว้าความรู้ของนักศึกษา

20.3 การสนับสนุนและการให้คำปรึกษา

1.มีการแต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษา ทำหน้าที่ให้คำแนะนำ ปรึกษาแก่นักศึกษา เกี่ยวกับการเรียนการสอนและอื่นๆ

2. อาจารย์ทุกท่านต้องมีตารางนัดหมาย วัน เวลา เพื่อให้คำปรึกษานักศึกษาอย่างชัดเจน

20.4 ความพึงพอใจ

1.มีการสำรวจและศึกษาวิจัยถึงความพึงพอใจของผู้ใช้บัณฑิตสาขาวิชาพลังงานทดแทน และคุณลักษณะของบัณฑิตสาขาวิชาพลังงานทดแทนที่ภาคเอกชน/สังคมต้องการ โดยดำเนินการในทุกๆ รอบการผลิตบัณฑิต 4 ปี

21. รายละเอียดจัดหมวดหมู่รายวิชา

ในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาพลังงานทดแทน

1. พง หมายถึง รหัสย่อภาษาไทยของวิชาพลังงานทดแทน
2. RE หมายถึง รหัสย่อภาษาอังกฤษของวิชาพลังงานทดแทน
3. หมายเลขตัวแรกของรหัสวิชา แสดงชั้นปี (ชั้นปีที่1 ชั้นปีที่2 ชั้นปีที่3 และ ชั้นปีที่4)
4. หมายเลขตัวแรกของรหัสวิชา แสดงหมวดรายวิชาดังต่อไปนี้
   - 0 - แสดงถึงกระบวนวิชาในกลุ่มวิศวกรรมและพลังงานพื้นฐาน
   - 1 - แสดงถึงกระบวนวิชาในกลุ่มพลังงานทดแทนและพลังงานพื้นฐาน
   - 2 - แสดงถึงกระบวนวิชาในกลุ่มการจัดการพลังงานและพลังงานพื้นฐาน
   - 9 - แสดงถึงกระบวนวิชาในกลุ่มวิชาปฏิบัติงานฟาร์ม การปฏิบัติงานนอกเวลา การฝึกงานและการสัมมนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22. รายวิชาในแต่ละหมวดวิชาของสาขาวิชาพลังงานทดแทน

หมวดรายวิชา	รายวิชา
เลข 0 กลุ่มพื้นฐานวิศวกรรมและพลังงาน	พง 100 พลังงานสำหรับชีวิตประจำวัน พง 200 เทอร์โมไดนามิกส์และกลศาสตร์ของไหลเบื้องต้น พง 201 เครื่องจักรกลเบื้องต้น พง 300 ไฟฟ้ากำลังเบื้องต้น พง 301 การถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น
เลข 1 กลุ่มพลังงานทดแทนและเทคโนโลยี	พง 210 พลังงานทดแทน พง 310 เทคโนโลยีพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพ พง 311 เทคโนโลยีพลังงานชีวมวล พง 312 เทคโนโลยีพลังงานลม พง 313 เทคโนโลยีพลังงานน้ำ พง 410 เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ พง 411 เทคโนโลยีพลังงานนิวเคลียร์ พง412 เทคโนโลยีพลังงานความร้อนใต้ภิภพ
เลข 2 กลุ่มการจัดการพลังงาน และ สิ่งแวดล้อม	พง 220 พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พง 221 เครื่องมือวัดและการวัดทางพลังงาน พง 320 การจัดการพลังงานความร้อน พง 321 การจัดการพลังงานไฟฟ้า พง 420 เศรษฐศาสตร์พลังงาน พง 421 การจัดพลังงานในภาคเกษตร
เลข 9 กลุ่มวิชาการฝึกงาน และการสัมมนา	พง 499 ฝึกงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎหมาย และ พระราชบัญญัติที่เกี่ยวข้องกับอาคารอนุรักษ์พลังงาน

กฎหมายอนุรักษ์พลังงานที่บังคับใช้ในปัจจุบัน

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน มีด้วยกัน 3 ฉบับ คือ

1. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติม โดยพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 ซึ่งเป็นกฎหมายหลัก

2. พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ.2538 ซึ่งเป็นกฎหมายรอง กำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม

3. กฎกระทรวงในเรื่องการจัดการพลังงานอาคารควบคุม ซึ่งเป็นกฎหมายรองกำหนดหลักเกณฑ์และการปฏิบัติตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2550

