สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สื่อนำเสนอข้อมูลการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน
COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION MEDIA (CAI)
FOR ENERGY SAVING HOUSE CONCEPT

T042422

โดย
นายสรรภพ พจน์พริ้ง
นายสามัคคี ญาณวัฒนา
นางสาวสุธิดา บุญยัง

เลขหมู่.................
เลขทะเบียน 42422
วัน, เดือน, ปี 2 ต. พ.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION MEDIA (CAI)
FOR ENERGY SAVING HOUSE CONCEPT

MR.SARNPOB POJPRING
MR.SAMAKEE YANWATANA
MISS.SUTIDA BOONYOUNG

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ	สื่อนำเสนอข้อมูลการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน		
นักศึกษา	นายสรรภพ พจน์พริ้ง	รหัสประจำตัว	40010814
	นายสามัคคี ญาณวัฒนา	รหัสประจำตัว	40010839
	นางสาวสุธิดา บุญยัง	รหัสประจำตัว	40010883
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชา	วิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร		

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
อ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร ผศ.อำนวย พานิชกุลพงศ์ อ.อุบะ ศิริแก้ว	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(ผศ.ดร.แดง เหรียญสุวรรณ)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา
วันที่ 2 เดือน เมษายน พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	สื่อนำเสนอข้อมูลการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน
	COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION MEDIA (CAI)
	FOR ENERGY SAVING HOUSE CONCEPT
นักศึกษา	นายสรรภพ พจน์พริ้ง
	นายสามัคคี ญาณวัฒนา
	นางสาวสุธิดา บุญยัง
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันได้มีการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง และคนให้ความสนใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานน้อยมาก เนื่องจากคิดว่าเป็นเรื่องที่เข้าใจได้ยาก ในงานศึกษานี้จึงได้ทำการรวบรวมหลักการต่างๆ ในการออกแบบบ้านให้ใช้พลังงานอย่างประหยัด และถูกวิธี โดยนำเสนอในรูปแบบของสื่อข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นการนำเสนอด้วยภาพ แสง สี เสียง และ ตัวหนังสือ บรรยายในส่วนของรายละเอียดต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ และน่าสนใจมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย

โดยการนำเสนอจะแยกเป็นหัวข้อตามส่วนประกอบของทั้งภายในและภายนอกบ้าน รวมทั้งการวางตำแหน่งของตัวบ้าน โครงสร้าง การเลือกใช้วัสดุ และแผนผังการวางห้องต่างๆ ตามทิศทางที่เหมาะสม ทั้งนี้เนื้อหาจะครอบคลุมทั้งการสร้างบ้านใหม่ และการปรับปรุงบ้านเก่าอีกด้วย โดยเราได้แบ่งเป็นหมวดหมู่ และทำการสรุปเนื้อหาให้แสดงออกมาในลักษณะของมัลติมีเดีย เพื่อให้ง่ายต่อการค้นคว้าและเพื่อความน่าสนใจแก่ผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	:	COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION MEDIA (CAI) FOR ENERGY SAVING HOUSE CONCEPT
Name	:	MR.SARNPOB POJPRING MR.SAMAKEE YANWATANA MISS.SUTIDA BOONYOUNG
Field	:	CONSTRUCTION ENGINEERING
Department	:	CIVIL ENGINEERING
Faculty	:	ENGINEERING
Advisor	:	LAEMTHONG LAOKHONGTHAVORN

ABSTRACT

The Computer Assisted Information (CAI) for saving energy house concept was developed to present all of the necessary principles for designing the saving energy house. The program was created by using the computer multimedia, in order to have more interesting and easier to understand for every people.

For the presentation purposes, the data and informations were classified to interior and exterior section, the house location. Furthermor, every sections included information for structure, and material both of the new house construction and the old house renovation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้ คุณความดีขอมอบให้แก่บุคคลผู้ให้ความอนุเคราะห์ ตลอดจนแนะนำในด้านต่างๆ พร้อมทั้งข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้า ดังนี้

อาจารย์แหลมทอง เหล่าคงถาวร อาจารย์ที่ปรึกษา และให้คำแนะนำได้เป็นอย่างดีเกี่ยวกับแนวทางและรูปแบบการนำเสนอสื่อข้อมูลให้มีความน่าสนใจและถือเป็นเกียรติอันสูงส่งแก่คณะผู้จัดทำที่ได้รับจาก อาจารย์อำนวย พานิชกุลพงศ์ และ อาจารย์อุบะ ศิริแก้ว ในฐานะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ ด้วยคำแนะนำให้ศึกษาเพิ่มเติมในหัวข้อที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง

และต้องขอขอบคุณดร.สุนทร บุญญาธิการ ที่ได้เขียนหนังสือเทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิงหลักของโครงงานพิเศษนี้ตลอดจนบริษัท Green Energy ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการสำรวจและการปรับปรุงบ้านที่มีอยู่แล้วให้ประหยัดพลังงาน และกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานที่ได้แนะนำการใช้โปรแกรม OTTV และ RTTV

และที่ขาดเสียมิได้คือบุพการีและสมาชิกครอบครัวของคณะผู้จัดทำทุกท่านที่ได้มีส่วนให้ความช่วยเหลือในด้านการเงินและเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

นายสรรภพ พจน์พริ้ง
นายสามัคคี ญาณวัฒนา
น.ส.สุธิดา บุญยัง
ผู้ประพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน(ภาษาไทย)	ก
	ปกใน(ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอนุมัติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ฉ
	สารบัญ	ช
	สารบัญตาราง	ญ
	สารบัญภาพ	ฎ
1	บทนำ	
	1.1. กล่าวนำ	1
	1.2. สิ่งจูงใจในการศึกษา	1
	1.3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
	1.4. ขอบเขตของการศึกษา	2
	1.5. วิธีที่ใช้ในการศึกษาข้อมูล	3
	1.6. กรณีศึกษาการประเมินการประหยัดพลังงานของบ้านที่มีอยู่แล้ว พร้อมทั้งวิธีการปรับปรุงและแก้ไข	4
	1.7. ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
2	วรรณกรรมปริทัศน์	
	2.1. นิยามและความหมาย	5
	2.2. รู้จักกับโปรแกรมที่เกี่ยวข้องในการประเมิน	12
	2.3. หลักการเบื้องต้นประกอบการออกแบบบ้านอนุรักษ์พลังงาน	13
	2.4. ตัวแปรในการศึกษา	14
	2.5. ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้อง	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
3	**การรวบรวมข้อมูล**	
	3.1. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	16
	3.2. แหล่งข้อมูลในการค้นคว้า	17
	3.3. การจัดหมวดหมู่ของข้อมูล	17
	3.3.1. สภาพแวดล้อมภายนอก (Exterior)	19
	3.3.2. สภาพแวดล้อมภายใน (Interior)	25
4	**การพัฒนาสื่อนำเสนอข้อมูล**	
	4.1. ความหมายของ CAI	33
	4.2. รูปแบบของ CAI	33
	4.3. ข้อดีและข้อเสียของการนำเสนอด้วยสื่ออิเล็คทรอนิกส์	34
	4.4. การพิจารณาเลือกใช้โปรแกรมนำเสนอ	35
	4.5. การแบ่งหมวดหมู่ของสื่อนำเสนอข้อมูล	37
5	**การทำงานของสื่อนำเสนอข้อมูล**	
	5.1. ส่วนประกอบและการทำงานของสื่อนำเสนอข้อมูล	48
	5.2. รายละเอียดแต่ละหัวข้อย่อยใน Data Zone	52
6	**รายละเอียดกรณีศึกษาการประเมินการประหยัดพลังงานของบ้านที่มีอยู่แล้ว พร้อมทั้งวิธีการปรับปรุงและแก้ไข**	
	6.1. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล	69
	6.2. การป้อนข้อมูลกรอบอาคารและการคำนวณค่า OTTV/RTTV	70
	6.3. การประเมินผลการสำรวจ	74
	6.4. ประเมินข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการวิเคราะห์	77
	6.5. แนวทางการปรับปรุงและแก้ไข	79
	6.6. การเลือกกระจกโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
7	**การประเมินและสรุปผล**	
	7.1. สรุปผลงาน	81
	7.2. ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น	82
	รายการอ้างอิง	83
	ภาคผนวก	
	- การคำนวณ OTTV และ RTTV ของตึกโยธาเก่า	ผ1
	- การคำนวณ OTTV และ RTTV ของตึกโยธาใหม่	ผ6
	- ตารางค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใส่ในโปรแกรม OTTV	ผ10
	- ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม	ผ18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
4.1.	แสดงขีดความสามารถของแต่ละโปรแกรม	36
6.1.	แสดงค่าการถ่ายเทพลังงานความร้อนผ่านผนัง (OTTV)	74
6.2.	แสดงค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายผ่านผนังแต่ละชนิด	76
6.3.	แสดงเครื่องใช้ไฟฟ้าในบริเวณปรับอากาศ	78
ผ.1	แสดงค่าคงที่การนำความร้อน (K)	ผ10
ผ.2	แสดงค่าความต้านทานของฟิล์มผนังชนิดต่าง ๆ	ผ12
ผ.3	แสดงค่าความต้านทานอากาศของผนังชนิดต่าง ๆ	ผ12
ผ.4	แสดงค่าการดูดซับความร้อนสำหรับวัสดุชนิดต่าง ๆ	ผ13
ผ.5	แสดงชนิดการทาสีกับค่าการดูดซับความร้อน	ผ14
ผ.6	แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า	ผ15
ผ.7	แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุชนิดต่าง ๆ	ผ18
ผ.8	แสดงค่าความต้านทานความร้อนรวมสำหรับผนังอาคารทึบ	ผ21
ผ.9	แสดงค่าความต้านทานความร้อนสำหรับผนัง2ชั้นมีช่องว่างอากาศ	ผ21
ผ.10	แสดงค่าความต้านทานความร้อนสำหรับหลังคาอาคาร	ผ22
ผ.11	แสดงค่าความต้านทานความร้อนสำหรับหลังคามีช่องว่างกลาง	ผ22
ผ.12	แสดงค่าความต้านทานความร้อนของเพดานชนิดต่าง ๆ	ผ23
ผ.13	แสดงค่าความหนาแน่นของวัสดุชนิดต่าง ๆ	ผ24
ผ.14	แสดงระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุชนิดต่างๆ	ผ26
ผ.15	แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของวัสดุขนาดต่าง ๆ	ผ28
ผ.16	แสดงสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์ในแนวราบ	ผ29
ผ.17	แสดงสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์ในแนวตั้ง	ผ30
ผ.18	แสดงสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์ชนิดรวม	ผ31
ผ.19	แสดงสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์ชนิดรวม	ผ32
ผ.20	แสดงสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์ชนิดรวม	ผ32
ผ.21	แสดงสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์ชนิดรวม	ผ33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
ผ.22	แสดงสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์ชนิดรวม	ผ33
ผ.23	แสดงสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์ชนิดรวม	ผ34
ผ.24	แสดงสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์ชนิดรวม	ผ34
ผ.25	แสดงสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์ชนิดรวม	ผ35
ผ.26	แสดงค่าตัวประกอบรังสีดวงอาทิตย์ในทิศทางต่าง ๆ	ผ36
ผ.27	แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าตามมวลวัสดุ	ผ37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
1.1.	แสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงานพิเศษ	3
3.1.	แสดงการแบ่งหมวดหมู่เนื้อหาของบ้านประหยัดพลังงาน	18
4.1.	แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องแนวความคิดเปรียบเทียบ	38
4.2.	แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องการวางตำแหน่งตัวบ้าน	39
4.3.	แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องสภาพแวดล้อมตัวบ้าน	40
4.4.	แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องหลังคา	41
4.5.	แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องกันสาดและแผงบังแดด	42
4.6.	แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องผนัง	43
4.7.	แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องพื้น	44
4.8.	แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องฝ้าเพดาน	45
4.9.	แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า	46
4.10.	แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องฉนวน	47
5.1.	แสดงหน้าจอหลัก (Main Menu)	49
5.2.	แสดงหน้าจอเมนูข้อมูล (Data Zone)	50
5.3.	แสดงตัวอย่างหน้าจอหัวข้อ Menu01 (External Zone)	50
5.4.	แสดงตัวอย่างหน้าจอหัวข้อ Menu02 (Internal Zone)	51
5.5.	แสดงตัวอย่างหน้าจอตอนจบโปรแกรม	51
5.6.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องแนวความคิดเปรียบเทียบ	52
5.7.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องแนวความคิดเปรียบเทียบ	53
5.8.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องการวางตำแหน่งบ้าน	54
5.9.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องการวางตำแหน่งบ้าน	55
5.10.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องสภาพแวดล้อมรอบบ้าน	56
5.11.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องสภาพแวดล้อมรอบบ้าน	56
5.12.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องหลังคา	57
5.13.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องหลังคา	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
5.14.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องหลังคา	58
5.15.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องกันสาดและแผงกันแดด	59
5.16.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องกันสาดและแผงกันแดด	60
5.17.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องกันสาดและแผงกันแดด	60
5.18.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องผนัง	61
5.19.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องผนัง	62
5.20.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องผนัง	62
5.21.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องพื้น	63
5.22.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องพื้น	64
5.23.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องพื้น	64
5.24.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องฝ้าเพดาน	65
5.25.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า	66
5.26.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า	67
5.27.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า	67
5.28.	แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องฉนวนที่ควรใช้	68
6.1.	แสดงหน้าจอแรกของโปรแกรม OTTV	70
6.2.	แสดงหน้าจอจัดการโครงการ	70
6.3.	แสดงหน้าจอกำหนดรายการ	71
6.4.	แสดงการป้อนรายละเอียดผนัง	72
6.5.	แสดงหน้าจอการคำนวณค่า OTTV/RTTV	73
6.6.	แสดงหน้าจอพลังงานภายในอาคาร	77
ผ1.	แสดงภาระทั้งหมดของการปรับอากาศ	ผ4
ผ2.	แสดงภาระจากขอบอาคารในระบบปรับอากาศ	ผ5
ผ3.	แสดงค่าตัวแปรของสัมประสิทธิ์การบังแดด	ผ29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
ผ4.	แสดงตัวแปรการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดแนวตั้ง	ผ30
ผ5.	แสดงตัวแปรสัมประสิทธิ์การบังแดดชนิดรวม	ผ31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1. กล่าวนำ

เนื่องจากปัจจุบัน มนุษย์ได้มีการใช้พลังงานมากขึ้น ซึ่งพลังงานเป็นสิ่งที่ใช้แล้วหมดไป แต่มนุษย์ส่วนมากได้ใช้มันไปอย่างสิ้นเปลือง จึงได้มีแนวคิดการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์คุ้มค่ามากขึ้น บ้านอนุรักษ์พลังงาน ก็เป็นอีกทางออกหนึ่ง ที่เราสามารถนำมาใช้เพื่อลดปัญหาวิกฤติพลังงานในโลกปัจจุบันได้

1.2. สิ่งจูงใจในการศึกษา

การอนุรักษ์พลังงานภายในบ้าน เป็นสิ่งที่ทำได้ไม่ยาก เพียงแต่ถ้าเรารู้จักวางแผนในขั้นตอนการออกแบบ หาตำแหน่งที่ตั้งและทิศทางของบ้าน การพิจารณาออกแบบเปลือกอาคารเป็นต้น แต่คนส่วนใหญ่ไม่ค่อยได้ให้ความสนใจกันมากนัก เนื่องจากคิดว่าจะหาแหล่งข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงานได้ยาก และเป็นเรื่องที่ไกลตัว ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในจุดนี้และคิดที่จะทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำเสนอให้ง่ายต่อการค้นหาข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับ แบบบ้านนั้นๆ ทำให้เกิดความสะดวก และรวดเร็ว นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยประหยัดพลังงานให้กับโลกเราอีกด้วย

อีกประการหนึ่งที่ทางคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงความสำคัญ คือ ตอนนี้เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างมาก ทำให้มีความสะดวกสบายในการค้นหาข้อมูล ดังนั้นเราจึงได้จัดทำสื่อนำเสนอข้อมูลนี้ขึ้น เพื่อความน่าสนใจในการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อทำสื่อนำเสนอข้อมูลให้สามารถใช้งานได้จริง และเกิดความน่าสนใจแก่ผู้ที่ดูสื่อ และอยากนำไปใช้จะได้ช่วยลดปัญหาด้านพลังงาน
2. เพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขสำหรับบ้านที่สร้างอยู่แล้วให้ประหยัดพลังงาน

1.4. ขอบเขตของการศึกษา

เราจะทำการศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในและภายนอกบ้าน ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ

1.4.1. ส่วนของสื่อนำเสนอข้อมูล

ซึ่งขอบเขตการศึกษาในส่วนนี้คือ

1. แนวความคิดเปรียบเทียบระหว่างบ้านแบบเก่ากับบ้านประหยัดพลังงาน
2. การวางตำแหน่งบ้าน
3. สภาพแวดล้อมตัวบ้าน
4. หลังคา
5. กันสาดและแผงบังแดด
6. ผนัง
7. พื้น
8. ฝ้าเพดาน
9. อุปกรณ์ไฟฟ้า
10. ฉนวนที่ควรใช้

1.4.2. ส่วนของกรณีศึกษา

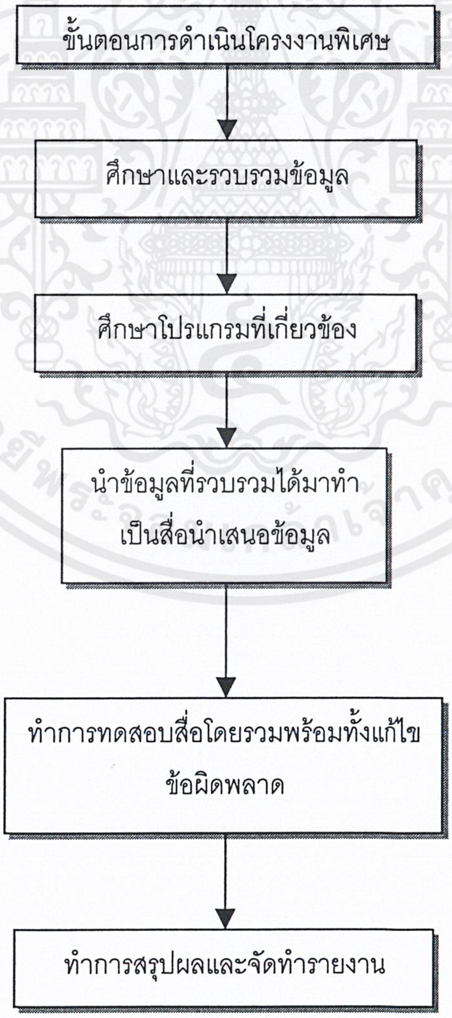
ขอบเขตในส่วนนี้คือ การศึกษาการวัดค่าการอนุรักษ์พลังงานของบ้านที่สร้างอยู่แล้วโดยใช้โปรแกรม OTTV พร้อมทั้งประเมินค่าที่วัดได้ว่าผ่านข้อกำหนดแนวทางการแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5. วิธีที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน

การดำเนินการทำโครงงานพิเศษนี้ได้มีลำดับขั้นตอนการทำงานดังแสดงในรูปที่ 1.1.

1. ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับหลักการออกแบบบ้านให้อนุรักษ์พลังงาน
2. ทำการศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ต้องใช้ในการนำเสนอ เช่น โปรแกรม Director 8.0 , Adobe Photoshop 6.0 เป็นต้น
3. นำข้อมูลที่หาได้มาทำเป็นสื่อ
4. ทำการทดสอบสื่อโดยรวม
5. ทำการสรุปผลและจัดทำรายงาน



รูปที่ 1.1. แสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงานพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6. กรณีศึกษาการประเมินการประหยัดพลังงานของบ้านที่มีอยู่พร้อมทั้งวิธีการปรับปรุงและแก้ไข

เนื่องจากสื่อนำเสนอข้อมูลที่ทางคณะผู้จัดทำได้ทำขึ้น จะใช้งานได้กับการออกแบบบ้านที่กำลังจะสร้าง แต่เนื่องจากยังมีบ้านและอาคารอีกเป็นจำนวนมากที่มีอยู่แล้ว เราจึงได้ทำการศึกษาถึงวิธีการวัดค่าตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง แล้วทำการคำนวณด้วยโปรแกรม OTTV แล้วทำการวิเคราะห์ว่าบ้านหรืออาคารนั้น ๆ ควรได้รับการปรับปรุงและแก้ไขให้มีการประหยัดพลังงาน พร้อมทั้งเสนอวิธีการแก้ไขและปรับปรุงให้เกิดความประหยัดพลังงานต่อไป

1.7. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สื่อนำเสนอข้อมูลเรื่องบ้านอนุรักษ์พลังงานด้วยคอมพิวเตอร์ (CAI)
2. สามารถนำผลที่ศึกษาได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์จริง ในการช่วยตัดสินใจออกแบบบ้านให้เกิดการประหยัดพลังงาน
3. สามารถตรวจสอบบ้านที่สร้างอยู่แล้วว่าประหยัดพลังงานหรือไม่ พร้อมทั้งทราบแนวทางแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมปริทัศน์

2.1. นิยามและความหมาย

ดร. สุนทร บุญญาธิการ (2542) ได้อธิบายว่าสภาวะน่าสบาย คือ สภาวะที่ มีอุณหภูมิประมาณ 22 – 27 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศอยู่ระหว่าง 20 – 70 %

บ้านประหยัดพลังงาน (ดร.สุนทร บุญญาธิการ,2542) คือ ที่ได้รับการออกแบบเป็นพิเศษ เพื่อปรุงแต่งสภาวะภายในอาคารให้ใกล้เคียงกับสภาวะน่าสบายให้มากที่สุดด้วยระบบธรรมชาติ เป็นการออกแบบที่ผสมผสานภูมิปัญญาท้องถิ่นของบ้านไทยเข้ากับเทคโนโลยีและวิทยาการยุคใหม่ โดยมีการเสริมแต่งเพิ่มเติมด้วยการปรับอากาศที่เป็นระบบเครื่องกล เฉพาะในส่วนน้อยที่สภาวะภายในอาคารอยู่นอกขอบเขตของสภาวะน่าสบายเท่านั้น ในการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานที่ถูกต้อง พบว่าอุณหภูมิภายในบ้านโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลากลางวันจะเย็นกว่าภายนอกบ้านมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากปัจจัยหลักที่สำคัญ 5 ประการ ได้แก่

1. การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมภายนอกให้เอื้ออำนวยต่อการประหยัดพลังงาน โดยการใช้ปัจจัยธรรมชาติมาช่วยปรุงแต่ง ได้แก่ ต้นไม้ ดิน พืชคลุมดิน วัสดุคลุมผิวดิน เป็นต้น

2. การเลือกรูปแบบที่เหมาะสม โดยสามารถป้องกันความร้อนจากภายนอกได้ดีในขณะที่นำความเย็นจากพื้นดินและสภาพแวดล้อมเข้ามาใช้ในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นรูปทรงที่มีพื้นผิวที่จะรับความร้อนจากภายนอกน้อย ผนวกกับการเลือกรูปแแบบที่มีระบบกันแดดที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของหน้าต่างและช่องแสงต้องสามารถป้องกันแสงแดดโดยตรงจากดวงอาทิตย์ได้เกือบตลอดทั้งวันในทุกฤดูกาล

3. การเลือกใช้วัสดุที่ป้องกันความร้อน และความชื้นจากภายนอกได้ดี ในกรณีที่เป็นอาคารปรับอากาศก็ต้องสามารถกักเก็บความเย็นไว้ภายใน โดยมีการรั่วไหลออกสู่ภายนอกน้อยที่สุด สำหรับผนังทึบแสงต้องเป็นผนังที่มีค่าป้องกันความร้อนได้ดีมาก โดยมีมวลสารน้อย เพื่อไม่ให้เกิดการสะสมความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อนและถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารได้ในเวลากลางคืน ในส่วนที่เป็นวัสดุโปร่งแสงหรือผนังกระจกควรเลือกใช้กระจกที่ความร้อนผ่านเข้ามาได้น้อย แต่ยอมให้แสงผ่านเข้ามาได้มาก ซึ่งเป็นการนำเอาธรรมชาติมาใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง ทำให้ไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

4. การเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งรวมถึงระบบไฟฟ้าแสงสว่างและอุปกรณ์ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ภายในบ้าน เพราะนอกจากจะทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายของการใช้กระแสไฟฟ้าแล้ว ยังช่วยลดพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นภายในบ้านให้น้อยกว่าปกติอีกด้วย

5. เลือกใช้ระบบควบคุมที่มีประสิทธิภาพและคำนึงถึงผู้ใช้งานเป็นหลัก ในที่นี้ หมายถึง ระบบทุกชนิดที่ใช้ภายในอาคารควรมีลักษณะไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการใช้งานและบำรุงรักษา ซึ่งจะเป็นผลให้ระบบต่างๆ มีประสิทธิภาพโดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญหรือช่างเทคนิค

1. ความรู้สึกร้อน-หนาวที่พอเหมาะ (Thermal Comfort)

หมายถึง การควบคุมสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้อยู่ในเขตสบายตามความต้องการของผู้อยู่อาศัย โดยเน้นการใช้ระบบธรรมชาติให้มากที่สุด และปรับปรุงช่วงที่อยู่นอกเขตสบาย เช่น ร้อนเกินไปด้วยระบบปรับอากาศ หรือระบบเครื่องกลในส่วนน้อย

2. การมีคุณภาพอากาศภายในที่ดี (Indoor Air Quality)

หมายถึง การสร้างคุณภาพอากาศภายในอาคารที่สะอาด ปราศจากมลภาวะหรือมีสภาพอากาศที่ดีกว่าอากาศภายนอกอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลาที่สภาวะอากาศภายนอกมีค่าของมลภาวะสูง

3. ความต้องการทัศนวิสัยที่สบายตา (Visual Comfort)

หมายถึง ความต้องการในเรื่องทัศนวิสัย ที่เน้นความรู้สึกสบายตาและสดชื่นแจ่มใส โดยการควบคุมระดับความจ้า และการสะท้อนแสงของสภาพแวดล้อมไว้ ในระดับที่ความแตกต่างระหว่างจุดที่มืดที่สุด และจุดที่สว่างที่สุด (Brightness Contrast) อยู่ในอัตราส่วนไม่มากเกินกว่า 1:10 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ไม่มากเกินไปสำหรับสายตามนุษย์ทำให้รู้สึกสบายตา มองแล้วไม่ระคายเคือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การมีแสงสว่างที่เหมาะสมและพอเพียง (Lighting Comfort)

หมายถึง รูปแบบที่เน้นระดับความแตกต่างของแสง (Contrast) ที่ไม่ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อสายตา โดยคำนึงถึงการประยุกต์การใช้แสงธรรมชาติเป็นหลัก ในกรณีเป็นบ้านพักอาศัยแล้ว ในช่วงเวลากลางวันควรจะเน้นรูปแบบที่ไม่ใช้แสงประดิษฐ์ เนื่องจากแสงธรรมชาติมีคุณภาพและประสิทธิภาพดีกว่าแสงประดิษฐ์ ส่วนในเวลากลางคืนก็จะเป็นระบบแสงประดิษฐ์ชนิดประหยัดพลังงาน และยังตอบสนองคุณภาพชีวิตที่เหมาะสม

5. การมีคุณภาพของเสียงที่เหมาะสม (Acoustical Comfort)

หมายถึง การควบคุมเสียงทั้งภายนอกและภายในโดยเน้นการกันเสียงจากภายนอก ในขณะเดียวกันก็สามารถควบคุมระดับและคุณภาพของเสียงภายในอาคารไว้ในระดับที่เหมาะสม กล่าวคือไม่ให้มีค่าการดูดซับเสียงมากเกินไป เพราะจะทำให้คนในอาคารเกิดความรู้สึกเหงาซึมเศร้า แต่ถ้าค่าการดูดซับเสียงน้อยเกินไป ก็จะทำให้รู้สึกเอะอะอึกทึกครึกโครม โดยทั่วไปควรออกแบบให้มีค่าการดูดซับเสียงเฉลี่ยอยู่ในระหว่าง 0.2-0.4 (Stein and Reynolds , 1992)

6. สะพานความร้อน (Thermal Bridge)

คือปรากฏการณ์ที่ความร้อนจากภายนอกถูกดูดซับโดยองค์อาคารแล้วผ่านความร้อนเข้ามาสู่ภายในอาคาร (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ,2543)

ในอาคารหลังหนึ่งๆที่มาของความร้อนภายในอาคารสามารถแบ่งออกได้เป็น2 ประเภท ดังนี้

1. ความร้อนจากภายในอาคาร ได้แก่ ความร้อนจากผู้ที่อยู่อาศัยภายในอาคาร ความร้อนจากไฟแสงสว่าง และความร้อนจากเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ

2. ความร้อนจากภายนอกอาคาร ได้แก่
   - ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่เข้าสู่อาคารผ่านทางหน้าต่าง และช่องเปิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความร้อนจากอุณหภูมิอากาศภายนอก ซึ่งถ่ายเทผ่านผนัง และหลังคาอาคารเข้าสู่ภายในอาคาร โดยการนำความร้อน
- ความร้อนจากอากาศภายนอกที่รั่วไหลเข้าสู่ภายในอาคารตามขอบประตู หน้าต่าง การปิด-เปิดประตู หน้าต่าง และตามรอยรั่วต่างๆ

หากพิจารณาความร้อนที่เกิดขึ้นจะพบว่า แหล่งที่มาของความร้อนส่วนใหญ่มาจากความร้อนภายนอกอาคาร ซึ่งผ่านเข้ามายังภายในอาคารด้วยรูปแบบต่างๆ ดังนั้นหากสามารถลดค่าความร้อนที่ผ่านกรอบอาคารนี้ได้จะทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคารลดลงด้วย คุณสมบัติที่แสดงถึงความสามารถในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้ามาภายในอาคาร ได้แก่ ค่าการป้องกันความร้อนของกรอบอาคาร หรือค่าการต้านทานการส่งผ่านความร้อนของกรอบอาคาร การถ่ายเทของความร้อนผ่านกรอบอาคารขึ้นอยู่กับสิ่งต่างๆต่อไปนี้

- วัสดุกรอบอาคาร
- พื้นที่ของกรอบอาคาร
- อัตราการเคลื่อนที่ของความร้อนผ่านกรอบอาคาร (Rate of Heat Flow Through Envelope)

การเลือกใช้วัสดุในการก่อสร้างอาคาร มีความสำคัญและเป็นแนวทางหนึ่งในการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร โดยเฉพาะการเลือกวัสดุเพื่อทำกรอบอาคารจะต้องมีความพิถีพิถันอย่างมากเพราะหากเลือกใช้ไม่ถูกต้องแล้วจะทำให้ปริมาณความร้อนที่ผ่านกรอบอาคารเข้ามาภายในอาคารมีค่าสูง ภายในอาคารจึงร้อน เกิดความไม่สบายแก่ผู้ที่อยู่อาศัย ยิ่งไปกว่านั้นหากอาคารดังกล่าวเป็นอาคารที่มีการปรับอากาศ ก็จะเป็นการเพิ่มภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

โดยทั่วไปการก่อสร้างในปัจจุบันนิยมใช้การก่ออิฐฉาบปูน เนื่องจากเป็นวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างมานานแล้ว วัสดุก่ออิฐฉาบปูนเป็นวัสดุที่มีการดูดกลืนความร้อนสูง เมื่อได้รับความร้อนจากรังสีอาทิตย์จะกักเก็บความร้อนเอาไว้มาก และถ่ายเทความร้อนเข้ามาภายในอาคาร ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงขึ้น ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุในส่วนของกรอบอาคาร จึงควรเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนได้ดีหรือมีความเป็นฉนวน เพื่อช่วยลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร หรือค่า OTTV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุกรอบอาคารที่ดีควรเป็นวัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อนสูง เพื่อช่วยป้องกัน มิให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้สะดวก วัสดุที่มีคุณสมบัติดังกล่าวส่วนใหญ่จะมีน้ำหนักเบา และภายในเนื้อของวัสดุประกอบด้วยฟองอากาศเล็กๆ จำนวนมากฟองอากาศเหล่านี้จะช่วยลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคารได้ดี

7. การถ่ายเทความร้อนผ่านกระจก

7.1. การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer)

ระหว่างวัตถุใดๆ สามารถเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออุณหภูมิของวัตถุทั้งสองมีความแตกต่างกัน ซึ่งปกติแล้วความร้อนจะถ่ายเทจากที่ที่อุณหภูมิสูงไปยังที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเสมอ ลักษณะการถ่ายเทความร้อนมี 3 วิธี คือ การนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) และการแผ่รังสีความร้อน (Radiation) โดยอาจจะเกิดขึ้นจากวิธีหนึ่ง หรือหลายๆ วิธีพร้อมๆ กันได้ อย่างไรก็ตามกระบวนการถ่ายเทความร้อนจะดำเนินไปจนกระทั่งเข้าสู่สมดุลทางความร้อน (Thermal Equilibrium) และเมื่อเข้าสู่สมดุลทางความร้อนแล้ว กระบวนการถ่ายเทความร้อนจะไม่เกิดขึ้นอีกต่อไป เนื่องจากไม่มีความแตกต่างของอุณหภูมิแล้วนั่นเอง

สำหรับกรณีของกระจกซึ่งทำหน้าที่เป็นส่วนของกรอบอาคารรังสีอาทิตย์ซึ่งมีอุณหภูมิสูงจะตกกระทบที่ผิวกระจกด้านนอก ความร้อนบางส่วนจะสะท้อนกลับออกไปยังภายนอกโดยการพาและการแผ่รังสีความร้อนบางส่วนจะถูกดูดกลืนเอาไว้ภายในโมเลกุลของผิวด้านนอกกระจกแล้วถ่ายเทไปยังโมเลกุลที่อยู่ถัดไปข้างใน โดยการนำความร้อน จนกระทั่งถึงผิวด้านในของกระจก จากนั้นความร้อนจะถูกส่งผ่านไปยังภายในอาคาร โดยการนำความร้อนจากโมเลกุลของผิวด้านในกระจกไปยังโมเลกุลของอากาศภายในอาคาร การนำความร้อนระหว่าง โมเลกุลของอากาศ การพาความร้อนผ่านอากาศ และการแผ่รังสีความร้อนผ่านอากาศ

7.1.1. การนำความร้อน (Conduction)

ปรากฏการณ์ที่พลังงานความร้อนถ่ายเทภายในวัตถุหนึ่งๆ หรือระหว่างวัตถุสองชิ้นที่สัมผัสกัน โดยมีทิศทางของการเคลื่อนที่ของพลังงานความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า การนำความร้อนเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นบนชั้นอะตอมของอนุภาค ในโลหะการนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของอิเล็คตรอนอิสระ (คล้ายการนำไฟฟ้า) ในของเหลวและของแข็งที่มีสภาพการนำความร้อนต่ำเป็นผลมาจากการสั่นของโมเลกุลข้างเคียง ในก๊าซการนำความร้อนเกิดขึ้นผ่านการสั่นสะเทือนระหว่างโมเลกุลหรือกล่าวคือการนำความร้อนเป็นลักษณะการถ่ายเทความร้อนผ่านโดยตรงจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่งโดยการสัมผัสกัน เช่น การเอามือไปจับกาน้ำร้อน จะทำให้ความร้อนจากกาน้ำถ่ายเทไปยังมือ จึงทำให้รู้สึกร้อน เป็นต้น

7.1.2. การพาความร้อน (Convection)

การพาความร้อน เป็นกระบวนการถ่ายเทพลังงานความร้อนที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของมวลของของไหล เช่น อากาศ น้ำ หรือ ไอน้ำ เมื่อของไหล (Fluid) สัมผัสกับพื้นผิวของวัตถุใดๆ ที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน จะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนขึ้น ในสภาพธรรมชาติเมื่อของไหลถูกทำให้ร้อนจะสามารถเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังที่หนึ่งได้ทำให้เกิดการไหลเวียนพาความร้อน เพราะโมเลกุลที่เย็นและหนักกว่าจะตกลงข้างล่าง ส่วนโมเลกุลที่ร้อนและเบากว่าจะลอยตัวขึ้นหรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าการพาความร้อนเป็นลักษณะการถ่ายเทความร้อน โดยมีอากาศหรือลมเป็นสื่อกลาง ในการพาความร้อนจากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่ง เช่น พัดลมเป่าผม จะใช้ลมเป่าผ่านเครื่องทำความร้อน (Heater) ให้ลมพาความร้อนไปให้เส้นผม เป็นต้น

ลักษณะของการพาความร้อนที่เกิดขึ้นอาจแบ่งออกได้ตามแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของความร้อนในโมเลกุลของของไหลได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การพาความร้อนแบบอิสระ หรือ โดยธรรมชาติ (Free or Natural Convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยความแตกต่างของความหนาแน่นของของไหลเนื่องจากของไหล เมื่อได้รับความร้อน (อุณหภูมิสูงขึ้น) จะมีความหนาแน่นลดลงกว่าอากาศโดยรอบ ทำให้เกิดการลอยตัวสูงขึ้น เช่น ควันที่ลอยขึ้นจากปล่องไฟ
2. การพาความร้อนแบบบังคับ (Forced Convection) การถ่ายเทความร้อนโดยใช้แรงภายนอกมาทำให้ของไหลเคลื่อนที่ผ่านพื้นผิวของของแข็งที่มีอุณหภูมิต่างกันไปในทิศทางที่กำหนดไว้ เช่น แรงจากปั๊ม หรือพัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1.3. การแผ่รังสีความร้อน (Radiation)

การแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายเทพลังงานความร้อนทะลุผ่านช่องว่างใดๆ (Through Space) ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Waves) จากพื้นผิวของวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังพื้นผิวของวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าในทุกทิศทาง

ในความเป็นจริงแล้วการเกิดการแผ่รังสีอย่างแท้จริงของความร้อนระหว่างวัตถุใดๆ จะไม่ทำให้อุณหภูมิของตัวกลางที่ความร้อนนั้นผ่านเพิ่มสูงขึ้นแต่อย่างใด เมื่อรังสีนี้ไปตกกระทบวัตถุใดๆ บางส่วนอาจจะสะท้อน บางส่วนอาจจะส่งผ่านทะลุไป บางส่วนอาจถูกดูดกลืนไว้และถ้ารังสีตกกระทบ คือ รังสีความร้อน รังสีที่ถูกดูดกลืนไว้จะปรากฏเป็นความร้อนภายในวัตถุนั้น

8. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (OTTV และ RTTV)

อาคารที่ก่อสร้างในประเทศไทยตั้งอยู่ในแถบที่จะได้รับอิทธิพลจากรังสีอาทิตย์ในทิศใต้มากกว่าทิศเหนือและมีอุณหภูมิอากาศสูงเกือบตลอดทั้งปี การถ่ายเทความร้อนจากอากาศภายนอกอาคารจึงมีค่าค่อนข้างสูง รูปลักษณะของอาคาร ทิศทางการจัดวางหน้าต่าง ตลอดจนการเลือกใช้วัสดุของอาคารล้วนมีผลกระทบต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร อาคารที่มีสัดส่วน พื้นที่ใช้สอยต่อพื้นที่เปลือกนอกของอาคารมาก แสดงถึงประสิทธิภาพที่ดีในการใช้ประโยชน์อาคารและยังมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานที่ดีอีกด้วย แต่ในปัจจุบันพื้นที่ที่ใช้ก่อสร้างอาคารมักไม่อำนวยให้เลือกรูปร่าง ลักษณะและทิศทางของอาคารได้อย่างเสรี ดังนั้น เพื่อการส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 เพื่อเป็นการจำกัดปริมาณการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยกำหนดขั้นสูงของค่าถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารไว้เป็นมาตรฐาน ได้แก่

1. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร หรือ OTTV
2. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร หรือ RTTV

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารจะแปรผันตรงกับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) โดยสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม คือ ส่วนกลับของค่าความต้านทานความร้อนรวม ($U = 1/R_T$) ดังนั้นในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารจึงขึ้นอยู่กับค่าความต้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทานความร้อนรวมของอาคารด้วย จากกฎกระทรวงดังกล่าว ได้กำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร ไว้ดังนี้

1. อาคารเก่า

อาคารที่ได้ก่อสร้างแล้วเสร็จ หรือกำลังก่อสร้าง หรือยังไม่ได้ก่อสร้างแต่ได้ยื่นขออนุญาตก่อสร้างไว้แล้วก่อนกฎกระทรวงนี้มีผลใช้บังคับ จะต้องมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) **ไม่เกิน 55 วัตต์ต่อตารางเมตร**

