สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ศูนย์ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาการใช้พลังงานทดแทน

ALTERNATIVE ENERGY RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER

นายอภินันท์ เกาสุรัตน์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 71551
วัน,เดือน,ปี 22 พ.ค. 2550

b.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต

.....

(ผศ. นพปฏล สุวัจนานนท์)

คณบดี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

รศ.กุสุมา	ธรรมธำรง	ประธานกรรมการ
รศ.ปรีชญา	รังสิรักษ์	กรรมการ
อาจารย์โชติวิทย์	พงษ์เสริมผล	กรรมการ
อาจารย์พรพุฒิ	ศุภเอม	กรรมการและเลขานุการ

.....

(อาจารย์ พิเชฐ โสวิทยสกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

พลังงาน คือ สิ่งที่มนุษย์แสวงหามาแต่อดีต เพื่อเป็นปัจจัยรองรับและขับเคลื่อนกิจกรรมของมนุษย์ให้ดำเนินต่อไปได้ รูปแบบและเทคโนโลยีการใช้พลังงานนั้น แปรเปลี่ยนและพัฒนาไปตามแต่ละยุคสมัย แต่สิ่งที่เป็นปัญหาของการใช้พลังงานก็คือ แหล่งทรัพยากรพลังงานที่ลดปริมาณลงเรื่อย ๆ ประกอบกับ มลภาวะอันเป็นผลจากการใช้พลังงานเหล่านั้น

สภาวการณ์ทางเศรษฐกิจที่ผันผวน ส่งผลให้ราคาของต้นทุนทรัพยากรพลังงานที่ใช้ในปัจจุบันไม่มีเสถียรภาพ และก่อให้เกิดผลกระทบโดยตรงแก่ประเทศผู้นำเข้า รวมทั้งประเทศไทย

การแสวงหาแหล่งพลังงานใหม่ที่จะมาทดแทนแหล่งพลังงานรูปแบบเก่า ที่มีความมั่นคงมากกว่า เป็นสิ่งที่ประเทศต่าง ๆ ให้ความสนใจในการจัดหา พัฒนา และวิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงานที่สามารถผลิตได้เอง โดยลดภาระด้านการนำเข้า และต้นทุนการผลิตอันจะส่งผลต่อเสถียรภาพด้านเศรษฐกิจของประเทศ

วิทยานิพนธ์ ฉบับนี้เป็นโครงการที่ผู้จัดทำ ได้จัดทำขึ้นโดยเล็งเห็นถึงความสำคัญและปัญหาข้างต้น ผู้จัดทำได้เสนอแนะวิธีแก้ปัญหาในมุมมองทางสถาปัตยกรรม เพื่อเน้นให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้พลังงานทดแทน และรูปแบบการใช้พลังงานทดแทนที่เป็นรูปธรรมโดยประยุกต์เข้ากับการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

โครงการลักษณะนี้เป็นโครงการที่อ้างอิงข้อมูลด้านพลังงานในเวลานั้น ๆ ซึ่งในความเป็นจริงรูปแบบการพัฒนาด้านพลังงานทดแทนนั้น จะเปลี่ยนแปลงไปเสมอตามวิทยาการที่พัฒนาขึ้น โครงการจึงมุ่งเน้นการแก้ปัญหาในช่วงเวลานั้น ๆ ให้เกิดผลที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นการนำเอาข้อมูลในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ไปอ้างอิง ควรดูความเหมาะสม และรูปแบบการพัฒนาด้านพลังงานทดแทนในเวลานั้น ๆ ประกอบด้วย

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจ และกระตุ้นให้เกิดจิตสำนึกด้านการใช้พลังงานทดแทน เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาประเทศต่อไป

นาย อภินันท์ เกาสุรัตน์

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิทยานิพนธ์ **ศูนย์ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาการใช้พลังงานทดแทน**
นักศึกษา นาย อภินันท์ เกาสุรัตน์
ภาควิชา สถาปัตยกรรม
ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

พลังงานทดแทน เป็นประเด็นสำคัญที่มีการวิจัยค้นคว้าและพัฒนามาแต่อดีต และกลับมามีบทบาทสำคัญอีกครั้ง เมื่อพลังงานสิ้นเปลืองที่มนุษย์ใช้อยู่ทุกวันนี้กำลังจะหมดไปอย่างรวดเร็ว การวิจัยพลังงานทดแทนที่ผ่านมาล้วนอยู่ในรูปของข้อมูล และบทสรุปผลดีผลเสีย หากแต่มิได้มีการนำข้อมูลเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้อย่างเป็นรูปธรรมมากนัก ซึ่งมีสาเหตุจากหลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะความคุ้มค่าด้านการลงทุนเชิงธุรกิจ จึงทำให้รูปแบบของการพัฒนาพลังงานทดแทนเป็นไปอย่างไม่ต่อเนื่อง

การศึกษาและพัฒนาพลังงานทดแทน ในรูปแบบของการประยุกต์ใช้กับการออกแบบทางสถาปัตยกรรมนั้น เป็นเหมือนการนำเอาข้อมูลเหล่านั้นมาจำลองรูปแบบให้เกิดขึ้นจริงเป็นรูปธรรม ซึ่งช่วยในการทำความเข้าใจ และกระตุ้นการศึกษาวิจัยรวมทั้งสร้างจิตสำนึกในด้านการอนุรักษ์พลังงานให้เกิดขึ้นได้ง่ายกว่า โดยแสดงให้เห็นในแง่มุมหนึ่งที่ว่า พลังงานทดแทนนั้นมีอยู่รอบตัวเราเอง อยู่ที่ว่าเราจะนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างไร

อาคาร ศูนย์ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาการใช้พลังงานทดแทน เป็นอาคารต้นแบบที่สะท้อนถึงการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทนต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาเรื่องการบริโภคพลังงานของตัวอาคารและกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในสถาปัตยกรรมนั้น ๆ ตัวอาคารได้ถูกออกแบบบนพื้นฐานแนวคิดของการจัดวางและใช้ส่วนต่าง ๆ ของอาคารให้เกิดประโยชน์ในแง่ของการผลิตพลังงานทดแทนให้กับตัวอาคารเอง โดยไม่ก่อมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้อาคารยังถูกมุ่งหมายให้เป็นอาคารที่สามารถดำรงอยู่ได้ด้วยตนเอง ไม่จำเป็นต้องพึ่งพาพลังงานจากภายนอก

บทสรุปจากการออกแบบนี้จะสะท้อนให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการสร้างพลังงานทดแทนขึ้นใช้เองในตัวอาคาร และเป็นแนวทางในการพัฒนาการใช้พลังงานทดแทนกับการออกแบบทางสถาปัตยกรรม อันจะช่วยให้การพัฒนาของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ สามารถดำเนินต่อไปได้โดยไม่ต้องกังวลกับปัญหาด้านพลังงาน ซึ่งจะทำให้การพัฒนามีเสถียรภาพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์และได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลเหล่านี้

- อาจารย์ พิเชฐ โสวิทยสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
- อาจารย์เอกพงษ์ จุลเสนีย์ ผู้จุดประกายแนวคิดการแก้ปัญหาด้านพลังงาน
- คุณกำธร เกียรติปฏิชัย เจ้าหน้าที่ฝ่ายอาคาร Biotec
- เจ้าหน้าที่วิจัย แห่งสถาบันพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ให้ข้อมูล และเสนอแนะรูปแบบวิธีการวิจัยด้านพลังงาน
- หน่วยงานราชการและเอกชนที่เอื้อเฟื้อข้อมูล และอำนวยความสะดวกในการติดต่อ
- คุณสุเทพ ยงไสว เจ้าหน้าที่ห้องภาควิชาฯ ที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการติดต่องานด้านต่าง ๆ
- คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่เป็นกำลังใจ และคอยสนับสนุนให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ
- เพื่อน ๆ สถาปัตย์ลาดกระบัง รุ่น 29 ทุกคน ที่อยู่ร่วมกันมาตลอด 5 ปี
- คุณพรพรรณ เหมะพันธุ์ ที่คอยให้กำลังใจ
- น้องวิฑูร ปี 4 , น้องภูริพัฒน์ และน้องสมิกษ์ ปี 3ที่ช่วยเหลืองานเป็นอย่างมาก
- น้องเรวดี ปี 2 ที่ช่วยงานแบบหามรุ่งหามค่ำ , น้องอริยธัช และน้องกิตตินัทธ์ปี 2 ที่ช่วยตัดโมเดลให้อย่างดี , น้องนวพร และน้องอรทิชา ปี 2 ที่ช่วยงาน และเป็นกำลังใจให้
- น้องพรพิมล น้องฐิติพร น้องวีรุตม์ น้องบรรหัด ปี 1 ที่แวะมาช่วยเหลือหลายๆ อย่าง , น้องรุ่งทิวา ที่มายืนให้กำลังใจ
- บุคคลอีกหลาย ๆ ท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้

ขอบคุณทุกท่านในความร่วมมือและความช่วยเหลือครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	ง
1.บทนำ	1-1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1-1
1.2 ปัจจัยสนับสนุนการตั้งโครงการ	1-3
1.3 วัตถุประสงค์โครงการ	1-4
1.4 ขอบเขตการศึกษาโครงการ	1-5
1.5 ขอบเขตของโครงการ	1-6
2.การศึกษารายละเอียดของโครงการ	2-1
2.1 ความหมายของพลังงาน	2-1
2.2 วิวัฒนาการของพลังงาน	2-2
2.3 แหล่งพลังงานต่าง ๆ	2-3
2.4 สถานการณ์พลังงานในปัจจุบัน	2-19
2.5 แนวโน้มการใช้พลังงานในอนาคต	2-22
2.6 ความสำคัญของการใช้พลังงานทดแทน	2-24
2.7 สรุป	2-25
3. การศึกษาองค์ประกอบของโครงการ	3-1
3.1 การวิเคราะห์ที่มาขององค์ประกอบโครงการ	3-1
3.2 ความสัมพันธ์และความรับผิดชอบของหน่วยงานต่าง ๆ ในโครงการ	3-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3 การวิเคราะห์จำนวน และพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ	3-7
3.4 การศึกษารายละเอียดการออกแบบแต่ละองค์ประกอบโครงการ	3-10
3.5 การวิเคราะห์หาพื้นที่ขององค์ประกอบในโครงการ	
3.6 สรุปพื้นที่ใช้สอยโครงการ	
4. การพิจารณาเลือกที่ตั้งโครงการ	4-1
4.1 แนวทางในการพิจารณาเลือกที่ตั้งโครงการ	4-2
4.2 การพิจารณาเลือกที่ตั้งในระดับภาค	4-3
4.3 การพิจารณาเลือกที่ตั้งในระดับจังหวัด	4-7
4.4 การพิจารณาเลือกที่ตั้งในระดับกลุ่มพื้นที่ย่อย	4-11
4.5 การเปรียบเทียบหาพื้นที่ตั้งที่เหมาะสมต่อโครงการ	4-13
4.6 การกำหนดที่ตั้งโครงการและการศึกษารายละเอียดของที่ตั้งโครงการ	4-14
5. การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ	5-1
5.1 งานระบบโครงสร้างอาคาร	5-1
5.2 งานระบบปรับอากาศ	5-5
5.3 งานระบบสาธารณูปโภค	5-8
5.4 งานระบบป้องกันอัคคีภัย	5-15
5.5 งานระบบรักษาความปลอดภัย	5-17
5.6 งานระบบพิเศษที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานทดแทน	5-19
5.7 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับโครงการ	5-27
6.การศึกษาอาคารตัวอย่าง	6-1
6.1 การศึกษาอาคารตัวอย่างในประเทศ	6-1
6.2 การศึกษาอาคารตัวอย่างในต่างประเทศ	6-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
6.3 สรุปผลการศึกษาอาคารตัวอย่าง	6-11
7. แนวความคิดในการออกแบบทางสถาปัตยกรรม	7-1
7.1 แนวความคิดในการออกแบบโครงการโดยภาพรวม	7-1
7.2 แนวความคิดในการจัดวางอาคาร	7-2
7.3 แนวความคิดในการออกแบบอาคารวิจัย	7-2
7.4 แนวความคิดในออกแบบส่วนเผยแพร่ความรู้และจัดนิทรรศการ	7-3
7.5 งานระบบของโครงการ	7-6
7.6 สรุปผลงานออกแบบ	7-10
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ก. ข้อมูลเทคนิคด้านพลังงานทดแทน และอุปกรณ์ด้านพลังงาน	
ข. นวัตกรรมด้านการใช้พลังงานทดแทน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆจากแสงอาทิตย์	2-8
2.2	แสดงผลผลิต และการจำหน่ายไฟฟ้าพลังน้ำ	2-11
2.3	แสดงการใช้ชีวมวลในประเทศไทยระหว่างปี 2540-2545	2-12
2.4	แสดงรายละเอียด พื้นที่ปลูกผลผลิตพืชหลักและไม้ยางพารา ปี 2543/2544 และ 2544/2545	2-13
2.5	แสดงศักยภาพชีวมวลของประเทไทย ปี 2544/2545	2-13
3.1	ขอบเขตและการดำเนินงานของโครงการ	3-1
3.2	แสดงผลสรุปพื้นที่ใช้สอยส่วนทดลองด้านพลังงานแสงอาทิตย์	3-14
3.3	สรุปเครื่องมือในการทดลองด้านวัสดุพลังงาน	3-30
3.4	เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของการจัดร้านอาหารแบบแยกส่วน	3-31
3.5	เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของการจัดร้านอาหารแบบขายเป็นช่อง	3-32
3.6	เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของการจัดร้านอาหารแบบคาเฟทีเรีย	3-32
3.7	เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของการจัดร้านอาหารแบบ Canteen	3-33
3.8	แสดงจำนวนคนต่อพื้นที่ทางออกฉุกเฉิน	3-53
3.9	แสดงจำนวนคนต่อจำนวนสุขภัณฑ์	3-57
3.10	แสดงองค์ประกอบและพื้นที่โครงการ	3-60
3.11	สรุปพื้นที่ใช้สอยของโครงการ	3-63
4.1	แสดงหัวข้อการพิจารณาที่ตั้งโครงการ	4-1
4.2	แสดงข้อพิจารณาที่ตั้งโครงการกับความเหมาะสมของภูมิภาค	4-6
4.3	แสดงข้อพิจารณาที่ตั้งโครงการกับความเหมาะสมของจังหวัด	4-8
4.4	แสดงข้อพิจารณาที่ตั้งโครงการกับความเหมาะสมของพื้นที่	4-13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ตามแหล่งภูมิศาสตร์	2-7
2.2	แสดงปฏิกิริยาเคมีของเซลล์เชื้อเพลิง	2-16
2.3	แสดงสัดส่วนการลงทุนในธุรกิจพลังงานด้านต่างๆ	2-19
2.4	กราฟแสดงสัดส่วนการลงทุนในธุรกิจพลังงานของกลุ่มประเทศในยุโรป	2-20
2.5	กราฟแสดงสัดส่วนการลงทุนในธุรกิจพลังงานของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา	2-21
2.6	กราฟแสดงราคาเฉลี่ยของน้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูป ปี 2538-2546	2-24
3.1	ผังแสดงความสัมพันธ์ของหน่วยงานต่างๆ	3-4
3.2	ผังแสดงความสัมพันธ์ส่วนบริหารโครงการ	3-5
3.3	ผังแสดงความสัมพันธ์ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่	3-5
3.4	ผังแสดงความสัมพันธ์ส่วนวิจัยและพัฒนา	3-6
3.5	ผังแสดงความสัมพันธ์ส่วนบริการโครงการ	3-6
3.6	แสดงการจัดห้องเก็บอุปกรณ์ Portable instrument	3-12
3.7	แสดงการเตรียมพื้นที่อุปกรณ์ ประเภท Test bed	3-12
3.8	แสดงชนิดของสารกึ่งตัวนำที่ใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์	3-20
3.9	แสดงขั้นตอนการทดลองด้านวัสดุพลังงาน	3-25
3.10	แสดงขั้นตอนการหมักวัตถุดิบ	3-26
3.11	แสดงขั้นตอนการอัดแท่งเชื้อเพลิง	3-27
3.12	แสดงขั้นตอนการทดสอบค่าความร้อนของวัสดุ	3-28
3.13	แสดงขั้นตอนการปฏิบัติการทดลองด้านหินน้ำมัน	3-29
3.14	แสดงขั้นตอนการปฏิบัติการทดลองด้านถ่านหิน	3-29
3.15	แสดงการจัดส่วนสำนักงาน	3-37
3.16	แสดงการจัดส่วนห้องทำงานแบบแยกอิสระ	3-37
3.17	แสดงการจัดสำนักงาน ส่วนเลขานุการ	3-38
3.18	แสดงการจัดสำนักงาน ส่วนห้องพักผ่อนพนักงาน	3-38
3.19	แสดงการจัดส่วนถ่ายเอกสาร	3-38
3.20	แสดงการจัดสำนักงาน ส่วนห้องผู้อำนวยการ	3-38
3.21	แสดงระยะต่างๆในห้องสมุด	3-45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.22	แสดงระยะโต๊ะอ่านหนังสือกับชั้นหนังสือ	3-45
3.23	แสดงระยะโต๊ะอ่านหนังสือกับชั้นหนังสือ	3-46
3.24	แสดงระยะต่างๆ ในการใช้ตู้บัตรรายการ และคอมพิวเตอร์	3-46
3.25	แสดงระยะห่างของการนั่งโต๊ะอ่านหนังสือ	3-46
3.26	แสดงขนาดห้องประชุม 20 ที่นั่ง	3-51
3.27	แสดงขนาดห้องประชุม 50 ที่นั่ง (1)	3-51
3.28	แสดงขนาดห้องประชุม 50 ที่นั่ง (2)	3-52
3.29	แสดงการจัดห้องน้ำชาย (1)	3-57
3.30	แสดงการจัดห้องน้ำชาย (2)	3-58
3.31	แสดงการจัดห้องน้ำหญิง (1)	3-58
3.32	แสดงการจัดห้องน้ำหญิง (2)	3-58
4.1	แสดงที่ตั้งและอาณาเขตของจังหวัดต่างๆที่ได้รับ	4-4
4.2	แสดงแหล่งที่มีการบริโภคพลังงานในกิจกรรมต่างๆ	4-4
4.3	แสดงที่ตั้งและเส้นทางการบินที่สำคัญในประเทศ	4-5
4.4	แสดงที่ตั้งและเส้นทางคมนาคมทางบกที่สำคัญในประเทศ	4-5
4.5	แสดงเขตการปกครองภูมิภาคภาคกลาง	4-7
4.6	แสดงที่ตั้งและอาณาเขตของจังหวัดปทุมธานี	4-10
4.7	แสดงที่ตั้งและอาณาเขตของจังหวัดปทุมธานี	4-12
4.8	แสดงพื้นที่บริเวณตั้งโครงการ	4-15
4.9	แสดงเส้นทางถนนด้านหน้าโครงการ	4-16
4.10	แสดงปากทางเข้าถนนด้านข้างโครงการ	4-16
4.11	แสดงมุมมองด้านทิศเหนือจากถนนหน้าโครงการ	4-17
4.12	แสดงมุมมองด้านหน้าโครงการ	4-17
6.1	ภายในห้องทำงานนักวิจัย	6-1
6.2	ผังบริเวณ -1. อาคารวิทยาการพลังงานทดแทน 1 2. อาคารวิทยาการพลังงานทดแทน 2 3. อาคารโรงซ่อม	6-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
6.3	ผังพื้นชั้นที่ 1 และ 2 อาคารวิทยาการพลังงานทดแทน 1	6-3
6.4	รูปด้าน อาคารวิทยาการพลังงานทดแทน 1	6-4
6.5	ภาพแสดงผังบริเวณ	6-5
6.6	ภาพแสดงผังพื้นอาคาร	6-7
6.7	ภาพแสดง Isometric ของโครงการ	6-7
6.8	ภาพแสดงรูปด้านอาคาร	6-8
6.9	แสดงการใช้แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ติดตั้งไว้ที่หลังคา	6-9
6.10	แสดงโถงทางเดินที่มีลักษณะเอียงรับแสงสว่างเข้าสู่ตัวอาคาร	6-10
7.1	แสดงผังบริเวณของโครงการ	7-10
7.2	แสดงผังพื้นชั้นที่ 1	7-11
7.3	แสดงผังพื้นชั้นที่ 2	7-11
7.4	แสดงผังพื้นชั้นใต้ดิน	7-12
7.5	แสดงผังพื้นชั้นที่ 3 และ 4	7-12
7.6	แสดงรูปตัดตามขวาง	7-13
7.7	แสดงรูปตัดตามยาว	7-13
7.8	แสดงรูปด้านทิศตะวันออกและตะวันตก	7-13
7.9	แสดงรูปด้านทิศใต้และทิศเหนือ	7-13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

พลังงาน เป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ของมนุษยชาติ นับแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มนุษย์ได้แสวงหาพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการขับเคลื่อนกิจกรรมต่าง ๆ ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และตอบสนองต่อการพัฒนาทางเทคโนโลยีของมนุษย์ การใช้พลังงานอย่างมากมายในกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ ที่สวนทางต่อปริมาณของแหล่งพลังงานที่ลดลงเรื่อย ๆ โดยเฉพาะแหล่งพลังงานจากฟอสซิล อันได้แก่ น้ำมันดิบ และก๊าซธรรมชาติ เป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดวิกฤติด้านการขาดแคลนแหล่งพลังงาน และส่งผลกระทบต่อมนุษยชาติอย่างใหญ่หลวง

ประเทศไทย ในฐานะประเทศกำลังพัฒนาที่ต้องพึ่งพาพลังงานในการพัฒนาประเทศด้านต่าง ๆ โดยประเทศไทยต้องนำเข้าพลังงานเหล่านี้ปีละมากกว่า 60 %[1] ของมูลค่าสินค้านำเข้าทั้งหมด ทำให้ประเทศไทยต้องประสบปัญหาด้านวิกฤติพลังงานอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ รัฐบาลในทุกสมัยจึงได้พยายามแก้ไขปัญหาด้านพลังงานเหล่านี้มาตลอด โดยการลดการนำเข้าพลังงานเหล่านี้และยังได้ส่งเสริมให้มีการประหยัดพลังงานในด้านต่าง ๆ รวมทั้งการพัฒนา ส่งเสริม และเผยแพร่ความรู้ด้านการแสวงหาแหล่งพลังงานใหม่ ๆ ที่มีอยู่ในประเทศ

จากคำแถลงนโยบายของคณะรัฐมนตรี โดยพันตำรวจโท ทักษิณ ชินวัตร นายกรัฐมนตรี ที่แถลงต่อรัฐสภาในวันพุธที่ ๒๓ มีนาคม ๒๕๔๘[2] มีเนื้อหาแนวทางในการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ อันได้แก่

1. นโยบายขจัดความยากจน
2. นโยบายพัฒนาคนและสังคมที่มีคุณภาพ
3. นโยบายปรับโครงสร้างเศรษฐกิจให้สมดุลและแข่งขันได้
4. นโยบายบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
5. นโยบายการต่างประเทศและเศรษฐกิจระหว่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นโยบายพัฒนากฎหมายและส่งเสริมการบริหารกิจการบ้านเมืองที่ดี
7. นโยบายส่งเสริมประชาธิปไตยและกระบวนการประชาสังคม
8. นโยบายรักษาความมั่นคงของรัฐ
9. นโยบายตามแนวนโยบายพื้นฐานแห่งรัฐ

จากนโยบายในข้อที่ 4 ซึ่งเป็นนโยบายที่รัฐบาลมุ่งส่งเสริมให้ภาคเอกชนวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม การผลิตวัสดุที่สามารถย่อยสลายได้ การหมุนเวียนการใช้วัตถุดิบและเทคโนโลยีที่สะอาด การบังคับใช้หลักการที่ว่า ผู้ก่อมลพิษเป็นผู้รับภาระค่าใช้จ่าย เพื่อกระตุ้นให้เกิดการลดการก่อมลภาวะและลดภาระของสังคม นอกจากนี้รัฐบาลจะป้องกันการใช้ประเทศไทยเป็นประเทศปลายทางของการรับภาระจากการส่งขยะ ของเสีย และกากพิษอุตสาหกรรม

การใช้พลังงานทดแทนจากแหล่งพลังงานอื่นอาทิเช่น พลังงานจากแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานจากชีวมวล เป็นต้น เป็นทางเลือกหนึ่งที่รัฐบาลพยายามส่งเสริมให้มีการวิจัยและใช้พลังงานเหล่านี้มาทดแทนการใช้พลังงานในรูปแบบเดิม การพัฒนาด้านพลังงานทดแทนจะช่วยให้ประเทศไทยสามารถลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ และทำให้ประเทศไทยมีทางเลือกในการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานอื่นได้เพิ่มขึ้น กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน จึงได้ส่งเสริมให้มีการพัฒนาพลังงานทดแทนเหล่านี้ ให้สามารถใช้งานได้อย่างเป็นรูปธรรม ตามแนวนโยบายยุทธศาสตร์พลังงานของประเทศ

ศูนย์ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาการใช้พลังงานทดแทน จึงเป็นโครงการที่ตอบสนองต่อนโยบายรัฐบาลและแผนการพัฒนาด้านพลังงานของประเทศ โดยจะส่งเสริมให้มีการวิจัย เผยแพร่ความรู้ด้านพลังงานทดแทนรวมทั้งสามารถนำพลังงานทดแทน ที่ผ่านการวิจัยแล้วเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมและธุรกิจด้านพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่า ซึ่งจะส่งผลให้ประเทศสามารถลดการนำเข้าพลังงาน ลดภาระการเสียดุลการค้ากับต่างประเทศ และส่งเสริมให้ประเทศพัฒนาต่อไปได้อย่างยั่งยืน และมีเสถียรภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ปัจจัยสนับสนุนการตั้งโครงการ

ปัจจัยสนับสนุนโครงการแบ่งเป็น 1.ปัจจัยสนับสนุนด้านนโยบาย 2. ปัจจัยสนับสนุนด้านความต้องการ 3.ปัจจัยสนับสนุนด้านเศรษฐกิจ

1.2.1 ปัจจัยสนับสนุนด้านนโยบาย

1.2.1.1 คำแถลงนโยบายของคณะรัฐมนตรี ต่อรัฐสภา(มีนาคม ๒๕๔๘)

1.2.1.2 แผนยุทธศาสตร์การอนุรักษ์พลังงานของประเทศ ในช่วงปี พ.ศ. 2545-2554 โดย สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (สพช.) โดยมีเนื้อหาสรุปในส่วนของการใช้พลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์ ได้ดังนี้

- มาตรการส่งเสริมการใช้ในรูปของการผลิตไฟฟ้า
- มาตรการส่งเสริมการใช้ในรูปของความร้อน
- มาตรการส่งเสริมการผลิตและประกอบเซลล์ขึ้นในประเทศ
- มาตรการสร้างและพัฒนาบุคลากรขึ้นในประเทศ
- มาตรการการประชาสัมพันธ์

1.2.2 ปัจจัยสนับสนุนด้านความต้องการ

จากปัญหาวิกฤติการณ์ที่เกิด สะท้อนให้เห็นถึงความต้องการพลังงานของประเทศไทยที่มีมากขึ้น ในขณะที่ประเทศไม่สามารถหาแหล่งพลังงานประเภทฟอสซิลมาใช้ได้เอง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำเอาพลังงานจากแหล่งอื่น ๆ อันได้แก่แหล่งพลังงานที่มีอยู่ในประเทศ โดยเฉพาะแหล่งพลังงานจากชีวมวล ซึ่งมีอยู่มาก แต่ยังมีการสนับสนุนการวิจัยในด้านนี้อยู่น้อย

ดังนั้นภาครัฐและภาคเอกชน จึงได้ผลักดันให้มีการค้นคว้าและวิจัยให้มากขึ้น ทั้งในรูปของแหล่งข้อมูลวิชาการ การให้การสนับสนุนด้านเทคโนโลยี และในรูปแบบเงินทุนเพื่อสนับสนุนการวิจัย ซึ่งผลที่เกิดขึ้นก็เป็นที่น่าพอใจ เช่นการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล แก๊สโซฮอล การสกัดน้ำมันจากผลผลิตทางการเกษตรเพื่อใช้ในระบบอุตสาหกรรม ทั้งนี้การตื่นตัวด้านการวิจัยและค้นคว้าด้านพลังงานทดแทน ส่งผลให้มีการจัดตั้งหน่วยงานด้านพลังงานต่าง ๆ ขึ้นมารองรับ ซึ่งศูนย์ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาการใช้พลังงานทดแทนนี้จะสามารถตอบรับการขยายตัวด้านการวิจัยและเผยแพร่ข้อมูลได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 ปัจจัยสนับสนุนด้านเศรษฐกิจ

จากดัชนีชี้วัดทางเศรษฐกิจ สะท้อนให้เห็นว่า ประเทศไทยมีการนำเข้าสินค้าในด้านของพลังงานและเชื้อเพลิงเป็นอัตราส่วนที่สูง และส่งผลให้ประเทศสูญเสียดุลการค้าติดต่อมาหลายปีเนื่องจากมีปริมาณการนำเข้ามากกว่าการส่งออก โดยสินค้าที่มีมูลค่าการนำเข้าสูงก็คือ น้ำมันเชื้อเพลิง และเชื้อเพลิงที่ใช้ในระบบอุตสาหกรรมประเภทอื่น ๆ [3]

ดังนั้นการแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจ จึงขึ้นอยู่กับการวางนโยบายการพัฒนาด้านพลังงานที่เหมาะสม การมีแหล่งสำรองพลังงาน หรือมีการผลิตพลังงานประเภทอื่น ๆ ที่สามารถป้อนเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมได้จะส่งผลให้ประเทศมีศักยภาพในการต่อรองด้านเศรษฐกิจที่สูงกว่า และส่งผลให้การพัฒนาประเทศในภาพรวมมีเสถียรภาพมากกว่า

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อตอบสนองต่อนโยบายตามแนวทางการพัฒนาด้านพลังงานอย่างเป็นรูปธรรม
2. เพื่อเป็นศูนย์กลางการศึกษา และส่งเสริมการค้นคว้าเกี่ยวกับพลังงานทดแทนแก่นักเรียน นักศึกษา และผู้สนใจทั่วไป รวมทั้งการประสานงานในการฝึกอบรมบุคลากรด้านการสัมมนาเชิงปฏิบัติและวิชาการด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทน
3. เป็นแหล่งค้นคว้าทดลอง เพื่อการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานทางเลือกให้สามารถนำไปปฏิบัติได้ และมีความเหมาะสมด้านการใช้งาน และการลงทุนสำหรับภูมิภาค
4. เพื่อเป็นศูนย์กลางการรวบรวมและเผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร ประชาสัมพันธ์ข้อมูลด้านพลังงานทดแทนให้แก่ประชาชน รวมทั้งการรณรงค์ให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดอย่างต่อเนื่อง
5. เพื่อการส่งเสริมและพัฒนาการจัดหาพลังงานจากแหล่งพลังงานใหม่ที่เหมาะสม
6. เพื่อผลักดันให้มีการนำเอาพลังงานทดแทนที่วิจัยได้ เข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมและส่งเสริมให้มีการลงทุนด้านพลังงานทดแทนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน
7. เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมทางเทคโนโลยีด้านพลังงานจากแหล่งพลังงานใหม่
8. เพื่อให้คำแนะนำรวมทั้งการให้คำปรึกษาและช่วยประสานงานระหว่างผู้วิจัยทั้งของภาครัฐและภาคเอกชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของการศึกษาโครงการ

1. วิเคราะห์ปัญหาด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และอนาคตพร้อมทั้งแนวทางในการแก้ไขวิกฤตการณ์ด้านพลังงาน
2. วิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับที่ตั้ง
    2.1 ศึกษาปัจจัยและวิธีการวิเคราะห์การเลือกที่ตั้ง และขนาดของโครงการที่เหมาะสม
    2.2 ศึกษาความเชื่อมโยงระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อันมีผลต่อกระบวนการเลือกที่ตั้ง
    2.3 ศึกษาปัจจัยทางด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อการออกแบบ คือ ทางด้านกายภาพ สาธารณูปโภค ตลอดจนทางด้านรูปแบบกิจกรรมและพฤติกรรมที่มีผลต่อการเลือกที่ตั้งโครงการ
3. วิเคราะห์เกี่ยวกับส่วนประกอบและการกำหนดรายละเอียดของโครงการ
    3.1 ศึกษาอาคารตัวอย่างทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียจากอาคารประเภทเดียวกัน เพื่อเป็นข้อมูลกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาในขั้นการออกแบบ
    3.2 ศึกษาองค์ประกอบของโครงการโดยละเอียด รวมทั้งศึกษาการดำเนินงานเพื่อวิเคราะห์ประโยชน์ใช้สอย ตลอดจนศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการกับองค์ประกอบในโครงการ
4. ศึกษาและวิเคราะห์งานออกแบบสถาปัตยกรรม
    4.1 เลือกแนวทางการออกแบบโครงสร้างที่เหมาะสม กับรูปทรงอาคาร และรูปแบบอาคาร เพื่อให้เกิดประโยชน์กับผู้เข้ามาใช้โครงการสูงสุด
    4.2 ศึกษารูปแบบของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบที่เหมาะสมต่อกิจกรรมในโครงการ
    4.3 การจัดระบบสัญจรทั้งภายในและภายนอกอาคาร เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดที่ตั้งขององค์ประกอบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของโครงการ

เนื่องจากในปัจจุบันปัญหาเรื่องพลังงานเป็นปัญหาที่มีความสำคัญมากต่อประเทศชาติ การเกิดขึ้นของโครงการศูนย์ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทน เพื่อตอบสนองต่อการแก้ปัญหาเรื่องพลังงานที่จะหมดไป โดยมีขอบเขตดังนี้

ด้านนโยบาย

1. เพื่อตอบสนองนโยบายทางด้านพลังงานให้เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม
2. เพื่อจัดการและบริหารการใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้านการศึกษา

1. เป็นสถานที่เก็บรวบรวมข้อมูล และเผยแพร่ความรู้ทั่วไปหรือเรื่องที่ประชาชนสนใจโดยเฉพาะความรู้ด้านพลังงานทดแทน
2. เป็นศูนย์กลางการศึกษาและวิจัยด้านพลังงานทดแทน
3. เป็นสิ่งกระตุ้นให้ประชาชนหันมาสนใจด้านการใช้พลังงานทดแทน

ด้านเศรษฐกิจ

1. ส่งเสริมการวิจัยทางด้านพลังงานทดแทนภายในประเทศ เพื่อลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ
2. สามารถนำพลังงานที่วิจัยได้เข้าสู่กระบวนการทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชิงอรรถ

1. คำแถลงงานวิจัยด้านการใช้พลังงานของประเทศไทย ,สถาบันบัณฑิตวิทยาลัย ร่วมด้านพลังงาน (JGSEE)
2. คำแถลงนโยบาย ของ คณะรัฐมนตรี พันตำรวจโท ทักษิณ ชินวัตร นายกรัฐมนตรี แถลงต่อรัฐสภา วันพุธที่ ๒๓ มีนาคม ๒๕๔๘ , สำนักนายกรัฐมนตรี
3. ดูเนื้อหาในบทที่ 2 ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษารายละเอียดของโครงการ

2.1 ความหมายของพลังงาน

พลังงานหมายถึง แรงงานที่ได้มาจากธรรมชาติ สามารถจำแนกโดยหลักใหญ่ ๆ ตามแหล่งที่มาได้เป็น 2 ประเภท คือ พลังงานต้นกำเนิด (Primary Energy) ได้แก่ พลังจาก น้ำ แสงแดด ลม เชื้อเพลิงธรรมชาติ อาทิเช่น น้ำมันดิบ ถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ พลังงานจากใต้พิภพ ฯลฯ และพลังงานแปรรูป (Secondary Energy) ซึ่งได้มาโดยการนำพลังงานต้นกำเนิดดังกล่าวมาแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ในลักษณะต่าง ๆ เช่น พลังงานไฟฟ้า ปิโตรเคมี เป็นต้น

หากแบ่งการใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.แหล่งพลังงานที่ไม่มีวันหมดหรือสามารถหมุนเวียนนำมาใช้ได้อีกเรื่อยไป โดยมีการสร้างขึ้นใหม่ทดแทน (Renewable Energy Resources) เช่น น้ำ แสงแดด ลม เป็นต้น

2.แหล่งพลังงานที่ใช้แล้วหมดเปลืองไป (Non Renewable Energy Resources Renewable Energy) เช่น น้ำมัน ถ่านหิน

หากแบ่งตามรูปแบบการใช้ประโยชน์ จะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.พลังงานตามแบบ (Conventional) เป็นพลังงานที่มีการใช้อยู่แล้วทั่วไป ในลักษณะที่มีการผลิตเป็นระบบศูนย์กลางขนาดใหญ่ มีเทคโนโลยีที่มีการวิจัยอิ่มตัว หรือเกือบอิ่มตัวแล้ว เช่น พลังงานน้ำขนาดใหญ่ ถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น

2.พลังงานนอกแบบ (Non - Conventional) มีลักษณะการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ ซึ่งบางส่วนอยู่ในระหว่างการวิจัยและพัฒนา บางอย่างก็มีการพัฒนาแล้ว แต่รอความเหมาะสมทางเศรษฐกิจ เช่น พลังงานน้ำขนาดเล็ก ก๊าซชีวภาพ พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานจากคลื่นใต้ทะเล เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วิวัฒนาการของพลังงาน[1]

เมื่อโลกได้ถือกำเนิดขึ้นมาในช่วงแรกนั้น มีสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นบนผิวโลกที่เป็นลักษณะของจุลชีพและสัตว์เซลล์เดียว ซึ่งต่อมาได้พัฒนามาเป็นสิ่งมีชีวิตประเภทต่าง ๆ อาทิเช่น สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์จำพวกไดโนเสาร์ เมื่อสัตว์เหล่านี้ตายลง ซากศพที่เน่าเปื่อยผุพังได้ทับถมมาเป็นระยะเวลาหลายล้านปี ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงของสภาวะเปลือกโลกที่แปรสภาพให้วัตถุดิบเหล่านี้กลายสภาพเป็นแหล่งพลังงานทางธรรมชาติที่สะสมอยู่ใต้ผิวโลก

เมื่อมนุษย์กำเนิดขึ้นมา มนุษย์พยายามเรียนรู้และประยุกต์ใช้พลังงานเหล่านั้นในรูปแบบต่าง ๆ ตามพัฒนาการที่มนุษย์สามารถคิดค้นได้ในแต่ละยุคสมัย ซึ่งสามารถแบ่งการใช้พลังงานออกเป็นยุคต่าง ๆ ได้ดังนี้

ยุค 5 ล้านปีก่อนคริสตกาล ถึงยุคคริสตกาล

ในยุคที่มนุษย์โบราณกำเนิดขึ้น และได้วิวัฒนาการจนกลายเป็นมนุษย์ยุคใหม่ เรามีการใช้และรู้จักวิธีการใช้พลังงาน เพื่อสร้างความสะดวกสบายในการดำรงชีวิต อาทิ เช่นการก่อไฟเพื่อประกอบอาหาร และสร้างความอบอุ่นให้ร่างกายเป็นต้น ต่อมาเมื่อเข้าสู่ยุคที่มนุษย์รู้จักการเกษตรกรรม ก็มีการใช้แรงงานจากสัตว์ในการเพาะปลูกพืชพันธุ์ ต่าง ๆเพื่อนำมาเป็นอาหาร อาจกล่าวได้ว่า การใช้พลังงานในยุคนี้นั้น ยังเป็นการใช้พลังงานแบบที่หมุนเวียนกลับมาใช้ได้อีก (Renewable Energy) ซึ่งถือว่าเป็นพลังงานสะอาด เพราะไม่เป็นการทำลายสิ่งแวดล้อมจากการบริโภคพลังงานดังกล่าว

ยุค คริสตกาลถึงปี ค.ศ.1850

มนุษย์รู้จักการประดิษฐ์พาหนะเพื่อเดินทาง เช่น เรือใบซึ่งใช้ประโยชน์จากพลังงานลม เริ่มมีการประดิษฐ์เครื่องกลเพื่อทำสงครามกัน รู้จักการใช้พลังงานน้ำโดยใช้กังหันวิดน้ำเพื่อผลิตพลังงานไปใช้ในวงการอุตสาหกรรม และในช่วงยุคนี้ได้เริ่มมีการนำเครื่องจักรไอน้ำมาใช้งาน โดยใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำเพื่อนำไอน้ำมาเดินเครื่องจักร ซึ่งสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ เหล่านี้ได้ช่วยให้ชีวิตมนุษย์ได้รับความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น แต่ทรัพยากรในธรรมชาติกำลังถูกทำลายไป

อาจกล่าวได้ว่า ช่วงนี้เป็นช่วงของการใช้พลังงานแบบใช้แล้วหมดไป

ยุค อุตสาหกรรม

อาจกล่าวได้ว่าเป็นช่วงเวลาเริ่มมีการใช้พลังงานแบบสิ้นเปลืองเพื่อตอบสนองความต้องการในการบริโภคที่พัฒนาขึ้น โดยมีการใช้พลังงานเพื่อการใช้ชีวิตในรูปแบบใหม่ที่หรูหรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะดวกสบาย มีการแปรสภาพทรัพยากรธรรมชาติเพื่อใช้ในการผลิตพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ แต่นั่นก็หมายถึงการนำเอาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้อย่างสิ้นเปลือง ซึ่งรวมถึงการใช้พลังงานไปในช่วงการทำสงครามที่สูญเสียมากที่สุด (สงครามโลกครั้งที่ 1 และ 2)

ยุคHydrocarbon Man

ยุคนี้มีพัฒนารูปแบบการใช้พลังงาน ที่จัดได้ว่าฟุ่มเฟือย เพื่อตอบสนองการใช้ชีวิตให้สะดวกสบายตามจินตนาการได้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น โดยแลกมาด้วยทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ทั้งนี้ผู้คนส่วนใหญ่ในปัจจุบัน ต่างคุ้นเคยกับการบริโภคพลังงานอย่างฟุ่มเฟือยโดยไม่สนใจว่าแหล่งกำเนิดพลังงานกำลังจะหมดไปในไม่ช้า จนมีการคาดการณ์ว่าหากไม่สามารถหาแหล่งพลังงานอื่นมาทดแทนได้ อาจเป็นเหตุให้มนุษย์ถึงกาลล่มสลายได้ในที่สุด

2.3 แหล่งพลังงานต่าง ๆ

โลกได้รับพลังงานจำนวนมหาศาลจากดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน พลังงานดังกล่าวแปรสภาพเป็นพลังงานรูปแบบต่าง ๆ ที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ในการดำรงชีวิตได้ โดยสามารถแบ่งประเภทของแหล่งกำเนิดพลังงานได้เป็น

2.3.1 แหล่งพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป (Non - Renewable Energy)

พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป หรือพลังงานสิ้นเปลืองนั้น ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของพลังงานฟอสซิล โดยเมื่อนำมาใช้ประโยชน์แล้วจะไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก เนื่องจากธรรมชาติต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนานมากในการสร้างแหล่งพลังงานเหล่านี้ขึ้นมาทดแทน ดังนั้นจึงเหมาะที่จะใช้เป็นพลังงานสำรองในอนาคตมากกว่าที่จะเร่งนำมาใช้ประโยชน์ในตอนนี้ พลังงานเหล่านี้ได้แก่

1) พลังงานถ่านหิน

ถ่านหินจัดได้ว่าเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลชนิดหนึ่งที่สะสมอยู่ใต้ผิวโลก สามารถแบ่งชนิดของถ่านหินออกได้เป็น 4 ชนิดตามคุณภาพ คือ

1.1 ลิกไนต์ มีค่าความจุพลังงาน 17,000 กิโลจูล / กิโลกรัม

1.2 ซับบิทูมินัส มีค่าความจุพลังงาน 24,900 กิโลจูล / กิโลกรัม

1.3 แอนทราไซท์ มีค่าความจุพลังงาน 30,450 กิโลจูล / กิโลกรัม

1.4 บิทูมินัส มีค่าความจุพลังงาน 32,870 กิโลจูล / กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งลิกไนต์ที่สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ แหล่งแม่เมาะ แหล่งกระบี่ และแหล่งลี้ โดยในปี 2545 [2] มีการผลิตถ่านหิน 1,334 ล้านตันและมีการนำเข้า 5.596 ล้านตัน

2) พลังงานน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ

เป็นพลังงานฟอสซิลประเภทหนึ่งซึ่งเกิดจากซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมกันเป็นเวลานานนับล้านปี เมื่อนำมากลั่นตัวจะกลายสภาพเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการสันดาปง่าย มีความจุของพลังงานสูง

ในปี 2547 [3] ประเทศไทยสามารถผลิตพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ ได้ดังนี้

น้ำมันดิบ สามารถผลิตได้ 127,827 บาร์เรล/วัน โดยมีแหล่งผลิตที่สำคัญคือ แหล่งสิริกิตติ์ แหล่งฝาง แหล่งทานตะวัน แหล่งกำแพงแสน เป็นต้น

ก๊าซธรรมชาติ สามารถผลิตได้(เทียบเท่าน้ำมันดิบ) 477,190 บาร์เรล/วัน

คอนเดนเสด มีการผลิตในบริเวณอ่าวไทยทั้งสิ้น

3) พลังงานนิวเคลียร์

เป็นพลังงานที่อาศัยการเกิดปฏิกิริยาของแร่กัมมันตรังสี เช่น ยูเรเนียมในการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์ กล่าวได้ว่าเป็นพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปและมีอันตรายสูง เนื่องจากการรั่วไหลของกัมมันตรังสี จะก่อให้เกิดสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตโดยรอบ นอกจากนี้ ยังมีของเสียที่เกิดจากการผลิต คือ พลูโตเนียม ซึ่งไม่สามารถย่อยสลายได้และยังเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์ยังมีราคาที่ค่อนข้างสูงมาก มักจะมีใช้ในประเทศที่พัฒนาแล้วเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 **แหล่งพลังงานทดแทน หรือพลังงานหมุนเวียน** (Renewable Energy)

พลังงานทดแทนหรือพลังงานหมุนเวียน เป็นพลังงานที่นำมาใช้ได้ไม่มีวันหมด หรือสามารถแปรสภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่นพลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น

1) <u>พลังงานแสงอาทิตย์</u>

พลังงานที่มาถึงผิวโลกในรูปของแสงอาทิตย์นั้น มีค่าความร้อนเฉลี่ยประมาณ 5.75x 10^{20} กิโลแคลอรี่ ซึ่งมีปริมาณมากกว่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในโลกประมาณ 20,000 เท่า [4] แต่การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เป็นกระบวนการที่ยาก และเสียค่าลงทุนสูงมาก เพราะต้องอาศัยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่มีความเข้มของแสงสูง รวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในการสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ที่พอเพียง ปัจจุบันการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยนั้นยังคงแพงและมีประสิทธิภาพประมาณ 20% เท่านั้น กระบวนการนำแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์นั้นมี 2 กระบวนการ ได้แก่

- กระบวนการ Photothermal เป็นกระบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานความร้อนโดยใช้อุปกรณ์เก็บความร้อนที่ภายในบรรจุของไหล เช่น น้ำ หรืออากาศ อาจเรียกได้ว่า Solar collector
- กระบวนการ Photovoltaic เป็นกระบวนการที่แปลงพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีหลักการทำงานคือ การทำให้เกิดการไหลของอิเลคตรอนด้วยการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ ที่ผลิตมาจากวัสดุที่มีความไวต่อการรับแสง

เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์

การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ

<u>เซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand alone system)</u>

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบ สำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบ สำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ

การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

- การผลิตน้ำร้อนชนิดไหลเวียนตามธรรมชาติ

เป็นการผลิตน้ำร้อนชนิดที่มีถังเก็บอยู่สูงกว่าแผงรับแสงอาทิตย์ ใช้หลักการหมุนเวียนตามธรรมชาติ

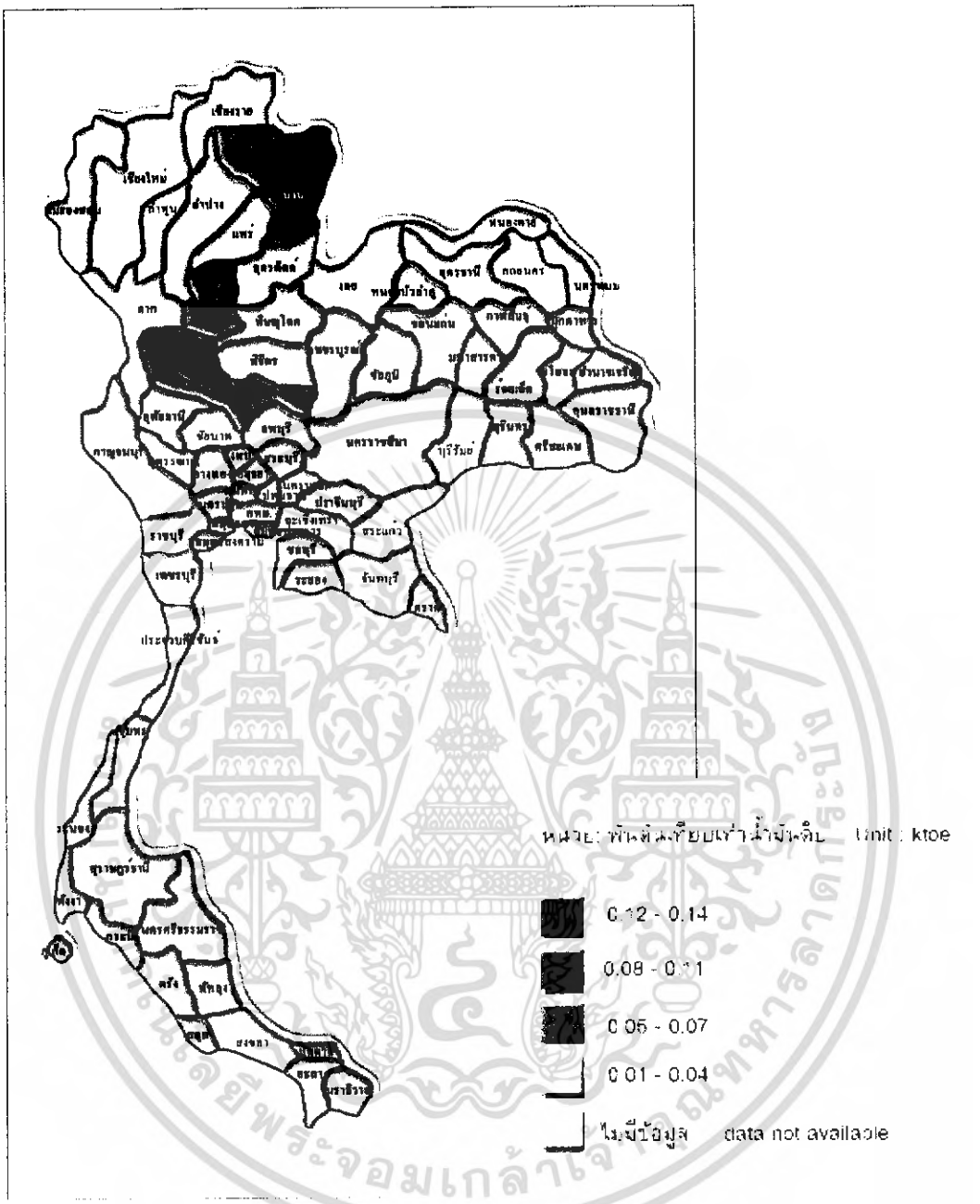
- การผลิตน้ำร้อนชนิดใช้ปั๊มน้ำหมุนเวียน

เหมาะสำหรับการใช้ผลิตน้ำร้อนจำนวนมาก และมีการใช้อย่างต่อเนื่อง

- การผลิตน้ำร้อนชนิดผสมผสาน

เป็นการนำเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์มาผสมผสานกับความร้อนเหลือทิ้ง จากการระบายความร้อนของเครื่องทำความเย็น หรือเครื่องปรับอากาศ โดยผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 แสดงการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ตามแหล่งภูมิศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2.1 แสดงการใช้พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ จากแสงอาทิตย์

แหล่งทางภูมิศาสตร์	รูปแบบพลังงานที่ใช้			พลังงานที่ใช้ (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)
	พลังงานกล (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)	ความร้อน (เมกะจูล)	ไฟฟ้า (เมกะวัตต์ชั่วโมง)	
ทั้งประเทศ	0.0	5,799,125.2	- 5,918.2	3.7
ภาคเหนือ	0.0	4,627,632.9	3,377.7	2.1
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	0.0	-	326.1	0.3
ภาคกลาง	0.0	1,171,492.2	1,258.4	0.8
ภาคใต้	0.0	-	956.0	0.6

ที่มา : รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทยปี 2546, กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน

2) **<u>พลังงานลม</u>**

ลมเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ความกดดันของบรรยากาศและแรงจากการหมุนของโลก สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเร็วลมและกำลังลม เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าลมเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในตัวเอง ซึ่งในบางครั้งแรงที่เกิดจากลมอาจทำให้บ้านเรือนที่อยู่อาศัยพังทลาย ต้นไม้หักโค่นลง สิ่งของวัตถุต่างๆ ล้มหรือปลิวลอยไปตามลม ฯลฯ ในปัจจุบันมนุษย์จึงได้ให้ความสำคัญและนำพลังงานจากลมมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากพลังงานลมมีอยู่โดยทั่วไป ไม่ต้องซื้อหา เป็นพลังงานที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสภาพแวดล้อม และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไม่รู้จักหมดสิ้น

พลังงานลมมีศักยภาพสูงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ง่าย เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า โดยเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานลมประกอบด้วยใบพัดที่เรียกว่าโรเตอร์ (Rotor) จำนวน 2 -3 ใบติดตั้งอยู่บนหอสูง ใบพัดนี้จะหมุนเพลาขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับขนาดของใบพัดและความสูงของหอ

เทคโนโลยีกังหันลม

กังหันลม คือ เครื่องจักรกลอย่างหนึ่งที่สามารถรับพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมให้เป็นพลังงานกลได้ จากนั้นนำพลังงานกลมาใช้ประโยชน์โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น การบดสีเมล็ดพืช การสูบน้ำ หรือในปัจจุบันใช้ผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า การพัฒนากังหันลมเพื่อใช้ประโยชน์มีมาตั้งแต่ชนชาวอียิปต์โบราณและมีความต่อเนื่องถึงปัจจุบัน โดยการออกแบบกังหันลม จะต้องอาศัยความรู้ทางด้านพลศาสตร์ของลมและหลักวิศวกรรมศาสตร์ในแขนงต่างๆ เพื่อให้ได้กำลังงาน พลังงาน และประสิทธิภาพสูงสุด

<u>รูปแบบเทคโนโลยีกังหันลม</u>

กังหันลมสามารถแบ่งออกตามลักษณะการจัดวางแกนของใบพัดได้ 2 รูปแบบ คือ

1. กังหันลมแนวแกนตั้ง (Vertical Axis Turbine หรือ VAWT) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนและใบพัดตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบ

2. กังหันลมแนวแกนนอน (Horizontal Axis Turbine หรือ HAWT) เป็นกังหันลมที่มีแกนหมุนขนานกับการเคลื่อนที่ของลมในแนวราบ โดยมีใบพัดเป็นตัวตั้งฉากรับแรงลม

<u>ส่วนประกอบของเทคโนโลยีกังหันลม</u>

1. กังหันลมเพื่อสูบน้ำ (Wind Turbine for Pumping) เป็นกังหันลมที่รับพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมและเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกลเพื่อใช้ในการชักหรือสูบน้ำจากที่ต่ำขึ้นที่สูงเพื่อใช้ในการเกษตร การทำนาเกลือ การอุปโภคและการบริโภค ปัจจุบันมีใช้อยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบระหัดและแบบสูบชัก

2. กังหันลมเพื่อผลิตไฟฟ้า (Wind Turbine for Electric) เป็นกังหันลมที่รับพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมและเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกล จากนั้นนำพลังงานกลมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า ปัจจุบันมีการนำมาใช้งานทั้ง กังหันลมขนาดเล็ก (Small Wind Turbine) และกังหันลมขนาดใหญ่ (Large Wind Turbine)

ลักษณะลมในประเทศไทย

ลมในประเทศไทยส่วนใหญ่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากลมมรสุม อันได้แก่ลมในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงฤดูฝน ประมาณต้นเดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ถึงต้นเดือนตุลาคม และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงฤดูหนาวประมาณปลายเดือนตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม ถึงปลายเดือนกุมภาพันธ์ และช่วงเดือนมีนาคมและเดือนเมษายน เป็นช่วงเปลี่ยนฤดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) **<u>พลังงานน้ำ</u>**

พลังงานน้ำเป็นพลังงานสะอาด เพราะ ไม่สร้างมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำไว้ แล้วปล่อยน้ำมาใช้ในการในการหมุนกังหันเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งกระบวนการผลิตไฟฟ้าพลังงานน้ำนั้นสามารถดำเนินการได้ทุกช่วงเวลาที่ต้องการ เพราะเมื่อปล่อยน้ำหมุนกังหันแล้วก็สามารถผลิตไฟฟ้าได้ทันที และภายหลังจากที่นำน้ำมาใช้ในการผลิตกระแสแล้วยังคงสามารถนำน้ำไปใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้เช่น นำไปใช้ในการบริโภค ทำการเกษตร การคมนาคม เป็นต้น แต่ข้อเสียจากการสร้างเขื่อนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้านั้น จะต้องสูญเสียทรัพยากรป่าไม้ไปเป็นจำนวนมหาศาลทำให้ระบบนิเวศน์เสียสมดุล นอกจากนี้ยังอาจเกิดการขัดแย้งกับประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากการสร้างเขื่อนได้

ศักยภาพของแหล่งน้ำ ที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยมีทั้งสิ้นประมาณ 25,500 เมกะวัตต์ ซึ่งรวมถึงศักยภาพของแหล่งน้ำระหว่างประเทศด้วย สำหรับศักยภาพของแหล่งน้ำที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้า ระดับหมู่บ้านและขนาดเล็กมีประมาณ 1,000 เมกะวัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงผลผลิต และการจำหน่ายไฟฟ้าพลังน้ำ [5]

ลำดับที่	โครงการ	สถานที่ตั้ง		ขนาดกำลังผลิต	ปีที่ดำเนินงาน				
		อำเภอ	จังหวัด	(กิโลวัตต์)	2543	2544	2545	2546	2547
1	แม่ฮองสอน	เมือง	แม่ฮองสอน	850	5,287,420	2,846,470	2,437,630	5,266,280	5,189,270
2	แม่งัดมหลวง	แม่อาย	เชียงใหม่	9,200	15,713,700	12,426,200	11,562,000	6,825,200	11,547,300
3	ห้วยแม่ยะ	ดอยหล่อ	พะเยา	860	3,557,694	2,476,549	3,734,796	4,002,427	3,079,914
4	โอกาปะ	กลิวิน	นราธิวาส	200	177,189	181,975	179,225	162,890	185,010
5	แม่ลาเหียะ	แม่ลาเหียะ	แม่ฮองสอน	1,250	1,219,930	515,940	1,960,270	2,148,570	2,936,430
6	คีรีวง	ม.ขาม	จันทบุรี	12,200	26,910,660	30,535,300	30,630,950	31,684,720	29,186,440
7	แม่ลาว	เมือง	แม่ฮองสอน	3,040	19,529,734	16,275,629	15,106,189	17,399,305	21,402,496
8	แม่ลาน	ลาหมิ	เชียงใหม่	1,360	2,354,434	2,159,240	2,032,600	1,700,980	1,456,501
9	ขอนแก่น	ลาหมิ	เชียงใหม่	200	414,340	400,041	337,711	236,941	274,432
10	แม่มาว	เชา	เชียงใหม่	4,600	5,216,272	5,601,664	7,064,712	6,355,586	6,716,420
11	ห้วยแม่ลอด	แม่ลอด	ตาก	660	1,033,664	1,146,229	1,408,469	1,619,956	1,654,420
12	คลองลำปลอก	ย่านตาขาว	ตรัง	1,182	3,691,307	3,576,661	3,500,357	3,232,536	-
13	ห้วยเล็น	นครไทย	พิษณุโลก	1,030	4,622,536	3,430,401	4,154,911	3,724,512	3,059,486
14	แม่ตาด	วิยม.คง	เชียงใหม่	616	470,179	1,977,224	3,176,832	2,646,660	1,182,650
15	แม่ผึม	อม.ก้อย	เชียงใหม่	250	243,884	294,624	277,736	204,570	255,020
16	คลองคุลม	ควนกาหลง	สตูล	660	1,735,063	1,745,627	1,470,761	1,650,692	2,241,376
17	ห้วยปะหาว	แก่งคอย	ชัยภูมิ	4,500	11,616,001	13,348,250	14,286,409	20,610,190	15,063,142
18	ริวลม.	เมือง	ลำปาง	350	616,148	624,790	542,248	626,505	590,312
19	ห้วยลาลิม	ว.หาว	พิษณุ	956	775,939	309,720	550	-	-
20	ลาพะเพลิง	ปักธงชัย	นครราชสีมา	850	1,200,100	1,305,006	692,926	1,567,134	3,424,094
21	ห้วยมาขุ่น	แม่ลาย	เชียงราย	1,700	-	-	-	250,090	6,791,795
22	ห้วยแม่ม	อุ้มผาง	ตาก	850	-	-	-		621,690
รวมทั้งสิ้น					102,333,416	100,679,365	105,631,520	112,342,163	116,430,400

4) **พลังงานก๊าซชีวมวล**

เชื้อเพลิงชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ เช่น มูลสัตว์วัชพืช เศษอาหาร และวัสดุเหลือใช้จากเกษตรกรรม และอุตสาหกรรมเป็นต้น เมื่อนำมาหมักทิ้งไว้จนเกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ผลที่ได้คือ ก๊าซชีวภาพ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม โดยกระบวนการผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพนี้เป็นการใช้วิธีการง่าย ๆ และเสียค่าใช้จ่ายน้อยมากเมื่อเทียบกับการผลิตพลังงานชนิดอื่น ๆ เช่น น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น

ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย

ประเทศไทย นับเป็นประเทศเกษตรกรรมที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลก ประชาชนมากกว่าร้อยละ 50 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ผลพลอยได้ที่สำคัญนอกเหนือจากผลผลิตการเกษตรก็คือ วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น ฟางข้าว แกลบ กากอ้อย กาก ใย และทะลายปาล์ม เป็นต้น

ชีวมวล (Biomass) หมายถึง วัสดุหรือสารอินทรีย์ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานได้ ชีวมวลนับรวมถึงวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เศษไม้ ปลายไม้จากอุตสาหกรรมไม้ มูลสัตว์ ของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร และของเสียจากชุมชน ปริมาณชีวมวลจากเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ที่ผลิตภายในประเทศจะแปรผัน และขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตทางการเกษตรของประเทศ

ตารางที่ 2.3 แสดงการใช้ชีวมวลในประเทศไทยระหว่างปี 2540 – 2545 (หน่วย: พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)

ชนิดชีวมวล	2540	2541	2542	2543	2544	2545
ฟืน	3,200	3,188	3,279	3,258	3,265	3,342
ถ่าน	2,273	2,254	2,218	2,277	2,286	2,307
แกลบ	723	778	733	828	903	896
กากอ้อย	2,303	1,665	2,092	2,236	1,989	2,498
รวม	**8,499**	**7,885**	**8,322**	**8,599**	**8,443**	**9,043**

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน รายงานพลังงานของประเทศไทย 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2.4 แสดงรายละเอียดพื้นที่ปลูก ผลผลิตพืชหลัก และไม้ยางพารา ปี 2543/2544 และ 2544/2545

	2543/44		2544/45	
ชนิด	**พื้นที่เก็บเกี่ยว**	**ผลผลิต**	**พื้นที่เก็บเกี่ยว**	**ผลผลิต**
อ้อย	5,421	49,070	6,320	60,013
ข้าว	65,640	25,608	63,283	26,514
น้ำมันปาล์ม	1,303	3,256	1,456	4,089
ข้าวโพด	7,551	4,397	7,474	4,466
มันสำปะหลัง	7,068	19,064	6,176	16,868
สับปะรด	608	2,287	552	1,987
ไม้ยางพารา	11,558	2,378	11,590	2,424

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2544/45 (หน่วย: พันไร่ / พันตัน)

สำหรับศักยภาพของการผลิตชีวมวลในประเทศไทยจะประเมินจากผลคูณของปริมาณผลผลิตทางการเกษตรที่ก่อให้เกิดชีวมวลนั้นๆ กับสัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตเป็นปริมาณชีวมวล

ตารางที่2.5 แสดงศักยภาพชีวมวลของประเทศไทยปี 2544/2545

ชนิด	**ผลผลิต** (10^6kg)	**วัสดุเหลือใช้**	**ปริมาณวัสดุเหลือใช้** (10^6kg)	**ค่าความร้อน** (MJ/kg)	**พลังงาน** (TJ)	**เทียบเท่าน้ำมันดิบ** (MT)	**กำลังไฟฟ้า** (MW)
อ้อย	60013.00	ชานอ้อย	3,615.00	14.40	52,056.04	1.23	764.21
		ยอดและใบ	17,870.19	17.39	310,762.62	7.36	4,105.92
ข้าว	26514.00	แกลบ	3,006.42	14.27	42,901.65	1.02	566.63
		ฟางข้าว	8,106.60	10.24	83,011.61	1.97	1,096.78
น้ำมันปาล์ม	4089.00	ทะลายปาล์ม	1,022.05	17.86	18,253.88	0.43	241.18
		เส้นใย	80.55	17.62	1,419.21	0.03	18.75
		กะลา	7.41	18.46	136.85	0.00	1.81
		ก้านทาง	10,647.76	9.83	104,667.44	2.48	1,382.91
		ทะลายตัวผู้	952.74	16.33	15,558.20	0.37	205.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่2.5 แสดงศักยภาพชีวมวลของประเทศไทยปี 2544/2545 (ต่อ)

ชนิด	ผลผลิต (10^6kg)	วัสดุเหลือใช้	ปริมาณวัสดุเหลือใช้ (10^6kg)	ค่าความร้อน (MJ/kg)	พลังงาน (TJ)	เทียบเท่าน้ำมันดิบ (MT)	กำลังไฟฟ้า (MW)
มะพร้าว	1396.00	เปลือก	300.68	16.23	4,880.11	0.12	64.48
		กะลา	84.43	17.93	1,513.83	0.04	20.00
		ทะลาย	57.66	15.40	888.03	0.02	11.73
		ทาง	254.11	16.00	4,065.71	0.10	53.72
มันสำปะหลัง	16868.00	ต้น	604.14	18.42	11,128.34	0.26	147.03
ข้าวโพด	4466.00	ซัง	816.88	18.04	14,736.44	0.35	194.71
ถั่วลิสง	129.00	เปลือก	41.67	12.66	527.50	0.01	6.97
ฝ้าย	36.00	ลำต้น	116.35	14.49	1,685.94	0.04	22.27
ถั่วเหลือง	292.00	ลำต้นและใบ	590.97	19.44	11,488.51	0.27	151.79
ข้าวฟ่าง	145.00	ใบและต้น	117.64	19.23	2,262.18	0.05	45.14
เศษไม้	10268.00	กิ่งก้าน	2,669.68	14.98	39,991.81	0.95	528.39
รวมวัสดุ			48,293.26				
รวมพลังงานทั้งหมด					721,935.91	17.10	9,630.18

เทคโนโลยีพลังงานชีวมวล

การสันดาป (Combustion Technology)

การสันดาปเป็นปฏิกิริยาการรวมตัวกันของเชื้อเพลิงกับออกซิเจนอย่างรวดเร็ว พร้อมเกิดการลุกไหม้และคายความร้อน ในการเผาไหม้ส่วนใหญ่จะไม่ใช้ออกซิเจนล้วนๆ แต่จะใช้อากาศแทนเนื่องจากอากาศมีออกซิเจนอยู่ 21% โดยปริมาณ หรือ 23% โดยน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตก๊าซเชื้อเพลิง (Gasification Technology)

กระบวนการ Gasification เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพลังงานที่มีอยู่ในชีวมวลที่สำคัญกระบวนการหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงแบบ Thermal Conversion โดยมีส่วนประกอบของ Producer gas ที่สำคัญได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไฮโดรเจน (H_2) และมีเทน (CH_4)

การผลิตก๊าซโดยการหมัก (Anaerobic Digestion Technology)

การผลิตก๊าซจากชีวมวลทางเคมีด้วยการย่อยสลายสารอินทรีย์ในที่ไม่มีอากาศหรือไม่มีออกซิเจนซึ่งเรียกว่า ก๊าซชีวภาพ (Biogas) ได้ก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นหลัก

การผลิตไฟฟ้าโดยใช้ชีวมวลเป็นเชื้อเพลิง

เตาแก๊สชีวมวล

เตาแก๊สชีวมวลเป็นเตาที่จัดสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการหุงต้มอาหารในครัวเรือน โดยใช้เศษไม้และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นเชื้อเพลิง โดยมีหลักการทำงานแบบการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากชีวมวล (Gasifier) แบบอากาศไหลขึ้น (Updraft Gasifier) เป็นการเผาไหม้เชื้อเพลิงในที่ที่จำกัดปริมาณอากาศ ให้เกิดความร้อนบางส่วนแล้วไปเร่งปฏิกิริยาต่อเนื่องอื่นๆ เพื่อเปลี่ยนเชื้อเพลิงแข็งให้กลายเป็นแก๊สเชื้อเพลิง ที่สามารถติดไฟได้ ได้แก่ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) แก๊สไฮโดรเจน (H_2) และแก๊สมีเธน (CH_2)

5) <u>**พลังงานไฮโดรเจนและเซลล์เชื้อเพลิง**</u>

เซลล์เชื้อเพลิง คือ อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี-ไฟฟ้า ระหว่างออกซิเจนกับไฮโดรเจนซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงพลังงานของเชื้อเพลิง ไปเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ไม่ต้องผ่านการเผาไหม้ ทำให้เครื่องยนต์ที่ใช้เซลล์เชื้อเพลิงนี้ไม่ก่อมลภาวะทางอากาศ ทั้งยังมีประสิทธิภาพสูงกว่า เครื่องยนต์เผาไหม้ 1-3 เท่า ขึ้นอยู่กับชนิดของเซลล์เชื้อเพลิง และชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้

เซลล์เชื้อเพลิงมีหลายแบบขึ้นอยู่กับสารที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงเช่นเซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน-ออกซิเจน ไฮโดรเจน-ไฮดราซีน โพรเพน-ออกซิเจน เป็นต้น และชนิดที่เป็นที่นิยมใช้คือ เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน-ออกซิเจน เพราะเมื่อปฏิกิริยาในเซลล์เกิดขึ้นแล้วนอกจากพลังงานจะได้น้ำบริสุทธิ์ และความร้อนไว้ใช้ตามความเหมาะสมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

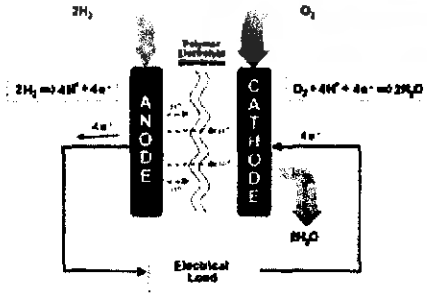
นอกจากนี้เซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ยังไม่ทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน เพราะไม่ก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น เซลล์เชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ

เซลล์เชื้อเพลิงมีลักษณะคล้ายกับเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่วหรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าแบตเตอรี่ เซลล์เชื้อเพลิงยังไม่เป็นที่นิยมใช้ทั่วไปอย่างแบตเตอรี่ เพราะต้นทุนการผลิตอุปกรณ์ในครั้งแรกสูง และยังมีอันตรายการผลิตต้องใช้ความรู้เฉพาะด้าน มีการควบคุมหลายประการ แต่ในปัจจุบันได้นำมาใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิดเช่น โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์แบบพกพา และ อุปกรณ์ PDA.