(1) พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติม โดยพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550

(1.1) <u>หลักการของพระราชบัญญัติ</u>

เหตุผลในการประกาศใช้พระราชบัญญัติฉบับนี้ คือ โดยที่พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มีบทบัญญัติบางประการไม่เหมาะสมกับสภาวการณ์ในปัจจุบัน สมควรแก้ไขเพิ่มเติมบทบัญญัติดังกล่าวเพื่อให้สามารถกำกับและส่งเสริมการใช้พลังงานการอนุรักษ์พลังงานให้มีประสิทธิภาพและสามารถปรับเปลี่ยนแนวทางการอนุรักษ์พลังงานให้ทันต่อเทคโนโลยี กำหนดมาตรฐานด้านประสิทธิภาพของการผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์ การเก็บรักษาเงินและทรัพย์สินของกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานตลอดจนการมอบหมายให้บุคคลหรือนิติบุคคลตรวจสอบและรับรองการจัดการพลังงานการใช้พลังงานในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ และคุณภาพวัสดุหรืออุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานแทนพนักงานเจ้าหน้าที่เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม จึงจำเป็นต้องตราพระราชบัญญัตินี้

กฎหมายใหม่ที่มีการปรับปรุงแก้ไขจะสามารถแก้ปัญหา ดังนี้

(1) ระเบียบและขั้นตอนที่เป็นข้อปลีกย่อยสามารถปฏิบัติได้สะดวกรวดเร็วทันต่อความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) การอนุรักษ์พลังงานจะมุ่งเน้นพฤติกรรมบุคคลและองค์กร มากกว่ามุ่งเน้นเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์ สร้างความตระหนักร่วมกัน ประกอบกับขั้นตอนที่สั้นง่าย สะดวกรวดเร็ว มุ่งสัมฤทธิ์ผลเพื่อการจูงใจด้านอนุรักษ์พลังงานมากขึ้น

(3) การแก้ปัญหาจากต้นทาง การคำนึงถึงการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน การตระหนักถึงประสิทธิภาพวัสดุอุปกรณ์เครื่องจักร ตลอดจนการคุ้มครองผู้บริโภคให้ได้ใช้เครื่องจักรวัสดุอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยงานได้รวดเร็วทั่วถึงเต็มระบบทั้งกรมโยธาธิการและผังเมือง สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค

(1.2) <u>กลุ่มเป้าหมายตามพระราชบัญญัติ</u>

กลุ่มเป้าหมายที่รัฐเข้าไปกำกับดูแลและให้การส่งเสริมเพื่อให้เกิดการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานประกอบด้วย

(1) โรงงานควบคุม

(2) อาคารควบคุม

(3) ผู้ผลิต หรือผู้จำหน่ายเครื่องจักร อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง และวัสดุที่ใช้ในการอนุรักษ์พลังงาน

โดยที่กลุ่มโรงงานและอาคารที่ถูกกำหนดเป็นโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมตามพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม ตามพระราชกฤษฎีกากำหนดโรงงานควบคุม ได้แก่ ผู้ที่ใช้พลังงานเป็นปริมาณค่อนข้างมาก ซึ่งผู้ที่เข้าข่ายเป็นอาคารหรือโรงงานควบคุมนั้นต้องมีลักษณะการใช้พลังงานอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

(1) ได้รับอนุมัติจากผู้จำหน่ายไฟฟ้าให้ติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไปหรือถ้าหากติดตั้งหม้อแปลงตัวเดียวหรือหลายตัวรวมกันมีขนาดตั้งแต่ 1,175 กิโลวัตต์แอมแปร์ขึ้นไป หรือ

(2) มีการใช้พลังงานไฟฟ้า ความร้อนจากไอน้ำ หรือพลังงานสิ้นเปลืองอย่างใดอย่างหนึ่งรวมกันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึงวันที่ 31 ธันวาคมของปีที่ผ่านมา มีปริมาณพลังงานเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 20 ล้านเมกะจูลขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1.3) สาระสำคัญของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติม โดยพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 (อาคารควบคุม)

หมวด 2 การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

(มาตรา 17) การอนุรักษ์พลังงานในอาคารได้แก่การดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

(1) การลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร

(2) การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการรักษาอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

(3) การใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่จะช่วยอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนการแสดงคุณภาพของวัสดุก่อสร้างนั้นๆ