2. อาคารใหม่

อาคารที่ได้ยื่นขออนุญาตก่อสร้างหลังกฎกระทรวงนี้มีผลใช้บังคับจะต้องมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV) **ไม่เกิน 45 วัตต์ต่อตารางเมตร**

3. อาคารทุกอาคาร

จะต้องมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร หรือที่เรียกว่าค่า RTTV จะต้องมีค่า **ไม่เกิน 25 วัตต์ต่อตารางเมตร**

2.2. รู้จักกับโปรแกรมที่เกี่ยวข้องในการประเมิน

2.2.1. การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมเข้าสู่อาคาร (OTTV , Overall Thermal Transfer Value Calculation)

สำหรับอาคารเมื่อเราพิจารณาถึงการประหยัดพลังงานในอาคารแล้วพบว่า รูปร่างลักษณะอาคาร ซึ่งออกแบบโดยสถาปนิกนั้นมีความสำคัญต่อการใช้พลังงานในอาคาร เพราะว่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะสถาปัตยกรรมและคุณสมบัติเชิงความร้อนของกรอบอาคาร ซึ่งเป็นตัวกำหนดขนาดของเครื่องปรับอากาศที่จะติดตั้งในอาคาร จึงได้มีการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (OTTV) ออกมาเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบอาคารใหม่หรือปรับปรุงอาคารเก่าให้ประหยัดพลังงานที่จะต้องใช้ในอาคารโดยพิจารณาถึงองค์ประกอบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก) การนำความร้อนผ่านกำแพงทึบ

ข) การนำความร้อนผ่านหน้าต่างกระจก

ค) การแผ่รังสีผ่านหน้าต่างกระจก

ในการคำนวณค่า OTTV ของอาคารสามารถหาได้จากสมการ (2.1) (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2543) ดังต่อไปนี้ ที่ได้จากพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน 2535 /การคำนวณค่า OTTV/RTTV ตามพระราชบัญญัติ

$$\text{OTTV} = \frac{(Aw*Uw*TDeq)+(Af*Uf*DT)+(Af*Sf*SC)}{Ao} \qquad (2.1.)$$

เมื่อ	OTTV	= ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม	(W/m^2)
	Aw	= พื้นที่ที่เป็นผนังทึบ	(m^2)
	Uw	= สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ	$(W/m^2.K)$
	TDeq	= ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิที่เทียบเท่า	(K)
	Af	= พื้นที่หน้าต่าง	(m^2)
	Uf	= สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของวัสดุที่เป็นหน้าต่างหรือผนังโปร่งใส	$(W/m^2.K)$
	DT	= ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกและใน	(5K)
	SC	= สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง	= SC1 x SC2
เมื่อ	SC1	= สัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก	
	SC2	= สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด	
	Sf	= แฟคเตอร์แสดงแดด	(W/m^2)
	Ao	= พื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านนอก	(m^2)

2.3. หลักการเบื้องต้นประกอบการออกแบบบ้านอนุรักษ์พลังงาน

ด้วยเหตุที่ในปัจจุบันการประหยัดพลังงานและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมกลายมาเป็นตัวแปรสำคัญและมีอิทธิพลต่อการออกแบบสถาปัตยกรรม ทั้งนี้โดยมีสาเหตุมาจากการใช้พลังงานอย่างฟุ่มเฟือย เพื่อการสร้างสภาพแวดล้อมให้เป็นไปตามจินตนาการของคนยุคใหม่ ผลที่ได้รับจากความต้องการควบคุมสภาวะให้ได้ตามประสงค์ ทำให้มีการนำระบบเครื่องกลมาใช้ภายในอาคารมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อยๆ อันเป็นที่มาของการขาดปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ แนวคิดใหม่จึงเป็นการนำเอาปัจจัยธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในการประหยัดพลังงาน โดยเน้นถึงการออกแบบและเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับภูมิภาคในเมืองไทย ทั้งนี้เพื่อก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานสูงสุด และยังคงไว้ซึ่งปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ หัวใจสำคัญของแนวความคิดนี้ก็คือ การนำเอาปัจจัยธรรมชาติและสิ่งเอื้ออำนวยทีสามารถหาได้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานและสร้างคุณภาพชีวิตที่ดี โดยอาจจะเปรียบเทียบกับการออกแบบทั่วไปเป็นการปฏิบัติตามที่เคยทำมาในอดีต ซึ่งไม่ค่อยคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน ผลที่ได้ก็คือ อาคารไม่ตอบสนองกับสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยีปัจจุบัน ดังจะปรากฎว่าอากาศภายในอาคารแบบนี้มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงมาก จนมีความจำเป็นต้องเปิดหน้าต่างหรือติดเครื่องปรับอากาศ หากจะเปรียบเทียบกับอาคารที่ออกแบบตามแนวความคิดใหม่จะพบว่า หากออกแบบอาคารด้วยกรรมวิธีที่ถูกต้องจะทำให้สภาวะภายในอาคารนั้นมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอก เพื่อให้ได้สภาพแวดล้อมในอาคารที่ดีกว่า

2.4. ตัวแปรในการศึกษา

1. การใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับที่ตั้งอาคาร (Site Elements)
2. การเลือกที่ตั้งและทิศทางของอาคาร (Building and Orientation)
3. พิจารณาออกแบบและเลือกระบบเปลือกอาคาร (Envelope Component Consideration)
4. อาคารที่พึงปรารถนา (Desirable Building)

จุดประสงค์ของการออกแบบเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีโดยอาศัยสภาพภูมิอากาศ ควรจะต้องคำนึงถึงการออกแบบสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้อยู่ในเขตสบายให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยมุ่งเน้นถึงกรรมวิธีที่จะสร้างเขตสบายภายในบ้านโดยใช้ปัจจัยธรรมชาติให้มากที่สุดเสียก่อน เมื่อปัจจัยธรรมชาติไม่อาจช่วยสร้างสภาวะน่าสบายให้กับตัวอาคารได้ จึงค้นหาเทคโนโลยีหรือระบบอื่นมาช่วยเสริมสร้างสภาวะดังกล่าวให้กับผู้ใช้อาคารอยู่ในเขตสบาย โดยเน้นให้มีการใช้พลังงานน้อยที่สุด

การวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศทำโดยการเริ่มต้นด้วยการสร้างแผนภูมิเขตสบาย โดยอาศัยแผนภูมิไบโอไคลเมติก (Bioclimatic Chart) ซึ่งเป็นแผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อแสดงให้เห็นขอบเขตของสภาวะที่คนเรารู้สึกสบาย แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์โดยใช้สมการถดถอย (Regression Analysis) จากสมการดังกล่าวผนวกกับความเร็วลมที่ปรากฏจริงมาวิเคราะห์แล้วนำไปสร้างเป็นแผนภูมิเปรียบเทียบกับสภาพอากาศปกติทุก ๆ เดือน ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำมาใช้งานได้ทำการประยุกต์ใช้เทคนิคการควบคุมการออกแบบบ้านโดยพยายามควบคุมสภาวะภายในให้มีค่าเอนทัลปีสูงสุด เพื่อให้สามารถควบคุมอาคารให้ใช้พลังงานน้อยที่สุด เนื่องจากความแตกต่างระหว่างระดับเอนทัลปีภายในและภายนอกน้อย

ในการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน มีข้อควรคำนึงประการหนึ่งซึ่งเป็นหัวใจสำคัญ คือ ความพิถีพิถันในการเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งได้พิสูจน์ตามหลักวิทยาศาสตร์แล้วว่า มีศักยภาพเหมาะสมที่จะนำมาใช้เพื่อการประหยัดพลังงาน ผสมผสานเข้าไปในการออกแบบรายละเอียดแต่ละส่วนของอาคาร โดยมีแนวความคิดหลักที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบบ้านสำหรับการอยู่อาศัยยุคใหม่ เพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของการประหยัดพลังงานสูงสุดได้แก่

- การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมให้เอื้ออำนวยต่อการประหยัดพลังงาน เช่น การใช้ประโยชน์จากต้นไม้ พืชคลุมดิน ดินและลม
- การเลือกรูปแบบที่เหมาะสม ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ทั้งภายนอกและภายใน รวมทั้งตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมโดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานการพิทักษ์สิ่งแวดล้อม การส่งเสริมคุณภาพชีวิตการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม
- การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ
- การเลือกอุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงาน และปัจจัยทางธรรมชาติ

2.5. ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

1. ในปี 2540 (ชาญชัย บุญวัฒนะตระกูล, 2540) ได้มีการศึกษาเทคนิคการประหยัดพลังงานในอาคาร (Study Technique Energy Saving of Building) โดยนายชาญชัย บุญวัฒนะตระกูล และนายณัฐวุฒิ โสภณโพธิวัฒน์ โดยได้ศึกษาหาแนวทางในการประหยัดพลังงานในด้านที่เกี่ยวกับแสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ รวมถึงการถ่ายเทความร้อนของระบบภายในอาคาร และหาแนวทางในการปรับปรุงอาคาร 12 ชั้น
2. ดร. สุนทร บุญญาธิการ (2543) ได้ทำการศึกษาเทคนิคในการสร้างบ้านประหยัดพลังงานให้เข้ากับสถาปัตยกรรมในเขตเมืองร้อน อย่างประเทศไทย โดยได้ผสมผสานภูมิปัญญาท้องถิ่น ศิลปวิทยากร และทฤษฎีการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานจากทุกมุมโลก มาผสมผสานและสร้างขึ้นมาอันเป็นตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
การรวบรวมข้อมูล

3.1. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์

การหาข้อมูลเพื่อวิเคราะห์และรวบรวมนำมาทำเป็นสื่อนำเสนอข้อมูล เพื่อจะให้ได้เนื้อหาและข้อมูลต่างๆ อย่างครบถ้วน ซึ่งมีวิธีการที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลดังนี้

- การสัมภาษณ์
- การค้นคว้าจากหนังสือ
- การรวบรวมจากเวบไซต์ทางอินเตอร์เน็ทที่เกี่ยวข้อง

3.1.1. การสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นการติดต่อสื่อสาร 2 ทาง ผู้วิเคราะห์ระบบการเรียนการสอนสามารถที่จะอธิบายให้เข้าใจถึงวัตถุประสงค์และข้อมูลที่ต้องการได้อย่างชัดแจ้ง นอกจากนี้ยังสามารถที่จะสอบถามปัญหาระหว่างกันได้ทันทีในกรณีที่มีข้อสงสัยเกิดขึ้น

ทางคณะผู้จัดทำได้ไปทำการสัมภาษณ์พนักงานบริษัท Green Energy จำนวน 4 ท่าน เกี่ยวกับการสำรวจอาคารหรือที่พักอาศัยว่าประหยัดพลังงานหรือไม่ พร้อมทั้งสัมภาษณ์ถึงแนวทางการปรับปรุงแก้ไขในกรณีที่ผลการสำรวจออกมาว่าไม่ประหยัดพลังงาน และได้ทำการบันทึกข้อมูลที่ได้ จากนั้นจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ และสรุปในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโครงงานพิเศษนี้

3.1.2. การค้นคว้าจากหนังสือ

คณะผู้จัดทำได้ทำการค้นคว้าเนื้อหาและข้อมูลจากหนังสือเทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า คู่มือ และวารสารที่เกี่ยวข้อง แล้วทำการเลือกเนื้อหาและหัวข้อที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาเรียบเรียงใหม่ให้เหมาะสมกับโครงงานพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.1.3. การรวบรวมจากเวบไซต์ทางอินเตอร์เน็ทที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากมีเวบไซต์ www.nepo.go.th ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงได้ค้นหา และค้นคว้าข้อมูล แล้วทำการคัดเลือกหัวข้อที่น่าสนใจและสอดคล้องกับแหล่งข้อมูลอื่นๆ แล้วนำมาสรุปเป็นเนื้อหาที่น่าสนใจมาใช้ในโครงงานพิเศษนี้

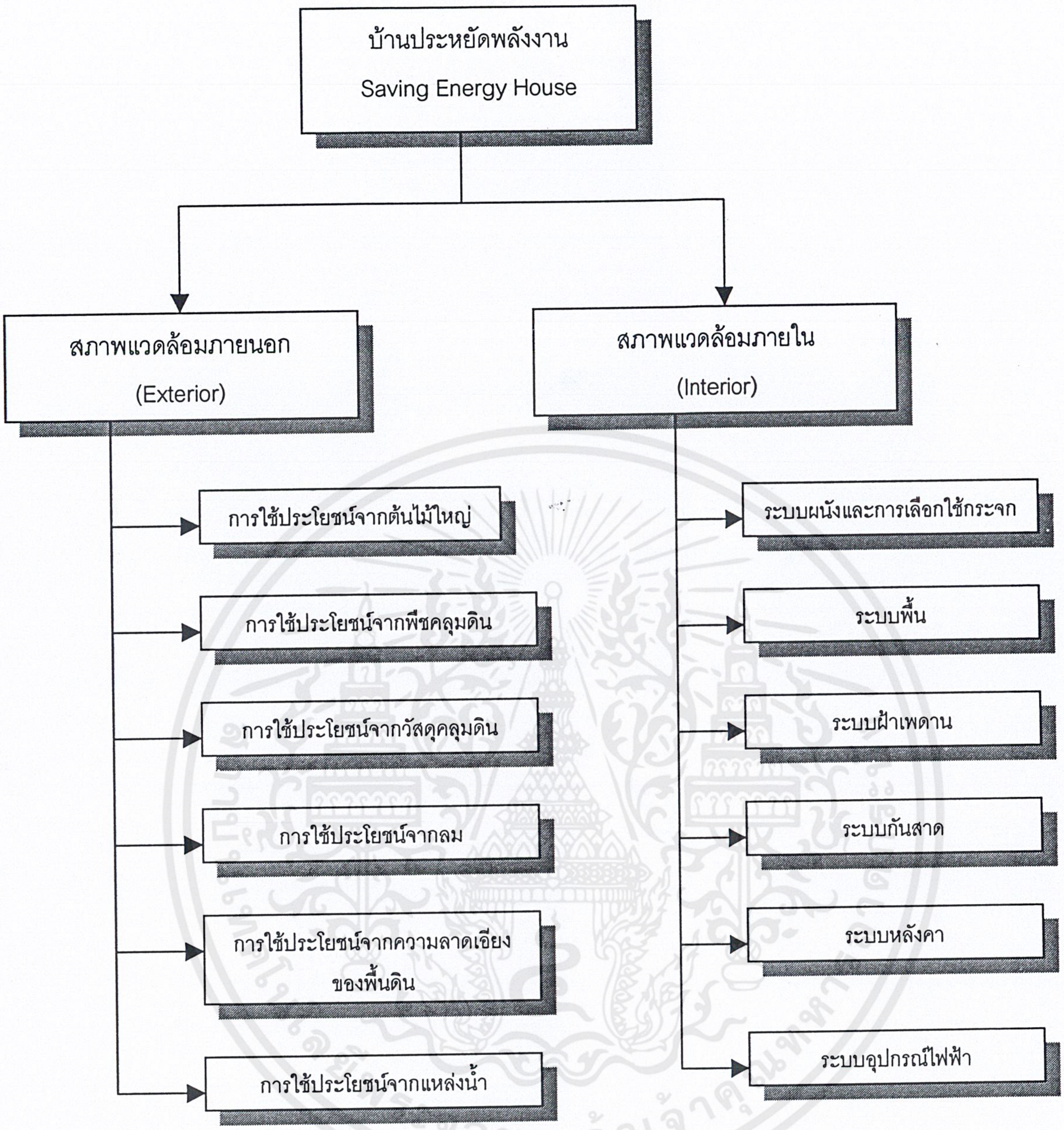
3.2. แหล่งข้อมูลในการค้นคว้า

1. หนังสือเทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน (ดร. สุนทร บุญญาธิการ, 2542) ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลหลักในการทำสื่อนำเสนอข้อมูล
2. บริษัท Green Energy จำกัด ได้ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับใช้โปรแกรม OTTV และ RTTV (สถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2542) , ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการกับระบบปรับอากาศ , การตรวจสอบมาตราฐานการของความร้อนที่เข้ามาภายในอาคาร และ การจัดระบบไฟฟ้า
3. เวบไซต์ www.nepo.go.th ของกรมส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน
4. คู่มือการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน ของกรมส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน
5. วารสารกันสาด ของกรมส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน

3.3. การจัดหมวดหมู่ของข้อมูล

ในเนื้อหาของบ้านประหยัดพลังงานนั้น เราสามารถแยกการศึกษาได้เป็นหมวดหมู่โดยยึดส่วนประกอบแต่ละชิ้นส่วนของบ้านเป็นหลัก และยังแบ่งเป็นภายนอกและภายในบ้านเพื่อให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น ซึ่งทางคณะผู้จัดทำจะยึดแนวทางในการแบ่งตามหนังสือเทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า (ดร. สุนทร บุญญาธิการ, 2542) เพื่อความสะดวกในการอ้างอิงข้อมูล ดังนั้นจึงสามารถแบ่งได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
42422



รูปที่ 3.3. แสดงการแบ่งหมวดหมู่เนื้อหาของบ้านประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1. สภาพแวดล้อมภายนอก (Exterior)

3.3.1.1. การใช้ประโยชน์จากต้นไม้ใหญ่

จากการที่ต้นไม้ใหญ่แต่ละต้นสามารถช่วยลดความร้อนให้กับสภาพแวดล้อมได้มาก ดังนั้นถ้าต้องการใช้ประโยชน์ จากการมีต้นไม้ใหญ่อย่างเต็มที่ ควรปลูกต้นไม้ที่สามารถให้ร่มเงาแก่บ้านได้มาก เช่น ต้นไม้ที่มีทรงพุ่มแผ่กว้างและเป็นไม้ไม่ผลัดใบ เลือกใช้ต้นไม้สูงที่มีพุ่มใบเพื่อกรองแดด หรือสกัดกั้นแสงแดดจากด้านบน โดยพุ่มใบของต้นไม้จะเป็นตัวแปลงสภาพแวดล้อมให้เย็นจากการใช้รากดูดน้ำและคายน้ำที่ใบ ผลที่ได้ก็คือความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่เหนือและใต้พุ่มใบ โดยที่บริเวณด้านใต้พุ่มใบจะมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าอุณหภูมิด้านบนเหนือพุ่มใบมาก

3.3.1.2. การใช้ประโยชน์จากพืชคลุมดิน

พืชคลุมดินจะดูดซับเอาน้ำจากใต้ดินมาระเหย ทำให้ระดับผิวดินมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ มาก และความเย็นดังกล่าวก็จะถูกดูดซึมเข้าสู่ผิวดินจนสามารถทำให้ดินในบริเวณนั้นส่งผ่าน ความเย็นต่อเนื่องกันไปถึงพื้นที่ใต้อาคารได้

นอกจากนี้ยังพบว่า บริเวณสนามหญ้ามีอุณหภูมิเย็นกว่าอุณหภูมิอากาศ ถึงแม้ว่าจะไม่เย็นเท่าอุณหภูมิภายใต้พืชคลุมดินก็ตาม ฉะนั้น การจะทำให้สภาพแวดล้อมเย็นได้ จะต้องทำให้อุณหภูมิที่ผิวดินเย็นลงเสียก่อน เพราะนอกจากจะทำให้ลมที่พัดผ่านมาเย็นลงแล้ว ยังทำให้ผิวของสภาพแวดล้อมเย็น เป็นผลให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกเย็นสบาย เทคนิคนี้เป็น เอกลักษณ์ของสถาปัตยกรรมไทยในการสร้างสภาวะแวดล้อมบริเวณใต้ถุนบ้านให้เย็นสบาย

การปลูกหญ้าหรือพืชคลุมดินเป็นเสมือนฉนวนป้องกันความร้อนให้กับดิน นอกจากนั้นยังเป็น การเสริมสร้างบรรยากาศที่ร่มรื่นต่อสายตาและป้องกันการสะท้อนของแสง ที่อาจทำให้เกิดความจ้า (Glare) ของสายตาและป้องกันฝุ่นที่เกิดจากดินที่แห้งได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.3. การใช้ประโยชน์จากวัสดุปูผิวดิน

การเลือกใช้วัสดุปูผิวดินที่เหมาะสม ก็จะช่วยให้ สภาพแวดล้อมเย็นลงได้ โดยควรเลือกใช้วัสดุที่ไม่ดูดกลืนความร้อน และยังช่วยกระจายความร้อน อีกด้วย หรือเป็นวัสดุที่สามารถนำน้ำจากใต้ดินมาระเหยเป็นไอน้ำได้ดี และควรหลีกเลี่ยง การใช้วัสดุที่มีสีเข้มและมีค่าการดูดความร้อนสูง เช่น ผิวยางมะตอย โดยเฉพาะในที่มีลมพัดผ่าน เพราะจะทำให้เกิดการดูดซับความร้อนไว้มาก

.