เซลล์เชื้อเพลิงจะประกอบด้วยขั้วอิเล็คโทรดที่มีความพรุน 2 ขั้ว (แอโนด และแคโทด) จุ่มหรือสัมผัสกับสารอิเล็คโทรไลท์ (Electrolyte) ซึ่งอาจอยู่ในรูปของเหลว และ/หรือของแข็ง เชื้อเพลิงอันได้แก่ ก๊าซธรรมชาติหรือไฮโดรเจนจะถูกป้อนเข้าไปยังขั้วอะโนด (Anode) ในขณะที่ออกซิแดนท์ (Oxidant) ถูกป้อนเข้าขั้วคะโทด (Cathode) ก๊าซไฮโดรเจนก็จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidation) โดยจะมีการให้หรือปล่อยอิเล็คตรอน (Electron) ที่ขั้วอะโนด ในขณะที่ปฏิกิริยารีดักชั่นของก๊าซออกซิแดนท์ซึ่งเกิดขึ้นที่ขั้วคะโทดจะเป็นตัวรับอิเล็คตรอน ทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรง (Direct-Current หรือ DC) โดยที่ขั้วอิเล็คโทรดทำหน้าที่เสมือนเป็นแหล่งปฏิกิริยา (Reaction sites) เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีไฟฟ้าของเชื้อเพลิงและตัวออกซิแดนท์ขึ้น

ระบบเซลล์เชื้อเพลิง ถูกจัดแบ่งตามประเภทอิเล็คโทรไลท์ที่ใช้ได้ดังนี้

- เซลล์เชื้อเพลิงแบบอัลคาไลน์ (Alkaline fuel cells , AFC)
- เซลล์เชื้อเพลิงแบบคาร์บอเนตหลอม (Molten carbonate fuel cells, MCFC)
- เซลล์เชื้อเพลิงแบบออกไซด์ของแข็ง (Solid oxide fuel cells, SOFC)
- เซลล์เชื้อเพลิงแบบฟอสฟอริค (Phosphoric acid fuel cells, PAFC)
- เซลล์เชื้อเพลิงแบบเมมเบรนแลกเปลี่ยนโปรตอน (Proton exchange membrane fuel cells, PEMFC) หรือเซลล์เชื้อเพลิงแบบโพลิเมอร์ของแข็ง (Solid polymer fuel cells, SPFC)



ภาพที่ 2.2 แสดงปฏิกิริยาทางเคมีของเซลล์เชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ศักยภาพของพลังงาน

ประเทศไทย มีการใช้พลังงานในภาคคมนาคมและขนส่งสูงที่สุด และมากกว่าร้อยละ 90 ของพลังงานที่ใช้ในภาคคมนาคมและขนส่งนี้ได้มาจากการนำเข้า นอกจากนี้มลพิษที่เกิดจากยานพาหนะต่างๆ ยังมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและสุขอนามัยของประชาชนเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในเขตเมืองใหญ่ๆ ที่มีการจราจรแออัด เช่น กรุงเทพฯ แนวทางการแก้ไขปัญหาพลังงานและสิ่งแวดล้อมประการหนึ่ง คือ การเปลี่ยนไปใช้รถเซลล์เชื้อเพลิงที่ใช้ไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิง เพราะไม่ก่อให้เกิดมลพิษ นอกจากนี้ ไฮโดรเจนยังสามารถผลิตได้จากเซลล์เชื้อเพลิงหลายชนิดรวมทั้งพลังงานทดแทน เช่น ชีวมวล

ในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เยอรมัน ได้มีการวิจัยและพัฒนารถเซลล์เชื้อเพลิงจนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เทียบเท่ารถยนต์สันดาปภายในแล้ว แต่ยังมีราคาสูงอยู่ อย่างไรก็ตาม เป็นที่คาดกันว่าภายในระยะเวลา 5-10 ปีข้างหน้า เซลล์เชื้อเพลิงจะมีต้นทุนการผลิตลดลงและสามารถแข่งขันในตลาดได้ ในประเทศไทยมีกลุ่มนักวิจัยจากหลายมหาวิทยาลัยให้ความสนใจการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิงจนสามารถสร้างประกอบและสาธิตการใช้งานขนาดเล็กๆ ได้แล้ว โดยที่การพัฒนาเทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิง มีความสำคัญอย่างยิ่งต่ออุตสาหกรรมรถยนต์ และการใช้พลังงานของประเทศ ดังนั้นการศึกษาแนวทางการพัฒนาใช้เทคโนโลยีดังกล่าว รวมถึงการสร้างประกอบ และสาธิตรถเซลล์เชื้อเพลิง เพื่อเผยแพร่สู่ประชาชนทั่วไป จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญ และเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการผลิตและสนับสนุนให้มีการใช้รถเซลล์เชื้อเพลิงต่อไปในอนาคต

71551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) **<u>พลังงานความร้อนใต้พิภพ</u>**

พลังงานความร้อนใต้พิภพเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ใช้ไม่หมดสิ้นซึ่งปรากฏให้เห็นในรูปของน้ำพุร้อน ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่มีน้ำร้อนไหลขึ้นมาจากใต้ผิวดิน แสดงให้เห็นว่าภายในโลกยังคงมีความร้อนอยู่ จึงเป็นแหล่งพลังงานรูปแบบหนึ่งที่สามารถพัฒนาเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า ด้านอุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม อีกทั้งยังพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้อีกด้วย โดยประเภทการใช้ประโยชน์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำพุร้อน อัตราการไหลของน้ำพุร้อน และลักษณะโครงสร้างของชั้นหินที่เป็นหินกักเก็บ และเป็นช่องทางการนำน้ำพุร้อนขึ้นมาสู่ผิวโลก

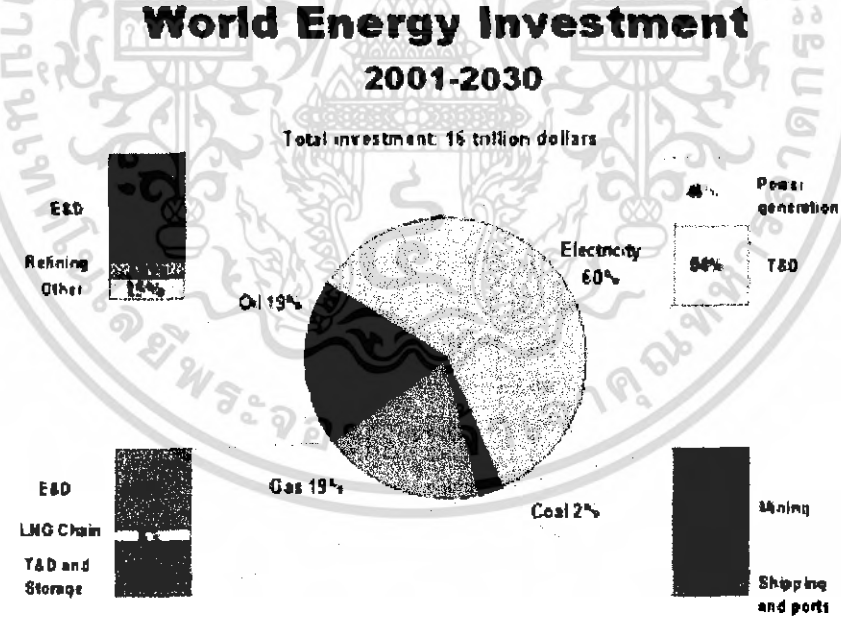
แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพของไทย

แหล่งน้ำพุร้อนในประเทศไทยมักจะพบอยู่ใน บริเวณหินภูเขาไฟที่ดับแล้ว หรืออยู่บริเวณใกล้มวลหินแกรนิตและหินตะกอนอายุต่างๆ กันจากข้อมูลการสำรวจแหล่งน้ำพุร้อนของกรมทรัพยากรธรณี พ.ศ. 2530 พบแหล่งน้ำพุร้อนแล้วมากกว่า 100 แห่ง กระจายอยู่ในทุกภูมิภาค ยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และมีอุณหภูมิน้ำร้อนที่ผิวดินอยู่ในช่วง 40-100 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 สถานการณ์พลังงานในปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต [6]

พลังงานเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและการดำเนินชีวิตของประชาชนทั่วโลก เป็นปัจจัยที่ทำให้โลกมีการพัฒนาขับเคลื่อนไปข้างหน้าได้ พลังงานได้เป็นสินค้าที่มีความเป็นสากล (International) มีการซื้อขายกันทั่วโลก ซึ่งตัวอย่างที่เห็นได้ชัดก็คือ น้ำมันปิโตรเลียม และพลังงานประเภทอื่นซึ่งขนย้ายได้ยาก เช่น ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และไฟฟ้า ก็ได้มีการขยายเครือข่ายการขนส่ง ท่อ และสายส่งระหว่างประเทศมากขึ้น เช่น ในยุโรป อเมริกา และ อาฟริกา ทำให้การค้าพลังงานระหว่างประเทศมีความสำคัญและมีการขยายตัวมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากพลังงานเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นต่อทุกๆ อย่าง จึงมีความสำคัญต่อทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง อย่างไรก็ตามการจัดหาให้ได้พลังงานมา และการนำพลังงานไปใช้ ล้วนแต่ต้องอาศัยการลงทุนปริมาณมหาศาล ดังเช่น ทบวงพลังงานโลก หรือ IEA (International Energy Agency) ได้ประมาณการไว้ว่าในช่วงปี 2001-2030 โลกต้องลงทุนในกิจการพลังงานถึง 16 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ โดยร้อยละ 60 (640 ล้านล้านบาท) ของการลงทุนดังกล่าวจะเป็นการลงทุนในกิจการไฟฟ้าทั้งในส่วนของการผลิตไฟฟ้าและการสร้างสายส่งสายจำหน่ายไฟฟ้า

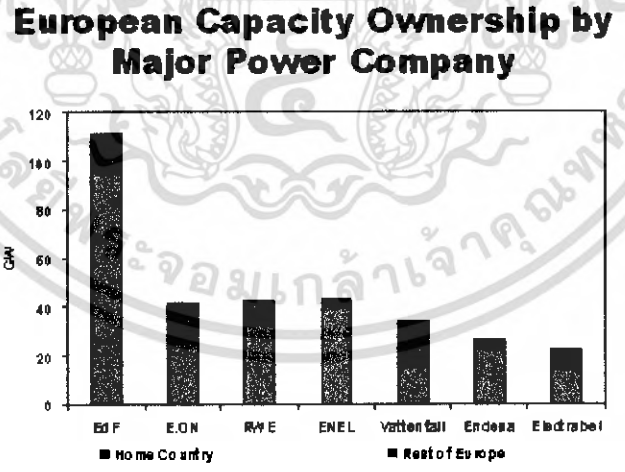


ภาพที่2.3 แสดงสัดส่วนการลงทุนในธุรกิจพลังงานด้านต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยตัวเลขที่น่าสนใจคือ ประเทศกำลังพัฒนาในเอเชีย โดยเฉพาะ จีน อินเดีย และประเทศอาเซียน ซึ่งมีการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว เป็นกลุ่มประเทศที่ต้องการพลังงานเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยร้อยละ 32 ของความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นในโลกจะมาจากภูมิภาคนี้ ที่สำคัญคือ ประชาชนและภาคธุรกิจอุตสาหกรรมต้องใช้ไฟฟ้า ดังนั้นทุกประเทศจึงจำเป็นต้องมีการลงทุนในกิจการไฟฟ้าให้เพียงพอ นั่นก็คือ ไม่ลงทุนไม่ได้ การลงทุนจึงมีปริมาณมหาศาลในแต่ละปี

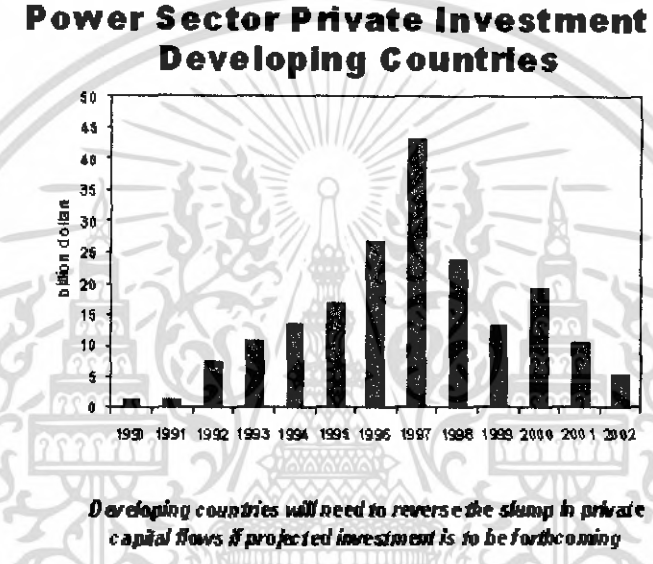
การจัดหากำลังการผลิตไฟฟ้าให้เพียงพอ จึงเป็นภาระที่สำคัญของรัฐบาลของทุกประเทศต้องวางแผนในการดำเนินงานอย่างรอบคอบ เนื่องจากมีผลกระทบต่อสภาพความเป็นอยู่ เศรษฐกิจ สังคม และความมั่นคงของประเทศโดยตรง ตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น เนื่องจากกิจการไฟฟ้าเป็นกิจการที่อาศัยเงินลงทุนสูงมาก การเข้าหาแหล่งทุนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่ผู้ประกอบกิจการไฟฟ้า ทั้งที่เป็นรัฐวิสาหกิจด้านไฟฟ้า บริษัทไฟฟ้าแห่งชาติ บริษัทไฟฟ้าเอกชน และบริษัทไฟฟ้าข้ามชาติ ซึ่งผู้ประกอบการที่สามารถเข้าถึงแหล่งทุนขนาดใหญ่ได้ในต้นทุนที่ต่ำ จะเป็นผู้มีความได้เปรียบในการลงทุน ทั้งทางด้านขนาดของกิจการที่จะลงทุน และต้นทุนที่ใช้ในการลงทุน กิจการไฟฟ้าจึงกลายเป็นกิจการที่มีการแข่งขันไร้พรมแดน ผู้ใดที่บริหารได้ต้นทุนต่ำสุดก็คือผู้ชนะ ความได้เปรียบด้านลงทุนจะเป็นของบริษัทไฟฟ้าข้ามชาติ ซึ่งเป็นบริษัทที่มีขนาดใหญ่ มีเครือข่ายทางการเงินที่กว้างขวาง สามารถระดมทุนได้ในต้นทุนที่ต่ำ มีความทันสมัยด้านเทคโนโลยี และสามารถหาเครือข่ายพันธมิตรร่วมทุนได้ง่าย



ภาพที่2.4 กราฟแสดงสัดส่วนการลงทุนในธุรกิจพลังงานของกลุ่มประเทศในยุโรป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับประเทศกำลังพัฒนาที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าเติบโตอย่างรวดเร็ว ต้องมีการลงทุนปริมาณมหาศาล หากไม่สามารถหาเงินลงทุนได้มากเพียงพอ ก็จะต้องเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนเข้ามาลงทุน ซึ่งภาคเอกชนที่มีศักยภาพมากที่สุดทั้งทางด้านการเงิน และเทคโนโลยีก็คือ บริษัทไฟฟ้าข้ามชาติ (ของประเทศที่พัฒนาแล้ว) ที่ต้องการขยายการลงทุนนอกขอบเขตประเทศของตน ซึ่งเห็นได้ชัดจากตัวอย่างของหลายประเทศ เช่น อาร์เจนตินา และแม้แต่ประเทศอังกฤษ ซึ่งเป็นประเทศพัฒนาแล้ว ก็มีบริษัทไฟฟ้าข้ามชาติเข้าไปดำเนินการหลายราย



ภาพที่2.5 กราฟแสดงสัดส่วนการลงทุนในธุรกิจพลังงานของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา

สำหรับประเทศกำลังพัฒนาในเอเชียนั้น การจัดหาเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไฟฟ้านั้นเป็นเรื่องสำคัญ ที่ทุกประเทศได้มีการดำเนินการ ทั้งการหาพันธมิตร การออกไปแสวงหาแหล่งพลังงานจากภายนอกประเทศ โดยปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการจัดหาพลังงานของประเทศในภูมิภาคนี้ก็ คือ ประเทศจีนซึ่งเป็นผู้ใช้พลังงานที่สำคัญในภูมิภาค

จีนเป็นประเทศที่มีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว และแน่นอนการใช้ไฟฟ้าก็ต้องมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วตามไปด้วย นอกจากอัตราเติบโตที่รวดเร็วแล้ว สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงมากที่สุด คือ ขนาดของระบบเศรษฐกิจของประเทศจีน ซึ่งมีประชากรกว่าพันล้านคน ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจึงมหาศาล ซึ่งความมั่นคงด้านพลังงานเป็นสิ่งที่รัฐบาลจีนคำนึงถึงอย่างมาก เพราะต้องหาแหล่งเชื้อเพลิงขนาดใหญ่ที่มั่นคง แต่เนื่องจากแหล่งพลังงานในภูมิภาคมีจำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุกประเทศจึงต้องแข่งขันกันในการจัดหาเชื้อเพลิงอย่างเลี่ยงไม่ได้ ทั้งการแข่งขันด้านการลงทุนและการจัดหาเชื้อเพลิง นั้น ผู้ที่จะชนะได้ต้องมีความแข่งแกร่งทางด้านเงินทุน และที่สำคัญคือต้องมีประสิทธิภาพ ซึ่งองค์กรนำด้านพลังงาน (หรือ National Champion) ของแต่ละประเทศจะต้องเป็นแกนหลักในการเข้าหาแหล่งทุนและแหล่งเชื้อเพลิง และแต่ละประเทศก็ต้องตัดสินใจว่าจะให้องค์กรนำด้านพลังงานของประเทศตนเป็นบริษัทไฟฟ้าแห่งชาติ หรือ บริษัทไฟฟ้าข้ามชาติของต่างประเทศ ซึ่งถ้าไม่ต้องการให้บริษัทไฟฟ้าข้ามชาติมาเป็นองค์กรนำด้านไฟฟ้าของประเทศ มีอิทธิพลครอบงำประเทศ ก็ต้องพัฒนาบริษัทไฟฟ้าแห่งชาติให้มีความแข่งแกร่งทางด้านเงินทุน และ ที่สำคัญต้องมีประสิทธิภาพ จึงจะสามารถรักษาความมั่นคงด้านไฟฟ้าของประเทศ และออกไปแข่งขันนอกอาณาเขตประเทศตนได้

สำหรับประเทศไทยนั้น การที่กิจการไฟฟ้าของประเทศไทยจะสามารถดำเนินอยู่และเจริญเติบโตได้ในสภาวะของโลกซึ่งมีการแข่งขันด้านกิจการไฟฟ้าอย่างไร้พรมแดนนั้น ต้องมีการปรับตัวเองให้พร้อม เมื่อโลกเปลี่ยน ถ้าเราไม่เปลี่ยน ก็ย่อมถูกกลืนเข้าไปในความเปลี่ยนแปลง ซึ่งสิ่งที่จะกลืนเรานั้นก็คือ ทุนข้ามชาติ ที่มีการเคลื่อนย้ายและลงทุนอย่างไร้พรมแดน ทางเลือกของเราก็คือ จะโต้อยู่บนคลื่นแห่งความเปลี่ยนแปลง หรือ ถูกกลืนไปกับความเปลี่ยนแปลง

การเติบโตอย่างรวดเร็วของเศรษฐกิจไทยนั้น ทำให้เราต้องมีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างมาก ซึ่งจะต้องมีการลงทุนปริมาณมหาศาลตามมาเพื่อรองรับความต้องการ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว การที่จะได้มาซึ่งต้นทุนของเงินทุนที่ต่ำที่สุดนั้นเป็นปัจจัยสำคัญ (Key Factor) ปัจจัยแรกของกิจการไฟฟ้า ปัจจัยที่สองที่ตามมาก็คือ การดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ และพัฒนาศักยภาพการแข่งขันของตัวเองให้เทียบระดับสากล

2.5 แนวโน้มการใช้พลังงานในอนาคต

พลังงาน เป็นปัจจัยหนึ่งที่อาจถือได้ว่าเป็นรากฐานแห่งการพัฒนาประเทศในหลาย ๆ ด้าน การกำหนดทิศทางในการใช้พลังงานให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก สำหรับทางเลือกในการพัฒนาด้านพลังงานในอนาคตมีดังนี้

2.5.1 แนวทางการพัฒนาแบบยั่งยืน

การพัฒนาแบบยั่งยืน (Sustainable development) เป็นแนวคิดที่สืบเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่ถูกทำลายมากขึ้น เกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างรุนแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ส่งผลกระทบต่อมนุษยชาติ องค์การสหประชาชาติได้เสนอแนวทางเพื่อขอความร่วมมือระหว่างประเทศอุตสาหกรรม ในการป้องกันดูแลรักษาและลดการทำลายสภาพแวดล้อม โดยแนวทางการพัฒนาแบบยั่งยืนนั้น มีสาระครอบคลุมตั้งแต่การลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การจัดการทรัพยากรเพื่อให้เกิดการหมุนเวียนการควบคุมประชากร การนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ และการนำทรัพยากรมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

โดยการจัดการตามแนวทางการพัฒนาแบบยั่งยืนดังกล่าว สามารถพบได้จากการผลิตพลังงานโดยใช้ระบบชีวมวล เป็นการนำเอาของเสียหรือมูลสัตว์มาแปรสภาพเป็นก๊าซหุงต้มในครัวเรือนได้ ซึ่งเป็นการนำของเหลือใช้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหนึ่งมาป้อนเป็นวัสดุ สำหรับใช้ในอีกกระบวนการหนึ่ง ซึ่งช่วยลดของเสียลงสู่สิ่งแวดล้อมได้

2.5.2 แนวทางการใช้พลังงานและเทคโนโลยีที่สะอาด

พลังงานสะอาด คือ พลังงานที่ได้มาโดยไม่ส่งผลกระทบและทำให้เกิดความสูญเสียต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อลดปัญหาด้านมลพิษต่าง ๆ เช่น การเลือกใช้พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม หรือพลังงานน้ำ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าแทนพลังงานน้ำมัน

เทคโนโลยีสะอาด คือ การพัฒนาเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีของเสียหรือมลภาวะจากกระบวนการผลิต และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เช่น การประดิษฐ์รถยนต์ ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าแทนการใช้น้ำมัน หรือการใช้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง เป็นต้น

การค้นหาพลังงานสะอาดสำหรับอนาคตได้มีการกล่าวถึง กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าจากน้ำ โดยการใช้องค์ประกอบของน้ำที่เป็นก๊าซไฮโดรเจนมาเป็นเชื้อเพลิงแทนการใช้น้ำมัน

2.5.3 แนวทางการใช้พลังงานทดแทน

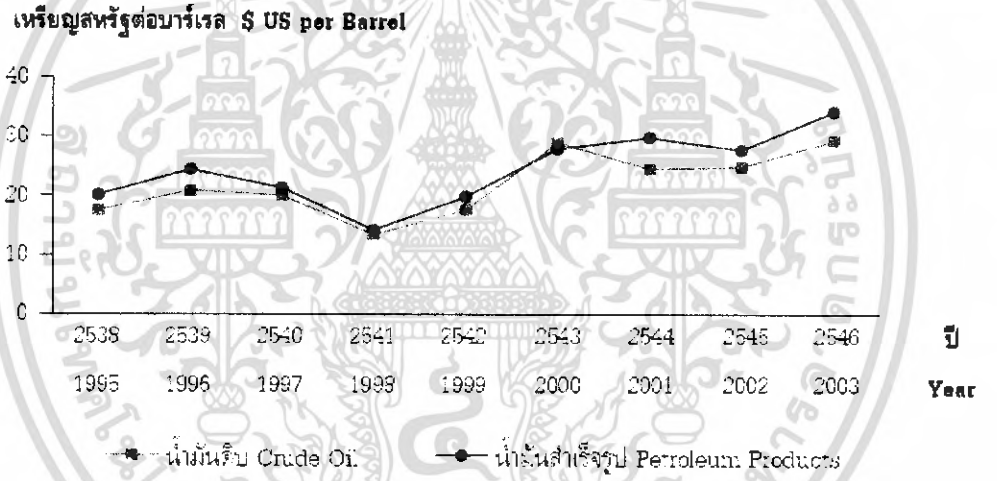
พลังงานทดแทนเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่หลายฝ่ายให้ความสนใจและมุ่งหวังให้เป็นทางเลือกแห่งอนาคต เนื่องจากพลังงานทดแทนโดยเฉพาะพลังงานจากชีวมวล เป็นแหล่งพลังงานที่อาจกล่าวได้ว่าไม่มีวันหมด ซึ่งได้มีการพัฒนาและประยุกต์ใช้วัสดุจากธรรมชาติ มาเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงาน การพัฒนาเทคโนโลยีด้านชีวมวลมีความก้าวหน้าไปมาก เห็นได้จากการนำเอาผลผลิตจากชีวมวล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายอย่างมาใช้ในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิง เช่น ข้าว แกลบ ธัญพืชต่าง ๆ เป็นต้น การผลิตไบโอดีเซล และแก๊ซโซฮอลล์ เป็นอีกหนึ่งตัวอย่างที่แสดงเห็นถึงความพยายามนำเอาพลังงานทางเลือกใหม่ ๆ มาใช้ทดแทนพลังงานน้ำมัน

2.6 ความสำคัญของการใช้พลังงานทดแทน [7]

จากปัญหาเรื่องน้ำมันในตลาดโลกมีราคาแพง และประเทศไทยต้องเสียเงินตราต่างประเทศในการนำเข้าน้ำมัน ประกอบกับอัตราการใช้น้ำมันของประเทศไทย โดยเฉพาะน้ำมันดีเซลมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว กล่าวคือ ความต้องการน้ำมันดีเซลเป็นปริมาณ 9,928 ล้านลิตร ในปี พ.ศ. 2533 และเพิ่มเป็น 18,273 ล้านลิตร ในปี พ.ศ. 2547 หรือเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเฉลี่ยร้อยละ 4.5 ต่อปี



ภาพที่ 2.6 กราฟแสดงราคาเฉลี่ยของน้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูป ปี 2538 - 2546

การส่งเสริม และสนับสนุนใช้น้ำมันจากพืชซึ่งเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่สามารถผลิตได้เองในประเทศ มาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทน เป็นการรักษาเงินตราต่างประเทศ สร้างความมั่นคงและสามารถพึ่งพาตนเองด้านพลังงานของประเทศ อีกทั้งยังช่วยสร้างตลาดที่มั่นคงให้กับผลผลิตทางการเกษตรอีกด้วย

การใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลไม่ใช่ของใหม่ มีการใช้มาตั้งแต่สมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 แต่เนื่องจากน้ำมันจากปิโตรเลียมยังมีราคาถูก และหาได้ง่าย ทำให้น้ำมันพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ได้รับความสนใจเท่าการใช้น้ำมันดีเซล หลังจากวิกฤตน้ำมันของโลกในปี พ.ศ. 2514 หรือ ค.ศ. 1971 เป็นต้นมา ได้เริ่มมีความตื่นตัว และความพยายามหาพลังงานทดแทนมาใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากพลังงานหมุนเวียน (Renewable energy) ที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น น้ำมันพืชเป็นพลังงานหมุนเวียนชนิดหนึ่งที่ได้รับการสนใจ นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลอีกครั้ง ในต่างประเทศมีการนำน้ำมันพืชต่างๆ เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันทานตะวัน และน้ำมันใช้แล้ว มาใช้ทดลองเดินเครื่องยนต์ดีเซล สำหรับประเทศไทยได้เคยมีงานวิจัยในเรื่องดังกล่าวมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 โดยทดลองใช้น้ำมันถั่วลิสง น้ำมันเมล็ดสบู่ดำ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม รวมถึงเอสเตอร์ของน้ำมันปาล์ม เป็นพลังงานทดแทนในเครื่องยนต์ดีเซล เมื่อวิกฤตน้ำมันผ่านไป ความสนใจในการวิจัยค้นหา และศึกษาความเหมาะสมในการใช้พลังงานทดแทนจากน้ำมันพืชก็ลดน้อยลง รวมถึงไม่มีการสนับสนุนงบประมาณการวิจัยในด้านนี้อย่างต่อเนื่อง ทำให้ข้อมูลการใช้น้ำมันพืชเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ดีเซลของประเทศมีจำกัด จนถึงเมื่อมีวิกฤตน้ำมันแพงอีกครั้งเมื่อกลางปี พ.ศ. 2547 ราคาน้ำมันดิบถีบตัวขึ้นสูงถึง 50 เหรียญสหรัฐต่อบาร์เรล และยังไม่มีแนวโน้มที่จะลดลงไปทำให้มีการพูดถึงการนำน้ำมันพืชมาใช้เป็นพลังงานทดแทนกันมากขึ้น ดังนั้น กระทรวงพลังงานจึงได้ปรับปรุงยุทธศาสตร์พัฒนาและส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลเสนอคณะรัฐมนตรีเห็นชอบเมื่อวันที่ 18 มกราคม 2548 ทั้งนี้ได้กำหนดเป้าหมายจะส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลเพิ่มจากวันละ 2.4 ล้านลิตร ในปี พ.ศ. 2554 เป็น วันละ 8.5 ล้านลิตรในปี พ.ศ. 2555 โดยจะร่วมมือกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กำหนดพื้นที่ปลูก จัดหาพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก และถ่ายทอดการบริหารจัดการปลูกปาล์ม ตลอดจนการพัฒนาพืชน้ำมันอื่นสำหรับในพื้นที่ไม่เหมาะสมจะปลูกปาล์มน้ำมัน เพื่อสนับสนุนนโยบายของรัฐบาลที่ประกาศให้เรื่องพลังงานทดแทนเป็นวาระแห่งชาติ

2.7 สรุป

พลังงาน เป็นสิ่งจำเป็นต่อมนุษย์ การใช้พลังงานที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องได้รับการวางแผนให้สามารถตอบสนองต่อการใช้พลังงานของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อให้เรา มีพลังงานที่เพียงพอต่อไปในอนาคตได้อย่างๆไม่ขาดแคลน การใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานหมุนเวียนนั้นเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการอนุรักษ์ และคงสภาวะของพลังงานให้อยู่ในระดับสมดุลเพียงพอต่อความต้องการพลังงานของโลก และเป็นการใช้พลังงานให้เกิดความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่สุดโดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชิงอรรถ

1. สุนทร บุญญาธิการ และคณะ . พลังงานใกล้ตัว . พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพฯ : บริษัท เฟิสท์ ออฟเซท (1993) จำกัด ,2545.
2. รายงานการสำรวจและผลิตปิโตรเลียมและการสำรวจถ่านหินประจำปี 2545 ศูนย์ข้อมูลเชื้อเพลิงธรรมชาติ กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ
3. รายงานการสำรวจและผลิตปิโตรเลียมประจำเดือนกรกฎาคมปี 2547 ศูนย์ข้อมูลเชื้อเพลิงธรรมชาติ กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ
4. ประเสริฐ เทียนนิมิตร และคณะ , เชื้อเพลิงและสารหล่อลื่น .กรุงเทพฯ . ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2521 หน้า 352
5. ข้อมูลจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
6. ข่าวสารพลังงานไทย(http://www.thaienergynews.com/words07.php วันที่ 9 กันยายน 2548)
7. สำนักวิจัย ค้นคว้าพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การศึกษาองค์ประกอบของโครงการ

3.1 การวิเคราะห์ที่มาขององค์ประกอบโครงการ

การกำหนดองค์ประกอบจากการวิเคราะห์ขอบเขตการดำเนินงานของโครงการ[1]

ตารางที่ 3.1 ขอบเขต และการดำเนินงานของโครงการ

การดำเนินงานของโครงการ	กิจกรรม	องค์ประกอบที่ต้องการ
1.รวบรวมและเผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร ประชาสัมพันธ์การอนุรักษ์พลังงานให้แก่ประชาชน รวมทั้งการรณรงค์ให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดอย่างต่อเนื่อง	-จัดนิทรรศการส่งเสริมความรู้การสาธิตแนวทาง การอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมกับส่วนภูมิภาคในด้านต่างๆแก่ประชาชนทั่วไป -จัดโครงการการอบรมกลุ่มผู้ใช้พลังงานทั่วไป นักวิชาการ อาจารย์ นักเรียน สถาปนิก ฯลฯ -จัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆในการผลิตสื่อดังกล่าว -จัดโครงการหรือกิจกรรมส่งเสริมการกระจายความรู้ที่เหมาะสมด้านเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานเชิงปฏิบัติ	-ส่วนนิทรรศการถาวร นิทรรศการหมุนเวียน -ส่วนคลังพิพิธภัณฑ์ -ห้องอบรมสัมมนา -ส่วนสำนักงาน(ฝ่ายประชาสัมพันธ์) -ลานอเนกประสงค์ -ห้องประชุม โถงเอนกประสงค์
2. ประสานงานในการฝึกอบรมบุคลากรการสัมมนาเชิงปฏิบัติและวิชาการด้านเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงาน	-ประสานงานในการจัดอบรมบุคลากรจากหน่วยงานต่างๆทั้งภาครัฐและภาคเอกชน -ให้การประสานงานด้านข้อมูล -ร่วมสัมมนาเชิงปฏิบัติการในการค้นคว้าทดลองเพื่อการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี การอนุรักษ์พลังงาน	-ส่วนสำนักงาน -โถงพักคอย -ส่วนรับประทานอาหาร -ส่วนพักผ่อนภายในและภายนอกอาคาร -ส่วนค้นคว้าทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ขอบเขต และการดำเนินงานของโครงการ (ต่อ)

การดำเนินงานของโครงการ	กิจกรรม	องค์ประกอบที่ต้องการ
3. ประสานงานด้านการให้คำแนะนำปรึกษา รวมทั้งจัดประชุม ชี้แจง การปฏิบัติโดยเฉพาะกลุ่มอาคารตาม พ.ร.บ. แก่ผู้สนใจทั่วไปและโรงงานควบคุม	-ให้คำปรึกษากลุ่มเป้าหมายในการปฏิบัติตาม พ.ร.บ. การขอรับการสนับสนุนจากกองทุนฯการผลิตและการใช้พลังงาน -เก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูลอื่นๆ ที่เป็นกรณีศึกษา	-ส่วนสำนักงาน(ฝ่ายพลังงานควบคุมและการอนุรักษ์พลังงาน) -ห้องประชุมย่อย -ส่วนนิทรรศการ ส่วนอบรมสัมมนา
4. รวบรวมและจัดทำทะเบียนข้อมูลการใช้พลังงานของโรงงานอาคารควบคุมและอาคารทั่วไป	-รวบรวมข้อมูลจากอาคารและโรงงานควบคุมเพื่อจัดทำสถิติฐานข้อมูลร่วมกับสำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน	-สำนักงาน(ฝ่ายพลังงานควบคุมและอนุรักษณ์พลังงาน ฝ่ายธุรการ)
5. เป็นส่วนประสานงานระหว่างโรงงานควบคุม และอาคารควบคุมร่วมกับส่วนกลางตามที่ พ.ร.บ. กำหนดไว้	-ประสานงานกับสำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงานด้านฐานข้อมูลและดำเนินการตาม พ.ร.บ. สำหรับอาคารและโรงงานควบคุม -ควบคุมและกำกับการอนุรักษ์พลังงานดังกล่าว	-ส่วนสำนักงาน (ฝ่ายธุรการ,ฝ่ายพลังงานควบคุมและอนุรักษ์พลังงาน -ส่วนบริการ (ยานพาหนะ)
6.ให้คำแนะนำและ ปรึกษาและช่วยประสานงานระหว่างผู้ประกอบการอุตสาหกรรม เจ้าของอาคารธุรกิจ และในอาคารของรัฐและเอกชนในภูมิภาค	-ให้คำปรึกษา,ตรวจวิเคราะห์โรงงานและอาคารควบคุมภาคสนามและอื่นๆ -ประสานงานกับกองทุนส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในการขอรับการสนับสนุนและช่วยเหลือรวมทั้งการขอลดอากรศุลกากรในการนำเข้าเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ช่วยประหยัดพลังงาน -ประสานงานภายใน จัดทำทะเบียนข้อมูลการผลิตและการใช้พลังงานของกลุ่มอาคารเป้าหมาย	-ส่วนเก็บอุปกรณ์การค้นคว้าทดสอบ และพัสดุ -ส่วนสำนักงาน (ธุรการ,พลังงานควบคุมและอาคารควบคุม) -ส่วนบริการ (ยานพาหนะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ขอบเขต และการดำเนินงานของโครงการ (ต่อ)

การดำเนินงานของโครงการ	กิจกรรม	องค์ประกอบที่ต้องการ
7. ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ช่วยประสานงานและตรวจสอบการขอใบอนุญาตผลิตหรือขยายการผลิตพลังงานควบคุมและตรวจสอบการติดตั้งและการผลิตรวมทั้งพลังงานควบคุม	-ปฏิบัติงานตามขอบเขตดังกล่าวภายในศูนย์ -ให้คำปรึกษาและประสานงานการตรวจสอบการติดตั้งและการผลิตพลังงานควบคุมนอกสถานที่	-ส่วนสำนักงาน (ธุรการเอกสาร, พลังงานควบคุม) -ส่วนบริการ (ยานพาหนะ) -ส่วนเก็บอุปกรณ์การค้นคว้าทดสอบตาม พ.ร.บ.
8. ค้นคว้าทดลองเพื่อการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานและวัสดุพลังงานในท้องถิ่นให้สามารถนำไปปฏิบัติได้ พร้อมทั้งเผยแพร่ ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคโนโลยีที่เป็นผลงานวิจัยและมีความเหมาะสมด้านการใช้งานและการลงทุนสำหรับภูมิภาค	-รับนโยบายการประหยัดพลังงานและผลการวิจัยจากสำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน เพื่อดำเนินการตามแผนงานและของบประมาณ -ออกแบบ ค้นคว้าทดลองด้านเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานและอนุรักษ์พลังงานที่เหมาะสมกับภูมิภาคทั้งในด้านการใช้งานและงบประมาณการลงทุน -จัดหาหน่วยงานผลิตผลงานเพื่อนำมาทดสอบคุณภาพให้ได้มาตรฐานหรือส่งไปทดสอบยังส่วนกลาง -ติดตามและประเมินผลการใช้งานอุปกรณ์หรือเครื่องมืออนุรักษ์พลังงาน งานดังกล่าวเพื่อรายงานต่อกรมพัฒนาพลังงานและกองทุน -นำไปจัดแสดงนิทรรศการและเผยแพร่	-ส่วนค้นคว้าทดลอง -ส่วนเก็บอุปกรณ์พื้นฐาน ในการทดสอบตามที่ พ.ร.บ. กำหนดไว้ -ส่วนสำนักงาน (ธุรการ,การเงิน ค้นคว้าทดลอง) -ส่วนบริการ (ยานพาหนะ,พัสดุ) -คลังพิพิธภัณฑ์ -ลานอเนกประสงค์ -ส่วนนิทรรศการ -ส่วนสำนักงาน (ฝ่ายประชาสัมพันธ์) -ส่วนรับประทานอาหาร -ห้องประชุมเล็ก -work shop ขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ความสัมพันธ์และความรับผิดชอบของหน่วยงานต่าง ๆ ในโครงการ

ศูนย์ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาการใช้พลังงานทดแทน มีรูปแบบของความสัมพันธ์และหน้าที่รับผิดชอบของหน่วยงานต่าง ๆ ดังนี้ [2]

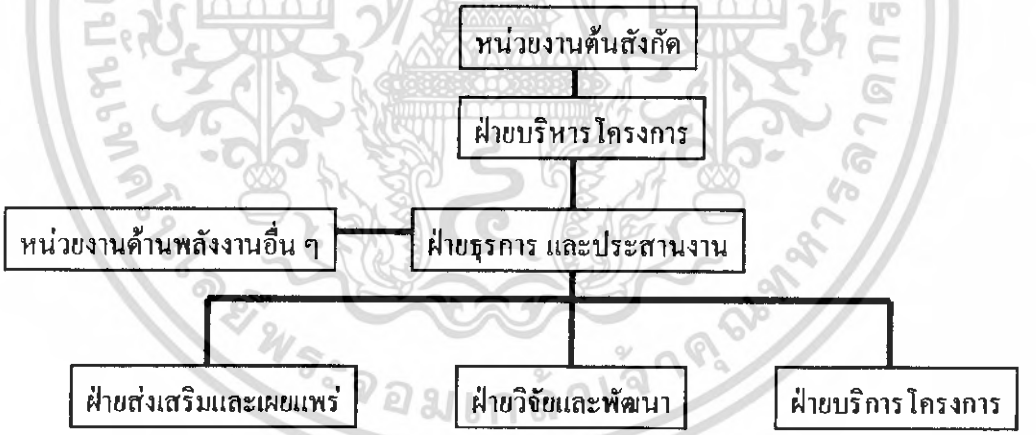
1.ส่วนบริหารโครงการ มีหน้าที่รับผิดชอบในการบริหารและจัดการ ศูนย์ฯ รวมทั้งการกำหนดแนวทางและนโยบายการบริหารจากหน่วยงานที่สังกัด อันได้แก่สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน , กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน , กระทรวงพลังงาน

2.ส่วนธุรการ มีหน้าที่รับผิดชอบต่องานธุรการรวมของศูนย์ ซึ่งควบคุมในส่วนของฝ่ายประสานงานโครงการ และการติดต่อกับหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่ มีหน้าที่รับผิดชอบงานด้านสารนิเทศ การประชาสัมพันธ์ บริการข้อมูล ทั้งในรูปแบบของห้องสมุด และข้อมูลอ้างอิงทางวิชาการในรูปแบบต่าง ๆ

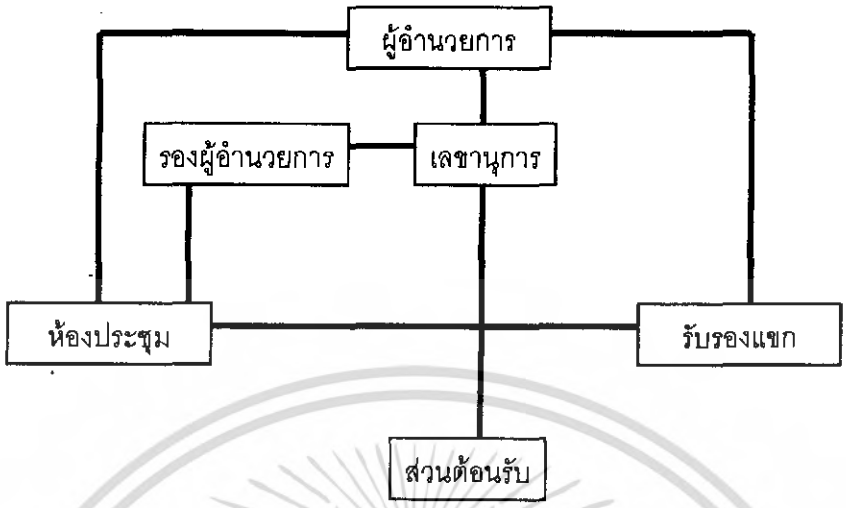
4.ส่วนวิจัยและพัฒนา มีหน้าที่รับผิดชอบในด้านการค้นคว้าและวิจัยพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ อันได้แก่ การวิจัยเชิงวิชาการ การวิจัยเพื่อการพัฒนา และการวิจัยเพื่อการประยุกต์

5. ส่วนบริการโครงการ มีหน้าที่รับผิดชอบต่อการให้บริการสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานแก่โครงการ การสนับสนุนหน่วยงานอื่น ๆ ในโครงการ

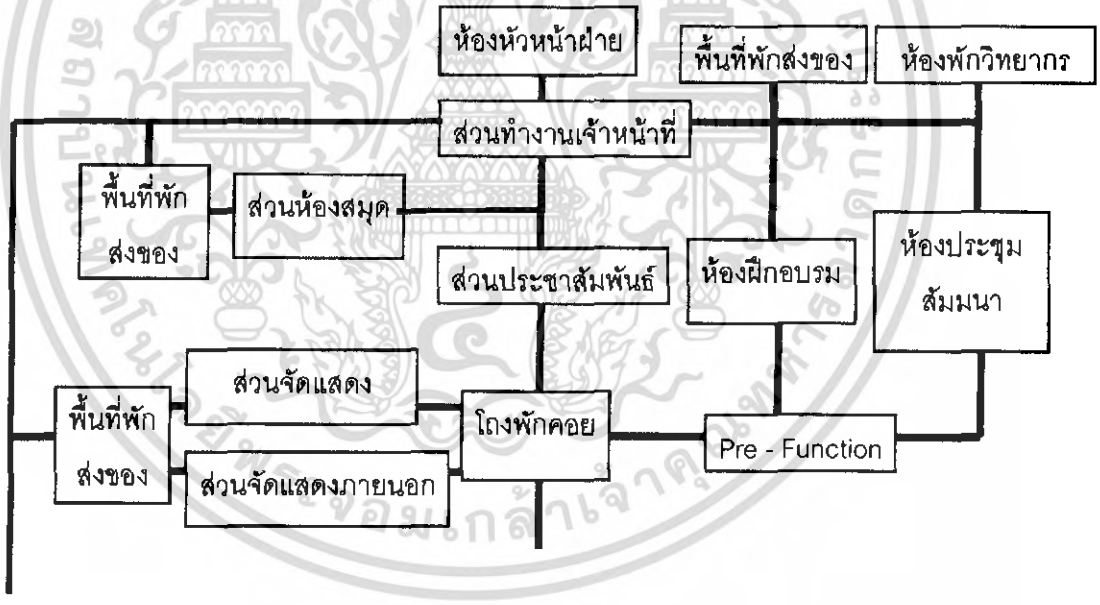


ภาพที่ 3.1 ผังแสดงความสัมพันธ์ของหน่วยงานต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

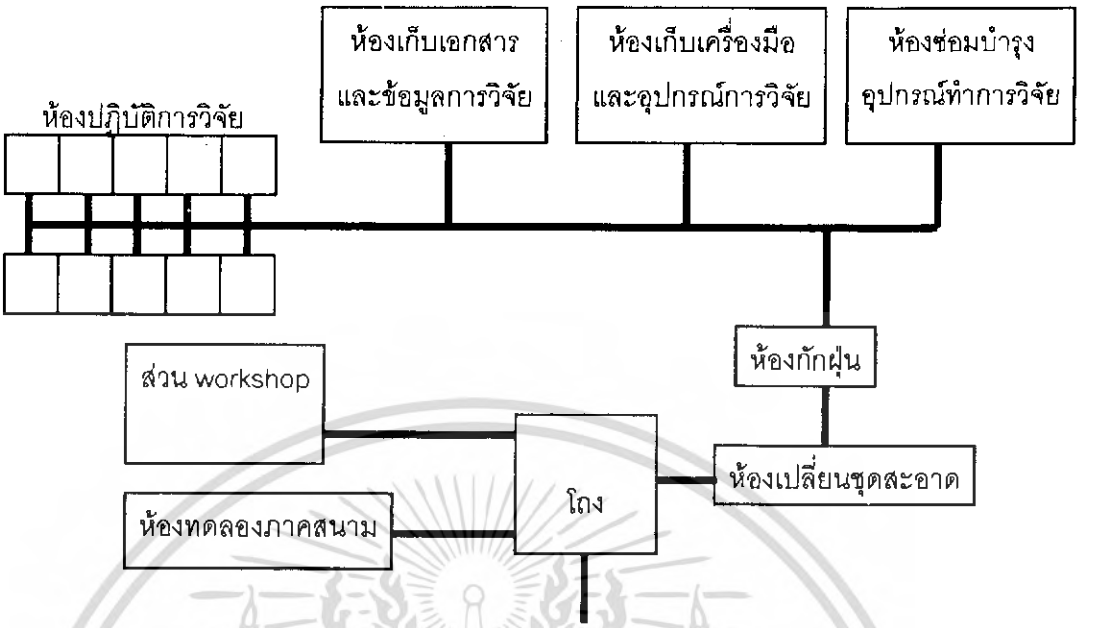


ภาพที่ 3.2 ผังแสดงความสัมพันธ์ส่วนบริหารโครงการ

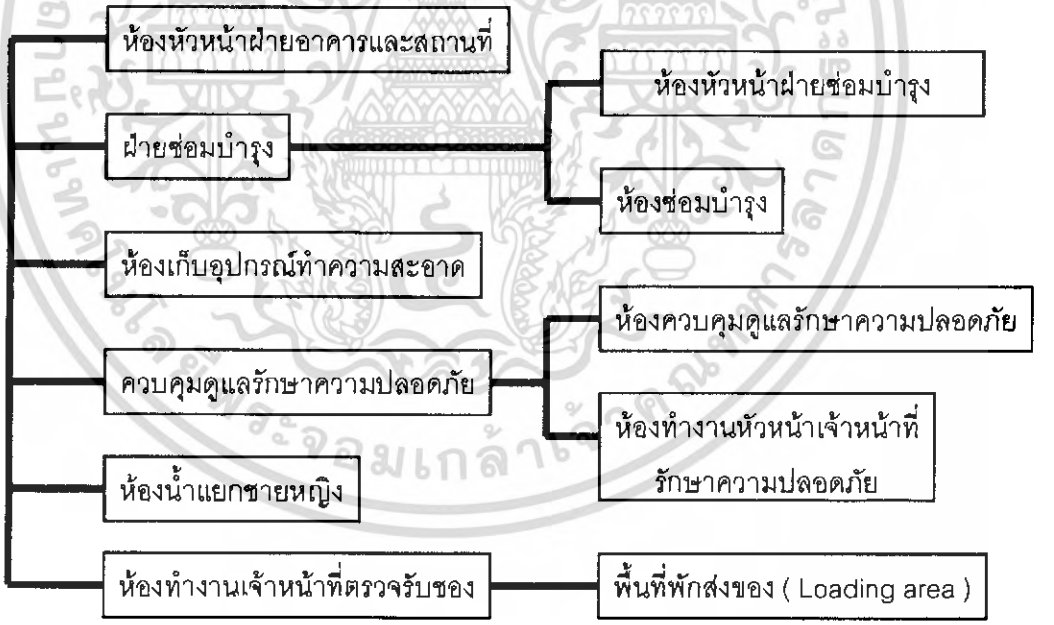


ภาพที่ 3.3 ผังแสดงความสัมพันธ์ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 ผังแสดงความสัมพันธ์ส่วนวิจัยและพัฒนา



ภาพที่ 3.5 ผังแสดงความสัมพันธ์ส่วนบริการโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การวิเคราะห์จำนวน และพฤติกรรมของผู้ใช้โครงการ

กลุ่มผู้ใช้โครงการแบ่งออกได้เป็น 5 กลุ่มได้แก่

1.เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในศูนย์

2.เจ้าหน้าที่จากหน่วยงานภายนอกที่เกี่ยวข้อง

3.นักวิจัย ซึ่งแบ่งเป็น นักวิจัยประจำศูนย์ และนักวิจัยจากหน่วยงานภายนอก

4.ผู้สนใจทั่วไป นักเรียน นักศึกษา

5.นักลงทุน และผู้ประกอบธุรกิจด้านพลังงาน

หากแบ่งตามลักษณะของพฤติกรรมที่เกิด สามารถแบ่งได้เป็น

1. ผู้ใช้บริการ หมายถึง ผู้ที่มาใช้บริการเพื่อการศึกษาค้นคว้า หรือขอใช้บริการด้านข้อมูล รวมไปถึงการเข้าเยี่ยมชมการปฏิบัติงาน การเข้ารับการสัมมนาและการฝึกอบรมทางด้านวิชาการ โดยสามารถแบ่งกลุ่มผู้ใช้ออกเป็นประเภทต่างๆได้ดังนี้

- ผู้ประกอบการด้านพลังงาน เป็นกลุ่มที่เข้ามาด้วยจุดประสงค์ทางด้านธุรกิจเป็นสำคัญ อันได้แก่การแสวงหาพลังงานใหม่ ๆ เพื่อการลงทุน การหาข้อมูลเพื่อการตัดสินใจทางธุรกิจ หรือการใช้บริการด้านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานใหม่ ๆ กับธุรกิจของตน ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาพลังงานของประเทศ และการสร้างมูลค่าทางด้านธุรกิจพลังงานของประเทศ
- นักวิจัย นักวิชาการ เป็นกลุ่มผู้ที่มีความรู้ในด้านวิชาการและการวิจัยทางด้านพลังงาน โดยทั่วไปจะมุ่งให้ความสนใจในเฉพาะส่วนที่ตนเองสนใจ มีจุดมุ่งหมายในการหาข้อมูล ค้นคว้าหลักฐานประกอบผลวิจัยและทฤษฎีต่างๆตามแนวความคิดของตนเอง เป็นกลุ่มคนที่เป็นเป้าหมายสำคัญของโครงการนี้ เพราะเป็นประโยชน์ในการวิจัยและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นในการค้นคว้าและวิจัย อันเป็นประโยชน์ในการศึกษาและวิจัยต่อไป
- นักเรียน นักศึกษา เป็นกลุ่มที่เข้ามาชมเพื่อหาความรู้พร้อมกับความสนุกเพลิดเพลิน การจัดกิจกรรมเสริมหรือการบรรยายเสริมพิเศษ จึงเป็นประโยชน์มากต่อผู้ใช้บริการกลุ่มนี้ โดยส่วนมากจะมาเป็นกลุ่มใหญ่ตามที่สถานศึกษาจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประชาชนทั่วไป ผู้ใช้บริการกลุ่มนี้มีทั้งกลุ่มผู้ที่สนใจเข้ามาศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ใช้บริการทางด้านข้อมูล เข้าเยี่ยมชมการปฏิบัติงาน รวมถึงการพักผ่อนหย่อนใจในการเข้าชมศูนย์ฯ

2. ผู้มาติดต่อ หมายถึง บุคคลที่มิได้เข้ามาใช้โครงการโดยตรง แต่มาเพียงติดต่อกับเจ้าหน้าที่ในส่วนต่างๆ เช่น เจ้าหน้าที่จากหน่วยงานด้านพลังงานอื่นๆ รวมถึงนักวิชาการ นักวิจัยที่ได้รับเชิญมาบรรยายพิเศษ ที่มาเพียงครั้งคราวเท่านั้น

3. ผู้ให้บริการ หมายถึง เจ้าหน้าที่ของโครงการ ซึ่งทำหน้าที่และให้การบริการในส่วนงานที่รับผิดชอบตามฝ่ายต่างๆ โดยสามารถแบ่งกลุ่มผู้ให้บริการออกเป็นประเภทต่างๆได้ดังนี้

- เจ้าหน้าที่ระดับบริหาร เป็นผู้ดำเนินการบริหารโครงการและบริหารงานในส่วนต่างๆให้ดำเนินไปตามแนวนโยบายของศูนย์ฯ
- เจ้าหน้าที่ทั่วไป เป็นผู้ที่ทำงานประจำตามส่วนต่างๆภายในศูนย์ฯ โดยรับคำสั่งจากเจ้าหน้าที่ระดับบริหาร
- นักวิจัยประจำศูนย์ นักวิชาการ ผู้เชี่ยวชาญจากต่างประเทศ เป็นผู้ดำเนินการทดลองค้นคว้าและวิจัยรวมไปถึงการฝึกอบรมภายในศูนย์ฯ
- ลูกจ้างประจำ เป็นผู้ที่ทางศูนย์ฯรับเข้ามาเพื่อช่วยงานด้านต่างๆภายในศูนย์ฯ คือ พนักงานห้องทดลอง พนักงานรักษาความปลอดภัย พนักงานทำความสะอาด และพนักงานในส่วนบริการโครงการอื่น ๆ

จากกลุ่มผู้ใช้งานทั้ง 3 กลุ่มสามารถจำแนกออกตามช่วงเวลาการใช้งานได้เป็น

1.ผู้ใช้งานในช่วงเวลาปกติ คือ 08.00 – 15.00 น. ได้แก่ เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในศูนย์และเจ้าหน้าที่จากภายนอก

2.ผู้ใช้งานในช่วงเวลาให้บริการ คือ 10.00 – 15.00 น. ได้แก่ ผู้สนใจทั่วไป นักเรียน นักศึกษานักลงทุน และผู้ประกอบธุรกิจด้านพลังงาน

3.ผู้ใช้งานในช่วงเวลาตลอด 24 ชั่วโมง ได้แก่ เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการโครงการ และทีมนักวิจัยในโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนผู้ใช้โครงการในแต่ละส่วนนั้น สามารถคำนวณได้ดังนี้

1.เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในศูนย์ เจ้าหน้าที่จากหน่วยงานภายนอกที่เกี่ยวข้อง และจำนวนนักวิจัย ประยุกต์ข้อมูลจากบุคลากรในสถาบันพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และกำลังอัตราพนักงานจากสำนักงานพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พื้นที่ 1 (ปทุมธานี) แบ่งได้เป็น

ผู้บริหารศูนย์	จำนวน	1	อัตรา
รองผู้บริหาร	จำนวน	1	อัตรา
เลขานุการ	จำนวน	1	อัตรา
เจ้าหน้าที่ส่วนธุรการ	จำนวน	15	อัตรา
เจ้าหน้าที่ฝ่ายประสานงาน	จำนวน	10	อัตรา
เจ้าหน้าที่ฝ่ายเผยแพร่ข้อมูล	จำนวน	20	อัตรา
เจ้าหน้าที่ส่วนห้องสมุด	จำนวน	8	อัตรา
เจ้าหน้าที่ส่วนวิจัยและพัฒนา	จำนวน	6	อัตรา
นักวิจัยประจำศูนย์ฯ	จำนวน	104	อัตรา
เจ้าหน้าที่ฝ่ายอาคารสถานที่	จำนวน	20	อัตรา
เจ้าหน้าที่ฝ่ายรักษาความปลอดภัย	จำนวน	20	อัตรา
เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการอื่น ๆ	จำนวน	10	อัตรา
รวมจำนวนอัตราเจ้าหน้าที่ประจำ		**216**	**อัตรา**
นักวิจัยจากองค์กรอื่นๆ	จำนวน	28	อัตรา
รวมจำนวนเจ้าหน้าที่ทั้งหมดที่รองรับ		**244**	**อัตรา**

2.กลุ่มผู้สนใจทั่วไป นักเรียนนักศึกษา คำนวณจากจำนวนผู้เข้าชมในโครงการที่ใกล้เคียง ในกรณีนี้ใช้โครงการพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ และอุทยานวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย มาประยุกต์หาค่าเฉลี่ย

นักเรียนนักศึกษา ที่มาเป็นหมู่คณะ	300	คน[3]
ผู้เกี่ยวข้องด้านธุรกิจพลังงาน	335	คน[4]
ผู้สนใจทั่วไป	1000	คน[5]
รวมผู้เข้าใช้บริการทั้งสิ้น	**1635**	**คน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การศึกษารายละเอียดการออกแบบแต่ละองค์ประกอบโครงการ

3.4.1การคำนวณหาพื้นที่ห้องปฏิบัติการแสงอาทิตย์ (Solar Energy Laboratory)

เนื่องจากการทดลองด้านพลังงานแสงอาทิตย์มีการส่งเสริมและสนับสนุนอยู่ในปัจจุบัน ดังนั้นการหาพื้นที่จึงต้องทราบลักษณะและขนาดของเครื่องมือที่ใช้ในขบวนการทดลอง

ในการหาพื้นที่ในการทดลองด้านพลังงานแสงอาทิตย์ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการหาพื้นที่จาก

1. เนื้อที่เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลอง
2. กำหนดจำนวนเครื่องมือและอุปกรณ์จากอัตรากำลังของบุคลากร

การทดลองทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์ จำเป็นต้องมีการทดลองภายในห้องทดลอง (Indoor Laboratory) และที่ลานทดลองการแจ้ง (Outdoor Laboratory) ควบคู่กันไป ด้วยเหตุที่ว่า การประกอบอุปกรณ์ติดตั้งพร้อมกับแผงพลังงานแสงอาทิตย์แล้วนำมาทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมือนั้น การทดสอบจะใช้เฉพาะลานทดสอบกลางแจ้ง (Outdoor Laboratory) แต่การพัฒนาเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นจำเป็นที่จะต้องสร้างองค์ประกอบและตัวแปรต่างๆ ขึ้นแล้วนำมาทดสอบเพื่อดูประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ ซึ่งขั้นตอนนี้นั้นไม่สามารถทำการทดสอบได้ที่ลานทดลองกลางแจ้ง แต่มักจะทำในห้องปฏิการเครื่องมือ หรือใช้คอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนช่วยเหลือ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าห้องทดลอง (Indoor Laboratory)มีความจำเป็นในการทดสอบเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของอุปกรณ์เครื่องมือพลังงานแสงอาทิตย์เช่นกัน

Solar Energy Indoor Laboratory มีอยู่ 2 ประเภท คือ

1. Solar Thermal Process
2. Solar Voltaic Process

1.Solar Thermal Process เป็นขบวนการทดลองทางด้านการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อน แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1.1 ศึกษาทางด้านการทำงานและปฏิกริยาของอุปกรณ์ เป็นการศึกษาทั้งระบบ คือ ระบบของอุปกรณ์ เช่นการหาค่าดัชนีการทำงานและการตอบสนองของอุปกรณ์ทำความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ คำนวณหาค่า Input และ Output ออกมาทั้งระบบ

1.2 การศึกษาทางด้าน Plus Efficiency ของอุปกรณ์ คือ เป็นการศึกษาถึงประสิทธิภาพของส่วนประกอบแต่ละตัวในระบบ เช่นการหา Plus Efficiency ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ทำความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ก็ต้องหาค่าประสิทธิภาพต่าง ๆ ของแต่ละส่วนประกอบออกมา เช่น Collector , Storage , Piping ฯลฯ

2. Solar Voltaic Process เป็นขบวนการทดลองทางด้านการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ศึกษาเกี่ยวกับทางด้านอุปกรณ์และแผงโซล่าเซลโดยตรง

3.4.2 **การหาองค์ประกอบใน** Indoor Laboratory

จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ ที่สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (A.I.T) ได้ให้ความเห็นว่า Solar Energy Indoor Laboratory เป็น ห้องทดลองพื้นฐานของเครื่องกลในการวิจัย และเครื่องมือพื้นฐานที่ขาดมิได้ คือ

1. อุปกรณ์ทดสอบทางด้านสภาพสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal conduction instrument)

2. อุปกรณ์การทดสอบทางด้านสภาพสัมประสิทธิ์การพาความร้อน (Thermal convection instrument)

3. อุปกรณ์ทดสอบทางด้านสภาพสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน (Natural radiation instrument)

อุปกรณ์เครื่องวัดต่างๆที่จำเป็นแบ่งเป็น

1. เครื่องมือที่มีลักษณะเป็น Portable instrument เช่น

1.1 เครื่องมือวัดทางการไฟฟ้า Volt Meter, Amp Meter

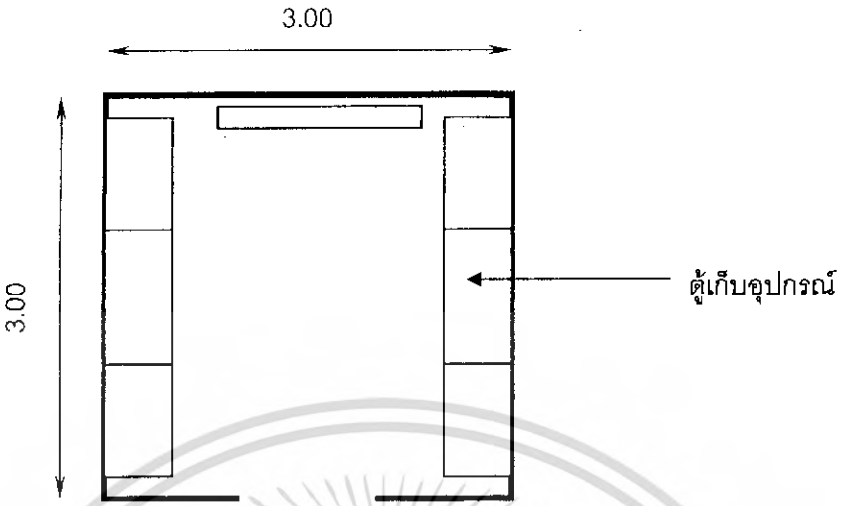
1.2 เครื่องมือวัดทางกลศาสตร์ Pressure torque force, Temperature flow rate speed

2.เครื่องมือที่ซับซ้อนมีลักษณะเป็นอุปกรณ์ติดตั้งกับที่ ซึ่งชนิดของเครื่องมือนี้จะขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของศูนย์วิจัยนั้น ๆ เช่น Test bed หรืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์อื่น ๆ

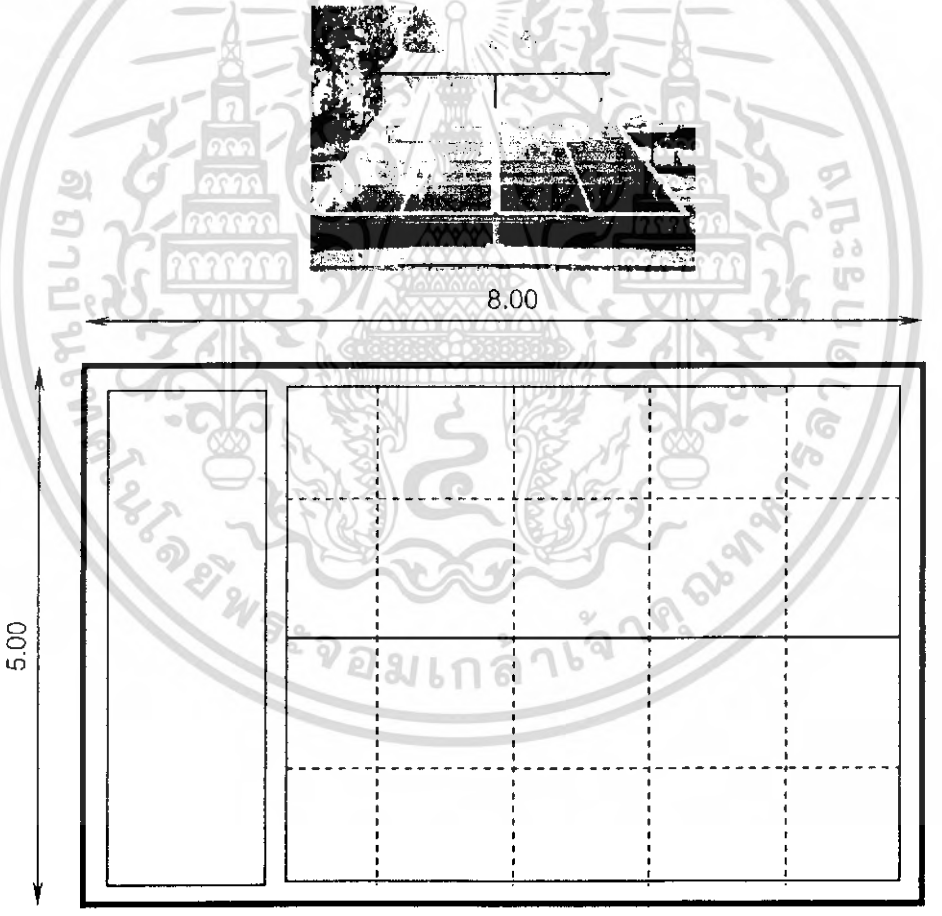
อุปกรณ์การวัดทางกลศาสตร์และไฟฟ้า มีขนาดเล็กพอจะจัดออกไปใช้ภายนอกได้สะดวก เนื้อที่ในการเก็บเครื่องมือวัดเหล่านี้ใช้ไม่มากนัก จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ที่ทำงานด้านนี้พบว่าห้องเก็บเครื่องมือประเภทนี้มีขนาดประมาณ 9 ตารางเมตรเป็นอย่างน้อย โดยประกอบด้วย ตู้เก็บอุปกรณ์ หรือ แผงติดข้างผนังสำหรับอุปกรณ์ขนาดเล็ก เป็นต้น

ส่วนอุปกรณ์ Test bed มักจะอยู่ในส่วนทดลองกลางแจ้ง หากจะเก็บเมื่อไม่ใช้งาน ก็จะพื้นที่ต่างกันไปตามลักษณะของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 แสดงการจัดห้องเก็บอุปกรณ์ Portable instrument



ภาพที่ 3.7 แ สดงการเตรียมพื้นที่อุปกรณ์ ประเภท Test bed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Solar simulator

เนื่องจากการพัฒนาอุปกรณ์และวัสดุเทคโนโลยีแสงอาทิตย์ มีอุปสรรคที่สำคัญประการหนึ่ง คือ ต้องทำการทดสอบกลางแจ้ง แต่ความเข้มของแสงอาทิตย์เปลี่ยนแปลงตลอดวันและตามฤดูกาล การทดสอบอุปกรณ์และวัสดุที่เวลาแตกต่างกันจึงให้ผลต่างกัน เพราะสภาพที่เปลี่ยนแปลงไปของแสงอาทิตย์ การเปรียบเทียบกันจึงเป็นไปได้ยาก นอกจากนั้นการทดสอบต้องหยุดการทดลองในเวลากลางคืนและเวลาที่มีฝนตก เป็นผลให้ยืดเวลาการทดสอบนานขึ้น

ในการทดสอบมาตรฐาน เช่น การทดสอบตัวรับรังสีแผ่นราบตามมาตรฐานของ ASHRAE 93 – 77 กำหนดค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ไม่ต่ำกว่า 630 วัตต์ / ตร.ม. และมีค่าคงที่สภาวะดังกล่าวมีช่วงเวลาสั้นในธรรมชาติ การทดสอบให้เป็นไปตามข้อกำหนดจึงเป็นไปได้ยากและใช้เวลานาน

ระบบแสงอาทิตย์เทียม (Solar simulator) จึงเข้ามามีบทบาทในการช่วยให้กำเนิดแสง ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นรังสีได้ใกล้เคียงกับแสงอาทิตย์ สามารถควบคุมความเข้มให้อยู่ในระดับที่ทำได้ตลอดทั้งวัน จึงลดระยะเวลาในการทดสอบ ทำให้การทดสอบสามารถกระทำได้ภายใต้สภาวะแสงเหมือนกัน การเปรียบเทียบผลการทดสอบจึงมีค่าของผลการทดสอบที่ใกล้เคียงกัน และสามารถใช้สร้างมาตรฐานอุปกรณ์ และวัสดุเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ได้

สำหรับห้องพลังงานแสงอาทิตย์เทียม (Solar simulator room)นั้น ตัวระบบแสงอาทิตย์เทียมประกอบด้วยหลอดไฟ 200 หลอด หลอดไฟเหล่านี้จัดอยู่บนระนาบห่างกันเป็นระยะ 26 เซนติเมตร (จุดศูนย์กลางระหว่างหลอด) ระบบแสงอาทิตย์เทียมที่สมบูรณ์จะให้ลำแสงสม่ำเสมอบนพื้นที่อย่างต่ำ 4 ตารางเมตร สามารถขยายหรือลดพื้นที่โดยการเพิ่มหรือลดจำนวนของหลอดไฟ

การกำหนดเนื้อที่ห้อง

1. พื้นที่วางแผงอุปกรณ์พลังงานที่เพียงพอแก่การทดสอบ	20	ตารางเมตร
2. พื้นที่การวางอุปกรณ์การทดสอบ + ตู้เก็บของ	4	ตารางเมตร
3. พื้นที่สำหรับนักวิจัย 2 คน	12	ตารางเมตร
รวม พื้นที่	36	ตารางเมตร
พื้นที่สัญจร 30%	10.8	ตารางเมตร

∴ **พื้นที่ของห้องวิจัย** Solar simulator = 36+10.8 = 46.8 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่3.2 แสดงผลสรุปพื้นที่ใช้สอยส่วนทดลองด้านพลังงานแสงอาทิตย์

ลำดับที่	ชื่อห้อง	งานทดสอบ	พื้นที่ (ตร.ม)
1	ห้องทดสอบพื้นฐาน		
	1.1 Thermal Conduction Test	ทดสอบการนำความร้อน	9
	1.2 Thermal Convection Test	ทดสอบการพาความร้อน	9
	1.3 Natural Radiation Test	ทดสอบการแผ่รังสีความร้อน	9
	โต๊ะทำงาน 3 ที่ (วิศวกร 2 ตำแหน่ง ช่างเขียนแบบ 1 ตำแหน่ง)		4 x 3 = 12
	รวมพื้นที่จัดวางครุภัณฑ์		27 + 12 = 39
	Circulation 30 %		11.7
	รวม		50.7
2	ห้อง Solar simulator	ทดสอบในกรณีที่ต้องการความแน่นอน ในกรณีที่ไม่สามารถควบคุมแสงอาทิตย์ควบคุมดูแล	46.8
3	Electronic RM.	ซ่อมและพัฒนาเครื่องมือทาง Electronic	16
	1. เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า		
	2. นักเทคนิค 2 ตำแหน่ง		
	3. เครื่องมือวัดทาง Electronic		
4	ห้องเก็บเครื่องมือ	เก็บอุปกรณ์เครื่องวัดทางกลศาสตร์	16
	- เก็บเครื่องมือทางกลศาสตร์		
5	ห้อง Control และ Computer		12
	- โต๊ะทำงาน 2 ตำแหน่ง พร้อมเครื่อง COMPUTER		
6	Prefabricated room	ประกอบติดตั้งแผง Solar Cell กับอุปกรณ์ติดตั้ง	36
	- ประกอบติดตั้งอุปกรณ์		
	แผง Solar Cell		
	- Test Collector	Test ใน Indoor Lab ก่อนยกไปติดตั้งOutdoor Lab	
	- Test Solar Cell		
	- Test Engine		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 **ส่วนปฏิบัติการวิจัยด้านพลังงานแสงอาทิตย์**

เป็นการศึกษาหารูปแบบของการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ โดยการทดลอง ปรับปรุงพัฒนา และคิดค้นระบบ การปฏิบัติการวิจัยจะมุ่งศึกษาระบบ แผงรับความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar collector) และ แผงรับความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า (Solar cell) รวมทั้งรูปแบบต่าง ๆ ของการใช้งานจากแสงอาทิตย์ ส่วนของพื้นที่ปฏิบัติการวิจัยจะแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบใหญ่ ๆ คือ

- ส่วนปฏิบัติการพลังงานแสงอาทิตย์
- ส่วนปฏิบัติการวิจัยเซลล์แสงอาทิตย์

รายละเอียดองค์ประกอบของส่วนปฏิบัติการวิจัย 2 ส่วนมีดังนี้

<u>ส่วนปฏิบัติการวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์</u>

วิจัยถึงการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งาน คิดค้นสิ่งประดิษฐ์และเครื่องมือหรืออุปกรณ์ในด้านต่างๆ อาทิ เครื่องกลั่นน้ำ , เครื่องอบข้าว เป็นต้น วิจัยระบบต่างๆ เพื่อพัฒนาการนำมาใช้ องค์ประกอบของส่วนนี้จะประกอบด้วย

1. ห้องปฏิบัติการ (Research Laboratory)

อุปกรณ์ที่ใช้มีขนาดใหญ่และติดตั้งตายตัวอยู่กับที่ ลักษณะการจัดการหรือการจัดผังห้องจะจัดให้เครื่องมือที่มีขนาดใหญ่อยู่รอบห้อง ส่วนกลางห้องจะจัดเป็นโต๊ะสำหรับปฏิบัติงานเพราะเครื่องมือดังกล่าว แต่ละชิ้นมีขนาดไม่เท่ากัน และระบบการทำงานแตกต่างกัน การจัดอุปกรณ์ขนาดใหญ่ไว้กลางห้องจะดูเกะกะไม่เรียบร้อย ทำงานไม่สะดวก อีกทั้งการจัดการระบบอำนวยความสะดวกอื่น ๆ เป็นไปอย่างยากลำบากและไม่ประหยัดพลังงาน แต่ในกรณีที่ห้องมีการเปิดรับแสงธรรมชาติสำหรับห้องทดลองก็จะสามารถกระทำได้ง่าย การจัดระบบนี้จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานเคลื่อนไหวได้สะดวกและห้องปฏิบัติการมีพื้นที่ใช้งานกว้างเหมาะแก่การระบายอากาศ

อุปกรณ์ภายในห้อง ประกอบด้วย

- โต๊ะปฏิบัติการทดลอง
- โต๊ะสำหรับวางอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่ 1.00 x 2.00 ม. ตั้งติดผนัง
- ระบบอำนวยความสะดวก ท่อน้ำใช้ , ท่อระบายน้ำทิ้ง , ปลั๊กไฟ และถ้าเป็นไปได้ควรติดตั้งระบบปรับอากาศเพื่อรักษาสภาพเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โต๊ะวางเครื่องมือ

2. ห้องมืด (Dark Room)

เป็นการปฏิบัติการเรื่องแสง โดยมีการวิจัยเซลล์กับแสงอาทิตย์จำลอง จึงต้องป้องกันแสงภายนอกเข้ามารบกวน ส่วนมากนิยมใช้ผนังสีดำ และต้องมีการปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศ อุปกรณ์ภายในห้องมืด ประกอบด้วย

- เครื่องทำแสงอาทิตย์เทียม (Solar Simulator) ขนาดเล็ก 1 ตัวติดกับผนัง
- โต๊ะปฏิบัติการ ขนาด 1.00 x 2.00 ม. จัดอยู่ 2 ข้างผนังห้องซึ่งผู้ปฏิบัติการทดลองสามารถทำงานสะดวก ในกรณีที่ต้องใช้งาน 2 กลุ่ม
- ตู้เก็บอุปกรณ์ เครื่องมือ
- บริเวณวางแผงเซลล์อาทิตย์
- อุปกรณ์อำนวยความสะดวก เช่น ปลั๊กไฟ , ก๊อกไฟ , และท่อระบายน้ำ
- อุปกรณ์เครื่องวัดต่างๆ ที่ใช้ภายในห้องมืดที่มีขนาดเล็ก สามารถตั้งบนโต๊ะปฏิบัติการได้

3. ห้องเก็บเครื่องมือ (Instrument)

จำเป็นต้องมีการปรับอากาศ และระบายอากาศที่ดี เพราะเครื่องมือวัดบางชนิดมีความละเอียดสูง ต้องการความแน่นอนและมีปฏิกริยาต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ง่าย นอกจากนี้ยังสามารถรักษาสภาพเครื่องไม่ให้ฝุ่นเกาะได้ เครื่องมือที่เก็บ เช่น

- เครื่องมือวัดต่างๆ เกี่ยวกับ อุณหภูมิ , การไหล , ความเร็วลม , ความดัน เป็นต้น เป็นเครื่องมือขนาดเล็กสามารถนำติดตัวไปได้
- เครื่องมือวัดชนิดละเอียด
- โต๊ะวางเครื่องมือ
- ตู้เก็บเครื่องมือ
- บริเวณเก็บแผง Solar Cell ประมาณ 4 ตร.ม. (ขนาดของแผง 1 ชุด ขนาด 1.80 x 1.50 ม. โดย 1 ชุดมี 4 แผงย่อย)

4. ส่วนบริการและซ่อมบำรุง (Service & Maintenance)

เป็นส่วนผลิต , ซ่อมอุปกรณ์ เช่น แผงรับแสงอาทิตย์ (Solar Collector) ประกอบด้วย

- ส่วนเก็บเครื่องมือ
- โต๊ะปฏิบัติการ จัดวางอยู่ชิดผนัง 2 ด้านขนาด 0.90 x 2.00 ม.
- บริเวณวางแผงรับแสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องขัด 1.60 x 1.60 (พ.ท.ทำงาน)
- พ.ท. เก็บวัสดุ
- บริเวณเชื่อมเหล็ก ประมาณ 4 ตร.ม.