(4) การใช้แสงสว่างในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

(5) การใช้และการติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

(6) การใช้ระบบควบคุการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์

(7) การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่นตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

(มาตรา 18) การกำหนดอาคารประเภทใด ขนาด ปริมาณการใช้พลังงาน และวิธีการใช้พลังงานอย่างใดให้เป็นอาคารควบคุมให้ตราเป็นพระราชกฤษฎีกา

(มาตรา 19) เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่จะทำการก่อสร้างหรือดัดแปลงให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ มีอำนาจออกกฎกระทรวงในเรื่องดังต่อไปนี้

(1) กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคารที่จะทำการก่อสร้างหรือดัดแปลงที่จะต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

(2) กำหนดมาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารตาม (1) เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

กฎกระทรวงตามวรรคหนึ่งจะกำหนดรายละเอียดทางด้านเทคนิค วิชาการ หรือเรื่องอื่นใดที่เป็นเรื่องที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็วตามสภาพเศรษฐกิจและสังคม ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษาก็ได้

(มาตรา 20) ในการออกกฎกระทรวงตามมาตรา 19 ถ้าคณะกรรมการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารได้พิจารณาให้ความเห็นชอบที่จะนำมาใช้บังคับกับการควบคุมอาคารตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารด้วยแล้ว ให้ถือว่ากฎกระทรวงดังกล่าวมีผลเสมือนเป็นกฎกระทรวงที่ออกตามมาตรา 8 แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 และให้บรรดาผู้มีอำนาจหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารมีอำนาจหน้าที่ควบคุมดูแลการก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารเป็นไปตามกฎกระทรวงดังกล่าว และในกรณีเช่นว่านี้ แม้ว่าอาคารที่เข้าลักษณะเป็นอาคารควบคุมจะอยู่ในท้องที่ที่ยังมิได้มีพระราชกฤษฎีกาใช้บังคับกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารก็ตาม ให้ถือว่าอยู่ในบังคับแห่งกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารด้วย ทั้งนี้เฉพาะในขอบเขตที่เกี่ยวข้องเพื่อประโยชน์ในการปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้

(มาตรา 21) เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม ให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ มีอำนาจออกกฎกระทรวงในเรื่องดังต่อไปนี้

(1) กำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการจัดการพลังงานให้เจ้าของอาคารควบคุมต้องปฏิบัติ

(2) กำหนดให้เจ้าของอาคารควบคุมต้องจัดให้มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงานประจำในอาคารแต่ละแห่ง ตลอดจนกำหนดคุณสมบัติและหน้าที่ของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานประจำในอาคารควบคุมแต่ละแห่ง ตลอดจนกำหนดคุณสมบัติและหน้าที่ของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน

ให้นำมาตรา 9 วรรคสองและมาตรา 10 มาใช้บังคับแก่เจ้าของอาคารควบคุมโดยอนุโลม

<u>หมวด 3 การอนุรักษ์พลังงานในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์และส่งเสริมการใช้วัสดุหรืออุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน</u>

(มาตรา 23) เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์พลังงานในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการอนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งให้มีการส่งเสริมการใช้วัสดุหรืออุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ มีอำนาจออกกฎกระทรวงในเรื่องดังต่อไปนี้

(1) กำหนดมาตรฐานด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการอนุรักษ์พลังงาน

(2) กำหนดเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการอนุรักษ์พลังงานตามประเภท ขนาด ปริมาณการใช้พลังงาน อัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงาน และประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างใดเป็นเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) กำหนดวัสดุหรืออุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามประเภท คุณภาพ และมาตรฐานอย่างใด เป็นวัสดุหรืออุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

(4) กำหนดให้ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการอนุรักษ์พลังงาน ต้องแสดงค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการอนุรักษ์พลังงาน หรือวัสดุหรืออุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงตามวรรคหนึ่ง (2) หรือ (3) มีสิทธิขอรับการส่งเสริมและช่วยเหลือตามมาตรา 40 ได้

กฎกระทรวงตามวรรคหนึ่งจะกำหนดรายละเอียดทางด้านเทคนิค วิชาการ หรือเรื่องอื่นใดที่เป็นเรื่องที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็วตามสภาพเศรษฐกิจและสังคม ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษาได้