3.3.1.4. การใช้ประโยชน์จากลม

ทิศทางลมตลอดปีของประเทศไทยมาจาก 2 ทิศทางหลัก คือ ลมประจำจะมีกระแสลมแรง พัดเข้าทางทิศใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ เป็นกระแสลมที่พัดเข้ามาในช่วงฤดูร้อนเป็นเวลาประมาณ 8 เดือน และลมหนาวจะมีกระแสลมพัดเข้าทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นลมเย็นและแห้ง พัดเข้าในช่วงฤดูหนาวเป็นเวลาประมาณ 3 เดือน ดังนั้นการวางตัวบ้าน ควรวางด้านยาวของบ้านตั้งฉากกับทิศทางลมผ่าน จะได้นำลมเข้าตัวบ้านได้สะดวก ลดความร้อน และช่วยระบายอากาศภายในตัวบ้านด้วย

แต่ควรระวังไม่ให้เป็นลมที่มีความชื้นปะปนเข้ามา (ลมที่มีความชื้นปะปนเข้ามาคือลมที่พัดผ่าน แหล่งน้ำ หรือพัดผ่านพื้นที่เปียกชื้นต่างๆมา) โดยเฉพาะห้องที่มีการปรับอากาศ เพราะจะทำให้ เครื่องปรับอากาศทำงานหนักในการรีดความชื้นมากกว่าการลดอุณหภูมิอากาศ

อิทธิพลของลมที่มีต่อบ้าน

สำหรับอาคารในเขตร้อนชื้น การพัดของลมมีผลกระทบต่อสภาพภายนอกอาคาร และการหมุนเวียนของอากาศภายในอาคารด้วย

- การพัดผ่านภายนอกอาคารทำให้เกิดการพาความร้อนที่เปลือกอาคาร และการรั่วของความร้อนเนื่องจากช่องต่างๆของอาคาร
- ลมที่พัดผ่านหมุนเวียนในอาคาร จะช่วยเพิ่มสภาวะสบาย เนื่องจากเป็นการเพิ่มการระเหยของเหงื่อ ยกเว้นในกรณีที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงมากจนร่างกายไม่สามารถระเหยเหงื่อได้ ส่วนในพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กึ่งร้อนแห้ง เช่น บางบริเวณของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อุณหภูมิของอากาศสูง ต้องป้องกันไม่ให้ลมพัดผ่าน

การวิเคราะห์ผลกระทบของลมต่อการออกแบบ ต้องพิจารณาข้อมูลของลมประจำถิ่น ได้แก่

1. ทิศทางการพัดของลมประจำถิ่น
2. ความเร็วลม
3. การเปลี่ยนลักษณะการไหลของกระแสลมตามสภาพแวดล้อม
4. คุณสมบัติของลมที่เกี่ยวกับสภาวะน่าสบาย เช่น อุณหภูมิลม

คุณสมบัติการพัดผ่านของกระแสลม มีดังต่อไปนี้

- อาคารที่วางตั้งฉากกับทิศทางลม จะได้รับลมเต็มที่ ถ้าวางอาคารทำมุม 45 องศา กับทิศทางลมจะได้รับลมน้อยลงเป็น 50 % ซึ่งในวิธีการคำนวณใช้ 66 %
- อาคารที่วางเรียงแถวกัน ต้องมีระยะห่างเป็น 7 เท่าของความสูง ทุกอาคารจึงจะได้รับลมเต็มที่
- การวางช่องเปิดเข้า – ออก ไว้ตรงข้ามกัน และตรงตำแหน่งความกดสูง และความกดต่ำ จะให้ปริมาณอาการไหลผ่านมากที่สุด
- การจัดช่องทางเข้าเล็กลง จะทำให้เกิดการคอดตัว ทำให้ได้กระแสลมที่มีความเร็วเพิ่มขึ้นภายในอาคาร

การพัดผ่านอาคารของกระแสลม (Cross Ventilation) มี 2 ชนิด

1. การเคลื่อนที่ของลม เนื่องจากความแตกต่างกันของความดันอากาศ
2. การเคลื่อนที่ของลม เนื่องจากความแตกต่างกันของอุณหภูมิ

อาคารที่กระแสลมพัดผ่าน จะทำให้การปะทะคั่งตัวกันของกระแสลมทางด้านปะทะลม ทำให้เกิดบริเวณความดันอากาศสูง และทำให้เกิดบริเวณความดันอากาศต่ำ ขึ้นทางด้านประชิดของด้านปะทะลม ในขณะเดียวกันทางใต้ลมจะเกิดบริเวณความดันต่ำเนื่องจากลมไหลข้ามไป ซึ่งบริเวณความดันต่ำจะมีเนื้อที่ค่อยๆ น้อยลงตามระยะห่าง อันเกิดจากการที่อากาศค่อยๆ เข้ามาแทนที่ จะใช้ระยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 2 เท่าของความสูง และลมจะมีความเร็วเท่ากับความเร็วเดิมก่อนผ่านอาคาร จะใช้ระยะประมาณ 7 เท่าของความสูง

คุณสมบัติการไหลของอากาศภายในอาคาร

1. แรงเฉื่อยในการไหล (Inertia Effect) ขึ้นอยู่กับการเจาะช่องเปิดลมเข้า – ออก อากาศภายในจะพยายามไหลตามทิศทางที่เป็นแนวการไหลเดิม และจะวกกลับเมื่อเกิดความแตกต่างของความดัน การจัดแบ่งพื้นที่ใช้สอยภายใน การวางเครื่องเรือน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวการไหลและคามเร็วลม ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการพัดผ่านระบายอากาศไม่เพียงพอ

2. การแบ่งเนื้อที่ใช้สอยในอาคาร การไหลเข้าออกได้โดยตรง โดยไม่มีสิ่งกีดขวางจะให้ได้ผลดีที่สุดกับการไหลของอากาศ สิ่งกีดขวางใดๆ ในอาคาร จะเปลี่ยนแนวการไหลและความเร็วลม ดังนั้นการจัดวางผนังหรือเฟอร์นิเจอร์ใดภายในอาคารควรเกิดจากการพิจารณาแนวการไหลของอากาศด้วย อาคารแคบตื้นจะมีการระบายลมดีกว่าอาคารลึก เพื่อให้เกิดความสบายจึงต้องออกแบบอาคารให้มีอากาศพัดผ่านในบริเวณที่ใช้งานมากที่สุด

3. การวางตำแหน่งของเปิดทางเข้า และช่องเปิดทางออกของอากาศ อัตราส่วนการเปิดกว้างของทางออกต่อทางเข้าสูง ทำให้เกิดความเร็วลมในการไหลสูง ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารลดลงได้มาก การวางตำแหน่งช่องเปิดทางเข้าและออกของอากาศ มีผลโดยตรงต่อแนวการไหลของอากาศความเร็วลมจะลดลงไปบ้างด้วยการเปลี่ยนทิศทางของการไหล แนวการไหลของอากาศภายในอาคารจะต้องผ่านบริเวณที่ใช้อยู่อาศัย หรือทำกิจกรรมซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบตำแหน่งของช่องเปิดทางเข้าออกของกระแสลม รวมทั้งรูปแบบและสิ่งประกอบของช่องเปิดทางเข้า – ออกเองด้วย

4. แนวการไหลเนื่องจากสิ่งประกอบช่องเปิดทางเข้า และช่องเปิดทางออกของอากาศ สิ่งประกอบช่องเปิดทางเข้าของอากาศนอกอาคาร จะมีผลต่อแนวการไหลของอากาศภายในอาคารอย่างเห็นได้ชัด เช่น ชายคาที่ระดับฝ้าของอาคารจะปะทะกระแสลมและเปลี่ยนแนวการไหลของกระแสลมเข้าสูงช่องเปิดทางเข้า เพิ่มคุณสมบัติในการระบายอากาศ ในขณะที่ชายคาอันเดียวกันวางที่ระดับขอบบนของช่องทางเข้าของอากาศ ทำให้กระแสลมพุ่งขึ้นสูงสู่ฝ้าภายในอาคาร เนื่องจากการเปลี่ยนความดันภายนอกและชายคาอันเดียวกัน วางระดับบนขอบหน้าต่างแต่ดึงหลุดออกเล็กน้อย เพื่อเป็นช่องปรับความดัน จะทำให้แนวการไหลชองอากาศต่ำลงสู่ระดับที่เป็นประโยชน์ได้ สิ่งประกอบรูปแบบชนิดอื่นๆ เช่น แผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันแดด เกล็ดติดตาย หรือเกล็ดหมุนจะช่วยปรับให้แนวการไหลเป็นไปในแบบที่เกิดจากความต้องการภายในอาคาร

การจัดวางตำแหน่งที่เหมาะสมของ wing wall ที่ผนังด้านนอกอาคาร จะช่วยเพิ่มความเร็วของกระแสลมเข้ามาสู่อาคาร ขนาดของ wing wall ที่เหมาะสมควรจะเท่ากับ ขนาดของช่องเปิด และขนาดที่เล็กที่สุดของ wing wall ไม่ควรน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความกว้างช่องเปิด

สรุปแนวทางการใช้ประโยชน์จากลม ได้ดังต่อไปนี้

1. ปรับปรุงสภาพแวดล้อมที่จะทำให้ลมพัดผ่านที่อุณหภูมิต่ำลง ก่อนพัดเข้าสู่ตัวบ้าน เช่น ลมที่พัดผ่านใต้พุ่มไม้ พัดผ่านผิวน้ำ เป็นต้น
2. จัดวางช่องเปิดให้ช่องทางที่อากาศไหลเข้า และไหลออก มีความสัมพันธ์ กันอย่างเหมาะสมทั้งตำแหน่งและขนาด
3. ใช้ส่วนประกอบของอาคารช่วยบังคับทิศทาง และปริมาณลม ให้พัดผ่านบริเวณที่ต้องการ

การเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมในการนำอากาศเข้ามาสร้างสภาวะน่าสบายในอาคาร เช่น อากาศช่วงกลางคืน ถึงตอนเช้าตรู่ ซึ่งเป็นช่วงที่อากาศภายนอกมีอุณหภูมิต่ำ และลดการปิดช่องเปิดลงในกรณีที่อากาศภายนอกมีอุณหภูมิสูง หรือลมเป็นลมร้อน

3.3.1.5. การใช้ประโยชน์จากความลาดเอียงของพื้นดิน

ในด้านที่ต้องการให้พื้นดินเย็นหากไม่มีต้นไม้หรือร่มเงาปกคลุม อาจใช้วิธีปรับความลาดเอียง ของพื้นดินให้รับแสงแดดน้อยลงในเวลากลางวัน ในภูมิอากาศแบบร้อนชื้นนี้การทำให้พื้นดินเอียงไปทางด้านทิศเหนือ จะทำให้รับแสงแดดเฉลี่ยตลอดปีน้อยลง เมื่อเปรียบเทียบกับ พื้นดินในระนาบปกติและพื้นดินที่เอียงไปทางด้านทิศใต้ แนวความคิดนี้จะตรงกันข้ามกับ เมืองหนาว ซึ่งต้องการให้สภาพแวดล้อมรอบอาคารร้อนกว่าปกติ โดยการใช้พื้นผิวดิน ที่ลาดเอียงไปด้านทิศใต้ ผนวกกับวัสดุที่มีค่าการดูดซับความร้อนสูง แต่ในประเทศไทยต้องการให้สภาพแวดล้อมเย็นที่สุดเท่าที่จะทำได้ พื้นดินจึงควรลาดเอียงไป ด้านทิศเหนือ และควรเลือกใช้วัสดุผิวที่ค่าการดูดซับความร้อนน้อย การใช้พืชคลุมดินหรือหญ้าเป็นวัสดุผิวดินจะเหมาะสมกว่าการใช้คอนกรีต คอนกรีตเสริมเหล็ก หรือถนนราดยาง อย่างไรก็ตามหากไม่สามารถปรับความลาดเอียงของพื้นดินตามความต้องการ ได้ ทางออกทางหนึ่งก็คือ ใช้ต้นไม้หรือพืชคลุมดินช่วยสร้างร่มเงาให้กับพื้นผิวดิน ให้ได้รับแสงแดดน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ ความลาดเอียงของพื้นดินยังเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยปรับแต่งเส้นแนวการไหลเวียน ของอากาศให้เป็นไปตามที่ต้องการได้ ในกรณีนี้อาจใช้ความลาดเอียงของพื้นดินเป็นตัวควบคุม ให้กระแสลมถูกปรับเปลี่ยนแนวให้เคลื่อนที่ไปในทิศทางซึ่งจะช่วยให้สภาพแวดล้อมเย็นลง หรือเพิ่ม ความเร็วลมได้

3.3.1.6. การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ

"การระเหยของน้ำทำให้อากาศเย็นลงแต่มีความชื้นมากขึ้น จึงต้องหาทางลดการสะสมความชื้น โดยการระบายอากาศที่ดี"

แหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่มีความลึกตั้งแต่ 1.50 เมตรขึ้นไป และมีความยาวประมาณ 60 เมตร สามารถใช้เป็นแหล่งสร้างความเย็น ให้กับสภาพแวดล้อมได้ โดยการให้กระแสลมที่พัดผ่านบริเวณผิวหน้าของน้ำที่เย็น และแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศนั้นนำ เข้ามาภายในอาคาร แต่มีข้อควรระวังในเรื่องของความชื้น ที่มากับลมด้วย เพราะเมื่อลมพัดผ่านผิวน้ำในระยะทางที่ยาวเพียงพอ อุณหภูมิอากาศ จะค่อยๆเย็นลงไป พร้อมๆกับความชื้นที่เพิ่มขึ้น ในเชิงปฏิบัติแล้ว ถ้านำเอาอากาศดังกล่าวมาใช้ในอาคาร (Fresh Air) จะไม่เป็นการช่วยลด การใช้พลังงาน เนื่องจากอากาศนั้นมีความชื้นมากขึ้นกว่าเดิม แต่ในสภาพทั่วไปที่มีลมพัดหรือ มีอากาศถ่ายเทสะดวก ความชื้นก็จะไม่สะสมมากนัก ช่วยสร้างความร่มเย็นให้กับสภาพแวดล้อม ลดความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายนอกและภายในอาคาร และช่วยลดภาระ ของเครื่องปรับอากาศในการรีดความชื้น และทำความเย็นให้กับอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2. สภาพแวดล้อมภายใน (Interior)

3.3.2.1. ระบบผนังและการเลือกใช้กระจก

เราสามารถแบ่งเป็นหัวข้อในการพิจารณาได้ดังต่อไปนี้

1. วัสดุผนังภายนอก

การใช้ผนังอาคารที่มีน้ำหนักมวลสารมาก อาจจะเป็นทางออกที่ดีสำหรับอาคารไม่ปรับอากาศ แต่เมื่อนำมาใช้กับอาคารปรับอากาศแล้ว ต้องใช้เวลาในการลดอุณหภูมิและความชื้น ให้กับผนังเหล่านั้นด้วยพลังงานมหาศาล โดยเฉพาะเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศใหม่ๆ

ในการเลือกใช้ผนังอาคารประเภทใดนั้น ต้องเลือกด้วยเหตุผลว่าเราต้องการให้ผนังทำหน้าที่อะไรให้กับตัวอาคาร ปัจจัยที่สำคัญในการพิจารณาเลือกวัสดุผนังอาคารได้แก่

- กันความร้อน
- กันความชื้น
- กันเสียง
- กันไฟ
- ประหยัดพลังงาน
- คงทนต่อแรงกระทบ

และด้วยเหตุผลนี้ ทำให้เราเลือกผนังได้หลายชนิด สำหรับอาคารหลังหนึ่งตามเหตุผลที่ต้องการของผนังในแต่ละส่วน เช่น

- ผนังบริเวณส่วนซักล้าง ต้องทนต่อความชื้น และคงทนต่อแรงกระทบได้ดี
- ผนังห้องครัว ต้องสามารถป้องกันไฟ คงทนต่อแรงกระทบกระแทกและทำความสะอาดได้ง่าย
- ผนังห้องน้ำ ต้องกันความชื้นได้ดีมีความแข็งแรงพอที่จะแขวนอุปกรณ์ต่างๆได้ และเดินท่อนงานระบบได้สะดวก มีความสามารถในการกันเสียงออกจากห้องน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วัสดุที่บุด้านในของผนังอาคาร ควรเป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อย (มีน้ำหนักเบา) และมีค่าการกักเก็บความร้อนและความชื้นน้อย เช่น ผนังยิปซัม เป็นต้น

การเลือกใช้ผนังของบ้านหลังนี้จึงมีหลายประเภทแตกต่างกันออกไปแต่เป็นการเลือกใช้ด้วยความเข้าใจในความต้องการและหน้าที่ของผนังแต่ละส่วน ในภาพรวมแล้วระบบผนังส่วนใหญ่ของบ้านหลังนี้จะเป็นระบบผนังฉนวนกันความร้อนภายนอกเกือบทั้งหลัง โดยมีวัสดุอื่นผสมผสานบ้างตามเหตุผลข้างต้น

2. ผนังภายใน

ผนังภายใน ยึดหลักการเดียวกันกับผนังภายนอก คือ เลือกชนิดที่มีมวลเบา และมีความเป็นฉนวน จะทำให้ผนังภายในบ้านไม่เก็บสะสมความร้อน สำหรับผนังภายในหากใช้ผนังประกอบสามารถยกเลิกแผ่นพลาสติกกันความชื้นได้

ผนังห้องน้ำ ห้องครัว เป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสีภายนอก และภายในฉาบปูนบุผิวด้วยกระเบื้องเคลือบ เพื่อง่ายต่อการทำความสะอาด

3.3.3.2. การเลือกใช้กระจก

ในการออกแบบอาคารทั่วๆ ไปนั้น มักจะไม่มีการคำนึงถึงปัญหาที่เกิดจากการแผ่รังสีความร้อนจากผิวกระจกที่ร้อนไปยังผู้ใช้อาคาร เนื่องจากกระจกเป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนที่ดี จึงสามารถถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้มากทำให้มีปริมาณความร้อนผ่านเข้ามาในอาคารมาก แต่การนำกระจกมาใช้ในอาคารก็มีข้อดี ในเรื่องการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารได้ ดังนั้นการเลือกใช้กระจกจึงควรใช้กระจกที่สามารถนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารให้ได้มากที่สุด ในขณะเดียวกันก็ต้องยอมให้ความร้อนเข้ามาในอาคารน้อยที่สุดด้วย ในกรณีบ้านหลังนี้ได้เลือกใช้กระจกฮีตมิเรอร์ หรือกระจกสะท้อนคลื่นความร้อนและกระจกฮีตสต็อป ซึ่งเป็นกระจกชนิดที่ยอมให้แสงเข้ามาได้มาก แต่ความร้อนเข้ามาได้น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.3. ระบบพื้น

ในกรณีของบ้านที่มีสภาพแวดล้อมภายนอกที่ดี หรือมีสภาพภูมิอากาศที่เย็นแล้ว การเลือกใช้วัสดุพื้นก็สามารถใช้วัสดุที่มีค่าความเป็นตัวนำที่ดี (Conductor) เช่น หินอ่อน แกรนิต หรือกระเบื้องได้ เพื่อช่วยนำความเย็นจากดินเข้ามาภายในบ้าน แต่ต้องมีระบบป้องกันความชื้นที่ดี บ้านหลังนี้เลือกใช้หินแกรนิตเป็นวัสดุพื้นภายนอกอาคาร และใช้กระเบื้องเคลือบเป็นวัสดุพื้นภายใน โดยการกันความชื้นของบ้านใช้วิธีการระบายน้ำในระดับคานคอดิน และใช้ระบบป้องกันความชื้นทาเคลือบผิวพื้นทั้งหมด (โดยเฉพาะด้านล่างจะป้องกันความชื้นได้ดีที่สุด)