ในกรณีจะทำชิ้นส่วนขนาดใหญ่ นอกจากแผงแล้ว จะไปปฏิบัติงานในโรงงาน เพราะเครื่องมือโดยมากในส่วนนี้จะเป็นเครื่องมือขนาดเล็ก

<u>ส่วนปฏิบัติการทดลอง – วิจัย เซลล์แสงอาทิตย์</u>

ส่วนวิจัยเรื่องเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นส่วนการวิจัยที่มีองค์ประกอบในการทำงาน โดยเฉพาะการจัดวางผังของปฏิบัติการ ที่จะต้องดำเนินตามวิธีการหรือขั้นตอนในการปฏิบัติงาน โดยคำนึงถึงความสะดวกของเจ้าหน้าที่ และ การบริการต่างๆ เช่น การเดินท่อ การขนส่งอุปกรณ์ เป็นต้น

ส่วนปฏิบัติการวิจัยเซลล์แสงอาทิตย์นี้จะมีเจ้าหน้าที่ประจำอยู่ เพื่อปฏิบัติการตามขบวนการต่างๆ โดยประมาณ 3 คน ซึ่งจะต้องเป็นผู้ที่มีความชำนาญงาน ได้ผ่านการฝึกอบรมแล้วเป็นอย่างดี เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ที่บอบบาง จึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ ส่วนจำนวนนักวิจัยจริงๆนั้น โดยมากไม่สามารถที่จะกำหนดตายตัวได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ เช่นกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโครงการงานวิจัยที่ถูกกำหนดขึ้นมา ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าขนาดของงานวิจัยแต่ละงานย่อมแตกต่างกันออกไป จากการสอบถามนักวิจัย จากสถาบันพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งกำลังดำเนินการวิจัยเรื่องเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ จึงพอกำหนดได้ว่าโดยทั่ว ๆไป งานวิจัยจะมีนักวิจัยเพียง 2- 3 คน นอกจากจะเป็นโครงการพิเศษที่มีขนาดใหญ่จริงๆหรือกรณีพิเศษที่มีการร่วมมือกับนักวิชาการจากภายนอก แต่ก็เป็นเพียงช่วงระยะเวลาการทำงานตามโครงการนั้นๆ บางครั้งบางคราว แต่การดำเนินงานวิจัยจริงๆ นักวิจัยประจำ 2-3 คนก็เป็นการเพียงพอ

ส่วนปฏิบัติการทดลอง – วิจัย เซลล์แสงอาทิตย์นี้จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1. ห้องเก็บแก๊ส(Gas Storage Room)
2. ห้องเครื่อง(Mechanical & Service Room)
3. ห้องปฏิบัติงานแก้วและโลหะ(Glass & Metal Workshop)
4. ห้องเก็บอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ห้องมืด(Dark Room)
6. ห้องเตรียม(Preparation Room)
7. ห้องสร้างหน้ากาก (Mask Room)
8. ห้องเตาแพร่สาร(Diffusion Furnace Room)
9. ห้องประกอบ(Assembly or Prefabrication Room)
10. ห้องวัดคุณภาพ(Measurement or Testing Room)
11. ห้องกักฝุ่น(Ante Room)
12. ห้องเปลี่ยนชุดสะอาด
13. ห้องเก็บเครื่องมือ (Instrument)

<u>รายละเอียดเกี่ยวกับองค์ประกอบ</u>

1.ห้องเก็บแก๊ส(Gas Storage Room) ใช้เก็บถังแก๊สที่จะนำไปใช้ในส่วนต่างๆ ได้แก่ แก๊สนำพาและเป่าแห้งในงานเชื่อมและต่อแก้ว เช่น แก๊สออกซิเจน , ไนโตรเจน , มีเธน เป็นต้น และแก๊สเหลวอันได้แก่ Liquid Nitrogen ซึ่งใช้กับ Diffusion Pump และงานทดลองที่อุณหภูมิต่ำ ลักษณะของห้องเก็บแก๊สต้องสะดวกในการขนถ่ายแก๊ส มีระบบระบายอากาศที่ดีภายในห้องต้องใช้วัสดุทนไฟ พร้อมทั้งระบบป้องกันไฟไหม้ ตำแหน่งของห้องเก็บแก๊สควรอยู่ใกล้ห้องเครื่อง

2.ห้องเครื่อง(Mechanical & Service Room) เป็นห้องจ่ายแก๊สไปยังห้องปฏิบัติการทดลองต่างๆ อันได้แก่ ห้องเตาแพร่สาร ห้องสร้างหน้ากาก ห้องมืดสำหรับถ่ายรูป ห้องเตรียม และห้องซ่อม-สร้าง โดยภายในห้องจะประกอบด้วย

- เครื่องทำออกซิเจนบริสุทธิ์
- เครื่องทำไนโตรเจนบริสุทธิ์
- แก๊สบริสุทธิ์สำหรับใช้เตาแพร่ซึม
- Pressure Air (เครื่องอัดอากาศ)
- Vacuum Pump (ทำงานตลอด 24 ชม.)
- ถังแก๊สไนโตรเจนและออกซิเจน

เนื่องจากอุปกรณ์ภายในห้องเครื่อง ขณะทำงานจะเกิดเสียงอันเป็นการรบกวนแก่ผู้ปฏิบัติงานในบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นควรจะแยกเป็นสัดส่วน ไม่ให้เสียงเล็ดลอดออกไป ทำความรำคาญและควรจัดวางตำแหน่งให้สะดวกในการขนแก๊สมาจากห้องเก็บแก๊สด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ห้องปฏิบัติงานแก้วและโลหะ(Glass & Metal Workshop) เป็นบริเวณสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น ทำแผงสำหรับใส่เซลล์แสงอาทิตย์ เป็นต้น ซึ่งแบ่งบริเวณทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ

- Glass work shop ใช้เป่าเป็นแก้วทำเป็นกะเปาะสำหรับใส่สารหรือท่อนำแก๊ส
- *Pyrex เป็นแก้วที่ไม่ต้องการอุณหภูมิสูงนักในการเป่า*
- Quartz เป็นแก้วบริสุทธิ์ ทนทาน ต้องใช้อุณหภูมิสูงในการเป่า
- Metal Workshop เป็นโรงงานโลหะขนาดเล็ก ใช้สร้างส่วนประกอบต่างๆ ในการทดลองอุปกรณ์ที่ใช้ได้แก่ เครื่องมือลับ , เจาะ , ตัด , กลึง ขนาดเล็ก

อุปกรณ์ภายในห้องปฏิบัติการงานแก้วและโลหะนี้ประกอบด้วย

- ชุดเครื่องมือสำหรับเป่าแก้ว ซึ่งใช้แก๊ส
- ตู้เก็บเอกสารและเครื่องมือ
- โต๊ะปฏิบัติการพื้นเรียบ
- อ่างล้างมือ
- ตู้เก็บยาและอุปกรณ์พยาบาล

ข้อที่ควรคำนึงในการออกแบบ

- มีแสงสว่างเพียงพอ
- มีการระบายอากาศที่ดี
- ป้องกันเสียงรบกวนอันเกิดจากการปฏิบัติงาน
- ทำความสะอาดได้ง่าย

4.ห้องเก็บอุปกรณ์ (Storage Room) ใช้เก็บสารเคมี, แอลกอฮอลล์, น้ำยาล้างฟิล์ม, แอมโมเนีย, อาซิโทน ห้องเก็บสารจะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิภายในห้อง และมีช่องระบายอากาศสำหรับผนัง พื้นห้องควรใช้วัสดุที่ทนกรดได้ดี สำหรับช่องเปิดต่างๆ ควรกรองแสงด้วยการติดฟิลม์กรองแสง หรืออย่างอื่นเนื่องจากสารบางชนิดไวต่อแสงมาก

ตำแหน่งของห้องควรจัดวางให้ใกล้กับห้องมืดและห้องเตรียม เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้

5.ห้องมืด(Dark Room) ลักษณะเหมือนห้องมืด Photo Lab โดยทั่วไปภายในห้องติดไฟแสงสีแดงเพราะต้องใช้สารไวแสง มีระบบน้ำใช้และน้ำทิ้งที่ดี ห้องมืดนี้จะใช้ในการถ่ายรูปทำหน้ากาก (mask) ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กล้องย่อภาพ (Reduction camera)
- อ่างล้างมือ
- โต๊ะ (เคาน์เตอร์) ปฏิบัติงาน

ประตูห้องควรจะทำให้มีขนาดใหญ่ เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายกล้อง และเนื่องจากห้องมืดต้องป้องกันแสงสว่างจึงต้องปิดช่องแสงต่างๆ อย่างดี ดังนั้นจึงต้องใช้ระบบปรับอากาศ

6.ห้องเตรียม (Preparation Room) เป็นห้องที่ใช้เตรียมวัสดุต่างๆ ได้แก่ การฝนผิวสารกึ่งตัวนำ (Lapping) ตัดแผ่นซิลิกอนออกจากแท่งผลึก ขัดผิวสารกึ่งตัวนำขั้นละเอียด (Polishing) ตัดหน้ากาก ลอกผังหน้ากากบนแผ่นไมลา

อุปกรณ์ภายในห้องประกอบด้วย

- โต๊ะเตรียมแผง หรือ แผ่นซิลิกอน
- ตู้เก็บเครื่องมืออุปกรณ์
- โต๊ะปฏิบัติการทั่วไปขนาด 1.00 × 2.00
- ตู้ดูดควัน และตู้ปฏิบัติการสารเคมี
- Chemical Vapor & Composition Apparatus
- ใช้ทำขึ้นอีออกไซน์ของดีบุก
- เครื่องทำน้ำสะอาด (Water Demonizing System) เป็นเครื่องกรองน้ำเพื่อกำจัด ไอออน ออกให้มากที่สุด นอกจากจะใช้ในห้องเตรียมสารเองแล้ว ยังส่งน้ำไปยังห้องสร้างหน้ากาก และห้องเตาแพร่สารด้วย

ภาพที่ 3.8 แสดงชนิดของสารกึ่งตัวนำที่ใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.ห้องสร้างหน้ากาก (Mask Room) ใช้ในการลอกลาย (Photolithography) ปฏิบัติการเคลือบน้ำยาลงบนแผ่นซิลิกอน อบน้ำยา ฉายภาพหน้ากากลงบนแผ่นซิลิกอน เคลือบน้ำยาและล้างน้ำยาจากส่วนผิวซิลิกอน สำหรับห้องสร้างหน้ากากนี้ต้องมีการควบคุม อุณหภูมิ ความชื้น ฝุ่น แสง เป็นอย่างดี ภายในห้องจะใช้ไฟสีเหลือง ซึ่งไม่มีแสงอุลตร้าไวโอเลต (U.V.) อุปกรณ์ภายในห้องจะประกอบด้วย

- เครื่องถ่ายแบบหน้ากาก (Mask Aligner) ซึ่งขับเคลื่อนอากาศ ใช้ถ่ายแบบเพื่อเปิดหน้าต่างอีออกไซน์สำหรับการแพร่ซึม และการทำผิวสัมผัส
- เครื่องเคลือบน้ำยา (Spinner)
- ตู้เย็นสำหรับเก็บสารเคมีและสารไวแสง
- ตู้อบ (Baking Oven)
- Clean Bench
- ตู้ดูดควัน ซึ่งระบายอากาศเสีย
- เครื่องดูดความชื้น
- ตู้เก็บหน้ากากและแผ่นอุปกรณ์

8.ห้องเตาแพร่สาร (Diffusion Furnace Room) ใช้ในการแพร่สารเจือจาง สร้างออกไซด์ตรงรอยต่อระหว่างโลหะและสารกึ่งตัวนำ สร้างซิลิกอนชนิดอีพีแทกเซียล เคลือบผิวสารกึ่งตัวนำด้วยโลหะ สำหรับห้องเตาสารแพร่สารจะต้องจัดเตรียมท่อระบายอากาศขนาดประมาณ 20 x 25 ซม. ไว้ 2 ท่อ สำหรับระบายอากาศร้อนธรรมดา 1 ท่อ และท่อที่ระบายอากาศเสียจากสารเคมีอีก 1 ท่อ สำหรับท่อระบายไอเสียควรทำด้วย Stainless Steel หรือวัสดุที่ทนต่อสารเคมี ภายในห้องประกอบด้วย

- เตาแพร่สาร (Diffusion Furnace) ซึ่งจะใช้แก๊สไนโตรเจนและออกซิเจน ในการทำงานจะระมัดระวังมาก เช่น ต้องใช้ตู้อบสำหรับป้องกันฝุ่น ต้องสวมถุงมือขณะทำงาน เนื่องจากสารเคมีที่ใช้มีความรุนแรงมาก อีกประการหนึ่งคือ ต้องมีระบบไฟเสริม กรณีไฟดับ เพราะเตาแพร่สารต้องทำงานติดต่อกัน ห้องเตาแพร่สารจะต้องมีการควบคุมความสะอาดอย่างดีที่สุด และ ต้องควบคุมอุณหภูมิภายในห้องด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ห้องประกอบ(Assembly or Prefabrication Room) หลังจากปฏิบัติการจากเตาแพร่สารก็จะนำมาประกอบเป็นเซลล์ และตกแต่งให้เรียบร้อยก่อนนำไปทดสอบ อุปกรณ์ประกอบด้วย

- เครื่องทำสุญญากาศ (Vacuum Evaporator)
- เครื่องกรีดผลึก (Scriber)
- เครื่องตัดผลึก (Wafer)
- เครื่องขัด – ผงผลึก (Lapping and polishing Machine)
- กล้องจุลทรรศน์กำลังสูง (High Power Microscope) ใช้ตรวจดูรายละเอียดของโครงสร้างสิ่งประดิษฐ์
- โต๊ะปฏิบัติการพื้นเรียบ
- Die Bonding Machine

การปฏิบัติการส่วนใหญ่เป็นการเชื่อมเซลล์ลงบนฐาน ต่อลาดระหว่างจุดต่างๆ ของเซลล์กับฐาน ห้องประกอบก็ต้องการความสะอาดมากเช่นกัน และควรควบคุมอุณหภูมิด้วย

10. ห้องวัดคุณภาพ (Measurement of Testing Room) ใช้ตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพของเซลล์ที่ทำการผลิต วัดความลึกของรอยต่อต่างๆ ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

- เครื่องตรวจคุณสมบัติ (Probing Machine) ใช้วัดความต้านทานจำเพาะ
- เครื่องแสงอาทิตย์เทียม (Solar Simulator) ขนาดเล็ก
- โต๊ะปฏิบัติการสเปคตรัม มีผ้าสีดำคลุมใช้งานเพื่อป้องกันแสง
- เครื่องกัดกร่อนผลึก (Grooving Machine) ใช้กัดร่องผลึกเพื่อวิเคราะห์ความลึกของรอยต่อ
- Interferometer
- โต๊ะปฏิบัติการทั่วไป พื้นเรียบ ใช้ตั้งเครื่องมือตรวจสอบ

ห้องตรวจประสิทธิภาพนี้ ต้องสามารถควบคุมแสงได้ ควรทำเป็นลักษณะห้องมืด มีการควบคุมอุณหภูมิ และความสะอาดมากเป็นพิเศษ

11. ห้องกักฝุ่น (Ante Room) เนื่องจากการปฏิบัติการเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์ต้องการความสะอาดสูง ดังนั้นก่อนที่จะผ่านเข้าไปในส่วนปฏิบัติการจึงจำเป็นต้องมีห้องก่อนเข้าไปเพื่อป้องกันฝุ่น โดยห้องทุกห้องจะมีการระบายฝุ่นตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ต้องมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การระบายความร้อนโดยใช้น้ำ เพื่อให้เครื่องสามารถทำงานได้ ห้องกักฝุ่นจะมีบริเวณสำหรับเปลี่ยนรองเท้า

12. ห้องเปลี่ยนชุดสะอาด สำหรับเจ้าหน้าที่หรือบุคคลที่จะเข้าไปยังห้อง เตาแพร่สาร ห้องประกอบ ห้องทดสอบ และห้องสร้างหน้ากาก ซึ่งเป็นห้องที่ต้องการความสะอาดสูงในการทำงาน จึงจำเป็นต้องมีห้องเปลี่ยนชุดสะอาด โดยเป็นห้องที่จะมีชุดขาวให้ใส่คลุม มีหมวกใส่และรองเท้าเปลี่ยน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เข้าไปในห้องปฏิบัติการสะอาดปราศจากฝุ่น ห้องนี้จะติดอยู่กับห้องกักฝุ่นซึ่งหลังจากการเปลี่ยนชุดเสร็จก็ต้องผ่านห้องกักฝุ่นแล้วจึงเข้าสู่ห้องปฏิบัติการ แต่สำหรับเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติการในส่วนอื่นอาจไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนชุด นอกจากต้องการความมีระเบียบ

นอกจากส่วนประกอบเหล่านี้แล้วก็มีส่วนประกอบที่สำคัญ ซึ่งทุกๆ ห้องจะขาดเสียไม่ได้คือ

- อ่างน้ำ (Sink) สำหรับล้างเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือล้างมือ
- ตู้เก็บเครื่องมือ (Tool) ทั่วๆไป เช่น คีมจับ กุญแจเลื่อน เป็นต้น ตู้เหล่านี้ จะติดตั้งผนังบริเวณโต๊ะปฏิบัติการเพื่อความสะดวกในการใช้
- หัวจ่ายแก๊ส 3 หัว ได้แก่ Vacuum, Nitrogen, Compressor Air

3.4.4 WIND TECHNOLOGY INDOOR LABORATORY

เนื่องจากห้องทดลองทางด้านพลังงานลมยังเป็นของใหม่ที่ใช้ทดลองกันในประเทศไทย ดังนั้นอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจึงยังไม่ครบที่จะทำให้ถ่ายรูปออกมาประกอบได้ เท่าที่ศึกษามาพบว่ามีใช้กันอยู่ 2 แห่ง คือที่ A.I.T. และคณะพลังงานและวัสดุ เทคโนฯ (บางมด) ซึ่งห้องทั้งสองแห่งเครื่องมือในการทดลองก็ยังมีใช้ไม่สมบูรณ์ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาและยึดถือขนาดของห้องทดลองด้านพลังงานลมขนาดมาตรฐาน จากหนังสือ "Building planning for Education, Culture & Science "ซึ่งจะใช้ขนาดของห้องและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทดลองอย่างครบครัน

3.4.5 *การวิเคราะห์หาพื้นที่ในการทดลองเรื่องวัสดุพลังงาน*

เนื่องจากโครงการ เป็นศูนย์ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาการใช้พลังงานทดแทน การออกแบบอาคารจึงต้องให้ตอบสนองประโยชน์ใช้สอยของผู้ใช้อาคาร ตลอดจนพฤติกรรมและความต้องการของผู้ใช้อาคาร โดยแบ่งงานทดลองในส่วนนี้ออกเป็น 2 ส่วน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ห้องเตรียม
2. ห้องปฏิบัติการทดลองด้านพลังงาน

จากสถานการณ์ปัญหา และลู่ทางในการตอบสนองความต้องการพลังงานในประเทศไทย หนทางหนึ่งที่สามารถนำเอาสิ่งสูญเสียและ สิ่งที่เหลือใช้ (Waste) จากการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มาใช้ให้เป็นประโยชน์แทนที่จะถูกเผาทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งนอกจากจะสูญเสียเปล่าแล้วยังก่อให้เกิดมลภาวะทำลายสภาพแวดล้อมได้อีกด้วย

ห้องปฏิบัติการทดลองตั้งขึ้น เพื่อที่จะนำเอาวัสดุพลังงานมาวิเคราะห์หาลู่ทางในการนำกลับมาใช้ใหม่เป็นพลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) โดยนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในลักษณะของพลังงานความร้อนที่ได้จากก๊าซ อันเกิดจากการหมักและจากการเผาไหม้

แนวทางในการกำหนดพื้นที่ใช้สอย

1. ศึกษาทางด้านลักษณะการใช้สอย
2. จำนวนพฤติกรรมของผู้ใช้
3. อุปกรณ์และครุภัณฑ์
4. ความต้องการพื้นฐาน

แหล่งวัสดุที่นำมาเป็นพลังงาน ได้แก่

<u>ชีวมวล</u>

1. เศษพืชหรือวัสดุเหลือทิ้งหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งมีอยู่กระจัดกระจายทั้งในไร่นา สวนและป่า ในโรงงาน เช่น โรงเลื่อย โรงสี เป็นต้น
2. วัชพืช ขึ้นอยู่ทั่วไปในพื้นที่เพาะปลูกหรือในพื้นที่ไม่ได้ทำการเพาะปลูก
3. สิ่งที่เหลือหรือสูญเสีย จากโรงงานอุตสาหกรรม
4. ขยะมูลฝอย
5. มูลสัตว์ สิ่งปฏิกูลบางชนิด
6. ต้นไม้ประเภทที่โตเร็ว

<u>ถ่านหิน</u>

<u>หินน้ำมัน</u>

ลักษณะการใช้สอย ส่วนนี้เป็นส่วนที่ใช้วิเคราะห์ทางด้านพลังงานจากวัสดุเหลือใช้ ลักษณะของการทดสอบ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน

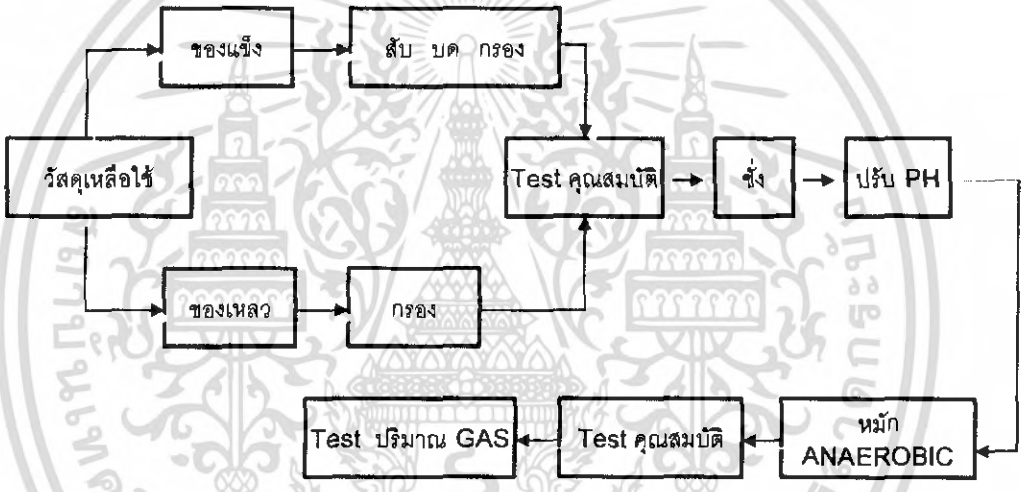
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทดสอบในห้องปฏิบัติการภายในอาคาร (Indoor Lab)

ในส่วนนี้ทดสอบในห้องปฏิบัติการซึ่งมีเครื่องมือและอุปกรณ์พร้อม การทดสอบส่วนใหญ่ใช้ในการทดลองขนาดเล็ก หาปริมาณก๊าซ ที่เกิดจากการหมักในระบบ Anaerobic contact แล้ววัดค่าหาปริมาณก๊าซมีเทน

2. ทดสอบในพื้นที่จำลองขนาดเล็ก (Pilot scale)

การทดลองในส่วนนี้เป็นการทดสอบ โดยตั้งอุปกรณ์และเครื่องมือแบบติดตั้งใช้งานจริงแต่จำลองขนาดเล็ก การทดสอบ ดำเนินการเหมือนการทดลองในห้องทดลอง แต่มีการวัดปริมาณก๊าซที่ได้แน่นอน



ภาพที่ 3.9 แสดงขั้นตอนการทดลองด้านวัสดุพลังงาน

<u>กรรมวิธีในการหมักวัสดุเหลือใช้เพื่อให้ได้ก๊าซชีวภาพ</u> แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. การเตรียมวัตถุดิบ แบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1.1 การสับ เป็นการตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ พอที่จะเข้าเครื่องบดได้

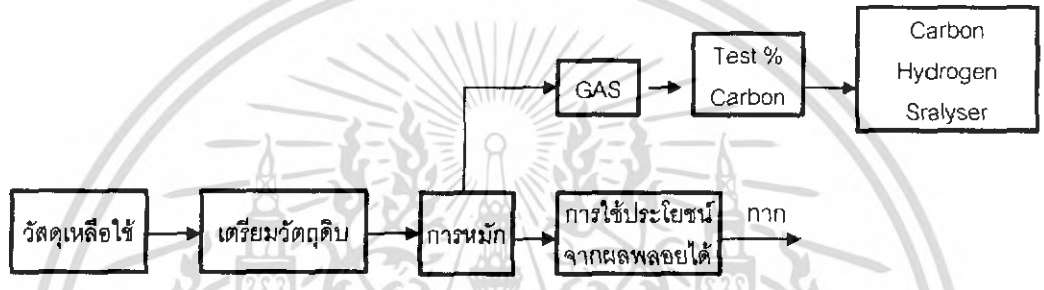
1.2 การบดเป็นการบดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบด การบดจะทำเป็นครั้งๆ จะได้น้ำข้น ซึ่งอาจมีกากชิ้นใหญ่ปนติดอยู่

1.3 การกรองด้วยตะแกรงหยาบ เพื่อแยกกากชิ้นใหญ่ออกก่อนจะป้อนเข้าระบบกำจัดเพื่อป้องกันการอุดตันของเส้นท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การหมัก ระบบที่ใช้เป็นระบบ ANAEROBIC CONTACT ซึ่งเป็นแบบที่ประสิทธิภาพสูง เนื่องจากมีการหมุนเวียนของแบคทีเรียในระบบ

3. การใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้ ระบบการหมักจะให้ผลพลอยได้ที่สำคัญ 2 อย่าง คือ ก๊าซชีวภาพและน้ำทิ้งจากระบบก๊าซชีวภาพ นอกจากจะเป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มต่างๆ หรือใช้ในการผลิตไอน้ำ ยังสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์สันดาปภายใน (Internal Combustion Engine) ได้อีกด้วย ส่วนน้ำทิ้งจากระบบนั้นสามารถใช้เป็นปุ๋ยได้อย่างดี จากนั้นจึงประเมินคุณค่าของแก๊สชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์ที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 3.10 แสดงขั้นตอนการหมักวัตถุดิบ

ก๊าซชีวภาพที่ได้ นำไปวิเคราะห์หาปริมาณ โดยเข้าเครื่องวัด ซึ่งมีถังก๊าซ อยู่ 3 ชนิด คือ N_2 , O_2 ,H_2 การใช้งานสามารถจุดไฟติดได้เลยหลังจากได้ก๊าซมีเทนบริสุทธิ์ เปลวไฟที่ได้เป็นเปลวสีน้ำเงิน ซึ่งไม่มีเขม่า

รวมพื้นที่ ส่วนเตรียมวัสดุพลังงานที่เหลือใช้ = 20+20=40 ตร.ม.

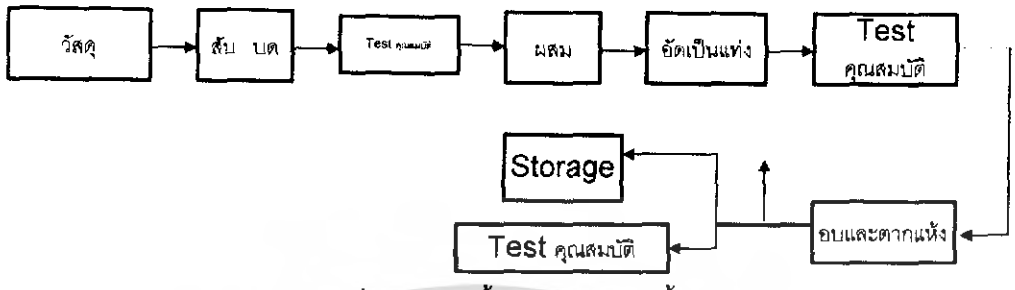
ห้องเก็บเครื่องทดลอง = 12 ตร.ม.

พื้นที่ส่วนทดสอบ (ใช้ร่วมกับการอัดแท่งเชื้อเพลิง)

จากการศึกษาพบว่า เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองนั้นเป็นเครื่องมือที่ถูกพัฒนามาตลอดเวลาเพื่อให้ได้ค่าตัวเลขที่มาตรฐานแน่นอน อุปกรณ์ที่เกิดขึ้นใหม่จึงมีขึ้นเสมอๆ ตามเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเรื่อยๆ การออกแบบจึงต้องเผื่อพื้นที่ที่จะติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดใหม่ๆ ที่จะมีขึ้นมาไว้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิงจากชีวมวลบางชนิด

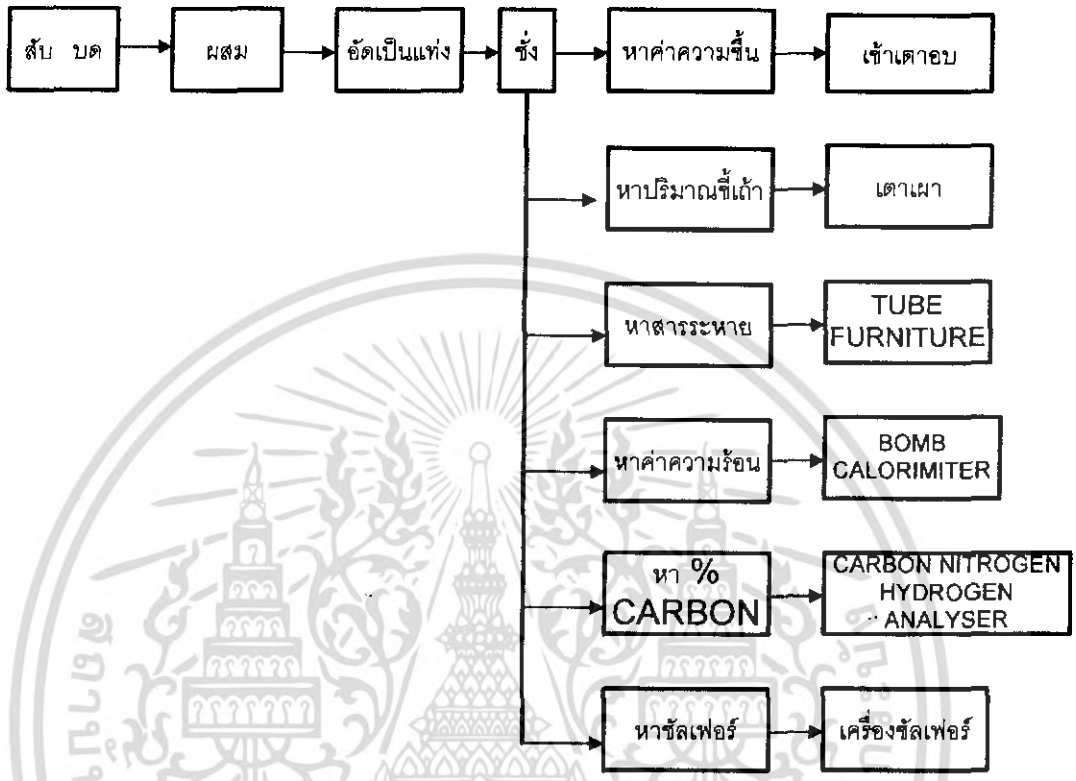


ภาพที่ 3.11 แสดงขั้นตอนการอัดแท่งเชื้อเพลิง

1. ทำการผสมเศษวัสดุเกษตรที่สับแล้ว เช่น แกลบ กากอ้อย ซังข้าวโพด ฯลฯ กับตัวเชื่อมประสาน เช่น กากส่าเหล้า กากน้ำตาล ฯลฯ แล้วหาอัตราส่วนที่เหมาะสม
2. ทำการอัดแท่งด้วยเครื่องอัดแบบสกรูขนาดเล็ก
3. นำไปตากแห้งหรืออบด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์หรือตู้ไฟฟ้า
4. ทำการวิเคราะห์หาคุณภาพทั่วไปของเชื้อเพลิง ประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนใน Indoor Lab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทดสอบ หาค่าความร้อนและคุณสมบัติ



ภาพที่ 3.12 แสดงขั้นตอนการทดสอบค่าความร้อนของวัสดุ

1. หลังจากทดสอบ เก็บข้อมูลนำมาค้นคว้าต่อไป การใช้งานจริงจากวัสดุเป็นแท่ง
2. เก็บไว้ใน คลังวัสดุ เพื่อส่งจ่ายให้หน่วยงานรัฐนำไปทดลองใช้ คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 16 ตร.ม.(มีชั้นวางเรียงเก็บวัสดุพลังงาน)

พื้นที่ส่วนอัดเป็นแท่ง = 36 ตร.ม. (20 + 16 = 36 ตร.ม.)

พื้นที่ส่วนทดสอบ = 30 ตร.ม.

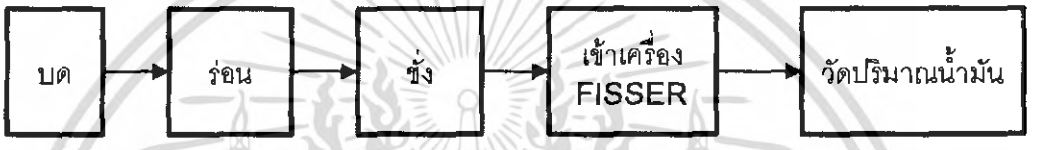
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องปฏิบัติการทดลองด้านวัสดุพลังงาน

จากการสำรวจแหล่งพลังงานของประเทศพบว่า ประเทศไทยมีทรัพยากรทางพลังงานที่สำคัญอยู่ไม่น้อย เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน หินน้ำมัน ฯลฯ การวิจัยทางด้านวัสดุพลังงานของโครงการศูนย์ฯนี้ มีจุดประสงค์และขอบเขตการทดลอง เพื่อหาค่าปริมาณน้ำมันที่มีอยู่ในหินน้ำมันจากแหล่งต่างๆ ที่ขุดพบและการหาคุณภาพของถ่านหินที่ขุดพบในประเทศไทย

หินน้ำมัน

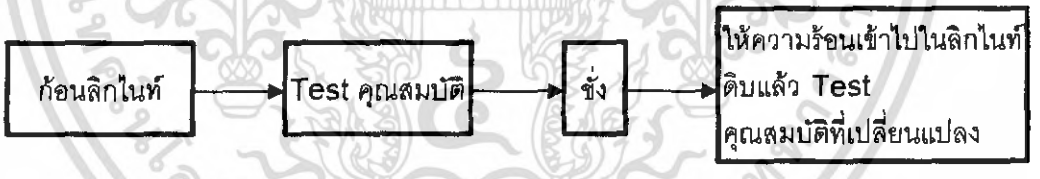
รูปแบบการปฏิบัติการในห้องทดลอง



ภาพที่ 3.13 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติการทดลองด้านหินน้ำมัน

ถ่านหินลิกไนท์

รูปแบบการปฏิบัติการในห้องทดลอง



ภาพที่ 3.14 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติการทดลองด้านถ่านหิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 สรุปเครื่องมือในการทดลองด้านวัสดุพลังงานของเหลือใช้และวัสดุพลังงาน (เป็นเครื่องมือขั้นพื้นฐานที่จำเป็นในการทดลอง)

ลำดับที่	ชื่อเครื่องมือ	งานทดลอง	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)
1	เครื่องบด	นำวัสดุจากแหล่งต่างๆมาบดให้ละเอียดเพื่อลดปริมาณ	3
2	ถังพักน้ำ	ถังทรงกระบอกพร้อมเครื่องกวน	2
3	ถังหมัก	ถังทรงกระบอกมีฝาปิดมิดชิดพร้อมเครื่องกวนจุ 10 ลบ.ม.	-
4	ถังตกตะกอน	ถังสี่เหลี่ยมก้นกรวยจุ 1	2
5	ถังเก็บแก๊ส	ถังทรงกระบอกคว่ำอยู่บนถังน้ำ	
6	เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง	อัดเป็นแท่งสะดวกในการทดลอง	2
7	เครื่องชั่ง Electric Analytical Balance	ชั่งวัสดุพลังงานเพื่อเก็บข้อมูลไว้เปรียบเทียบ	1
8	เตาอบ	หาค่าความชื้นในวัสดุพลังงาน	1
9	เครื่อง Bomb Calorimeter	หาค่าความร้อน (Heat of Combustion) ของวัสดุพลังงาน	1
10	เตาเผา Combustion Furnaces	หาค่าขี้เถ้าจากวัสดุพลังงาน	1.5
11	เครื่อง Carbon & Hydrogen Analyzer	หา% Carbon ที่ประกอบเป็นวัสดุพลังงาน	1
12	Flume hood	ใช้ในการทดลองกรณีมี ก๊าซพิษที่เป็นอันตรายต่อการสูดดม	2
13	Fissure	ทดลองหาส่วนผสมของหินน้ำมัน	1
14	เครื่อง Volatile meter	หาปริมาณส่วนผสมของสารระเหย	2
15	Gas Chromatography	หาปริมาณแก๊สที่มีอยู่ในขณะเผาไหม้	2. 5
16	เครื่องมือวิเคราะห์หาปริมาณกำมะถัน	หาปริมาณแก๊สซัลเฟอร์	1
17	เซนติฟิว	เครื่องแยกตะกอน Automatic	1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 การวิเคราะห์หาพื้นที่ในส่วนบริการอื่น ๆ

<u>การเลือกระบบบริการด้านโภชนาการ</u>

ระบบบริการทางด้านอาหารโดยทั่วไป แบ่งพิจารณาออกได้เป็น 4 ระบบใหญ่ ๆ คือ

1.<u>แบบจัดเป็นร้านอาหาร</u> คือ การจัดแบ่งบริเวณจำหน่ายร้านอาหารภายในห้องอาหารออกเป็นร้านๆ แต่ละร้านจะมีบริเวณประกอบอาหาร และบริเวณขายอาหารของตนเอง การให้บริการอาหารโดยวิธีสั่งอาหารแล้วจะมีบริการจัดส่งอาหารได้ถึงที่

ตารางที่ 3.4 เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของการจัดร้านอาหารแบบร้านแยกส่วน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. สามารถเลือกสั่งอาหารได้โดยไม่ต้องรอต่อแถว	1. ลำบากในการสั่งอาหาร
2. บริการส่งถึงโต๊ะ	2. เลือกที่นั่งลำบาก
3. การชำระเงินครั้งเดียว	3. ยุ่งยากในการสั่งอาหาร
4. แต่ละร้านรับผิดชอบความสะอาดบริเวณตนเอง 5. มีการแข่งขันในด้านการบริการและคุณภาพ	4. การชำระเงินยุ่งยาก 5. การบริการไม่สะดวก อาจช้าและมีการหลงลืม
	6. ยุ่งยากในการเก็บภาชนะ
	7. แย่งกันจำหน่ายอาหาร
	8. ต้องใช้บริการมาก

<u>สรุป</u> การบริการโดยวิธีนี้ จะสะดวกเมื่อมีจำนวนร้านน้อยและผู้ใช้บริการน้อย

2.<u>แบบจัดขายเป็นช่อง ๆ</u> คือ การจัดแบ่งเป็นบริเวณจำหน่ายอาหารภายในห้องอาหารออกเป็นช่อง ๆ อาหารที่จำหน่ายเป็นอาหารสำเร็จเรียบร้อยแล้ว อาจจะมีที่ประกอบอาหารเล็กๆน้อยๆ เช่น ที่สำหรับอุ่นอาหาร และมีบริเวณล้างจานอยู่ด้านหลังของช่องจำหน่ายอาหาร การใช้บริการระบบนี้ จะต้องช่วยตัวเอง คือ เดินซื้ออาหารและชำระเงินที่แคชเชียร์แล้วจึงยกถาดไปยังโต๊ะเครื่องปรุง รับช้อนส้อม แก้วน้ำแล้วจึงเลือกหาที่นั่งรับประทาน เมื่อรับประทานเสร็จต้องนำภาชนะและเครื่องใช้ไปวางไว้ยังที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของการจัดร้านอาหารแบบขายเป็นช่อง

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เลือกซื้อได้ตามต้องการ	1. เสียเวลาเดิน
2. ชำระเงินได้ทันที	2. วุ่นวายตอนชำระเงิน
3. เลือกที่นั่งได้ตามต้องการ	3. เกิดความวุ่นวาย เพราะต่างเดินเลือกซื้ออย่างอิสระ
4. ทุกร้านค้ารับผิดชอบร่วมกัน	4.ลำบากในการถืออาหารหลายอย่าง
5. ไม่มีการแข่งขันเรื่องคุณภาพ และราคา	5. ยุ่งยากในการจัดเก็บภาชนะ
6. ไม่ต้องมีพนักงานเสิร์ฟ	

สรุป วิธีนี้เหมาะกับผู้ใช้บริการที่มีจำนวนมาก และมีความต้องการอาหารที่แตกต่างกัน ไม่ต้องเสียเวลาเข้าแถว และสะดวกในการหาที่นั่ง มักจะใช้มากในรูปแบบศูนย์อาหารตามศูนย์การค้าต่าง ๆ

3.แบบคาเฟทีเรีย เป็นระบบบริการอาหารแบบที่ทุกคนต้องช่วยเหลือตัวเอง โดยจัดเป็นเคาน์เตอร์จำหน่ายอาหาร ผู้ใช้บริการต้องเข้าแถวเดินไปรับอาหารจากเคาน์เตอร์เริ่มจากตอนต้นเคาน์เตอร์ ไปสิ้นสุดที่แคชเชียร์ชำระเงิน

ในคาเฟทีเรีย จะมีเคาน์เตอร์เสิร์ฟอาหาร ซึ่งจะกั้นแยกส่วนระหว่างครัวกับส่วนรับประทานอาหาร การบริการอาหารเป็นแบบผูกขาดทุกอย่าง

ตารางที่ 3.6 เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของการจัดร้านอาหารแบบคาเฟทีเรีย

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ไม่เปลืองแรงงาน ใช้คนเสิร์ฟอาหารน้อย	1. คุณภาพอาหารอาจต่ำ เพราะเป็นการผูกขาด
2. เป็นการเตรียมอาหารไว้ล่วงหน้า	2. เสียเปรียบด้านราคาอาหาร
3. ให้ผู้ใช้บริการช่วยตนเอง	3. เสียเวลาเข้าคิว
4. เป็นมารยาทในสังคม 5. สะดวกในการชำระเงิน	4. ผู้บริการต้องตักอาหารให้ทันและชำนาญ ไม่เช่นนั้นจะเสียเวลา
6. ประหยัดเวลา	5. คนคิดเงินจะต้องชำนาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป ระบบบริการแบบคาเฟทีเรียเป็นการประหยัดเวลา แรงงาน สะดวกสบายแก่ทุกคน โต๊ะอาหารไม่เกะกะ นอกจากโต๊ะวางภาชนะเครื่องปรุง เป็นวิธีที่เหมาะสมในห้องอาหาร เพื่อบริการแก่ผู้มาใช้บริการ รวมทั้งเจ้าหน้าที่ด้วย

4.แบบ Canteen การบริการอาหารแบบ Canteen ไม่มีการจำหน่ายอาหารหนักเป็นเวลา แต่เป็นอาหารว่างจำหน่ายได้ตลอดวัน จะมีที่ขายอาหาร เช่น น้ำอัดลม มีอุปกรณ์ที่สามารถปรุงอาหารง่ายๆ

บริเวณที่นิยมจัด - มุมหนึ่งของห้องอาหาร

- ตามจุดต่างๆ ของสถานที่
- ตามจุดพักผ่อนของผู้ใช้บริการ

การจัดโต๊ะอาจใช้โต๊ะที่สามารถเก็บพับได้ วางไว้เป็นจุดๆ อาจมีร่มไว้บังแดด

ตารางที่ 3.7 เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของการจัดร้านอาหารแบบCanteen

ข้อดี	ข้อเสีย
1. สามารถบริการอาหารได้ตลอดวัน	1. ไม่มีการแข่งขันในด้านการบริการ เพราะในสถานที่หนึ่ง ๆ เจ้าของบริการมีเจ้าของเดียว เป็นเอกเทศอาจทำให้ราคาอาหารสูงกว่าปกติ
2.ผู้บริการได้รับความสะดวกในการสั่งอาหารมารับประทานโดยไม่ต้องเสียเวลายืนรอคอย	2. ผู้ใช้บริการมีจำนวนมาก อาจจะทำให้ผู้บริการบริการแก่ผู้ใช้บริการไม่ทันและอาจเกิดความวุ่นวายได้
3. สามารถตั้งหน่วยบริการได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร	3. ประเภทของอาหารมีจำนวนให้เลือกน้อย

สรุป การบริการแบบ CANTEEN เหมาะกับสถานที่ที่บุคลากรมีเวลาพักไม่พร้อมกัน เช่น สถานที่หรือโรงเรียนในระดับอุดมศึกษาซึ่งมีนักศึกษาในระดับนี้เวลาพักไม่เป็นเวลา และเลิกเรียนไม่พร้อมกัน เมื่อผู้ใช้บริการมีเวลาว่าง ต้องการรับประทานอาหารก็สามารถสั่งอาหารมารับประทานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตัวอย่างการจัดระบบการบริการในโภชนาการทั้ง 4 แบบ ที่ได้กล่าวมาแล้ว เมื่อพิจารณาศึกษาข้อเท็จจริงของจำนวนผู้ใช้ห้องอาหารและระยะเวลาของผู้ใช้ เราสามารถจะเลือกระบบการจัดการบริการที่สามารถสนองตามความต้องการได้ดีที่สุด คือ การจัดแบบระบบคาเฟทีเรียตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของห้องอาหาร

ตำแหน่งของห้องอาหารไม่จำเป็นจะต้องอยู่ศูนย์กลาง แต่ควรอยู่ในตำแหน่งที่ทุกคนสามารถไปถึงได้อย่างสะดวก ทั้งจากส่วนอำนวยการ จากห้องนิทรรศการ จากห้องสมุด ห้องบรรยาย ศูนย์วิจัย เป็นต้น ส่วนโภชนาการนี้จะต้องอยู่ในทำเล ที่เหมาะสมในการรับประทานอาหารและพักผ่อนคลายอารมณ์จากความตึงเครียด และต้องเพียงพอที่จะจัดให้มีการบริการได้อย่างสะดวก

สำหรับหลักในการพิจารณาเลือกที่ตั้งของห้องอาหาร สามารถแยกพิจารณาได้เป็นข้อๆดังนี้

1.ข้อพิจารณาในการเลือกสถานที่ตั้งของครัว

1.1 ควรตั้งห่างจากบริเวณที่ผู้ชมส่วนใหญ่ผ่านไปมา และไกลจากบริเวณ ห้องนิทรรศการ เพื่อป้องกันไม่ให้เสียงของการทำงานและกลิ่นอาหารกระจายไปรบกวนการชมนิทรรศการ

1.2 อยู่ในบริเวณที่รถส่งของจะเข้าถึงได้ เพื่อความสะดวกในการขนส่งอาหารและวัตถุดิบ แต่ละวันโดยมีทั้งอาหารแห้ง เช่น ข้าวสาร หรือแก๊สหุงต้มซึ่งมีหนักมาก ถ้ารถเข้าส่งถึงที่ไม่ได้จะต้อง สิ้นเปลืองแรงงานและเวลาของคนงาน

1.3 ไม่ควรอยู่ด้านเหนือลมของอาคารแสดงนิทรรศการ เพราะจะทำให้ได้กลิ่นอาหารกระจายไปรบกวนการชมนิทรรศการ

2. ข้อพึงพิจารณาในการเลือกสถานที่ตั้งของบริเวณห้องอาหาร

2.1 ตั้งอยู่ในบริเวณที่ผู้ชมส่วนใหญ่ที่จะไปถึงได้ง่าย และไม่ห่างจากครัว

2.2 เป็นบริเวณที่ทุกคนสามารถเข้าไปถึงได้

3. ข้อพิจารณาในการเลือกทิศทางวางผังห้องอาหาร

3.1 ทิศทางลม - ทั้งครัวและห้องอาหาร ควรสร้างให้ด้านยาวขวางทิศทางลมที่พัดเป็นส่วนใหญ่ในรอบปี คือ ตะวันตกเฉียงใต้ จะทำให้ครัวและห้องอาหารไม่ร้อน เป็นที่พอใจของผู้ทำงานและผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ทิศทางแดด จะต้องไม่รับแดดจนเกินไป เพราะจะทำให้เกิดความร้อนและอบอ้าว ควรให้ด้านกว้างรับแดดน้อยกว่าด้านแคบอาคาร ควรมีชายคายาวพอสมควรเพื่อกันแดดและฝน

<u>การคำนวณหาเนื้อที่ใช้สอยทางด้านบริการโภชนาการ</u>

จากจำนวนผู้มาใช้โครงการ ทำให้ทราบถึงจำนวนผู้ใช้สูงสุดและจำนวนเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในศูนย์วิจัย ซึ่งสามารถคำนวณหาพื้นที่บริการส่วนนี้ได้จากข้อมูลของ Time Saver Standard โดยอนุมานว่า ผู้มาใช้บริการคิดเป็น 70 % ของผู้ใช้โครงการทั้งหมด

จำนวนผู้มาใช้โครงการจริงๆ มีจำนวนเท่ากับ 1000 คนคิดเป็น 700 คน ใน 700 คน แบ่งช่วงเวลาทานอาหารเป็น 3 ช่วง ๆ ละ 20 นาที

จำนวนคน / ช่วงเวลาเป็น 700/3 ประมาณเท่ากับ 234 คน

พื้นที่ ส่วนทานอาหารเท่ากับ 234 × 1.40 เท่ากับ 327.60 ตร.ม. คิดเป็น 330 ตร.ม. พื้นที่ครัวคิด 20% ของ 330 เท่ากับ 66 ตร.ม

<u>แบ่งพื้นที่ครัวเป็น</u>

1. ที่เตรียมอาหาร (ของแห้ง)	=	4%	=	2.64 ตร.ม.
(ผัก)	=	7%	=	4.62 ตร.ม.
(เนื้อสัตว์)	=	4%	=	2.64 ตร.ม.
2. ที่ประกอบอาหาร (ของหวาน)	=	12%	=	7.92 ตร.ม.
(ของคาว)	=	20%	=	13.2 ตร.ม.
เก็บอาหารเตรียมบริการ	=	6%	=	3.96 ตร.ม.
ล้างจาน	=	10%	=	6.60 ตร.ม.
ทางเดิน	=	37%	=	24.42 ตร.ม.

<u>พื้นที่บริการครัว (Service Kitchen)</u>

1. รับประทานอาหาร	10%	=	6.60 ตร.ม.
2. ที่เก็บอาหาร (ของแห้ง)	10%	=	6.60 ตร.ม.
(ผัก)	6%	=	3.96 ตร.ม.
(เนื้อสัตว์)	4%	=	2.64 ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(เครื่องดื่ม)	5%	=	3.30 ตร.ม.
3. ที่เก็บขยะ	5%	=	3.30 ตร.ม.
4. ห้องทำงาน	5%	=	3.30 ตร.ม.
5. ส่วนบริการอื่น ๆ	20%	=	13.20 ตร.ม.

เนื้อที่บริเวณเคาน์เตอร์บริการอาหารใช้เนื้อที่ 20 %ของพื้นที่เตรียมอาหาร เท่ากับ 2 ตร.ม.

<u>สรุป</u>

พื้นที่ส่วนทานอาหารเท่ากับ	330.00 ตร.ม.
พื้นที่ส่วนเตรียมอาหาร	10.00 ตร.ม.
พื้นที่ประกอบอาหาร	56.10 ตร.ม.
พื้นที่ส่วนบริการของครัว	42.90 ตร.ม.
พื้นที่เคาร์เตอร์บริการอาหาร	2.00 ตร.ม.
พื้นที่รวม	441.00 ตร.ม.

<u>การจัดระบบในส่วนสำนักงาน</u>

การจัดระบบสำนักงานในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ

1. ระบบการจัดออกเป็นห้องโดยเฉพาะ (The Individual room system) ข้อดีคือ เป็นสัดส่วนและสบาย แต่มีราคาค่อนข้างแพง

2. ระบบการจัดแบบเปิด (The open layout) ไม่ต้องคำนึงถึงการใช้ทางติดต่อภายในระหว่างห้อง (Corridor) ระบบนี้ใช้เนื้อที่ห้องทั้งหมดได้อย่างเต็มที่ สำหรับจะทำเป็นที่ทำงานต่าง ๆ โดยมีผนังหรือ Partition มากั้นบางส่วน จึงมีราคาถูกกว่า แต่ต้องมีระบบระบายอากาศและระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพและต้องคำนึงถึงการใช้ไฟฟ้า ซึ่งต้องใช้แทนแสงธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่

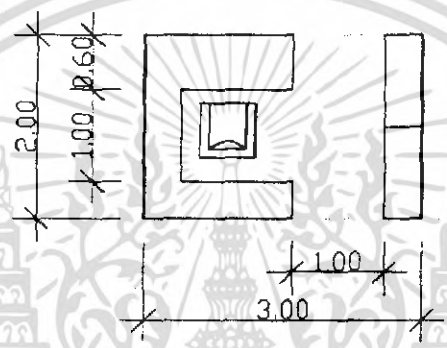
ในการจัดผังมักจะขึ้นอยู่กับสัดส่วนของเส้นแบ่งพื้นที่ภายในที่แบ่งเอาไว้ (Grid) โดยถือหลักมาจากการใช้เนื้อที่ของคนทำงาน 1 คน เป็นเกณฑ์แล้ว จึงแบ่งเนื้อที่ออกมาด้วยเส้นแบ่ง (Grid) ว่าช่วงหนึ่งๆ จะใช้คนทำงานกี่คน เนื้อที่สำหรับผู้ใช้งาน (Staff) กับเจ้าหน้าที่อาวุโสหรือผู้จัดการ ควรจะแยกเป็นส่วนต่างหาก

การเพิ่มจำนวนโต๊ะ เนื้อที่สำหรับชั้นไว้ของต้องกำหนดด้วย รวมทั้งตู้เก็บเอกสารหรือตู้เก็บพวกอุปกรณ์ต่างๆ ขนาดที่น้อยที่สุด คือ 1.60 – 2.03 ม. และระยะระหว่างโต๊ะถึงกำแพงเป็น 0.07 – 0.75 ม. หิ้งหรือชั้นวางของที่ไม่สูงมากเป็น 0.90 ม. ซึ่งจะทำให้พนักงานหยิบของได้สะดวก

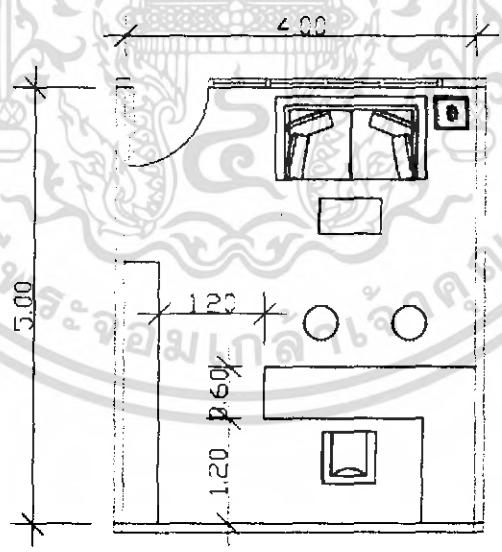
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดผังแบบเปิด โดยไม่ต้องมีทางเชื่อมภายในที่กว้างขวาง มีการถ่ายเทอากาศดี ประหยัดเนื้อที่ ขยับขยายเนื้อที่ได้ แต่มีปัญหาเรื่องเสียงรบกวนแก่พนักงานส่วนการจัดแบบห้อง เฉพาะมีความรู้สึกเป็นส่วนตัวมากกว่า คนทำงานไม่ต้องไปกังวลอยู่กับผู้ที่ทำงานแผนกอื่นๆ

เนื้อที่ที่ทำงานของเจ้าหน้าที่คนหนึ่ง ไม่ควรน้อยกว่า 4 ตร.ม. เนื้อที่เพียงพอสำหรับตั้งโต๊ะ เก้าอี้ และจัดเป็นทางเดินด้วย ถ้าหากเป็นส่วนที่ติดต่อกับบุคคลภายนอกด้วย เนื้อที่ต้องเพิ่มขึ้น อย่างน้อย 5 - 6 ตร.ม. และมีความกว้างหลังโต๊ะประมาณ 0.60 ม. เป็นอย่างน้อย เพื่อความสะดวกในการนั่ง ส่วนทางเดินผ่านก็คำนึงถึงความกว้างของร่างกายคนโดยประมาณ 20 – 22 นิ้ว

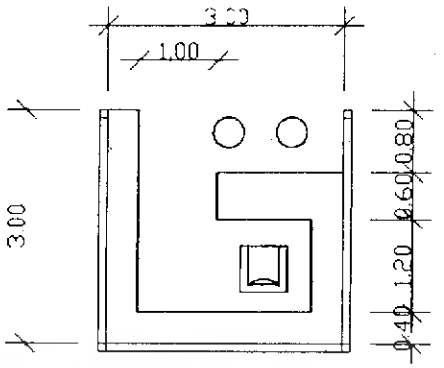


ภาพที่ 3.15 แสดงการจัดส่วนสำนักงาน

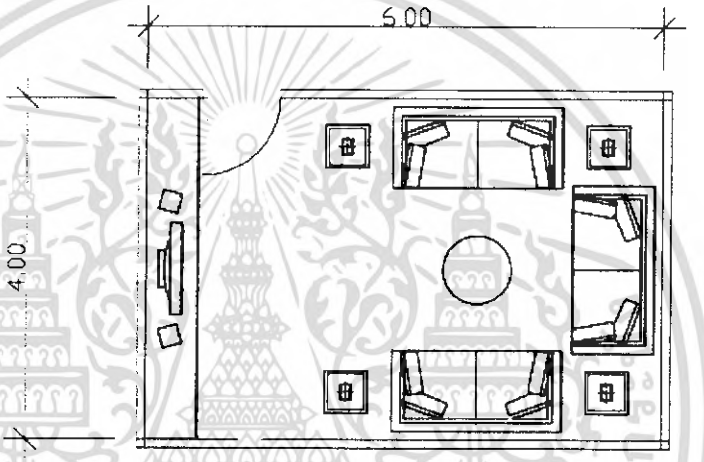


ภาพที่ 3.16 แสดงการจัดส่วนห้องทำงานแบบแยกอิสระ

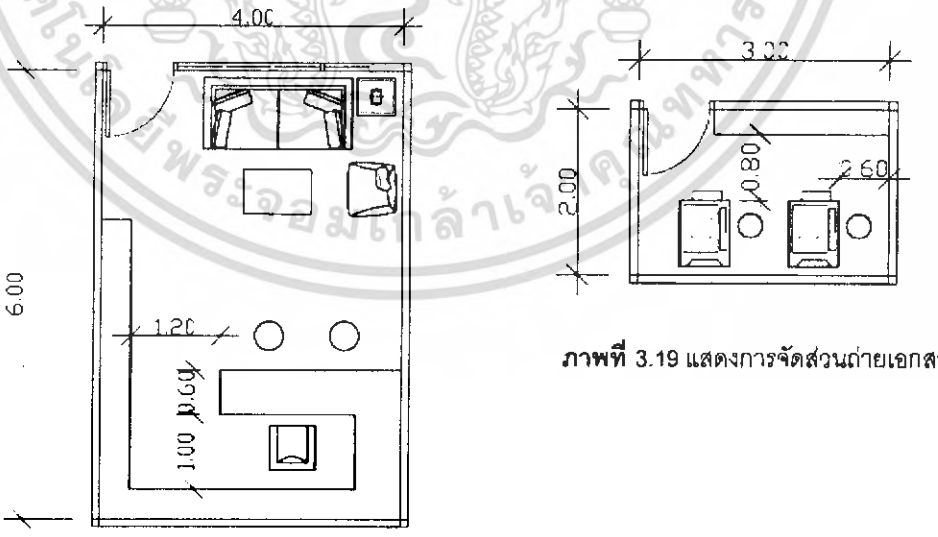
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.17 แสดงการจัดสำนักงาน ส่วนเลขานุการ



ภาพที่ 3.18 แสดงการจัดสำนักงาน ส่วนห้องพักผ่อนพนักงาน



ภาพที่ 3.19 แสดงการจัดส่วนถ่ายเอกสาร

ภาพที่ 3. 20 แสดงการจัดสำนักงาน ส่วนห้องผู้อำนวยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

สำหรับการจัดส่วนสำนักงานของศูนย์ฯ จะจัดระบบห้องเฉพาะ ส่วนเจ้าหน้าที่ในแผนกที่มีหน้าที่รับผิดชอบลักษณะการทำงานคล้าย ๆ กัน จะจัดแบ่งเป็นห้องเฉพาะอีกต่างหาก เพราะมีความรู้สึกเป็นส่วนตัว และเพิ่มประสิทธิภาพ ในการทำงานนอกจากนี้ยังลดปัญหาเสียงรบกวนจากเจ้าหน้าที่ต่างฝ่ายได้อีกด้วย

ห้องปฏิบัติการทดลอง Laboratory

หลักการออกแบบอาคารปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ คล้ายกับการออกแบบอาคารโดยทั่วไปแต่อาคารปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ควรจะเน้นถึงห้องปฏิบัติการ ที่เป็นหลักของอาคารสามารถดำเนินการปฏิบัติการได้สะดวกและลดปัญหาลงอีกด้วย และยังป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นจากการปฏิบัติการในขณะเดียวกันองค์ประกอบอื่น ๆ ก็สามารถดำเนินการควบคู่ไปด้วยได้ โดยมีหลักการเพื่อใช้ในการพิจารณา 8 ข้อโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้คือ

1. Building Shape

ลักษณะรูปทรงของอาคารโดยทั่วไป ย่อมมีความสำคัญในด้านการประสานงาน ความคล่องตัวในการทำงานและการปฏิบัติการ ซึ่งในการปฏิบัติการแต่ละชนิดต้องการลักษณะของพื้นที่ที่ใช้ในการปฏิบัติการ และความต้องการในด้านสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น ในบางครั้งจำเป็นจะต้องให้แสงธรรมชาติเข้ามาในตัวอาคาร จึงทำให้การออกแบบรูปทรงของอาคารมีความสำคัญอย่างยิ่ง ลักษณะของห้องปฏิบัติการชั้นเดียวย่อมกินเนื้อที่มากกว่าห้องปฏิบัติการที่ซ้อนกันหลาย ๆ ชั้น ซึ่งรวมทั้งระยะทางระหว่างตึก การติดต่อกันย่อมเป็นสิ่งสำคัญ รวมทั้งระบบของท่อและการบริการต่าง ๆ ฉะนั้นห้องปฏิบัติการที่เป็นอาคารหลายชั้นจึงน่าเป็นสิ่งที่เหมาะสมกว่า การออกแบบอาคารหลาย ๆ ชั้นจะทำให้มีการให้มีการใช้พื้นที่ได้เพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าการติดต่อหรือการเข้าถึงหน่วยงานในชั้นสูง ๆ จะเป็นการลำบากบ้าง แต่ก็สามารถติดต่อกันได้รวดเร็วโดยการใช้ลิฟท์ รวมทั้งการส่งวัสดุและอุปกรณ์ด้วยส่วนทางเดิน การติดต่อ และทางเข้า จะเป็นการใช้ ทางลาด มากกว่าขั้นบันไดเพราะง่ายและสะดวกในการขนของ

2. Room Size and Shape

รูปทรงและขนาดของห้องนับว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่ง รวมทั้งขนาดของพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน หรือการปฏิบัติงานแต่ละอย่าง เช่น บริเวณเตรียมปฏิบัติการ (Preparation area) ซึ่งใช้ระบบการขนถ่ายด้วยรถเข็น จะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ในกรณีของห้องที่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะมีความเหมาะสมมากกว่าห้องที่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่ตรงกันข้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องที่ใช้สำหรับการประชุมหรือสัมมนาควรจะเป็นห้องสี่เหลี่ยมจัตุรัสมากกว่าเพราะจะเป็นการลำบากมากกว่าถ้าจะมีการพบปะกันในห้องที่มีลักษณะแคบ ๆ ยาว ๆ

3. Internal Access

ลักษณะการจัดผังและการวางตำแหน่งห้องมีข้อกำหนดในการพิจารณาอยู่ 2 แบบ คือ การหาจำนวนพื้นที่ที่ต้องการ และชนิดของการทำงานหรือการปฏิบัติการ การทำห้องในระบบ Corridor มักจะเป็นการใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่า แต่การกำหนดขนาดความกว้างของ Corridor ก็เป็นสิ่งจำเป็นมาก ในกรณีที่มีการขนวัสดุขนาดใหญ่หรือการรับจำนวนคนหมู่ใหญ่ที่จะต้องเดินผ่านในช่วงเวลาสั้น ๆ ลักษณะของ Open Planning เป็นการออกแบบการใช้งานที่มีความง่ายและสะดวกแต่จะต้องคำนึงถึงอุปสรรคใหญ่ 3 ประการ คือ

1. เรื่องของเสียง
2. ความสกปรก
3. การขาดการควบคุมและความปลอดภัยที่เพียงพอ
4. Natural Light and Ventilation

เป็นสิ่งจำเป็นมากที่เดียวในการที่ห้องปฏิบัติการ จำเป็นจะต้องมีหน้าต่าง แต่ก็ไม่เสมอไป อาจเป็นบางส่วนที่ไม่ต้องการหน้าต่างด้วยเหตุผลของประโยชน์ใช้สอยบางประการ หน้าต่างมีหน้าที่ 3 ประการ คือ เป็นสิ่งช่วยให้แสงส่องผ่านเข้ามาในห้องได้ , เพื่อใช้ในการระบายอากาศหรือ เพื่อให้ลมพัดผ่าน และ ให้ผลในด้านจิตใจการเปิดให้เห็นภายนอกช่วยในความสบายแก่สายตาและทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพ ในขณะที่ปัจจุบันจำเป็นจะต้องได้แสงจากไฟฟ้า แต่เราก็พยายามที่จะใช้แสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้ให้เป็นประโยชน์ให้มากที่สุด แต่ในลักษณะที่เป็นห้องมืดก็จำเป็นอยู่เองที่ต้องใช้แสงไฟ รวมทั้งต้องมีระบบปรับอากาศด้วย และถึงแม้จะเป็นห้องมืดหรือใช้ระบบปรับอากาศก็จะต้องมีหน้าต่างไว้ เช่นในกรณีการระบายอากาศ เมื่อมีคนมารวมกันอยู่มาก ๆ หรือในกรณีเครื่องปรับอากาศเสีย

4. Floor Loading

ในการออกแบบอาคารจำเป็นต้องทราบถึงอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ประกอบ หรือเป็นองค์ประกอบของส่วนต่าง ๆ ของห้อง หรือของอาคาร โดยเฉพาะตามห้องจะต้องทราบถึงอุปกรณ์เหล่านั้น และในบางกรณีคงจะมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของอุปกรณ์ได้ ซึ่งบางที่ไม่ได้ทำเผื่อไว้ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. External Accommodating

หมายถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ภายนอก และส่วนของการบริการที่จะให้ความสะดวกในการทำงาน เช่น ห้องเครื่อง ห้องควบคุม และบริเวณรับ – ส่งของรวมทั้งองค์ประกอบอื่น ๆ ที่จะทำให้อาคารเป็นสิ่งสมบูรณ์

6. Social Adaptations

เป็นการออกแบบอาคารให้มีความหมาย และมีความพิเศษ เช่น ในเรื่องความสูงของฝ้าเพดาน หรือความลึกของพื้น ควรจะได้มีการกำหนดตั้งแต่ขั้นตอนแรกในการออกแบบขนาดต่าง ๆ น้ำหนักรวมทั้งส่วนพิเศษต่าง และเครื่องมือที่ต้องการตรวจสอบและทำงานอย่างพิถีพิถัน

7. Adjoining Area

หมายถึง อิทธิพลต่าง ๆ จากบริเวณรอบข้างที่มีผลกระทบต่ออาคารในโครงการและการออกแบบ ได้แก่ Internal noise , Vibration , Flooding , Over heating , External roads , Railways , Aircraft

ในการออกแบบอาคารประเภท Laboratory นั้น จะต้องพยายามออกแบบระบบหรือการจัดวางผังต่าง ๆ ให้สามารถมีการปรับปรุงหรือการขยายตัวได้ ในกรณีที่มีการเพิ่มการปฏิบัติการในอนาคต หรือในกรณีที่จะต้องเพิ่มส่วนการปฏิบัติการเข้าไป ซึ่งสิ่งสำคัญในการประสานกันระหว่างส่วนต่างๆ เหล่านี้ คือ ส่วนที่เป็นส่วนอุปกรณ์ประกอบอาคารและระบบต่าง ๆ ที่สามารถใช้ร่วมกันได้ และในบางกรณีสามารถขยายพื้นที่ร่วมกันได้

ห้องสมุด (Library)

ห้องสมุดโดยทั่วไป ตามหลักสากลอาจแบ่งได้ตามวัตถุประสงค์การให้บริการที่ห้องสมุดให้แก่ผู้ใช้และประเภทของผู้ใช้เป็น 4 ประเภท คือ

1. ห้องสมุดเฉพาะ (Special Libraries)
2. ห้องสมุดประชาชน (Public Libraries)
3. ห้องสมุดโรงเรียน (School Libraries)
4. ห้องสมุดวิทยาลัยและมหาวิทยาลัย (College and University Libraries)

ห้องสมุดของศูนย์ฯนี้ จัดอยู่ในประเภทของห้องสมุดเฉพาะ ประกอบด้วยหนังสือเฉพาะวิชาและหนังสือที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของพลังงานโดยเฉพาะพลังงานธรรมชาติ และพลังงานทดแทนอื่น ๆ ห้องสมุดของศูนย์ฯ มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เพื่อให้เจ้าหน้าที่ของหน่วยราชการหรือสถาบัน องค์การต่าง ๆ ได้ศึกษาหาความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวกับพลังงาน เพื่อทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. เพื่อเป็นแหล่งเก็บและรวบรวมหนังสือ เอกสารวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องของพลังงาน

3. เพื่อให้เป็นแหล่งที่สามารถให้บริการตอบคำถามและค้นคว้าหาเอกสารอ้างอิงได้อย่างรวดเร็ว

ดังนั้นห้องสมุดศูนย์ฯ จึงมีลักษณะดังนี้

1. มีบรรณรักษ์เป็นผู้ดูแลห้องสมุด และการดำเนินงานต่างๆ ของห้องสมุด

2. มีเจ้าหน้าที่ห้องสมุด รับผิดชอบงานด้านการให้บริการ การจัดและซ่อมแซมหนังสือ

3. มีเจ้าหน้าที่บริการคอมพิวเตอร์ ใช้ในการเก็บข้อมูลและติดต่อกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านพลังงานได้

4. จัดโต๊ะสำหรับดูหนังสือเป็นลักษณะของส่วนอ่านเฉพาะบุคคล เพื่อให้เหมาะสำหรับการค้นคว้า

จากลักษณะของห้องสมุดของศูนย์ฯ จึงมีการจัดแบ่งส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ฝ่ายบริการสาธารณะ ประกอบด้วย
   - 1.1 โถงทางเข้า
   - 1.2 จุดควบคุมการเข้าออก
   - 1.3 บริเวณ ยืม – คืน หนังสือ
   - 1.4 บริเวณเครื่องถ่ายเอกสาร
2. ฝ่ายเผยแพร่วิชาการ ประกอบด้วย
   - 2.1 ส่วนบริการตอบคำถามและช่วยค้นคว้า
   - 2.2 ส่วนคอมพิวเตอร์บริการอินเตอร์เน็ท
3. บริเวณตู้บัตรรายการหนังสือ และคอมพิวเตอร์เพื่อการค้นหาข้อมูล
4. บริเวณเก็บหนังสือ ซึ่งจะแบ่งตามประเภทของหนังสือ คือ
   - 4.1 วารสาร – เอกสาร และสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ
   - 4.2 หนังสืออ้างอิง
   - 4.3 หนังสือตำราต่าง ๆ
     - ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับพลังงาน
     - หนังสือเกี่ยวกับเรื่องพลังงานทดแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หนังสือเกี่ยวกับเรื่องของการประหยัดพลังงาน
- หนังสือเกี่ยวกับเรื่องของการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิผล
-หนังสือเกี่ยวกับเรื่องของอุปกรณ์อิเลคโทรนิคส์ และ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ เช่น Solar cell เป็นต้น

4.4 ห้องเก็บหนังสือเก่าและวารสารย้อนหลัง

5. บริเวณอ่านหนังสือ แบ่งออกเป็น

5.1 บริเวณอ่านวารสาร

5.2 บริเวณอ่านหนังสืออ้างอิง

5.3 บริเวณอ่านตำราทั่วไป ทั้งภาษาไทยและ-ภาษาอังกฤษ

5.4 บริเวณอ่านหนังสือแบบแยกเป็นส่วนตัว สำหรับทำงานค้นคว้า – วิจัย

6.ส่วนของเจ้าหน้าที่ ประกอบด้วย

6.1 ห้องทำงานเจ้าหน้าที่

6.2 ห้องทำงานเจ้าหน้าที่

6.3 ห้องซ่อมแซม & เย็บเล่มหนังสือ

6.4 ห้องเก็บของ

7. ส่วนจำหน่ายหนังสือหรือเอกสารตีพิมพ์เผยแพร่

<u>ข้อพิจารณาพื้นฐานในการออกแบบห้องสมุด</u>

1. แสงสว่าง (Lighting)

สำหรับห้องสมุดการเลือกใช้แสงสว่างที่เหมาะสมมีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้ผู้ใช้ห้องสมุดมีความสบายตา สำหรับแสงธรรมชาตินั้น เป็นแสงที่ไม่สามารถให้ความสว่างตามที่ต้องการ ดังนั้นการใช้แสงไฟฟ้าจะเป็นการเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการออกแบบห้องสมุดโดยทั่วไป

การให้แสงสว่างภายในอาคารมิได้พิจารณาเฉพาะความเข้มของแสงเท่านั้น แต่ต้องคำนึงถึงคุณภาพสี และทิศทางของแสง รูปร่างของอุปกรณ์ที่ให้แสงสว่างและการกระจายของแสงสว่าง ต่างก็มีผลต่อการออกแบบ และมีผลต่อหนังสือที่เก็บรักษา นอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงความแตกต่างของแสง (Contrast) และความจ้าของแสง (Glare) ที่จะมีผลต่อการอ่านหนังสือ ควรให้จุดที่อ่านหนังสือมีความสว่างแล้วค่อย ๆ จางลงในบริเวณโดยรอบ อัตราความสว่างบนหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสือกับโต๊ะที่ดีที่สุดนั้น ประมาณความแตกต่าง 3.1 ถ้ามากกว่า 5.1 ก็ไม่เหมาะสำหรับการอ่านในระยะเวลานาน