ถ้าคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตามกฎหมายว่าด้วยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเห็นสมควรจะกำหนดให้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใดต้องเป็นไปตามมาตรฐานด้านประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่ได้กำหนดไว้ในกฎกระทรวงที่ออกตามมาตรานี้ ให้สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดำเนินการตามกฎหมายว่าด้วยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

(2) พระราชกฤษฎีกา กำหนดอาคารควบคุม พ.ศ.2538

(มาตรา 3) ให้อาคารที่มิใช่อาคารที่ใช้เป็นพระที่นั่งหรือพระราชวัง อาคารที่ทำการสถานทูตหรือสถานกงสุลต่างประเทศ อาคารที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศหรือที่ทำการของหน่วยงานที่ตั้งขึ้นตามความตกลงระหว่างรัฐบาลไทยกับรัฐบาลต่างประเทศ โบราณสถาน วัดวาอารามหรืออาคารต่างๆ ที่ใช้เพื่อการศาสนา ซึ่งมีกฎหมายควบคุมการก่อสร้างไว้แล้วโดยเฉพาะที่มีการใช้พลังงานดังต่อไปนี้เป็นอาคารควบคุม

(1) อาคารหลังเดียวหรือหลายหลังภายใต้เลขที่บ้านเดียวกันที่ได้รับอนุมัติจากผู้จำหน่ายให้ใช้วัดไฟฟ้า หรือให้ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชุดเดียวหรือหลายชุดรวมกันมีขนาดตั้งแต่หนึ่งพันกิโลวัตต์ หรือหนึ่งพันหนึ่งร้อยเจ็ดสิบห้ากิโลโวลต์แอมแปร์ขึ้นไป

(2) อาคารหลังเดียวหรือหลายหลังภายใต้เลขที่บ้านเดียวกันที่ใช้ไฟฟ้าจากระบบของผู้จำหน่าย ความร้อนจากไอน้ำจากผู้จำหน่ายหรือพลังงานสิ้นเปลืองอื่นจากผู้จำหน่ายหรือของตนเองอย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคมถึงวันที่ 31 ธันวาคมของปีที่ผ่านมา มีปริมาณพลังงานทั้งหมดเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ยี่สิบล้านเมกะจูลขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(มาตรา 4) การคำนวณปริมาณการใช้พลังงานตามมาตรา 3 (2) ให้คำนวณเป็นหน่วยเมกะจูลตามหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

(1) กรณีไฟฟ้า ให้คำนวณปริมาณการใช้ไฟฟ้าเป็นหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมงแล้วคูณด้วย 3.6

(2) กรณีความร้อนจากไอน้ำ ให้คำนวณปริมาณความร้อนจากไอน้ำเป็นพลังงานไฟฟ้าเทียบเท่า

(3) กฎกระทรวง พ.ศ.2550

3.1 <u>กฎกระทรวง : กำหนดคุณสมบัติ หน้าที่และจำนวนของผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน พ.ศ.2550 (อาคารควบคุม)</u>

(ข้อ 1) "อาคารควบคุม" หมายความว่า อาคารที่มีพระราชกฤษฎีกากำหนดให้เป็นอาคารควบคุมตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

"เจ้าของอาคารควบคุม" หมายความรวมถึงบุคคลอื่นซึ่งครอบครองอาคารควบคุมด้วย

(ข้อ 2) เจ้าของโรงงานหรือเจ้าของอาคารควบคุม ต้องจัดให้มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงานประจำที่โรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมแต่ละแห่ง โดยมีคุณสมบัติและจำนวน ในแต่ละกรณีดังต่อไปนี้

(1) ในกรณีที่เป็นโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมที่ได้รับอนุมัติจากผู้จัดจำหน่ายพลังงานให้ใช้เครื่องวัดไฟฟ้า หรือให้ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชุดเดียวหรือหลายชุดรวมกันมีขนาดต่ำกว่าสามพันกิโลวัตต์หรือสามพันห้าร้อยยี่สิบห้ากิโลโวลต์แอมแปร์ หรือใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อนจากไอน้ำ หรือพลังงานสิ้นเปลืองอื่น จากผู้จัดจำหน่ายพลังงาน หรือของตนเองอย่างหนึ่งอย่างใดหรือรวมกันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง วันที่ 31 ธันวาคมของปีที่ผ่านมา มีปริมาณพลังงานทั้งหมดเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าหกสิบล้านเมกะจูล ต้องจัดให้มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอย่างน้อย 1 คน โดยมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