ถ้าบริเวณบ้านโดยรอบมีการปรับแต่งสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมและมีอุณหภูมิดินที่เย็นแล้ว เราก็จะสามารถเลือกใช้วัสดุพื้นที่ดึงเอาความเย็นจากดินมาใช้ในบ้าน ทำให้ผิวของพื้นบ้านมีอุณหภูมิต่ำกว่าผิวกายของเราและเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิวกายกับสิ่งแวดล้อม ทำให้เรารู้สึกเย็นกว่าปกติ ซึ่งเป็นการใช้เทคนิคของการถ่ายเทความร้อนระหว่างผิวหนังของมนุษย์เรากับสภาพแวดล้อม (MRT Effect) เพราะถ้าอุณหภูมิรอบข้างโดยเฉลี่ยต่ำกว่าผิวกาย 1 องศาเซลเซียส เราจะรู้สึกเย็นกว่าปกติ 1.4 องศาเซลเซียส และเป็นเทคนิคของการทำผิวของสภาพแวดล้อมให้เย็นนี้ เป็นเอกลักษณ์ที่พบได้ในสถาปัตยกรรมไทย เช่น พื้นใต้ถุนบ้าน พื้นโบสถ์ เป็นต้น

วัสดุพื้นชนิดอื่นๆ ก็สามารถนำมาใช้ในบ้านได้ ถ้ามีความเข้าใจในคุณสมบัติของวัสดุและนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เช่น

- ไม้ มีคุณสมบัติเป็นฉนวนในระดับหนึ่งซึ่งถ้านำมาใช้กับพื้นชั้นล่างจะลดค่าการนำความร้อนจากดินลงไปมาก ทำให้สูญเสียความรู้สึกเย็นจากสภาพแวดล้อมลงไปเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้หินชนิดต่างๆ
- หินแกรนิต มีความคงทน แต่ให้ความรู้สึกที่แข็งกระด้าง เหมาะกับการใช้งานในบริเวณพื้นนอกบ้าน
- หินอ่อน ให้ความรู้สึกที่นุ่มนวลกว่าแกรนิต แต่ดูแลรักษายาก
- กระเบื้องเคลือบ มีความคงทนและดูแลรักษาง่าย แต่ดูด้วยค่ากว่าหินธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.4. ระบบฝ้าเพดาน

วัสดุฝ้าเพดานระหว่างชั้นที่ใช้เป็นยิปซัมประกบกับฉนวนหนา 1 นิ้วเพื่อทำให้สามารถแยกส่วนในแนวตั้งได้โดยสมบูรณ์และไม่เกิดการถ่ายเทความร้อนจากแต่ละชั้น การมีฝ้าเพดานที่มีค่าความเป็นฉนวน นอกจากจะแยกการถ่ายเทความร้อนแล้ว ยังช่วยการลดค่าการสะสมความร้อนของพื้นที่อยู่ในฝ้า โดยการหน่วงเหนี่ยวความร้อนที่สะสมอยู่ในฝ้าให้เข้ามาในห้องช้ากว่าปกติ เป็นการลดภาระในการทำความเย็นในช่วงที่เริ่มเปิดเครื่องปรับอากาศให้น้อยกว่าปกติอีกด้วย

3.3.3.5. ระบบกันสาด

แสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์สำหรับประเทศไทยไม่มีความเหมาะสมด้วยประการทั้งปวงในการนำมาใช้ในอาคาร จึงต้องหาทางสกัดกั้นแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์ ยกเว้นตอนเช้ามากๆ และเย็นมากๆ หรือในภาคเหนือของประเทศไทยซึ่งแสงจากดวงอาทิตย์มีความจำเป็น

ปัจจัยสำคัญในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานอีกประการคือ การกันแดดให้กับตัวอาคาร เพราะผนังทั่วไป เช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูน 4 นิ้วที่ไม่โดนแดดโดยตรง มีปริมาณความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารถึงประมาณ 95-158 วัตต์ต่อตารางเมตร (30-50 บีทียูต่อตารางฟุตต่อชั่วโมง) ถ้าเป็นผนังกระจกใสด้านทิศใต้ที่โดนแดด (ในที่นี้ประมาณการจากข้อมูลของเดือนธันวาคม เวลา 10.00-11.00) จะมีความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารเพิ่มสูงขึ้นอีก 6-7 เท่าหรือมากกว่า 631 วัตต์ต่อตารางเมตร หรือประมาณ 200 บีทียูต่อตารางฟุตต่อชั่วโมง ดังนั้นการป้องกันไม่ให้ผนังหรือกระจกโดนแดดจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ แต่ต้องคำนึงถึงปริมาณแสงธรรมชาติที่จะเข้าสู่ภายในอาคารได้อย่างเหมาะสม

ประโยชน์ของการออกแบบให้อาคารสามารถกันแดดอีกประการหนึ่ง ใช้ในกรณีที่ต้องการออกแบบอาคารที่มีผนังเป็นสีเข้ม เพราะถ้าผนังนั้นไม่โดนแดดก็จะช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ ก็ต้องเลือกผนังที่มีค่าความเป็นฉนวนมากๆ เพราะถ้าผนังมีค่าความเป็นฉนวนมาก ๆ แล้วอิทธิพลของสีผิวผนังไม่ว่าจะอ่อนหรือเข้ม จะไม่มีผลต่อความร้อนเข้าสู่อาคารมากนัก

การกันแดดในการออกแบบอาคาร ต้องคำนึงถึงผลจากรังสีดวงอาทิตย์ที่กระทำต่ออาคารในมุมต่าง ๆ เป็นสำคัญ เนื่องจากความร้อนที่จะเข้าสู่อาคารโดยการแผ่รังสีความร้อนมีผลกระทบโดยตรงต่อผู้ใช้อาคาร ดังนั้นในการออกแบบบ้านจะต้องคำนึงถึงทิศทางของรังสีจากดวงอาทิตย์ที่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้ามาในอาคารด้านทิศใต้และทิศตะวันตก ซึ่งมีทิศทางและมุมของแดดที่ลาดเอียงต่ำกว่าด้านอื่นๆ ทำให้แดดเข้าสู่ภายในบ้านได้ลึก และยังแบ่งย่อยเป็นหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

1. รูปแบบของกันสาด

1.1. กันสาดแนวนอน (Horizontal Overhangs)

การยื่นกันสาดแนวนอนด้านทิศใต้จะมีผลในการกันแดดในช่วงเที่ยงและบ่ายได้ดี

1.2. กันสาดแนวตั้ง (Vertical Louvers)

เหมาะสมกับหน้าต่างที่อยู่ทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตก เพราะสามารถบังแสงแดดในช่วงเช้าและเย็นได้ดี

1.3. กันสาดแบบตาราง (Eggcrate Type)

เป็นกันสาดที่รวมเอาคุณสมบัติที่ดีของกันสาดแนวนอนและแนวตั้งมารวมกันเพื่อให้สามารถป้อง กันลำแสงตรงได้ตลอดทั้งวัน

2. ข้อควรระวังในการออกแบบกันสาด

1. ควรใช้วัสดุที่เมื่อได้รับความร้อนแล้วสามารถสะท้อนความร้อนออกได้ดีและลดการแผ่ความร้อนเข้าอาคาร
2. ป้องกันอากาศที่ร้อนชื้นซึ่งอยู่ตามช่องว่างระหว่างที่กันแดดกับส่วนของอาคารโดยต้องออกแบบให้ความร้อนสามารถไหลผ่านออกไปได้ง่าย รวมทั้งชิ้นส่วนของที่กันแดดที่อยู่เหนือช่องว่างเหล่านี้จะต้องไม่ได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นจากอากาศร้อนเหล่านั้น
3. ป้องกันไม่ให้เกิดสะพานความร้อนกับกันสาดที่ติดเชื่อมกับโครงสร้างอาคาร โดยกันสาดเองจะได้รับความร้อนจากแสงแดด แล้วถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคาร โดยผ่านโครงสร้างที่เชื่อมติดกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.6. ระบบหลังคา

สามารถแบ่งรูปแบบต่างๆได้เป็นดังต่อไปนี้

1. รูปทรงของหลังคา

การออกแบบรูปทรงของหลังคาบ้าน คำนึงถึงความสามารถที่จะเอื้ออำนวยต่อการระบายอากาศได้โดยสะดวก โดยใช้หลังคาที่มีความชันมากกว่า 30 องศา เพื่อให้เกิดความกดอากาศต่ำที่แรงมากเพียงพอ จะช่วยดึงให้กระแสลมพัดผ่านตลอดทั่วทั้งอาคาร ทำให้สามารถใช้การระบายอากาศแบบธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพในกรณีที่มีความต้องการ แต่โดยทั่วไปแล้วจะใช้ก็ต่อเมื่อสภาพอากาศภายนอกเอื้ออำนวยเท่านั้น จากการศึกษาพบว่าอยู่ที่ช่วงเวลาประมาณ 2 ทุ่มถึง 6 โมงเช้า การยื่นของหลังคาในแต่ละด้านจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์แต่ละส่วนของหลังคา โดยทั่วไปหลังคาจะมีชายคายื่นออกมาเพื่อให้สามารถกันแดดได้ตั้งแต่เวลา 8 โมงเช้าจนถึง 4 โมงเย็น และบางส่วนจะยื่นออกไปคลุมพื้นที่ใช้งานส่วนที่เป็นระเบียงด้วย

1.1. วัสดุมุงหลังคา

การเลือกวัสดุมุงหลังคา ในเบื้องต้นจะต้องเข้าใจถึงความต้องการและหน้าที่หลักของวัสดุหลังคา คือ ความต้องการในการกันรั่ว การกันความร้อน ความแข็งแรงทนทาน และความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในประเทศไทย เรื่องที่เป็นหัวใจหลักของหน้าที่ของหลังคาที่เป็นสิ่งสำคัญก็คือ ความสามารถในการกันรั่วได้ 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้แล้วยังต้องมีความทนถาวร เราจะพบว่าในบางพื้นที่ในกรุงเทพมหานครที่มีบ้านพักอาศัยที่ใช้ระบบหลังคาแบบที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน มีปัญหาและเกิดความเสียหายจากการหลุดร่อนปลิวของกระเบื้องมุงหลังคา เมื่อมีลมมาปะทะแรงๆ ซึ่งเกิดขึ้นบ่อย เนื่องจากหลังคาไม่สามารถคงสภาพได้ การออกแบบและเลือกใช้วัสดุมุงหลังคาของบ้านมีดังนี้

- เพื่อความต้องการกันน้ำรั่วได้ 100 เปอร์เซ็นต์ บ้านหลังนี้ใช้วัสดุมุงหลังคาคือแผ่นซิงเกิลสีทึบ
- มีขึ้นของโฟมอีพีเอสซึ่งมีค่าความต้านทานความร้อนสูง เพื่อช่วยในการกันความร้อนไม่ให้เข้าสู่ตัวบ้านได้
- มีชั้นของช่องว่างอากาศเพื่อเพิ่มค่าความเป็นฉนวนให้กับหลังคา โดยมีค่าการเป็นฉนวนเทียบเท่าความหนาของโฟม ¼ นิ้วโดยประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชั้นล่างสุดจะเป็นยิปซัมเพื่อความสวยงามเรียบร้อย บางส่วนเป็นโฟมเพื่อเป็นฉนวนกันความร้อนอีกชั้นหนึ่ง
- มีความถาวร และทนทานต่อแรงลมได้ดี

1.2. ระบบกันความร้อนของหลังคา

ในการพิจารณาเรื่องความสามารถในการกันความร้อนของระบบหลังคาโดยรวมนั้น ต้องอาศัยความเข้าใจถึงระบบการถ่ายเทอากาศที่สมบูรณ์ภายใต้ผิวหลังคา สิ่งหนึ่งที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบระบบกันความร้อนในส่วนหลังคาคือ การทำให้มีอุณหภูมิบริเวณเนื้อผิวหลังคาค่อนข้างสูง (ร้อนมากๆ) เพื่อเป็นการป้องกันนก หนู หรือแมลงต่างๆเข้าอาศัยอยู่ภายใต้หลังคาเหนือฝ้าเพดาน แต่ต้องคำนึงถึงการระบายอากาศภายใต้หลังคาส่วนบนสุดด้วย และในระดับต่ำจากผิวหลังคาลงมาต้องมีระบบฉนวนเพื่อป้องกันความร้อนไม่ให้เข้ามาภายในอาคารได้อย่างสมบูรณ์ ระบบกันความร้อนของหลังคาประกอบด้วย

- อะลูมิเนียมฟอยด์ 1 ชั้น
- โฟมหนา 6 นิ้ว
- ชั้นในสุดประกบ (Laminated) ด้วยแผ่นยิปซัม

จากแนวคิดในการออกแบบหลังคานี้จะพบว่า แม้อุณหภูมิผิวหลังคาจะค่อนข้างสูงในเวลากลางวัน แต่มีระบบระบายอากาศที่อยู่ใต้หลังคา เพื่อช่วยระบายความร้อนออกไป ทำให้อิทธิพลของความร้อนจากหลังคามีผลต่ออุณหภูมิภายในบ้านน้อยมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อความร้อนดังกล่าวซึ่งเป็นส่วนที่เหลือจากการระบายออกไปไม่หมดจะต้องผ่านชั้นของฉนวนที่อยู่ภายใต้ช่องว่างอากาศก่อนเข้าถึงภายในตัวบ้านการระบายอากาศดังกล่าวจะแปรผันตามปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นกล่าวคือ ถ้าความร้อนที่เกิดขึ้นมีมากการระบายอากาศก็จะเกิดขึ้นมากด้วย ปรากฏการณ์ดังกล่าวค่อนข้างจะเป็นอิสระต่ออิทธิพลของความเร็วลมภายนอก อย่างไรก็ตามในวันที่ไม่ค่อยมีลม อุณหภูมิภายใต้หลังคาจะร้อนกว่าวันที่มีลมบ้างเล็กน้อย แต่การมีปริมาณฉนวนอย่างเพียงพอและการระบายอากาศด้านบนผนวกกับการใช้วัสดุต่างๆ อย่างถูกวิธี จะทำให้ความร้อนเข้าสู่อาคารได้ค่อนข้างน้อย ส่วนในเวลากลางคืนเนื่องจากหลังคาดังกล่าวมีมวลสารน้อย จึงใช้เวลาเพียงประมาณครึ่งชั่วโมงหลังจากพระอาทิตย์ตกดินเพื่อทำให้อุณหภูมภายในช่องว่างใต้หลังคาใกล้เคียงกับอุณหภูมอากาศภายนอก จากนั้นอุณหภูมิผิวหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาก็จะเย็นลงจนต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศ เนื่องจากไม่มีความร้อนสะสม จึงทำให้ผิวหลังคาในเวลากลางคืนเย็นลงตลอดเวลา หลังคาบ้านจึงทำหน้าที่เป็นเสมือนเครื่องป้องกันความร้อน หนาวให้กับตัวบ้าน

3.3.3.7. ระบบอุปกรณ์ไฟฟ้า

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานของบ้านประหยัดพลังงานหลักๆ แบ่งได้เป็น

- หลอดไฟฟ้า
- เครื่องปรับอากาศ
- ตู้เย็น

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาใช้ในบ้านประหยัดพลังงานนี้ ต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานคือ อุปกรณ์ที่ใช้กระแสไฟฟ้าน้อย เพราะเป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ถ้าเป็นเครื่องปรับอากาศก็หมายถึง เครื่องปรับอากาศที่ทำความเย็นได้มากโดยใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย ถ้าเป็นระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หมายถึงคุณภาพของหลอดไฟที่สามารถผลิตพลังงานแสงสว่างได้มาก โดยใช้พลังงานไฟฟ้าน้อย และถ้าเป็นตู้เย็น หมายถึงตู้เย็นที่สามารถควบคุมความเย็นของตู้เย็นได้ตามที่ต้องการ โดยใช้พลังงานน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
โครงสร้างของสื่อนำเสนอข้อมูล

4.1. ความหมายของ CAI

คำว่าสื่อการสอน (Media) หมายถึง สิ่งใดก็ตามไม่ว่าจะเป็น วัสดุ (Software) อุปกรณ์ (Hardware) หรือแม้แต่วิธีการ (Technoiques or Method) ที่เป็นตัวกลางในกระบวนการศึกษาข้อมูล เพื่อทำให้ผู้ใช้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาที่ตั้งไว้ (ปกรณ์ ยิ่งเจริญและคณะ,2542 อ้างถึงใน วีระพนธ์ คำดี)

ส่วนคำว่า CAI ย่อมาจาก Computer Assisted Instruction คือการนำคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งเข้ามาช่วยในการเรียนการสอนของผู้ที่สนใจ โดยมีผู้สอนหรือผู้มีความรู้เป็นผู้ผลิตสื่อขึ้นมาแล้ว นำไปให้ผู้สนใจได้เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวกลางในการนำกระบวนการค้นคว้าของผู้ที่สนใจ (สร้างงานมัลติมีเดียอย่างสมบูรณ์แบ โดยใช้ โปรแกรมต่างๆ เช่น Director 8.0, Photoshop , After Effect , Illustrator , 3D Studio Max เป็นต้น (ปกรณ์ ยิ่งเจริญ และคณะ,2542 อ้างถึงใน วีระพนธ์ คำดี)

4.2. รูปแบบของ CAI

คำว่ารูปแบบ หมายถึง แบบแผนหรือแนวปฏิบัติ หรือข้อกำหนดที่สามารถปรับเข้ากับสภาวะจริง การสร้างสื่อ CAI ควรทำให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายมากที่สุดจึงจะเป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสิ่งต่างๆ ที่ผู้สอนทำอยู่แล้ว สามารถนำมาทำสื่อ CAI ได้เช่น

1. สื่อนำเสนอข้อมูลแบบมัลติมีเดีย
2. บทเรียนสำเร็จรูป หรือ บทเรียนโปรแกรม
3. ชุดการเรียนการสอน
4. บทเรียนโมดูล (Module)
5. บัตรคำ แผนภูมิ หรือสื่ออะไรก็ได้ที่อาจารย์ผลิตอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนรูปแบบที่นิยมในการสร้างสื่อ CAI เป็นดังนี้

1. การนำเสนอสื่อเนื้อหา (Knowledge Presentation)
2. การสร้างเนื้อหาต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ หรือความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ส่วนเนื้อหาไม่ควรมีเฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว แต่เนื้อหาควรจะมีสิ่งต่อไปนี้ด้วย เช่น มีภาพประกอบ มีเสียง หรือมี ภาพยนตร์ประกอบด้วยถึงจะเรียกว่าเนื้อที่ดีและเหมาะสมกับความสามารถของสื่อการสอนแบบคอมพิวเตอร์
3. การโต้ตอบกับผู้ใช้ (Interactivity) โดยปกติแล้วควรให้ผู้ใช้ได้มีส่วนร่วมในการดูสื่อต่างๆ เพื่อที่จะทำให้ผู้ใช้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการศึกษาข้อมูล ดังนั้นเราจึงได้ทำบางส่วนของสื่อให้ผู้ใช้ได้เลือก click หัวข้อที่สนใจ
4. การวัดและประเมินผล (Evaluation)คือหลังจากผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาหรือได้ใช้สื่อ CAI แล้ว สิ่งที่ผู้ใช้จะบอกคณะผู้จัดทำได้ว่าเขาไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือไม่ อาจทำโดยการสังเกต หรือพูดคุยกับผู้ใช้

4.3 ข้อดีและข้อเสียของการนำเสนอด้วยสื่ออิเล็คทรอนิกส์

ในปัจจุบันการใช้คอมพิวเตอร์เป็นที่แพร่หลายอย่างมากในทุกวงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถาบันการศึกษา มีการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนการสอน หรือเป็นแหล่งค้นคว้าหาข้อมูล เพราะคอมพิวเตอร์สามารถเก็บข้อมูลได้มาก มีระบบจัดการข้อมูลที่ดี และยังมีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายอีกด้วย ดังนั้นแนวทางในการพัฒนาสื่ออิเล็คทรอนิกส์จะมุ่งไปยังคอมพิวเตอร์ โดยมีการพัฒนาคอมพิวเตอร์ให้เป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีข้อดีหลายประการ แต่ก็ยังมีข้อด้อยอยู่บ้างดังต่อไปนี้

ข้อดี

- มีความสามารถในการโต้ตอบกับผู้ใช้ จึงเป็นการสื่อสารแบบ 2 ทาง
- มีการจัดเก็บข้อมูลเป็นสัดส่วน จัดเก็บง่าย และใช้พื้นที่น้อย
- สามารถพัฒนาข้อมูล และแก้ไขปรับปรุงได้ง่าย
- มีค่าใช้จ่ายในการพัฒนาระบบต่ำ
- ทำให้มีความน่าสนใจในการศึกษาข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำให้มีความน่าสนใจในการศึกษาข้อมูล
- ง่ายต่อการค้นคว้า เนื่องจากปัจจุบันเทคโนโลยีได้ก้าวหน้าไปอย่างมาก
- ทำการสำรองได้ง่าย
- สามารถเผยแพร่ได้ง่าย