2. โต๊ะรับ – จ่ายหนังสือ (Circulation Desk) มีวัตถุประสงค์เพื่อ

2.1 จัดเตรียมเนื้อที่สำหรับการลงทะเบียนและออกบัตรให้ผู้อ่าน รวมทั้งการให้ยืมและรับคืนหนังสือด้วย

2.2ควบคุมการเข้าออกของผู้ยืมหนังสือและผู้ใช้ห้องสมุดให้เป็นไปด้วยความคล่องตัวและรัดกุม

2.3 เป็นที่ทำงานของเจ้าหน้าที่ฝ่ายให้บริการและสอบถาม

รูปแบบของโต๊ะจ่ายหนังสือ ที่เหมาะสมกับโครงการ คือ แบบอยู่ใกล้ประตู เข้า – ออก (table near the door type) เพราะเป็นงานบริการขนาดเล็ก และมีผู้ใช้ไม่มากนัก

3. ชั้นวางหนังสือ (Shelving)

การกำหนดขนาดและการวางผังของชั้นหนังสือ มีความสำคัญมาก เพราะมีผลต่อความสูงของเพดาน ระบบโครงสร้างระบบไฟฟ้า และอุปกรณ์ห้องสมุดต่าง ๆ

4. ตู้เก็บบัตรรายการ (Card – Catalogue)

ตู้เก็บบัตรรายการจะรวบรวมรายชื่อหนังสือ และตัวอย่างโดยแยกเป็นประเภทอย่างมีระเบียบ เพื่อเป็นเครื่องมือในการค้นหาหนังสือด้วยความสะดวกรวดเร็ว ตำแหน่งของตู้โดยปกติจะวางไว้ใกล้ทางเข้า และจัดอยู่ในฝ่ายทะเบียนประวัติ ส่วนคอมพิวเตอร์เพื่อการค้นหานั้นก็จะมีลักษณะคล้ายกัน แต่มีความสะดวกและรวดเร็วในการค้นหามากกว่า

5. โต๊ะอ่านหนังสือ

เป็นครุภัณฑ์ที่สำคัญ ผู้ใช้ห้องสมุดจะต้องมีความสบายต่อการใช้โต๊ะอ่านหนังสือ ดังนั้นขนาดของโต๊ะจะต้องมีการออกแบบให้มีความสะดวกสบายต่อการนั่งอ่าน

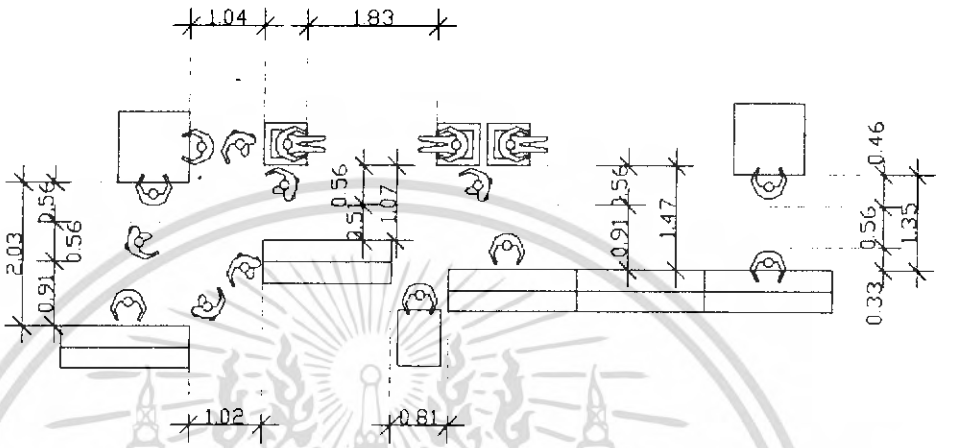
6. ตำแหน่งที่ตั้งของห้องสมุด (Location)

6.1 ต้องคำนึงทิศทางของแสงแดด ควรหลีกเลี่ยงด้านที่แสงจะส่องเข้ามาโดยตรง เพราะความร้อนจากแสงแดดสามารถทำให้หนังสือเกิดความเสียหายได้

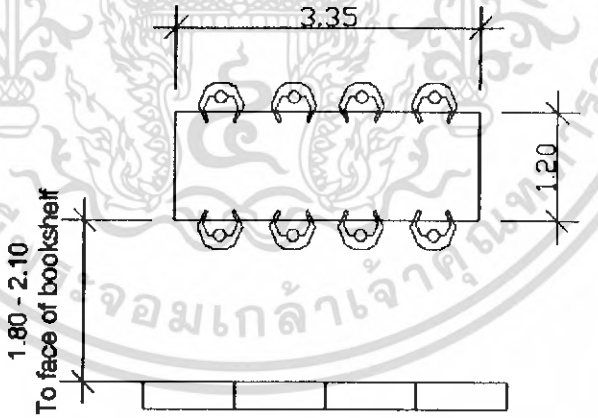
6.2 ทิศทางลม ต้องนำมาพิจารณาประกอบโดยเฉพาะประเทศในแถบร้อน ซึ่งต้องการการผ่อนคลายความร้อนอบอ้าว แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องคำนึงถึงการป้องกันความชื้นด้วย ฉะนั้นการใช้ระบบปรับอากาศอาจจะเป็นการเหมาะสมในการใช้สำหรับห้องสมุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 เสียบรบกวน (Noise) ควรหลีกเลี่ยงจากบริเวณที่คนส่วนใหญ่ต้องผ่านไปมา โดยทั่วไปเสียงที่พอจะยินยอมให้มีได้ประมาณ 40 – 50 เดซิเบลล์ ถ้ามากกว่านี้จะเป็นการรบกวนประสาทหู

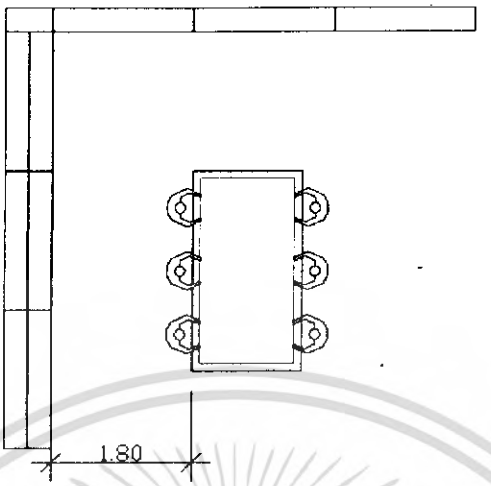


ภาพที่ 3.21 แสดงระยะต่าง ๆ ในห้องสมุด

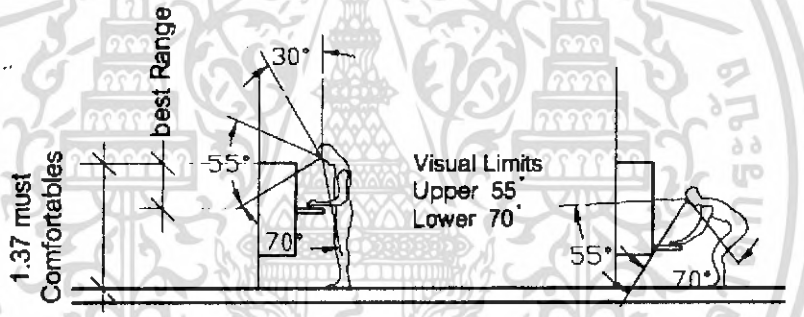


ภาพที่ 3. 22 แสดงระยะโต๊ะอ่านหนังสือกับชั้นหนังสือ

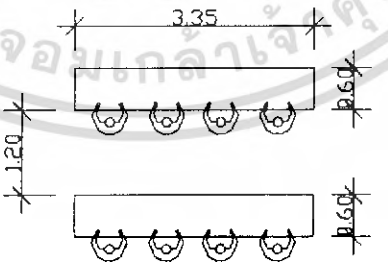
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.23 แสดงระยะโต๊ะอ่านหนังสือกับชั้นหนังสือ



ภาพที่ 3. 24 แสดงระยะต่าง ๆ ในการใช้ตู้บัตรรายการ และคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 3. 25 แสดงระยะห่างของการนั่งโต๊ะอ่านหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับห้องบรรยายรวม (Lecture Theater)

ความต้องการพื้นฐานในการใช้ห้องบรรยายรวม (Lecture Theater) สามารถแยกการใช้สอยได้ 3 กรณี [6] คือ

1.ใช้การบรรยาย (Lecture Function)

2. ใช้ในการฉายภาพยนตร์, สไลด์ (Cinema Function)

3. ใช้ในการแสดงสาธิต (Demonstration Function)

1. การบรรยาย

ถ้าใช้สำหรับการบรรยายเพียงอย่างเดียว การออกแบบเพียงให้ผู้ฟังการบรรยายสามารถได้ยินและมองเห็นผู้บรรยายก็เพียงพอ แต่ถ้ามีการเขียนกระดานด้วยจำเป็นต้องคำนึงถึงการมองเห็นที่ชัดเจน โดยการคำนึงถึงมุมมองและจำนวนแถวที่สามารถมองเห็นตัวหนังสือได้ดี ควรอยู่ประมาณ 12 แถว การจัดแถวควรจัดให้ล้อมผู้บรรยายเพื่อลดระยะห่างระหว่างผู้บรรยายกับผู้ฟัง

2. การฉายภาพยนตร์, สไลด์

เกณฑ์กำหนดที่มีการมองที่ดี [7] กำหนดไว้ว่า

มุมมองในแนวราบ (Horizontal Viewing Angles) ไม่ควรเกิน 30 องศา

มุมมองในแนวตั้ง (Vertical Viewing Angles) ไม่ควรเกิน 35 องศา

มุมการฉายของเครื่องฉายภาพ (Projector) ประมาณ 12 องศา

ระยะของการมองเห็น (Viewing Distance) ไม่ควรเกิน 6 เท่าของความกว้างจอ

ระยะแถวหน้าสุดของแถวที่นั่งควรห่างจากจอไม่น้อยกว่า 2เท่าของความกว้างจอ

3. การแสดงสาธิต (Demonstration Function)

การมองเห็นการสาธิตที่ดี ควรให้ระดับที่นั่งมีความชันมาก ในกรณีที่ต้องการเห็นได้ละเอียด อาจใช้โทรทัศน์วงจรปิดช่วย

(หมายเหตุ -ในเรื่องการแสดงการสาธิตนั้น เนื่องจากเป็นการทดลองในเรื่องเกี่ยวกับพลังงานธรรมชาติ เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการสาธิตจึงจัดไว้ในส่วนของ Out Door Exhibition เพราะจะสามารถเห็นได้ชัดเจนและตรงเป้าหมายมากกว่า)

ประโยชน์ใช้สอยทั้ง 3 ประการ ทำให้การจัดที่นั่ง (ระยะ, ความชัน) แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับว่าต้องการใช้สอยแบบใด สำหรับห้องบรรยายรวมนี้คำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยในด้านการบรรยายที่มีการเขียนกระดานดำ และการฉายสไลด์และภาพยนตร์ขนาดเล็ก และเกณฑ์กำหนดที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ในการออกแบบห้องบรรยายรวม เรื่องการฉายภาพยนตร์ สไลด์ จะใช้ของ Building Planning Design Standard ซึ่งพอจะสรุปได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

- ความกว้างของจอกำหนดจากการฉายภาพยนตร์ 16 มม. ประมาณ 4.20 เมตร
- ระยะแถวหน้าสุดของแถวที่นั่งห่างจากจอไม่น้อยกว่า 2 เท่าของความกว้างจอ
- ระยะแถวหลังสุดห่างจากจอ ไม่เกิน 6 เท่าของความกว้างจอและจำนวนแถวไม่เกิน 12 แถว
- ระยะความแตกต่างระหว่างที่นั่งของคนนั่งแถวหน้านั่งตัวตรง ในขณะที่คนนั่งแถวถัดไปข้างหลังนั่งก้มจดบรรยาย สามารถมองเห็นกระดานโดยไม่บังกันเท่ากับ 25 เซนติเมตร
- จุดศูนย์กลางความโค้งแถวอยู่ข้างหลังจอ เป็นระยะตั้งฉากกับจอประมาณ 1/8 ของความกว้างจอ
- ความสูงจอประมาณ 8/11 ของความกว้างจอ
- มุมเงยของคนที่นั่งแถวหลังสุดมองไปยังขอบล่างของจอไม่เกิน 30 องศา
- มุมกดของที่นั่งแถวหลังสุดมองไปยังขอบล่างของจอไม่เกิน 30 องศา
- มุมกดของเครื่องฉายที่ดีอยู่ในระหว่าง 0 องศา – 12 องศา
- มุมมองในแนวราบ ไม่เกิน 3 องศา

การจัดแถวที่นั่ง ในห้องบรรยายรวมโดยทั่วไปจัดได้ 3 วิธีคือ

1. Common One Bank เป็นการจัดที่นั่งแถวเดียวตลอด มีทางเดินสองข้างกว้างไม่ต่ำกว่า 1.50 เมตร เหมาะกับห้องบรรยายขนาดเล็กจัดได้ 2 แบบคือ

ก. Straigh Row แบบแถวตรงตลอด คนนั่งแถวริมมองไม่สะดวก

ข. Curved Row แบบแถวโค้ง รัศมีโค้งอย่างน้อย 20 ฟุต คนนั่งทั้งหมดเห็นได้ทั่วถึง

สำหรับพื้นควรเป็นพื้นราบหรือขั้นบันได ถ้าเป็นพื้นเอียงจะทำให้ลำบากทั้งสองแบบ ที่ว่างระหว่างแถวควรกว้างไม่น้อยกว่า 0.80 เมตร ซึ่งแต่ละแถวมีที่นั่งไม่ตรงกัน ไม่ควรเกิน 14 ที่ (ในต่างประเทศ) แต่ในประเทศไทยไม่ควรเกิน 20 ที่สำหรับแต่ละแถว

2. Two Bank Row ที่นั่ง 2 ตอนมีทางเข้าทั้ง 3 ทางคือ ทางเดินตรงกลาง และทางเดินอีก 2 ข้าง จัดได้ 2 แบบคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. Straignt Row คนนั่งแถวริมมองลำบาก แต่จุคนได้มากกว่า แต่ละแถวมี 2 ตอน ตอนหนึ่งมีที่นั่งไม่เกิน 12 ที่

ข. Curved Row ดีกว่าแบบ ก. และคนนั่งได้รับความสะดวกกว่า

3. Three Bank Row แต่ละแถวมี 3 ตอน แต่มีทางเดิน 2 ทางเท่านั้น เพราะตอนเริ่มของแต่ละทางติดกับผนังห้อง แบบที่ใช้กับห้องประชุมขนาดใหญ่จัดได้ 3 แบบ

ก. Straight Row คนที่นั่งริมมองไม่สะดวกต้องเอียงตัว

ข. Straight Center Side Bank แบบที่ไม่ค่อยดี เช่นเดียวกับแบบ ก

ค. Curved Row แบบนี้แถวกลางจะได้ตำแหน่งมุมมองดีที่สุดและแถวริมมองได้ไม่ลำบากนัก

ระดับของที่นั่ง เมื่อมีจำนวนมากขึ้น ควรมีการยกระดับแถวที่นั่งตอนหลัง ๆ ที่สูงขึ้น นอกจากจะช่วยในการมองชัดเจนแล้ว ยังทำให้ผู้ฟังได้ฟังเสียงชัดเจนขึ้น แถวหน้าสามารถจัดให้อยู่ในระดับเดียวกันได้ไม่เกินระยะ 8.00 เมตร

ความชันของพื้นเอียงขึ้นอยู่กับลักษณะของห้อง เช่น ห้องประชุมใหญ่ ไม่ควรน้อยกว่า 8 องศา สำหรับ Lecture Theatre ควรอยู่ในมุมประมาณ 15 องศา ความสูงของเพดาน ประมาณเอาจากความเหมาะสม โดยทั่วไปห้องที่ใช้สำหรับ การสนทนาหรือฟังเพลงมักเป็น 1/3 ของความกว้างของห้องที่มีขนาดเล็ก และ 2/3 ของห้องที่ขนาดใหญ่ ถ้าเพดานของห้องสูงมากไม่เพียงแต่ปริมาณของคนมากเกินไปแล้ว ยังทำให้ระยะของเสียงสะท้อนยาวไป (Long Delayed) อีกด้วย สำหรับห้องบรรยายที่มีความจุ 100 คนขึ้นไป ควรมีการออกแบบเกี่ยวกับรูปร่างของห้องให้ถูกต้อง และสามารถทำให้ผู้ฟังได้เห็นและฟังได้ดีที่สุด ปริมาตรของห้องควรจะให้ต่ำสุดเท่าที่จะทำได้ (ประมาณ 125 ลบ.ฟุต / คน) ผนังและเพดานควรจะทอนเสียงได้ดี สัดส่วนของห้อง ความกว้าง ต่อ ความยาว = 1:2

ความสามารถในการได้ยินที่ดีขึ้นอยู่กับ

1. รูปร่างของห้อง
2. ขนาดของห้อง
3. วัสดุตกแต่ง
4. ตำแหน่งของต้นกำเนิดของเสียง
5. ช่วงการสะท้อนกลับของเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. รูปร่างของห้อง มักเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมคางหมู สี่เหลี่ยมจัตุรัส ส่วนรูปวงกลมกับวงรี ไม่เหมาะสมสำหรับระบบเสียง เพราะพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นส่วนโค้งนั้นจะทำให้เกิดจุดรวมของเสียง (Focus) ไม่ดีสำหรับการฟัง การกำหนดของความสูงของชั้นที่นั่ง ตลอดจนผนังและเพดานที่หักมุมทำให้เกิดการกระจายเสียงที่สม่ำเสมอ

2. ขนาดของห้อง การพูดที่สามารถได้ยิน คือ ระยะ 20 -30 เมตรในด้านตรง 13 เมตรในด้านข้าง และ 10 เมตรในด้านหลัง ปริมาตรของที่ว่างในกรณีไม่มีเครื่องกระจายเสียงหรือแผ่นสะท้อนไม่เกิน 18,000 ลบ.ม. สำหรับการพูด ความสูงไม่ควรเกิน 8 เมตร อัตราส่วนที่เหมาะสม สูง / กว้าง / ยาว = 2/3/5

3. วัสดุตกแต่ง โดยปกติเพดานและผนังที่มีลักษณะยืดแน่นจะให้ผลดีน้อยกว่าเพดานแขวน วัสดุที่ควรใช้มีลักษณะไม่ดัน ในการออกแบบเกี่ยวกับระบบระบายอากาศภายในควรจะหลีกเลี่ยงไม่ให้กระแสอากาศที่ร้อนกว่า อยู่ระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและผู้ฟัง ควรมีแผ่นสะท้อนเสียงที่ผนังด้านหลังใกล้กับที่นั่งหลังสุดและบบเพดาน ที่นั่งควรจัดเยื้องกัน

4. ตำแหน่งของต้นกำเนิดเสียง ควรอยู่ด้านหน้าของพื้นที่ที่สะท้อนเสียง และในกรณีถ้าห้องมีความสูงมาก ๆ จำเป็นต้องใช้แผ่นสะท้อนเสียงเหนือต้นกำเนิดเสียง และในกรณีที่ต้นกำเนิดเสียงมีมากกว่า 1 จุด แต่ละต้นกำเนิดเสียงควรมีระยะใกล้กันพอเพียง

5. ช่วงการสะท้อนกลับของเสียง เกิดขึ้นโดยการสะท้อนของเสียงจากผิวของผนังและเพดานในกรณีที่มีความแตกต่างของระยะเดินทางของเสียงระหว่างเสียงตรงกับเสียงสะท้อนมีค่ามาก (29 เมตร) จะเกิดลักษณะเสียงก้องขึ้น

ปัญหาของเสียงใน Lecture Theatre

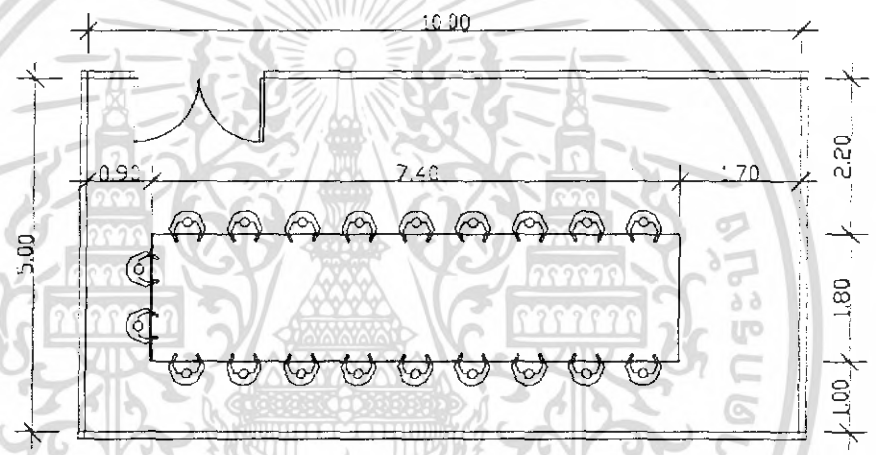
1.Echoes เกิดจากคลื่นเสียงโดยตรงกับเสียงสะท้อนที่เกิดจากจุดต้นเสียงเดียวกันมายังหูของผู้ฟังในระยะต่างกัน 0.06 วินาที หรือเป็นระยะทางประมาณ 65 ฟุต ดังนั้นระยะที่แตกต่างระหว่างเสียงตรงกับเสียงสะท้อนจึงไม่ควรเกิน 65 ฟุต การสะท้อนเสียงที่ช้าไปนี้ (Delayed Reflection) จะทำให้เกิน Echoes ได้ระยะที่แตกต่างกันนี้อยู่ในระหว่าง 50 – 65 ฟุต จะทำให้เกิดเสียงซ้อนหรือเสียงพร่า (Blur)

2.ห้องซึ่งมีผิวโค้งจะมี Focusing Effect หลายแห่ง เมื่อเสียงกระทบผนัง หลังผนังที่เป็น Conjugate Foci ทำให้เสียงสะท้อนไปรวมที่จุด ๆ เดียวกัน และที่จุด ๆ นั้นจะไม่มีเสียงเลย

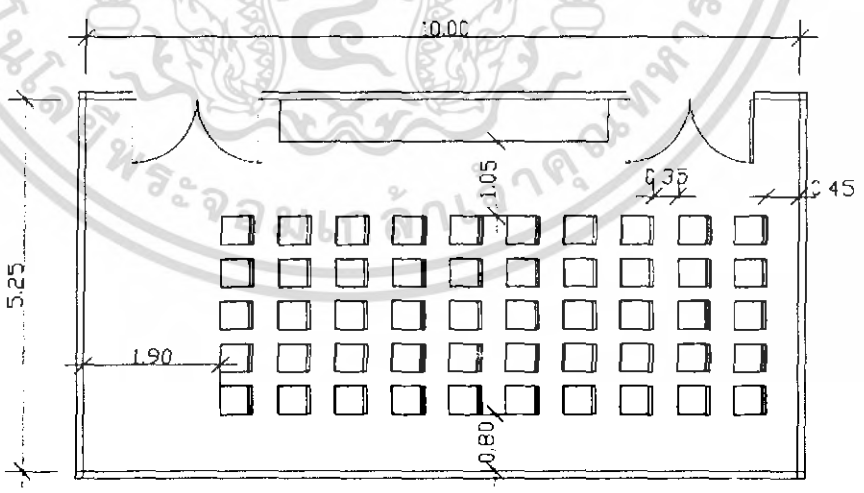
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.Dead Spot เป็นผลสืบเนื่องจาก Sound Foci เสียงซึ่งไปรวมกันที่จุด ๆ หนึ่งไม่กระจายออกไปทั่วถึงภายในห้อง ทำให้ส่วนอื่น ๆ ได้ยินเสียงไม่ชัดเจนพอเท่าที่ควร บริเวณเหล่านี้เรียกว่า Dead Spot และอาจเกิดขึ้นได้โดยเสียงรบกวนกันเอง เช่น เสียงที่รวมกันเป็นคลื่นจากต้นเสียงรวมกันหรือปะทะกับคลื่นเสียงสะท้อนกลับ ทำให้เสียงจางไปขาดความชัดเจน

4.Room Flutter เกิดจากผนังด้านข้างขนานกัน จะเห็นได้ชัดจากรูปสี่เหลี่ยมที่ผนังด้านตรงข้างคู่หนึ่งเป็นผนังเรียบใช้วัสดุสะท้อนเสียงไปมาระหว่างผนังที่สะท้อนเสียง ถ้าผนังคู่นี้ห่างกันตั้งแต่ 50 ฟุตขึ้นไป การ Fultter จะเป็นไปอย่างช้า ๆ (Low Frequency) แล้วค่อย ๆ จางหายไป แต่ถ้าผนังทั้งคู่อยู่ใกล้กัน การสะท้อนเสียงไปมาจะดีขึ้น

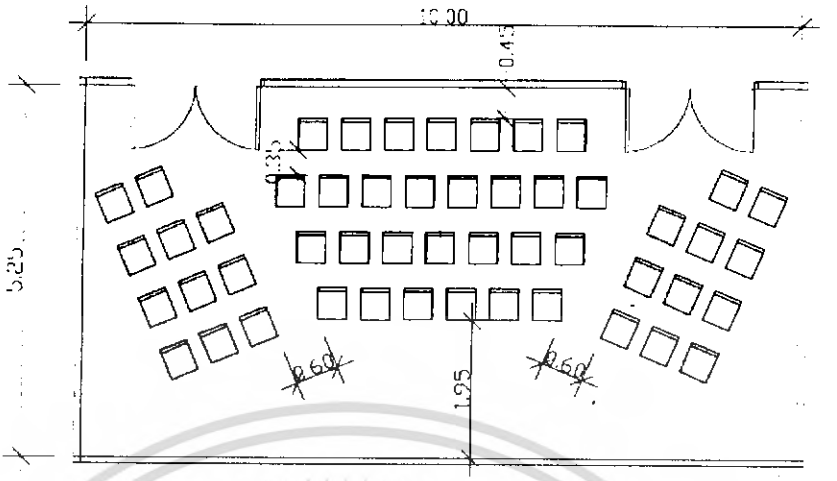


ภาพที่ 3. 26 แสดงขนาดห้องประชุม 20 ที่นั่ง



ภาพที่ 3. 27 แสดงขนาดห้องประชุม 50 ที่นั่ง (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3. 28 แสดงขนาดห้องประชุม 50 ที่นั่ง (2)

การป้องกันไฟ

ห้องบรรยายเป็นสถานที่ชุมนุมชน อาจเกิดไฟไหม้ได้ง่าย เช่น ฉาก พรม เก้าอี้ ฟิล์มภาพยนตร์หรือสไลด์ อาจเกิดขึ้นจากไฟฟ้าช็อต จากขี้บุหรี่ หรือความร้อนจากแสงไฟ

บริเวณที่ควรมีการป้องกันมากที่สุด คือ

- เวที
- ฉาก
- ห้องพัสดุ
- ห้องดนตรี
- ห้องแต่งตัว
- ห้องควบคุมไฟ
- บริเวณผู้นั่งชม
- ห้องเครื่องยนต์

การควบคุมและป้องกัน

- โครงสร้างอาคารควรเป็นวัสดุทนไฟ
- วัสดุตกแต่ง เช่น ฉาก ม่าน และสิ่งตกแต่งต่างๆ ควรเป็นวัสดุทนไฟ ทนความร้อน คือ ไม่ลุกเป็นเปลว การไหม้เกรียมมีรัศมีเป็นวงขยายไม่เกิน 5 นิ้ว และเมื่อถูกเปลวไฟควรจะดับภายใน 2 นาที คือหยุดการไหม้เกรียม
- เวทีแสดงควรมีฉากทนไฟ ทำด้วยวัสดุทนไฟแบบแผ่นแข็งหรือม้วนไว้ก็ได้ ฉากหรือผ้าหนา ๆ ชุบน้ำยาทนไฟสำหรับปล่อยลงมากั้นระหว่างเวทีกับที่นั่งคนดูแก่ผู้ชมขณะที่กำลังพยายามหนีออกออกจากสถานที่ที่เกิดเพลิงไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนเหนือเวที ควรติดท่อดับเพลิงอัตโนมัติ ปล่อยน้ำลงมาเวทีเพื่อดับเพลิงและลดความร้อนแก่ฉาก พร้อมกับมีสัญญาณแจ้ง เหตุ เพลิงไหม้ด้วย
- เวทีที่แสดง ควรมีปล่องควันและแก๊สออกมาขณะเกิดเพลิงไหม้ เพื่อป้องกันการลุกลามของไฟ
- ทางออกฉุกเฉิน จะต้องมีอย่างพอเพียงและเปิดง่าย มีอัตราส่วนดังนี้

ตารางที่ 3.8 แสดงจำนวนคนต่อพื้นที่ทางออกฉุกเฉิน

จำนวนคน	ทางออกฉุกเฉิน
1 – 60	1
61 – 600	2
601 – 1000	3
1001 – 1400	4

ห้องฉายภาพยนตร์ (Projection Room)

จะเป็นห้องที่มีเครื่องฉายและอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งห้องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องขนาด 3.00 - 4.00 เมตร เป็นขนาดต่ำสุด แต่ถ้ารวม Spot Light ขนาดต่ำสุด 4.00- 5.50 เมตร สำหรับห้องฉายภาพยนตร์อาจจะรวมหรือติดกับห้องควบคุมแสงและเสียงได้ ตำแหน่งเครื่องฉายภาพยนตร์จะห่างกันประมาณ 1.50 เมตร ระหว่างจุดกึ่งกลางของเครื่อง

การระบายอากาศในห้องฉายภาพยนตร์

ในห้องฉายภาพยนตร์จะเกิดความร้อน เนื่องจากไฟที่ใช้ในการฉายภาพยนตร์ Arc Light ตัวเครื่องฉายภาพยนตร์เอง เพราะฉะนั้น เพื่อความสบายในการทำงานภายในห้อง จึงจำเป็นต้องมีการระบายอากาศ โดยผ่านท่อระบายอากาศ ในท่อระบายอากาศควรมีขนาดใหญ่ พอที่จะเข้าไปทำความสะอาดได้โดยตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแสดงงานภายใน (Indoor Exhibition Area)

โดยทั่วไปห้องจัดแสดงควรมีพื้นที่มาก เพื่อสะดวกในการตกแต่งหรือแบ่งกั้นเมื่อออกแบบจัดแสดง ระดับของเพดานควรจะพอเหมาะไม่สูงหรือต่ำเกินไป สำหรับห้องแสดงงานของศูนย์ค้นคว้าและทดลองนี้ ต้องการเพดานสูงและต้องการแสงสว่างจากหลังคา

ลักษณะของห้องจัดแสดง

มีอยู่หลายแบบ ได้แก่

ห้องแสดงแบบธรรมดา (The Simple Chamber) คือห้องที่มีหน้าต่างซึ่งอาจจะเป็นหน้าต่างสูง หรือมีหน้าต่างด้านหนึ่ง และใช้แสงไฟฟ้าช่วยในการจัดแสดง

ห้องแสดงแบบยกพื้น (The Hall With A balcony) เป็นห้องแสดงแบบเก่า ที่นิยมสร้างในยุโรป และอเมริกา คือมีห้องโถงชั้นล่าง ขึ้นบันไดไปเป็นห้องโล่ง มองลงมาเห็นข้างล่าง

ห้องแสดงแบบห้องใหญ่ (The Clearstory Hall) เป็นแบบห้องแสดงใหญ่มีหน้าต่างสูงสองด้านผนัง

การออกแบบห้องแสดง (Designing the Hall Exhibition)

ในการออกแบบห้องแสดงไม่ว่าจะเป็นนิทรรศการประจำ หรือนิทรรศการพิเศษก็ตามสิ่งที่ช่วยให้ห้องแสดงเปลี่ยนรูปร่างได้อย่างดีที่สุดนั้น คือ แผง (Panel) ซึ่งทำด้วยไม้อัดหรือวัสดุที่มีน้ำหนักเบาสามารถเคลื่อนย้ายได้ หรือแผงที่ทำด้วยโครงไม้ บุด้วยผ้าและทาสีด้วยแบบต่าง ๆ ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพความเหมาะสมของเรื่องราว

หลักสำคัญของการวางผังรูปห้องแสดงนั้น ก็ไม่จำกัดแบบรูปลักษณะแน่นอนแต่อย่างใด หากแต่มากน้อยตามเรื่องราวที่จัดแสดงนั้น ๆ โดยปกติแผงตอนหนึ่งจะใช้ไปในการจัดแสดงเรื่องราวตอนเดียวเท่านั้น ไม่ควรจัดเรื่องราวหลายตอนไว้ในแผงเดียวกัน เพราะจะทำให้ประชาชนเกิดความสับสนในการชม แผงชั่วคราวอาจทำเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็ก ๆ ซึ่งยักเยื้องเป็นแบบต่าง ๆ หลาย ๆ รูป แต่ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงหลักสำคัญต่างๆ เช่น

1. การจัดตู้หรือแผงในห้องแสดงประจำหรือห้องแสดงชั่วคราวก็ตาม ไม่ควรปล่อยให้ห้องโล่งจนมองดูเกิดความอ้างว้าง เพราะหากห้องแสดงโล่งแล้วจะเป็นการดึงประชาชนให้รีบเดินผ่านไปอย่างรวดเร็วโดยไม่ได้พิจารณาเรื่องราวและวัตถุต่าง ๆ มากเท่าที่ควร แต่การวางแผนมากน้อยเพียงไรนั้น ต้องพิจารณาในหัวข้อย่อยในเรื่องใหญ่มีมากน้อยเพียงใด และมีวัตถุอะไรบ้างที่ควรแยกออกจัดแสดงโดดเดี่ยว เพื่อเพิ่มความสง่างาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การวางแผงยักเยื้องไปอย่างไรก็ตาม ควรจะได้เรียงลำดับเรื่องราวของเรื่องที่จัดแสดงซึ่งอยู่ในดุลพินิจของภัณฑารักษ์ และมัฑนาการ (ถ้ามี) ว่าอะไรเป็นเรื่องที่ 1 อะไรเป็นเรื่องที่ 2 และที่ 3 ตามลำดับจนสุดสิ้นการแสดง

3. ขนาดของแผงตลอดจนสีที่ใช้ทาแผงจะมีความหนักเบามากน้อยเพียงไรนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสม แต่วรรณะของสีไม่ควรฉูดฉาด ควรเป็นสีที่มองแล้วมีความเย็นตาสบายใจ และชวนแก่การมอง

4. เนื้อที่ระหว่างแผงแต่ละตอน ไม่ควรน้อยจนผู้เข้าชมต้องเบียดเสียดยัดเยียดกันเดินหากแต่ควรมีช่องว่างให้ผู้ชมเคลื่อนไหวไปอย่างสะดวก และเคลื่อนไหวไปได้โดยแบบรูปของแผงโน้มนำคนโดยอัตโนมัติ เพราะหากการจัดรูปห้องแสดงบังคับจนเกินไป จะทำให้ผู้ชมรู้สึกว่าเหมือนถูกขังตัวเองในคุกและเคลื่อนไหวไปตามแถวแบบนักโทษ

5. ผังของห้องแสดง แม้จะมีการยักเยื้องเพื่อเร้าความสนใจของผู้ชมก็ตาม แต่ต้องไม่ยักเยื้องมากเกินไป จนทำให้เกิดความรู้สึกว่าหลงทาง และไม่ทราบว่าตนเองอยู่จุดไหนของอาคารและห้องแสดง เพราะหากผู้ชมเกิดความรู้สึกเช่นนั้นจะขาดความตั้งใจในการดูวัตถุทันที

6. ควรจะให้แผงห้องแสดงแต่ละตอนมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยที่ผู้ชมมีอิสระที่จะเคลื่อนไหวไปตามต้องการของภัณฑารักษ์ หรือเลือกชมเอาตามความสนใจของตนเอง ระหว่างแผงแต่ละแผงควรมีเนื้อที่มากพอที่จะหมุนหรือแหวกการจราจรภายในได้สะดวก โดยที่ไม่รู้สึกว่ามีการบีบบังคับ ทั้งนี้ เพราะตระหนักต่อความจริงว่า ผู้ที่เข้าชมนั้นมีความต้องการและพื้นฐานทางการศึกษากับวัตถุประสงค์แตกต่างกัน ย่อมมีอิสระที่จะเลือกศึกษาเรื่องราวตามที่ตนสนใจ

<u>ห้องบรรยายขนาดเล็ก</u> (Lecture room)

หากศูนย์ฯ ได้เปิดการฝึกอบรมทางด้านวิชาการ โดยมีการกำหนดจำนวนของผู้เข้ารับการอบรม ประมาณ 20-30 คนต่อครั้ง ดังนั้นห้องบรรยายสำหรับศูนย์ฯ นี้ จึงจัดเป็นห้องบรรยายขนาดเล็ก สามารถจุคนได้ประมาณ 30 คน เพื่อให้ใช้ประโยชน์ใช้สอยได้มากที่สุด และเหมาะสมกับลักษณะของการใช้งาน สำหรับการจัดประชุมสัมมนาที่มีผู้เข้าร่วมงานมาก ๆ สามารถใช้ห้องประชุมใหญ่ของศูนย์ฯ ฝึกอบรม ซึ่งมีขนาดจุ 300 ที่นั่งได้ตามความเหมาะสม

ดังนั้นห้องบรรยายของศูนย์ฯ จึงมีลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เป็นห้องที่มีพื้นที่เรียบเท่ากัน เก้าอี้เป็นเก้าอี้ลอยตัว ไม่ติดสายกับพื้น สามารถแยกเก็บได้ และจัดได้หลายแบบ

2. การเตรียมเต้าเสียบไว้ในระยะที่ห่างกันพอสมควร และเหมาะสมสำหรับเครื่องฉายแบบต่าง ๆ โดยเป็นเต้าเสียบซ่อนในพื้น

3. ห้องบรรยายจะจัดเป็นสัดส่วนเฉพาะ เพื่อไม่ให้รบกวนต่อส่วนปฏิบัติการอื่น ๆ

นอกจากการใช้ในการฝึกอบรมแล้ว ห้องบรรยายนี้สามารถใช้เป็นห้องสำหรับการประชุมหรือการรายงานผลงานต่าง ๆ ของสายงานได้

<u>ส่วนฝึกอบรม</u>

- จำนวนผู้เข้าร่วมอบรม กำหนดให้ 20 คน จำนวน 2 ห้อง ซึ่งมีผนังเลื่อนกั้นส่วนและสามารถเพิ่มผู้เข้าอบรมเป็น 30 คนได้ (ใช้ประชุมฝ่ายได้)
- คิดอัตราพื้นที่ประชุมที่นั่งละ 1.20 ตร.ม.

พื้นที่เท่ากับ 20 × 1.20 = 24 ตร.ม.

Including Circulation Space 30%

เท่ากับ = 9 ตร.ม.

พื้นที่รวม = 35 ตร.ม.

คิดเป็น 40 ตร.ม. (รวมพื้นที่ บอร์ดกระดาน)

พื้นที่ส่วนฝึกอบรม 2 ห้อง คิดเป็น 40 × 2 = 80 ตร.ม.

<u>ห้องประชุม</u>

- จำนวนผู้เข้าร่วมในห้องประชุมหรือดูภาพยนตร์ สไลด์ หรือฟังอภิปราย จากการชี้แจงเรื่องพลังงานทดแทน กำหนดให้สามารถเข้าในส่วนนี้แต่ละครั้งได้ประมาณ 300 ที่นั่ง
- คิดอัตราพื้นที่ประชุมที่นั่งละ 0.8 ตร.ม.

คิดเป็นพื้นที่ 0.8 × 300 เท่ากับ 240 ตร.ม.

- ส่วนรับรองหน้าห้องประชุมคิด 1 ใน 6 ของจำนวนที่นั่ง (โถงทางเข้า)
- อัตราพื้นที่รับรองคนละ 1.50 ตร.ม.

พื้นที่เท่ากับ (1/6 x 300) x1.50

เท่ากับ 75 ตร.ม.

พื้นที่เวที ขนาด 12 × 4 = 48 ตร.ม.

รวมทั้งหมด = 240 + 75 +48 = 363 ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

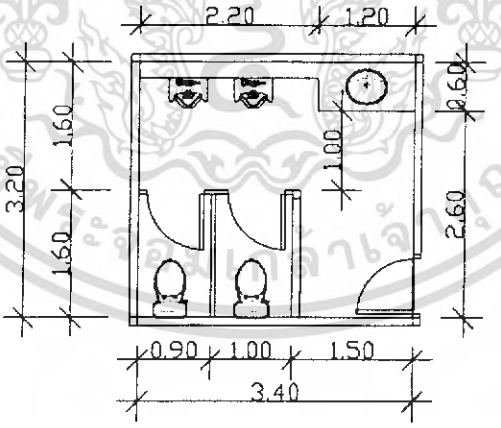
ส่วนห้องน้ำ ห้องส้วม

ตารางที่ 3.9 แสดงจำนวนคนต่อจำนวนสุขภัณฑ์

จำนวนคน	ส้วม		ที่ปัสสาวะ		อ่างล้างหน้า	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
1 – 200	2	3	2	-	1	1
201 – 400	3	4	3	-	2	2
401 – 600	4	5	4	-	3	3
601 - 800	5	6	5	-	4	4

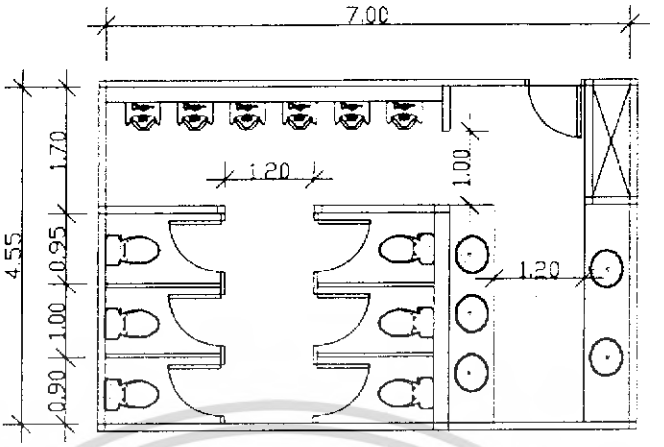
ขนาดของห้องน้ำ – ส้วม ที่จะให้บริการแก่ผู้ใช้อาคารในส่วนสาธารณะอยู่ระหว่าง 200 – 400 คน

	ส้วม (1.50)	+	อ่างล้างหน้า (0.56)	+	ที่ปัสสาวะ (0.42)	
ห้องน้ำชาย	= (3×1.50)+(3×0.56)+(2×42)		= 4.5+1.12 +1.26		= 6.88	
ห้องน้ำหญิง	= (4×1.50)+(2×0.56)		= 6+1.12		= 7.12	
					=14 ตร.ม.	

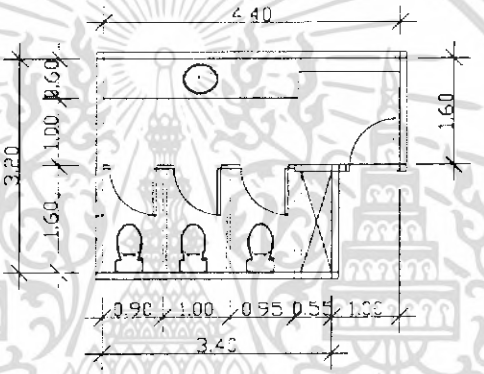


ภาพที่ 3. 29 แสดงการจัดห้องน้ำชาย (1)

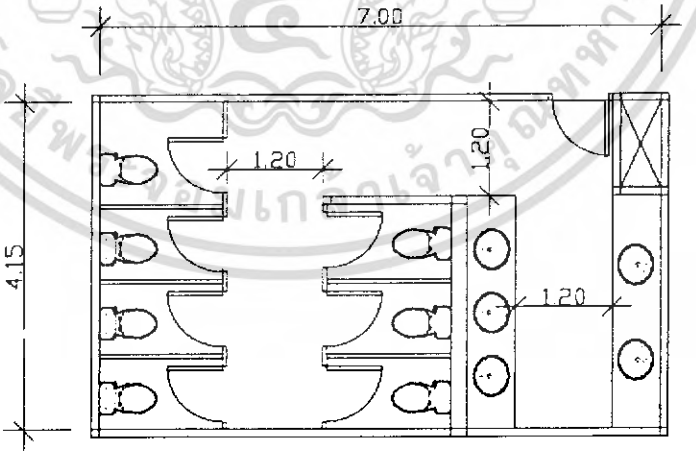
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3. 30 แสดงการจัดห้องน้ำชาย (2)



ภาพที่ 3. 31 แสดงการจัดห้องน้ำหญิง (1)



ภาพที่ 3. 32 แสดงการจัดห้องน้ำหญิง (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การวิเคราะห์หาพื้นที่จอดรถ</u>

พื้นที่จอดรถ คิดจากประเภทยานพาหนะแยกตามผู้ใช้

1. เจ้าหน้าที่ของโครงการ

เฉลี่ยพบว่า เจ้าหน้าที่หัวหน้าฝ่าย 20 คน เจ้าหน้าที่ทั่วไปมีรถยนต์ 10 คน / คัน และเจ้าหน้าที่ที่มีรถจักรยานยนต์ 6 คน / คัน [8]

ดังนั้น	จำนวนรถยนต์ของเจ้าหน้าที่โครงการมี	20+22	คัน
	จำนวนรถจักรยานยนต์ของเจ้าหน้าที่ในโครงการ	19	คัน

2. ที่จอดรถของศูนย์

จำนวนรถบริการ (ขนส่งพัสดุ, ขยะ, อาหาร) คิดจาก	2	คัน
จำนวนพนักงานขับรถของศูนย์มี	2	คัน

3. ผู้ใช้นอกโครงการ

จากการสังเกตอาคารประเภทเดียวกันพบว่า มีผู้ใช้ภายนอกที่มาติดต่อกับศูนย์โดยเฉลี่ย 15 คน / วัน คิดที่ 25% ของผู้มาติดต่อ

ดังนั้น จำนวนรถของผู้มาติดต่อต้องการที่จอดรถ	5	คัน

4.นักวิจัยในโครงการ 104 คน คิด 1 คน / คัน

ดังนั้น จำนวนรถของผู้มาติดต่อต้องการที่จอดรถ	104	คัน
ดังนั้นความต้องการที่จอดรถ 195 คัน ประมาณเป็น	200	คัน

ผู้ใช้ภายนอกที่มาเป็นหมู่คณะพบว่า จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นกลุ่มที่มาชมงานแสดงในศูนย์มากที่สุด คิดจำนวนนักเรียน 300 คน [9] มาโดยรถบัส (80 ที่นั่ง)

ดังนั้น จำนวนรถบัสที่มาติดต่อต้องการที่จอดรถ	4	คัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวิเคราะห์หาพื้นที่ขององค์ประกอบในโครงการ

ตารางที่ 3.10 แสดงองค์ประกอบและพื้นที่โครงการ

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบรอง	จำนวนผู้ใช้ (คน)	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)
1. ส่วนบริหารโครงการ	- ห้องผู้อำนวยการ	1	20
	- ห้องรองผู้อำนวยการ	1	16
	- พื้นที่ทำงานเลขานุการ	1	4
	- ส่วนรับแขกและบุคคลสำคัญ	6	16
	- ห้องประชุม	20	60
	- ส่วนเก็บเอกสารและอุปกรณ์	-	6
2. ส่วนธุรการ	- ห้องหัวหน้าฝ่ายธุรการ	1	20
	- ส่วนทำงานเจ้าหน้าที่	6	16
	- เคาน์เตอร์ติดต่อ	2	4
	- ห้องเก็บเอกสารและอุปกรณ์	-	6
3. ส่วนวางแผนและประสานงาน	- ห้องหัวหน้าฝ่ายวางแผนและประสานงาน	1	20
	- ส่วนทำงานเจ้าหน้าที่ฝ่ายวางแผนและประสานงาน	6	16
	- ห้องเก็บเอกสารและอุปกรณ์	-	6
4. ส่วนค้นคว้าและวิจัย	- ส่วนวิจัย		
	- ห้องปฏิบัติการวิจัยเชิงการเรียนรู้	56	56x4=224
	- ห้องปฏิบัติการวิจัยเชิงพัฒนา	56	56x4=224
	- ห้องปฏิบัติการวิจัยเชิงประยุกต์	20	20x4=80
	- ส่วนห้องประชุมย่อย (3ห้อง)	10(3)	56.5x3=169.5
	- ส่วนทดลองภายใน		
	- ห้องปฏิบัติการทดลองเรื่องแสงอาทิตย์	-	50x2=100
	- ห้องปฏิบัติการทดลองเรื่องลม	-	-
	- ห้องปฏิบัติการทดลองเรื่องน้ำ	-	50x2=100
	- ห้องปฏิบัติการทดลองเรื่องชีวมวล	-	50x2=100
	- ส่วนปฏิบัติการโรงงานเรื่องแสงอาทิตย์	-	40x2=80
	- ส่วนปฏิบัติการโรงงานเรื่องลม	-	132x2=264
	- ส่วนปฏิบัติการโรงงานเรื่องน้ำ	-	132x2=264

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 แสดงองค์ประกอบและพื้นที่โครงการ (ต่อ)

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบรอง	จำนวนผู้ใช้ (คน)	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)
	- ส่วนปฏิบัติการโรงงานเรื่องชีวมวล	-	40x2=80
	- ส่วนทดลองอเนกประสงค์	-	600
	- ห้องเก็บเอกสารและข้อมูลการวิจัย	-	48
	- ห้องเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์การวิจัย	-	96
	- ห้องซ่อมบำรุงอุปกรณ์ทำการวิจัย	-	48
	- ห้องเก็บสารเคมีอันตราย	-	48
	- ห้องเก็บแก๊ส	-	48
	- ห้องทดลองภาคสนาม	-	2,500
	- ห้องเปลี่ยนชุดสะอาด	10	30
	- ห้องน้ำแยกชายหญิง	-	64
5. ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่	- ห้องหัวหน้าฝ่าย	1	20
	- ส่วนทำงานเจ้าหน้าที่	2	12
	- ส่วนประชาสัมพันธ์และงานสารสนเทศ	2	4
	- ห้องโสตทัศนวัสดุ	2	48
	- ห้องประชุมและสัมมนา	300	960
	- ห้องฝึกอบรม	64	400
	- ส่วนพื้นที่จัดแสดงงานภายใน	300	750
	- ส่วนพื้นที่จัดแสดงงานภายนอก	-	1000
6. ส่วนห้องสมุด	- ห้องบรรณารักษ์	1	16
	- ส่วนทำงานเจ้าหน้าที่	4	16
	- ห้องซ่อมแซมหนังสือ	1	8
	- ห้องเก็บหนังสือ	-	16
	- พื้นที่อ่านหนังสือ	100	250
	- ส่วนเคาน์เตอร์ยืมคืน	2	4
	- ส่วนชั้นหนังสือ	1500 (เล่ม)	480
7. ส่วนอาคารพักอาศัย	- ห้องพักเจ้าหน้าที่วิจัย 40 ห้อง	80	32x40=1280
	- ส่วนพักคอยและรับรองแขก	8	32
	- ห้องทำงานหัวหน้าฝ่ายอาคารพักอาศัย	1	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 แสดงองค์ประกอบและพื้นที่โครงการ (ต่อ)

องค์ประกอบหลัก	องค์ประกอบรอง	จำนวนผู้ใช้ (คน)	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)
	- ห้องทำงานเจ้าหน้าที่	2	12
	- ห้องแม่บ้าน	4	32x2=64
	- เคาน์เตอร์ต้อนรับ	2	4
	- พื้นที่สำหรับให้เช่า	-	80X3=240
	- ห้องน้ำแยกชายหญิงและคนพิการ	-	48
8. โรงอาหาร	- พื้นที่ให้เช่าร้านค้า	-	16x10=160
	- พื้นที่รับประทานอาหาร	1000/3	450
	- พื้นที่ขายคูปอง	-	4
	- พื้นที่พักส่งของ (Loading area)	-	48
	- ห้องน้ำแยกชายหญิงและคนพิการ	-	48
	- ส่วนห้องอาหาร	30	60
	- ส่วนทานอาหารนักวิจัย	40	100
9. ส่วนงานบริการและสถานที่	-ห้องหัวหน้าฝ่ายอาคารและสถานที่	1	20
	- ห้องหัวหน้าฝ่ายซ่อมบำรุง	1	16
	- ห้องซ่อมบำรุง	2	48
	- ห้องควบคุมดูแลรักษาความปลอดภัย	2	16
	- ห้องทำงานหัวหน้าเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย	1	16
	- ห้องเก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด	-	48
	- พื้นที่พักส่งของ (Loading area)	-	96
	- ห้องทำงานเจ้าหน้าที่ตรวจรับของ	2	12
	- ห้องน้ำแยกชายหญิง	-	48
10. ส่วนจอดรถ	- พื้นที่จอดรถยนต์ (200 คัน)	-	12.5x200=2500
	-พื้นที่จอดรถจักรยานยนต์ (30 คัน)	-	30
	- พื้นที่จอดรถบัส (4 คัน)	-	48x4=192

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 สรุปพื้นที่ใช้สอยโครงการ

ตารางที่ 3.11 สรุปพื้นที่ใช้สอยของโครงการ

ส่วนประกอบโครงการ	พื้นที่รวม	พื้นทางสัญจร	พื้นที่รวมทั้งหมด
1.ส่วนบริหารโครงการ	122	(15%) +18.3	140.3
2. ส่วนธุรการ	46	(15%) +6.9	52.9
3. ส่วนวางแผนและประสานงาน	42	(15%) +6.3	48.3
4. ส่วนค้นคว้าและวิจัย	5,167.5	(30%) +1550.25	6,717.75
5. ส่วนส่งเสริมและเผยแพร่	3,194	(30%) +958.2	4,152.2
6. ส่วนห้องสมุด	790	(30%) +237	1,027
7. ส่วนอาคารพักอาศัย	1,696	(30%) +508.8	2,204.8
8. โรงอาหาร	870	(30%) +261	1,131
9. ส่วนงานบริการและสถานที่	320	(30%) +96	416
10. ส่วนจอดรถ	2,722	(100%) +2,722	5,444
รวมพื้นที่ทั้งหมดของโครงการ (ตร.ม.)			21,334.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชิงอรรถ

1.ประยุกต์จากนโยบายของสถาบันพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,วิสัยทัศน์และพันธกิจของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

2.ประยุกต์จากผังบริหารงานของสถาบันพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำนักงานพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พื้นที่ 1 (ปทุมธานี)

3.ข้อมูลจาก : กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ

4.ข้อมูลผู้ประกอบการอุตสาหกรรมด้านพลังงาน และปิโตรเลียมปี 2547 , กรมโรงงานอุตสาหกรรม

5.ข้อมูลจาก : ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา ประมาณ 900 คน/วัน และพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ มากกว่า 1,000 คน/วัน คิดโดยประมาณการสำหรับศูนย์ฯ เป็น 1,000 คน

6.ที่มา : Building for Education Culture & Science

7.อ้างแล้ว หน้า 314

8.จากการเปรียบเทียบอาคารประเภทเดียวกัน : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย จ. ปทุมธานี

9.ข้อมูลจาก : กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การพิจารณาเลือกที่ตั้งโครงการ

4.1 แนวทางในการพิจารณาเลือกที่ตั้งโครงการ

การเลือกที่ตั้งของโครงการ จำเป็นต้องกำหนดแนวทางในการเลือกที่ตั้ง ทั้งนี้เพื่อให้การเลือกสถานที่ตั้งมีความเหมาะสมและตอบสนองต่อการใช้งานกับตัวอาคาร และกิจกรรมที่เกิดขึ้นในโครงการได้จริง โดยการกำหนดหัวข้อเพื่อการตัดสินนั้น พิจารณาจากองค์ประกอบของโครงการและกิจกรรมที่เกิดขึ้นดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงหัวข้อการพิจารณาที่ตั้งโครงการ

ข้อพิจารณา	รายละเอียด
1) ที่ตั้งโครงการ ลักษณะทางกายภาพ คุณภาพของพื้นที่และทรัพยากรธรรมชาติภายในที่ตั้งโครงการ	- พิจารณาขนาดพื้นที่ที่เพียงพอกับขนาดของโครงการ และมีอาณาเขตที่เหมาะสม - ไม่ควรอยู่ในย่านชุมชนมากนัก ทั้งนี้เพื่อลดผลกระทบจากกิจกรรมการวิจัย แต่ไม่ควรห่างไกลรัศมีการให้บริการ และเป็นการเอื้ออำนวยความสะดวกในการเดินทางสำหรับเจ้าหน้าที่ และผู้ใช้บริการศูนย์วิจัยฯ - ภูมิประเทศและคุณภาพของพื้นที่เหมาะแก่การก่อสร้าง สภาพการรับน้ำหนักของดิน สภาพการระบายน้ำ การดูดซึม รวมถึงทิศทางของลมและแสงแดด ซึ่งมีลักษณะที่เอื้ออำนวยต่อการทำการวิจัย **พื้นที่ควรอยู่ใกล้แหล่งวัตถุดิบที่สามารถตอบสนองต่อการวิจัยได้**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงหัวข้อการพิจารณาที่ตั้งโครงการ (ต่อ)

ข้อพิจารณา	รายละเอียด
2) สภาพแวดล้อม บริเวณข้างเคียง ทิศทางและทัศนียภาพ ความหนาแน่นของประชากร รวมถึงความปลอดภัยของพื้นที่	- พิจารณาลักษณะสภาพแวดล้อมควรมีบรรยากาศสงบเงียบ ร่มรื่น และมีความสามารถในการขยายตัวได้ เพื่อรองรับรูปแบบการวิจัยใหม่ ๆ - ผลกระทบของโครงการต่อทัศนียภาพที่ตั้งในปัจจุบันและอนาคต - พิจารณาถึงความหนาแน่นของประชากรในบริเวณที่ตั้ง ซึ่งควรตอบสนองต่อกิจกรรมและความต้องการขั้นพื้นฐานของโครงการ - มีความปลอดภัยในเขตพื้นที่ตั้งโครงการ
3) ถนนและการขนส่ง การเข้าถึงโครงการ	- พิจารณาสภาพการจราจรที่ผ่าน ความสามารถและความหนาแน่นของการขนส่ง ความเป็นส่วนตัวและปัญหารบกวน - สถานที่ตั้งโครงการควรเห็นได้ชัด สามารถเดินทางเข้า – ออกสะดวกทั้งทางเท้าและทางรถยนต์ ควรอยู่บริเวณริมถนนหลักเพราะเป็นอาคารสาธารณะ - สถานที่ควรง่ายต่อการขนส่งอุปกรณ์การวิจัย และวัตถุดิบที่ใช้ ซึ่งอาจนำเข้ามาจากภายในประเทศเองหรือจากต่างประเทศ
4) ระบบสาธารณูปโภค สาธารณูปการและความสะดวกในการจัดหา	- พิจารณาการได้รับบริการต่างๆจากรัฐรวมทั้งระยะห่างจากสาธารณูปโภคต่างๆที่ต้องการ โครงการไม่ควรห่างจากตัวเมืองที่สำคัญมากจนเกินไป เพื่อระบบสาธารณูปโภคหรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบประปา ที่ทำการไปรษณีย์ สถานีขนส่ง สามารถบริการได้ถึง เพื่อสะดวกต่อการจัดหาและติดต่อกับหน่วยงานอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

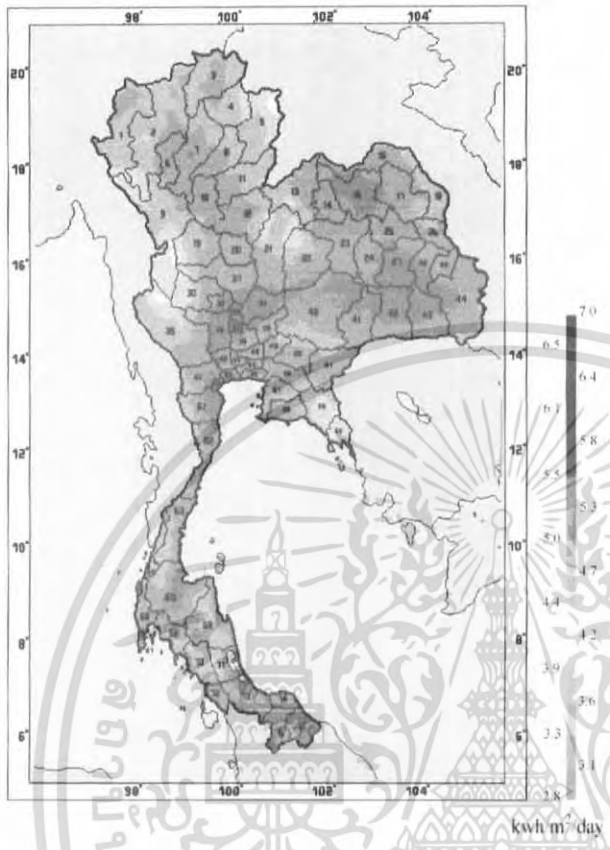
ตารางที่ 4.1 แสดงหัวข้อการพิจารณาที่ตั้งโครงการ (ต่อ)

ข้อพิจารณา	รายละเอียด
5) ประเภทของการใช้ที่ดิน ข้อจำกัด กฎเกณฑ์ราคาที่ดิน ขนาดของที่ดินที่ต้องการ	- ศึกษาประเภทของการใช้ที่ดิน เนื่องจากโครงการอยู่ในส่วนของราชการ จึงควรอยู่ในพื้นที่ของราชการ หรือพื้นที่เพื่อการศึกษา - พิจารณาการใช้ที่ดินในปัจจุบัน การรื้อถอน การเวนคืน สิทธิในการครอบครองที่ดิน ราคาที่ดิน นโยบายในการพัฒนาอนาคต ตลอดจนกฎหมายประจำท้องถิ่น
6) หน่วยงานและสถาบันการศึกษา	- พิจารณาจากระยะห่างของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูล และสะดวกในการตอบสนองความต้องการด้านต่าง ๆ เกี่ยวกับการวิจัยด้านพลังงาน - พิจารณากลุ่มสถาบันการศึกษาที่อยู่ใกล้เคียงเพื่อการเผยแพร่ข้อมูลและสร้างความเข้าใจอันดีในเรื่องการใช้พลังงานทดแทน
7) องค์ประกอบอื่น ๆที่เกี่ยวเนื่องกับโครงการ	- พิจารณาพื้นที่ ที่มีการใช้พลังงานในปริมาณมากเพื่อตอบสนองต่อเป้าหมายของโครงการได้จริง - พิจารณาพื้นที่ ที่มีแนวโน้มของการพัฒนาการใช้พลังงานสะอาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 การพิจารณาเลือกที่ตั้งในระดับภาค

จากข้อพิจารณาในเบื้องต้น สามารถนำมาประกอบกับข้อมูลสนับสนุนเพื่อการพิจารณาได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



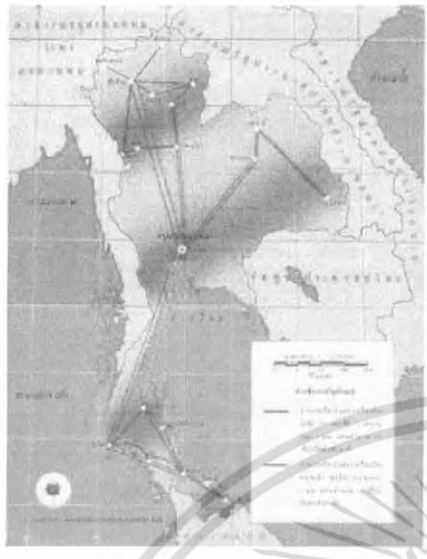
ภาพที่ 4.1 แสดงที่ตั้งและอาณาเขตของจังหวัดต่าง ๆ ที่ได้รับปริมาณแสงแดด

จากภาพแสดงให้เห็นถึงพื้นที่ ที่รับความร้อนจากแสงแดด ซึ่งจะเห็นได้ว่า มีพื้นที่ที่ได้รับแสงอย่างเต็มที่ในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคใต้ตามลำดับ

ภาพที่ 4.2 แสดงแหล่งที่มีการบริโภคพลังงานในกิจกรรมต่าง ๆ

ภาพแสดง พื้นที่บริเวณที่มีการบริโภคพลังงานในส่วนต่าง ๆ ซึ่งจะมีการกระจุกตัวอยู่ในบริเวณภาคกลางค่อนข้างหนาแน่น กว่าส่วนอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพแสดงตำแหน่งของเส้นทางการบิน และตำแหน่งของสนามบินหลัก ที่เอื้ออำนวยต่อระบบคมนาคม และการขนส่งของโครงการ

ภาพที่ 4.3 แสดงที่ตั้งและเส้นทางการบินที่สำคัญในประเทศ

ภาพแสดงตำแหน่งของจุดเชื่อมต่อและเส้นทางในระบบทางหลวงแผ่นดินพิเศษ [1]

ภาพที่ 4.4 แสดงที่ตั้งและเส้นทางคมนาคมทางบกที่สำคัญในประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลข้างต้น สามารถพิจารณาเลือกที่ตั้งในระดับภาค โดยมีเกณฑ์การให้ค่าน้ำหนักดังนี้

ค่า 1 คือ มีความสำคัญต่อการจัดตั้งโครงการ น้อย

ค่า 2 คือ มีความสำคัญต่อการจัดตั้งโครงการ ปานกลาง

ค่า 3 คือ มีความสำคัญต่อการจัดตั้งโครงการ มาก

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อพิจารณาที่ตั้งโครงการกับความเหมาะสมของภูมิภาค

ข้อพิจาณา	ภูมิภาค				
	ภาคกลาง	ภาคเหนือ	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคใต้	ภาคตะวันออก
ข้อ 1 คือ ที่ตั้งโครงการ ลักษณะทางกายภาพ คุณภาพของพื้นที่และทรัพยากรธรรมชาติภายในที่ตั้งโครงการ	3	2	3	2	1
ข้อ 2 คือ สภาพแวดล้อม บริเวณข้างเคียง ทิศทางและทัศนียภาพ ความหนาแน่นของประชากร รวมถึงความปลอดภัยของพื้นที่	3	2	2	1	2
ข้อ 3 คือ ถนนและการขนส่ง การเข้าถึงโครงการ	3	2	2	2	2
ข้อ 4 คือ ระบบสาธารณูปโภค สาธารณูปการและความสะดวกในการจัดหา	3	3	1	2	3
ข้อ 5 คือ ประเภทของการใช้ที่ดิน ข้อจำกัดกฎเกณฑ์ ราคาที่ดิน ขนาดของที่ดินที่ต้องการ	3	2	1	1	1
ข้อ 6 คือ หน่วยงานและสถาบันการศึกษา	3	2	1	1	2
ข้อ 7 คือ องค์ประกอบอื่น ๆที่เกี่ยวเนื่องกับโครงการ	3	2	2	1	2
รวม	21	15	12	10	13

จากการให้ค่าน้ำหนักการพิจารณาตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น ได้ผลสรุปพื้นที่ที่เหมาะสมคือ พื้นที่ในบริเวณภาคกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การพิจารณาเลือกที่ตั้งในระดับจังหวัด

4.3.1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับภาคกลาง

ภูมิภาคภาคกลางประกอบด้วย 22 จังหวัด คือ 1.จังหวัดกรุงเทพมหานคร 2.จังหวัดกำแพงเพชร 3.จังหวัดชัยนาท 4. จังหวัดนครปฐม 5.จังหวัดนครนายก 6. จังหวัดนครสวรรค์ 7.จังหวัดนนทบุรี 8. จังหวัดปทุมธานี 9.จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 10.จังหวัดพิจิตร 11.จังหวัดพิษณุโลก 12.จังหวัดเพชรบูรณ์ 13.จังหวัดลพบุรี 14.จังหวัดสมุทรปราการ 15.จังหวัดสมุทรสงคราม 16.จังหวัดสมุทรสาคร 17. จังหวัดสระบุรี 18.จังหวัดสิงห์บุรี 19.จังหวัดสุโขทัย 20.จังหวัดสุพรรณบุรี 21.จังหวัดอ่างทอง 22.จังหวัดอุทัยธานี โดยมีพื้นที่รวมทั้งหมดทุกจังหวัด 91,795.124 ตารางกิโลเมตร

ภาพที่4.5 แสดงเขตการปกครองภูมิภาคภาคกลาง

เนื่องจากว่า ในพื้นที่ภาคกลางตามการแบ่งส่วนแบบภูมิภาคตามเขตการปกครองจะสามารถแบ่งได้เป็น 22 จังหวัด แต่เมื่อพิจารณาถึงความต้องการของโครงการที่ต้องการระบบสาธารณูปโภค และการคมนาคมขนส่งที่สะดวกรวมทั้ง จำนวนประชากรที่จะตอบสนองต่อโครงการแล้ว สามารถคัดเลือกจังหวัดที่เหมาะสมต่อความต้องการดังกล่าว ได้เป็นจังหวัดที่มีลักษณะเป็นศูนย์กลางของภูมิภาค อันได้แก่ จังหวัด กรุงเทพมหานคร ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรปราการ นครปฐม อยุธยา สุพรรณบุรี นครสวรรค์ สระบุรี สุโขทัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อใช้เกณฑ์การพิจารณาที่ตั้งในข้างต้นสามารถให้ค่าน้ำหนักการพิจารณาได้ดังนี้

ค่า 1 คือ มีความสำคัญต่อการจัดตั้งโครงการ น้อย

ค่า 2 คือ มีความสำคัญต่อการจัดตั้งโครงการ ปานกลาง

ค่า 3 คือ มีความสำคัญต่อการจัดตั้งโครงการ มาก

ตารางที่ 4.3 แสดงข้อพิจารณาที่ตั้งโครงการกับความเหมาะสมของจังหวัด

ข้อพิจารณา	จังหวัด									
	กรุงเทพฯ	ปทุมธานี	นนทบุรี	สมุทรปราการ	นครปฐม	อยุธยา	สุโขทัย	นครสวรรค์	สระบุรี	ลพบุรี
ข้อ 1 คือ ที่ตั้งโครงการ ลักษณะทางกายภาพ คุณภาพของพื้นที่และทรัพยากรธรรมชาติภายในที่ตั้งโครงการ	2	3	2	2	2	2	2	2	1	1
ข้อ 2 คือ สภาพแวดล้อม บริเวณข้างเคียง ทิศทางและทัศนียภาพ ความหนาแน่นของประชากร รวมถึงความปลอดภัยของพื้นที่	2	3	2	1	2	2	2	2	1	2
ข้อ 3 คือ ถนนและการขนส่ง การเข้าถึงโครงการ	3	2	2	2	2	2	2	1	2	1
ข้อ 4 คือ ระบบสาธารณูปโภค สาธารณูปการและความสะดวกในการจัดหา	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2
ข้อ 5 คือ ประเภทของการใช้ที่ดิน ข้อจำกัด กฎเกณฑ์ราคาที่ดิน ขนาดของที่ดินที่ต้องการ	2	3	2	1	2	2	2	2	2	1
ข้อ 6 คือ หน่วยงานและสถาบันการศึกษา	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1
ข้อ 7 คือ องค์ประกอบอื่น ๆที่เกี่ยวเนื่องกับโครงการ	3	3	2	1	2	1	2	1	1	1
รวม	18	19	12	10	13	11	13	11	9	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการให้ค่าน้ำหนักการพิจารณาข้างต้น ได้ผลสรุปของจังหวัดปทุมธานี และกรุงเทพฯ มีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาจากค่าความหนาแน่นของประชากร โดยกรุงเทพฯมีความหนาแน่นประชากรสูงกว่า ปทุมธานี [2] ประกอบกับการพิจารณาเรื่องการขยายตัวของโครงการและความเกี่ยวเนื่องกับสถาบันด้านพลังงานอื่น ๆ [3] แล้ว จังหวัดปทุมธานี จึงมีความเหมาะสมมากกว่ากรุงเทพฯ

4.3.1 ข้อมูลพื้นฐานจังหวัดปทุมธานี

4.3.1.1 ลักษณะที่ตั้งและอาณาเขต

จังหวัดปทุมธานีตั้งอยู่ในภาคกลางประมาณเส้นรุ้งที่ 14 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศา ตะวันออก อยู่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 2.30 เมตร มีเนื้อที่ประมาณ 1,525.856 ตารางกิโลเมตร หรือ ประมาณ 953,660 ไร่ ห่างจากกรุงเทพมหานครไปทางทิศเหนือประมาณ 27.8 กิโลเมตร มีอาณาเขต ติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง คือ

ทิศเหนือ	ติดต่อกับอำเภอบางไทรอำเภอบางปะอินและอำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อำเภอหนองแค และอำเภอวิหารแดง จังหวัดสระบุรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับอำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายกและอำเภอบางน้ำเปรี้ยวจังหวัดฉะเชิงเทรา
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับอำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อำเภอบางเลนจังหวัดนครปฐม และอำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี
ทิศใต้	ติดต่อกับอำเภอบางบัวทอง อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี และเขตบางเขน เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.6 แสดงที่ตั้งและอาณาเขตของจังหวัดปทุมธานี

4.3.1.2 **ลักษณะภูมิประเทศ**

พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดมีลักษณะเป็นที่ราบลุ่มริมสองฝั่งแม่น้ำ โดยมีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านใจกลางจังหวัดในเขตอำเภอเมืองปทุมธานี และอำเภอสามโคก ทำให้พื้นที่ของจังหวัดปทุมธานีถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ฝั่งตะวันตกของจังหวัดหรือบนฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยาได้แก่ พื้นที่ในเขตอำเภอลาดหลุมแก้วกับพื้นที่บางส่วนของอำเภอเมืองและอำเภอสามโคก กับฝั่งตะวันออกของจังหวัด หรือบนฝั่งซ้ายของแม่น้ำเจ้าพระยา ได้แก่ พื้นที่อำเภอเมืองบางส่วน อำเภอธัญบุรี อำเภอคลองหลวง อำเภอหนองเสือ อำเภอลำลูกกา และบางส่วนของอำเภอสามโคก

โดยปกติระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาในฤดูฝน จะเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ยประมาณ 50 เซนติเมตร ซึ่งทำให้เกิดภาวะ น้ำท่วมในบริเวณพื้นที่ราบริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นบริเวณกว้างและก่อให้เกิดปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยาสำหรับพื้นที่ทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำเจ้าพระยานั้น เนื่องจากประกอบด้วยคลองขอยเป็นคลองชลประทานจำนวนมากสามารถควบคุมจำนวนปริมาณน้ำได้ทำให้ปัญหาเกี่ยวกับอุทกภัยมีน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.3 ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศของจังหวัดปทุมธานีมีสภาพเช่นเดียวกับจังหวัดในภาคกลางโดยอยู่ภายใต้อิทธิพล ของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีอุณหภูมิและปริมาณฝนแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา จึงแบ่งฤดูกาลออกเป็น 3 ฤดู คือ

ฤดูร้อน อยู่ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์

อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.4 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 25.8 องศาเซลเซียส