(ก) เป็นผู้ได้รับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงและมีประสบการณ์การทำงานในโรงงานหรืออาคารอย่างน้อยสามปี โดยมีผลงานด้านการอนุรักษ์พลังงานตามการรับรองของเจ้าของโรงงานควบคุมหรือเจ้าของอาคารควบคุม

(ข) เป็นผู้ได้รับปริญญาตรีทางวิศวกรรมศาสตร์ หรือทางวิทยาศาสตร์ โดยมีผลงานด้านการอนุรักษ์พลังงานตามการรับรองของเจ้าของอาคารควบคุม

(ค) เป็นผู้สำเร็จการฝึกอบรมด้านการอนุรักษ์พลังงานหรือการฝึกอบรมที่มีวัตถุประสงค์คล้ายคลึงกันที่อธิบดีให้ความเห็นชอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ในกรณีที่เป็นโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมที่ได้รับอนุมัติจากผู้จัดจำหน่ายพลังงานให้ใช้เครื่องวัดไฟฟ้า หรือให้ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชุดเดียวหรือหลายชุดรวมกันมีขนาดตั้งแต่สามพันกิโลวัตต์หรือสามพันห้าร้อยยี่สิบห้ากิโลโวลต์แอมแปร์ขึ้นไป หรือใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อนจากไอน้ำ หรือพลังงานสิ้นเปลืองอื่น จากผู้จัดจำหน่ายพลังงาน หรือของตนเอง อย่างหนึ่งอย่างใดหรือรวมกันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง วันที่ 31 ธันวาคมของปีที่ผ่านมา มีปริมาณพลังงานทั้งหมดเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่หกสิบล้านเมกะจูลขึ้นไป ต้องจัดให้มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอย่างน้อย 2 คน โดยมีคุณสมบัติตาม (1) อย่างน้อย 1 คน และอย่างน้อยอีก 1 คน ต้องมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(ก) เป็นผู้สำเร็จการฝึกอบรมหลักสูตรผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอาวุโส ที่อธิบดีให้ความเห็นชอบ

(ข) เป็นผู้ที่สอบได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดจากการจัดสอบผู้รับผิดชอบด้านพลังงานซึ่งจัดโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

(ข้อ 3) กรณีที่เป็นโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมตามข้อ 2 อยู่ก่อนหรือในวันที่กฎกระทรวงนี้ใช้บังคับ ให้ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานที่ปฏิบัติหน้าที่อยู่เดิมเป็นผู้รับผิดชอบด้านพลังงานปฏิบัติหน้าที่ประจำโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมนั้นต่อไปได้

กรณีที่เป็นโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมตามข้อ 2(1) ภายหลังวันที่กฎกระทรวงนี้ใช้บังคับ ให้เจ้าของโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมแจ้งการแต่งตั้งผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน ต่ออธิบดีภายในหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันที่เป็นโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุม

กรณีที่เป็นโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมตามข้อ 2(2) ให้เจ้าของโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมแจ้งการแต่งตั้งผู้รับผิดชอบด้านพลังงานต่ออธิบดีภายในหนึ่งปีนับแต่วันที่กฎกระทรวงนี้มีผลบังคับหรือวันที่เป็นโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุม แล้วแต่กรณี

แบบการแจ้งชื่อการแต่งตั้งผู้รับผิดชอบด้านพลังงานและเอกสาหลักฐานที่ต้องแนบแบบการแจ้งให้เป็นไปตามที่อธิบดีประกาศกำหนด

(ข้อ 4) ภายใต้ข้อบังคับของข้อ 2 ในกรณีที่เจ้าของโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมประสงค์จะเปลี่ยนแปลงผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน ให้แจ้งชื่อของผู้รับผิดชอบด้านพลังงานซึ่งประสงค์จะให้พ้นจากหน้าที่ผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน พร้อมทั้งแจ้งชื่อบุคคลที่มีคุณสมบัติตามข้อ 2 ที่ประสงค์จะให้ทำหน้าที่ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานแทนผู้รับผิดชอบด้านพลังงานซึ่งประสงค์ให้พ้นจากตำแหน่งหน้าที่นั้นต่ออธิบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ข้อ 5) ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานมีหน้าที่ดังต่อไปนี้

(1) บำรุงรักษาและตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานเป็นระยะๆ