ข้อเสีย

- ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ในการนำเสนอ ถ้าไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ไม่สามารถนำเสนอได้
- พื้นที่การนำเสนอจำกัดอยู่แค่บนหน้าจอเล็กๆ เท่านั้น จึงมองเห็นได้ไม่ทั่วถึง ยกเว้นว่าจะใช้อุปกรณ์อื่นช่วย เช่น โปรเจคเตอร์ แต่ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง
- ความทนทานของสื่อ ขึ้นอยู่กับรูปแบบในการจัดเก็บข้อมูล ถ้าเป็นฟลอบปี้ดิสก์ ก็ชำรุดได้ง่าย แต่ถ้าเป็นคอมแพคดิสก์ก็มีความทนทานมากกว่า

4.4. การพิจารณาเลือกใช้โปรแกรมนำเสนอ

โดยที่จริงแล้วมีโปรแกรมหลายโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการทำสื่อนำเสนอข้อมูล โดยจะแบ่งโปรแกรมเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือส่วนที่เป็นตัวเขียน ลำดับ ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม (Script) และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นการทำมัลติมีเดีย เช่น ภาพเคลื่อนไหว , ภาพ 3 มิติ , ภาพนิ่ง , เสียง เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. โปรแกรมที่สามารถใช้เขียนลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม เช่น
   - Macromedia Authorware 5.0
   - Macromedia Director 8.0
   - Powerpoint 2000

2. โปรแกรมที่ใช้สร้างมัลติมีเดียวเพื่อช่วยให้สื่อการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ เช่น
   - Adobe Photoshop 6.0
   - Recorder
   - Sonic Foundary Soundforge 4.0
   - After Effect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Adobe Illustrator 8.0
- 3D Studio Max
- 3D Cool Lead

4.4.1. เกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกโปรแกรม

การเลือกโปรแกรมที่เหมาะสมที่สุด มีเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกโปรแกรมมาพัฒนาสื่อการเรียนการสอนดังนี้

ตารางที่ 4.1. แสดงขีดความสามารถของแต่ละโปรแกรม

ขีดความสามารถ	Director 8.0	Powerpoint	Authorware
1.ตอบสนองรูปแบบการนำเสนอรูปแบบที่ต้องการได้	●	●	●
2. สนับสนุนมัลติมีเดีย	●		●
3. มีรูปแบบการโต้ตอบที่หลากหลาย	●	●	●
4. complyเป็น . EXE ได้	●	●	●
5. ใช้งานง่าย	●	●	●
6. เขียนตัวโปรแกรมง่าย		●	●

จากเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อทำการเปรียบเทียบข้อดีและข้อด้อยของทุกโปรแกรมทั้งโปรแกรมที่จะนำมาใช้พัฒนาสื่อและโปรแกรมที่ใช้สร้างมัลติมีเดียแล้ว พว่าโปรแกรมที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้พัฒนาสื่อคือ โปรแกรม Macromedia Director 8.0 ถึงแม้ว่าจากตารางที่ 4.1.จะเห็นว่าการเขียนโปรแกรม Director จะทำได้ยากกว่าโปรแกรมอื่นๆ แต่เนื่องจากโปรแกรมนี้สามารถทำลูกเล่นได้มากกว่าโปรแกรมอื่น ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงเลือกDirector ในการทำสื่อนำเสนอข้อมูล และโปรแกรมที่จะนำมาใช้สร้างมัลติมีเดียจะใช้ทั้งโปรแกรม Adobe Photoshop 6.0 , Recorder , Sonic Foundary Soundforge 4.0 , Adobe Illustrator , 3D Studio Max และ After Effect ทั้งนี้เลือกโปรแกรม Adobe Director 8.0 เพราะมีคุณสมบัติต่างๆ ครบถ้วนดังจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2. ลักษณะของ Macromedia Director 8.0

Macromedia Director เป็นโปรแกรมนำเสนอข้อมูล คล้ายกับโปรแกรม PowerPoint แต่แตกต่างกันที่โปรแกรม Macromedia Director สามารถโต้ตอบกับผู้เล่นโปรแกรมได้ตามที่ผู้สร้างกำหนด Macromedia Director จึงเหมาะสมกับงานนำเสนอหลายๆ ประเภท

ลักษณะของโปรแกรม Macromedia Director จะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ผู้สร้างผลงานกับ ผู้ใช้ผลงาน สำหรับผู้ใช้ไม่ยุ่งยากเพียงแต่เล่นโปรแกรมไปตามเนื้อหาที่นำเสนอ ส่วนผู้สร้างโปรแกรมจะยุ่งยากและต้องใช้จินตนาการมาก เพื่อที่จะวางเนื้อหา หรือนำเสนอรูปแบบอย่างมีศิลปะและมีเทคนิคในการนำเสนอให้น่าสนใจ

ทั้งนี้โปรแกรม Macromedia Director 8.0 สามารถที่จะตอบสนองรูปแบบการนำเสนอที่ต้องการสนับสนุนมัลติมีเดีย ไม่ว่าจะเป็นภาพเคลื่อนไหว , ดนตรี ,เสียงพากษ์ มีรูปแบบการโต้ตอบที่หลากหลาย สามารถ comply เป็น .EXE ได้และยังใช้งานง่ายอีกด้วย

หลังจากเลือกโปรแกรมที่เหมาะสมจะนำมาทำสื่ออิเล็คทรอนิกส์ได้แล้ว ขั้นต่อมาจะทำการว่างแผนและจัดทำสื่อการเรียนการสอนด้วยโปรแกรมที่เลือก ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานต่างๆ ดังนี้

1. เขียนโครงสร้างสื่ออิเล็คทรอนิกส์ขึ้นมาด้วยโปรแกรม Macromedia Director 8.0
2. จัดแต่งข้อมูลและภาพที่จะนำมาเป็นเนื้อหาของสื่ออิเล็คทรอนิกส์
3. ออกแบบและจัดทำอะนิเมชั่น
4. อัดเสียงบรรยายและเลือกดนตรีประกอบ
5. นำข้อมูล ภาพนิ่ง ภาพอะนิเมชั่นและเสียงมาประกอบกันเป็นสื่อการเรียนการสอน

4.5. การแบ่งหมวดหมู่ของสื่อนำเสนอข้อมูล

เนื่องจากเนื้อหาและข้อมูลมีจำนวนมาก ประกอบกับมีหลายหัวข้อ ซึ่งยากแก่การทำความเข้าใจ ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงได้นำข้อมูลเหล่านั้นมาตัดต่อ เรียบเรียงและแบ่งข้อมูลเป็นหมวดหมู่เพื่อให้ง่ายต่อการค้นคว้าในเรื่องที่ผู้ใช้สนใจ ซึ่งสามารถแบ่งเป็นหัวข้อได้ดังนี้

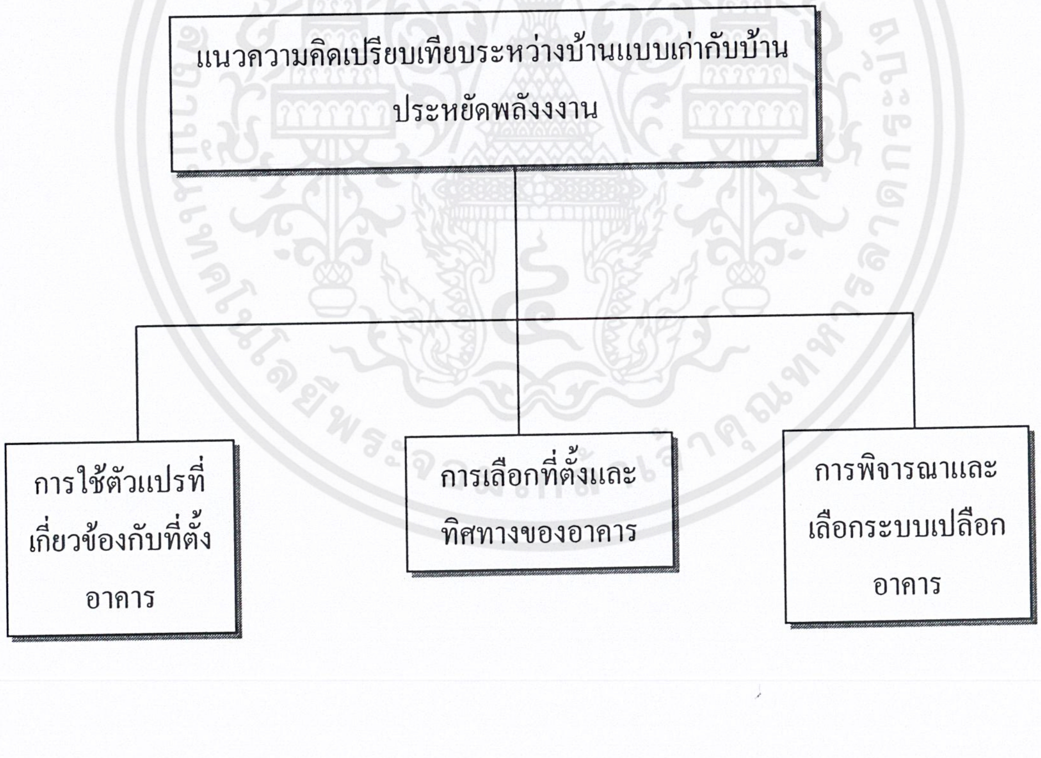
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1. การเปรียบเทียบแนวความคิดระหว่างบ้านแบบเก่าและบ้านประหยัดพลังงาน

ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็นหัวข้อย่อยได้ดังนี้ และสามารถดูได้จากรูปที่ 4.1.

1. การใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับที่ตั้งอาคาร
2. การเลือกที่ตั้งและทิศทางของอาคาร
3. การพิจารณาและเลือกระบบเปลือกอาคาร

ซึ่งการแบ่งหัวข้อเช่นนี้ก็เนื่องมาจากทั้ง 3 หัวข้อเบื้องต้นเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานของบ้านพักอาศัย จึงเปรียบเทียบให้เห้นกันอย่างชัดเจนว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรระหว่างบ้านที่ออกแบบโดยวิธีอนุรักษ์พลังงานกับบ้านแบบที่ไม่คำนึงถึงหลักการดังกล่าว



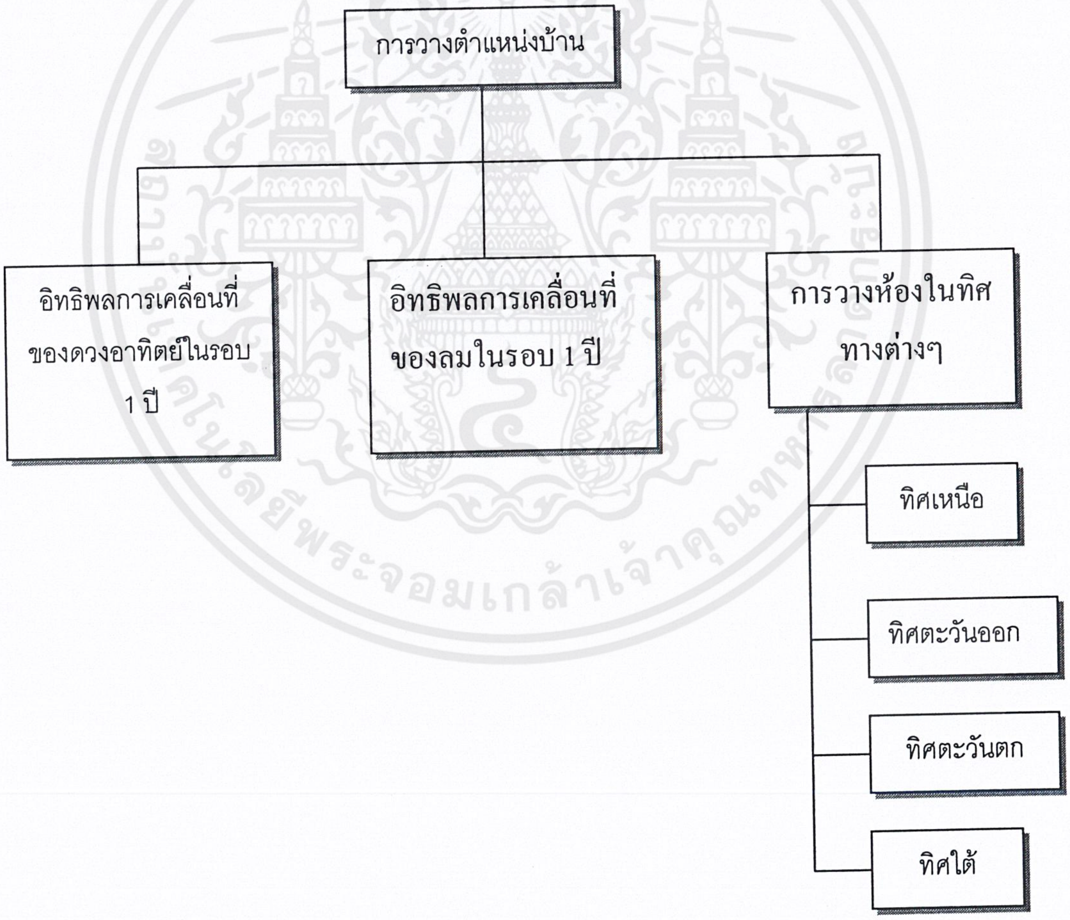
รูปที่ 4.1. แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องแนวความคิดเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2. การวางตำแหน่งบ้าน

ในเรื่องการวางตำแหน่งบ้านนี้มีเนื้อหาค่อนข้างมาก แต่เนื่องจากทางคณะผู้จัดทำเห็นว่าถ้าเราแบ่งเป็นหัวข้อดังแสดงในรูปที่ 4.2. จะทำให้เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น และเนื้อหาในแต่ละส่วนจะทำการสรุปเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น ซึ่งจะแบ่งเป็นดังนี้

1. อิทธิพลการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ ในรอบ 1 ปี
2. อิทธิพลการเคลื่อนที่ของลม ในรอบ 1 ปี
3. การวางห้องต่างๆ ของบ้านในทิศทางที่เหมาะสม



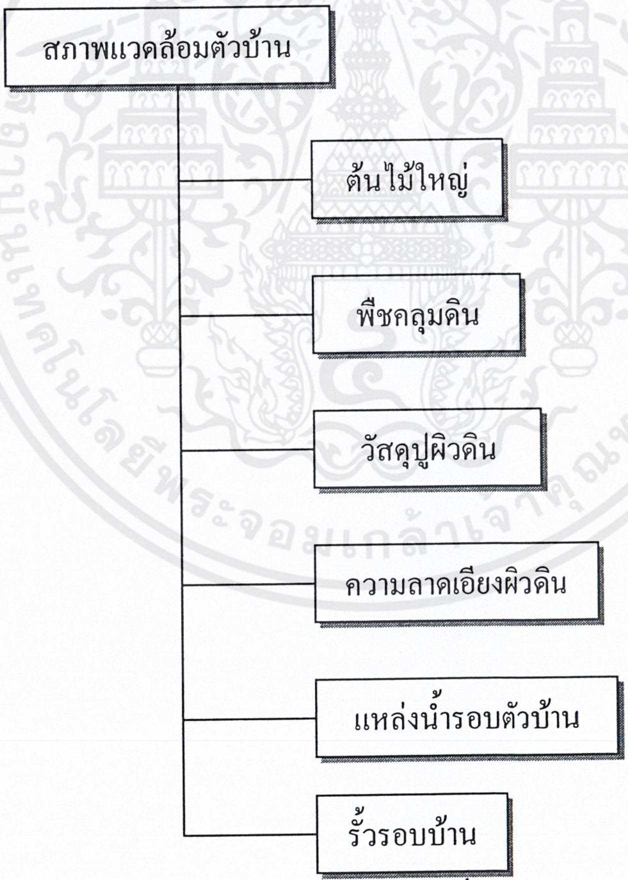
รูปที่ 4.2. แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องการวางตำแหน่งตัวบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3. สภาพแวดล้อมตัวบ้าน

สามารถแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ตามปัจจัยที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานของตัวบ้านได้ดังต่อไปนี้

1. ต้นไม้ใหญ่ จะกล่าวถึงอิทธิพลของต้นไม้ที่มีต่อลมที่พัดเข้าสู่ตัวบ้าน
2. พืชคลุมดิน
3. วัสดุปูผิวดิน
4. ความลาดเอียงของผิวดิน
5. แหล่งน้ำรอบตัวบ้าน เป็นการแสดงถึงลมที่พัดผ่านแหล่งน้ำก่อนที่จะพัดเข้าสู่ตัวบ้าน
6. รั้วรอบบ้าน



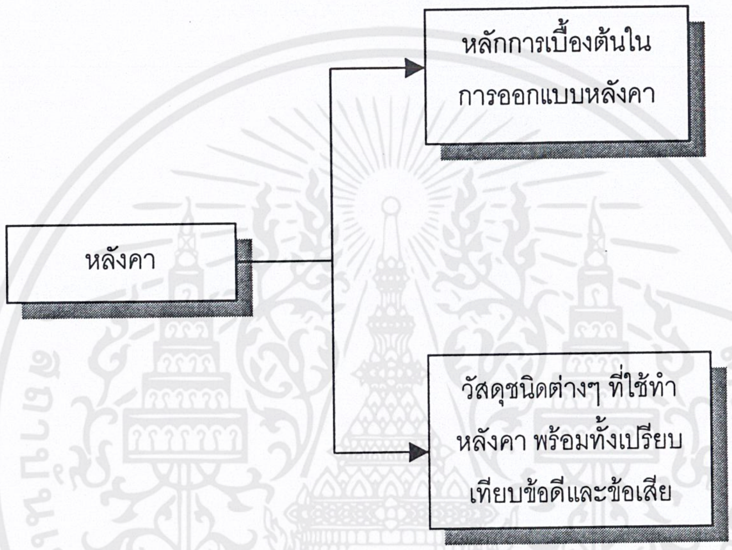
รูปที่ 4.3. แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องสภาพแวดล้อมตัวบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4. หลังคา

สามารถแบ่งเป็นหัวข้อต่างๆ ได้ดังนี้ และสามารถดูได้จากรูปที่ 4.4.

1. หลักการเบื้องต้นในการออกแบบหลังคา
2. วัสดุชนิดต่างๆ ที่ใช้ทำหลังคา พร้อมทั้งเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสีย



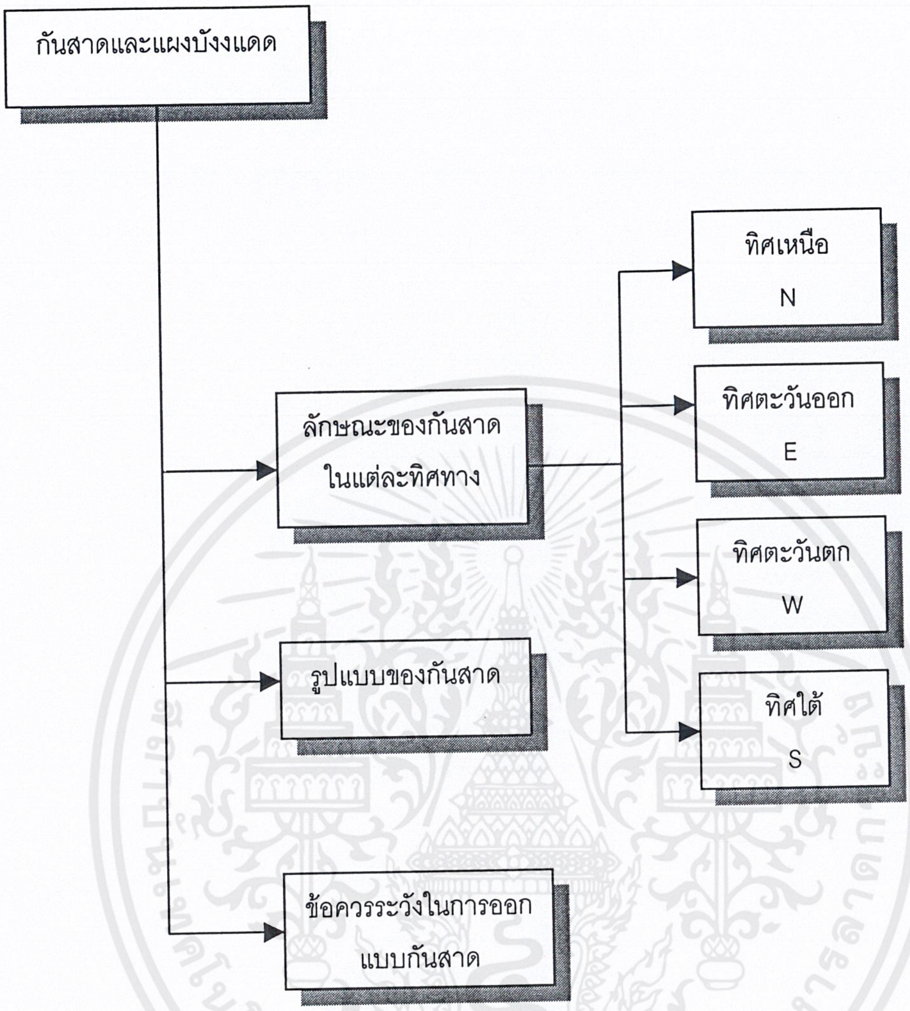
รูปที่ 4.4. แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องหลังคา

4.5.5. กันสาดและแผงบังแดด

สามารถแบ่งเป็นหัวข้อได้ดังนี้ และสามารถดูได้จากรูปที่ 4.5.