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,500 มิลลิเมตร

ลมประจำพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – เดือนกันยายน

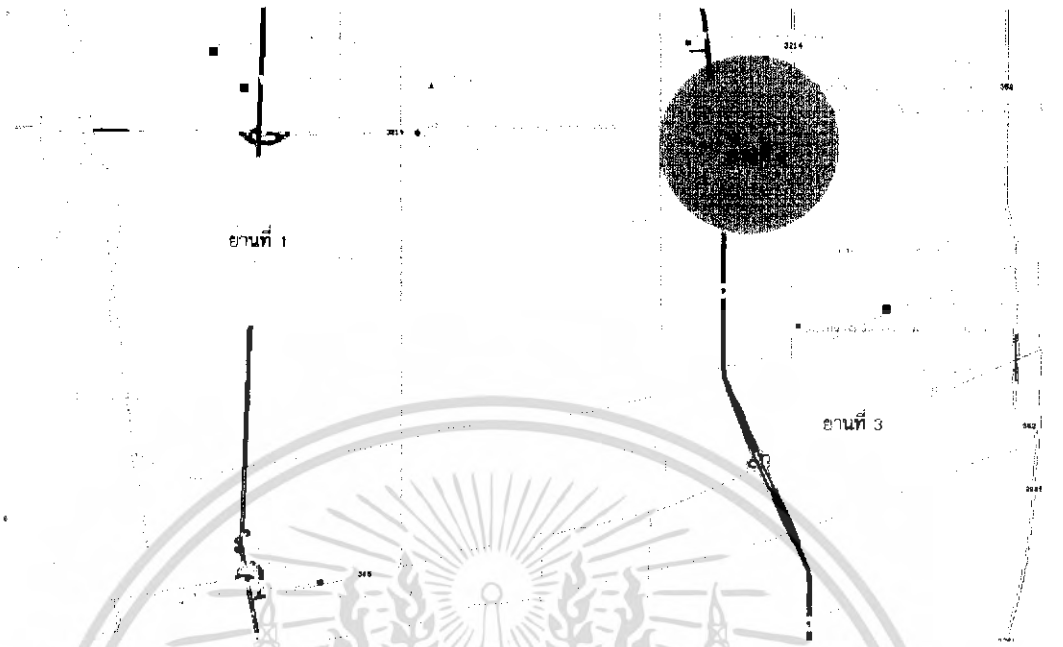
ลมประจำพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเดือนตุลาคม – มกราคม

4.4 การพิจารณาเลือกที่ตั้งในระดับกลุ่มพื้นที่ย่อย

พื้นที่ตั้งโครงการที่นำมาพิจารณา มีอยู่ 3 พื้นที่ได้แก่

1. พื้นที่บริเวณ เขตอำเภอคลองหลวง ติดถนนพหลโยธิน ใกล้กับมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิตและสถาบัน A.I.T.
2. พื้นที่ในเขตอำเภอคลองหลวง ติดถนนบ้านพร้าว ตรงข้ามพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติธรณีวิทยาเฉลิมพระเกียรติ
3. พื้นที่ในเขตอำเภอธัญบุรี ติดถนนรังสิต – นครนายก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 แสดงที่ตั้งและอาณาเขตของจังหวัดปทุมธานี

พื้นที่บริเวณที่ 1 ลักษณะพื้นที่เป็นพื้นที่ที่ห่างจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ประมาณ 3 กิโลเมตร มีการเชื่อมโยงโดยถนนพหลโยธินซึ่งเป็นเส้นทางหลวงหลักที่เชื่อมสู่ภูมิภาคทางเหนือ และมีระบบขนส่งมวลชนผ่านพื้นที่ตั้งไปยังศูนย์ได้โดยตรง เป็นย่านที่อยู่อาศัยที่มีความหนาแน่นต่ำ สลับกับพื้นที่รกร้างว่างเปล่า และพื้นที่การเกษตรในบางส่วน เนื่องจากพื้นที่อยู่ติดกับถนนหลัก จึงทำให้มีปริมาณการจราจรที่หนาแน่นและ มีมลพิษเกิดขึ้น

ด้านการขยายตัวของโครงการ มีศักยภาพในการขยายตัวของโครงการ เนื่องจากพื้นที่ส่วนมากยังเป็นพื้นที่ว่างเปล่าและยังเป็นย่านที่มีประชากรอาศัยอยู่ไม่หนาแน่น

พื้นที่บริเวณที่ 2 ห่างจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ประมาณ 10 กิโลเมตร และห่างจากสำนักงานพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พื้นที่ 1 (ปทุมธานี) ประมาณ 5 กิโลเมตร มีการเชื่อมโยงโดยถนนบ้านพร้าวซึ่งเป็นเส้นทางแยกทางหลวง ที่แยกมาจากถนนพหลโยธินและเป็นถนนที่มีการจราจรไม่หนาแน่น สภาพพื้นที่ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีที่อยู่อาศัยเบาบาง สภาพแวดล้อมที่เงียบสงบ มีระบบสาธารณูปโภคเข้าถึงพื้นที่และมีระบบคลองส่งน้ำชลประทานผ่านในพื้นที่

มีศักยภาพในการขยายตัวของโครงการ เนื่องจากพื้นที่ส่วนมากยังเป็นพื้นที่ว่างเพื่อการเกษตร และมีประชากรอาศัยอยู่ เบาบาง

<u>พื้นที่บริเวณที่ 3</u> ห่างจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ประมาณ 20 กิโลเมตร และห่างจากสำนักงานพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พื้นที่ 1 (ปทุมธานี) ประมาณ 8 กิโลเมตร มีการเชื่อมโยงโดยจากถนนรังสิต - นครนายก ตัดเข้าถนนพหลโยธิน มีการจราจรที่หนาแน่นจึงอาจเป็นอุปสรรคต่อการติดต่อกับศูนย์ได้ เป็นย่านที่อยู่อาศัยที่มีความหนาแน่นสูง ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษด้านต่างๆที่เป็นอุปสรรคต่อโครงการได้

พื้นที่ตั้งอยู่บนถนนรังสิต – นครนายก ติดต่อกับถนนกาญจนาภิเษกซึ่งเป็นทางหลวงพิเศษ ซึ่งเชื่อมต่อกับเส้นทางถนนหลักอีกหลาย ทำให้สามารถเชื่อมต่อการเดินทางจากจังหวัดต่างๆในภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคตะวันออก- เฉียงเหนือ เข้าถึงโครงการได้สะดวก เนื่องจากเป็นเขตชุมชน จึงทำให้มีความพร้อมของระบบสาธารณูปโภคและมีระบบคลองส่งน้ำชลประทานผ่านในพื้นที่ ด้านการขยายตัวในอนาคตนั้น ไม่สามารถขยายตัวหรือยากต่อการขยายตัวมากเนื่องจากเป็นเขตชุมชนที่มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น

4.5 การเปรียบเทียบหาพื้นที่ตั้งที่เหมาะสมต่อโครงการ

จากข้อมูลลักษณะพื้นที่ทั้ง 3 แห่งนำมาพิจารณาโดยให้ค่าน้ำหนักตามเกณฑ์ดังนี้

ค่า 1 คือ มีความสำคัญต่อการจัดตั้งโครงการ น้อย

ค่า 2 คือ มีความสำคัญต่อการจัดตั้งโครงการ ปานกลาง

ค่า 3 คือ มีความสำคัญต่อการจัดตั้งโครงการ มาก

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อพิจารณาที่ตั้งโครงการกับความเหมาะสมของพื้นที่

ข้อพิจารณา	พื้นที่		
	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 3
ลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมต่อการวิจัย	3	3	2
สภาพแวดล้อมโดยรอบที่เหมาะสมต่อการวิจัย	2	3	1
การจราจรและความสะดวกในการเข้าถึงโครงการ	3	2	3
ระบบสาธารณูปโภคในพื้นที่ใกล้เคียง	3	2	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อพิจารณาที่ตั้งโครงการกับความเหมาะสมของพื้นที่ (ต่อ)

ข้อพิจารณา	พื้นที่		
	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 3
หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับโครงการ	2	3	2
สถาบันการศึกษาที่ใกล้เคียง	2	3	1
ความหนาแน่นของจำนวนประชากรน้อย	2	3	1
การรองรับการขยายตัวของโครงการ	2	3	1
รวม	16	22	14

4.6 การกำหนดที่ตั้งโครงการและการศึกษารายละเอียดของที่ตั้งโครงการ

จากผลสรุปในตารางข้างต้น สามารถสรุปพื้นที่ตั้งโครงการได้ คือบริเวณพื้นที่ 2 โดยลักษณะพื้นที่ตั้งโครงการดังกล่าวมีลักษณะที่เอื้ออำนวยต่อการจัดตั้งโครงการ อันได้แก่

1.ลักษณะทางกายภาพที่เป็นพื้นที่ราบ และไม่มีอาคารสูงมาบดบัง ซึ่งเอื้อประโยชน์ต่อการวิจัย เช่น การวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์

2. สภาพแวดล้อมโดยรอบเอื้ออำนวยต่อการรวางกลุ่มอาคารและสถานีวิจัยกลางแจ้ง

3.การจราจรที่ไม่หนาแน่นเกินไป และสะดวกต่อการเข้าถึงโครงการ

4.พื้นที่ตั้งอยู่ใกล้เคียง สถาบันการวิจัยด้านพลังงานต่าง ๆ ทั้งทางด้านฝั่งตะวันตกและตะวันออก

5.หน่วยงาน และสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ในพื้นที่ มีปริมาณที่เหมาะสมต่อการเกื้อหนุนโครงการ

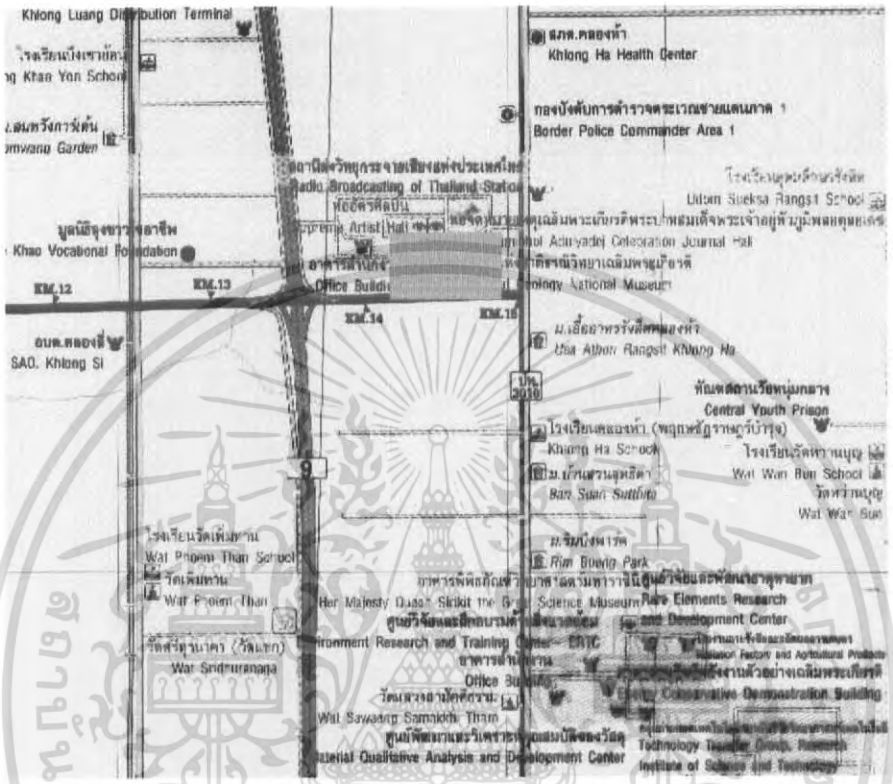
6.ความหนาแน่นและการกระจายตัวของประชากร อยู่ในระดับที่เหมาะสม

7.ระบบสาธารณูปโภคที่รองรับโครงการมีความเหมาะสม

8. พื้นที่สามารถรองรับการขยายตัวได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ตั้งโครงการตั้งอยู่ในพื้นที่เขตอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ติดริมถนนบ้านพร้าว กับ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3214 ใกล้กับจุดแยกเชื่อมต่อกับถนนกาญจนาภิเษก บริเวณด้านหลังโครงการ เป็นที่ตั้งของพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติธรณีวิทยาเฉลิมพระเกียรติ



ภาพที่ 4.8 แสดงพื้นที่บริเวณที่ตั้งโครงการ

ภาพที่ 4.9 แสดงพื้นที่บริเวณที่ตั้งโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างของพื้นที่โครงการมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 450 เมตร ยาว 900 เมตร ขนาดพื้นที่โครงการประมาณ 405,000 ตารางเมตร

4.6.1 สภาพพื้นที่และอาณาเขตโดยรอบ

บริเวณที่ตั้งโครงการมีสภาพพื้นที่เป็นที่โล่งราบเรียบ มีความลาดชันของพื้นที่ค่อนข้างต่ำ มีการถมที่แล้วบางส่วนโดยมีอาณาเขตพื้นที่ติดต่อกับสภาพแวดล้อม ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดกับพื้นที่เกษตรกรรมของชาวบ้าน
ทิศตะวันออก	ติดกับพื้นที่เกษตรกรรมของชาวบ้าน
ทิศใต้	ติดกับถนนบ้านพร้าว
ทิศตะวันตก	ใกล้กับคลองชลประทาน

4.6.2 การเข้าถึงโครงการ

การเข้าถึงโครงการสามารถเข้าได้ 2 เส้นทาง คือถ้ามาจากอำเภอเมืองปทุมธานีจะใช้ถนนพหลโยธินแล้วตัดเข้าถนนบ้านพร้าว หรือถนนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3214 หรือใช้เส้นทางถนนรังสิต – นครนายก แล้วตัดเข้าถนนกาญจนาภิเษกได้เช่นเดียวกัน

ภาพที่ 4.10 แสดงเส้นทางถนนด้านหน้าโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.11 แสดงมุมมองด้านทิศเหนือจากถนนหน้าโครงการ

ภาพที่ 4.12 แสดงมุมมองด้านหน้าโครงการ

เชิงอรรถ

1. การพัฒนาทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง กลุ่มงานวางแผน สำนักวางแผน กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม

2.ความหนาแน่นของประชากร จำแนกได้คือ กรุงเทพฯ คิดเป็น 3,734.10 คน / ตารางกิโลเมตร ปทุมธานี คิดเป็น 484.58 คน / ตารางกิโลเมตร (อ้างอิงข้อมูลจาก กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2546)

3.ความเกี่ยวเนื่องกับสถาบันด้านพลังงานอื่น ๆ อันได้แก่ สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย , อุทยานวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย , อาคารอนุรักษ์พลังงานเฉลิมมพระเกียรติ , พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ , สำนักงานพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน พื้นที่ 1 และสถานศึกษาต่าง ๆ รอบบริเวณพื้นที่นั้น ซึ่งจะส่งผลต่อความสะดวกในการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่จำเป็นต่อการวิจัย การเยี่ยมชมในแง่ของอุปกรณ์การวิจัย การศึกษาดูงาน และการจัดกิจกรรมรวมทั้งการเผยแพร่ความรู้ด้านพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

5.1 งานระบบโครงสร้างอาคาร

5.1.1 แนวความคิดในการเลือกใช้โครงสร้าง

ในการเลือกใช้โครงสร้างให้เหมาะสมกับอาคารนั้นมีข้อพิจารณาที่พอจะสรุปได้ดังนี้

1.ระยะในการพาดช่วงของอาคาร

ส่งผลต่อการเลือกใช้ลักษณะของโครงสร้าง เพราะโครงสร้างแต่ละชนิดมีความเหมาะสมต่อ ระยะในการพาดช่วงที่แตกต่างกันทั้งในด้านการลงทุนและระยะเวลาการก่อสร้าง ซึ่งถ้าหากเลือกไม่เหมาะสมอาจจะเป็นการสิ้นเปลืองโดยใช่เหตุ อาคารประเภทศูนย์วิจัยฯ และส่วนจัดแสดงต่าง ๆ เป็นอาคารที่มีความต้องการในการใช้พื้นที่ทั้งระยะปกติและระยะกว้างๆ สำหรับจัดนิทรรศการ รวมทั้งตอบรับต่อรูปแบบการวิจัยที่หลากหลาย

2.หน้าที่ของโครงสร้าง

โครงสร้างของอาคารในแต่ละส่วนต่างก็มีหน้าที่ในการรับแรงที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นแรงดึง แรงอัด แรงบิด แรงเฉือน โมเมนต์ แรงลม แรงจากแผ่นดินไหว เป็นต้น ซึ่งแรงต่าง ๆ นี้จะส่งผลต่อรูปร่างลักษณะของโครงสร้าง ซึ่งไปสัมพันธ์กับการสื่อความหมายรูปร่างหน้าตาภายนอกอาคารเนื่องจากอาคารประเภทนี้เป็นอาคารขนาดใหญ่ที่ต้องการรับน้ำหนักพื้นมาก ดังนั้นโครงสร้างที่ใช้กับพื้นอาคารควรเป็นโครงสร้างจำพวกคอนกรีตอัดแรง ซึ่งมีความแข็งแรง ทนทานกว่าโครงสร้างเหล็กและช่วยลดความสูงระหว่างชั้น ส่วนโครงสร้างผนังและหลังคาควรเลือกใช้โครงสร้างที่เบาและดูแลรักษาได้ง่าย ซึ่งอาจใช้โครงสร้างเหล็กหรือคอนกรีตก็ได้

3.การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม

ในลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ความเหมาะสมในเรื่องของโครงสร้างก็จะแตกต่างกัน ปัญหาที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างจะรุนแรงมากน้อยต่างกันไป นอกจากนี้สภาพภูมิประเทศที่จะส่งผลต่อการขนส่ง และฝีมือของช่างก็เป็นสิ่งที่ไม่ควรมองข้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2 รูปแบบการก่อสร้าง

โดยทั่วไปในประเทศไทยมีการก่อสร้างใน 2 ลักษณะคือ

1. ระบบก่อสร้างสำเร็จรูป (Prefabrication)
2. ระบบก่อสร้างในที่ (Cast in place and built construction)

ระบบก่อสร้างสำเร็จรูป (Prefabrication)

เป็นระบบการก่อสร้างแบบอุตสาหกรรม โดยใช้คานและพื้นสำเร็จรูป ซึ่งหล่อเรียบร้อยแล้วจากโรงงาน และนำมาประกอบติดตั้ง วิธีนี้จะทุ่นเวลาและประหยัดค่าก่อสร้าง แต่ก็มีอุปสรรคในด้านเครื่องมือและเทคนิคในการก่อสร้าง เพราะจำเป็นจะต้องมีเครื่องจักรกลในการก่อสร้างถ้าเป็นอาคารสูงมากตั้งแต่ 4 ชั้นขึ้นไป เครื่องจักรกลประเภทยก หรือ รถเครน จะนำมาใช้ไม่ได้เพราะสูงไม่พอ จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรกลประเภทรอก หรือกว้านเครื่องยนต์สำหรับยกแทนแต่ก็ยังมีขีดจำกัด เพราะคานพื้นที่น้ำหนักมาก เมื่อยกขึ้นไปแล้วคานที่จะนำไปประกอบ ก็ยังเป็นปัญหาตามมา จำเป็นต้องใช้เครื่องผ่อนแรงประเภทล้อเลื่อน หรือกำลังคนจำนวนมากในการนำไปติดตั้ง เนื่องจากรอกหรือกว้านเครื่องยนต์นั้นจะต้องติดตั้งอย่างมั่นคงเป็นแห่งๆ ไปไม่อาจลื่นหรือเคลื่อนย้าย บ่อยๆ ได้ วิธีที่ดีที่สุดรวดเร็วและปลอดภัย ก็คือการใช้ Tower Crane ซึ่งเป็นหอคอยเหล็กประกอบให้สูงต่ำได้มีคานยกของขึ้นหรือลง และหมุนไปวางได้ ประกอบตามตำแหน่งที่ต้องการ จะเห็นได้ว่าการก่อสร้างอาคารสูงๆ ในระบบนี้นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีเครื่องมือประเภทนี้ซึ่งแต่ละชุดราคาสูงมาก ผู้รับเหมาก่อสร้างที่มีเงินลงทุนมากเท่านั้นถึงจะจัดหามาได้

ระบบก่อสร้างในที่ (Cast in place and built construction)

เป็นการก่อสร้างที่ใช้ระบบผูกเหล็ก ตั้งไม้แบบและเทคอนกรีตในที่ก่อสร้างตามตำแหน่งที่ต้องการ เป็นระบบก่อสร้างที่ใช้ได้ทั่วไป ไม่จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือและเทคนิคในการออกแบบทางสถาปัตยกรรมมากนักแบบประหยัดก่อสร้าง การออกแบบของโครงสร้างการเลือกแบบของโครงสร้างให้เหมาะสมกับชนิดของอาคาร จะช่วยประหยัดในค่า ก่อสร้างเป็นจำนวนมาก วิศวกรจะคำนึงถึงช่วงเสา และพื้น สิ่งที่จะทำให้โครงสร้างถูก หรือแพง ส่วนมากจะอยู่ที่ระบบพื้น วิศวกรจึงแยกประเภทของพื้นออกเป็น 3 แบบ ซึ่งมีข้อดี ข้อเสียแตกต่างกันได้แก่

1. พื้นแบบ One Way , Two Way หรือ Flat Slab
2. พื้นแบบ Rib Slab
3. พื้นแบบ Waffle Slab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 โครงสร้างพื้น

1. <u>พื้นแบบ One Way , Two Way หรือ Flat Slab</u> เป็นการออกแบบง่ายๆ ทั่วไปนิยมในการก่อสร้าง เพราะผู้รับเหมาทุกรายเข้าใจในการก่อสร้างพื้นประเภทนี้เป็นอย่างดีไม่ค่อยมีปัญหาและข้อผิดพลาดในการก่อสร้างมากนัก แต่ถ้าเป็นอาคารสูงๆ หลายชั้น แต่ละชั้นใช้ระบบโครงสร้างเหมือนกันวิธีทำพื้นแบบนี้ ก็ไม่ประหยัด เพราะจะต้องเสียเวลามากในการประกอบไม้แบบ ไม้ค้ำแต่ละชั้นรวมทั้งการผูกเหล็กเส้น เทคอนกรีต และบ่มคอนกรีตจนได้อายุงาน เมื่อรื้อไม้แบบที่หล่อแล้ว เพื่อนำไปประกอบส่วนอื่นๆ ไม้แบบที่รื้อจะเสียหายไปมาก

ในปัจจุบันในการก่อสร้าง Flat Slab ได้มีการทำเป็นระบบพื้นไร้คาน หรือระบบ Post Tensioned Flat Plate ซึ่งมีข้อดีที่ควรพิจารณาดังนี้

1. ให้ความหนาของช่องพื้นมาก ขณะที่ไม่ต้องมีคานในช่วงพาดเลย ทำให้ได้ความลึกจากพื้นลงมาถึงฝ้าเพดานน้อยที่สุดกว่าทุกระบบ

2. ไม่มีอุปสรรคต่อการเดินต่อระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้า เพราะไม่ติดโครงสร้างใด

3. การพาดช่วงกว้าง เมื่อใช้วิธี Post Tensioned เข้ามาช่วยทำให้ลดความหนาพื้นลงขณะที่พาดช่วงได้กว้างขึ้น โดยไม่มีการตกท้องช้าง

4. การก่อสร้างด้วย Flat Slab ทำได้รวดเร็วกว่าวิธีอื่นๆ เกิดจากการไม่ต้องคอยทำแบบหล่อ และไม่ต้องหล่อคานก่อน เมื่อใช้วิธี Post Tensioned ช่วย จะทำให้ถอดค้ำยันครึ่งหนึ่งออกไปใช้กับชั้นต่อไปได้ ก่อนวิธีทั่วไปแบบดั้งเดิม ซึ่งไม่สามารถถอดค้ำยันได้

แต่ระบบนี้ Flat Plate มีข้อจำกัดบางประการที่ควรทราบ คือ

- ไม่สามารถรับน้ำหนักตายตัว (Dead Load) มากๆ ได้
- ช่วงเสาที่สัมพันธ์กับความลึกพื้น (Depth to Span Ratio)
  ถ้าพื้นพาดกว้างมากเกินไปอาจทำให้เกิดการแอ่นตกท้องช้างได้
- ความสามารถพาดช่วงที่จำกัดจาก 6 เมตร ต้องทำ Post-Tensioned
  เพื่อขยายช่วงได้ถึง 12 เมตร
- สามารถยื่นพื้น (Cantilevered) ออกไปได้มากตามปกติไม่น้อยกว่า 1ใน3ของช่วงพาด แต่ต้องใช้ช่วงเสา 3 ช่วงขึ้นไป

2. <u>พื้นแบบ Rib Slab</u> เป็นพื้นระบบคานซอย เป็นแบบพื้นที่ประหยัดในการก่อสร้าง สามารถยืดช่วงพื้นให้กว้างหรือยาวกว่าแบบที่ 1 ข้อดีของพื้นเหล่านี้ก็คือ สามารถออกแบบให้รับน้ำหนักได้มากกว่าแบบที่ 1 และ ไม่จำเป็นต้องมีฝ้าเพดานปิด ส่วนข้อเสียคือ นอกจากจะไม่ประหยัดไม้แบบแล้ว ยังมีปัญหาทางเทคนิคและความเข้าใจในการก่อสร้างของช่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พื้นแบบ Waffle Slab เป็นพื้นระบบคานซอยตาหมากรุก ข้อดีของพื้นแบบนี้ก็คือ

- สามารถออกแบบให้รับน้ำหนักได้มาก
- ยืดช่วง Span ของพื้นได้กว้างมาก เช่น อาคารขนาดกว้าง 12 เมตร
- ลดขนาดความลึกของพื้นลงได้มาก ทำให้ความสูงของอาคารแต่ละชั้นลดลง
- ไม่จำเป็นต้องมีฝ้าเพดาน
- ประหยัดไม้แบบได้มาก เพราะใช้ไม้หล่อแบบสำเร็จด้วยโลหะหรือไฟเบอร์กลาสเพียง 2 ชุดก็จะใช้ได้ตลอด ซึ่งไม้แบบชนิดนี้มีน้ำหนักเบามาก สะดวกในการประกอบติดตั้ง ใช้ไม้ค้ำยันน้อย และสะดวกในการถอดหรือรื้อออกไปประกอบส่วนอื่น

ข้อเสียของพื้นแบบนี้คือ

- ยุ่งยากในการอ่านแบบสำหรับผู้รับเหมา ซึ่งไม่เคยทำพื้นระบบนี้มาก่อน
- แบบของ Waffle Slab เมื่อสำเร็จจากการก่อสร้างแล้ว จะนำไปใช้ทำไม้แบบทั่วๆ ไปไม่ได้ จะนำไปใช้เฉพาะอาคารที่เป็น Waffle Slab ที่มีขนาดเท่ากันเท่านั้น

จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่า การเลือกใช้ระบบ ระบบก่อสร้างสำเร็จรูปกับพื้นแบบ Flat Slab เหมาะสมสำหรับโครงการมากที่สุด เนื่องจากลักษณะในการก่อสร้างซ้ำๆ กันค่อนข้างมาก และตัวพื้นมีการรับน้ำหนักแบบน้ำหนักจร เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

5.1.4 โครงสร้างผนัง

การใช้สอยของผนังภายในอาคารวิจัยและจัดแสดง มีวัตถุประสงค์เพื่อการปิดล้อมแบ่งพื้นที่ในอาคาร ต้องการความยืดหยุ่นในการกั้นผนังโครงสร้างประเภท ผนังเบา (partition) เหมาะแก่การเลือกใช้ทั้งหน้าที่และประโยชน์ใช้สอยที่ สามารถออกแบบให้สามารถควบคุมแสงเข้าสู่อาคารได้เป็นอย่างดี ในส่วนที่เป็นห้องเครื่องหรือส่วนที่อาจมีเสียงรบกวน ควรใช้วัสดุประเภทดูดซับเสียงได้ดี หรือ อาจใช้เป็นผนังคอนกรีต 2 ชั้นโดยมีแผ่นกันเสียงหรือ Acoustic panel ช่วยเสริมอยู่ตรงกลาง เป็นต้น ส่วนผนังภายนอกมีการใช้ทั้งผนังCurtain wall, ผนังก่ออิฐ และผนังรับน้ำหนัก โดยเฉพาะ ในส่วน ปล่องลิฟท์ ซึ่งจะมีส่วนช่วยต้านแรงลมได้ดีอีกด้วย

5.1.5 โครงสร้างหลังคา

เป็นโครงสร้างที่มีหน้าที่แค่การพยุงตัวเอง ดังนั้นจึงสามารถใช้ได้ทั้งคอนกรีตและเหล็ก แต่สำหรับโครงสร้างเหล็กจะมีข้อได้เปรียบในเรื่องของน้ำหนักโครงสร้าง ซึ่งเบากว่าโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก แต่จะมีปัญหาเรื่องการยืดหดตัวของโครงสร้างมากกว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ ส่วนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กมักเกิดปัญหาเรื่องการรั่ว และความยุ่งยากในการทำไม้แบบ

โครงสร้างเหล็กที่เหมาะสมใช้กับอาคารได้แก่ truss และ space frame โครงสร้าง truss มีหลักการทั่วไปเหมือนกันกับระบบเสาคาน คือการถ่ายน้ำหนักไปตามชิ้นส่วนของโครงสร้าง มีน้ำหนักเบากว่าคอนกรีตในระยะพาดช่วงที่เท่ากัน และในการทำเป็น arch จะมีความยุ่งยากน้อยกว่าคอนกรีตและให้ระยะพาดช่วงที่มากขึ้น แต่ควรคำนึงถึงการใช้สอยพื้นที่ใต้โครงสร้างที่เกิดขึ้น โครงสร้าง space frame พัฒนามาจากโครงสร้าง truss โดยยึดกันในทาง 3 มิติ มีข้อดีในเรื่องของการลดความหนาของโครงสร้างจาก truss และคอนกรีต โดยมีอัตราส่วน ความลึก1/6-1/2 ของช่วงเสาและถ้าหากไม่รับน้ำหนักจะมีอัตราส่วนที่ 1/20-1/24 หากแต่มีข้อจำกัดในเรื่องของการต้องการความละเอียดทางเทคนิคการก่อสร้างสูง

5.2 งานระบบปรับอากาศ

จุดประสงค์ของการปรับอากาศ คือ การทำให้ภาวะอากาศคงที่ ที่อุณหภูมิและความชื้นที่ต้องการ และให้อากาศสะอาดและกระจายทั่วบริเวณที่ปรับอากาศ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ดังกล่าว จึงได้มีการออกแบบและใช้ระบบทำความเย็น และระบบถ่ายเทอากาศหลายแบบหลายชนิด ในการเลือกระบบปรับอากาศ ซึ่งต้องคำนึงถึงความจำเป็นและคุณภาพของการปรับอากาศที่ต้องการ

ในการจัดแสดงนิทรรศการในส่วนเผยแพร่ สำคัญอย่างยิ่งในเรื่องการควบคุมแสง ดังนั้นจึงมักไม่พ้นในเรื่องของการออกแบบอาคารให้ปิดทึบแสง และความต้องการสภาวะความสบายของผู้ชมเพื่อให้เกิดสมาธิในการชมงานมากขึ้น นอกจากนี้ในส่วนของห้องวิจัยก็เป็นส่วนที่ต้องมีการควบคุมเป็นพิเศษเช่นกัน การปรับอากาศที่ดี จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นเนื่องจากองค์ประกอบต่างๆ ในอาคารมีหลากหลาย และมีความต้องการระบบปรับอากาศที่แตกต่างกัน ในเรื่องของเวลา ปริมาณอากาศ อุณหภูมิ เป็นต้น

ระบบปรับอากาศในโครงการ แบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ

1.ระบบปรับอากาศแบบส่วนกลาง (Central air conditioner)

2.ระบบปรับอากาศแบบห้อง (Room air conditioner)

3.ระบบปรับอากาศแบบ precision air conditioner

4.ระบบปรับอากาศแบบใช้พลังงานแสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักเบื้องต้นของระบบปรับอากาศ

การใช้สารทำความเย็น (Refrigerant) หรือก๊าซเหลวเป็นสารที่ไหลวนในวัฏจักรการทำความเย็น เมื่อผ่านเข้าไปในคอมเพรสเซอร์ ก๊าซนี้จะถูกอัดให้ร้อนขึ้น และผ่านต่อไปยังคอนเดนเซอร์ซึ่งจะทำให้ก๊าซร้อนกลายเป็นของเหลว ของเหลวที่อยู่ภายใต้ความดัน จะถูกอัดเข้าไปใน Expansion Valve และผ่านไปยัง Evaporator ซึ่งทำการลดความดัน สารเหลวก็จะกลายเป็นก๊าซตามเดิม ขณะที่กลายเป็นก๊าซนี้จะดูดความร้อนจาก Evaporator ซึ่งอยู่ในลักษณะของ Air intake chamber โดยตั้งในเครื่องทำความเย็นหรือ Cold store จากนั้น สารทำความเย็นที่เป็นก๊าซจะกลับไปยังคอมเพรสเซอร์ เป็นวงจรเช่นนี้ สารทำความเย็นที่ใช้กันมากที่สุดคือ Freon นอกจากนี้ก็ยังมี archon , methyl chloride และแอมโมเนีย ซึ่งสารเคมีเหล่านี้จะใช้ในลักษณะแตกต่างกันไป

1. ระบบปรับอากาศแบบส่วนกลาง (Central air conditioner)

เป็นระบบที่เหมาะสำหรับอาคารขนาดใหญ่ แตกต่างจากระบบอื่นๆ ตรงที่ตัวหล่อเย็น ใช้น้ำ (แทนน้ำยาพวก Freon, archon, methyl chloride) ซึ่งจะประหยัดค่าน้ำยามากกว่า และในอาคารใหญ่การเดินท่อน้ำยาไกลจะทำให้น้ำยาเปลี่ยนสถานะได้ง่ายกว่าน้ำ หลักการก็คือการทำน้ำให้เย็นและส่งไปเครื่องเป่า เมื่อเครื่องเป่าผ่านน้ำเย็นก็จะได้ลมเย็น และนำน้ำกลับมาเวียนใช้ใหม่

เครื่องชิลเลอร์ก็คือ เครื่องทำความเย็นเครื่องหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก 4 ส่วน คือ

1. คอมเพรสเซอร์
2. ส่วนที่ระบายความร้อนซึ่งชิลเลอร์ชนิดนี้ใช้น้ำเป็นตัวกลาง
3. ลิ้นลดความดันซึ่งอาจเป็น Expansion Valve สำหรับเครื่องแบบลูกสูบหรือลูกสอด สำหรับเครื่องแบบหอยโข่ง
4. ส่วนที่ทำความเย็นซึ่งใช้น้ำเป็นตัวกลาง

คอมเพรสเซอร์ที่ใช้ในชิลเลอร์มีด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบลูกสูบและแบบหอยโข่งสำหรับเครื่องชิลเลอร์ขนาดไม่เกิน 120 ตัน จะใช้คอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบเป็นส่วนมากเพราะซ่อมบำรุงง่ายและราคาถูก ถ้าเครื่องใหญ่เกินกว่านี้จะใช้แบบหอยโข่งเป็นส่วนมากเพราะการสั่นสะเทือนน้อยกว่า เป็นการช่วยลดปัญหาทางด้านโครงสร้างอาคาร และทำให้ผู้ผลิตสามารถตั้งตัวคอมเพรสเซอร์ติดไว้กับส่วนที่มีความเย็นและส่วนที่ทำความร้อนได้เลย ช่วยให้เครื่องมีขนาดกระทัดรัดขึ้น และประหยัดเนื้อที่

เครื่องเป่าลมเย็น หน้าที่หลักของเครื่องเป่าลมเย็นก็คือ ดูดลมภายในห้องเข้ามาให้ผ่านท่อน้ำเย็นที่ต่อมาจากเครื่องชิลเลอร์ แล้วเป่าลมซึ่งกลายเป็นลมเย็นแล้วนี้ออกไป เครื่องเป่าลมเย็นเครื่องเล็กๆ ขนาดตั้งแต่ 15 ตันขึ้นไป ควรจะมีห้องเครื่อง Cooling Tower ทำหน้าที่คล้ายหม้อน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ทำหน้าที่ระบายความร้อยจากน้ำที่ออกมาจากเครื่อง เพื่อให้เย็นลง และจะได้นำกลับไปใช้ระบายความร้อนออกจากเครื่องใหม่ เมื่อน้ำร้อนจากเครื่องไปยังคูลลิ่งเทาเวอร์ มันจะถูกฉีดให้เป็นฝอย ในขณะเดียวกันพัดลมของคูลลิ่งเทาเวอร์จะดูดอากาศภายนอกเข้ามาให้วิ่งสวนทางกับฝอยน้ำที่กำลังตกลง ทำให้น้ำเมื่อตกลงถึงอ่างรองรับที่ก้นถังเย็นลง

ถังขยายน้ำ ทำหน้าที่ 2 อย่างคือ อย่างแรกทำหน้าที่เป็นถังพักให้น้ำที่ขยายตัว เนื่องจากมีอุณหภูมิสูงขึ้นเวลาเครื่องหยุดมาพักไว้ และอย่างที่สอง ทำหน้าที่เป็นแหล่งเติมน้ำเข้าระบบทดแทนน้ำบางส่วนที่รั่วออกไปตามปั๊มน้ำ ตำแหน่งสูงสุดของระบบท่อน้ำเย็น โดยควรจะอยู่ใกล้ทางด้านที่ติดตั้งปั๊มน้ำ

ปั๊มน้ำ สำหรับชิลเลอร์ชนิดนี้ จะมีปั๊มน้ำอยู่ 2 ชุด ซึ่งเป็นปั๊มเย็น ทำหน้าที่หมุนเวียนน้ำเย็น เป่าลมเย็นอีกชุดหนึ่งเป็นปั๊มร้อนทำหน้าที่หมุนเวียนความร้อนกับ Cooling Tower

เครื่องกรองน้ำ จะทำหน้าที่ปรับสภาพน้ำก่อนนำไปเติมเข้าไปในระบบ ให้ได้สภาพที่ดีเสียก่อน เป็นการช่วยชะลอการเกิดตะไคร่น้ำ ตะกอน และการกัดกร่อน ชิลเลอร์ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ต้องการน้ำเติมเข้าสู่ระบบมากกว่าชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ นอกจากนี้เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำทางด้านระบายความร้อน อุณหภูมิพอเหมาะกับการเจริญเติบโตของพวกตะไคร่น้ำ การปรับสภาพน้ำก่อนจะเติมเข้า Cooling Tower จึงมีความจำเป็นอย่างมาก

ท่อน้ำทิ้ง ทำหน้าที่นำน้ำจากท่ออากาศที่กลับจากตัวที่เครื่องเป่าลมเย็นไปทิ้ง เติมสารเคมีเข้าระบบทั้งทางด้านน้ำเย็นและน้ำร้อน เพื่อลดอัตราการเกิดตะไคร่น้ำ ตะกอน และการกัดกร่อนชิลเลอร์

2. <u>ระบบปรับอากาศแบบห้อง (Room air conditioner)</u>

เป็นระบบปรับอากาศเหมาะสำหรับห้องที่ใช้ปริมาณปรับอากาศไม่มาก และมีเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศไม่ตรงกัน เป็นเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก สามารถทำความเย็นได้เครื่องละ 0.5 – 2 ตัน นิยมใช้แบบแยกส่วน (Split type) ประกอบด้วย coil ร้อน คือcondenser และ coil เย็น โดยมีระยะห่างระหว่าง coil ร้อน และ coil เย็น ไม่ควรเกิน 15เมตร เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของน้ำยา และไม่ควรวางท่อคดเคี้ยวไปมา ดังนั้นในห้องที่มีการใช้ระบบปรับอากาศชนิดนี้จะต้องมี condenser ตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียง

3. <u>ระบบปรับอากาศแบบ precision air conditioner</u>

เป็นระบบปรับอากาศเหมาะกับห้องที่ต้องการการควบคุมอุณหภูมิ เช่น ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องเก็บอุปกรณ์ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ หรือห้องเก็บอุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อป้องกันฝุ่นและควบคุมความชื้น ตัวอย่างเช่น ระบบปรับอากาศในห้องคอมพิวเตอร์เพื่อการวิจัยวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ประมาณ 24 องศาเซลเซียส โดยมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ไม่เกิน 1 องศาเซลเซียส และต้องการควบคุมความชื้นที่ 50% โดยมีการเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 5% ซึ่งการเดินท่อจ่ายลมเย็น นิยมการเดินท่อปล่อยจากพื้น เพื่อความประหยัดสำหรับการพิจารณาว่าองค์ประกอบใดควรจะใช้ระบบปรับอากาศแบบใด จะพิจารณาถึงลักษณะการใช้งาน ความสะดวกสบาย และความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ

ดังนั้นจึงสามารถสรุปพื้นที่ที่จะต้องมีการใช้ระบบปรับอากาศ และลักษณะของระบบปรับอากาศได้ดังต่อไปนี้ ส่วนต่าง ๆ ของโครงการ โดยมากจะเป็นระบบ Central Chilled Water แต่จะมีการแยกจ่ายลม ในแต่ละส่วน ถ้าพื้นที่มีการใช้งานไม่ตรงกัน ก็จะไม่ต้องเปลืองพลังงานมากนัก เช่นในส่วนนิทรรศการถาวร มีการใช้ทุกวัน แต่ในส่วนของนิทรรศการชั่วคราว อาจจะไม่ได้มีการใช้งานทุกวันเป็นต้น ส่วนของสำนักงานและส่วนปฏิบัติการขนาดเล็ก เลือกใช้แบบ Spilt Type ในส่วนที่เป็นพื้นที่เล็ก ๆ ห้องทำงานต่าง ๆ ซึ่งอาจจะมีการใช้งานไม่พร้อมกัน

5.3 งานระบบสาธารณูปโภค

งานระบบท่อ

อาคารปฏิบัติการจะสามารถดำเนินการปฏิบัติการได้ จะต้องประกอบด้วยระบบบริการต่าง ๆ ดังนี้

<u>ระบบท่อสำหรับการปฏิบัติการ</u>

1. ก๊าซเชื้อเพลิง
2. Compressed Air
3. สูญญากาศ
4. น้ำประปาที่ผ่านการกรอง
5. น้ำกลั่น
6. น้ำทิ้ง
7. ดูดควันและระบายอากาศ

<u>ระบบท่อบริการโดยทั่วไป</u>

8. ปรับอากาศ
9. น้ำประปาธรรมดา และ Emergency Shower
10. น้ำดับเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ระบบไฟฉุกเฉินและเตือนภัย
12. ระบบติดต่อภายใน
13. ระบบไฟฟ้า - สายไฟเดินในท่อ (Power Supply)
    - สายไฟเดินลอย
    - ไฟฟ้าแสงสว่าง

การวางท่อ (Service Lines) ต่าง ๆ ในอาคาร เช่น ห้องทดลองเป็นหัวใจสำคัญมาก ถ้าวิธีการวางดี และถูกต้องจะช่วยลดค่าติดตั้งและวัสดุลง และให้ความสะดวกสบายในการแก้ไข เมื่อเกิดการรั่วหรือขัดข้องขึ้นภายในท่อ

วิธีการวางท่อแยกออกเป็นวิธีสำคัญได้ 2 วิธี คือ

1. การใช้แบบ Vertical Sub-Main
2. การใช้แบบ Horizontal Sub-Main

Vertical Sub-Main

เมื่อ Vertical Sub-Main ถูกจ่ายออกจาก Horizontal Main ในระดับสูง หรือต่ำ แต่ละ Sub-Main จะจ่ายท่อย่อยไปตามโต๊ะทดลองในห้องทดลองตามชั้นต่าง ๆ โดยตรงจาก Vertical Duct ซึ่งมักจะผ่านขึ้นมาตามผนังทางช่องทางเดิน หรือผนังทางด้านข้าง ความยาวของท่อ Sub-Main จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนชั้นของตึก ตึกที่มีห้องทดลองวางซ้อนกันยิ่งมาก ก็ยิ่งทำให้การติดตั้งท่อถูกลงไป

Horizontal Sub-Main

การจ่ายท่อตามระบบนี้นั้น Sub-Main วางผ่านห้องที่ติดกันหลายห้องในชั้นเดียวกันภายในช่องท่อ ที่ซ่อนอยู่ใต้พื้นหรืออยู่ใต้เพดานที่ลดระดับลงจากพื้นห้องหรือวาง Sub-Main รอบ ๆ อาคารใต้ของหน้าต่าง ระบบนี้ยุ่งยากแก่การซ่อมแซม เมื่อมีการขัดข้องกัน วิธีที่ดีที่สุดของระบบนี้คือวางท่อจ่ายมาตามเพดานที่ลดระดับมาในทางช่องทางเดิน และจ่ายไปตามโต๊ะทดลองที่ต้องการ

การเลือกระบบเดินท่อจะมีผลเป็นอย่างยิ่งต่อการออกแบบ เนื่องจากการจัดห้องและจัดวางเครื่องมือต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ที่วางไว้การใช้ระบบ Module ในการจัดระบบท่อจะช่วยประหยัดและทำให้สะดวก หากมีการเปลี่ยนแปลงในภายหลัง

การเดินท่อในชั้นที่มีห้องปฏิบัติการ ควรทำให้เหมือนกันทุก ๆ ชั้น โดยเอาความต้องการของชั้นที่มีความจำเป็นต้องใช้ระบบมากที่สุดเป็นหลักที่จะจัดชั้นอื่น ๆ ให้เหมือนกัน ส่วนใดที่ยังไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตลอดแนวทางเดิน ของท่อทางดังนี้จะมีท่อย่อยเดินเปิดจุดที่ต้องการใช้สอย Bench ตรงตำ

ต้องการใช้ในทันทีก็ทำเผื่อไว้ก่อน เมื่อจำเป็นต้องใช้ขึ้นมาก็ปรับปรุงเพิ่มเติมอีกเล็กน้อย ก็สามารถที่จะทำงานได้ ท่อที่ใช้ก็ควรที่จะให้มีรอยต่อและการเลี้ยวมุมน้อยที่สุด ช่องท่อควรสะดวกแก่การเข้าไปแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้

ระบบการเดินท่อ Vertical และ Horizontal Distribution แบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. Utility Corridor System
2. Multiple Interior Shaft System
3. Multiple Exterior Shaft System
4. Corridor Ceiling Distribution
5. Utility Floor Distribution System

1. Utility Corridor System

การเดินท่อระบบนี้ใช้วิธีเดินท่อหลัก ใน Vertical Central Core จากห้องเครื่องใต้ดินหรือบนหลังคาแล้วมีท่อย่อยต่อจาก Central Core เดินทางนอนในฝ้าเพดานลงไปยังบริเวณทำงานหรือเดินท่อทางนอนในพื้นทะลุผ่าน โดยเดินในช่องท่อหลังตู้

วิธีนี้ง่ายแก่การดูแลรักษาและแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้คล่องตัวได้มาก เหมาะสำหรับห้องที่จะเปลี่ยนแปลงและมีโอกาสที่จะสนองความต้องการทางด้านการปรับสภาวะแวดล้อมการควบคุมอุณหภูมิ ไฟฟ้า แก๊ส หลายลักษณะ ทั้งยังกินเนื้อที่ไม่มาก

ระบบนี้เหมาะกับอาคารหลายชั้น รูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะได้ผลดีกว่าสี่เหลี่ยมผืนผ้า ควรใช้กับห้องปฏิบัติการเพียง 1 หรือ 2 ชั้น เหมาะสำหรับอาคารที่มีการเตรียมการขยายตัว ไม่ว่าทางดิ่งหรือทางนอน และเหมาะกับการจัดชนิดมีที่ทำงานที่มีหน้าต่างเปิดออกภายนอก แยกออกจากห้องปฏิบัติการภายใน การจัดแบบนี้ห้องจะอยู่ 2 ข้างของ ส่วนทางเดินหลัก หรือส่วนทางเดินที่ล้อมรอบห้องปฏิบัติการ

2. Multiple Interior Shaft System

การเดินท่อระบบนี้ช่องท่อจะมีอยู่เป็นระยะ ด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านของทั้งท่อหลัก และท่อย่อย เป็นท่อดิ่งเดินจากห้องเครื่องไปยังชั้นต่าง ๆ ท่อเหล่านี้จะอยู่ในห้องปฏิบัติการตลอดแนวทางเดิน ช่องท่อทางดิ่งนี้จะมีท่อย่อยเดินไปยังจุดที่ต้องการหลัง Bench หรือต่อจากช่องท่อใต้เพดานลงไปยัง Bench ระบบนี้ควรใช้กับอาคารสูงหลาย ๆ ชั้น และรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า ใช้กับอาคารเตี้ยไม่ค่อยได้ผล และระบบระบายน้ำไม่ควรใช้วิธีนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Multiple Exterior Shaft System

ระบบนี้การเดินท่อไปสู่ชั้นต่าง ๆ ทำในช่องท่อทางดิ่งทางผนังด้านนอกของห้องทดลอง มีท่อย่อยต่อเข้ามาในห้องหลังตู้หรือในระดับเพดาน ควรใช้กับอาคารสูงหลายชั้น ใช้กับอาคารเตี้ยจะแพงมาก

4. Corridor Ceiling Distribution

ท่อต่าง ๆ จะอยู่ในฝ้าเพดาน เหนือ Corridor หรือในห้องตามแนว Corridor ท่อเหล่านี้ต่อมาจากของท่อทางดิ่ง 1 หรือ 2 แห่ง การต่อท่อย่อยจากฝ้าเพดานต่อลงมายังพื้นและต่อทะลุพื้นขึ้นไปยังชั้นเหนือขึ้นไปเพื่อจะจ่ายได้ 2 ชั้น จากท่อหลักชั้นเดียว แต่การต่อท่อ 2 ทางนี้ ไม่ควรทำนัก เพราะต้องเจาะทะลุพื้น ซึ่งจะทำให้เกิดรูรั่ว และเสี่ยงต่อประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของพื้นในภายหลังได้

ระบบนี้ใช้กับอาคาร 1-2 ชั้น หรือส่วนทดลองที่รวมอยู่กับส่วนอื่นของอาคารที่ไม่ได้ใช้ในการทดลอง ซึ่งมิได้ออกแบบไว้สำหรับการทดลองโดยเฉพาะ ถ้าใช้กับอาคาร 1-2 ชั้น จะประหยัดมาก

5. Utility Floor Distribution System

วิธีนี้ให้ความคล่องตัว และประสิทธิภาพมากที่สุด ท่อต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย Ductwork และ Plumbing อยู่คนละชั้น ต่อจากห้องเครื่องต่อไปยัง Vertical Shaft กลางอาคารซึ่งช่องท่อนี้จะต่อไปยังแต่ละ Utility Floor จากนั้นท่อจะต่อไปยังห้องทดลองบริเวณข้างใต้ หรือ เหนือพื้นห้องนั้น ๆ วิธีนี้ให้ความคล่องตัวมาก กินเนื้อที่น้อย แต่เสียค่าใช้จ่ายสูง ควรใช้เฉพาะกับอาคารหลายชั้น

Plumbing System

หมายถึง ระบบการเดินท่อโดยทั่วไปและการเดินท่อโดยเฉพาะภายในห้องปฏิบัติการทดลอง ซึ่งจะกล่าวถึงหลักการทั่วไปเกี่ยวกับระบบภายในตัวอาคารเท่านั้น โดยทั่วไปแบ่งท่อออกตามชนิดของสารที่จ่ายไป จากระบบทั้ง 7 ของระบบท่อปฏิบัติการ จะสามารถแยกระบบท่อที่เดินไว้ดังนี้

1. ก๊าซเชื้อเพลิง, Compressed Air, น้ำประปาที่ผ่านการกรอง, น้ำร้อน
2. ระบบท่อน้ำทิ้ง
3. ระบบดูดควันและระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบน้ำใช้

สำหรับอาคารปฏิบัติการ แบ่งชนิดของน้ำออกเป็น

1. น้ำประปาธรรมดา ได้แก่ น้ำที่ต่อจากการประปาโดยตรง ใช้ในงานทั่วไป เช่น ห้องน้ำ – ส้วม, น้ำในระบบดับเพลิง

2.น้ำประปาที่ผ่านการกรอง โดยผ่านเข้าเครื่องกรองก่อนจ่ายเข้าใช้ในระบบท่อของห้องปฏิบัติการ จ่ายลงมาที่โต๊ะปฏิบัติการ เพื่อใช้ล้างเครื่องมือ เครื่องแก้วหรือใช้ในการปฏิบัติการ

3. น้ำกลั่น หรือน้ำที่ต้องการคุณสมบัติต่างกันออกไปตามการปฏิบัติการ ไม่ใช้การจ่ายในระบบท่อ แบ่งเป็น

3.1 น้ำกลั่น สามารถผลิตได้จากเครื่องทำน้ำกลั่น

3.2 น้ำที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ อาจใช้การสั่งเป็นงวด ๆ แต่ละชนิดไป

สำหรับน้ำร้อนนั้น ในการปฏิบัติการจะใช้น้อยมาก นอกจากจะใช้ในการล้างอ่าง หรือประกอบการปฏิบัติการเล็กน้อย การเดินระบบท่อน้ำร้อนต่อมาจากถังเก็บน้ำร้อนบนอาคาร

ระบบน้ำเสียและการกำจัดน้ำเสีย

<u>ระบบน้ำเสีย</u> ของอาคารปฏิบัติการแยกเป็น 2 ระบบ คือ

1. ระบบน้ำเสียทั่วไป
2. ระบบน้ำเสียจากการปฏิบัติการ

การเดินท่อจำเป็นจะต้องแยกท่อน้ำเสียจากการปฏิบัติการ เป็นระบบเฉพาะ เนื่องจากความแตกต่างของน้ำที่จะนำไปกำจัด หรือเปลี่ยนสภาพน้ำก่อนปล่อยลงสู่ระบบระบาย แม้ว่าภายในห้องปฏิบัติการจะมีการกำหนดการทิ้งน้ำ สารเคมี เพื่อความปลอดภัย แล้วก็ตาม แต่ยังคงมีสภาพอื่น ๆ ได้แก่ สภาพการตกตะกอนของสาร อุณหภูมิ กลิ่น ซึ่งต้องมีการกำจัด การลดหรือควบคุม ไม่ให้เป็นพิษต่อสภาพแวดล้อม ทั้งนี้อาจใช้ระบบการเดินท่อเป็นส่วนหนึ่งในการช่วย เช่น การใช้ ถังบำบัด เพื่อควบคุมกลิ่น

<u>ระบบกำจัดน้ำเสีย</u>

1. น้ำเสียจากระบบทั่วไป สามารถต่อเข้ากับทางระบายน้ำหลักของทางศูนย์ฯ ได้ทันที
2. น้ำเสียจากสุขภัณฑ์ เช่น ชักโครก โถปัสสาวะ กำจัดโดยใช้บ่อเกรอะบ่อซึม ,บ่อบำบัด
3. น้ำเสียจากการปฏิบัติการ เนื่องจากผ่านการเติมสารเคมีก่อนทิ้งลงสู่ท่อระบายแล้ว ทำให้น้ำนั้นไม่จำเป็นต้องมีการบำบัดมากก่อนลงสู่ระบบระบายร่วมเพียงแต่กักน้ำไว้เป็นระยะเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่ง เพื่อให้เกิดการตกตะกอน และให้เวลาในการที่ของเสียเกิดการเปลี่ยนแปลงสลายตัวได้โดยธรรมชาติ แล้วปล่อยออกเป็นระยะที่ละน้อย

ระบบไฟฟ้า

ความต้องการไฟฟ้าสำหรับอาคารปฏิบัติการ นอกจากจะต้องจ่ายไปยังเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้วยังต้องจ่ายไปในลักษณะของไฟแสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ พัดลมดูดอากาศ และอื่น ๆ ซึ่งต้องแยกระบบการจ่ายไฟฟ้าในอาคารออกจากกันตามความต้องการไฟฟ้า นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความสามารถในการรองรับการขยายตัวในอนาคต และความสามารถในการทำให้การปฏิบัติการดำเนินไปได้ตลอดเวลาโดยไม่หยุดชะงัก เมื่อระบบไฟฟ้าขัดข้อง

ระบบไฟฟ้าของศูนย์ ฯ อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ คือ

1. ระบบไฟฟ้ากำลังและแสงสว่าง
2. ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน

<u>ระบบไฟฟ้ากำลัง</u>

เป็นระบบจ่ายกระแสไฟฟ้า ให้กับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการใช้กระแสไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าแรงสูงภายในศูนย์ฯ โดยผ่านกระแสไฟเข้าสู่หม้อแปลงไฟฟ้าแปลงเป็นไฟฟ้าแรงเคลื่อน 380/220 โวลท์ ซึ่งมีอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เช่น อุปกรณ์ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อหม้อแปลงไฟฟ้าระดับความร้อนสูง เกินขีดการทำงาน (Temperature Monitoring System) แผงจ่ายไฟฟ้าแรงเคลื่อนต่ำ แผงจ่ายไฟฟ้าแรงเคลื่อนสูง และอุปกรณ์อื่น ๆ

ภายในอาคารมีความต้องการไฟฟ้าเป็น 2 ระบบ คือ 380 โวลท์ 3 เฟส 4 สาย โดยมีการต่อสายดิน สำหรับเครื่องมือ – อุปกรณ์ที่ต้องการไฟฟ้ากำลังสูง และ 220 โวลท์ เฟส เดียว 3 สาย เป็นระบบไฟฟ้ากำลังปกติสำหรับอุปกรณ์ทั่ว ๆ และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

<u>ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน</u>

ใช้ในกรณีที่ระบบไฟฟ้าธรรมดาเกิดการขัดข้อง มีแหล่งกำเนิด 2 แบบ

1. เครื่องดีเซลเจนเนอเรเตอร์ (Diesel Generator) การเปิดปิดระบบจะเป็นไปตามระบบอัตโนมัติ ไฟจากเครื่องจ่ายไฟฉุกเฉินจะเข้าไปแทนในระบบภายในระยะเวลาไม่เกิน 10 วินาที โดยจะจ่ายไปยัง

   1.1 Cold Rooms and Chemical Storage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 Incubators and Growth Chamber

1.3 เครื่องมือที่จำเป็นต้องทำการทดลองอย่างต่อเนื่อง เช่น GLC, Amino Acid Analyzer

1.4 ห้องที่ตั้งเครื่องมือ Electronics และต้องมีการระบายอากาศที่ดีมาก เช่น Amino Acid Analyzer

1.5 ไฟฟ้าแสงสว่างตามจุดที่จำเป็น ได้แก่ ทางเดิน บันได Switch board ไฟทางออก และ 1 จุดในแต่ละห้องทดลอง

2. แบตเตอรี่ (Battery) ใช้สำหรับวงจรเตือนภัยทุกระบบ เช่น ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบติดต่อสื่อสารที่จำเป็น ระบบดับเพลิง และอุปกรณ์ขนาดเล็กบางชนิด

<u>ระบบแสงสว่าง</u>

ระบบแสงสว่างเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งในการปฏิบัติงาน การให้แสงในอาคารชนิดนี้แบ่งออกเป็น

1. แสงธรรมชาติ ควรเป็น Indirect light เพื่อลดความจ้าของแสงอาคารที่ลึกเกินจากช่องแสงเข้าไป 4.20 เมตร การใช้แสงธรรมชาติจะไม่ได้ผล
2. แสงประดิษฐ์เป็นแสงที่ใช้ไฟฟ้าช่วยให้แสงสว่างแทนแสงธรรมชาติที่ไม่เพียงพอแบ่งออกเป็น

   2.1 หลอด Fluorescent ชนิด Day – light กับห้องทำงานทั่วไป

   2.2 หลอด Incandescent ใช้กับห้องปฏิบัติการที่ติดตั้งอุปกรณ์วิเคราะห์วิจัยพวก Electron Microscope เนื่องจากหลอด Fluorescent ใช้ในการวิ่งของไอปรอททำให้เกิดแสง ซึ่งจะทำให้เครื่องวัด Electron Microscope เกิดความไม่เที่ยงได้ หลอดชนิดนี้ จึงใช้กับห้องปฏิบัติการทั่วไปได้ แต่ในห้องพิเศษ บางห้องใช้ไม่ได้จึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม

<u>ข้อพิจารณาในการออกแบบจัดระบบแสงสว่าง</u>

1. ให้ความเข้มสูงของแสงในอาณาบริเวณที่ทำงาน
2. ควรหลีกเลี่ยงจากเงาและสิ่งรบกวน
3. แหล่งให้แสงสว่างควรอยู่ภายนอกสายตาผู้ทำงาน
4. ความส่องสว่างควรให้มีมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสื่อสารโทรคมนาคม

ระบบสื่อสารโทรคมนาคมภายในโครงการแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ระบบโทรคมนาคมเครือข่าย (Telecommunication Network)
2. ระบบโทรคมนาคมสำนักงาน (Telecommunication In Office)

ข้อมูลเบื้องต้นของระบบสื่อสารโทรคมนาคม

1. ระบบโทรคมนาคมเครือข่าย (Telecommunication Network)

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

2. ระบบโทรคมนาคมในสำนักงาน (Telecommunication In Office)

ระบบโทรคมนาคมในสำนักงานในที่นี้ หมายถึง อุปกรณ์ปลายทางที่ใช้ในการสื่อสารของอาคารในระบบการสื่อสารของอาคารทั่วไป ได้แก่ การโทรศัพท์ (ส่งสัญญาณเสียง) การเทเล็กซ์ (ส่งข้อมูล) หรือการบันทึกวิดีโอ (เก็บสัญญาณภาพ) สิ่งที่พิเศษแตกต่างไปหากอาคารเป็นอาคารประเภทอาคารอัจฉริยะ คือการนำระบบคอมพิวเตอร์หรือเครือข่ายต่าง ๆ มาใช้ ทำให้สามารถนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ได้ ระบบโทรคมนาคมเหล่านี้ ได้แก่ ระบบวีดีโอคอนเฟอเรน (Video Conferencing) ระบบวีดีโอเท็กซ์ (Video Text) ระบบอีเมล์ (E – Mail) ระบบเทเลเท็กซ์ (Teletext.) และระบบคอมพาวด์ ด็อกคูเมนท์ (Compound Document)

5.4 งานระบบป้องกันอัคคีภัย

การป้องกันไฟ สามารถพิจารณาจากการควบคุมปัจจัย 3 ประการที่ทำให้เกิดไฟ

1. เชื้อเพลิงได้แก่ การเลือกใช้วัสดุทนไฟ การให้ความระมัดระวังในการเก็บสารเคมี หรือเชื้อเพลิงอื่นที่อาจเป็นต้นเหตุของไฟ
2. ความร้อน โดยการควบคุมไม่ให้มีความร้อนสูงในบริเวณที่มีสารติดไฟง่ายหรือเกิดระเบิด เช่น สารเคมีบางชนิด
3. การควบคุมออกซิเจน จะเป็นลักษณะที่เกิดไฟไหม้แล้ว เนื่องจากออกซิเจนมีผลต่อความอยู่รอดของมนุษย์ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางในการป้องกันและการเตรียมพร้อมเมื่อเกิดไฟไหม้

1. ป้องกันสถานการณ์ที่จะเป็นต้นเหตุให้เกิดไฟไหม้
2. ควบคุมไฟให้อยู่เพียงจุดที่เกิดเพียงจุดเดียว
3. ป้องกันการกระจายออกไป ควัน หรือความร้อน
4. มีทางออกที่เพียงพอสำหรับคน

แนวทางการดับไฟ

1. ตัดเชื้อเพลิง
2. ตัดออกซิเจน
3. ควบคุมอุณหภูมิ

แนวทางในการออกแบบวางผังอาคาร และทางหนีไฟ

1. ช่องทางหนีไฟจะต้องมากกว่า 1 ทางในอาคาร
2. ในส่วนที่เป็นต้นกำเนิดไฟได้ง่าย เช่น ห้องเก็บสารเคมี จะต้องเป็นห้องที่ปิดกั้นเพื่อไม่ให้ไฟ ความร้อนและควัน แพร่กระจายออกในขณะเดียวกันต้องสามารถจัดให้มีระบบในการดับไฟ
3. ลักษณะของช่องทางหนีไฟ

3.1 ช่องทางหนีไฟจะต้องสามารถใช้ได้ตลอดเวลา และทุกคนจึงควรเห็นได้ง่าย

3.2 หลีกเลี่ยงบันไดหนีไฟที่เป็นบันไดเวียน

3.3 ระบบระบายอากาศภายในช่องทางเดิน และบันไดจะต้องระวังไม่ให้ควันวนเข้ามาและต้องมีระบบสำหรับดูดควันออก

3.4 ประตูจะต้องเป็นประตูทนไฟ และมี Smoke – stop เป็นจุด ๆ ตามส่วนเชื่อมของช่องทางเดินและโถง

4. จะต้องมีไฟให้เห็นได้สว่างพอ เมื่อระบบไฟฟ้าถูกตัด
5. ต้องมีระบบและเครื่องมือในการเตือนไฟ และควบคุมไฟ
6. เครื่องมือที่ติดตั้งตายตัวและควบคุมการใช้ด้วยมือ
7. เครื่องที่ติดตั้งตายตัวและใช้การควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ
8. เครื่องมือที่สามารถนำเคลื่อนที่ไปใช้ยังที่ต่าง ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>อุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย</u>

แบ่งออกเป็น

1. ระบบใช้น้ำ ได้แก่ Sprinkler System จะใช้ในห้องที่ไม่มีเครื่องมือ Electronics ห้องไฟฟ้ากำลัง โดยจะทำงานทันทีเมื่อสัมผัสกับความร้อน หรือเปลวไฟ

2. ระบบเตือนควัน (smoke detector) ภายในห้องที่มีความจำเป็นโดยเฉพาะส่วนสำนักงานที่อยู่ชั้นบนของอาคาร และห้องที่มีสารไวไฟ เมื่อมีควันเกิดขึ้น ระบบจะมีสัญญาณเตือนที่ Central board ว่าเกิดขึ้นที่จุดใด ชั้นใด เพื่อหาทางป้องกันได้ถูกต้อง

3.ระบบดักจับความร้อน เป็นอุปกรณ์ที่มักติดตั้งร่มกับอุปกรณ์ดักจับควัน หรือติดตั้งแยกต่างหาก โดยจะทำงานในลักษณะของการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ หากกราฟอุณหภูมิที่ได้มีลักษณะเป็นพาราโบล่า หรือมีการเพิ่มของอุณหภูมิเร็วผิดปกติ ก็จะส่งสัญญาณเตือนไปยัง Central board

4.ระบบตู้ดับเพลิง (Fire Hose reel) มีลักาณะเป็นตู้ดับเพลิง ที่มีสายต่อเพื่อลากไปฉีดน้ำดับยังจุดที่ไกลออกไปได้ หรืออาจเป็นลักษณะหัวต่อดับเพลิง เพื่อให้พนักงานดับเพลิงใช้ต่อน้ำดับเพลิงได้

5.ถังดับเพลิง (Fire Extinguisher) คือถังที่บรรจุสารเคมีเพื่อการดับเพลิง เป็นอุปกรณ์ที่มีติดตั้งไว้ในส่วนต่าง ๆ

5.5 งานระบบรักษาความปลอดภัย

ระบบรักษาความปลอดภัย มีการควบคุมโดยทั้งเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยและเครื่องคอมพิวเตอร์ ควบคุมป้องกันภัย บริเวณจุดสำคัญ เช่น ห้องคอมพิวเตอร์ ทางสัญจรหลักของอาคาร โดยระบบรักษาความปลอดภัยภายในโครงการศูนย์วิจัยฯ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การป้องกันโดยใช้เจ้าหน้าที่ ทำการตรวจสอบตามจุดสำคัญ ตลอด 24 ชั่วโมง
2. การป้องกันโดยการใช้ลักษณะการออกแบบทางสถาปัตยกรรม โดยออกแบบให้แต่ละส่วนสามารถแยกเป็นอิสระกัน เมื่อส่วนใดไม่ต้องการใช้ก็สามารถปิดได้โดยอิสระต่อกัน ในขณะที่ส่วนอื่น ๆ สามารถทำงานได้ปกติ
3. การป้องกันโดยใช้อุปกรณ์ วิธีนี้เป็นการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันชนิดต่าง ๆ ตามบริเวณสำคัญภายในอาคาร เช่น บริเวณโถง ทางเดินหลัก หรือทางเข้าออกห้องวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ของระบบรักษาความปลอดภัยที่ใช้ภายในโครงการ ประกอบไปด้วย

1. ระบบโทรทัศน์วงจรปิด (Closed Circuit Television)

ประกอบด้วยเครื่องรับโทรทัศน์จำนวนหลาย ๆ เครื่อง ติดตั้งไว้ยังจุดต่าง ๆ ของอาคารที่ต้องการรักษาความปลอดภัย การติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิดนั้นจะทำการซ่อนไว้ใต้ฝ้าเพดาน ตู้ หรือตามต้นไม้ประดับตามมุมห้อง ควบคุมการถ่ายภาพแบบอัตโนมัติและสามารถควบคุมจากห้องควบคุมความปลอดภัยส่วนกลางของอาคาร นอกจากนั้นยังสามารถทำการบันทึกภาพเมื่อมีเหตุการณ์ที่ผิดสังเกต ในห้องควบคุมความปลอดภัย ส่วนกลางนี้จะมีเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยประจำการตลอด 24 ชั่วโมง

2. ระบบกล้องถ่ายภาพบุคคล (*Photo guard 35*)

เป็นกล้องถ่ายภาพบุคคลโดยอัตโนมัติ ตัวกล้องจะทำการติดตั้งอย่างมิดชิดและสามารถถ่ายภาพได้เป็นมุมกว้างโดยใช้ฟิล์มขนาด 16 มม. หรือ 35 มม. โดยสามารถทำการบันทึกเหตุการณ์ติดต่อกันได้จนกระทั่งฟิล์มหมดม้วนประมาณ 3 นาที การบันทึกภาพกระทำโดยการควบคุมจากห้องควบคุมความปลอดภัยกลาง

3. สัญญาณเตือนภัยประตูและหน้าต่าง (Door And Window Alarm)

เครื่องจะทำการส่งสัญญาณไปยังห้องควบคุมส่วนกลางเมื่อประตู หน้าต่าง หรือช่องเปิดของอาคารถูกงัด ทำลาย หรือมีผู้บุกรุกเข้ามาในบริเวณเขตหวงห้าม

4. สัญญาณเตือนภัยแบบกดปุ่ม (Hold Up Alarm)

เป็นระบบที่ทำการติดตั้งบริเวณหรือบริเวณใกล้เคาน์เตอร์ทำงานของพนักงานในหลาย ๆ จุด โดยซ่อนไว้ในตำแหน่งที่บุคคลทั่วไปไม่สามารถมองเห็น การทำงานจะทำงานโดยการกดจากบุคคล สัญญาณจะปรากฏที่ห้องควบคุมความปลอดภัยส่วนกลาง

อุปกรณ์ส่งสัญญาณทั้งหมดจะเป็นวงจรปิด คือมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรตลอดเวลาและจะทำงานเมื่อวงจรถูกตัดหรือถูกรบกวน กระแสไฟฟ้าที่ใช้เป็นกระแสไฟฟ้าตรงแรงเคลื่อนต่ำ มีระบบควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าอย่างเที่ยงตรงพร้อมทั้งมีระบบไฟฟ้าสำรอง เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าดับเมื่อกระแสไฟฟ้าหลักของอาคารขัดข้อง อีกทั้งต้องมีระบบสำรองในการตรวจสอบการทำงานและมีอุปกรณ์แสดงตำแหน่งที่เกิดเหตุหรือจุดบกพร่องได้ง่าย อุปกรณ์และวงจรเตือนภัยเมื่อทำการติดตั้งแล้วจะต้องมิดชิดกลมกลืนกับสิ่งแวดล้อม การทำงานจะต้องไม่เสี่ยงหรือมีสิ่งผิดสังเกตให้บุคคลภายนอกหรือผู้ร้ายรู้ตัวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการป้องกันบุคคลภายนอกเข้าไปในส่วนห้องวิจัยนั้น ใช้การป้องกันโดยระบบการ์ดอิเล็คโทรนิค ที่ติดอยู่กับบัตรพนักงาน หรือเจ้าหน้าที่ในศูนย์ โดยเครื่องจะบันทึกรหัส , ชื่อ , และเวลาเข้าออก ไว้เพื่อใช้ตรวจสอบในภายหลังได้ และยังป้องกันม่ให้บุคคลภายนอกเข้าไปในส่วนวิจัยได้บุคคล

นอกจากการป้องกันทางด้านโจรกรรมแล้ว ยังต้องมีการป้องกันในด้านสภาพแวดล้อมและความบกพร่องผิดพลาดต่าง ๆ ด้วยเพราะแถบแม่เหล็กที่อยู่บริเวณบัตรประจำตัวพนักงานอาจเกิดการผิดพลาดได้เนื่องมาจาก

- อุณหภูมิสูงเกินกว่า 140 องศาฟาเรนไฮต์
- มีความชื้นในอากาศสูงมากเกินไป
- มีสนามแม่เหล็กเข้ามารบกวน

5.6 งานระบบพิเศษที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานทดแทน

ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ Solar Energy System

ในปัจจุบันพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามามีบทบาทชีวิตประจำวันมากขึ้น จุดมุ่งหมายหนึ่งที่พัฒนาวิจัยเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งานก็เพื่อทดแทนพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิง ที่นับวันจะมีราคาแพงและกำลังเริ่มหมดไป เพราะเป็นพลังงานประเภทไม่หมุนเวียน ประเทศไทยไม่ใช่ประเทศผู้ผลิตน้ำมันและการค้นพบก๊าซธรรมชาติมาทดแทนพลังงานยังมีไม่มากพอ ดังนั้นพลังงานส่วนหนึ่งจึงต้องนำเข้ามาจากประเทศผู้ผลิต ทำให้เศรษฐกิจของประเทศแปรไปตามกำหนดราคาน้ำมัน การหันมาหาพลังงานทดแทนจึงเป็นมาตรการที่ถูกต้องและต้องดำเนินการปฏิบัติโดยเร็ว สำหรับการวิจัยและพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์แบ่งได้ เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ประเภทที่ใช้เทคโนโลยีระดับสูงและการใช้เทคโนโลยีในระดับต่ำ

การใช้เทคโนโลยีระดับสูงได้แก่การทำเซลล์แสงอาทิตย์ใช้งานทางไฟฟ้า โรงงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ เครื่องปั้มน้ำแสงอาทิตย์เป็นต้น การใช้งานสำหรับเทคโนโลยีระดับต่ำ ได้แก่ การนำมาใช้ผลิตน้ำร้อน เครื่องทำความเย็น ซึ่งเป็นเครื่องมืออุปกรณ์ที่ง่ายต่อการผลิต การนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานเริ่มเป็นที่แพร่หลายมากขึ้น แต่เพราะราคาต่อหน่วยยังอยู่ในราคาแพงและการผลิตเซลแสงอาทิตย์ยังต้องใช้ต้นทุนสูง จึงทำให้การใช้เทคโนโลยีประเภทนี้อยู่ในภาวะที่ไม่คล่องตัวในการจำหน่าย เท่าการผลิตพลังงานจากระบบเครื่องกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศักยภาพของประเทศไทยเหมาะสำหรับการนำแสงอาทิตย์มาใช้งาน เพราะมีความเข้มของแสงเฉลี่ยถึงประมาณ 400 แคลลอรี่ต่อตารางเซนติเมตร โครงการต่าง ๆที่นำเอาแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ก็ดำเนินการไปบ้างแล้วและกำลังอยู่ในระหว่างการทดลองติดตั้งทดสอบก็ยังมีอยู่