(2) ปรับปรุงวิธีการใช้พลังงานให้เป็นไปตามหลักการอนุรักษ์พลังงาน

(3) ช่วยเจ้าของโรงงานควบคุมและเจ้าของอาคารควบคุมในการจัดการพลังงานตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุม

(4) ช่วยเจ้าของโรงงานควบคุมและเจ้าของอาคารควบคุมปฏิบัติตามคำสั่งของอธิบดีตามมาตรา 10 แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

3.2 <u>กฎกระทรวง : กำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม</u> (อาคารควบคุม)

(ข้อ 1) ในกฎกระทรวงนี้

"อาคารควบคุม" หมายความว่า อาคารที่มีพระราชกฤษฎีกากำหนดให้เป็นอาคารควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

"เจ้าของอาคารควบคุม" หมายความรวมถึงบุคคลอื่นซึ่งครอบครองอาคารควบคุมด้วย

"ผู้ตรวจสอบพลังงาน" หมายความว่า ผู้ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ตรวจสอบและรับรองการจัดการพลังงานตามมาตรา 48/1 แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติม โดยพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550

(ข้อ 2) เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์พลังงาน ให้เจ้าของโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม ดำเนินการจัดการพลังงาน ดังต่อไปนี้

(1) กำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน โดยจัดทำเป็นเอกสารและลงนามเพื่อแสดงเจตจำนงในการจัดการพลังงาน พร้อมทั้งเผยแพร่ให้พนักงานได้รับทราบ

(2) กำหนดโครงสร้าง อำนาจ หน้าที่ และความรับผิดชอบของพนักงานเกี่ยวกับการจัดการพลังงาน

(3) จัดให้มีการฝึกอบรม การประชาสัมพันธ์ และกลไกการควบคุมการปฏิบัติงานของพนักงานในแต่ละกิจกรรม

(4) ประเมินศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงาน

(5) กำหนดเป้าหมายและจัดทำแผนอนุรักษ์พลังงาน เพื่อควบคุมการใช้พลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

(6) จัดให้มีการตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน เพื่อบรรลุเป้าหมายและนโยบายที่กำหนดไว้

(7) จัดให้มีการทบทวน วิเคราะห์ แก้ไขข้อบกพร่องของระบบการจัดการพลังงาน

(8) ทบทวน วิเคราะห์ แก้ไขข้อบกพร่องของระบบการจัดการพลังงาน

วิธีการ รูปแบบ และขั้นตอนของการดำเนินการตามวรรคหนึ่งให้เป็นไปตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

(ข้อ 3) ในการดำเนินการจัดการพลังงานตามข้อ 2 ให้เจ้าของโรงงานควบคุมหรืออาคารควบคุมส่งรายงานผลการตรวจสอบและรับรองการจัดการพลังงาน ให้แก่อธิบดีในเดือนมีนาคมของทุกปีตามแบบและวิธีการที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

(ข้อ 4) กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยยี่สิบวัน นับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา

3.3 <u>กฎกระทรวง : กำหนดประเภทอาคาร และขนาดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน</u>

(ข้อ 1) กฎกระทรวงฉบับนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยยี่สิบวัน นับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา

<u>หมวด 1 ประเภทและขนาดของอาคาร</u>

(ข้อ 2) ให้อาคารต่อไปนี้ ซึ่งเมื่อก่อสร้างแล้วเสร็จหรือเมื่อดัดแปลงแล้วเสร็จมีขนาดพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป จะต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

(1) สำนักงาน

(2) สถานศึกษา

(3) อาคารห้างสรรพสินค้า และศูนย์การค้า

(4) อาคารสถานบริการตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ

(5) อาคารชุมนุมคนตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

(6) อาคารโรมหรสพตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

(7) อาคารโรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม

(8) สถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวด 2 มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคาร

เป็นการกำหนดมาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคารในส่วนต่างๆ คือ

ส่วนที่ 1 ระบบกรอบอาคาร

(ข้อ 3) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

(1) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกหรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศและใช้งานในลักษณะเดียวกันในแต่ละประเภทของอาคาร (สำนักงาน สถานศึกษา ไม่เกิน 50 วัตต์ต่อตารางเมตร, ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า สถานบริการ อาคารชุมนุมคน โรงมหรสพ ไม่เกิน 40 วัตต์ต่อตารางเมตร, โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด ไม่เกิน 30 วัตต์ต่อตารางเมตร)