1. ลักษณะของกันสาดในแต่ละทิศทาง
2. รูปแบบของกันสาด
3. ข้อควรระวังในการออกแบบกันสาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5. แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องกันสาดและแผงบังแดด

4.5.6. ผนัง

สามารถแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้ และสามารถดูได้จากรูปที่4.6

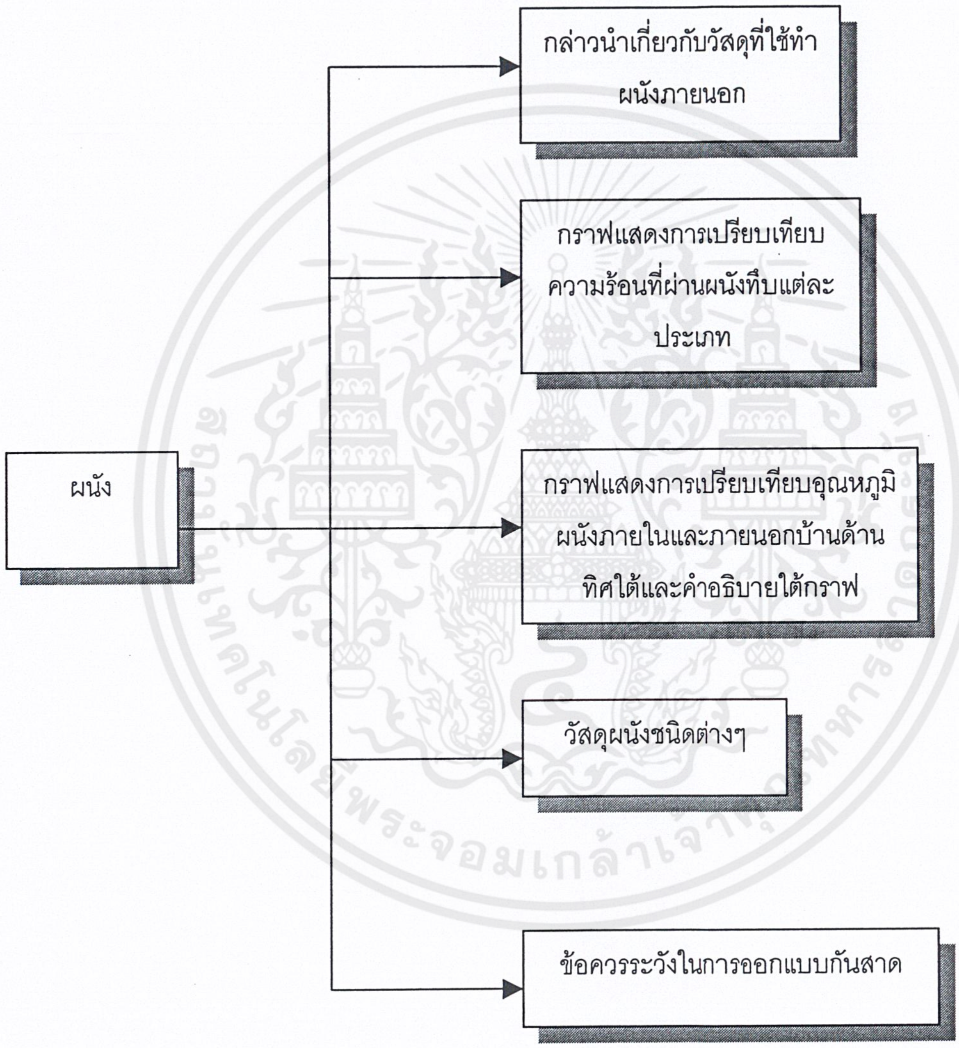
1. กล่าวนำเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ทำผนังภายนอก
2. กราฟแสดงการเปรียบเทียบความร้อนที่ผ่านผนังทึบแต่ละประเภท
3. กราฟแสดงการเปรียบเทียบอุณหภูมิผนังภายในและภายนอกบ้านทางด้านทิศใต้ พร้อมทั้งคำอธิบายใต้กราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วัสดุผนังชนิดต่างๆ

5. คุณสมบัติของผนังประเภทต่างๆ

ซึ่งการแบ่งหมวดหมู่ในเรื่องผนัง จะเน้นไปในเรื่องของผนังทางด้านทิศใต้ เนื่องจากเป็นผนังที่ต้องรับแสงแดดมากที่สุดในรอบ 1 ปี และมีผลอย่างมากต่อการประหยัดพลังงานภายในบ้าน



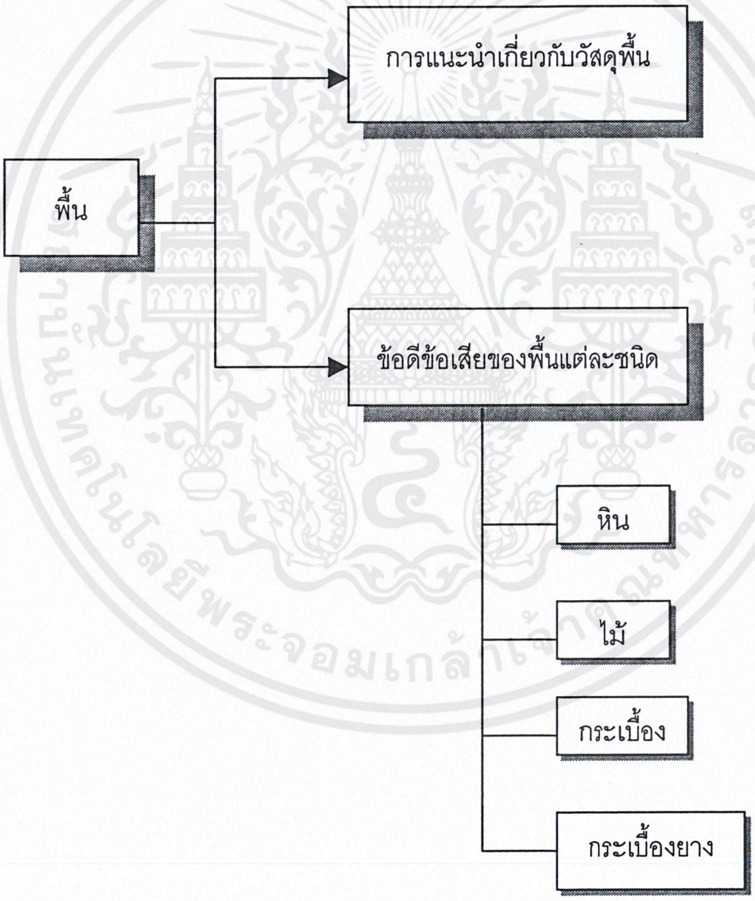
รูปที่ 4.6. แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.7. พื้น

สามารถแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้ เนื่องจากพื้นไม้ค่อยมีผลต่อการประหยัดพลังงานมากนัก ประกอบกับการเลือกว่าจะใช้พื้นแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับความสวยงามและความพอใจของผู้อยู่อาศัยเป็นหลัก ดังนั้นเราจึงได้จัดทำเฉพาะการแนะนำเบื้องต้น และข้อดีข้อเสียของพื้นแต่ละประเภท

1. การแนะนำเกี่ยวกับวัสดุพื้น
2. ข้อดีข้อเสียของพื้นแต่ละชนิด



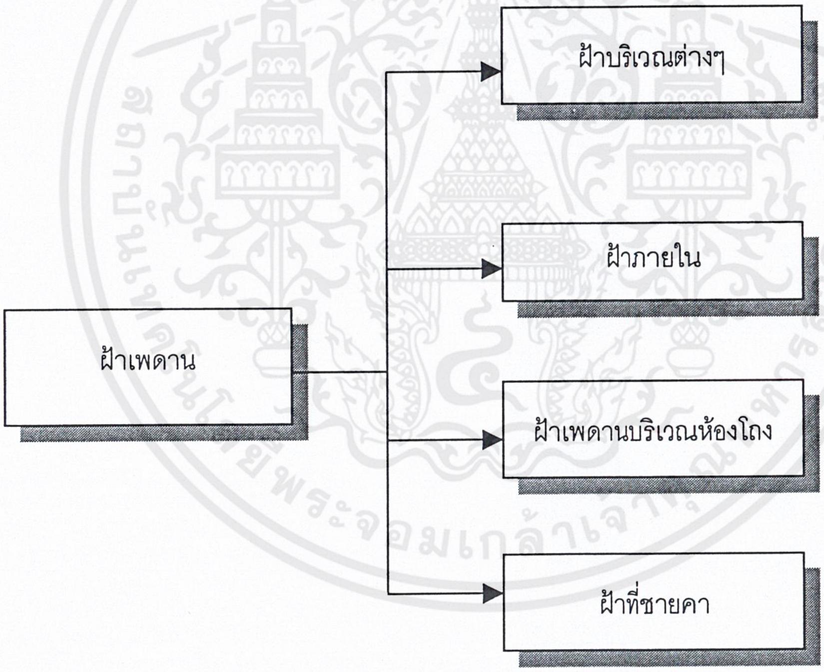
รูปที่ 4.7. แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.8. ฝ้าเพดาน

ลักษณะที่น่าสนใจของฝ้าบริเวณต่างๆ ดังนี้ และสามารถดูได้จากรูป 4.8.

1. ฝ้าบริเวณต่างๆ
2. ฝ้าภายใน
3. ฝ้าเพดานบริเวณห้องโถง
4. ฝ้าชายคา



รูปที่ 4.8. แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องฝ้าเพดาน

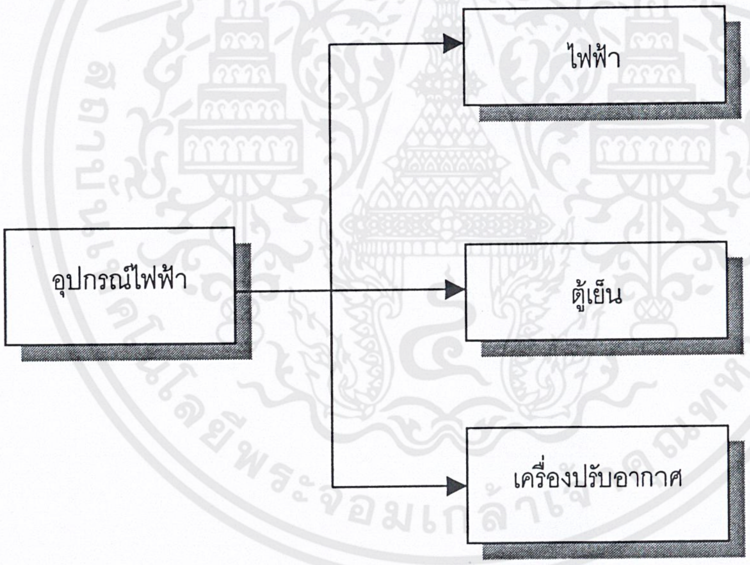
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.9. อุปกรณ์ไฟฟ้า

สามารถแบ่งเป็นหัวข้อย่อยได้ดังนี้

1. ไฟฟ้า จะแสดงการเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟประเภทต่างๆ
2. ตู้เย็น จะกล่าวถึงคุณสมบัติของตู้เย็นที่ช่วยประหยัดพลังงาน
3. เครื่องปรับอากาศ จะกล่าวถึงคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องปรับอากาศที่ดี

การแบ่งหัวข้อได้ 3 ชนิดก็เนื่องมาจากอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้ง 3 ชนิดนี้มีอิทธิพลอย่างมากต่อการประหยัดพลังงานของตัวบ้าน ส่วนอุปกรณ์อื่นๆ ไม่ค่อยมีผลมากนัก จึงไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้



รูปที่ 4.9. แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

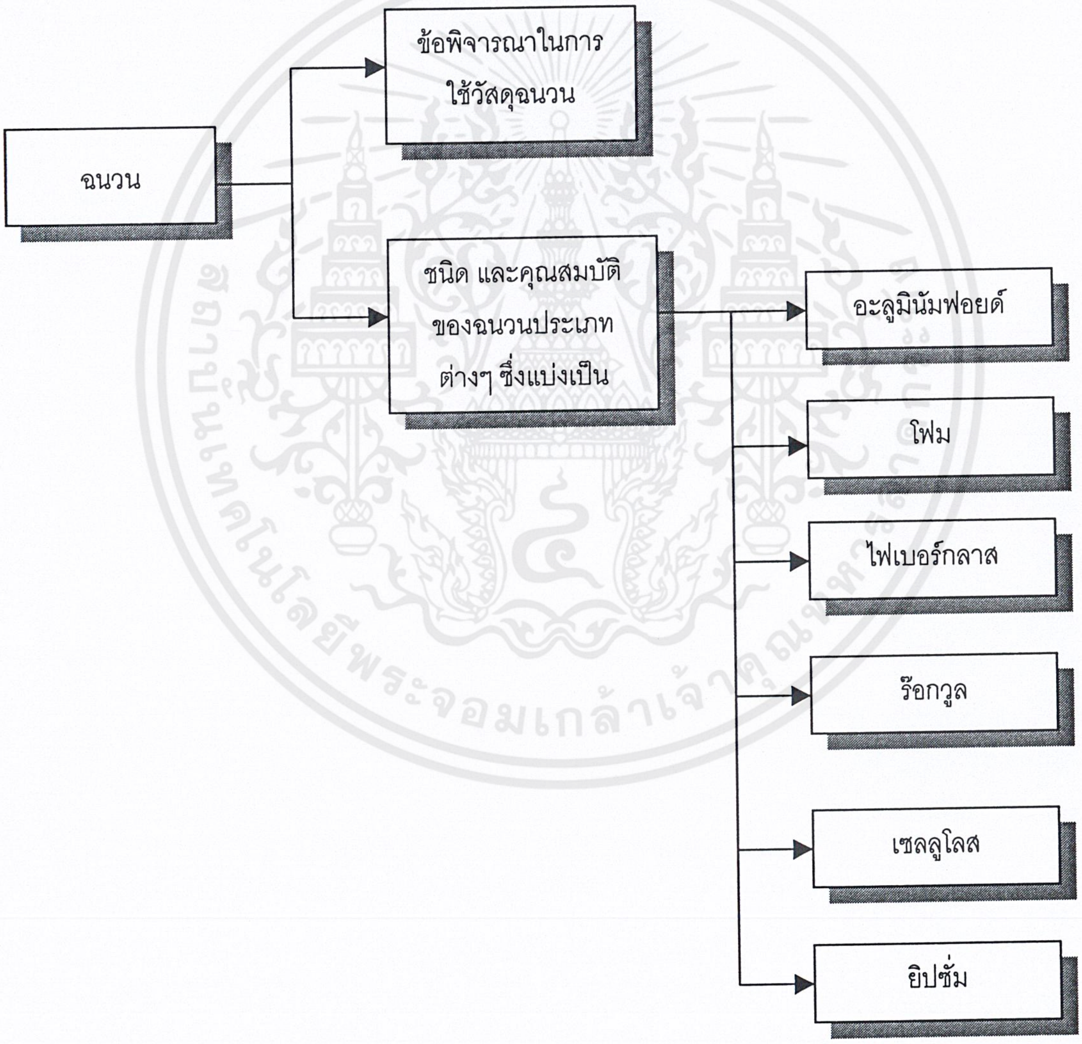
4.5.10. ฉนวน

1. ข้อพิจารณาในการเอกวัสดุฉนวน
2. ชนิด และคุณสมบัติของฉนวนประเภทต่างๆ แบ่งเป็น
   - อะลูมินัมฟอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โฟม
- ไฟเบอร์กลาส
- ร๊อกวูล
- เซลลูโลส
- ยิปซั่ม

ทางคณะผู้จัดทำได้แยกหัวข้อฉนวนออกมา เพื่อให้ง่ายต่อการค้นคว้า และอีกประการหนึ่งคือ ฉนวนสามารถใช้ได้กับหลายๆหัวข้อ เช่น หลังคา ผนัง เป็นต้น



รูปที่ 4.10. แสดงการแบ่งหมวดหมู่เรื่องฉนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การทำงานของสื่อนำเสนอข้อมูล

ลักษณะเบื้องต้นของโปรแกรม เราจะแบ่งเป็น 2 รูปแบบใหญ่ๆ คือ รูปแบบแรก เราจะนำเสนอในรูปแบบคล้ายๆ กับวีดีโอ จะแสดงอย่างต่อเนื่อง แต่สามารถกดปิดเมื่อใดก็ได้ ซึ่งเนื้อหาจะเป็นการสรุปภาพโดยรวมของการประหยัดพลังงาน มีทั้งส่วนที่เกี่ยวกับภายนอกบ้าน (Exterior) และภายในตัวบ้าน (Interior) รูปแบบหลังจะเป็นเนื้อหาข้อมูลโดยละเอียดของแต่ละส่วน ซึ่งจะแบ่งเป็น10หัวข้อย่อยๆ ซึ่งจะกล่าวต่อไป

5.1. ส่วนประกอบ

ขั้นตอนและการทำงานในแต่ละส่วน ในส่วนนี้เราจะทำการอธิบายถึงการใช้งานสื่อนำเสนอข้อมูลโดยละเอียด เพื่อเป็นแนวทางแก่ผู้ใช้ โดยสามารถอธิบายเป็นลำดับขั้นได้ดังนี้

1. เมื่อทำการเปิดโปรแกรมขึ้นมา เป็นการพูดถึงความสำคัญของการศึกษา และการอนุรักษ์พลังงาน
2. โปรแกรมจะเริ่มเข้าสู่หน้าจอหลัก (Main Menu) โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

- **Exterior** เป็นปุ่มให้ click เพื่อเข้าไปดูภาพต่อเนื่องที่เป็นการสรุปเนื้อหาเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานในส่วนของภายนอกอาคาร ประกอบด้วย
    - หลังคา
    - กันสาด
    - สภาพแวดล้อมรอบบ้าน
- **Interior** เป็นปุ่มให้ click เพื่อเข้าไปดูภาพต่อเนื่องที่เป็นการสรุปเนื้อหาเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานในส่วนของภายในอาคาร ประกอบด้วย ผนัง พื้น เป็นต้น
- **Data zone** เป็นปุ่มให้ click เพื่อเข้าไปดูรายละเอียดในแต่ละหัวข้อ ซึ่งประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A. เปรียบเทียบแนวความคิดระหว่างบ้านแบบเก่าและบ้านประหยัดพลังงาน