พลังงานแสงอาทิตย์กับอาคาร

พลังงานแสงอาทิตย์ที่นำมาใช้ประโยชน์ในอาคาร แบ่งได้เป็น 3 ระบบ

1. การทำความร้อนในอาคาร
2. การทำน้ำร้อน
3. การทำความเย็น

หลักการทั่ว ๆ ไปของทั้ง 3 ระบบ นั้นคล้ายคลึงกัน คือ ประกอบด้วยหลักใหญ่ ๆ อยู่ 3 ประการ ได้แก่

1. การรับรังสีจากดวงอาทิตย์ที่ตกมายังพื้นผิวของอาคาร
2. การเก็บรักษาความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ไว้ใช้ในเวลากลางคืนหรือในวันที่ไม่มีแสงอาทิตย์
3. การนำความร้อนในข้อ 1. และ 2. ในการทำความร้อนความเย็นและน้ำร้อนให้แก่อาคาร

หลักใหญ่ ๆ ทั้ง 3 ประการนี้ยังสามารถจัดได้เป็น 2 ระบบ

1. Active System
2. Passive System

แต่ในที่นี้จะอธิบายหลักการของ Active System ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ในโครงการ

1. Active System

เป็นระบบที่ต้องการกำลังจากเครื่องกลอื่นๆ มาใช้ในการนำความร้อนจากแสงอาทิตย์ไปใช้ประโยชน์ โดยส่วนประกอบต่างๆ ของ Active System ประกอบด้วย

1.1 Collector (แผ่นรับรังสีจากดวงอาทิตย์)

1.2 Storage (ถังเก็บ)

1.3 Distribution (ส่วนแจกจ่าย)

1.4 Auxiliary (เครื่องช่วย)

1.5 Special mechanical equipment (อุปกรณ์พิเศษอื่น ๆ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 <u>แผ่นรับรังสีจากดวงอาทิตย์</u> เป็นอุปกรณ์เบื้องต้นของระบบ Active System แบ่งออกเป็น Flat Plate Collector และ Concentrating Collector

ส่วนประกอบของ Flat plate Collector ประกอบด้วยแผ่นดูดซับความร้อน (Absorber Plate) ปิดทับด้วยแผ่นใส , กระจกหรือพลาสติก ตั้งแต่ 1 ชิ้นหรือมากกว่า ส่วนด้านล่างและด้านข้างจะบุด้วยฉนวนกันความร้อน

<u>การทำงานของ Flat Plate Collector</u>

แสงอาทิตย์จะผ่านแผ่นกระจกหรือพลาสติกใส ไปยังแผ่นดูดซึมความร้อน (Absorber Plate) ซึ่งอยู่ด้านล่าง Flat Plate Collector นี้ยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. Air Type Collectors
2. Water Type Collectors
3. Water Trickling Type Collectors

<u>Air Type Collectors</u> แผ่นรับรังสีจากดวงอาทิตย์ที่ใช้อากาศเป็นตัวกลางในการส่งผ่านความร้อน อากาศที่อยู่ในช่องว่างระหว่างครอบแก้วหรือพลาสติกกับแผ่นดูดซับความร้อน (Absorber Plate) จะถูกทำให้ร้อนและผ่านไปตามท่อ ซึ่งต่อออกไปใช้ในการทำความร้อนให้กับภายในห้องโดยตรงหรือนำไปเก็บไว้ในถังเก็บความร้อน (Storage tank) ก่อนที่จะนำไปใช้ในกิจกรรมอย่างอื่นต่อไป

ข้อได้เปรียบของ Air Type Collector คือไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเนื่องจากการเกิดสนิม รั่วแตก นอกจากนี้ยังสามารถต่อท่อนำไปใช้ได้โดยตรงหรือต่อไปยังถังเก็บความร้อนได้เลย

ข้อเสียก็คือไม่สะดวกในกรณีที่ต้องการนำน้ำร้อนที่ได้มาใช้ภายในบ้านหรือส่วนพักอาศัยด้วย เพราะต้องใช้ท่อที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ อาจจะต้องใช้กำลังจากกระแสไฟฟ้าเป็นส่วนช่วยส่งผ่านความร้อนจาก Collector ไปยัง Storage

<u>Water Type Collectors</u> เป็นแผ่นรับรังสีจากดวงอาทิตย์ที่ใช้น้ำเป็นตัวกลางในการส่งผ่านความร้อน น้ำจะถูกส่งผ่านไปตามท่อซึ่งเชื่อมติดหรือเป็นตัวเดียวกับแผ่นดูดซึมความร้อน (Absorber Plate) น้ำจะถูกทำให้ร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นโดยแผ่นดูดซึมความร้อน จากนั้นจะผ่านไปตามท่อต่อไปยังแผงกระจายความร้อนตามห้องต่างๆ หรือต่อไปยังถังน้ำเก็บความร้อน (Water Storage Tank) ก่อนที่จะส่งต่อไปยังแผงกระจายความร้อน จากนั้นก็จะไหลกลับไปยัง Collector อีกเป็นวัฏจักร

ข้อเสียเปรียบคือ เกิดสนิมและรอยรั่วได้ง่าย ข้อได้เปรียบคือ เป็นตัวกลางนำความร้อนที่ดีง่ายต่อการส่งผ่านความร้อนสำหรับ ปัญหาเรื่องสนิมอาจแก้ไขได้โดยผสมวัสดุกันสนิมลงไปในน้ำหรือในบางกรณีก็ใช้น้ำมันแทนน้ำ

Water Trickling Type Collectors แผ่นรับรังสีดวงอาทิตย์ระบบน้ำไหลริน ใช้น้ำเป็นตัวกลางในการส่งผ่านความร้อนเช่นเดียวกัน โดยให้น้ำไหลผ่านอิสระไปตามร่องของแผ่นดูดซึมแสงอาทิตย์ (Absorber Plate) ซึ่งทำด้วย Corrugated Aluminum โดยไม่ต้องผ่านไปตามท่อ น้ำนี้จะไหลจากรูเล็ก ๆ ขนาด 1.5 มม. ซึ่งห่างกันเป็นระยะเท่า ๆ กัน ตามแนวของท่อทองแดงขนาด 15 มม. ซึ่งวางไปตามแนวของเขตแผ่นรับรังสี (Collector) โดยมีกรอบกระจกใสห่างจากแผ่นดูดซึมความร้อนประมาณ 20 มม. น้ำจะถูกทำให้ร้อนและไหลลงสู่รางน้ำด้านต่ำกว่า ก่อนที่จะไหลไปสู่ถังเก็บ (Storage Tank)

Concentrating Collectors

เป็นแบบที่สะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ให้มารวมกันเป็นจุดที่จุดเดียว (Focusing) โดยอาศัยคุณสมบัติของกระจกเว้า ซึ่งโค้งเป็นรูปพาราโบลาแบบรวมแสงนี้สามารถให้ความร้อนที่สูงกว่าแบบ Flat plate แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. Linear concentrating Collectors
2. Circular Concentrating Collectors

Linear Concentrating Collectors เป็นจานโค้งแบบ Reflector curved ในทางเดียวที่มีจุดโฟกัสของรังสีอยู่ที่ท่อ ตัวดูดซับความร้อนเป็น Concentrating collector ตามแนวยาว ใช้ของเหลวเป็นตัวพาความร้อนไปจากท่อนี้ลงในถังเก็บความร้อน (storage) หรือนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวท่อ absorber ปกติจะเป็นท่อโปร่งใส ท่อโลหะสีดำก้มีใช้บ้างในบางแห่ง เพื่อลดการพาและการแผ่รังสีของความร้อน

จุดเดือดของของเหลว (fluid) ควรจะอยู่เหนือกว่าอุณหภูมิที่เราได้รับจาก Reflector และจะต้องมีน้ำยากันการแข็งตัวในฤดูหนาวด้วย (สำหรับบริเวณที่มีอากาศหนาวจัด)

เราสามารถออกแบบ Linear Concentrating Collectors ในลักษณะแกนแนวนอน ในทิศทาง ตะวันตก – ตะวันออก หรือยกเฉียงขึ้นไปทิศทางเหนือได้ การที่ collectors ชนิดนี้ขยับไปมาและขึ้นลงได้ เพื่อสะดวกในการจัดทิศทางของดวงอาทิตย์ในฤดูต่าง ๆ ให้เราสามารถโฟกัสได้เต็มที่

Collector แบบรวมแสงแบบนี้จะทำงานได้ดีเฉพาะในวันที่มีแสงแดดจ้า (Direct sunlight) เท่านั้น สำหรับในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใส หรือมีเมฆมาก collector แบบนี้จะรวมแสงได้น้อยมาก

Circular Concentrating Collectors แบบชนิดนี้มี reflector เป็นครึ่งวงกลมรูปร่างเหมือนถ้วย เมื่อแสงตกลงมาบน reflector ก็จะสะท้อนและโฟกัสไปยังเครื่องดูดความร้อน ตัวดูดความร้อนจะตั้งอยู่บนจุดโฟกัสของจานนี้ โดยมีของเหลว (fluid) ทำหน้าที่รับความร้อนบนจุดโฟกัสแล้วส่งผ่านลงไปใช้งานหรือที่ถังเก็บความร้อน (storage) ตัวรับแสงอาทิตย์ (collector) อาจจะติดแน่นกับที่หรือปรับได้ ตัวดูดกลืนความร้อน (absorber) จะปรับได้ตามเส้นทางเดินของดวงอาทิตย์ตามเวลาหรือฤดูกาลต่าง ๆ

ข้อเสียของ collector แบบนี้ก็คือ มีปัญหาในเรื่องการปรับตามเส้นทางเดินของดวงอาทิตย์, การออกแบบให้เข้ากับสิ่งก่อสร้าง, ไม่คงทนถาวร ใช้ได้เฉพาะวันที่มีแสงแดดจ้าท้องฟ้าแจ่มใสเท่านั้น ข้อดีก็คือ สามารถทำอุณหภูมิได้สูงกว่า

1.2 Storage (ถังเก็บความร้อน)

ถังเก็บความร้อนเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นอย่างหนึ่งในระบบ Active solar system เนื่องจากความจำเป็นในการใช้ความร้อนในเวลาที่ไม่มีแสงแดดหรือฝนตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อเวลาที่มีแสงแดด ความร้อนที่ได้รับก็มากเกินความต้องการ ดังนั้นจึงต้องมี storage tank เพื่อเก็บความร้อนส่วนเกินนั้นไว้เพื่อใช้ในเวลาต้องการ

ตัวกลางที่ใช้เป็นตัวเก็บความร้อนในถังเก็บความร้อนมักจะใช้ น้ำ, ถ่านหิน หรือทั้ง 2 อย่างรวมกัน อย่างไรก็ตามได้มีการพยายามหาตัวกลางประเภทสารเคมีต่าง ๆ ที่สามารถทำให้เกิดความร้อนโดยการเปลี่ยนสถานะ (phase change) ทั้งนี้เพื่อลดปริมาตรของ Storage tank อย่างไรก็ตามในการเลือกชนิดของตัวกลางใน Storage tank ควรจะต้องให้เหมาะสมกับชนิดของ collector ที่จะใช้ประกอบกันด้วย เช่นแผง collector แบบของเหลว ก็ควรใช้ Storage tank แบบของเหลวด้วย แผง collector แบบใช้อากาศมักจะใช้ rock storage tank น้ำ หรือ Phase changing salts ในถังเก็บความร้อนที่มีขนาดเล็กกว่า

ถังเก็บความร้อน (Storage tank) สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. Water Storage
2. Rock Storage
3. Phase change storage

Water Storage ใช้น้ำเป็นตัวเก็บความร้อนในถังเก็บความร้อน ปริมาตรของถังเก็บความร้อนจะต้องสัมพันธ์กับพื้นที่ของแผ่นรับรังสีจากดวงอาทิตย์ (collector) ขนาดของถังเก็บความร้อนจะอยู่ในระหว่าง 50 ถึง 140 ลิตรต่อ 1 m^2 ของพื้นที่ collector

Rock Storage ใช้ Crushed rock หรือ Gravel เป็นถังเก็บความร้อน ความจุความร้อนของหิน น้อยกว่าของน้ำค่อนข้างมาก แต่ความหนาแน่นของหินมากกว่าน้ำ ผลก็คือว่า ถังเก็บความร้อนที่ใช้น้ำและใช้หินที่มีขนาดเท่ากัน ถังเก็บความร้อนที่ใช้หิน (rock storage) จะสามารถจุความร้อนได้ประมาณ 2/3 เท่าของถังเก็บความร้อนที่ใช้น้ำ (Water storage)

Phase change storage เป็นอีกวิธีการในการทำถังเก็บความร้อน หลักการ คือการใช้สารเคมีซึ่งเมื่อได้รับความร้อนแล้วจะเปลี่ยนสถานะ และจะเกิดความร้อนเพิ่มขึ้นจากการเปลี่ยนสถานะของสารเคมี วิธีการนี้ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาใช้ เนื่องจากต้องการลดปริมาตรของถังเก็บความร้อน ชนิดของสารเคมีที่ถูกเลือกมาใช้นี้ จะต้องเป็นสารเคมีที่จะปลี่ยนสถานะเมื่อได้รับความร้อนในขนาดที่สัมพันธ์กับความร้อนที่ได้มาจากแผ่นรับรังสีดวงอาทิตย์ (collector) สารเคมีดังกล่าวได้แก่ Na_2SO_4 IOH_2O Sodium sulphate decahydrate

1.3 Distribution (ส่วนแจกจ่ายความร้อน)

ในระบบ Active นี้ยังต้องการระบบย่อยเพื่อจะแจกจ่ายความร้อนออกไปยังห้องต่างๆ ส่วนแจกจ่ายความร้อนนี้จะรับความร้อนจาก collector หรือจาก Storage และจ่ายไปตามจุดต่าง ๆที่ต้องการความร้อน ในรูปของอากาศร้อน, หรือน้ำร้อนที่ไหลตามท่อโดยใช้พัดลมหรือปั้มน้ำเป็นตัวขับเคลื่อนความร้อนจากท่อไปสู่จุดต่างๆ

1.4 Auxiliary (เครื่องทำความร้อนช่วย)

เครื่องทำความร้อนช่วย (Auxiliary Heater) เป็นอุปกรณ์อีกส่วนหนึ่งของระบบที่จะเป็นตัวช่วยทำความร้อน ในเวลาที่ไม่สามารถทำความร้อนได้จากแสงอาทิตย์ ซึ่งเกิดจากฝนตกติดต่อกันเป็นเวลาหลายวันหรือเนื่องจากอุณหภูมิที่ได้จาก collector ไม่สูงพอที่ใช้ในการทำงานของระบบ เครื่องทำความร้อนช่วยนี้อาจจะทำด้วยไฟฟ้า แก๊ส หรือเชื้อเพลิงอื่น เครื่องทำความร้อนช่วยนี้อาจจะทำงานโดยอิสระหรือเชื่อมติดกับระบบก็ได้ ซึ่งโดยทั่วไปจะติดตั้งอยู่ระหว่าง storage และส่วนแจกจ่ายความร้อน (Distributor) เครื่องปั้มน้ำและพัดลม (Pumps and fans)

1.5 Special Mechanical Equipments

อุปกรณ์พิเศษอื่น ๆ ที่ช่วยให้การทำงานของระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น ประกอบด้วย

1. Heat pumps
2. Absorption coolers

Heat pump เมื่อต่อกับระบบ Solar Heating จะถูกใช้เป็นตัวดึงเอาความร้อนจาก Storage ซึ่งมีอุณหภูมิไม่สูงพอ และทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นเพื่อนำไปใช้ในการทำความร้อนยังห้องต่างๆ ภายในอาคาร Heat pump สามารถใช้ในการทำความเย็นให้กับอาคาร เช่นเดียวกัน โดยการทำความเย็นให้กับ Storage ก่อนที่นำความเย็นจาก Storage ไปใช้ในการทำความเย็นให้กับห้องต่างๆ หรือโดยการดึงความร้อนจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในแล้วถ่ายความร้อนลงสู่ Storage แล้วปล่อยให้ความร้อนจาก Storage ถ่ายเทสู่อากาศในเวลากลางคืน ซึ่งอากาศเย็นลง

Absorption coolers เป็นชนิดหนึ่งของเครื่องทำความเย็นซึ่งสามารถใช้ความร้อนจาก Solar collector ในการขับเคลื่อนเครื่องทำความเย็น โดยมีหลักการดังต่อไปนี้ คือ ของเหลวที่อยู่ในระบบโดยอาศัยความร้อนจาก Solar collector จะประกอบด้วยน้ำยา และสารดูดซับน้ำยา (absorbent) ในถัง absorber จะบรรจุสารดูดซับน้ำยาซึ่งจะทำหน้าที่ดูดซับน้ำยาจากคอยล์เย็น ทำให้ความดันบริเวณนี้และความดันในคอยล์เย็นต่ำ

ตัวอย่างเช่น ถ้าใช้แอมโมเนียเป็นน้ำยาและน้ำเป็นสารดูดซับ น้ำในถัง absorber จะดูดซับแอมโมเนียที่ระเหยจากคอยล์เย็นทำให้คอยล์เย็นมีความดันต่ำ น้ำเมื่อดูดแอมโมเนียมาแล้วจะกลายเป็นสารละลายแอมโมเนีย สารละลายน้ำแอมโมเนียจะถูกปั๊มไปยังถัง Generator ทำให้สารละลายในถังนี้มีความดันสูง เพื่อที่แยกแอมโมเนียออกจากน้ำแอมโมเนียถัง Generator จึงถูกทำให้ร้อน แอมโมเนียซึ่งเป็นสารที่ระเหยง่าย จะแยกตัวระเหยออกไปเป็นไอแอมโอเนียที่มีความดันสูงเมื่อวิ่งไปถึงคอยล์ร้อน ซึ่งจะช่วยระบายความร้อนได้ดี ไอแอมโมเนียจะคายความร้อนออกและกลายเป็นของเหลวที่มีความดันสูง เมื่อผ่านลิ้นลดความดัน จะมีความดันต่ำลงอีกครั้ง ก็จะเริ่มระเหยและดูดความร้อนเข้ามาในคอยล์เย็น

ที่ถังเย็น Generator นั้น แอมโมเนียเมื่อระเหยออกจากสารละลายน้ำแอมโมเนียแล้ว สารละลายก็คงเหลือแต่น้ำซึ่งจะไหลผ่านลิ้นลดความดัน เพื่อให้มีความดันต่ำลงกลับสู่ถัง Absorber พร้อมที่จะซับแอมโมเนียเป็นวัฏจักรต่อไป น้ำยากับสารดูดซับน้ำยาขณะที่รวมตัวกันเป็นสารละลายจะมีความร้อนเกิดขึ้น สารละลายอื่น ๆ นอกจากน้ำแอมโมเนียแล้วได้แก่ สารละลายลิเธียมโปรไมด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ได้แก่

1. พระราชบัญญัติผังเมือง พ.ศ. 2518
2. พระราชบัญญัติควบคุมการก่อสร้าง พ.ศ.2479 ประกอบด้วย
    - 2.1 กฎกระทรวงฉบับที่ 7 (พ.ศ.2517)
3. พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 ประกอบด้วย
    - 3.1 กฎกระทรวงฉบับที่ 33 (พ.ศ.2535)
    - 3.2 กฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ.2537)
    - 3.3 กฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ.2537)
    - 3.4 กฎกระทรวงฉบับที่ 41 (พ.ศ.2537)
    - 3.5 กฎกระทรวงฉบับที่ 44 (พ.ศ.2538)
    - 3.6 กฎกระทรวงฉบับที่ 48 (พ.ศ.2540)
    - 3.7 กฎกระทรวงฉบับที่ 50 (พ.ศ.2540)
    - 3.8 กฎกระทรวงฉบับที่ 51 (พ.ศ.2541)
    - 3.9 กฎกระทรวงฉบับที่ 55 (พ.ศ.2543)
4. พระราชบัญญัติทางหลวง พ.ศ.2535
5. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535
6. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535
7. ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
8. ประกาศกระทรวงคมนาคม เรื่อง กำหนดเขตปลอดภัยในการเดินอากาศ พ.ศ.2517

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

กรณีศึกษาอาคารตัวอย่าง

6.1 อาคารตัวอย่างภายในประเทศ

6.1.1 Energy Technology Complex

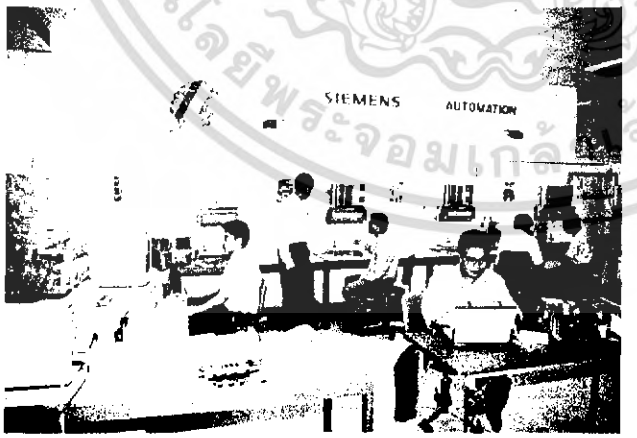
เจ้าของโครงการ - **สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย** (A.I.T.)

สถานที่ตั้ง - **รังสิต ริมถนนพหลโยธิน**

สถาปนิก - สุเมธ ชุมสาย แอทโซซิเอทส์

อาคาร Energy Technology Complex นี้ ประกอบด้วยอาคาร 4 หลัง ซึ่ง 2 หลังคือ อาคารวิทยาการพลังงานทดแทน 1 และอาคารวิทยาการพลังงานทดแทน 2 เป็นโครงการแรกที่ใช้เครื่องปรับอากาศระบบพลังงานแสงอาทิตย์ และเป็นโครงการแรกในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่เป็นศูนย์ค้นคว้าทดลองเกี่ยวกับเทคโนโลยีด้านพลังงานที่เปลี่ยนระบบการพึ่งพาพลังงานจากน้ำมัน มาเป็นแหล่งพลังงานแสงอาทิตย์

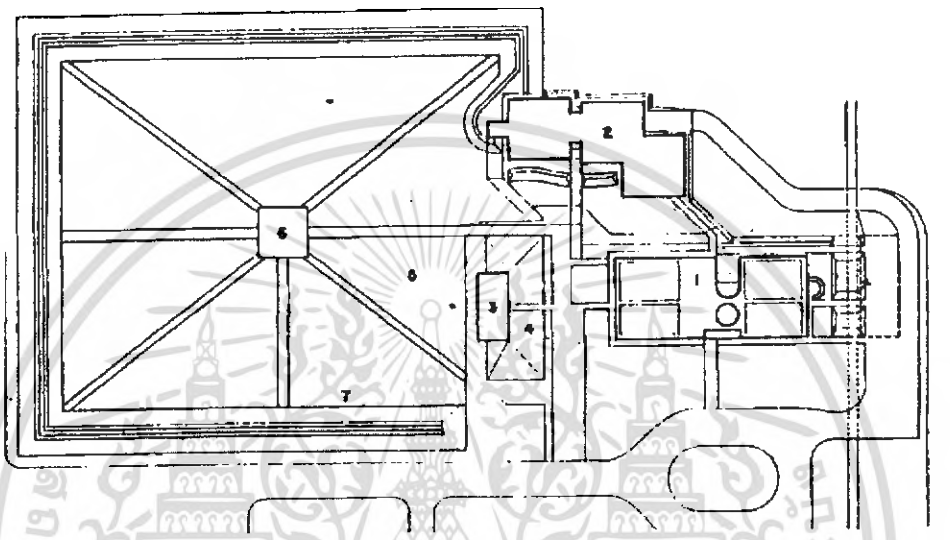
การออกแบบได้เน้นเพื่อการประหยัดพลังงาน เน้นการเลือกใช้วัสดุป้องกันความร้อนเพื่อให้ได้ผลด้านการประหยัดพลังงานมากที่สุด โดยเฉพาะระบบปรับอากาศได้วางแนวคิดการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประกอบระบบ กินเนื้อที่เพียง 2 ใน 3 ของพื้นที่หลังคาเท่านั้น ตัวอาคารใช้รูปทรงลูกบาศก์ธรรมดา เน้นที่การประหยัดพลังงานของตัวอาคาร เช่น หน้าต่าง ออกแบบให้มีระยะถอยร่นเข้าไปจากระดับผนังปกติ เพื่อหลบแสงแดดในช่วงเวลาทำงาน ส่วนผนัง



ภาพที่ 6.1 ภายในห้องทำงานนักวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ซึ่งรับแสงแดดนั้นก็ออกแบบให้ผนังหนา เป็นผนัง 2 ชั้น มีฉนวนกันความร้อนกั้นกลาง มีแผงปรับอลูมิเนียมที่สามารถปรับทิศทางได้ ส่วนหลังคาทำให้ลาดเอียงไว้สำหรับเป็นที่ติดตั้งแผงรับแสงอาทิตย์ มีค่าความลาดเอียง 14 องศา หันไปทางทิศใต้



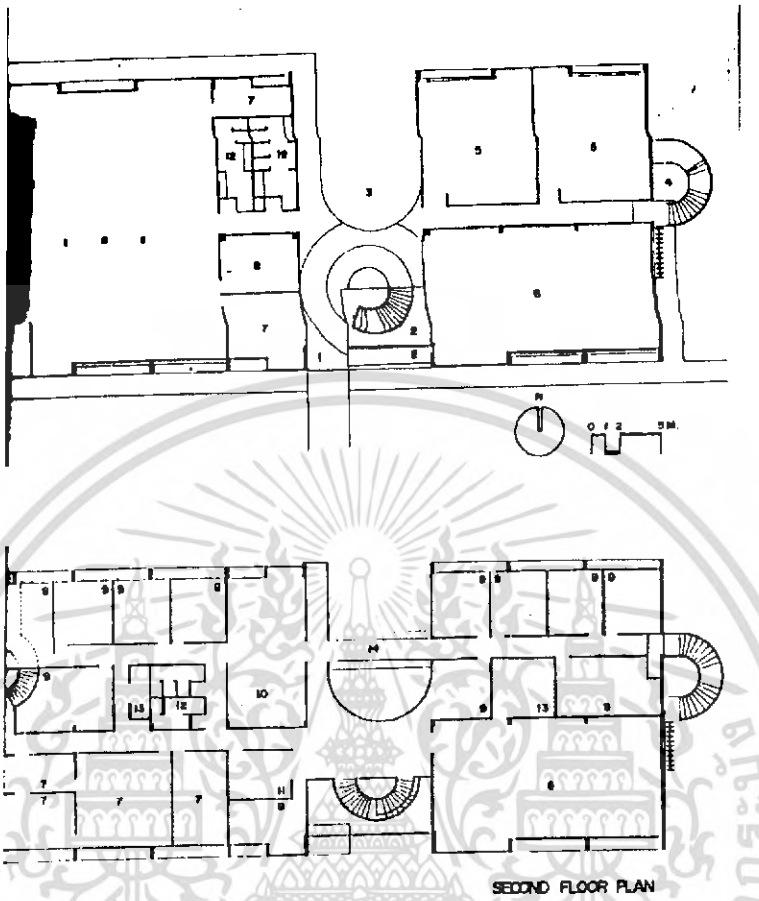
ภาพที่ 6.2 ผังบริเวณ - 1.อาคารวิทยาการพลังงานทดแทน 1
2.อาคารวิทยาการพลังงานทดแทน 2
3.อาคารโรงซ่อม

รูปแบบและลักษณะของอาคารประกอบด้วยกลุ่มอาคาร 4 หลัง คือ อาคารวิทยาการพลังงานทดแทน 1 , อาคารวิทยาการพลังงานทดแทน 2 , โรงซ่อมเครื่องที่ซ่อนอยู่ใต้พื้นดิน และลานตั้งเครื่องทดลองพลังงานทดแทนซึ่งมีห้องปฏิบัติการอยู่ตรงกลางของEnergy Demonstration park ซึ่งเป็นศูนย์กลางของกลุ่มอาคารในบริเวณที่ทำการทดลองเรื่องพลังงาน

อาคารวิทยาการพลังงานทดแทน 1 เป็นอาคารหลังใหญ่ โครงสร้างเสาและคานคอนกรีตเสริมเหล็ก ผนังก่ออิฐฉาบปูน ทางเข้ากว้างประมาณ 3 เมตร มีการเจาะช่องแสงด้านหน้าอาคาร และมีแผงครีบกันแดดทางนอนทุกช่วงของช่องแสง

ทางเข้าด้านหน้ารวมทั้งโถงกลาง สถาปนิกผู้ออกแบบได้จัดสร้างในลักษณะกึ่งเปิดโล่งด้วย Sky Light รูปโดม ที่จุดโถงจะมองเห็นทางเดินเชื่อมระหว่างปีกทั้ง 2 ด้าน ของอาคารในระดับชั้น 2 สร้างด้วยวัสดุใสหุ้มด้วยโครงเหล็กกลม บันไดทางขึ้นชั้น 2 และหลังคา เป็นบันได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



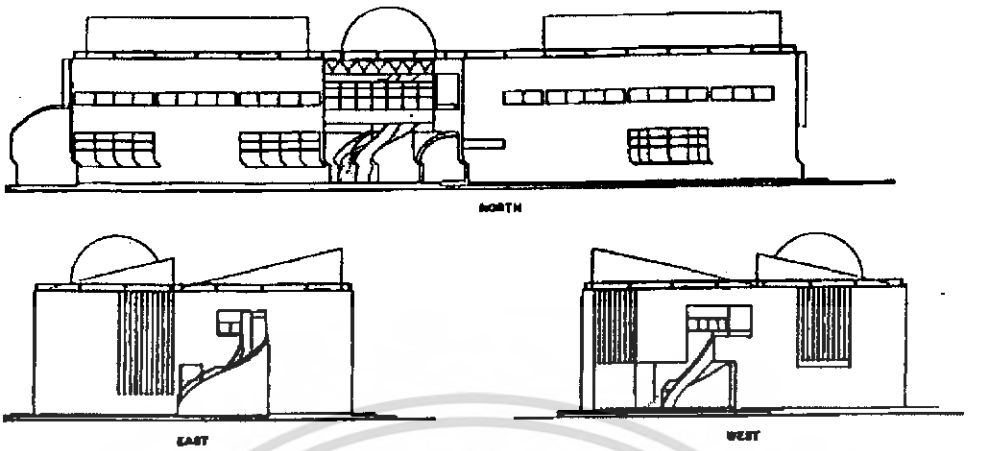
ภาพที่ 6.3 ผังพื้นชั้นที่ 1 และ 2 อาคารวิทยาการพลังงานทดแทน 1

เวียน มีสระน้ำอยู่ใต้บันไดให้ความรู้สึกเย็นสบาย ด้านสกัดทั้ง 2 ด้านของอาคาร มีบันไดเวียนเชื่อมระหว่างชั้นล่างกับชั้นบน การออกแบบผสมผสานเส้นโค้งและเส้นตรงได้สวยงาม

โรงซ่อมเป็นอาคารชั้นเดียว ตั้งอยู่ด้านขวาของอาคารวิทยาการพลังงานทดแทน 1 เนื่องจากอาคารในส่วนนี้จะมีเสียงดังจากระบบเครื่องกล จึงแยกอาคารออกมาต่างหาก และทำการถมเนินดินโดยรอบอาคาร เว้นแต่เฉพาะทางเดินและทางเข้าสู่ตัวอาคาร

จากความต้องการระบบทำความเย็นขนาด 60 ตัน ซึ่งต้องใช้แผงรับแสงอาทิตย์ ขนาดของแผง 2 ตารางเมตร /แผง เป็นจำนวนถึง 900 แผง (1ตัน ใช้ 15 แผง) ทำให้เนื้อที่ดาดฟ้าของอาคารซึ่งจะใช้ติดตั้ง ไม่เพียงพอที่จะติดตั้งแผงรับแสงอาทิตย์ได้หมด จึงต้องตั้งแผงที่เหลือบริเวณด้านหลังของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.4 รูปด้าน อาคารวิทยาการพลังงานทดแทน 1

อาคารหลังที่ 1 ก่อสร้างในปี พ.ศ.2524 มี 2ชั้น เนื้อที่รวม 2,072 ตารางเมตร ต่อมาในปี พ.ศ.2527 จึงได้สร้างอาคารหลังที่ 2 เนื้อที่ 1,090 ตารางเมตร

6.1.2 ประโยชน์จากการศึกษาอาคารตัวอย่าง

อาคารตัวอย่างมีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่บนดาดฟ้าหลังคา โดยการใช้โซล่าร์เซลล์ มาทำหน้าที่ในการรับพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งก่อให้เกิดผลดี เช่น ป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาทางหลังคาได้ส่วนหนึ่ง รวมทั้งป้องกันไม่ให้ดาดฟ้าร้อนเกินไป ลดความเสียหายที่จะเกิดต่อโครงสร้างหลังคา และลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ นอกจากนี้ยังสามารถนำเอาพลังงานที่ได้จากแผงไปประยุกต์ใช้ในกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ ได้ด้วย

การถมเนินดินรอบอาคาร เป็นการลดการนำพาความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคารได้ส่วนหนึ่ง และการสร้างระยะถอยร่นของผนังอาคารกับแผงกันแดด ช่วยในการประหยัดพลังงานได้เป็นอย่างดี

ปัญหาที่เกิดขึ้นได้แก่ พื้นที่จัดวางแผงโซล่าเซลล์มีจำนวนไม่เพียงพอต่อความต้องการ จำเป็นต้องอาศัยพื้นที่ของอาคารใกล้เคียงมาจัดวาง ทำให้ไม่สะดวกในการดูแลรักษาและเดินงานระบบ นอกจากนี้การใช้แผงโซล่าเซลล์เพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้านั้น จำเป็นต้องใช้ในปริมาณที่มากพอสมควร จึงค่อนข้างจะสิ้นเปลืองด้านงบประมาณ หรือในด้านของการถมดินรอบอาคารนั้น แม้จะลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารแต่ก้สร้างความชื้นให้เกิดขึ้นแก่ผนัง ซึ่งส่งผลต่อภาระการปรับอากาภายในห้อง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 อาคารตัวอย่างในต่างประเทศ

6.2.1 *TECHNOLOGY CENTER IN SCIENCE PARK, GELSENKICHEN*

ลักษณะของอาคารโดยทั่วไป

ที่ตั้ง WISSENSCHAFTSPARK AND TECHNOLOGIESZENTRUM RHEINELBE, MUNSCHEIDSTRASSES 14, 45886 GELSENKIRCHEN, GERMANY

ภาพที่ 6.5 ภาพแสดงผังบริเวณ

สถาปนิก KIESSLER & PARTNER

พื้นใช้สอย 10,000 ตารางเมตร

ก่อสร้างเมื่อ 1985-1995

แนวคิดในด้านการออกแบบประโยชน์ใช้สอย

- อาคารศูนย์เทคโนโลยี (TECHNOLOGY CENTER) นี้เป็นอาคารสำหรับบริษัทเอกชน ในด้านการออกแบบหรือวิจัย เพื่อการเช่าพื้นที่ในการทำวิจัยต่างๆ โดยพื้นที่เช่า แบ่งออกเป็น 9 ส่วน (CHAMBER) และแต่ละส่วน (CHAMBER) มี 3 ชั้น แต่ละชั้นมีพื้นที่ 270 ตารางเมตร เป็นพื้นที่สำหรับเช่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แกนของอาคารเป็นส่วนพื้นที่แสดงนิทรรศการ (EXHIBITION AREA) และบริเวณติดต่อ (COMMUNICATION ZONE) พื้นที่มีความยาง 300 เมตร เป็นเหมือนลาน (CONCOURSE) ซึ่งจะมีบันไดนำไปสู่ชั้นทางเดินที่เชื่อมทั้ง 9 ส่วน (CHAMBER) ทางทิศตะวันออก เข้าด้วยกัน
- บนหลังคาของอาคาร จะเป็นที่ตั้งของ (SOLAR CELL) ซึ่งหันไปทางทิศใต้ทำมุม 28 องศา
- การจัดพื้นที่ในส่วนใช้สอย ในส่วนปฏิบัติการ จะเป็นแบบ พื้นที่ใช้สอยขนาบทางเดิน (DOUBLE CORRIDOR) ซึ่งมีข้อดีในเรื่องการเดินท่อและมีความประหยัด แต่ก็มีข้อเสียในเรื่องความพลุกพล่านที่ เกิดขึ้นในการใช้ทางเดินร่วมกัน

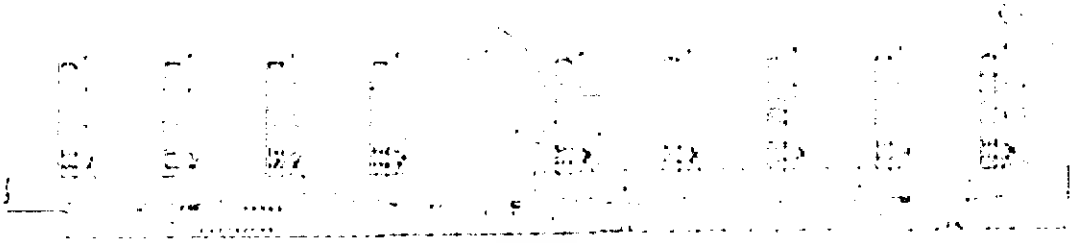
แนวคิดในการออกแบบรูปทรงสถาปัตยกรรม

เน้นที่ความเรียบง่าย ในรูปทรงของเยอรมัน ซึ่งจะใช้วัสดุ เหล็กและกระจก โดยเน้นประโยชน์ใช้สอย และความสวยงามในตัววัสดุเอง ไม่มีส่วนตกแต่งใดๆรูปแบบทางสถาปัตยกรรมสะท้อนถึงเทคโนโลยีทางอุตสาหกรรม

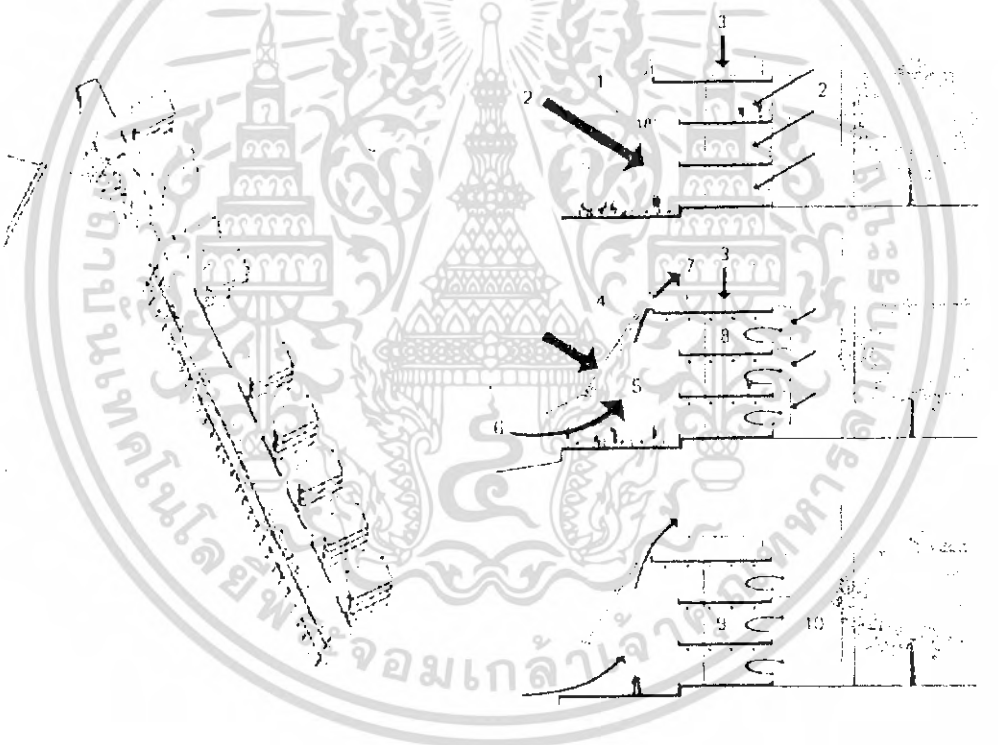
ลักษณะการวางผัง

- อาคารศูนย์เทคโนโลยี (TECHNOLOGY CENTER) ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของโครงการวิทยาศาสตร์ (SCIENCE PARK) ถัดจากทะเลสาบเทียม
- ทะเลสาบเทียม ทางทิศตะวันตกของอาคารเป็นการนำสายตา (APPROACH) แก่อาคารไปยัง ทางเข้าซึ่งอยู่ด้านหัว-ท้าย ของอาคาร ซึ่งเป็นแผงกระจกยาว 274 เมตร มีมุมเอียง 57 องศา
- อาคารมีส่วนโถงกลางยาว 300 เมตร วางตัวเป็นแกนหลัก เหนือ-ใต้ เชื่อมพื้นที่ใช้สอย 9 ส่วนเข้าไว้ด้วยกัน
- พื้นที่ให้เช่าซึ่งเป็นส่วนใช้สอย จะเป็น สำนักงานและส่วนวิจัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 9 ส่วน (CHAMBER) จะวางตัวในแนว ตะวันออก-ตะวันตก โดยวางตัวขวางกับส่วนโถงกลาง ดังนั้นอาคารในส่วนโถงกลางที่เป็นพื้นที่นิทรรศการ (EXHIBITION AREA) และบริเวณติดต่อ (COMMUNICATION ZONE) จะคอยกันแดดทางด้านทิศตะวันตกให้แก่อาคารใช้สอยได้แก่ ส่วนสำนักงาน (OFFICE) และส่วนวิจัย (LABORATORY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

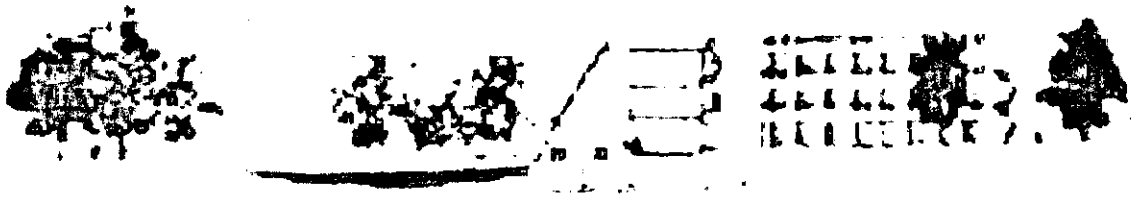


ภาพที่ 6.6 ภาพแสดงผังพื้นอาคาร



ภาพที่ 6.7 ภาพแสดง ISO ของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.8 ภาพแสดงรูปด้านอาคาร

ลักษณะระบบของโครงสร้าง

ใช้วัสดุที่เป็นเหล็กเป็นโครงสร้างหลัก ใช้พื้นเป็นคอนกรีต มีการใช้กระจกเป็นส่วนใหญ่ ด้วยซึ่งเป็นลักษณะของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่สามารถสั่งผลิตได้จากโรงงานอุตสาหกรรม โครงหลังคาของอาคารบางส่วนต้องรับน้ำหนักของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ ติดตั้งอยู่บนหลังคาของอาคาร

ลักษณะความยืดหยุ่นของผัง

มีการจัดผังที่แยกเป็นส่วนๆ ตามพื้นที่การใช้งานอย่างอิสระ ก็เป็นการดีอย่างหนึ่งที่สามารถทำงานได้อย่างอิสระ แต่เมื่อต้องการขยายแล้วก็ยังสามารถที่จะขยายออกได้อีกบ้าง

ลักษณะระบบสัญจร

เนื่องจากอาคารสูงเพียง 3 ชั้น จึงใช้เป็นเส้นทางสัญจรหลัก ซึ่งจะมีบันไดในทุกส่วน ทั้ง 9 ส่วน ซึ่งเชื่อมต่อกับ ทางเดินกลางซึ่งมีขนาดใหญ่

ลักษณะพิเศษอื่นๆ

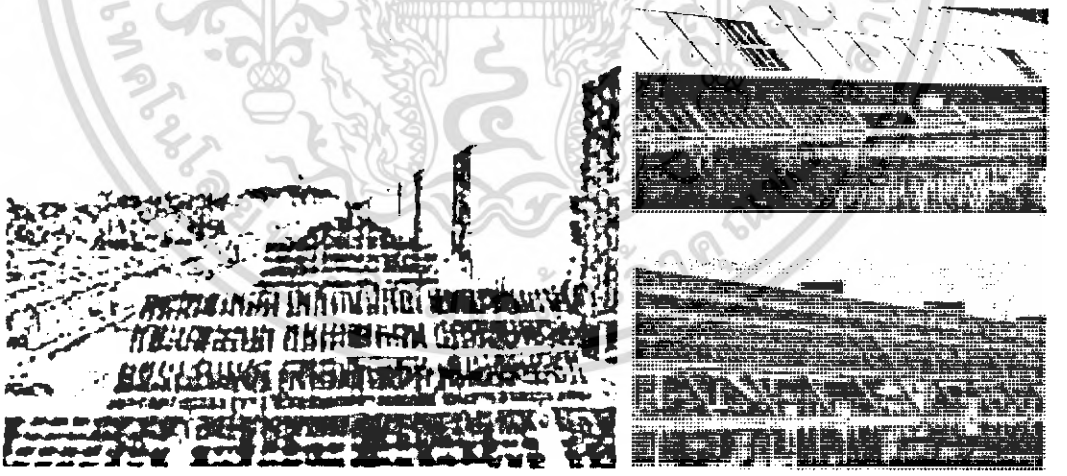
- สถาบันฟรานฮอร์เฟอร์ (THE FRAUNHOFER INSTITUTE) ได้แนะนำการออกแบบเกี่ยวกับสภาพอากาศภายในอาคาร โดยแนะนำให้เปิดช่องเปิดขนาดใหญ่ที่ด้านล่างของผนังด้านหน้าอาคาร โดยได้เปิดช่องขนาด 7.00X4.5 เมตร โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการเลื่อนเปิด-ปิด และเปิดช่องขนาดเล็กด้านบน ซึ่งจะเปิดในฤดูร้อน ทำให้เกิดการระบายอากาศ (VENTILATION) ตลอดอาคาร
- กระจกที่ใช้เป็นกระจก ควบคุมอุณหภูมิ (THERMOPLUS NEUTRAL) มีลักษณะเป็นกระจก 2 ชั้น ชั้นแรกประกอบด้วย กระจกนิรภัย (SAFTY GLASS) ขนาด 6 มิลลิเมตร และมีแผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันแดดติดอยู่บนโครงของกระจก ส่วนแผ่นกระจกชั้นใน เป็นกระจกลามิเนต (LAMINATED GLASS) หนา 8 มิลลิเมตร มีช่องว่างอากาศระหว่างแผ่นกระจกแผ่นนอกใน 12 มิลลิเมตร ซึ่งไม่สามารถ ใส่ก๊าซตระกูลสูงได้ เพราะซิลิโคนต้านรังสีเหนือม่วง (UV-RESISTANT SILICONE SEALANT) ที่ถูกใช้ปิดขอบกระจกไม่สามารถเก็บก๊าซได้ โดยก๊าซสามารถรั่วออกไปได้ ส่วนแผ่นกระจก ด้านในจะเคลือบสารสะท้อนอินฟราเรด เพื่อให้รังสีผ่านเข้ามาน้อยลง (INFRARED,REFLECTING,LOW EMISSIVITY COATING) กระจกนี้มีค่า U=2.0 W/m^{2}K

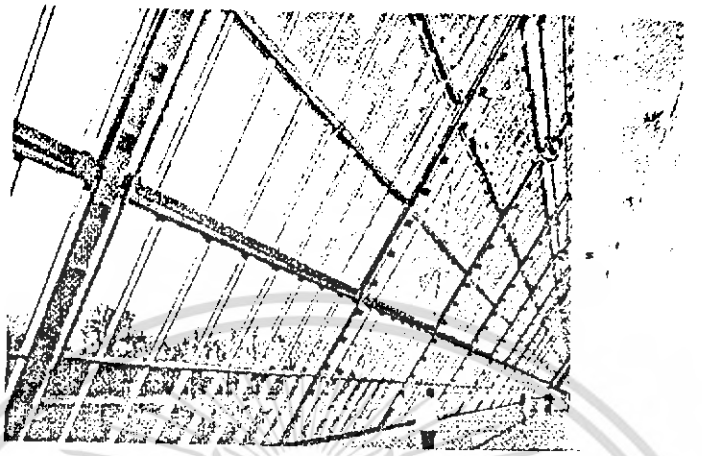
อุปกรณ์พลังงานแสงอาทิตย์ (SOLAR POWER PLANT)

แผงพลังงานแสงอาทิตย์ ติดตั้งอยู่บนหลังคาของอาคาร ประกอบด้วยแผงพลังงานแสงอาทิตย์ 900 แผ่น แต่ละแผ่นขนาด 810X2090 มิลลิเมตร วางบนโครงเหล็ก ทำมุม 28 องศากับทิศใต้ รวมเป็นพื้นที่ทั้งหมด 1,521 มิลลิเมตร เป็นพื้นที่แผงพลังงานแสงอาทิตย์ (SOLAR CELL) 1,236 ตารางเมตร สามารถจ่ายพลังงานได้ 210 kW และ 190,000 kwh ต่อปี คิดเป็นการใช้ไฟฟ้าของคน 40 คน โดยใช้แผ่นพลังงานแสงอาทิตย์ (SOLAR CELL) ชนิดใหม่, คือแผงพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (MONOCRYSTALLINE SILICON SOLAR CELL) ขนาด 123 มิลลิเมตรX 123 มิลลิเมตร ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพในการเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น 17%



ภาพที่6.9 แสดงการใช้แผงรับพลังงานแสงอาทิตย์ติดตั้งไว้ที่หลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.10 แสดงโถงทางเดินที่มีลักษณะเอียงรับแสงเพื่อรับแสงสว่างเข้าสู่ตัวอาคาร

การวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของอาคาร

ข้อดี

- ลักษณะการจัดพื้นที่ใช้สอยที่แบ่ง พื้นที่เช่าอาคาร เป็นส่วน (CHMBER) ซึ่งทำให้พื้นที่มีขนาดเหมาะสมสำหรับการเช่า และแยกการใช้งานออกจากกัน เพื่อการรบกวนกันน้อยที่สุด อีกทั้งยังให้แสงสว่างเข้ามาในอาคารมากที่สุด เป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า
- การเลือกใช้รูปทรง ที่มีเหตุผล และวัสดุที่มีความสวยงามในตัวเอง ซึ่งสามารถตอบสนองรูปแบบ การใช้งาน ความประหยัด รวมถึงเทคโนโลยีทางอาคารที่ใช้
- การนำเทคโนโลยีเข้ามาร่วมใช้ในการออกแบบ เพื่อปรับอาคารให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไปตามฤดูกาลและเพื่อให้มีส่วนร่วมในการประหยัดพลังงาน ซึ่งต้องนำมาคิดตั้งแต่เริ่มแรก เช่นในการวางผัง ว่าอาคารต้องหันไปทางไหน ทิศทางของลม เป็นต้น
- การนำสิ่งแวดล้อมมาร่วมในการออกแบบอาคาร

ข้อเสีย

- รูปแบบในการจัดวางพื้นที่ใช้สอย มีระยะห่างกันมาก ไม่สะดวกในการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 สรุปผลการศึกษาอาคารตัวอย่าง

จากการศึกษาอาคารตัวอย่าง สามารถสรุปแนวทางในการออกแบบได้ 4 หัวข้อ คือ

1.ด้านระบบโครงสร้างอาคาร

อาคารประเภทศูนย์วิจัยนั้น มีรูปแบบกิจกรรมที่เกิดขึ้นเป็นลักษณะเฉพาะ และแบบอเนกประสงค์ที่สามารถประยุกต์ใช้กับการใช้งานได้หลายรูปแบบ การออกแบบโครงสร้างจึงต้องคำนึงถึงความต้องการในส่วนนี้ โดยเลือกใช้โครงสร้างที่สามารถตอบสนองต่อกิจกรรมที่เกิดขึ้นได้อย่างอิสระ มีโครงสร้างที่แข็งแรง และสามารถยืนหยุ่นต่อการใช้งานด้านการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.ด้านงานระบบประกอบอาคาร

งานระบบประกอบอาคารนั้น มีลักษณะที่เหมือนกับอาคารสำนักงานทั่วไป และในส่วนที่มีลักษณะเฉพาะ เช่น ในส่วนห้องทดลองต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์พิเศษเข้ามาเกี่ยวข้อง การออกแบบจึงต้องคำนึงถึงการจัดวาง การติดตั้ง และดูแลรักษาอุปกรณ์เฉพาะทางเหล่านี้

3.ด้านการออกแบบเพื่อประหยัดพลังงาน

รูปแบบของการประหยัดพลังงาน แบ่งเป็นส่วนที่สามารถประหยัดได้ด้วยรูปแบบการจัดวางอาคาร และการประหยัดด้วยการนำเอาอุปกรณ์บางชนิดมาประยุกต์ใช้ เช่น แผงพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น การออกแบบจึงต้องมีการจัดวางรูปแบบอาคารให้สอดคล้องและตอบรับต่อการประหยัดพลังงาน รวมทั้งเอื้ออำนวยต่อการติดตั้งอุปกรณ์พิเศษต่าง ๆ เช่น การเผื่อพื้นที่ดาดฟ้าเพื่อติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ และเดินงานระบบที่เกี่ยวข้องเป็นต้น หรือการออกแบบอาคารที่ต้องถอยระยะร่นของผนังเพื่อหลีกเลี่ยงการรับแสงแดดโดยตรง ซึ่งจะมีผลเกี่ยวข้องกับตำแหน่งและรูปแบบช่องเปิดของอาคาร รวมทั้งโครงสร้างที่รองรับผนังเหล่านั้น

4.ด้านสุนทรียศาสตร์ และจิตวิทยาของผู้ใช้อาคาร

เนื่องจากอาคารศูนย์วิจัยด้านพลังงาน จะมีการออกแบบที่คำนึงถึงการประหยัดพลังงาน ดังนั้นรูปลักษณ์ที่ปรากฏจึงต้องมีการออกแบบให้มีความงามและประหยัดพลังงานในขณะเดียวกัน ทั้งนี้ยังต้องคำนึงถึงการจัดรูปแบบห้องวิจัย ทางเดิน รวมทั้งทัศนียภาพ ที่จะส่งผลต่อความรู้สึก และการรับรู้ของนักวิจัยและผู้ใช้โครงการกลุ่มอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

แนวความคิดในการออกแบบทางสถาปัตยกรรม

7.1 แนวความคิดในการออกแบบโครงการโดยภาพรวม

โครงการศูนย์ส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาการใช้พลังงานทดแทน เป็นเสมือนอาคารต้นแบบที่ประยุกต์แนวคิดการประหยัดพลังงาน และการใช้พลังงานให้คุ้มค่า โดยใช้การพึ่งพาพลังงานจากภายในโครงการเอง โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาพลังงานจากภายนอก ได้แก่การพึ่งพาพลังงานจากวัตถุดิบในโครงการ กับการพึ่งพาพลังงานจากองค์ประกอบของอาคาร

1. การพึ่งพาพลังงานจากวัตถุดิบในโครงการ ได้แก่ การใช้ขยะที่ได้รับมาจากภายนอก และที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมภายในโครงการ มาแปรรูปโดยการฝังกลบและหมัก เพื่อให้เกิดก๊าซชีวภาพ แล้วนำก๊าซที่ได้ไปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า

   รูปแบบการผลิตงานลักษณะนี้ อ้างอิงจาก ศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งดำเนินโครงการบำบัดและใช้ประโยชน์จากขยะ โดยได้รับงบประมาณจากมูลนิธิชัยพัฒนาเพื่อจัดตั้งกองทุนบำบัดและใช้ประโยชน์จากขยะ ตามแนวพระราชดำริพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ มีเป้าหมายในการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 870 กิโลวัตต์จากพื้นที่ประมาณ 65 ไร่ ของแหล่งฝังกลบขยะอย่างถูกหลักสุขาภิบาลกำแพงแสน และอยู่ห่างจากโรงไฟฟ้าซึ่งตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน 1.7 กิโลเมตร

2. การพึ่งพาพลังงานจากองค์ประกอบของอาคาร ได้แก่ การผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแผง Solar Cell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 แนวความคิดในการจัดวางอาคาร

การจัดวางอาคาร คำนึงถึงสภาพแวดล้อมของที่ตั้ง และทิศทางของแดดและลม โดยออกแบบตัวอาคารให้ด้านยาวอยู่ทางทิศเหนือ - ทิศใต้ และด้านสั้นของอาคารอยู่ทางทิศตะวันออก – ตะวันตก

ทางด้านทิศใต้ จะสร้างแผงบังแดดทางนอนเพื่อป้องกันแดด ส่วนทางด้านทิศตะวันออกและตะวันตก จะเป็นแผงบังแดดทางตั้ง โดยเฉพาะด้านทิศตะวันตกนั้น ออกแบบให้วัสดุบังแดดเป็นแผง Solar Cell เพื่อใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานให้กับอาคาร

วัสดุประกอบพื้นผิวอาคารจะใช้ อลูมิเนียมคอมโพสิท เพื่อทำให้พื้นผิวอาคารมีลักษณะแบ่งย่อยเป็นชิ้น ๆ ไม่รวมเป็นผืนเดียว เพื่อลดการแผ่ความร้อนของผิวอาคาร

กระจกที่ใช้กับตัวอาคารเป็นลักษณะกระจกป้องกันรังสีความร้อน เพื่อลดการนำความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร

7.3 แนวความคิดในการออกแบบอาคารวิจัย

การออกแบบอาคารวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1.ส่วนปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการ กับ 2. ส่วนปฏิบัติการภาคสนาม

1.ส่วนปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการ จะเป็นอาคารสูง 4 ชั้น อยู่ทางด้านทิศตะวันตกของโครงการ ใช้ความสูงของตัวอาคารให้เป็นประโยชน์ในการวางแผง Solar Cell ที่ทำมุมเอียงเป็นรูปกรวย ล้อมรอบอาคารวิจัย เพื่อประโยชน์ในการบังแดดให้กับอาคาร ลดการพาความร้อนเข้าสู่อาคารวิจัย และใช้ประโยชน์จากการที่ต้องรับแสงแดดเป็นเวลานานในการผลิตพลังงานไฟฟ้า

ตัวอาคาร ออกแบบระบบโครงสร้างให้สามารถประยุกต์ต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การใช้งานได้หลากหลาย โดยใช้ระบบพื้นแบบ Post-tension Flat Slab ที่สามารถรับน้ำหนักได้มาก โดยมีช่วงเสาที่กว้าง และสะดวกในการเดินระบบงานท่อต่างๆ

การใช้งานอาคารแบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 และ 2 จะเป็นห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องมือ สำหรับทดสอบทางงานด้านวิศวกรรม ชั้น 3 จะเป็นห้องปฏิบัติการทดลองด้านเคมี และชั้น 4 จะเป็นห้องปฏิบัติการด้านคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องปฏิบัติการที่ต้องเก็บก๊าซ และวัตถุอันตรายที่เสี่ยงต่อการระเบิดจะแยกออกไปอยู่ในส่วนอาคารด้านนอก

2.ส่วนปฏิบัติการภาคสนาม จะอยู่ด้านเหนือของโครงการ เพื่อประโยชน์ในการรับแสงและการระบายอากาศที่ไม่มีผลกระทบต่อกิจกรรมอื่น ๆ

7.4 แนวความคิดในการออกแบบส่วนเผยแพร่ความรู้และจัดนิทรรศการ

อาคารส่วนเผยแพร่จะเป็นส่วนอาคารที่อยู่ตรงกลาง โดยมีโถงต้อนรับอยู่ด้านหน้าที่ใช้ในการบรรยายสรุป ก่อนเข้าสู่การชมนิทรรศการ

ในส่วนอาคารเผยแพร่นั้น จะประกอบด้วย โถงต้อนรับ ห้องประชุมขนาด 300 ที่นั่ง ห้องบรรยายย่อยห้องละ 64 ที่นั่งรวม 4 ห้อง (รวม 256 ที่)

ส่วนห้องสมุด จะอยู่ทางทิศตะวันออก และเปิดช่องเปิดทางทิศเหนือ เพื่อลดภาระในการทำความเย็น และแสงสว่างภายใน

ส่วนจัดนิทรรศการ จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนนิทรรศการถาวร กับส่วนนิทรรศการภายนอก ส่วนนิทรรศการถาวรนั้น จะอยู่บริเวณชั้น 2 ของอาคาร เชื่อมต่อกับส่วนต้อนรับ และส่วนนิทรรศการภายนอก

ส่วนนิทรรศการภายนอกนั้น จะมีลักษณะเป็นทางเดินรอบโครงการ และจุดหยุดพักที่เป็นสถานีย่อยเพื่อให้ความรู้ด้านพลังงาน โดยแบ่งออกเป็น 5 สถานี ได้แก่

1.สถานีพลังงานขยะ และขี้วมวล
2.สถานีพลังงานรูปแบบใหม่ (พลังงานทอร์นาโด)
3.สถานีพลังงานประยุกต์
4.สถานีพลังงานแสงอาทิตย์
5.สถานีพลังงานลม

โดยจะแบ่งผู้เข้าชม ออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 50 คน (ในกรณีการเยี่ยมชมเป็นหมู่คณะ) ทางเดินที่เชื่อมแต่ละสถานี จะเป็นลักษณะท่อรูปวงรี อันมีแนวคิดจากรูปแบบท่อในระบบเครื่องกล ที่เกี่ยวกับเรื่องพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การชมนิทรรศการจะเริ่มด้วยการบรรยายสรุปเบื้องต้น ณ โถงต้อนรับ จากนั้นจึงไปยังส่วนของพื้นที่จัดแสดงถาวร เพื่อชมนิทรรศการเกี่ยวกับพลังงานในด้านต่าง ๆ เช่น สถานการณ์พลังงาน การใช้พลังงานของประเทศ พระมหากษัตริย์กับพระราชกรณียกิจด้านพลังงาน เป็นต้น แล้วจึงเข้าสู่ส่วนนิทรรศการภายนอกและไปตามสถานีความรู้ต่าง ๆ จนครบ สุดท้ายจึงกลับมาที่โถงต้อนรับ เพื่อสรุปประเด็นทั้งหมด เพื่อสิ้นสุดการชมนิทรรศการ

7.4.1 **สถานีความรู้ต่าง ๆ**

1.สถานีพลังงานขยะ และชีวมวล

ในสถานีนี้ผู้เข้าชม จะได้รับฟังการบรรยายเรื่องสถานการณ์ปัญหาขยะ และรูปแบบการนำขยะมาผลิตพลังงาน รวมทั้งเรื่องของการพลิตพลังงานจากชีวมวล ซึ่งเหมาะสมกับประเทศไทยในฐานะประเทศเกษตรกรรม และมีปัญหาเรื่องการกำจัดขยะ โดยด้านล่างของสถานี จะเป็นที่จอดรถนำชมสถานที่ (ใช้พลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง) เพื่อพาผู้สนใจไปเยี่ยมชมรูปแบบการหมักขยะ การผลิตไฟฟ้าจากขยะ และบริเวณแปลงทดลองปลูกพืชพลังงาน

2.สถานีพลังงานรูปแบบใหม่ (พลังงานทอร์นาโด)

สถานีนี้ จะมีอาคารขนาดสูง 30 เมตร เป็นหอปฏิบัติการ สร้างทอร์นาโดจำลองเพื่อใช้ในการผลิตกระไฟฟ้า (โรงงานต้นแบบอยู่ที่ สหรัฐอเมริกา)

แนวคิดในการสร้างพลังงานไฟฟ้าจากทอร์นาโด นั้นมีอยู่ว่า พายุทอร์นาโดเกิดจาดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของอากาศ โดยอากาศร้อนจะลอยตัวขึ้นสู่ที่สูงทำให้อากาที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเข้ามาแทนที่อย่างรวดเร็วก่อให้เกิดการหมุนวนของอากาศ เมื่อทวีความรุนแรงขึ้นจึงเกิดเป็นลมหมุนในที่สุด

ลักษณะของหอจำลองนี้ ใช้หลักการเดียวกัน โดยการสร้างความชื้นให้เกิดขึ้นภายในหอก่อน จากนั้นจึงปล่อยลมร้อนเข้าสู่ตัวหอ ในองศาที่ก่อให้เกิดการเคลื่อนตัวของอากาศ เมื่อถึงภาวะสมดุล จะก่อให้เกิดลมหมุนขนาดย่อม ที่จะไปหมุน ไดนาโมผลิตพลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลมร้อนที่ใช้ในหอนี้ ได้มาจาก 2 แหล่งคือ 1.จากระบบหล่อเย็นของโรงงานไฟฟ้าพลังงานขยะ และจากหอระบายความร้อน (Cooing Tower) ของระบบทำความเย็นของอาคาร

ประโยชน์ที่เกิดขึ้นโดยตรงก็คือ การลดความร้อนที่จะปล่อยออกสู่ชั้นบรรยากาศ ช่วยลดสาเหตุของภาวะเรือนกระจกได้ในส่วนหนึ่ง

3.สถานีพลังงานประยุกต์

สถานีนี้จะมีลักษณะเป็นโรงปฏิบัติการ ที่วิจัยเกี่ยวกับการใช้พลังงานกับนวัตกรรมในยุคปัจจุบัน ซึ่งขณะนี้พลังงานที่มีบทบาท คือ พลังงานไฮบริด และ เซลล์เชื้อเพลิง

โดยการวิจัยจะเป็นลักษณะของการวิจัยร่วมระหว่าง หน่วยงานของโครงการและบริษัทเอกชนภายนอกที่วิจัยเกี่ยวกับนวัตกรรมด้านนี้ ตัวอาคารจะออกแบบให้ด้านล่างเป็นพื้นที่การทำงาน และมีทางเดินอยู่ด้านบนเพื่อให้ผู้เข้าชมได้เห็นรูปแบบการวิจัยที่เกิดขึ้นจริง

4.สถานีพลังงานแสงอาทิตย์

สถานีนี้ จะเป็นสถานีเดียวที่อยู่ภายใต้สิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ คือแผง Solar Cell จำวนมหาศาล ที่โอบล้อมอาคารวิจัยอยู่ สถานีนี้จะให้ความรู้เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ ในด้านต่าง ๆ พร้อมกับแสดงศักยภาพ การผลิตพลังงานของ Solar Cell ในองศาต่าง ๆ ที่วางอยู่เรียงราย ตั้งแต่ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ถึงทิศใต้ โดยแสดงตัวเลขพลังงานที่ผลิตได้ ณ เวลานั้น บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ตัวสถานี เปรียบเทียบกับพลังงานที่ใช้ของอาคาร

5.สถานีพลังงานลม

สถานีนี้ จะมีแผงกังหันลม วางอยู่ทางด้านทิศใต้ เพื่อแสดงศักยภาพของกังหันผลิตไฟฟ้าจากลม โดยแสดงตัวเลขกำลังการผลิตที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับความเร็วลมในขณะนั้น โดยพลังงานที่ได้จะถูกนำไปใช้ในระบบระบายอากาศในส่วนต่าง ๆ ของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.5 งานระบบของโครงการ

7.5.1ระบบไฟฟ้า

7.5.1.1 การคำนวณความต้องการพลังงานไฟฟ้าขั้นพื้นฐานของโครงการ

วิธีการคำนวณแบ่งเป็น 2 วิธี คือ

1.คำนวณการใช้ไฟฟ้าในส่วนกลาง ได้แก่

1.1 ค่าโหลดแสงสว่าง

1.2 ค่าโหลดเต้ารับ

1.3ค่าโหลดเครื่องปรับอากาศ

1.4 ค่าโหลดระบบปั๊มน้ำและบูสเตอร์ปั๊ม

1.5 ค่าโหลดปั๊มดับเพลิง

2.คำนวณการใช้ไฟฟ้าของห้องชุด ซึ่งจะใช้ในส่วนพักอาศัยของโครงการ

ในการคำนวณแบ่งพื้นที่ที่ใช้คำนวณออกเป็น 5 ส่วน คือ 1.ส่วนสำนักงาน 2.ส่วนการประชุม 3.ส่วนวิจัย 4. ส่วนทานอาหาร 5.ส่วนพักอาศัย (อ้างอิงขนาดพื้นที่จากองค์ประกอบโครงการ)

1.**ส่วนสำนักงาน** ประกอบด้วย ส่วนบริหารโครงการ ส่วนเผยแพร่ความรู้ ส่วนห้องสมุด มีพื้นที่รวม 2,199.4 ตารางเมตร

1.1 ค่าโหลดแสงสว่าง	คิดเป็น 40 VA/m^2
1.2 ค่าโหลดเต้ารับ	คิดเป็น 11 VA/m^2
1.3ค่าโหลดเครื่องปรับอากาศ	คิดเป็น 65 VA/m^2
1.4 ค่าโหลดระบบปั๊มน้ำและบูสเตอร์ปั๊ม	อาคารไม่เกิน 5 ชั้นไม่นำมาคำนวณ
1.5 ค่าโหลดปั๊มดับเพลิง	คิดเป็น 60 VA/m^2

รวมค่าโหลดเบื้องต้น = 2,199.4 x [40/1,000 + 11/1,000 + 65/1,000]+60/0.8

= 2,199.4 x 0.116 + 75

= 330.1304 **หรือ** 330 kVA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ส่วนการประชุม ประกอบด้วย ห้องประชุม ห้องบรรยายย่อย พื้นที่จัดแสดง มีพื้นที่รวม 3,110 ตารางเมตร

2.1 ค่าโหลดแสงสว่าง	คิดเป็น 10 VA/m^2
2.2 ค่าโหลดเต้ารับ	คิดเป็น 2 VA/m^2
2.3ค่าโหลดเครื่องปรับอากาศ	คิดเป็น 65 VA/m^2
2.4 ค่าโหลดระบบปั๊มน้ำและบูสเตอร์ปั๊ม	อาคารไม่เกิน 5 ชั้นไม่นำมาคำนวณ
2.5 ค่าโหลดปั๊มดับเพลิง	คิดเป็น 75 VA/m^2

รวมค่าโหลดเบื้องต้น = 3,110 x [10/1,000 + 2/1,000 + 65/1,000]+75/0.8

= 3,110 x 0.077 + 93.75

= 333.22 หรือ 334 kVA.

3.**ส่วนวิจัย** ประกอบด้วยห้องวิจัย และห้องปฏิบัติการต่าง ๆ พื้นที่รวม 4,217.75 ตารางเมตร

3.1 ค่าโหลดแสงสว่าง	คิดเป็น 20 VA/m^2
3.2 ค่าโหลดเต้ารับ	คิดเป็น 11 VA/m^2
3.3ค่าโหลดเครื่องปรับอากาศ	คิดเป็น 65 VA/m^2
3.4 ค่าโหลดระบบปั๊มน้ำและบูสเตอร์ปั๊ม	คิดเป็น 10 VA/m^2
3.5 ค่าโหลดปั๊มดับเพลิง	คิดเป็น 120 VA/m^2

รวมค่าโหลดเบื้องต้น = 4,217.75 x [20/1,000 + 11/1,000 + 65/1,000]+10/0.8+120/0.8

= 4,217.75 x 0.096+ 162.5

= 567.404 หรือ 568 kVA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.**ส่วนรับประทานอาหาร พื้นที่รวม** 1,131 ตารางเมตร

3.1 **ค่าโหลดแสงสว่าง**	**คิดเป็น** 20 VA/m^2
3.2 **ค่าโหลดเต้ารับ**	**คิดเป็น** 2 VA/m^2
3.3**ค่าโหลดเครื่องปรับอากาศ**	**คิดเป็น** 86 VA/m^2
3.4 **ค่าโหลดระบบปั๊มน้ำและบูสเตอร์ปั๊ม**	**อาคารไม่เกิน 5 ชั้น ไม่นำมาคำนวณ**
3.5 **ค่าโหลดปั๊มดับเพลิง**	**คิดเป็น** 40 VA/m^2

รวมค่าโหลดเบื้องต้น = 1,131 x [20/1,000 + 2/1,000 + 86/1,000]+ 40/0.8

= 1,131 x 0.108+ 50

= 172.148 **หรือ** 173 kVA.

5.ส่วนพักอาศัย พื้นที่รวม 2,204.8 **ตารางเมตร คิดการบริโภคพลังงานเฉลี่ย** 20 **วัตต์ / ตารางเมตร ดังนั้นการบริโภคพลังงานรวมคือ** 2,204.8 x 20 = 44,096 **วัตต์ หรือ** 44 kVA.

รวมความต้องการพลังงานทั้งหมด = 1,449 kVA.