(2) กำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร หรือส่วนของหลังคาอาคารที่มีการปรับอากาศและใช้งานในลักษณะเดียวกันในแต่ละประเภทของอาคาร (สำนักงาน สถานศึกษา ไม่เกิน 15 วัตต์ต่อตารางเมตร, ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า สถานบริการ อาคารชุมนุมคน โรงมหรสพ ไม่เกิน 12 วัตต์ต่อตารางเมตร, โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด ไม่เกิน 10 วัตต์ต่อตารางเมตร)

(3) อาคารทีมีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องใช้ข้อกำหนดของระบบกรอบอาคารตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่แต่ละส่วนนั้น

ส่วนที่ 2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

(ข้อ 4) การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ

(1) การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร ต้องให้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ และเป็นไปตามมาตรฐานที่ยอมรับได้ทางวิศวกรรม

(2) อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารต้องใช้กำลังไฟฟ้าในแต่ละประเภทของอาคาร (สำนักงาน สถานศึกษา ไม่เกิน 14 วัตต์ต่อตารางของพื้นที่ใช้งาน, ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า สถานบริการ อาคารชุมนุมคน โรงมหรสพ ไม่เกิน 18 วัตต์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน, โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด ไม่เกิน 12 วัตต์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน)

(3) สำหรับอาคารที่มีการใช้งานหลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องใช้ค่าในตารางตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่ส่วนนั้นๆ

ส่วนที่ 3 ระบบปรับอากาศ

(ข้อ 5) การปรับอากาศภายในอาคาร

กำหนดข้อกำหนดในรูปของค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะหรือค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 4 อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน

(ข้อ 6) อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน

กำหนดข้อกำหนในรูปของค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนที่ติดตั้งภายในอาคาร

ส่วนที่ 5 การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

(ข้อ 7) อาคารที่จะขออนุญาตก่อสร้าง อาคารใดที่ค่าประสิทธิภาพของอุปกรณ์หรือระบบใดระบบหนึ่งไม่ผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานหรือค่าประสิทธิภาพพลังงานของระบบที่กำหนดไว้ในหมวด 2 ส่วนที่ 1 ส่วนที่ 2 ส่วนที่ 3 และส่วนที่ 4 อาคารดังกล่าวให้พิจารณาตามเกณฑ์การพิจารณาการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารได้

อาคารที่จะอนุญาตก่อสร้างจะผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมตามวรรค 1 ก็ต่อเมื่อการใช้พลังงานโดยรวมทั้งปีของอาคารดังกล่าวต่ำกว่าค่าการใช้พลังงานโดยรวมทั้งปีของอาคารอ้างอิงที่มีพื้นที่การใช้งาน ทิศทาง และพื้นที่ของกรอบอาคารแต่ละด้านเป็นเช่นเดียวกับอาคารที่จะก่อสร้าง และมีค่าของระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศเป็นไปตามข้อกำหนดของแต่ละระบบ

ส่วนที่ 6 การใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆ ของอาคาร

(ข้อ 8) การยกเว้นการนับรวมการใช้ไฟฟ้าบางส่วนในอาคารเมื่อมีการใช้พลังงานหมุนเวียนในอาคารควบคุม

(1) ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารที่มีการออกแบบเพื่อใช้แสงธรรมชาติเพื่อการส่องสว่างภายในอาคารในพื้นที่ตามแนวกรอบอาคาร จะถือเสมือนว่าไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ตามแนวกรอบอาคารนั้น การออกแบบดังกล่าวจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

(1.1) จะต้องแสดงอย่างชัดเจนว่า มีการออกแบบสวิทช์ที่สามารถปิด-เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ตามแนวกรอบอาคารนั้น การออกแบบดังกล่าวจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

(1.2) กระจกหน้าต่างตามแนวกรอบของอาคารตามข้อ (1.1) จะต้องมีค่าประสิทธิผลของค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Effective shading coefficient) ไม่น้อยกว่า 0.3 มีค่าอัตราส่วนการส่งผ่านแสงต่อความร้อน (Light to solar gain) มากกว่า 1.0 และพื้นที่กระจกหน้าต่างตามกรอบอาคารตามข้อ (1.1) ต้องไม่น้อยกว่าพื้นที่ผนังทึบ

(2) อาคารที่มีการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในอาคาร จะสามารถนำค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปชดเชยกับพลังงานที่คำนวณได้ตามสมการพลังงานซึ่งใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้