ในส่วนโรงงาน พื้นที่รวม 2,560 **ตารางเมตร (เฉลี่ยโรงงานละ** 400 **ตารางเมตร) จะใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตเองจากแผง** Solar Cell **ที่ติดตั้งอยู่เหนือหลังคาอาคาร โดยจะอัตราการบริโภคพลังงานเฉลี่ย** 20 kVA. **ต่อหนึ่งอาคาร ซึ่งต้องใช้แผง** Solar Cell **ขนิด** 80 **วัตต์** 30 **แผง**

7.5.1.2 **แหล่งพลังงานในโครงการ**

แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

1. โรงไฟฟ้า พลังงานขยะ กำลังการผลิต 870 กิโลวัตต์ จ่ายให้กับทุกส่วนของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แผง Solar Cell ด้านอาคารวิจัย พื้นที่ 3,000 ตารางเมตร จำนวน 4,150 แผง (แผงละ 100 วัตต์)กำลังการผลิต 415 กิโลวัตต์ จ่ายเพิ่มเติมให้กับส่วนสำนักงาน และส่วนวิจัย

3. แผง Solar Cell ด้านอาคารโถงต้องรับ พื้นที่ 1,500 ตารางเมตร จำนวน 2,000 แผง (แผงละ 80 วัตต์)กำลังการผลิต 160 กิโลวัตต์ จ่ายเพิ่มเติมให้กับส่วนสำนักงาน และส่วนการประชุม

4. แผง Solar Cell บริเวณลานจอดรถ พื้นที่ 6,240 ตารางเมตร จำนวน 8,600 แผง (แผงละ 60วัตต์) กำลังการผลิต 516 กิโลวัตต์ ซึ่งจ่ายเพิ่มเติมให้อาคาร และ ส่วนบริการภายนอกอาคาร เช่น ไฟฟ้าทางเดิน ไฟฟ้าแสงสว่างตามส่วนต่าง ๆ ลานน้ำพุ ป้อมยาม เป็นต้น และใช้สำรองจ่ายในระบบป้องกันอัคคีภัย ในกรณีที่ส่วนผลิตพลังงานหลักขัดข้อง (สำรอง 300 กิโลวัตต์)

รวมกำลังการผลิตไฟฟ้าของโครงการทั้งสิ้น 1,661 กิโลวัตต์ (ไม่รวมปริมาณสำรอง 300 กิโลวัตต์)

7.5.2 **ระบบกำจัดน้ำเสีย**

การกำจัดน้ำเสียในโครงการใช้วิธีบำบัดแบบ ระบบเลี้ยงตะกอน (Activated Sludge) โดยน้ำที่ได้จากการบำบัดจะนำไปใช้ในกระบวนการเพาะปลูกพืชพลังงานทั้งหมดในส่วนของแปลงทดลองปลูกพืชพลังงานทดแทน ส่วนที่เหลือจะพักไว้ในบ่อพักน้ำในโครงการ เพื่อใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ

7.5.3 **ระบบกำจัดขยะ**

ขยะในโครงการ จะแยกเป็น 2 ส่วน คือขยะที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้ จะถูกส่งขายไปยังโรงงานแปรรูปขยะ ภายนอก ส่วนที่สามารถย่อยสลายได้จะถูกส่งไปยังบ่อหมักก๊าซชีวภาพ เพื่อผลิตก๊าซเชื้อเพลิงป้อนให้กับโรงไฟฟ้าพลังงานขยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ โครงการยังมีอาคารรับขยะ ที่ทำหน้าที่รับซื้อขยะจากตลาดไท ที่อยู่ใกล้เคียงกับโครงการ เพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบในการหมักก๊าซชีวภาพจากขยะ เป็นการลดปริมาณขยะของเมืองลงได้ในส่วนหนึ่ง

ก๊าซชีวภาพ ที่เกิดจากขยะจะถูกส่งต่อไปแปรรูปเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงใน 3 ส่วน คือ

1.ใช้ในการผลิตไฟฟ้า

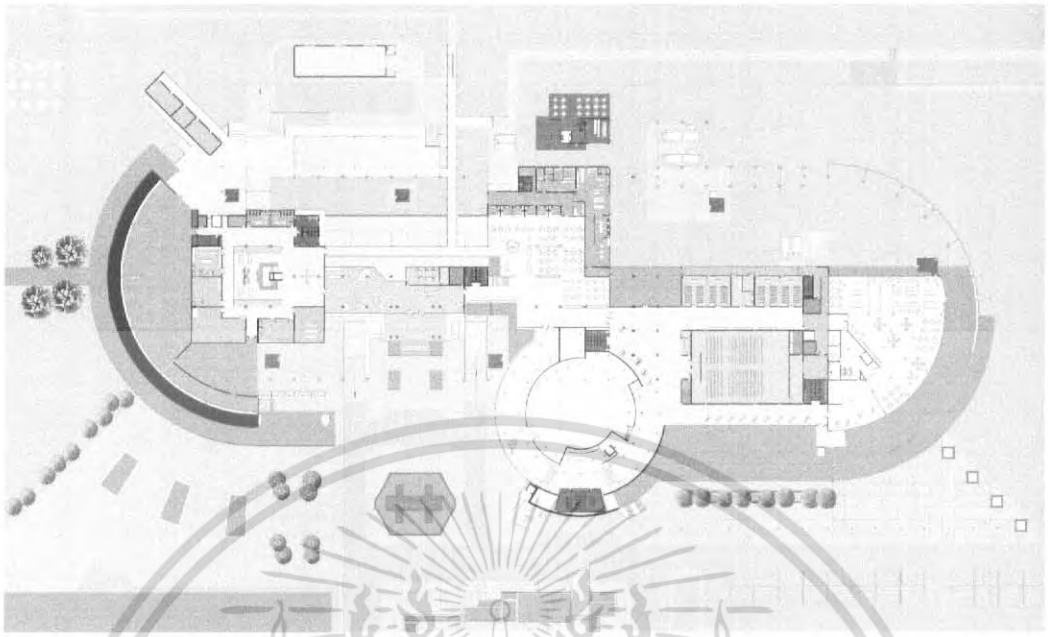
2.ใช้เป็นเชื้อเพลิงในส่วนครัวของโครงการ และส่วนวิจัยที่มีความต้องการใช้ก๊าซเชื้อเพลิง

3.จ่ายให้กับสถานีบริการก๊าซ ของโครงการ

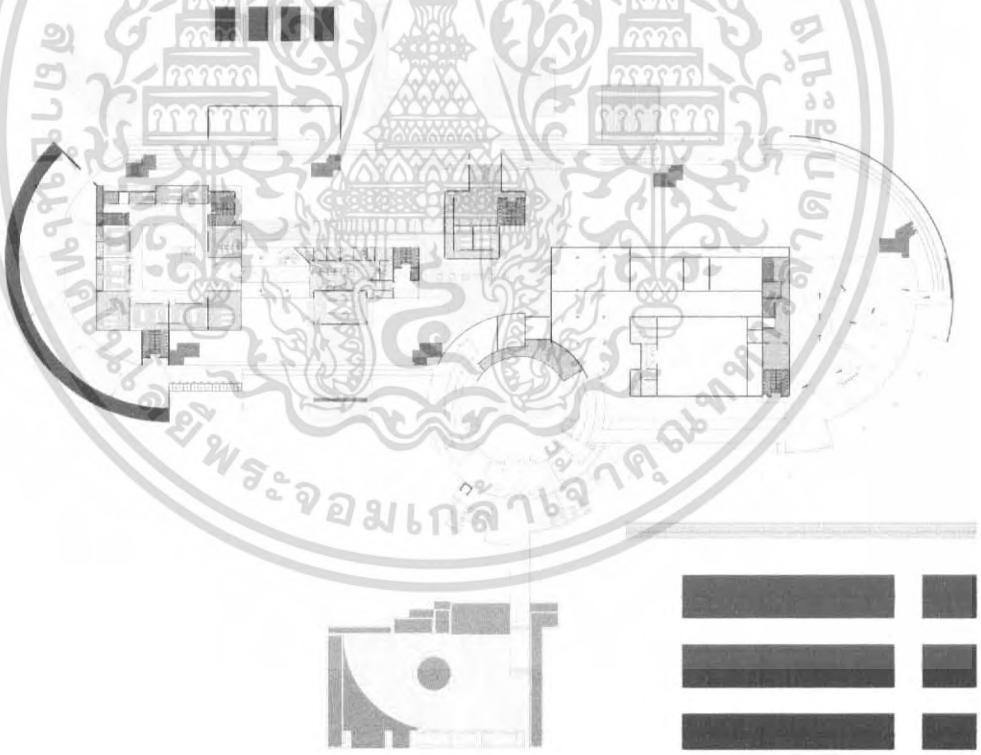
7.6 สรุปผลงานออกแบบ

ภาพที่ 7.1 แสดงผังบริเวณของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

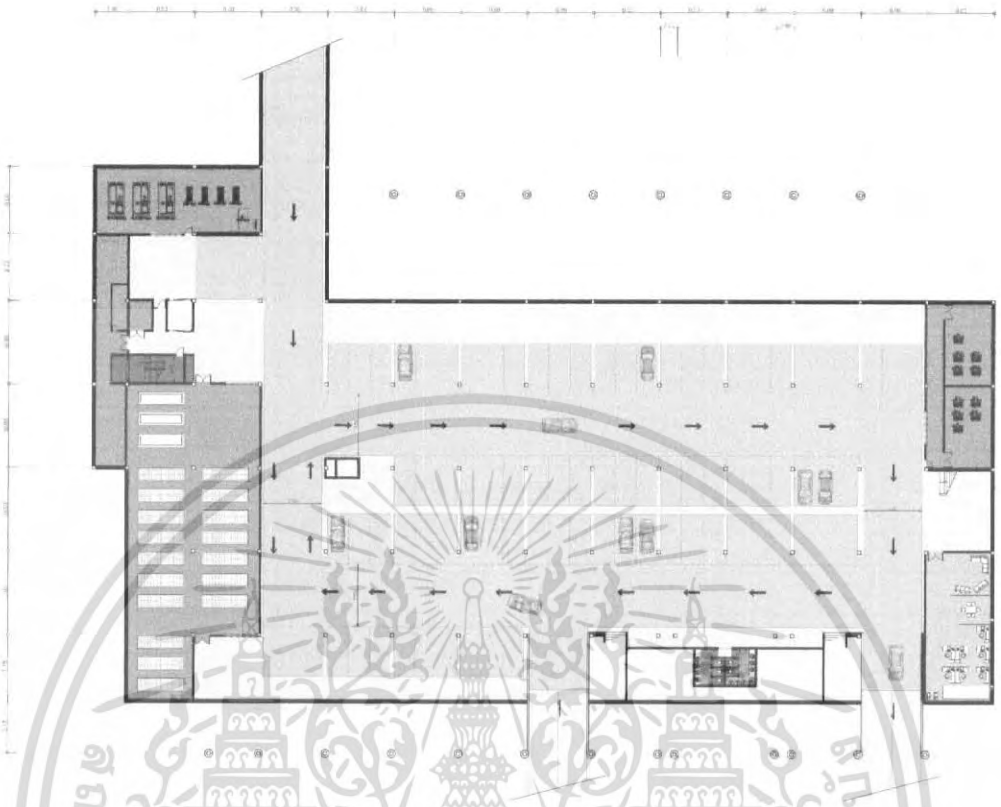


ภาพที่ 7.2 แสดงผังพื้นชั้นที่ 1

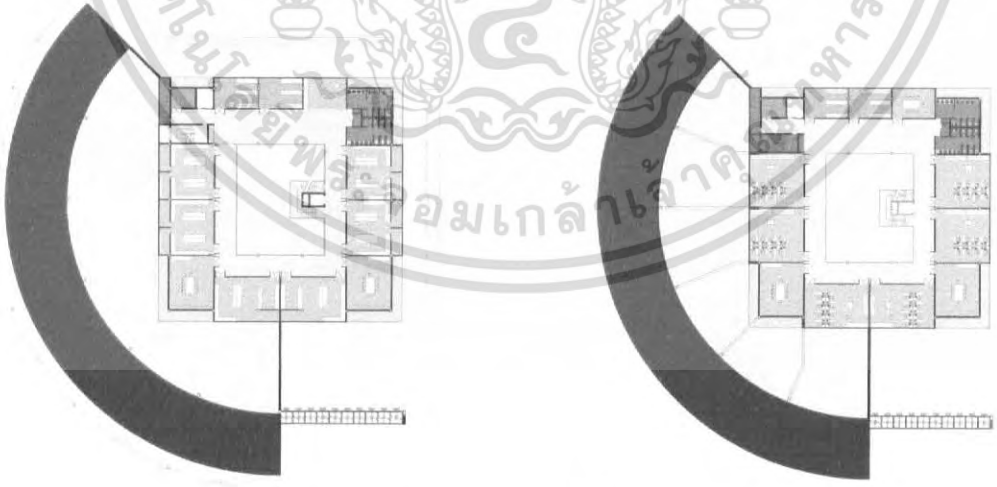


ภาพที่ 7.3 แสดงผังพื้นชั้นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

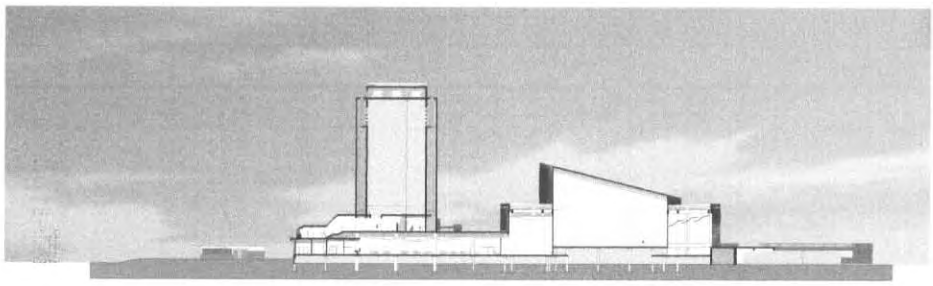


ภาพที่ 7.4 แสดงผังพื้นชั้นใต้ดิน

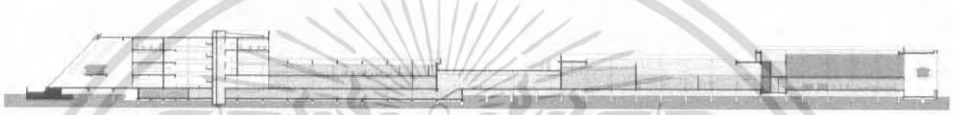


ภาพที่ 7.5 แสดงผังพื้นชั้น 3 และ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7.6 แสดงรูปตัดตามขวาง



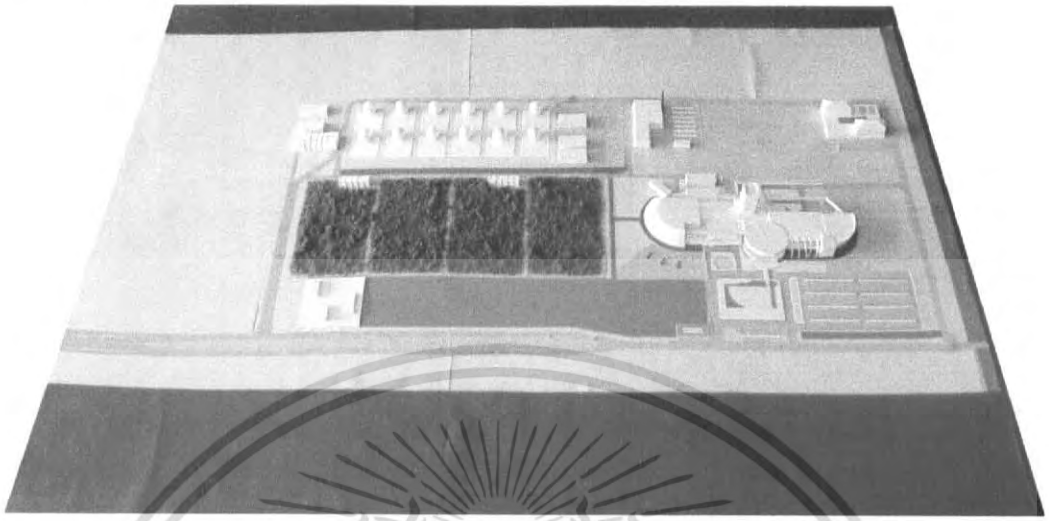
ภาพที่ 7.7 แสดงรูปตัดตามยาว

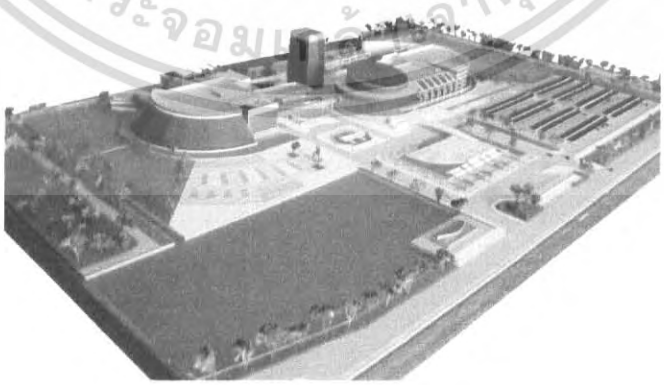
ภาพที่ 7.8 แสดงรูปด้านทิศตะวันออกและตะวันตก

ภาพที่ 7.9 แสดงรูปด้านทิศใต้ และทิศเหนือ

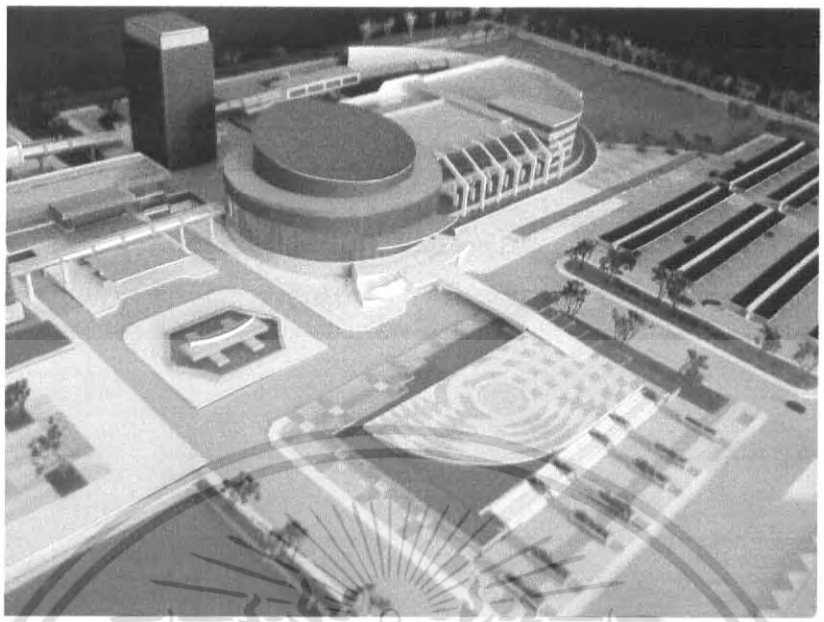
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

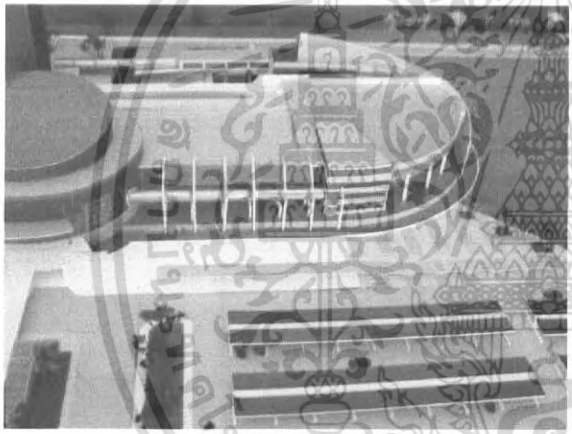
ภาพหุ่นจำลอง

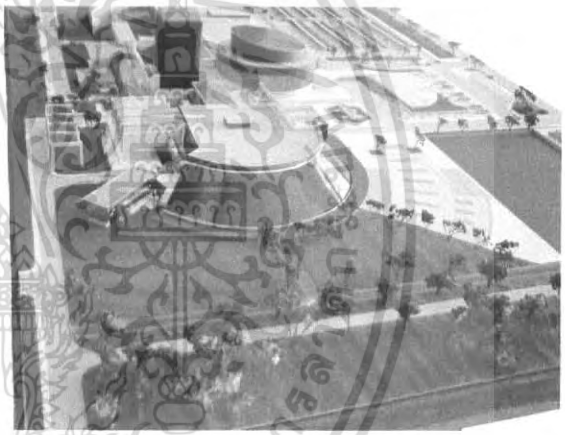


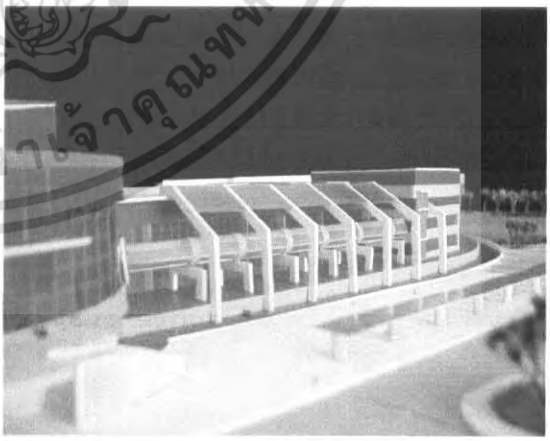


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้









เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน . แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน . กรุงเทพ : บริษัท แกรด์ เพรส แอนด์ แพคกิ้ง จำกัด , 2547

กระทรวงพลังงาน , เอกสารเผยแพร่ด้านพลังงานทดแทน , กรุงเทพฯ 2548

ตติยา ใจบุญ . พลังงานธรรมชาติ : สุดยอดแห่งพลังงาน . พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพฯ : บริษัท สำนักพิมพ์ประพันธ์สาส์น จำกัด ,2548

นรมิตร ลิ่วธนมงคล . รวมข้อมูลก่อสร้าง . พิมพ์ครั้งที่ 5.กรุงเทพฯ : แผง 22 จตุจักร,2538

ศุลี บรรจงจิตร . หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้า . พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพฯ : บริษัท ซี เอ็ดยูเคชั่น จำกัด ,2548

ศูนย์ข้อมูลเชื้อเพลิงธรรมชาติ กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ , รายงานการสำรวจและผลิตปิโตรเลียมและการสำรวจถ่านหินประจำปี 2545

ศูนย์ข้อมูลเชื้อเพลิงธรรมชาติ กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ , รายงานการสำรวจและผลิตปิโตรเลียมประจำเดือนกรกฎาคมปี 2547

สุนทร บุญญาธิการ และคณะ . พลังงานใกล้ตัว . พิมพ์ครั้งที่1.กรุงเทพฯ : บริษัท เฟิสท์ ออฟเซท (1993) จำกัด ,2545

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ . พลังงาน เพื่อความเข้าใจ ใช้อย่างรู้คุณค่า พัฒนาสู่ความยั่งยืน . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว , 2543

National Geographic ฉบับภาษาไทย สิงหาคม 2548. อวสานน้ำมัน เมื่อโลกดิ้นรนหาพลังงานทดแทน . กรุงเทพ : บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด , 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

http://www.energy.go.th/

เว็บไซท์ พลังงาน (อ้างอิงวันที่ 1 กันยายน 2548)

http://www.energy.go.th/

http://www.dmf.go.th/

http://www.eppo.go.th/retail_prices.html

http://www.pttep.com/th/index.asp

http://www.thaienergynews.com/

http://www.designparty.com/member/475403/

http://www.teenet.chula.ac.th/

http://www.dede.go.th/dede/

http://www.ecct.or.th (**ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย**)

http://www.gefweb.org/ (Global Environment Facility)

เว็บไซท์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง (อ้างอิงวันที่ 1 กันยายน 2548)

http://www.bma.go.th/

http://www.dtcp.go.th/

http://www.nso.go.th/portal/

http://www.thaigov.go.th/

http://www.moi.go.th/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ข้อมูลเทคนิคด้านพลังงานทดแทน และอุปกรณ์ด้านพลังงาน

ข้อมูลเทคนิคระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์

ระบบทำความเย็นพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้กัน เป็นระบบทำความเย็นแบบดูดซึม และนิยมใช้กันเป็นระบบที่ทำงานอย่างต่อเนื่อง ระบบทำความเย็นพลังงานแสงอาทิตย์แบบต่อเนื่องนี้ ประกอบด้วย

1. แผงรับแสงอาทิตย์

แต่ละแผงมีพื้นที่การรับแสง 2 ตารางเมตร และทุกแผงวางในแนวเหนือใต้ หันแผงรับแสงอาทิตย์ทางทิศใต้วางเอียงทำมุม 14 (ตั้งฉากรับแสงอาทิตย์)

2. ถังเก็บน้ำร้อน

3 เครื่องต้มน้ำ

เมื่ออุณหภูมิของน้ำในถังเก็บน้ำลดลง เครื่องต้มน้ำใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว ช่วยต้มน้ำรักษาอุณหภูมิของน้ำในถังเก็บความร้อน

4. เครื่องทำความเย็น

5. ท่อระบายความร้อน

6. ท่อน้ำร้อนและท่อน้ำเย็น

<u>หลักการทำความเย็น</u>

เครื่องทำความเย็นที่ผลิตขึ้นใช้แล้ว มีทั้งแบบที่ใช้ H_2O – LiBr และแบบที่ใช้ NH_3 - H_2O เป็นคู่สาราที่ใช้กันทั้งสองแบบ แต่การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่นิยมใช้กันในขณะนี้ ใช้คู่สาร H_2O – LiBr โดย LiBr เป็นสารดูดซึมและ H_2O เป็นสารทำความเย็น

ระบบทำความเย็นแบบดูดซึมมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

- เยนเนอเรเตอร์ (Genertor)
- อีแวปเรเตอร์ (Evaporator)
- เครื่องควบแน่น (Condenser)
- แอบซอบเบอร์ (Absorber)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทำงานของระบบทำความเย็น มีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. ไอน้ำหรือน้ำร้อนจากแผนรับแสงแดด (Flat plate collector) จะถูกถ่ายความร้อนให้กับสารละลายในเยเนอเรเตอร์ (ใน Water fire chiller) ซึ่งภายในบรรจุสารละลาย LiBr และสารทำความเย็น (H_2O) อยู่ เมื่อได้รับอุณหภูมิสูงขึ้นสารทำความเย็น (H_2O) จะแยกตัวออกจากสารดูดซึม (LiBr) และเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอไหลไปยัง Condenser
2. ภายใน Water fire chiller ไอของสารทำความเย็นใน Condenser จะถูกหล่อด้วยน้ำเย็นจาก Cooling tower กลั่นตัวเป็นของเหลวไหลไปยัง Evaporator
3. ของเหลวที่ Evaporator จะถูกให้ความร้อนกลายเป็นไออีกครั้งและไหลไปยัง Absorber
4. จากข้อ 1. เมื่อสารทำความเย็นแยกตัวจากสารละลายใน Generator แล้ว สารละลายที่เหลือมีความเข้มข้นต่ำ (Weak solution) ไหลมาผสมกับไอของสารทำความเย็นใน Absorber ซึ่งถูกน้ำเย็นจาก Cooling tower ทำให้กลายเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงอีกครั้งหมุนเวียนต่อไปอีก
5. จากข้อ 3. เมื่อผ่านน้ำที่มีอุณหภูมิสูงไปยัง Evaporator ทำให้ของเหลวกลายเป็นไอนั้นน้ำจะมีอุณหภูมิต่ำลงและไหลผ่านไปยัง Fan Coil ของเครื่องปรับอากาศซึ่งจะถูกพัดลมเป่าเอาความเย็นออกมาใช้ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นและไหลกลับมายัง Evaporator อีกครั้งหมุนเวียนต่อไป
6. จากข้อ 2,4 น้ำเย็นจาก Cooling tower ที่ผ่านมายัง Condenser และ Absorber จะรับความร้อนจากสารทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นและถ่ายเทออกโดยใช้อากาศเป็นตัวระบายความร้อน ทำให้น้ำมีอุณหภูมิลดลงไหลไปยัง Absorber และ Condenser หมุนเวียนต่อไป
7. ในกรณีที่พลังงานแสงอาทิตย์ไม่สามารถให้ความร้อนได้มากตามต้องการก็จำเป็นที่ต้องใช้พลังงานเสริม ซึ่งอาจต้องพึ่งก๊าซ เพื่อเป็นตัวการให้ความร้อนแก่น้ำ โดยจะผ่านน้ำใน Storage Tank เข้ามายัง Auxiliary Boiler เพื่อรับความร้อนแล้วจึงหมุนเวียนนำไปใช้ในระบบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุประบบทำความเย็น

- น้ำเย็นจาก Cooling tower ทำให้ไอน้ำกลั่นตัวเป็นของเหลว
- น้ำร้อนจาก Storage Tank เป็นตัวทำให้ LiBr และ H_2O แยกจากกัน
- น้ำร้อนจาก Fan coil ทำให้ของเหลวใน Evaporator เป็นไอไหลไปยัง Absorber

ข้อมูลเทคนิคระบบการทำงาน เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

เซลล์แสงอาทิตย์เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง การนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานนั้นมีมานานแล้ว ส่วนใหญ่ใช้กับโครงการอวกาศ ดาวเทียม หรือยานอวกาศมากกว่า 500 ดวงที่ส่งจากพื้นโลกไปลอยวนอยู่ในอวกาศ ซึ่งใช้เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าใช้ทั้งสิ้น

นอกจากประโยชน์ที่ได้รับในโครงการอวกาศ เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าใช้ทั้งสิ้น หาทางที่จะนำเอาพลังงานส่วนนี้มาใช้ในชีวิตประจำวัน ข้อดีของการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ เพราะจะได้พลังงานทดแทนพลังงานจากน้ำมันแล้ว การใช้งานยังไม่มีของเสียหรือทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมเป็นพิษด้วย

โครงสร้างและวัสดุที่ใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์

วัสดุที่ใช้ทำเซลล์แสงอาทิตย์มีมากมายหลายชนิด แต่ชนิดที่นิยมใช้กันนั้นทำจากสารกึ่งตัวนำชนิดที่ใช้ซิลิกอนเป็นวัสดุ ด้วยเหตุผลคือ ซิลิกอนเป็นธาตุที่มีมากที่สุดในโลกชนิดหนึ่ง มีราคาถูกและเป็นสารกึ่งตัวนำที่ได้รับการพัฒนามานาน เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องจึงเป็นที่เข้าใจและใช้งานอย่างกว้างขวางอยู่แล้วในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ปัจจุบัน

นอกจากซิลิกอนแล้ว สารประกอบกึ่งตัวนำชนิดอื่น ๆ เช่น แกลเลียมอาร์เซไนด์ แคดเมียมซัลไฟด์ ก็เป็นวัสดุที่สามารถนำมาทำเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ได้เช่นกัน แต่ยังมีปริมาณไม่มากพอจะใช้งาน

โครงสร้างหลักของเซลล์แสงอาทิตย์ได้แก่ หัวทีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ เซลล์ที่ใช้สารซิลิกอนนั้นผลิตจากการนำแว่นผลึกซิลิกอนหนาประมาณ 200 – 300 ไมครอน มาแพร่ซึมสร้างเจือปนเพื่อสร้างหัวต่อทีเอ็นไปทำผิวสัมผัสทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ผิวสัมผัสทางด้านหน้าที่ลวดลายเป็นรูปนิ้วมือหรือก้างปลา เพื่อให้เหลือพื้นที่รับแสงมากที่สุดในขณะที่สามารถทำหน้าที่รวบรวมกระแสไฟฟ้าจากแสง การนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานนั้น เหมาะสมยิ่งในประเทศที่กำลังพัฒนาอย่างประเทศไทยที่มีการกระจายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยียังไม่ทั่วถึง ลักษณะใช้งานที่อาจเป็นไปได้คือใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าสำหรับระบบสื่อสารคมนาคม โทรทัศน์ศึกษาไฟสัญญาณสนามบิน เครื่องมืออุตุนิยมวิทยาบนภูเขาสูง กลางทะเล การใช้งานด้านการเกษตรฯลฯ

ราคาของเซลล์แสงอาทิตย์กำหนดได้จากองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ราคาของวัตถุดิบที่นำมาผลิตทำเซลล์ฯ และค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตเซลล์ ซึ่งมีอัตราส่วนแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของวัตถุดิบและวิธีการที่แตกต่างกันของกระบวนการผลิต สำหรับชนิดที่ทำจากซิลิกอนนั้นมีราคาประมาณ 100 บาทต่อวัตต์ (ในปี 2528) และมีแนวโน้มจะลดลงไปอีกหากมีการพัฒนากระบวนการผลิต ตลอดจนการขยายตัวของตลาดเซลล์แสงอาทิตย์ในอนาคต

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิกอนเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทเดียวที่มีขายอยู่ในท้องตลาดปัจจุบัน ปกติมีรูปร่างกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว ให้ แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด 0.6 โวลต์ กระแสไฟฟ้าลัดวงจร 2 แอมแปร์ หรือกำลังไฟฟ้าประมาณ 1 วัตต์ ในสภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป จะมีลักษณะเป็นแผงที่ประกอบด้วยเซลล์ ขนาดดังกล่าวประมาณ 20 -30 เซลล์ต่ออนุกรมกัน สามารถใช้งานได้ที่แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ แผงเซลล์ดังกล่าวจะมีราคาขายไม่รวมค่าภาษีประมาณ 8000 – 10000 บท แล้วแต่ปริมาณการซื้อขาย อายุการใช้งานของเซลล์แสงอาทิตย์และระบบโฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic) เป็นดรรชนีชี้ให้เห็นถึง ความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของการใช้งาน เพราะการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยวิธีนี้ไม่ต้องสิ้นเปลืองค่าเชื้อเพลิง นอกจากแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานที่ได้เปล่าและไม่มีวันหมด ราคาทั้งหมดจึงขึ้นอยู่กับราคาอุปกรณ์และอายุการใช้งานของอุปกรณ์

สาเหตุที่ทำให้เซลล์เสียหายมักได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดจากสภาพแวดล้อม เช่น ความชื้น ไอเคมีที่อยู่ในบรรยากาศซึ่งอาจทำให้ขั้วโลหะของเซลล์เกิดการผุกร่อน ร่อนหักหรือหลุดในที่สุด สาเหตุอีกประการได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางกลศาสตร์ เช่น การสั่นสะเทือนแรงกดที่เกิดจากแรงลม ซึ่งอาจทำให้เซลล์แตกหัก อายุการใช้งานตามอุดมคติจึงยาวนานมากจนวัดหาค่าได้ยาก ถ้าได้มีการออกแบบอย่างถูกต้องและออกแบบวิธีการห่อหุ้มตัวเซลล์อย่างสมบูรณ์แบบการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่แห้งปราศจากไอเคมี ไม่มีการสั่นสะเทือน หรือแรงกดจากลม ฯลฯ คาดว่าอายุการใช้งานยืนยาวมากกว่า 20 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลเทคนิคระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งของ ประเทศไทยตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งขนาน5" เหนือถึง22 " เหนือ และอยู่ระหว่างเส้นแวง 96 ตะวันออกถึง 106 ตะวันออก ซึ่งได้รับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยเฉลี่ย 4,000 – 4,500 Kcal/ m^2/ day. จึงทำให้สามารถที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง โดยเครื่องทำความร้อนชนิดที่อาศัยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถติดตั้งและใช้การได้สำหรับประเทศไทยซึ่งมีปริมาณแสงอาทิตย์เพียงพอเป็นการประหยัดอย่างยิ่งในการใช้สอยทรัพยาการพลังงานรมทั้งประหยัดในแง่ เศรษฐกิจอีกด้วย ระบบเครื่องทำน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์นี้ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ

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

1. <u>หม้อเก็บน้ำร้อน</u> แบ่งออกเป็น 2 ระบบด้วยกันคือ

1.1 ระบบถังเปิดไม่มีแรงดัน (Non Pressurized Tank)

ระบบนี้เหมาะสำหรับการหมุนเวียนของน้ำแบบธรรมชาติ (Thermo siphon) แต่การติดตั้งหม้อเก็บน้ำร้อนจะต้องตั้งอยู่เหนือแผงรับแสงอาทิตย์และต้องตั้งอยู่ในส่วนสูงสุดของตัวอาคารการใช้น้ำร้อนจะต้องใช้วิธีปล่อยลงอย่างเดียว หากต้องการติดตั้งหม้อน้ำร้อนไว้ต่ำกว่าแผงรับแสง ก็จะต้องใช้ปั๊มช่วยสูบหรืออัดน้ำไปใช้ในส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่อยู่เหนือหม้อเก็บน้ำร้อน การควบคุมระดับน้ำในถังเก็บน้ำร้อนใช้ลูกลอย (Float Valve) เป็นตัวควบคุม

1.2 ระบบถังปิดมีความดันในตัว (Pressurized Tank)

ระบบนี้มีน้ำอยู่เต็มถังและมีแรงดันในตัวเองอยู่ตลอดเวลา ทำให้สามารถวางถังเก็บน้ำร้อนไว้ได้ในทุกส่วนของอาคาร การใช้น้ำร้อนในชั้นต่างๆ ของอาคารไม่ว่าจะสูงกว่าหรือต่ำกว่าระดับที่วางถังเก็บน้ำร้อนจึงทำได้ง่าย เพราะแรงดันของน้ำที่เข้าไปในถังน้ำร้อนมีความดันเท่ากับแรงดันของน้ำเย็นที่ใช้ภายในตัวอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางเปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียของหม้อเก็บน้ำร้อนทั้ง 2 แบบ

ระบบถังไม่มีแรงดัน (Non Pressurized Tank)

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ต้นทุนการผลิตต่ำ 2. ผลิตจำนวนมาก ๆ ได้สะดวก รวดเร็ว	1. มีจุดอ่อนที่ลูกลอย เพราะอาจติดขัดหรือจม ทำให้น้ำล้น ไม่เข้าถัง 2. ตัวถังเก็บจุต้องอยู่ส่วนบนของอาคาร 3. มีสนิม หินปูน เกิดเร็วกว่าระบบแรงดัน เพราะมีอากาศเข้ามาปะปนในหม้อเก็บน้ำร้อน 4. ทนแรงอัดสูงไม่ได้

ระบบถังมีแรงดัน (Pressurized Tank)

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ไม่มีข้อขัดข้องเรื่องลูกลอยปัญหาน้ำล้นหรือไม่เข้าถังไม่มี 2. ติดตั้งหม้อเก็บน้ำไว้สูงหรือต่ำกว่าแผงรับแสงได้ 3. ใช้ได้กับระบบน้ำหมุนเวียนธรรมดาและชนิดมีปั๊มอย่างสะดวก 4. ไม่มีน้ำหนักมาก ๆ ไปอยู่บนหลังคาอาคาร (น้ำ 1 ลิตร : 1 ก.ก.) 5. ทนแรงดันสูง ๆ ได้ (150 psi.)	1. ต้นทุนในการผลิตสูง 2. ต้องใช้เทคโนโลยีในการผลิตสูงทำได้ยาก

2. <u>แผงรับแสงอาทิตย์</u> (Flat Plate Solar Collector)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะสำคัญของแผงรับรังสีแผ่นราบ

มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

1. ท่อภายในแผง สำหรับให้ของเหลวไหลผ่าน มักใช้ท่อทองแดง
2. แผ่นดูดรังสี (Absorber Plate) ปกติเคลือบด้วยสีดำด้านหน้าที่คือเปลี่ยนรังสีของดวงอาทิตย์ เป็นความร้อน แล้วถ่ายทอดความร้อนให้ของเหลวทำงานในท่อ
3. แผ่นปิดหน้าโปร่งแสง (Transparent Cover) ทำด้วยกระจกหรือพลาสติกซึ่งให้รังสีดวงอาทิตย์ผ่านเข้าสู่แผ่นดูดรังสีได้และแผ่นปิดยังป้องกันการสูญเสียความร้อนโดยการพาจากแผ่นดูดแสงอีกด้วย แผ่นปิดนี้อาจมีแผ่นเดียวหรือหลายแผ่นก็ได้ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ต้องการในการออกแบบ
4. ฉนวน บุด้านล่างและด้านข้างของแผ่นรับแสงป้องกันการสูญเสียความร้อน

ข้อพิจารณาในการเลือกใช้ระบบทำน้ำร้อนด้วยแสง

ข้อพิจารณาในการเลือกใช้ระบบทำน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์ เพื่อให้ได้ผลตามความคาดหมายควรมีข้อพิจารณาใหญ่ ๆ ดังนี้

1. อุณหภูมิของน้ำร้อนที่ต้องการ (ปกติ 45· - 60·)
2. ปริมาณของน้ำร้อนที่ต้องการใช้
3. ประสิทธิภาพของแผงรับแสงอาทิตย์ (ดู Efficiency Curve)
4. จำนวนของแผงรับแสงที่ต้องการใช้ในการติดตั้งและวัสดุที่ใช้ทำแผง (ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้และเนื้อที่รับแสงแดด
5. วัสดุที่ใช้ทำถังเก็บน้ำร้อน (ถังเคลือบแก้ว ถังเหล็ก ถังปูน)
6. ระบบที่ใช้กับเครื่องทำน้ำร้อน (Thermo siphon) หรือ (Forced Circulation)
7. อื่น ๆ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางตรงกับข้ามการลงทุนด้วยแผงรับแสงอาทิตย์ที่ด้อยคุณภาพ และด้วยระบบที่ไม่ดี แน่นอนท่านจะได้รับน้ำร้อนใช้ในระยะแรก ๆ แต่แผงจะเก็บพลังงานให้ท่านน้อยกว่า ต้องพึ่งพลังงานช่วย (Back Up System)

การลงทุนในระบบทำน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์เป็นการลงทุนระยะยาวจำเป็นอยู่เองที่ท่านเป็นเจ้าของ สถาปนิก วิศวกรหรือเจ้าของโครงกา จะต้องถือเอาความคุ้มค่าในการลงทุนเป็นหลักใหญ่ในการพิจารณา แผงรับแสงอาทิตย์และระบบที่มีคุณภาพสูงมีความทนทาน มีคาคาค่อนข้างสูง ยังดีกว่าแผงรับแสงอาทิตย์และระบบที่ด้อยคุณภาพที่ไม่สามารถเก็บพลังงานให้ได้เพียงพอเพื่อจ่ายคืนให้กับเงินทุกบาทที่ท่านได้จ่ายไป และจะเสื่อมสภาพหรือหมดอายุก่อนที่ท่านจะคุ้มทุนเสียอีก

<u>ระบบหมุนเวียนของน้ำ</u> มีอยู่ 2 ระบบ ด้วยกันคือ

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

1. <u>ระบบน้ำหมุนเวียนโดยธรรมชาติ</u> (Thermo siphon)

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

   นอกจากระบบนี้แล้วบริษัทยังมีระบบที่พัฒนาขึ้นมาอีก คือ ระบบที่ถังเก็บน้ำร้อนอยู่ใต้แผงรับแสง โดยการดัดแปลงการเดินท่อภายในหม้อน้ำร้อนใหม่ทำให้สามารถติดตั้งได้โดยไม่มีข้อจำกัด

2. <u>ระบบใช้ปั๊ม</u> (Forced Circulation)

   เป็นระบบที่ใช้สำหรับการใช้น้ำร้อนเป็นจำนวนมากและต่อเนื่องกัน เช่น บ้านพักอาศัยขนาดใหญ่ที่ไม่ต้องการติดตั้งถังเก็บน้ำไว้บนหลังคา ร้านตัดผม สระผม ร้านอาหาร ภัตตาคาร หรืออู่ล้างรถ ระบบนี้ใช้ปั๊มน้ำอัตโนมัติตัวเล็กชนิดพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นตัวช่วยให้น้ำหมุนเวียนเข้ามาเก็บในถังโดยมี Differential Thermostat เป็นตัวควบคุมการเดินและการหมุนของปั๊มน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และจะเดินเฉพาะในเวลาที่มีแดด และหยุดเมื่อน้ำในถังเก็บน้ำร้อนเต็มถังแล้ว

<u>ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบน้ำหมุนเวียนโดยธรรมชาติกับระบบใช้ปั๊ม</u>

ระบบธรรมชาติ (Thermo – siphon)

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ไม่ต้องใช้ปั๊ม ต้องการแต่แดดช่วยในการหมุนเวียน ถ้าแดดจัดน้ำจะหมุนเวียนเร็วขึ้นกว่าเวลาแดดอ่อน	1. ตัวถังต้องติดตั้ง เหนือแผงรับแสง (อย่างน้อย 10-15 ซม.) 2. ต้องคำนึงถึงน้ำหนักที่ไปลงบนหลังคา 3. เหมาะสำหรับดาดฟ้าเรียบ ๆ

ระบบใช้ปั๊ม (Forced Circulation)

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ถังไม่จำเป็นต้องอยู่เหนือแผง ถังเก็บน้ำร้อนจะติดตั้งจุดไหนก็ได้ 2. ดัดแปลงใช้กับห้องน้ำที่สร้างเสร็จแล้ว และกำลังสร้างได้ง่ายสะดวกมากกว่า	1. จะต้องใช้ปั๊มตัวเล็กช่วยในการหมุนเวียนและต้องมีเครื่องควบคุมปั๊มน้ำแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลเทคนิคพลังงานลม (Wind Energy)

การพัฒนาและการนำพลังงานจากลม มาใช้ประโยชน์ในประเทศไทยนั้น โดยทั่วไปแล้วค่อนข้างต่ำและไม่สม่ำเสมอ โดยมีความเร็วลมเฉลี่ยประมาณ 7-14 กิโลเมตร / ชั่วโมง สามารถนำมาพัฒนาได้สำหรับหมุนกังหันลมสูบน้ำเพื่อการเกษตร อุปโภคบริโภคและผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กได้ในบางพื้นที่ ส่วนการผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่นั้น อาจจะทำได้ในบริเวณที่มีความเร็วลมสูงมาก เช่น ชายทะเลและบนเกาะ

สำหรับข้อมูลเทคนิค การนำพลังงานลมมาใช้ประโยชน์นั้น โดยทั่วไปจำเป็นต้องทราบถึง วิธีการทำงานชนิดและการเก็บสะสมพลังงานลมเสียก่อน ซึ่งจะทำให้เข้าใจถึงลักษณะของลมและวิธีการนำมาใช้ประโยชน์ สรุปพอเป็นสังเขปได้ดังนี้

ลักษณะลมและการเกิดลม

ลมและการเคลื่อนที่ของอากาศเป็นผลของความร้อนที่ต่างกันในชั้นบรรยากาศและพื้นผิวโลก ในขณะที่แสงอาทิตย์ส่องมายังพื้นผิวโลก ที่บริเวณเส้นศูนย์สูตร (Equator) จะร้อนกว่าบริเวณขั้วโลก เป็นสาเหตุให้อากาศบริเวณเส้นศูนย์สูตรลอยตัวสูงขึ้นแล้วอากาศเย็นเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่เกิดเป็นรูปแบบของกระแสลมหมุนเวียนของโลกอันเป็นผลเนื่องมาจากดวงอาทิตย์

พลังลมสามารถนำมาใช้หมุนกังหันหรือเครื่องเทอร์ไบน์โดยใช้ผ้าใบขึงบนกรอบกังหันไม้รับลม กังหันหมุนทำให้เครื่องจักรทำงานได้ โดยทั่วไปกังหันลมเป็นการผลิตพลังงานกลโดยตรงในขณะที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเครื่องเทอร์ไบน์พลังลมจะผลิตพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในปัจจุบันเครื่องจักรพลังลมได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าและการสูบน้ำ

การนำพลังงานลมมาใช้ประโยชน์

ตามหลักการพลังงานจลน์สูงสุดได้จากเครื่องจักรแรงลมนั้นมีเพียง 59.26% ของกระแสลม การสูญเสียบางส่วนในขบวนการส่งผ่านกระแสไฟฟ้าทำให้พลังงานจลน์ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เพียง 40%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของพลังงานจากกระแสลมที่ได้นั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ตั้ง มุมยกเงยของกังหัน มุมหันของกังหันรับลม ในบริเวณที่โล่งจะมีกระแสลมพัดอิสระ (Laminar flow) การเคลื่อนตัวของอากาศเป็นชั้น ๆ ขนานไปเหนือพื้นผิวภูมิประเทศหรือพื้นน้ำ แต่ในที่ ๆ ลักษณะภูมิประเทศถูกบดบังขวางการเคลื่อนที่ของกระแสลมจะเป็นสาเหตุให้เกิดกระแสลมแปรปรวน เช่น ต้นไม้ บ้าน หรือภูเขาอาจเป็นสาเหตุให้ทิศทางของกระแสลมมีลักษณะซึ่งก่อให้เกิดความไม่แน่นอน ต่อกังหันลมที่อยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมได้

ดังนั้นโดยทั่วไปแล้วการติดตั้งกังหันลมควรอยู่ในที่สูงจากพื้นดินเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบของกระแสลมระดับผิวโลก ระยะที่ต่ำที่สุดคือ 10 เมตร (33 ฟุต) จากพื้นดินถึงใต้ท้องใบพัด ที่ระดับนี้กระแสลมจะพัดขนานเหนือความสูงระดับนี้ไป ความเร็วจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดใหญ่ ระดับความสูงควรเป็น 65 เมตร (213 ฟุต) เป็นอย่างต่ำ การเลือกตำแหน่งที่ตั้งของกังหันลมจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ต้องศึกษาก่อนติดตั้งกันอย่างรอบครอบ ถ้าติดตั้งในตำแหน่งที่เหมาะสมจะได้ประโยชน์จากกำลังงานเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นได้ กระแสลมจะเร่งเร็วขึ้นเมื่อผ่านเหนือเนินเขาหรือช่องเขาแคบ ๆ

กังหันลมทำหน้าที่แปลงแรงกระทำของลมในแนวนอนเป็นแรงหมุนหรือแรงสั่นของเครื่องจักรกล ข้อจำกัดของประสิทธิภาพของเครื่องจักรกล คือปริมาณพลังงานที่ได้จากกระแสลม หลักการสำคัญข้อหนึ่งในการออกแบบกังหันลมคือ อัตราส่วนความเร็วปลายใบพัด หมายถึง ความสัมพันธ์ ระหว่างความเร็วปลายใบพัดกับความเร็วของลมที่กระทำตั้งฉากกับใบพัดอัตราส่วนความเร็วปลายใบพัดยิ่งสูง ประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่ยิ่งสูงขึ้นด้วย กังหันลมแบบเก่าจะมีอัตราส่วนความเร็วปลายใบพัดประมาร 1-2 และได้มีการพัฒนาให้มีแรงบิดมากขึ้น เพียงพอต่อการเดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในปัจจุบันเครื่องจักรกังหันลมเอร์ไบน์และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ถูกพัฒนาขึ้นมาให้มีอัตราส่วนความเร็วปลายใบพัดอยู่ระหว่าง 6:1 และ 8:1 ทำให้สะดวกต่อการผลิตกระแสไฟฟ้ามากกว่าเครื่องแบบเดิม

กังหันลมสามารถผลิตกำลังงานระหว่างความเร็วรอบหมุนต่ำสุดจนถึงสูงสุดทำมาใช้ประโยชน์ เครื่องจักรส่วนใหญ่ต้องการความเร็วอย่างน้อย 12-16 กม./ชม. (7,5 – 10 ไมล์/ชม) ที่จะผลิตไฟฟ้า กังหันลมแบบเก่าสามารถใช้ความเร็วลมที่ช้าเพียง 3-4 กม. / ชม. (1.87 – 2.5 ไมล์ / ชม.) เพื่อใช้สูบน้ำ ความเร็วที่ให้ประโยชน์ได้สูงสุดสำหรับกังหันลมมีความเร็วเฉลี่ยประมาณ 65 กม. / ชม. (41 ไมล์/ ชม.) แม้ว่าความเร็วลมจะสูงกว่านี้ก็ตามก็ไม่สามารถผลิตกำลังงานได้เพิ่มขึ้นมากไปกว่านี้ กังหันลมบางอันเมื่อมีความเร็วสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากจะปล่อยให้แกนหมุนใบพัดปล่อยเป็นอิสระ ในขณะที่กังหันลมบางอันจะมีใบพัดชนิดพิเศษ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อคงรักษาระดับความเร็วรอบหมุนให้คงที่แม้ว่าจะมีกระแสลมแปรปรวนก็ตาม

ในปัจจุบันมีการค้นคว้าศึกษาอย่างมากมายในเรื่องใบพัดของกังหัน มีการออกแบบให้มีรูปแบบต่าง ๆ มากมาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งานกับระบบกังหันลมนั้น ๆ ระบบกลไกของกังหันลมแต่ละชนิดสามารถแบ่งได้เป็นระบบแกนหมุนในระนาบแกนหมุนในระนาบนอนหรือไม่ก็ในระนาบตั้ง

กังหันลมแกนนอนมีต้นแบบมาจากกังหันลมแบบเก่า โดยหลักการใบพัดจะตั้งฉากกับทิศทางของกระแสลมเสมอ กังหันแบบนี้สามารถหนไปตามทิศทางของลมที่เปลี่ยนไปด้วย แต่การเพิ่มกลไกเพื่อให้กังหันลมหันตาม ลมได้นั้นจะมีผลให้ต้องสูญเสียกำลังงานไปส่วนหนึ่งด้วย แต่ก็ยังนิยมใช้กันเพราะอาศัยความเร็วลมต่ำแต่สามารถนำมาใช้งานได้ดี รูปแบบของกังหันลมแกนนอนนี้มีต่าง ๆ กันมากมาย เช่น กังหันลมหลายใบพัดซึ่งจะแปลงกำลังลมไปเป็นแรงหมุน หมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่แกนหมุนของกังหัน หรือไม่ก็ที่บริเวณขอบริมของวงล้อ ปกติดความเร็วที่แกนหมุนใบพัดตรงกลางจะช้าเกินกว่าที่จะหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ นอกจากมีการใช้เฟืองทดแรงให้เพิ่มขึ้น ในทางตรงข้ามเครื่องกำเนิดที่ติดตั้งบริเวณขอบวงล้อสามารถใช้ประโยชน์จากความเร็วที่ปลายใบพัดได้

กังหันลมแกนตั้งจะมีใบพัดหมุนในแนวนอน จึงไม่มีปัญหาในการหันหน้าใบพัดเข้าหาทิศทางลม สามารถใช้ในพื้นที่ทิศทางลมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ มีความมั่นคงสูง การสูญเสียพลังงานในขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงของทิศทางลมก็น้อยกว่า ดังนั้นกระแสลมที่พัดมาก็พัก ๆ ก็ยังสามารถให้กำลังงานเป็นระลอก ๆ ได้ กังหันลมชนิดนี้สามารถให้กำลังบิดที่สูงแต่ความเร็วต่ำซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำ แต่กำลังหมุนนั้นช้าเกินกว่าที่จะใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ กังหันลมทั้งระบบแกนตั้งและแกนนอนได้มีการใช้เฟืองเกียร์ทดแรงเข้าช่วยเพื่อแปลงกำลังบิดสูงความเร็วต่ำ ให้เป็นกำลังบิดต่ำแต่มีความเร็วสูงขึ้นให้เพียงพอต่อการหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแต่ความก้าวหน้าในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สามารถทำงานได้ในความเร็วรอบต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของกังหันลม

กังหันลมที่ใช้กันอยู่ทั่วไปนั้นประกอบด้วย วงล้อ (Wheel) หรือที่เรียกว่าโรเตอร์ (Rotor) ที่ทำด้วยแผ่นวัสดุแยกต่างหาก ประกอบกันในแนวดิ่งและตอนท้ายจะมีส่วนประกอบของหาง (Tail fin) หรือใบพัดรอง

แบบต่าง ๆ ของกังหันลม

โดยทั่วไปที่มีให้พบเห็นและได้สร้างนั้นมีรูปแบบปลีกย่อยมากมายหลายแบบ ซึ่งมักแตกต่างกันรายละเอียดและการดัดแปลงผสมผสานเพื่อความเหมาะสมในการใช้งาน พอจะจำแนกออกได้ เป็น 4 ชนิดคือ

1. กังหันลมแกนนอนขนานกับทิศทางลม แกนหมุนของกังหันอยู่ในแนวระดับและมีแนวขนานกับทิศทางลม
2. กังหันลมแกนนอนขวางทิศทางลม แกนหมุนของกังหันอยู่ในแนวระดับ แต่มีแนวแกนตั้งฉากกับทิศทางลม
3. กังหันลมแกนดิ่ง แกนหมุนของกังหันอยู่ในแนวดิ่งตั้งฉากกับพื้นและทิศทางลม
4. กังหันลมแบบมีอุปกรณ์ช่วย เป็นกังหันแบบธรรมดาทั่ว ๆ ไป แต่มีอุปกรณ์เพิ่มเติมซับซ้อนยิ่งขึ้น

1. กังหันลมแกนนอนขนานกับทิศทางลม

เป็นกังหันที่พบเห็นกันมากที่สุด การหมุนของกังหันมี 2 ลักษณะ คือ การหมุนโดยอาศัยแรงยก (Lift) เป็นหลักและการหมุนโดยอาศัยแรงต้าน (Drag)

ข้อดีของมันคือ ลมจะพัดผ่านตัวใบพัดก่อนแล้วจึงเลยผ่านไปถูกหอและหางของมันกระแสลมที่กระทำกับใบพัด จึงค่อข้างสม่ำเสมอ

ข้อเสีย คือถ้าลมแรงมาก ๆ และใบกังหันอ่อนตัวได้หรือมีช่องวางระหว่างใบพัดกับหอน้อย ปลายใบพัดอาจกระทบกับหอเกิดการเสียหายได้จึงต้องเผื่อระยะห่างพอสมควร

1.1 แบบตามลม (DOWN – WIND ROTORS) ตัวใบพัดจะหมุนอยู่ทางด้านหลังหอหรือด้านใต้ลม โดยมากจะไม่หางช่วยในการหันหาทิศทางลม เนื่องจากแรงต้านที่เกิดจากตัวใบพัดจะคอยผลักดันให้กังหันอยู่ในแนวทิศทางลมเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของมันคือ ใบพัดจะมีโอกาสน้อยมากที่จะปะทะกับหอ แต่เนื่องจากใบพัดหมุนอยู่ด้านหลังหอ ลมจงพัดผ่านหอก่อนทำให้กระแสลมพัด เข้าหาใบพัดไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะบริเวณที่หอบังอยู่เป็นต้นเหตุให้เกิดการสั่นได้

กังหันลมแกนนอนขนานกับทิศทางลม มีแบบต่าง ๆ ดังนี้

1.2 แบบหลายใบ (Multi – Bladed) ที่แพร่หลายที่สุดเป็นชนิด American Multi – Bladed หรือ U.S. Farm Multi – Bladed มีกำเนิดในสหรัฐอเมริกา แล้วจึงแพร่หลายไปทั่วโลก แบบอื่น ๆ มีลักษณะต่างไปบ้างแต่ใบเป็นโลหะแผ่นหลาย ๆ ใบก็จัดเข้าเป็นกังหันแบบหลายใบ คุณสมบัติของมันมีรอบหมุนไม่จัด แรงบิดสูง สามารถหมุนได้เองง่าย เมื่อความเร็วลมต่ำ ประสิทธิภาพไม่สูงนักแต่ ทนทาน จึงนิยมใช้ในการสูบน้ำ เป็นกังหันชนิดหนึ่งที่สามารถใช้งานได้อย่างจริงจังและคุ้มค่าพอสมควรมักพบเห็นกันอยู่บ่อย ๆ

1.3 แบบใบพัดเครื่องบิน ใบพัดชนิดนี้มีลักษณะของแพนอากาศ หมุนโดยอาศัยแรงยกเป็นหลัก มักมีใบไม่เกิน 4 ใบ ชนิด 2 และ 3 ใบ เป็นที่นิยมใช้กันมากที่สุด มีรอบหมุนจัดมาก จึงมักเกิดปัญหาทางด้านความสั่นสะเทือน (Vibration) เนื่องจากการไม่สมดุล ปัญหาทางด้านแรงหนีศูนย์กลาง ปัญหาแรงไจโร (Gyro force) และปัญหาอื่น ๆ อีกหลายอย่าง การออกแบบสร้างจึงต้องแข็งแรงประณีตและต้องให้น้ำหนักเบาที่สุด ควรที่จะต้องมีอุปกรณ์ควบคุมความเรียบร้อย เช่น Governer เพื่อความปลอดภัยไม่ให้กังหันหมุนด้วยรอบจัดเกินไปจนเกิดอันตราย การออกแบบและการสร้างจึงยุ่งยากกว่าแบบอื่น ๆ ข้อได้เปรียบของมัน คือ มีรอบจัดและมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในบรรดากังหันลมทุกชนิด จึงนิยมใช้ในการกำเนิดไฟฟ้า แต่มีข้อเสีย คือ เริ่มหมุนด้วยตัวเองได้ยากเมื่อความเร็วลมต่ำ ฉะนั้นจึงอาจพบว่า กังหันชนิดนี้ไม่ยอมหมุนเมื่อความเร็วลมต่ำ ๆ แต่ถ้าใช้มือช่วยผลักให้เริ่มหมุนแล้ว มันกลับหมุนไปได้เรื่อย ๆ ทั้งนี้ก็ เพราะมันต้องการความเร็วค่าหนึ่ง เพื่อให้เกิดแรงยกพอเพียงที่มันจะเริ่มหมุนได้

กังหันใบไม้ชนิด 2 และ 4 ใบ ที่เห็นใช้ฉุดระหัดวิดน้ำตามชนบทก็จัดเป็นกังหันแบบใบพัด เครื่องบิน จะเห็นว่าเวลาจะให้มันทำงานต้องใช้มือช่วยผลักก่อน

1.4 แบบใบผ้า (Sail) ตัวใบจะทำด้วยผ้า มีลักษณะต่าง ๆ กันหลายแบบเนื่องจากมีราคาถูกและสร้างได้ง่าย วัสดุที่ใช้ก็หาได้ในที่ห่างไกลความเจริญ จึงมักเห็นกังหันชนิดนี้อยู่ตามชนบท เช่น ตามนาเกลือ ใช้ฉุดระหัดวิดน้ำ รอบหมุนไม่จัด แรงบิดดี เริ่มหมุนเองได้ง่าย ค่าบำรุงรักษาต่ำ ใช้เทคโนโลยีแบบง่าย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กังหันลมแกนนอนขวางทิศทางลม

มีลักษณะเช่นเดียวกับกังหันน้ำ แต่แทนที่จะใช้น้ำกลับใช้ลมมาขับแทนลักษณะคล้ายกังหันแกนดิ่งแบบซาโวเนียส แต่ตั้งแกนในแนวนอน

ปัญหาความยิ่งยากในการหันหาทิศทางลมเพราะต้องให้แกนหมุนตั้งฉากกับทิศทางลมเสมอเนื่องจากว่าต้องหันทั้งชุดของตัวกังหัน ซึ่งมีขนาดใหญ่ไม่เป็นการสะดวก ทำให้เกิดปัญหายุ่งยาก และประสิทธิภาพต่ำ จึงไม่นิยมใช้กัน มีการพัฒนาน้อยมาก เพราะขีดจำกัดดังกล่าว

2.1 กังหันลมแกนดิ่ง

มีหลักการคล้ายกังหันลมแกนนอนขวางทิศทางลม แต่ตั้งแกนหมุนในแนวดิ่งแทน จึงกลับทำให้กังหันแบบนี้มีคุณสมบัติเด่นได้เปรียบกังหันแบบอื่น ๆ คือสามารถรับลมได้จากทุกทิศทางเป็นการตัดปัญหาในการหันเหทิศทางลมได้อย่างสิ้นเชิง เมื่อตัวกังหันไม่มีการส่ายหาลม แรงไจโร ก็ไม่เกิดขึ้นแรงกระทำกับชิ้นส่วนและลูกปืนรองรับก็น้อยลงทำให้เกิดความทนทานยิ่งขึ้น

2.2 กังหันลมซาโวเนียส

ลักษณะคล้ายถังผ่าซีกมาประกอบกันขึ้นเป็นใบ โดยจัดให้มีหน้าตัดของใบเป็นรูปตัว มีจำนวนใบตั้งแต่ 3 ใบขึ้นไป บางครั้งจะต่อกันเป็นชั้น ๆ หลายชั้น ทำให้กังหันมีความสูงเพิ่มขึ้น

2.3 กังหันลมแดเรียส

ค้นพบโดย Darrieus ประเทศฝรั่งเศส ในปี ค.ศ. 1920 ได้รับการพัฒนามาโดยตลอด จนในปัจจุบันกำลังเป็นคู่แข่งของกังหันลมแบบใบพัดเครื่องบิน กังหันแบบแดเรียส อาศัยแรงยกเป็นตัวขับ ใบกังหันมีภาคตัดเป็นแพนอากาศ มีประสิทธิภาพสูงเกือบเท่าแบบใบพัดเครื่องบิน อีกทั้งยังมีรอบสูงให้กำลังต่อน้ำหนักต่อค่าใช้จ่ายสูง รับลมได้ทุกทิศทางโดยไม่ต้องส่ายพัดลม จากสมบัติเหล่านี้เอง ส่งผลให้กังหันแดเรียนสได้รับความสนใจพอ ๆ กับกังหันลมแบบใบพัดเครื่องบิน โดยเฉพาะในการกำเนิดไฟฟ้า

ลักษณะการสร้างคล้ายกับใบของเครื่องตีโซ่ จึงมักเรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่ากังหันลมแบบเครื่องตีโซ่ ใบของมันมักสร้างในรูปพาราโบลิค หรือลักษณะของวงกลมสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม มีจำนวนใบตั้งแต่ 1 ใบ 2 ใบ 3 ใบ หรือมากกว่า เนื่องจากเป็นกังหันแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาศัยแรงยก การเริ่มต้นหมุนด้วยตัวเองจึงเป็นไปได้ยาก เขาจึงใช้กังหันลมที่สามารถเริ่มหมุนด้วยตัวเองได้ง่ายมากติดพ่วงร่วมแกนกับแบบแดเรียสเพื่อช่วยหมุนในช่วงเริ่มต้น กังหันซาโวเนียสมีคุณสมบัติดังกล่าวนี้และนิยมติดคู่กับแบบแดเรียส หรือมิฉะนั้นก็ต้องใช้ต้นกำลังจากภายนอกมาช่วยในการเริ่มหมุน ทำให้ราคากังหันสูงขึ้น

2.4 กังหันลมแบบแมกนัส

มีรูปร่างที่ไม่น่าเรียกว่าเป็นกังหัน มีหลักการค่อนข้างแปลกคือ ประกอบด้วยทรงกระบอกหมุนติดตั้งบนรถล้อเลื่อน การหมุนของทรงกระบอกก็โดยอาศัยกำลังจากการหมุนของล้อเลื่อนเมื่อรถวิ่งผ่านกระแสลม กระแสลมที่วิ่งผ่านทรงกระบอกหมุนจะมีการไหลหักเหไปเป็นผลให้เกิดความดันแตกต่างรอบทรงกระบอก จึงเกิดเป็นแรงขับให้รถวิ่งและทรงกระบอกหมุนไปเรื่อย ๆเราสามารถนำกำลังมาใช้โดยต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไว้กับเพลารถ และให้รถวิ่งไปบนราง หลักการนี้เป็นหลักการของมาดาราส (Madaras)

การเก็บสะสมพลังงานจากพลังลม

ปัญหาสำคัญในการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กในปัจจุบัน คือ การจัดเก็บพลังงานแบตเตอรี่ที่เป็นแหล่เก็บพลังงานทางเคมีเพียงอย่างเดียวที่มีประสิทธิภาพที่สุดในขณะนี้ แต่ตัวแบตเตอรี่มีราคาสูงในการติดตั้งแต่บำรุงรักษา

กระแสไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังลมมีค่าไม่สม่ำเสมอพอจะใช้งานจริงกับการใช้เครื่องไฟฟ้ากระแสสลับ กล่าวคือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังลมจะให้กำเนิดกระแสไฟตรงเช่นเดียวกับการกำเนิดไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ แต่ยังมีเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดที่ใช้กับกระแสสลับ การเปลี่ยนกระแสสลับต้องอาศัยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Inverter ซึ่งมีราคาสูง สถาบันต่าง ๆ กำลังให้ความพยายามอย่างยิ่งในการพัฒนาการใช้ฟ้ากระแสตรงกับเครื่องใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ

กรรมวิธีในการพัฒนาหลังงานที่ได้จากบลมอยู่ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ประการแรกโดยการใช้ระบบกังหันลม และอีกวิธีคือ กรรมวิธีการทำปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี

กังหันลมสามารถกักเก็บพลังงานให้มากกว่าแบตเตอรี่ หลักการของระบบกังหันลม คือ ตัว Fly wheel สามารถเก็บสะสมพลังงานในรูปโมเมนตัม และพร้อมจะปลดปล่อยออกมาใช้งาน ในการพัฒนาเพื่อให้ได้พลังงานสะสมมากขึ้น สามารถทำได้พลังงานสะสมมากขึ้น สามารถทำได้ด้วยการเปลี่ยนวัสดุหรือลดความผืดแรงเสียดทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณพลังงานที่สะสมไว้ใน Fly wheel ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำ Fly wheel ขนาดและรูปร่าง รวมทั้งความเร็วรอบหมุน Fly wheel ที่มีน้ำหนักเบาสามารถที่จะเก็บสะสมปริมาณพลังงานจำนวนเท่ากันได้เร็วกว่าที่มีน้ำหนักหนักกว่า และชนิดที่ทำด้วยไฟเบอร์สามารถสะสมพลังงานได้ 30 – 40 ครั้ง มากเท่าที่สามารถเก็บกักได้ในแบตเตอรี่ โดยจะหมุนมอเตอร์หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตพลังงานออกมา

กำลังงานจากมอเตอร์อาศัยไฟฟ้าจากพลังงานลมจะหมุน Fly wheel และเพิ่มพลังงานต่อไปนานเท่าที่ยังมีกระแสลมพัดอยู่ เมื่อความเร็วลมถูกใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า มอเตอร์สามารถจะหยุดการใช้งานได้ในขณะ Fly wheel ยังคงหมุนต่อไป การแยกน้ำให้ออกเป็นก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจน เป็นอีกทางหนึ่งสำหรับการเก็บสะสม

พลังงานไฟฟ้าจากกระแสลม โดยที่ก๊าซ 2 ชนิดนี้จะถูกเก็บไว้ในถัง พลังงานจะถูกปล่อยออกมาในรูปกระแสไฟฟ้าจากเซลไฮโดรเจนเหลว ซึ่งเป็นที่ ๆ ก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจนจะมารวมตัวกันใหม่เป็นน้ำ ในขณะที่ผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาด้วย

ข้อมูลเทคนิคพลังงานชีวภาพ (Bio Gas)

การหุงต้มและการประกอบอาหารเป็นภาระกิจที่สำคัญและจำเป็นมากอย่างหนึ่งของครัวเรือน โดยปกติแล้วครอบครัวเขตชุมชนหนาแน่นเช่น เขตเมืองหรือเขตเทศบาลซึ่งมักจะมีกระแสไฟฟ้าและเชื้อเพลิงต่างๆ ได้ แต่ประชาชนที่อาศัยอยู่ในชนบทที่ห่างไกลไม่มีกระแสไฟฟ้าใช้ การหุงต้มของครัวเรือนก็ต้องอาศัยความร้อนจากเชื้อเพลิงที่หาได้ง่าย ๆ ในท้องถิ่น เช่น ไม้ ฟืน ถ่านไม้ เป็นต้น

ในระยะ 10 ปีเศษๆ มานี้ก๊าซหุงต้มซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่ได้มาจากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมเริ่มนิยมใช้กันค่อนข้างแพร่หลาย โดยเฉพาะในหมู่ประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตเมืองเพราะการใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงนั้น มีความสะดวกและสามารถรักษาความสะอาดได้ดีกว่าการใช้เชื้อเพลิงจำพวกไม้ ฟืนและถ่านไม้ แต่ประชาชนที่อาศัยอยู่ในชนบทส่วนใหญ่แล้วยังไม่มีโอกาสที่จะใช้ก๊าซหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงได้ ยังคงใช้ไม้ฟืนและไม้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงหลักของครัวเรือน ดังนั้นการตัดไม้ทำลายป่า ก็คงจะป้องกันได้โดยยาก เพราะความต้องการไม้และถ่านเป็นเชื้อเพลิงมีเพิ่มมากขึ้นทุกขณะ จึงจำเป็นจะต้องหาเชื้อเพลิงอื่นที่หาได้ง่าย ๆ มาใช้แทนเช่น ก๊าซชีวภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซชีวภาพคืออะไร

ก๊าซชีวภาพเป็นก๊าซที่เกิดขึ้นจากการหมักอินทรีย์หรือวัตถุหรือสารวัตถุที่มาจากสิ่งที่มีชีวิตพวกพืชและสัตว์ เพื่อทำให้เกดการย่อยสลายเน่าเปื่อยผุพังด้วยปฏิกิริยา (หรือการกระทำ) ของเชื้อจุลินทรีย์ (สัตว์เล็ก ๆ ประเภทเชื้อโรคที่เรามองด้วยตาเปล่าไม่เห็น บางชนิดในธรรมชาติภายใต้สภาวะที่ไร้อากาศ ปฏิกิริยาการย่อยสลายอินทรียวัตถุของจุลินทรีย์ดังกล่าวนี้จะทำให้มีก๊าซเกิดขึ้นเป็นฟองอากาศเล็ก ๆ อยู่ตลอดเวลา ก๊าซที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยานี้เราเรียกว่า ก๊าซชีวภาพหรือไบโอก๊าซ ซึ่งพบว่าก๊าซชีวภาพนี้จะประกอบด้วยก๊าซมีเทน ก๊าซติดไฟได้ชนิดหนึ่ง) เป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้ก๊าวชีวภาพสามารถนำมาเป็นก๊าซเชื้อเพลิงได้ เราสามารถที่จะทำการผลิดก๊าซชีวภาพสำหรับใช้ในครัวเรือนได้เอง โดยก๊าซชีวภาพที่ผลิตขึ้นได้นี้สามารถนำมาใช้เป็นก๊าซสำหรับการหุงต้มและประกอบอาหารได้เป็นอย่างดี เหมือนก๊าซหุงต้มที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดโดยทั่วไปนั่นเอง

จากแผนภูมิข้างต้นที่ ถ้าครัวเรือนของเราต้องการที่จะมีก๊าซเชื้อเพลิงใช้สำหรับการหุงต้มก็สามารถผลิตขึ้นใช้เอง เพราะโดยทั่ว ๆ ไปแล้วในครัวเรือนของเราจะมีสิ่งปฏิกูลจำพวกอินทรียวัตถุเกิดขึ้น ให้ต้องดูแลทำความสะอาดและต้องกำจัดอยู่เสมอ ๆ เช่น มูลสัตว์เลียง เศษหญ้า เศษพืชผัก เศษอาหาร และถ้าเศษสิ่งปฏิกูลดังกล่าวเหล่านี้มีน้อยไม่พอเพียง การผลิตก๊าซชีวภาพก็อาจใช้พวกอินทรียวัตถุที่หาได้ง่าย ๆ อย่างอื่นมาแทนก็ได้ผลดีเช่นเดียวกัน เช่น ผักตบชวา เป็นต้น อินทรียวัตถุต่าง ๆ จะต้องนำมาผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยปริมาตรแล้วนำไปหมักในถังหมักที่จัดเตรียมไว้ เพื่อให้จุลิทรีย์ในธรรมชาติบางชนิด ทำปฏิกิริยาย่อยสลายอินทรียวัตถุนั้นก็จะมีก๊าซชีวภาพเกิดขึ้น ถ้าเราออกแบบเครื่องหมักให้มีส่วนที่สามารถเก็บและรวบรวมก๊าซที่เกิดขึ้นนั้นไว้ได้ เราก็จะมีก๊าซเชื้อเพลิงไว้ใช้สำหรับครอบครัวได้ตลอดเวลา นอกจานั้นแล้วของเหลวและกากของอินทรียวัตถุที่ได้จากการหมักนั้นยังจะใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับการบำรุงดินและเป็นาหารของพืชได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

ที่หมักก๊าซชีวภาพทำได้อย่างไร

เนื่องจากก๊าซชีวภาพเป็นผลพลอยได้เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติบางชนิดโดยที่ปฏิกิริยาการย่อยสลายดังกล่าวนี้จะต้องจัดให้เกิดขึ้นภายในที่ปกปิดหรือที่ที่ได้อากาศหรืออาการเข้าไม่ถึง จึงจะได้ก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชีวภาพที่ต้องการ ดังนั้นที่หมักก๊าซชีวภาพที่จะจัดสร้างขึ้นใช้สำหรับครอบครัวนั้นจะต้องมีถ่านประกอบที่สำคัญอย่างน้อย 2 ส่วนด้วยกันคือ ที่สำหรับหมัก และที่สำหรับเก็บก๊าซ

ที่สำหรับหมักหรืออาจจะเรียกภาษาง่าย ๆว่า "บ่อหมัก" หรือ "ถังหมัก" หมายถึงส่วนของภาชนะที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นที่สำหรับบรรจุของเหลวที่จะใช้หมักเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ ดังนั้น ส่วนที่เรียกว่าบ่อหมักหรือถังหมักดังกล่าวนี้จะต้องทำด้วยวัสดุที่ไม่รั่วหรือซึมน้ำ เช่น การก่ออิฐฉาบปูนซิเมนต์ คอนกรีต โลหะ พลาสติก ไฟเบอร์ก๊าซ เป็นต้น รูปร่างลักษณะของบ่อหมักหรือถังหมัก ถังน้ำทรงกระบอกกลม ชนิดที่ให้ผลดีและนิยมสร้างขึ้นใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุด คือแบบถังน้ำทรงกระบอกกลอม เพราะเป็นแบบที่ทนทานต่อแรงกดดันที่เกิดขึ้นจากของเหลวและก๊าซภายในถังได้ดีมากกว่าชนิดถังน้ำสี่เหลี่ยม

บ่อหมักหรือถังหมักดังกล่าวนี้อาจจะสร้างขึ้นใช้ได้ทั้งแบบที่สร้างตั้งไว้บนพื้นดินและแบบฝังบางส่วนไว้ในดิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของท้องถิ่นและความประสงค์ของผู้ใช้ ในท้องถิ่นที่มีระดับน้ำใต้ดินอยู่ใกล้ผิวและท้องถิ่นที่น้ำท่วมถึง ก็จำเป็นจะต้องสร้างบ่อหมักหรือถังหมักเป็นชนิดที่ตั้งอยู่บนพื้นดิน เพื่อขจัดปัญหาเกี่ยวกับน้ำใต้ดินและน้ำท่วมในฤดูน้ำ และถ้าท้องถิ่นใดไม่มีปัญหาเกี่ยวกับน้ำใต้ดินและน้ำไม่ท่วมในฤดูน้ำ ถ้าต้องการที่จะทำบ่อหมักให้เป็นชนิดฝังบางส่วนของบ่อหมักไว้ในดิน ก็ย่อมจะทำได้ตามความประสงค์ บ่อหมักหรือถังหมักทั้งแบบตั้งบนพื้นดิน และแบบฝังบางส่วนไว้ในดินนิยมทำเป็นถังคอนกรีต หรือก่ออิฐฉาบปูนซิเมนต์ เพราะใช้ได้ทนทานและมีราคาถูกกว่าถังโลหะและถังรูปทรงกระบอกกลมมีความนิยมมากที่สุด ในท้องที่บางแห่งอาจจะใช้วงขอบบ่อน้ำซึ่งผลิตออกจำหน่ายในรูปของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ก็อาจใช้วงขอบบ่อน้ำสำเร็จรูปนั้นมาต่อกันให้ได้ความสูงตามต้องการและฉาบด้วยปูนซิเมสต์กันน้ำซึม ก็จะใช้เป็นบ่อหมักได้เช่นเดียวกัน การหมักเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพสำหรับครอบครัว 5 -6 คน ใช้ในการหุงต้มวันละ 2 มื้อ บ่อมักหรือถังหมักควรจะมีปริมาตรความจุของเหลวที่ใช้หมักได้อย่างน้อย 2-2½ ลบ.ม. (100 – 125 ปี๊บ) โดยคิดปริมาตรความจุของเหลวของถังหมักจากก้นจนถึงระดับท่อน้ำล้นด้านข้างถัง ควรมีส่วนของปากถังเหนือระดับของเหลวหรือระดับท่อน้ำล้นอีกบ้าง การกระทำดังกล่าวอาจจะทำให้ฝาถังก๊าซเกิดความเสียหายขึ้นได้ จะต้องระมัดระวังในเรื่องนี้ไว้ด้วย

ในปัจจุบันนี้ได้มีการผลิตถังก๊าซขนาดต่าง ๆ ออกจำหน่าย นอกจากที่ทำด้วยโลหะจำพวกเหล็กไร้สนิม เหล็กแผ่นเรียบและแผ่นสังกะสีแล้ว ก็มีถังก๊าซที่ทำด้วยพลาสติกและไฟเบอร์กล๊าสอยู่ด้วย วัสุใหม่ที่สุดและดีที่สุดในปัจจุบันคือ "ไฟเบอร์กล๊าส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซีเมนต์ จี,อาร์,ซี," มีลักษณะคล้ายกับแอ๊สเปสทอสซีเมนต์ แต่มีความแข็งแรงทนทานดีกว่า ทั้งสามารถทนต่อกรดและด่างได้ดีมากอีกด้วยดังนั้นจึงทำให้ถังก๊าซที่ทำจากไฟเบอร์กล๊าสซีเมนต์ จี,อาร์,ซี, มีอายุการใช้ที่นานมาก ไม่เป็นสนิมและตัวถังก๊าซเองมีน้ำหนักมากพอที่จะขับดันก๊าซออกจากถังให้ไหลไปตามเส้นท่อที่จะนำไปใช้ได้โดยไม่ต้องใช้น้ำหนักบรรทุกที่ฝาถังก๊าซอีกแต่อย่างใด

เนื่องจากแต่เดิมนั้นถังก๊าซที่มีใช้กันส่วนใหญ่เป็นถังที่ทำด้วย เหล็กแผ่นเรียบและแผ่นสังกะสีเท่านั้น เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาการเป็นสนิมผุกรอนเร็ว เพราะถังก๊าซเป็นแบบที่ลอยขึ้นลงในของเหลว จึงได้มีการคิดแบบแก้ไขจุดอ่อนดังกล่าวนั้น โดยทำถังหมักเป็นถังมีผนังสองชั้น ระหว่างช่องว่างของผนังถังหมักก็ใส่น้ำไว้ ถังก๊าซก็ออกแบบให้โตกว่าถังหมักที่บรรจุของเหลว เพื่อให้ถังก๊าซลอยนั้นลงอยู่ในน้ำที่ใส่ไว้ในช่องว่างระหว่างผนังทั้งสองของถังหมัก โดยมีน้ำเป็นตัวป้องกันก๊าซที่รวบรวมไว้ได้ในถังก๊าวไม่ให้เกิดการลอดผ่านออกสู่ภายนอกได้ ถังก๊าซแบบนี้มีอายุการใช้ที่ทนทานมากขึ้นแต่ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายสูงขึ้นเนื่องจากต้องทำผนังหมักเป็นสองชั้น พร้อมทั้งต้องมีการแก้ไขส่วนประกอบอื่น ๆ ให้เหมาะสมอีกเล็กน้อย เช่น ท่อน้ำล้น เป็นต้น ถังหมักดังกล่าวนี้มีลักษณะซับซ้อนมากขึ้นกว่าเดิม จึงไม่ค่อยแพร่หลายนัก

<u>ข้อควรปฏิบัติในการหมักก๊าซชีวภาพ</u>

1. อินทรียวัตถุสำหรับใช้หมัก สามารถใช้อินทรียวัตถุชนิดต่าง ๆ ได้หลายชนิดด้วยกันโดยทั่ว ๆ ไปก็ใช้มูลสัตว์เลี้ยงพวก วัว ควาย ม้า หมู เป็น ไก่ และใช้มูลสัตว์สด ๆ คือ ไม่ควรปล่อยทิ้งค้างเกินกว่า วัน หรือปล่อยให้ทิ้งค้างจนแห้งจะทำให้การผลิตก๊าซชีวภาพไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร และอาจจะเกิดปัญหาเกี่ยวกับมีเชื้อราเกิดขึ้นกับมูลสัตว์ก็เป็นได้ ซึ่งเชื้อราบางชนิดทำให้เชื้อแบคทีเรีย (หรือจุลินทรีย์) ที่ใช้ผลิตก๊าซมีเทนหยุดการเจริญและไม่มีก๊าซเชื้อเพลิงเกิดขึ้นตามที่มุ่งหวังไว้ก็เป็นได้ ถ้าไม่อาจจะหามูลสัตว์มาใช้หมักได้ก็อาจจะใช้อินทรียวัตถุชนิดอื่นมาหมักแทนก็ได้ผลดีเช่นเดียวกัน เช่น เศษหญ้า เศษพืชผัก เศษอาหารและผักตบชวา ซึ่งอินทรีย์วัตถุในกลุ่มหลังนี้จะต้องนำมาหั่นแล้วตำหรือบดให้ละเอียดเสียก่อนจะช่วยทำให้สามารถปสมกับน้ำให้มีลักษณะเป็นของเหลวที่จะใช้หมักได้เช่นเดียวกันกับมูลสัตว์แต่เพียงชนิดเดียว ดังนั้นการหมักที่ต้องใช้อินทรีย์วัตถุหลายอย่างปนกันจึงสามารถทำได้และให้ผลดีต่อการผลิตก๊าซชีวภาพอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อัตราส่วนผสมของของเหลวที่ใช้หมัก จากผลของการวิจัยพบว่าการใช้มูลสัตว์สดหรืออินทรีย์วัตถุที่นำมาบดหรือตำละเอียดจนมีลักษณะคล้ายมูลสัตว์สด 1 ส่วนโดยปริมาตรปสมกับน้ำ 1 ส่วน โดยปริมาตร จะเป็นอัตราส่วนผสมของของเหลวที่นำมาหมักแล้วจะให้ผลผลิตก๊าซชีวภาพที่ดีที่สุด อัตราส่วนผสมที่ดีรองลงมาก็คือ มูลสัตว์หรืออินทรียวัตถุ 3 ส่วน โดยปริมาตรผสมกับน้ำ 2 ส่วน โดยปริมาตร ส่วนผสมของของเหลวที่เข้มข้นหรือเจือจางมากไปกว่าอัตราส่วนที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ไม่ให้ผลดีต่อการหมักก๊าซชีวภาพเท่าที่ควร

3. การเริ่มต้นหมัก ดังได้กล่าวมาแล้วว่าบ่อหมักสำหรับครอบครัวอย่างน้อยควรจะมีความความจุของเหลวที่จะใช้หมักได้ไม่น้อยกว่า 2-2½ ลบ.ม. ดังนั้นการรวบรมมูลสัตว์สดหรืออินทรีย์ วัตถุที่จะใช้หมักให้มีจำนวนมากพอในวันแรกทีเดียวนั้น มักจะทำไม่ได้เพราะมีจำนวนสัตว์เลี้ยงอยู่น้อย แม้จะใช้หญ้าและพืชผักร่วมด้วย บางทีก็ไม่อาจจะทำให้เพียงพอในวันเดียว จึงจำเป็นที่ต้องใช้เวลาในการรวบรวมอินทรียวัตถุสำหรับใช้หมักในทางปฏิบัติควรกระทำดังนี้ คือ ทำการรวบรวมมูลสัตว์สดหรืออินทรียวัตถุที่จะใช้หมักในปริมาณที่รวบรวมได้ในวันแรกนำมาใส่ลงในบ่อหมัก แล้วใช้น้ำเทราดปนลงไปพอให้มูลสัตว์หรืออินทรียวัตถุที่อยู่ในบ่อหมักนั้น เปียกและมากพอสมควรโดยไม่ทำให้ผิวหน้าของสัตว์สดหรืออินทรีย์วัตถุนั้นที่รอการหมักอยู่ในบ่อหมักนั้นแห้ง เพราะจะทำให้เชื้อราเกิดและเจริญเพิ่มจำนวนมากขึ้นได้อย่างรวดเร็ว มูลสัตว์สดหรืออินทรีย์วัตถุที่รวบรวมได้ในวันต่อมาก็นำมาใส่ลงในบ่อหมักและผสมน้ำลงไปจนเปียกแฉะเช่นเดียวกันกับการปฏิบัติในวันแรก เมื่อทำการรวบรวมมูลสัตว์สดหรืออินทรียวัตถุจนได้ประมารครึ่งหนึ่งของความจุของบ่อหมักที่จะใช้หมักของเหลวแล้ว จึงเติมน้ำลงไปผสมอีกหนึ่งเท่าตัว ทำการคนให้อินทรียวัตถุผสมเข้ากับน้ำให้ดีก็จะได้ของเหลวที่มีอัตราส่วนผสมตามที่ต้องการใช้หมักก๊าซชีวภาพ หลังจากนั้นก็พร้อมที่จะนำถังก๊าซลงมาคว่ำครอบลงไปเพื่อที่รอรับก๊าซชีวภาพที่จะมีเกิดขึ้นภายหลัง เปิดก๊อกบนฝาถังก๊าซเอไล่อากาศที่อยู่ภายในถังก๊าซออกทางท่อก๊าซในขณะที่ถังก๊าซค่อย ๆ จมลงสู่ก้นถังหมักด้วยน้ำหนักของถังก๊าซเอง เมื่อฝาถังก๊าซจมลงอยู่เหนือระดับของของเหลวในถังหมักประมาณ 2½ ซ.ม. หรือ 1 นิ้ว ก็ปิดก๊อกท่อกาวจะทำให้ถังก๊าซอยู่ในลักษณะพร้อมที่ระรอรับเพื่อเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพที่จะเกิดมีขึ้นจากของเหลวในถังหมักซึ่งในวันต่อ ๆ มาก็จะพบว่าถังก๊าซ ถูกดันให้ลอยตัวสูงขึ้นเพราะก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นนั้นจะสะสมอยู่ในถังก๊าซโดยการแทนที่ของเหลวจึงทำให้ถังก๊าซลอยตัวสูงขึ้นตามปริมาตรของก๊าซที่เกิดขึ้นนั้น การที่ถังก๊าซลอยตัวสูงมากขึ้น ๆ นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรจะทำคานไม้วางขวางไว้เหนือถังก๊าซ เพื่อใช้เป็นที่ป้องกันไม่ให้ถังก๊าซลอยสูงเกินกว่าระดับที่ต้องการจะช่วยทำให้สามารถบังคับถังก๊าซให้อยู่ ณ ระดับความที่ต้องการได้

4. การทดสอบก๊าซครั้งแรก หลังจากสังเกตเห็นว่ามีก๊าซเกิดขึ้นโดยสังเกตได้จากถังก๊าซลอยตัวสูงขึ้น การทดสอบก๊าซชีวภาพที่มีอยู่ในถังก๊าซนั้นว่าจะใช้เป็นเชื้อเพลิงได้หรือไม่จะสามารถทำได้ โดยใช้ท่อน้ำพลาสติกชนิดโปร่งใสต่อนำก๊าซจากปลายท่อก๊าซ ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงที่เตาก๊าซหรือจะใช้การจุดไฟเพื่อการทดสอบที่ปลายท่อพลาสติกโปร่งให้นั้น ให้มีความยาวมากพอ เมื่อจุดไฟทดสอบที่ปลายท่อพลาสติกโปร่งใสแล้ว ถังก๊าซนั้นติดไฟได้แล้วเลวไฟไม่อาจลุกไหม้จะเหมาะสมมากกว่า ถ้าการทดสอบครั้งแรกได้ก๊าซที่ติดไฟได้ไม่สู้ดีชมากนักควรเปิดก๊อกไล่ก๊าซในถังออกทิ้งไปก่อน เพราะก๊าซชีวภาพที่ได้ในครั้งแรกนั้นยังมีปริมาณของก๊าซมีเทนอยู่น้อยเกินไปนั่นเอง ทำให้ติดไฟไม่ดี จึงควรรอใช้ก๊าซที่จะเกิดขึ้นใหม่ในระยะต่อไป ซึ่งโดยปกติแล้วก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นในระยะหลังจะมีปริมาณของก๊าซมีเทนสูงขึ้นสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้โดยไม่มีปัญหา

5. การเติมของเหลว ในระยะแรกของการหมักคือประมาณ 15-20 วันนับตั้งแต่เริ่มต้นหมักไม่จำเป็นจะต้องเติมของเหลวลงในถังหมัก เพราะอินทรียวัตถุที่มีอยู่ในถังหมักยังมีปริมาณมากเกินพอ ในระยะนี้อาจจะเติมน้ำลงบ้างเพียงเล็กน้อย เพื่อช่วยทำให้รักษาระดับของของเหลวไว้ที่ระดับของท่อน้ำล้น หลังจากระยะนี้แล้จึงควรเติมของเหลวลงในถังหมักลงในถังหมักทุก ๆ วัน เพื่อที่จะช่วยทำให้ได้ก๊าซเกิดขึ้นอย่างพอเพียงและมีปริมาณที่สม่ำเสมอ ปริมาตรของเหลวที่ต้องการเติมลงในถังหมักแต่ละวันนั้น ควรจะให้เป็นสัดส่วนที่เหมาะสมกับปริมาตรของของเหลวในถังหมักโดยควรเติมวันละประมาณ 2-4 % ของปริมาตรทั้งหมดของของเหลว เช่น ถังหมักจุของเหลวได้ 2-2½ ลบ.ม. หรือเท่ากับ 100-125 ปี๊บ ดังนั้นการเติมของเหลวควรเติม 2-4 ปี๊บ/วัน การเติมของเหลวตามปริมาตรดังกล่าวนี้โดยปกติแล้วจะมีก๊าซชีวภาพเกิดขึ้น 1-3 ลบ.ม./ วันหรือเท่ากับ ก๊าซ 50-150 ปี๊บ/วัน โดยสม่ำเสมอ

6. การใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง ก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักนั้นสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ทันทีโดยไม่ต้องทำให้เกิดความบริสุทธิ์ มากขึ้นอีกแต่อย่างใด ถึงแม้ว่าจะมีก๊าซอื่น ๆ ปะปนอยู่ ด้วยก็ไม่ทำให้เกิดปัญหาแต่อย่างใด ตามปกติแล้วก็นำมาใช้เพื่อการหุงต้มและการประกอบอาหารก๊าซชีวภาพที่ได้จะติดไฟได้ดีให้เปลวไฟสีฟ้าที่มีความร้อนแรงไม่แตกต่างกับก๊าซหุงต้มที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาด การลุกไหม้ของก๊าซชีวภาพจะไม่มีควันหรือละอองเขม่า ไม่มีกลิ่น นอกจากนั้นแล้วก๊าซชีวภาพที่ได้ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถนำมาใช้เป็นเชื่อเพลิงจุดตะเกียงไส้เจ้าพายุเพื่อให้แสงสว่างได้ดีมาก ใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันก๊าดสำหรับตู้เย็นน้ำมันก๊าดได้ดี โดยตู้เย็นจะให้ความเย็นได้เร็วกว่าการใช้น้ำมันก๊าดเป็นเชื้อเพลิง ไม่ก่อให้เกิดความสกปรกเนื่องจากไม่มีควันและเขม่า จากผลการทดลองแล้ววิจัยพบว่าก๊าซชีวภาพที่ผลิตขึ้นได้ด้วยวิธีหมักนี้สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงก๊าซเดินเครื่องยนต์แทนน้ำมันเบนซินได้ โดยไม่ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของก๊าซให้บริสุทธิ์มากขึ้นอีกแต่อย่างใด

6.1 เตาหุงต้ม ก๊าซชีวภาพสามารถใช้กับหัวเตาก๊าซที่ผลิตขึ้นจำหน่ายในท้องตลาดได้แต่ต้องถอดนมหนูของเตาก๊าซออก เพราะแรงดันของก๊าซชีวภาพในถังเก็บก๊าซมีไม่มากเหมือนแรงดันของก๊าซหุงต้มที่อัดบรรจุในถังเหล็ก ถ้าต้องการจะประหยัดการซื้อเตาก๊าซก็สามารถทำเตาก๊าซแบบง่าย ๆ ขึ้นใช้ได้เองโดยใช้กระป๋องผลไม้ โดยท่อโลหะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ¼ นิ้ว มางอปลายขึ้นเล็กน้อย วางให้ปลายที่งอนั้นอยู่ภายในกระป๋องเปล่าที่ค่ำปากลงใช้ปูนซิเมนต์ 1 ส่วนผสมกับทราย 3 ส่วน และผสมน้ำบ้างเล็กน้อยแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากันให้ดี จึงใช้ซีเมนต์ผสมทรายดังกล่าวนี้หุ้มปากกระป๋อง โดยใช้เป็นตัวเชื่อมต่อกระป๋องให้ติดกับท่อโลหะปล่อยทิ้งไว้ 8-12 ชั่วโมง ก็จะแข็งตัวดี ทำให้ใช้เป็นหัวเตาก๊าซแบบประหยัดได้ โดยเมื่อเจาะรูเล็ก ๆ ขนาด ½ หุน ที่ก้นกระป๋องประมาณ 15-30 รู เพื่อใช้เป็นรูสำหรับกระจากก๊าซให้ผสมกับอากาศและเกิดการลุกไหม้เป็นเปลวไฟขึ้น นำเอาหัวเตากระป๋องดังกล่าวนี้ไปวางแทนตะแกรงเตาของเตาถ่าน ก็จะใช้เป็นเตาก๊าซแบบประหยัดได้เป็นอย่างดี

6.2 ตะเกียงก๊าซชีวภาพ ก๊าวชีวภาพสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนน้ำมันก๊าดสำหรับจุดตะเกียงเพื่อให้แสงสว่างได้ โดยตะเกียงที่จะใช้กับก๊าซชีวภาพนั้นจะต้องใช้กับไส้รตะเกียงเจ้าพายุจึงจะเกิดการลุกไหม้และเกิดการเรืองแสงให้แสงสว่างขึ้นได้ ดังนั้นถ้าเป็นตะเกียงเจ้าพายุด้วยแล้วเพียงแต่เจาะรูนมหนูที่ปลายหลักของท่อส่งน้ำมันก๊าดให้รูนมหนูโตขึ้นเป็น 1-2 หุน โดยมีท่อโลหะเชื่อมต่อที่ปลายท่อเพื่อส่งก๊าซไปเผาไหม้ที่ไส้ตะเกียงได้โดยสะดวก ตะเกียงเจ้าพายุนั้นก็สามารถใช้กับก๊าซชีวภาพได้ทันที ซึ่งถ้าใช้น้ำหนักบรรทุกถังก๊าซช่วยให้เกิดแรงขับดันก๊าซสูงขึ้นก็จะช่วยทำให้ตะเกียงเจ้าพายุที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงนั้นให้แสงสว่างได้มากถึง 60-100 แรงเทียนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 ตะเกียงตู้เย็น โดยเฉพาะตู้เย็นน้ำมันก๊าด แทนที่จะใช้น้ำมันก๊าดเป็นเชื้อเพลิงเพื่อให้เกิดความร้อนสำหรับระบบทำความเย็นของตู้เย็น ก็สามารถเปลี่ยนแปลงมาใช้ก๊าซชีวภาพแทนได้ ตะเกียงตู้เย็นที่ดัดแปลงใช้ก๊าซชีวภาพแทนน้ำมันก๊าดนี้จะให้ความร้อนสูงมากกว่าตะเกียงน้ำมันก๊าด ดังนั้นตู้เย็นที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงจึงเย็นรวดเร็วกว่า สะอาดมากกว่าเพราะไม่มีควันและเขม่าดำ ดำเกิดขึ้นที่ปลายปล่องระบายควันหลังตู้เย็น

6.4 การใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์ จากผลของการทดลองในโครงการวิจัยพบว่า เครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมีนเบนซินเป็นเชื้อเพลิงขนาด 1,300 ซี.ซี. สี่สูบ สี่จังหวะ เมื่อเปลี่ยนคาร์บิวเรเตอร์ จากคาร์บิวเรเตอร์เบนซินมาใช้คาร์บิวเรเตอร์ที่ใช้กับก๊าซหุงต้มที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลี่ยม และใช้ก๊าซชีวภาพที่ผลิตขึ้นได้จากการหมัก (โดยไม่ทำให้ก๊าซมีความบริสุทธิ์มากขึ้นแต่อย่างใด) ก็สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ได้เป็นอย่างดีสามารถใช้เครื่องยนต์ดังกล่าวเป็นเครื่องยนต์ต้นกำเนิดพลังงานสูบน้ำได้ 10 ลบ.ม. / ช.ม. พร้อม ๆ กับเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 2 กิโลวัตต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. ชุดเครื่องหมักก๊าซชีวภาพสำหรับครอบครัว ที่คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับศูนย์สุขาภิบาลเขต 1 กรมอนามัย สร้างขึ้นทูลเกล้าถวายแด่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว สำหรับใช้ในกิจการของโรงโคนมสวนจิตรลดา เมื่อเมษายน พ.ศ. 2521 และเป็นต้นแบบที่นำไปใช้ดัดแปลงสร้างขึ้นในชนบท คือแบบสาธารณสุข 2 (แบบ ส.ส. 2) ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้คือ

7.1 แบบ ส.ส. 1 เป็นชุดเครื่องหมักก๊าซชีวภาพที่สามารถสร้างขึ้นใช้ได้ทั้งแบบตั้งบนพื้นดินและแบบฝังบางส่วนไว้ในดิน ถังหมักหรือบ่อหมักเป็นถังคอนกรีตทรงกระบอกกลมเช่น เดียวกับถังน้ำฝน เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 1.50 เมตร ความลึก 1.80 เมตร ระดับท่อน้ำล้นหรือระดับของของเหลวอยู่ต่ำจากปากถังหมัก 30 ซ.ม. จุของเหลวที่ใช้หมักได้ 2.5 ลบ.ม. ท่อน้ำล้นเป็นท่อพลาสติก พี.วี.ซี. ขนาด 2 นิ้ว มีถังรองรับน้ำล้นเป็นถังก่ออิฐฉาบปูนซิเมนต์อยู่ด้านข้างของถังหมัก ด้านบนของปากถังหมักมีที่เติมของเหลวโดยมีท่อซีเมนต์ขนาด 4 นิ้วต่อนำของเหลวเข้าสู่บริเวณใกล้ใกล้กับถังหมัก ก้นถังหมักด้านข้างมีท่อพร้อมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประตูกระบอกกลมทำด้วยโลหะหรือไฟเบอร์กล้าสซีเมนต์ จัซอาร์.ซี. มีขนาดเส้นผ่าศูนย์ 1.45 เมตร สูง 1.20 เมตร สามารถเก็บรวบรวมก๊าซได้ 2.0 ลบ.ม. ที่ฝาของถังก๊าซมีท่อระบายก๊าซออกไปใช้พร้อมด้วยก๊อกขนาด ½ นิ้วเชื่อมต่ออยู่เหนือถังก๊าซนี้จะมีคานไม้วางขวางอยู่เพื่อทำหน้าที่บังคับและป้องกันการลอยตัวของถังก๊าซไม่ให้ลอยพ้นระดับของของเหลวในถังหมัก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วไหลของก๊าซออกจากถังนั่นเอง

7.2 แบบ ส.ส. 2 เป็นชุดเครื่องหมักก๊าวชีวภาพที่ออกแบบให้แยกถังก๊าซชีวภาพที่ออกแบบให้แยกถังก๊าซออกจากถังหมัก โดยมุ่งที่จะให้ถังหมักไว้ใต้คอกสัตว์หรืออยู่ใกล้ ๆ คอกสัตว์และสามารถเก็บถังก๊าซไว้ภายในที่พักอาศัยได้ ถังหมักออกแบบเป็นถังรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ เพื่อให้สามารถทำถังหมัดเพิ่มเติมโดยใช้ผนังด้านหนึ่งร่วมกันได้ ถังหมักนี้ก่อด้วยอิฐฉาบปูนซีเมนต์ป้องกันน้ำซึม ด้านกว้างและด้านยาวของถังหมักมีความยาวด้านละ 1.00 เมตร ความลึก 1.20 เมตร ร ระดับต่ำจากปากถังหมักโดยรอบทำเป็นผนังกั้นก๊าซมีลักษณะเป็นปีกยื่นออกมา 5 ซ.ม. จากผนังของถังหมักโดยด้านล่างทำเป็นมุมเอียงลาดเพื่อให้ช่วยหักเหทิศทางของฟองก๊าซไปสู่บริเวณส่วนกลางของฝาผนังหมัก ช่วยทำให้สามารถรวบรวมก๊าซที่เกิดขึ้นภายในถังหมักหมดได้ระบายผ่านฝาผนังไปเก็บยังถังเก็บก๊าซได้ตรงกึ่งกลางด้านข้างของถังหมักที่ระดับต่ำกว่าปากถังหมัก 5 ซ.ม. มีท่อน้ำล้นเป็นท่อพลาสติก พี.วี.ซี. ขนาด 2 นิ้ว วางไว้สำหรับระบายน้ำล้นออกจากถังหมักไปเก็บไว้ยังบ่อน้ำล้นด้านข้างของถังหมัก ฝาถังหมักแบบ ส.ส. 2 นี้เป็นฝาสี่เหลี่ยมซึ่งออกแบบให้มีส่วนยื่นเป็นปีกแช่อยู่ในของเหลว นี้มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความยาวด้านละ 95 ซ.ม. ปีกที่ยื่นลึกลงไปในของเหลวมีขนาด 17.5 ซ.ม. ที่เติมของเหลวทำเป็นกรวยต่อติดกับท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซ.ม. โดยมีส่วนล่างสุดเป็นข้องอโค้ง 90 องศา ติดอยู่ปลายทำหน้าที่ป้องกันก๊าซลอยขึ้นมาตามบ่อฝาปิดถังหมักส่วนล่างทั้งหมดแช่อยู่ในของเหลวในถังหมัก

ชุดเครื่องหมักแบบ ส.ส. 2 นี้มีชุดเก็บก๊าซซึ่งประกอบด้วยถังก๊าซลอยขึ้นลงอยู่ในถังน้ำและถังก๊าซดังกล่าวนี้เป็นถังทรงกระบอกกลมทำด้วยแผ่นสังกะสี ถังน้ำมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 1,20 เมตร สูง 1.30 เมตร ถังก๊าซเส้นผ่าศูนย์กลาง1.00 เมตร สูง 1.35 เมตร ด้านข้างของถังก๊าซมีโซ่ยึดก้นถังก๊าซพร้อมด้วยก๊อกขนาด ½ นิ้ว เชื่อมติดอยู่ 2 ชุด โดยใช้เป็นท่อนำก๊าซจากฝาถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 30 ซ.ม. หรือ 1 ฟุต เพื่อใช้เป็นส่วนของขอบปากถังส่วนบน ที่ส่วนล่างของปลายท่อน้ำล้นควรทำเป็นถังเพื่อรองรับน้ำที่ล้นออกจากถังหมัก เนื่องจากเมื่อมีการเติมของเหลวที่ใช้มักลงยังมีสำหรับเติมของเหลว ของเหลวที่เติมลงไปใหม่นั้นจะไหลผ่านท่อเข้าสู่ภายในถังหมัก ณ บริเวณใกล้ ๆ กับถังหมัก ดังนั้นของเหลวเก่าหรือของเหลวที่ผ่านการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในถังหมักแล้วก็จะถูกขับดันให้ไหลล้นออกมา โดยเฉพาะของเหลวส่วนบน ๆ ของถังหมักก็จะไหลออกทางท่อน้ำล้นและไปรวมอยู่ในถังน้ำล้นข้าง ๆ ถังหมักนั่นเอง ของเหลวดังกล่าวนี้จะมีอินทรีย์วัตถุที่เป็นประโยชน์แก่พืชคือปุ๋ยอินทรีย์ปะปนอยู่ด้วย ของเหลวที่ไหลล้นออกมานี้เป็น "น้ำปุ๋ย" ที่สามารถนำไปใช้ได้ทันทีโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ดินและพืช แต่จะช่วยเพิ่มแร่ธาตุและเกลือแร่ที่เป็นประโยชน์อย่างอื่น ๆ แก่พืชได้เป็นอย่างดีอีกด้วย สำหรับถังหมักแบบตั้งบนพื้นดินที่ด้านข้างของถัง ณ ระดับก้นถังหมักแล้วต่อท่อระบายตะกอนออกจากถังไว้ใช้โดยทำเป็นท่อซึ่งมีประตูน้ำปิด- เปิดไว้สำหรับระบายตะกอนออกจากก้นถังหมักให้ไหลไปรวมกันในบ่อตะกอนซึ่งฝังไว้ในดินบริเวณด้านข้างอีกด้านหนึ่งของถังหมัก เนื่องจากการหมักก๊าซชีวภาพจะต้องมีการเติมอินทรียวัตถุผสมน้ำไปทุก ๆ วันกากอินทรียวัตถุที่เหลือค้างจากการย่อยสลายก็จะจมลงสู่ก้นถังหมัก ดังนั้นเมื่อทำการหมักไปได้นานพอสมควร เช่น 3-6 เดือน ก็สามารถที่จะเปิดประตูน้ำเพื่อระบายกากตะกอนออกจากก้นถังได้ ซึ่งกากตะกอนนี้ถ้าตักขึ้นจากบ่อตะกอนและนำไปตากแดดให้แห้งก็สามารถเก็บไว้ใช้เป็น "เนื้อปุ๋ย" ได้เป็นอย่างดี เพราะกากตะกอนดังกล่าวนี้นอกจากจะมีแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์แก่พืชอยู่ด้วยแล้วยังจะช่วยปรับปรุงในการบำรุงดินได้เป็นอย่างดี จะช่วยทำให้ดินโปร่งมีลักษณะร่วนซุยและไม่ทำให้ดินเป็นกรดเหมือนปุ๋ยเคมีอีกด้วย ส่วนถังหมักแบบฝังบางส่วนไว้ในดินไม่อาจจะทำการระบายตะกอนออกได้ ในขณะที่เติมของเหลวใหม่ลงไป จะมีเพียงกากเบาๆ หลุดลอยปะปนมากับของเหลวที่เรียกว่าน้ำล้นเท่านั้น ดังนั้น เมื่อถังหมักถูกใช้ไปนานๆและปริมาณของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ลดลงจำนวนลง เนื่องจากมีการสะสมของกากตะกอนในถังหมักมากขึ้น ก็จำเป็นต้องทำการถ่ายของเหลวออกจากถังหมัก ด้วยการตักของเหลวและกากตะกอนออก ซึ่งก็ต้องหยุดการผลิตก๊าซชีวภาพลงชั่วคราวด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่สำหรับเก็บก๊าซหรืออาจเรียกเป็นภาษาง่าย ๆ ว่า "ถังก๊าซ" หมายถึงส่วนที่ทำขึ้นเพื่อใช้เป็นที่สำหรับเก็บรวบรวมฟองก๊าซที่ค่อย ๆ เกิดขึ้นทีละน้อย ๆ จากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ที่ทำการย่อยสลายของอินทรียวัตถุที่อยู่ในรูปของเหลวในถังหมักดังนั้นถังก๊าซจึงจำเป็นต้องทำด้วยวัสดุที่สามารถเก็บก๊าซไว้ได้โดยไม่รั่วหรือซึม เช่นเหล็กไร้สนิม เหล็กแผ่นเรียบ เหล็กแผ่นชุบสังกะสี พลาสติก ไฟเบอร์ก๊าซ และไฟเบอร์ก๊าซซีเมนต์ เป็นต้น ถังก๊าซที่นิยมใช้กันแพร่หลายในปัจจุบันคือถังก๊าซลอยขึ้นลงอยู่ในถังน้ำ โดยทำเป็นถังก้นตันปากเปิด ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกันกับถังหมักแต่มีขนาดเล็กกว่าเล็กน้อยเพื่อให้ลอยขึ้นลงได้สะดวก ถังก๊าซดังกล่าวนี้จะวางคว่ำปากลงเพื่อรอรับก๊าซที่เกิดขึ้นจากภายในถังหมัก ดังนั้นที่ก้นถังของก๊าซจึงจำเป็นจะต้องมีท่อก๊าซพร้อมด้วยท่อปิด – เปิด เชื่อมต่อไว้เพื่อใช้เป็นทางระบายก๊าซชีวภาพไปใช้ได้ตามที่ต้องการ

ถังก๊าซที่ทำด้วยเหล็กแผ่นเรียบมีข้อเสียตรงที่เกิดสนิมง่าย ผุเร็ว จึงทำให้มีอายุการใช้ได้ไม่ทนทานเท่าที่ควร โดยเฉพาะถังก๊าซที่ทำด้วยเหล็กชนิดที่ลอยขึ้นลงอยู่ในของเหลวในถังหมักจะเกิดสนิมและผุได้เร็วมาก การแก้ไขที่ควรกระทำก็คือ ก่อนใช้จะต้องทาด้วยสีป้องกันสนิมอย่างอื่น ๆ เช่น ยางมะตอยหรือยางแอสฟัลท์ ควรยกถังก๊าซขึ้นล้างทำความสะอาดและทาสีกันสนิมซ้ำ ๆ ทุก ๆ รอบ 1 ปี จะช่วยทำให้ถังก๊าซที่ทำด้วยเหล็กแผ่นเรียบมีอายุการใช้งานทนทานมากยิ่งขึ้น ถังก๊าซที่ทำด้วยเหล็กไร้สนิม มีราคาแพงแต่ใช้ได้ทนทานดี ถังก๊าซที่ทำด้วยเหล็กแผ่นเรียบบาง ๆ ชุบสังกะสี หรือเป็นที่รู้จักกันดีในชื่อที่มักจะเรียกกันติดปากว่า "แผ่นสังกะสี" นั้น มีความทนทานต่อการเกิดสนิมได้ดีพอควร ซึ่งถ้าได้ทาด้วยสีกันสนิมหรือยางมะตอยด้วยแล้ว ก็จะช่วยให้มีอายุการงานยาวนานมากยิ่งขึ้น ข้อเสียของถังที่ทำด้วยสังกะสีก็คือมีน้ำหนักเบา ดังนั้น เมื่อถูกก๊าซดันให้ลอยขึ้น เมื่อต้องการเปิดก๊าซผ่านท่อก๊าซเพื่อนำก๊าซไปใช้ ก๊าซที่ไหลไปตามเส้นท่อจากถังก๊าซดันให้ลอยขึ้น เมื่อต้องการเปิดก๊าซผ่านท่อก๊าซเพื่อนำก๊าซไปใช้ ก๊าซที่ไหลไปตามเส้นท่อจากถังสังกะสีนั้นก็จะมีแรงดันต่ำหรือน้อยเกินไป ทำให้ก๊าซที่นำไปใช้หุงต้มนั้นแรงไม่พอเปลวไฟมีน้อยเกินไป จำเป็นจะต้องหาสิ่งของที่มีน้ำหนักมากมาวางบรรทุกลงบนฝาถังก๊าซให้มากพอที่จะเกิดเป็นแรงขับดันก๊าซถังไปตามเส้นท่อได้อย่างพอเพียงตามที่ต้องการ การใช้สิ่งของที่มีน้ำหนักมาใช้เป็นน้ำหนักบรรทุกดังกล่าวนี้ นิยมใช้ยางนอกรถยนต์เก่า ๆ ท่อนไม้ ก้อนอิฐ ก้อนหิน ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลเทคนิคพลังงานขยะ

เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

การใช้กระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในการจัดการขยะมูลฝอยชุมชน โดยทั่วไปสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1. การบำบัดขั้นต้น (Pre-treatment/Front-end Treatment) ซึ่งประกอบด้วยการคัดแยก (Sorting) ขยะมูลฝอยอินทรีย์จากขยะมูลฝอยรวม หรือการคัดแยกสิ่งปะปนออกจากขยะมูลฝอยอินทรีย์ และลดขนาด (Size Reduction) ของขยะมูลฝอยอินทรีย์ให้เหมาะสมสำหรับการย่อยสลาย และเพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอ (Homogeneity) ของสารอินทรีย์ที่จะป้อนเข้าสู่ระบบ (Feed Substrate) รวมทั้งเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับระบบ ซึ่งโดยทั่วไประบบบำบัดขั้นต้นสำหรับเทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ (1) Dry Separation Process ซึ่งมักจะใช้ Rotary Screen เป็นอุปกรณ์สำคัญในการคัดแยกขยะมูลฝอยอินทรีย์ และใช้ Shredder ในการบดย่อยขยะมูลฝอยอินทรีย์ให้มีขนาดเหมาะสำหรับการย่อยสลาย (2) Wet Separation Process จะใช้หลักการคัดแยกสิ่งปะปนออกจากขยะมูลฝอยอินทรีย์โดยวิธีการจม-ลอย (Sink-Float Separation) ซึ่งส่วนใหญ่จะมีอุปกรณ์สำคัญที่เรียกว่า Pulper ทำหน้าที่ในการคัดแยกและบดย่อยขยะมูลฝอยอินทรีย์

2. การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ซึ่งเป็นขั้นตอนการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะมูลฝอยอินทรีย์สำหรับนำไปใช้เป็นพลังงาน และเพื่อทำให้ขยะมูลฝอยอินทรีย์ถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นอินทรียวัตถุที่มีความคงตัว ไม่มีกลิ่นเหม็น ปราศจากเชื้อโรคและเมล็ดวัชพืช โดยอาศัยการทำงานของจุลินทรีย์ในสภาพที่ไร้ออกซิเจน ซึ่งขั้นตอนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนนี้สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภทหลักๆ คือ Dry Digestion Process และ Wet Digestion Process ซึ่งมีการควบคุมการป้อนสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบให้ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid Content) ให้เป็นประมาณร้อยละ 20-40 และน้อยกว่าร้อยละ 20 ตามลำดับ

3. การบำบัดขั้นหลัง (Post-treatment) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นขั้นตอนการจัดการกากตะกอนจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนให้มีความคงตัวมากขึ้น เช่น การนำไปหมักโดยใช้ระบบหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศ รวมทั้งการคัดแยกเอาสิ่งปะปนต่างๆ เช่น เศษพลาสติกและเศษโลหะออกจาก Compost โดยใช้ตะแกรงร่อน ตลอดจนการปรับปรุงคุณภาพของ Compost ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืช เช่น การอบเพื่อฆ่าเชื้อโรคและลดความชื้น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานที่ผลิตได้จากเทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

โดยทั่วไปการใช้เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในการบำบัดขยะมูลฝอยอินทรีย์ 1 ตัน จะได้ก๊าซชีวภาพประมาณ 100-200 ลูกบาศก์เมตร ก๊าซชีวภาพที่ได้จะมีมีเทนเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 55-70 และมีค่าความร้อนประมาณ 20-25 เมกะจูลต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งพลังงานประมาณร้อยละ 20-40 ของพลังงานของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ จะถูกนำมาใช้ในระบบทั้งในรูปของพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน และจะมีพลังงานไฟฟ้าส่วนที่เหลือประมาณ 75-150 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตันขยะ ที่สามารถส่งออกไปจำหน่ายได้

จุดเด่นของเทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน

1. ทางด้านสิ่งแวดล้อมและการจัดการของเสีย

- เป็นเทคโนโลยีการบำบัดขยะมูลฝอยที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- สามารถแก้ปัญหากลิ่นเหม็น สัตว์พาหะนำโรคที่เกิดจากการกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่ถูกหลักวิชาการ
- เป็นการหมุนเวียนขยะมูลฝอยอินทรีย์กลับมาใช้ใหม่ในรูปของสารปรับสภาพดิน
- ลดการใช้พื้นที่ในการกำจัดขยะมูลฝอย เมื่อเทียบกับระบบฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล และระบบหมักปุ๋ยแบบใช้อากาศแบบดั้งเดิม (Conventional Anaerobic Composting)
- สามารถใช้บำบัดขยะมูลฝอยอินทรีย์ในที่ซึ่งการฝังกลบขยะมูลฝอยอินทรีย์ในพื้นที่ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลไม่เป็นที่ยอมรับ
- สามารถลดปริมาณขยะมูลฝอยที่จะต้องกำจัดในขั้นตอนสุดท้าย
- สามารถหมักร่วมกับของเสียอินทรีย์ประเภทอื่น (Co-digestion) เช่น เศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มูลสัตว์ต่างๆ และของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

2. ทางด้านพลังงาน

- เป็นเทคโนโลยีในการบำบัดขยะมูลฝอยซึ่งสามารถให้พลังงานสุทธิ (Net Energy Producer)
- มีศักยภาพในการผลิตพลังงานจาก "ขยะเปียก" ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับการเผาเพื่อผลิตพลังงาน มีศักยภาพที่จะได้รับผลตอบแทนทางการเงินและเศรษฐศาสตร์สูง โดยเฉพาะเมื่อพลังงานชนิดอื่นมีราคาสูง และรัฐมีมาตรการส่งเสริมการผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การใช้เทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนในการบำบัดและผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยในประเทศไทย</u>

ปัจจุบันในประเทศไทยได้เริ่มมีการนำเทคโนโลยีย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนมาใช้ในการบำบัดและผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอยชุมชน เช่น โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และพลังงานจังหวัดระยอง ของเทศบาลนครระยอง และโครงการศูนย์กำจัดขยะมูลฝอยรวมจังหวัดชลบุรี ขององค์การบริหารส่วนจังหวัดชลบุรี

<u>เทคโนโลยีการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะ</u>

กระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากขยะ (MSW Gasification) เป็นกระบวนการทำให้ขยะเป็นก๊าซโดยการทำปฏิกิริยาสันดาปแบบไม่สมบูรณ์ (partial combustion) กล่าวคือสารอินทรีย์ในขยะจะทำปฏิกิริยากับอากาศหรือออกซิเจนปริมาณจำกัด ทำให้เกิดก๊าซซึ่งมีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจนและมีเทน เรียกว่า producer gas ในกรณีที่ใช้อากาศเป็นก๊าซทำปฏิกิริยา ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะมีค่าความร้อนต่ำประมาณ 3 – 5 MJ/Nm3 แต่ถ้าใช้ออกซิเจนเป็นก๊าซทำปฏิกิริยา ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะมีค่าความร้อนสูงกว่าคือ ประมาณ 15 – 20 MJ/Nm3

<u>กระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิง</u>

กระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากเชื้อเพลิงแข็งประกอบไปด้วยกระบวนการสลายตัว (decomposition) และกระบวนการกลั่นสลาย (devolatilization) ของโมเลกุลสารอินทรีย์ในขยะ ที่อุณหภูมิสูงประมาณ 1,200 – 1,400 °C ในบรรยากาศที่ควบคุมปริมาณออกซิเจน เพื่อผลิตสารระเหยและถ่านชาร์ ในขั้นตอนของกระบวนการกลั่นสลายหรือที่เรียกว่าไพโรไลซิส (pyrolysis) ขยะจะสลายตัวด้วยความร้อนเกิดเป็นสารระเหยเช่น มีเทน และส่วนที่เหลือยังคงสภาพของแข็งอยู่เรียกว่า ถ่านชาร์ สารระเหยจะทำปฏิกิริยาสันดาปแบบไม่สมบูรณ์ต่อที่อุณหภูมิสูงหรือปฏิกิริยาทุติยภูมิ (secondary reaction) ในขณะที่ถ่านชาร์จะถูกก๊าซชิฟายต่อโดยอากาศ ออกซิเจน หรือไอน้ำ ได้เป็นก๊าซเชื้อเพลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบของก๊าซเชื้อเพลิง ซึ่งปัจจัยหลักที่จะกำหนดการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวคืออุณหภูมิภายในเครื่องปฏิกรณ์ เช่น ถ้า residence time ในบริเวณ hot zone ของเครื่องปฏิกรณ์น้อยเกินไป หรืออุณหภูมิต่ำเกินไป จะทำให้โมเลกุลขนาดกลางไม่เกิดการสันดาปและจะหลุดออกไปเกิดการควบแน่นที่บริเวณ reduction zone เป็นน้ำมันทาร์

รูปแบบการใช้งานก๊าซเชื้อเพลิง (เช่น ให้ความร้อนโดยตรง ผลิตไฟฟ้า หรือใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับพาหนะ) จะเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบของก๊าซเชื้อเพลิง การกำจัดปริมาณของน้ำมันทาร์และฝุ่นละอองในก๊าซเชื้อเพลิง ปัจจัยที่กำหนดสัดส่วนองค์ประกอบของก๊าซเชื้อเพลิงคือ ชนิดของเครื่องปฏิกรณ์ สภาวะความดันและอุณหภูมิ และคุณลักษณะของขยะ คุณลักษณะของขยะจะเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมทางด้านเคมีความร้อนของเครื่องปฏิกรณ์ในแง่ของประสิทธิภาพของระบบและคุณภาพของก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้ ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้สามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์สันดาปภายใน การเผาในกังหันก๊าซ หรือหม้อไอน้ำ

<u>การผลิตพลังงานจากขยะมูลฝอย โดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะ</u>

เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) เป็นการพัฒนาและปรับปรุงระบบฝังกลบขยะมูลฝอยเพื่อลดการปล่อยออก (Emission) ของก๊าซมีเทนที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) ภายในหลุมฝังกลบ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas : GHG) ที่ก่อให้เกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก หรือภาวะโลกร้อน (Global Warming) ดังนั้นโครงการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยซึ่งเป็นการกู้คืนมีเทน (Methane Recovery) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถลดปัญหาดังกล่าว และเป็นการทดแทนการใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลในการผลิตพลังงาน ทั้งนี้ควรมีการพิจารณาปัจจัยหลักต่างๆ ดังนี้ ปริมาณขยะมูลฝอยในพื้นที่ฝังกลบตลอดอายุการดำเนินงานฝังกลบ (เฉลี่ยประมาณ 20 ปี) ที่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าควรมีปริมาณไม่น้อยกว่า 1 ล้านตันขึ้นไป (อ้างอิงจาก Landfill Methane Outreach Program: LMOP โดย U.S.EPA.) เนื่องจากปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณขยะมูลฝอยที่นำมาฝังกลบในพื้นที่โครงการ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความลึกของชั้นฝังกลบขยะมูลฝอยซึ่งควรมีความลึกมากกว่า 12 เมตรขึ้นไป รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ องค์ประกอบขยะมูลฝอย สภาวะไร้ออกซิเจนในพื้นที่ฝังกลบ ความชื้น สภาพความเป็นกรด และอุณหภูมิ โดยกลุ่มประเทศที่มีการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยกันมาก ได้แก่ ประเทศในกลุ่มยุโรป อเมริกา แคนาดา ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ และประเทศในแถบเอเชีย (เกาหลีใต้ ฟิลิปปินส์ เป็นต้น)

สำหรับประเทศไทยเองได้มีการริเริ่มโครงการนำร่องขึ้นในปี พ.ศ. 2538 โดยศูนย์ปฏิบัติการวิศวกรรมพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้เริ่มดำเนินโครงการบำบัดและใช้ประโยชน์จากขยะ โดยได้รับงบประมาณจากมูลนิธิชัยพัฒนาเพื่อจัดตั้งกองทุนบำบัดและใช้ประโยชน์จากขยะตามแนวพระราชดำริพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ซึ่งมีเป้าหมายในการผลิตกระแสไฟฟ้าขนาด 870 กิโลวัตต์จากพื้นที่ประมาณ 65 ไร่ ของแหล่งฝังกลบขยะอย่างถูกหลักสุขาภิบาลกำแพงแสน และอยู่ห่างจากโรงไฟฟ้าซึ่งตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน 1.7 กิโลเมตร ปัจจุบันอยู่ระหว่างการเริ่มต้นดำเนินโครงการระยะที่ 3 เพื่อเดินเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้าเครื่องที่ 1 ขนาดกำลังผลิต 435 กิโลวัตต์

<u>เทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาล</u>

1. <u>หลักการทำงานของเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากหลุมฝังกลบฯ</u> ก๊าซชีวภาพที่ได้จากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย เกิดจากปฏิกิริยาการย่อยสลายทางชีวเคมีของขยะมูลฝอยในบริเวณหลุมฝังกลบ โดยช่วงแรกจะเป็นการย่อยสลายแบบใช้อากาศ จากนั้นจึงเป็นการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศทำให้ได้ก๊าซมีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไนโตรเจน โดยปริมาณของก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จะมีมากกว่าก๊าซชนิดอื่นๆ ซึ่งถ้ามีความเข้มข้นมีเทนมากกว่า 50% ขึ้นไป จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานได้

2. <u>องค์ประกอบของเทคโนโลยีการผลิตพลังงานจากหลุมฝังกลบฯ</u> ได้แก่

1. ระบบบำบัดขั้นต้น (Pre-treatment System) ได้แก่ การคัดแยก การบดย่อยขยะมูลฝอยให้มีขนาดเล็กลง เพื่อปรับปรุงลักษณะสมบัติขยะมูลฝอย ลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาการบำบัดน้ำชะขยะ/การปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม เพิ่มอัตราการผลิตก๊าซมีเทน และช่วยให้มีการทรุดตัวของขยะมูลฝอยดีขึ้น

2. การดำเนินการฝังกลบในพื้นที่ ได้แก่ ระบบฝังกลบแบบพื้นที่ (Area Method) การฝังกลบแบบร่อง (Trench Method) และการฝังกลบแบบบ่อ (Ram Method)

3. ระบบควบคุมทางด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ระบบรวบรวมน้ำชะขยะ (Leachate Collection System) ระบบบำบัดน้ำเสีย และระบบติดตามตรวจสอบน้ำใต้ดิน (Groundwater Monitoring System) และน้ำผิวดิน

4. ระบบรวบรวมก๊าซชีวภาพ ได้แก่ Passive System เป็นระบบควบคุมก๊าซชีวภาพที่ง่ายที่สุด มักจะใช้งานกับสถานที่ฝังกลบขนาดเล็ก, Active System มักถูกประยุกต์ใช้งานกับสถานที่ฝังกลบขนาดกลางหรือใหญ่ และ Physical Barrier เพื่อป้องกันก๊าซชีวภาพแพร่กระจายออกทางผิวหน้าของหลุมฝังกลบ ซึ่งรวมถึงระบบติดตามตรวจสอบการรั่วไหลของก๊าซชีวภาพ (Perimeter Monitoring System) จากพื้นที่ฝังกลบ

5. ระบบผลิตพลังงานจากก๊าซชีวภาพ ทางเลือกในการใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพที่ได้จากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยมีอยู่ 3 แนวทาง คือ การใช้ประโยชน์ในพื้นที่โครงการหรือพื้นที่ใกล้เคียงในรัศมีไม่เกิน 3 กิโลเมตร การผลิตกระแสไฟฟ้า (Electricity Generation) โดยใช้ IC Engine หรือ Gas Engine และการส่งเข้าสู่ระบบท่อก๊าซ (Pipeline Injection) ในรูปของก๊าซคุณภาพปานกลาง (30-50%มีเทน) หรือก๊าซคุณภาพสูง (95%มีเทน)

6. การปิดพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอย แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ การปิดชั้นฝังกลบรายวัน (Daily Cover) การปิดชั้นฝังกลบบริเวณด้านบนและด้านข้าง (Intermediate Cover) และการปิดชั้นฝังกลบขั้นสุดท้าย (Final Cover)

ทั้งนี้ในการออกแบบระบบฝังกลบขยะมูลฝอยแบบถูกหลักสุขาภิบาลนั้นจะเป็นไปตามมาตรฐานเกณฑ์การออกแบบที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษและมาตรฐานสากล สำหรับการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. <u>จุดเด่นของการผลิตพลังงานโดยใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย</u>

1. ด้านเทคนิค

- สามารถใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพที่ได้หลุมฝังกลบขยะมูลฝอยได้หลายทาง เช่น การนำไปผลิตเป็นพลังงานกระแสไฟฟ้า ใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงทดแทนก๊าซธรรมชาติ ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อไอน้ำในงานอุตสาหกรรม ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะโดยผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพก๊าซและทำให้เป็นของเหลว ผลิตเป็นเอธานอล และใช้เป็นแหล่งไฮโดรเจนสำหรับเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell)

- ลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล โดยใช้ก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานทดแทน

- ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของเจ้าของโครงการ เนื่องจากมีรายได้จากการขายไฟฟ้ามาทดแทนลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล โดยใช้ก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานทดแทน

2. ด้านสิ่งแวดล้อม

- ช่วยลดปัญหาเหตุเดือดร้อนรำคาญเนื่องจากกลิ่น แมลง และสัตว์พาหะนำโรค

- ลดปัญหาความเสี่ยงของความเป็นพิษและสารก่อมะเร็ง (Carcinogenic Substance)ในก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย

- ลดความเสี่ยงจากการเกิดระเบิดและไฟไหม้จากก๊าซชีวภาพที่เกิดจากหลุมฝังกลบ

- ลดสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย(Volatile Organic Compounds)

- ช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนที่เกิดจากการระเหยก๊าซมีเทนจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย

4. <u>พลังงานที่ผลิตได้จากการใช้ก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย</u>

พลังงานที่ผลิตได้จากระบบขึ้นอยู่กับปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ปริมาณและลักษณะคุณสมบัติขยะมูลฝอย การดำเนินงานฝังกลบในพื้นที่และความหนาแน่นของชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝังกลบขยะมูลฝอย ความชื้น และระบบการจัดการก๊าซชีวภาพที่เกิดจากหลุมฝังกลบ (ประสิทธิภาพระบบรวบรวมก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบเฉลี่ยประมาณ 70-85%) และระบบผลิตพลังงานที่เลือกใช้ โดยปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย จากการประเมินด้วยวิธีการคาดการณ์ต่างๆ กันมีดังนี้ (U.S.EPA., November 1996)

- วิธีการประเมินคร่าวๆ (Rough Estimation) จะเกิดก๊าซชีวภาพประมาณ 6-18 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี สำหรับปริมาณขยะในพื้นที่ 1-3 ล้านตัน

- แบบจำลองการย่อยสลายลำดับที่ 1 (First Order Decay Model) จะเกิดก๊าซชีวภาพประมาณ 7-32 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี สำหรับปริมาณขยะในพื้นที่ 1-3 ล้านตัน

- ประเมินจากปริมาณขยะที่นำมาฝังกลบในพื้นที่ (Waste In Place Model) จะเกิดก๊าซชีวภาพประมาณ 9-20 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี สำหรับปริมาณขยะในพื้นที่ 1-3 ล้านตัน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นวัตกรรมด้านการใช้พลังงานทดแทน

ถ่านวิทยาศาสตร์

ลักษณะของถ่านวิทยาศาสตร์

ถ่านไม้...ก็ไม่รู้ว่าจะเป็นพลังงานหลัก หรือว่าทดแทน ถ้าจะว่า "ทดแทน" หรือก็เชื่อว่ามนุษย์โลก รู้จักใช้ถ่านมาก่อนปิโตรเลียม หรือก๊าซ... แต่ถ้าจะว่าเป็น "หลัก" ในยามนี้ก็นำมาใช้กันในครัวเรือนน้อยเหลือเกิน...

..อย่างไรก็แล้วแต่ ในยามที่ทรัพยากรธรรมชาติ เริ่มลดปริมาณลงไป มนุษย์ผู้เจริญก็หันไปมองหาสิ่งต่างๆ ที่จะนำมาเป็นพลังงาน โดยเฉพาะวัสดุที่เหลือหรือว่าทิ้งแล้ว... เพื่อที่จะได้คุณประโยชน์อย่างเต็มที่

ร.อ.พีระ เลี่ยมเจริญ นายทหารสังกัดกรมการทหารสื่อสาร ถนนพระราม 5 แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต กทม. เป็นผู้หนึ่งที่ได้ทำการคิด ประดิษฐ์ถ่านวิทยาศาสตร์ผสมเคมีให้เป็นตัวเชื้อเพลิงขนาดเล็ก สำหรับใช้ในครัวเรือน...ที่ให้พลังงานเทียมเท่ากับถ่านก้อนขนาดใหญ่ และใช้ได้นานถึง 90 นาที

ถ่านชนิดนี้ผลิตจากวัตถุดิบ ที่เป็นวัชพืชทั่วไป 2 กลุ่มคือจาก ไม้เนื้ออ่อน เช่น ผักตบชวา หญ้าคา ฟางข้าว ซังข้าวโพด ขี้เลื่อยทางมะพร้าวต้นปาล์ม ต้นอ้อ ฯลฯ และ ไม้เนื้อแข็ง อย่างพวกกะลามะพร้าว กะลาปาล์ม แกลบและไม้เนื้อแข็งอื่นๆ ทุกชนิดทุกประเภท

นำเอาวัชพืชทั้ง 2 กลุ่มนี้ไปเผาให้เป็นผงถ่าน แล้วนำมาบด ให้ละเอียดแล้ว ก็นำมาผสมกันกับเคมีอาหารอีก 3 ชนิด โดยไม่มีการนำเคมีเทคนิคหรือเคมีที่ผลิต จากกระบวนการปิโตรเคมีแต่อย่างใด เมื่อผสมกันจนเข้าเนื้อแล้วก็นำไปขึ้นรูปอัดแท่งตามขนาดที่ต้องการ ขนาดที่ใช้กันทั่วๆไปก็กว้าง 25 มิลลิเมตร ยาว 35 มิลลิเมตร และหนา 12 มิลลิเมตร เท่านั้น จากนั้นก็เข้าสู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการนำเข้าไปอบไล่ความชื้นจนแห้ง แล้วทำการเคลือบด้วยสีประเภทสคลีนเพ็นติ้งอิ้งเพียงบางๆ แล้วอบซ้ำด้วยหลอดอินฟราเรด...จากนั้นก็นำไปใช้งานได้

ถ่านวิทยาศาสตร์ก้อนนี้ สามารถติดไฟได้ภายใน 1 นาที ให้พลังงานความร้อนสูงมาก และจะไม่ดับกลางคัน ไม่มีกลิ่นหรือควันใดๆรบกวน แม้จะนำไปใช้ ภายในห้องปรับอากาศ ไม่ทำ ให้แสบจมูกหรือระคายเคืองสายตา เหมือนถ่านอัดแท่งทั่วๆไป... ระหว่างเผาไหม้ ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถเก็บไว้ใช้งานได้นานกว่า 5 ปี โดยไม่เสื่อมคุณภาพ จับต้องไม่สกปรกเปรอะเปื้อนมือ

ปัจจุบันถ่านวิทยาศาสตร์ก้อนนี้ ยังไม่แพร่หลายในเมืองไทย แต่ว่าได้นำไปเปิดตัว ที่ตะวันออกกลาง คนอาหรับรู้จักถ่านวิทยาศาสตร์ ในชื่อว่า "อาหรับโคล์" และก็มี ร.อ.พีระ เลี่ยมเจริญ เพียงรายเดียวเท่านั้น ที่ผลิตส่งไปขาย... ก็ยังไม่พอเพียงกับความต้องการ....

...ติดต่อขอความรู้และข้อมูลเพิ่มเติมได้ 149/191-105 (รร.ส.สส.) ถ.พระราม 5 แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต กทม.10300 โทร.0-9715-5100 (นอกเวลาราชการ).

ส่วนหนึ่งของวัตถุดิบ

ร.อ.พีระกับเพื่อนในขณะตรวจสอบคุณภาพ

(**ที่มา** นสพ.ไทยรัฐ ปีที่ 56 ฉบับที่ 17391 วันศุกร์ที่ 2 กันยายน 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกพลังงานทางเลือกไฟฟ้าเตาเผาขยะ

ดร.จำนงค์ สรพิพัฒน์ แห่ง สถาบันบัณฑิตวิทยาลัย ร่วมด้านพลังงาน(JGSEE) ประกาศฟันธงกลางที่ประชุม "พลังงานทดแทน เส้นทางสู่การแก้วิกฤติฯ" เมื่อปลายเดือนสิงหาคม ที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ว่า อีกไม่นานราคาน้ำมันดิบจะแพงขึ้นถึง 70 เหรียญสหรัฐฯ คนไทยอาจได้ใช้น้ำมันลิตรละ 30-35 บาท

นักพลังงานผู้นี้ เคยคาดการณ์ตรงเผงมาแล้ว เมื่อเดือนมีนาคมที่ผ่านมา เขาบอกว่า คอยดูราคาน้ำมันดิบในตลาดโลก จะแตะระดับ 60 เหรียญฯ ต่อบาร์เรล ไม่กี่เดือน ก็เป็นจริงตามนั้น คราวนี้เขาฟันธงใหม่ "หลังจากราคาน้ำมันดิบพุ่งไปถึงบาร์เรลละ 70 เหรียญฯ ราคาจะเริ่มอ่อนตัวลง" "เหตุผลที่น้ำมันดิบแพงขึ้น ไม่ใช่เพราะน้ำมันหมดไปจากโลก ทุกวันนี้ยังมีการค้นพบแหล่งน้ำมันใหม่ๆ แต่ด้วยกลไกทางธุรกิจ เจ้าของบ่อน้ำมัน จะผลิตก็ต่อเมื่อเห็นว่าได้ราคา"

อาจารย์จำนงว่า เวลานี้โลกยังไม่ถึงกับขาดแคลนน้ำมัน แต่ต้องใช้น้ำมันในราคาที่แพงขึ้น การพบบ่อน้ำมันใหม่ๆ แต่ยังไม่มีการพัฒนาบ่อ เป็นเพราะเจ้าของบ่อน้ำมันรู้ดีว่า พัฒนาเมื่อไร จะทำให้โลกมีปริมาณน้ำมันมากขึ้น

"ยังไม่ต้องไปพูดไกลถึงเทคโนโลยีลูกผสมในรถยนต์ยุคใหม่ ที่ใช้ เครื่องยนต์ไฮบริด (เติมน้ำมัน 1 ลิตร วิ่งได้ 75 กม.) เพราะราคายังแพงมาก กว่าจะนำมาใช้แพร่หลาย ต้องรออีกอย่างต่ำ 5-10 ปี ถึงเทคโนโลยีนี้แจ้งเกิดแล้ว อีกนาน คนส่วนใหญ่ก็ยังต้องใช้รถยนต์ ระบบเก่า"

อ.จำนงสรุปว่า ปัญหาก็คือ ควรตอบคำถามให้ได้ก่อน ทุกวันนี้เราใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพแล้วหรือยัง หาพลังงานตัวอื่นมาทดแทนน้ำมันได้แล้วหรือยัง และเปลี่ยนรูปแบบโครงสร้างการคมนาคมขนส่ง จากระบบพึ่งถนนเป็นหลัก มาเป็นระบบรางแล้วหรือยัง 1 ใน 3 ปัญหาที่ ดร.จำนงฝากให้คิด มี "พลังงานทดแทนน้ำมัน" รวมอยู่ด้วย มาดูว่า วันนี้วิศวกรและนักวิจัยไทยทำอะไรกันบ้าง และพวกเขาประสบความสำเร็จกับการค้นหาพลังงานทางเลือกกันแค่ไหน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดร.อภิชัย เทอดเทียนวงษ์ แห่งคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หนึ่งในผู้วิจัย เซลล์เชื้อเพลิงต้นแบบ หรือ ฟูเอลเซลล์ (Fuel Cell) พลังงานทดแทนอีกตัว ที่ทั่วโลกหวังนำมาใช้สยบราคาน้ำมัน เล่าถึงความคืบหน้าว่า

หลักการทำงานของ "เซลล์เชื้อเพลิง" ก็คือ การผลิตอิเล็กตรอนจากปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าโดยผ่านก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจน ทางขั้วลบและขั้วบวก เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน จะได้พลังงานไฟฟ้า ประโยชน์ของพลังงานทางเลือกชนิดนี้ สามารถนำไปใช้ได้ทั้งในภาคอุตสาหกรรม คมนาคมขนส่ง และผลิตไฟฟ้า ลดการพึ่งพาน้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน "อุปสรรคใหญ่ของเซลล์เชื้อเพลิงมีอยู่อย่างเดียว คือ เวลานี้การลงทุนต่อหน่วยยังใช้ต้นทุนสูง เช่น ถ้าจะใช้ผลิตไฟฟ้าขาย มีต้นทุนแพงกว่าโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหิน น้ำมัน หรือก๊าซธรรมชาติ ประมาณ 2-3 เท่า" แต่ ดร.อภิชัยไม่ยอมจำนน เขาว่า แม้พลังงานตัวนี้จะเป็นเชื้อเพลิงแห่งโลกอนาคต และปัจจุบันยังมีต้นทุนที่จับไม่ลง แต่ก็นำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนในรูปแบบที่เหมาะสมได้ "โลกในอนาคต จะมีพลังงานเหลือให้ใช้น้อยลง รูปแบบการใช้พลังงานจึงมีความหลากหลาย ผสมผสาน และต้องนำมาใช้อย่างเกลี่ยกระจาย โดยสัดส่วนของพลังงานทดแทนจะสูงขึ้นเรื่อยๆ เซลล์เชื้อเพลิง ก็เป็นอีกทางเลือก"

ดร.อภิชัยว่า เวลานี้การวิจัยและพัฒนา "เซลล์เชื้อเพลิง" ในเมืองไทย ค่อนข้างคืบหน้า สิ่งที่ต้องทำต่อ คือ การผลิตอุปกรณ์กักเก็บไฮโดรเจน หรือสร้างหน่วยผลิตไฮโดรเจนขนาดเล็ก ที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก เหมาะจะนำไปใช้ในรถยนต์ หรือครัวเรือน "เวลานี้ในญี่ปุ่น เขาไม่ใช้โซลาร์เซลล์กันแล้ว หันมาใช้เซลล์เชื้อเพลิงแบบกรดฟอสฟอริกแทน เพราะให้ประสิทธิภาพผลิตไฟฟ้าใช้ในบ้านสูง 40-65 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับการเอาก๊าซ หรือถ่านหินไปเผา ผลิตไอน้ำปั่นไฟฟ้าได้ประสิทธิภาพแค่ 20-30 เปอร์เซ็นต์" "สำหรับเมืองไทย ถ้ารัฐบาลมีนโยบายที่ชัดเจน เช่น ประกาศไปเลยว่า พลังงานไฮโดรเจน จะต้องนำมาใช้ 0.1 หรือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ของพลังงานทั้งหมดในประเทศ ผู้วิจัยก็จะเห็นทิศทางชัดเจนขึ้นว่า จะเดินต่อไปทางไหน" ดร.อภิชัยทิ้งท้าย

"การใช้ความร้อนเปลี่ยนขยะให้เป็นพลังงาน" หรือดึงความร้อนจากการเผาขยะมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เป็นพลังงานทดแทนอีกรูปแบบที่น่าสนใจ แต่มักจะถูกต่อต้าน

ดร.สมรัฐ เกิดสุวรรณ แห่งคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้า พระนครเหนือ หนึ่งในผู้เชี่ยวชาญเทคโนโลยีนี้ บอกว่า เดี๋ยวนี้ไม่ต้องกลัวและต่อต้าน ที่เคยกังวลกันเป็นเพราะบางคนยังขาดความเข้าใจที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"ยกตัวอย่างสารพิษไดออกซิน ที่เตาเผาขยะปล่อยออกสู่อากาศ เดี๋ยวนี้เขามีเทคโนโลยีล้ำยุค สามารถกำจัดได้อย่างสิ้นเชิง"

ดร.สมรัฐบอกว่า วิธีกำจัดขยะมูลฝอยในเมืองไทยยังล้าหลัง ใช้ระบบเตาเผาเพียง 3 แห่ง ใช้วิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล 102 แห่ง ใช้ระบบผสมผสานกัน 1 แห่ง นอกนั้น มีมากกว่า 1,000 แห่ง ยังใช้วิธีเทกอง โดยไม่มีการควบคุมทางสิ่งแวดล้อม

ยกตัวอย่าง เมืองใหญ่อย่างกรุงเทพมหานคร มีขยะเกิดขึ้นมากถึงวันละเกือบ 1 หมื่นตัน แต่ทุกวันนี้ส่วนใหญ่ใช้วิธีกำจัดด้วยการฝังกลบ นอกจากจะสิ้นเปลืองทรัพยากร น่าจะนำขยะเหล่านั้นไปเข้าเตาเผา แปลงเป็นพลังงานไฟฟ้า เขาว่า การกำจัดขยะในเตาเผา ได้ประโยชน์ 2 เด้ง เด้งแรก คือ กำจัดขยะให้หมดไปอย่างมีประสิทธิภาพ เด้งที่สอง การเผาขยะทำให้เกิดความร้อน นำความร้อนที่ถ่ายเทไปต้มน้ำให้กลายเป็นไอ เพื่อหมุนกังหันเครื่องปั่นไฟฟ้า มีไฟฟ้าใช้เป็นผลพลอยได้ ดร.สมรัฐว่า เวลานี้เมืองไทยสามารถพัฒนาเตาเผาขยะชุมชน เพื่อกำจัดขยะและสร้างพลังงานในระดับห้องปฏิบัติการได้สำเร็จ เตาที่ว่า สามารถเผาขยะได้สูงสุดถึง 500 กก. ต่อชั่วโมง โดยมีสัดส่วนการสร้างพลังงานจากขยะ 1 ตัน ให้พลังงานไฟฟ้า 2 เมกะวัตต์

"เราต้องไม่คิดว่า ขยะเป็นเชื้อเพลิง แต่คิดเสียว่า เป็นสิ่งที่ต้องกำจัด แล้วได้พลังงานไฟฟ้าเป็นผลพลอยได้ แม้ระยะแรกต้นทุนผลิตไฟฟ้าต่อหน่วย ที่ได้จากเตาเผาขยะยังสูงเมื่อเทียบกับการใช้น้ำมัน ถ่านหิน หรือก๊าซธรรมชาติ ที่นับวันจะพึ่งพาได้ยากขึ้น"

"แต่อย่าลืม พลังงานทุกอย่างในโลกนี้ ยิ่งดีมาก สะอาดมาก ก็ยิ่งแพงมาก ที่สำคัญก็คือ หากเรายังไม่มีการส่งเสริม และสร้างแรงจูงใจด้านราคา รอไปอีกกี่ชาติ ก็คงไม่มีวันได้ใช้"

ดร.สมรัฐยกตัวอย่าง ที่ไต้หวันมีขยะมากถึง 2.6 หมื่นตัน ต่อวัน "ภูมิประเทศที่นั่นเป็นเกาะ ตรงกลางมีภูเขา ชีนใช้วิธีฝังกลบคงไม่ไหว เขาเอาขยะปริมาณมหาศาลไปเข้าเตาเผา ผลิตไฟฟ้าใช้ได้เกือบ 600 เมกะวัตต์ ใกล้โรงไฟฟ้าขยะ มีทั้งชุมชน และโรงเรียนอนุบาล หนำซ้ำบนปากปล่องเตาเผาขนาดยักษ์ ยังสร้างเป็นกังตาคารลอยฟ้าไว้บนนั้น การที่ชาวบ้านไม่บ่น ไม่ต้าน เพราะเขาใช้เทคโนโลยีที่ดี และทำให้ชุมชนมั่นใจ"

ดร.สมรัฐว่า ผิดกับเมืองไทย เวลาจะทำอะไร ชอบไม่บอกชาวบ้านแต่ต้น กว่าจะบอกให้รู้ก็ตอนที่โรงงานสร้างเกือบเสร็จ เมื่อประชาชนขาดการรับรู้ และมีส่วนร่วม จึงมีปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"เวลานี้ทั้งสิงคโปร์ ไต้หวัน ญี่ปุ่น และประเทศพัฒนาทั้งหลาย มีโรงไฟฟ้าพลังความร้อนจากขยะกันทั้งนั้น หลายประเทศออกแบบให้สวยและปลอดภัย จึงสามารถตั้งโรงงานไว้ใจกลางเมืองอย่างไม่รู้สึกผิด หรือเคอะเขิน"

ดร.สมรัฐฝากให้คิด สำหรับเมืองไทย ซึ่งมีขยะล้นบ้านล้นเมือง ถ้าจะลงทุนทำแบบประเทศอื่นบ้าง แม้จะมีต้นทุนแพงกว่าโรงไฟฟ้าแบบอื่น 4-5 เท่า แต่อย่าลืมว่า เราต้องการกำจัดขยะ มีไฟฟ้าใช้เป็นผลพลอยได้ และนำไฟฟ้าที่ได้ไปต่อกรกับราคาน้ำมันที่ต้องนำเข้า

"ถ้าไม่รีบตัดสินใจ ในอนาคตนอกจากเราจะตามเทคโนโลยีพลังงานทดแทนคนอื่นไม่ทัน เราจะยิ่งเสียเปรียบด้านพลังงานหนักกว่านี้" ยังมีแนวคิดใหม่ด้านพลังงานทดแทนอีกมากมาย ที่วิศวกรและนักวิจัยไทยกำลังขุ่มคิดและค้นคว้า บางเรื่องคืบหน้า บางเรื่องยังย่ำเท้าอยู่กับที่ แต่เมื่อใดที่ฝ่ายคิดก็คิดไป ฝ่ายมีอำนาจตัดสินใจและลงทุน ไม่เอออ่อหมกหรือสานต่อ เมืองไทยก็คงต้องตักตานเรื่องพลังงานทดแทนกันไม่รู้จบ.

(**ที่มา** : นสพ.ไทยรัฐ ปีที่ 56 ฉบับที่ 17391 วันศุกร์ที่ 2 กันยายน 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้