B. การวางตำแหน่งบ้าน

C. สภาพแวดล้อมรอบบ้าน

D. หลังคา

E. กันสาดและแผงบังแดด

F. ผนัง

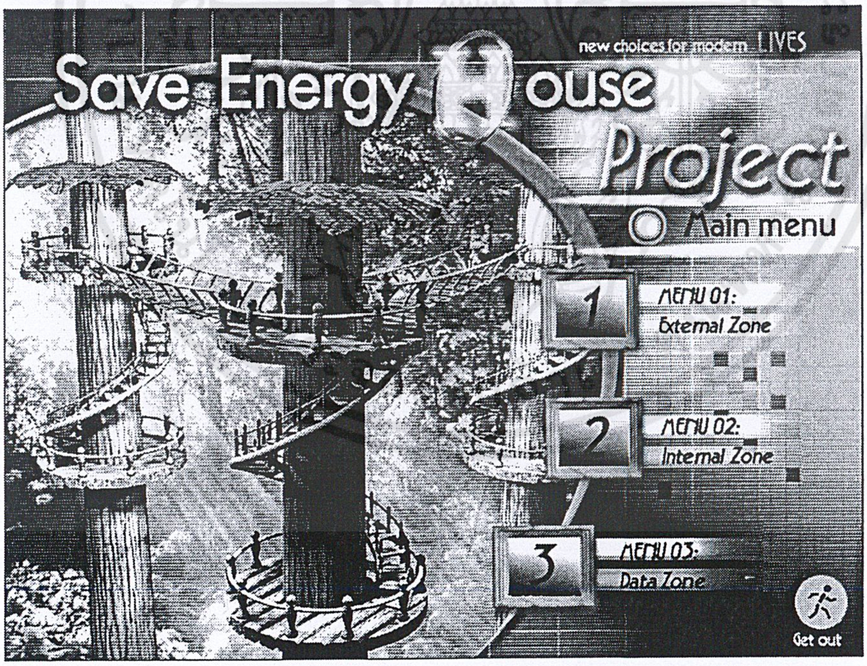
G.พื้น

H.ฝ้าเพดาน

I. อุปกรณ์ไฟฟ้า

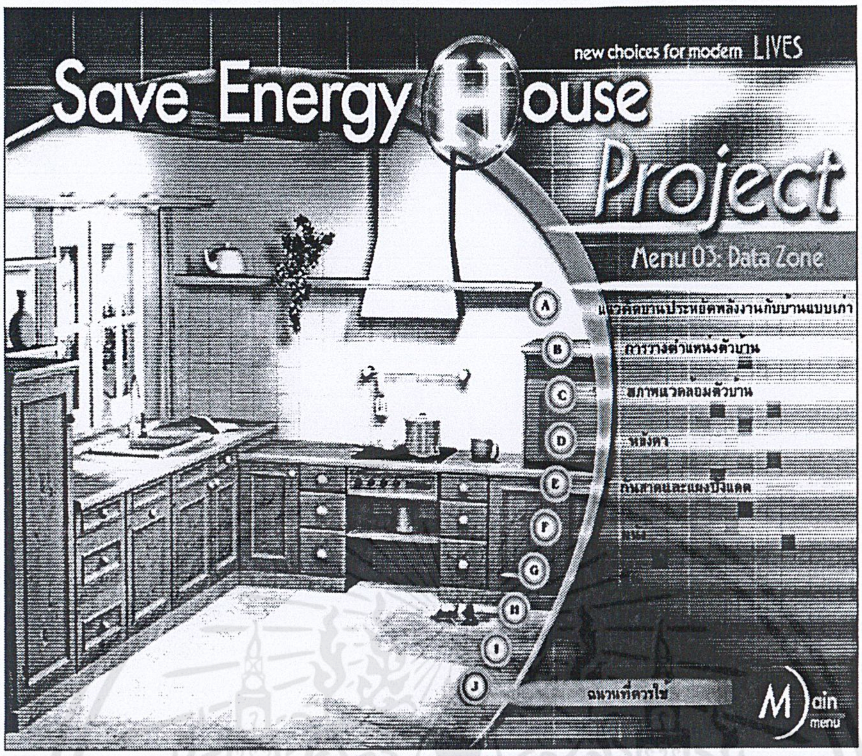
J. ฉนวนที่ควรใช้

- **Get out** เป็นปุ่มให้ click เพื่อจบการทำงานของโปรแกรม

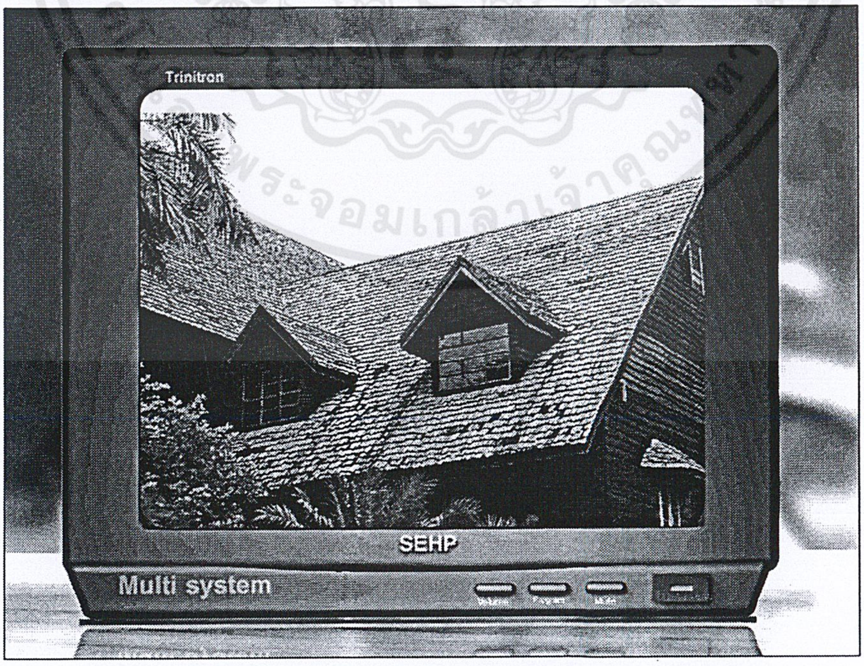


รูปที่ 5.1. แสดงหน้าจอหลัก (Main Menu)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

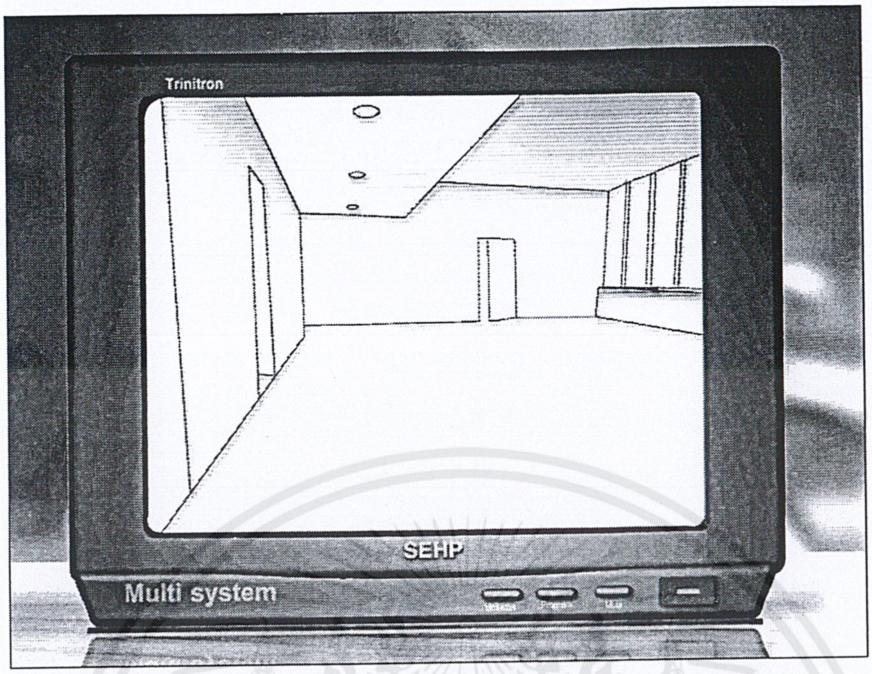


รูปที่ 5.2. แสดงหน้าจอเมนูข้อมูล (Data Zone)

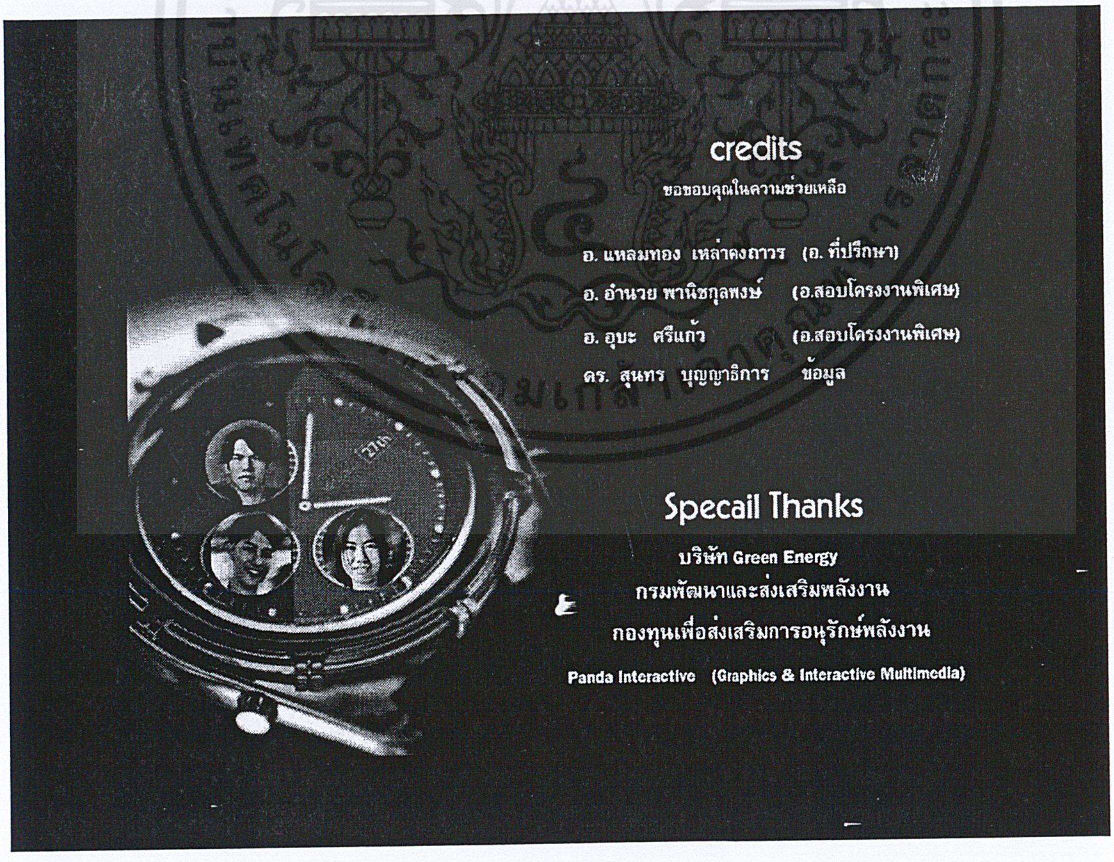


รูปที่5.3. แสดงตัวอย่างหน้าจอหัวข้อ Menu01(External Zone)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4. แสดงตัวอย่างหน้าจอหัวข้อ Menu02 (Internal Zone)



รูปที่ 5.5. แสดงตัวอย่างหน้าจอตอนจบโปรแกรม (Get Out)

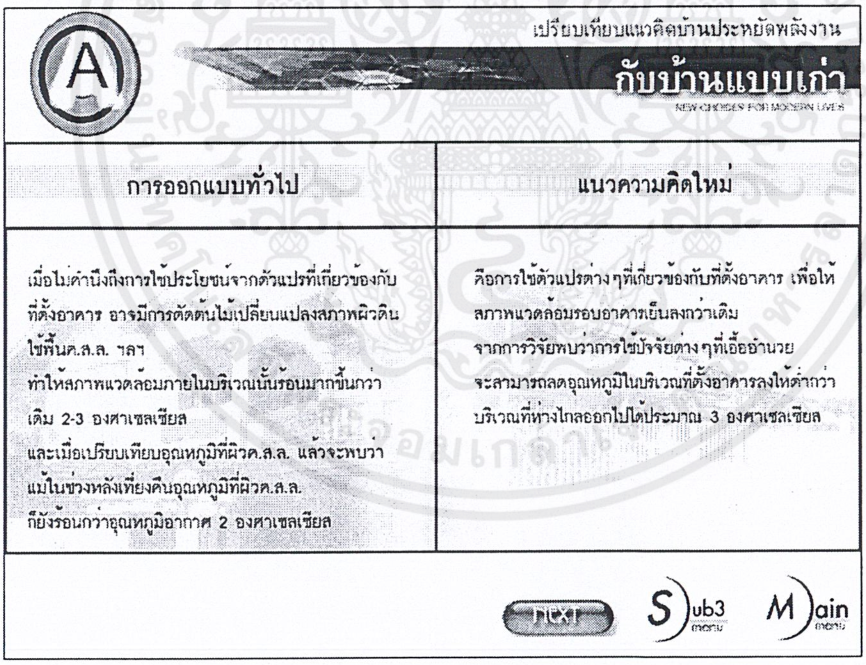
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2. รายละเอียดแต่ละหัวข้อย่อยในData Zone

5.2.1. เปรียบเทียบแนวความคิดระหว่างบ้านแบบเก่าและบ้านประหยัดพลังงาน

จะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างบ้านประหยัดพลังงานกับแบบบ้านธรรมดาในรูปแบบของตารางเพื่อความง่ายต่อการเปรียบเทียบ และฉากหลังจะเป็นรูปบ้านเพื่อความน่าสนใจ ในหัวข้อต่อไปนี้

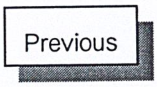
1. การใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับที่ตั้งอาคาร
2. การเลือกที่ตั้งและทิศทางของอาคาร
3. การพิจารณาและเลือกระบบเปลือกอาคาร



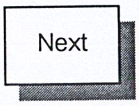
รูปที่ 5.6. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องแนวความคิดเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

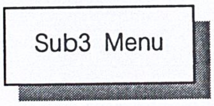
ภายในหน้าจอประกอบด้วย ตารางเปรียบเทียบ และปุ่ม



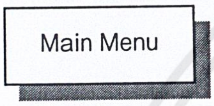
เพื่อกลับไปยังหน้าจอก่อน



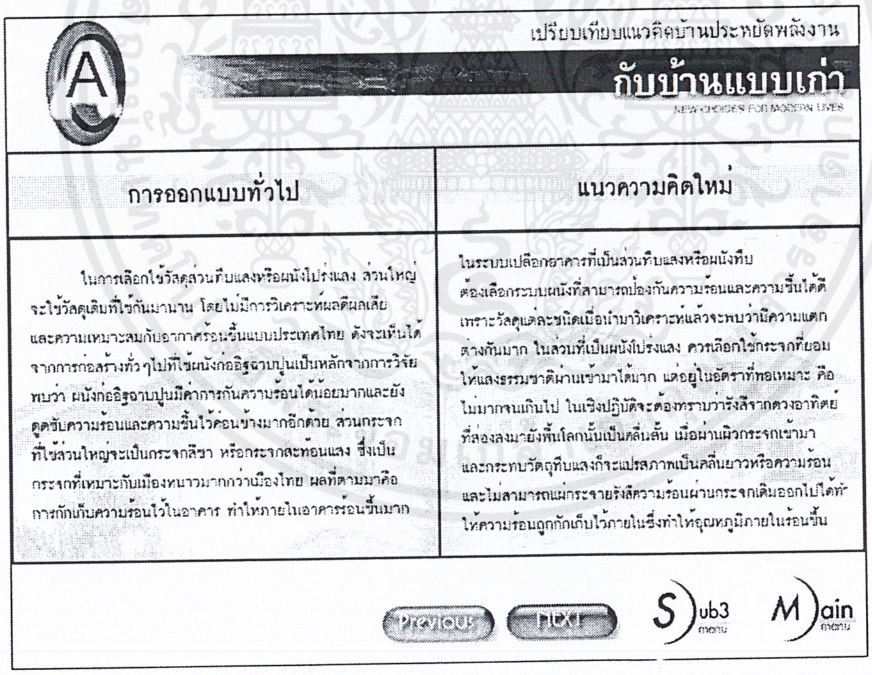
เพื่อไปยังหน้าถัดไป



เพื่อ กลับไปหน้าจอ Data zone



เพื่อกลับไปหน้าจอหลัก



รูปที่ 5.7. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องแนวคิดเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

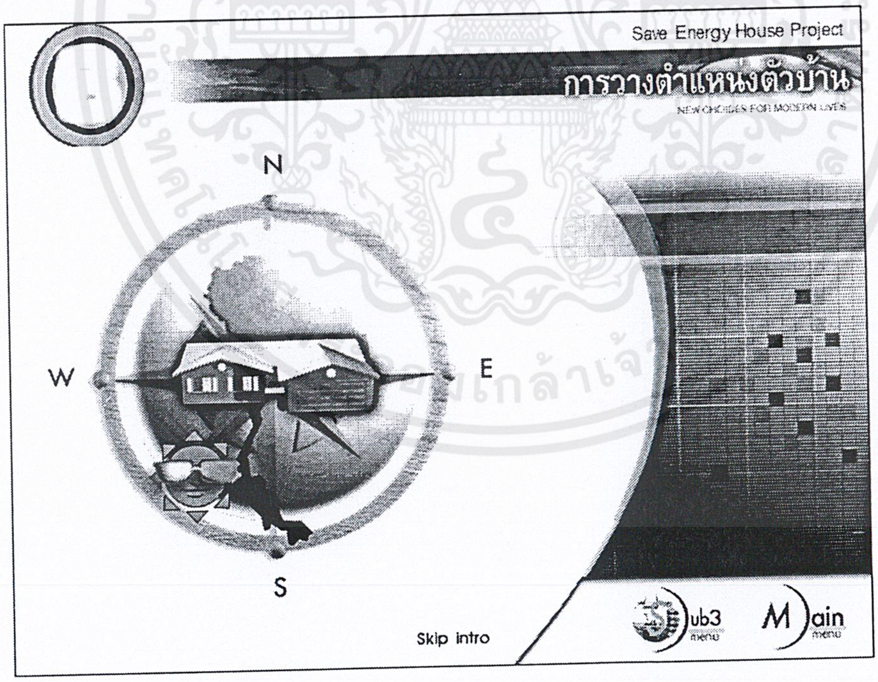
5.2.2. การวางตำแหน่งบ้าน

- พอclick เข้ามาในหัวข้อนี้จะมีเสียงพากษ์บรรยายการวางตำแหน่งบ้าน โดยพูดถึงการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ในช่วงเวลา 1 ปีและอิทธิพลของลมที่พัดผ่านประเทศไทยในช่วงเวลา 1 ปีเช่นกัน ซึ่งขณะทำการพากษ์จะมีภาพดวงอาทิตย์เคลื่อนที่เพื่อความน่าสนใจและเข้าใจเนื้อหาได้ดี

- ตัวอักษรทั้ง 4 ตัว คือ N , E , S ,W สามารถ click เข้าไปดูได้ว่าห้องแต่ละห้องควรจะวางอยู่ในทิศใด

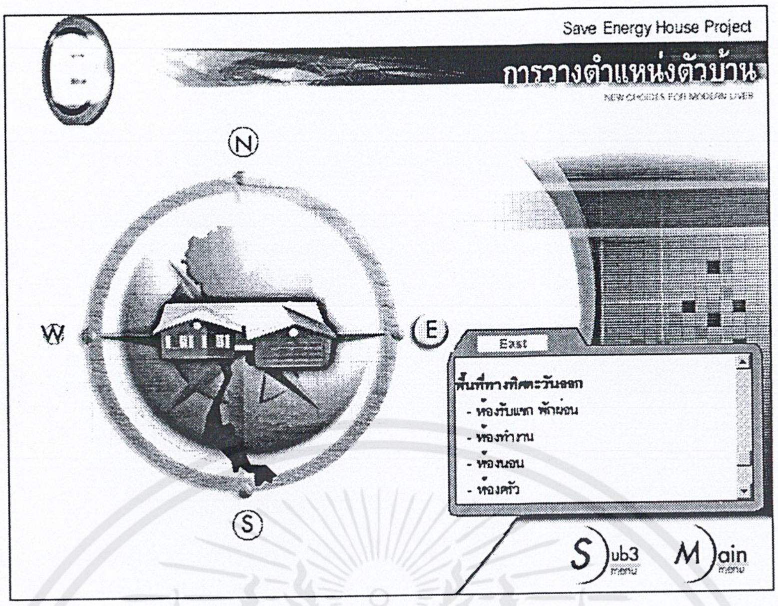
- จะมีปุ่ม Sub 3 Menu เพื่อกลับไปยังหน้าจอ Data Zone

- จะมีปุ่ม Main Menu เพื่อกลับไปยังหน้าจอหลัก



รูปที่ 5.8. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องการวางตำแหน่งบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 5.9.แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องการวางตำแหน่งบ้าน

5.2.3. สภาพแวดล้อมรอบบ้าน

ในหัวข้อนี้จะแบ่งเป็น 6 หัวข้อย่อยโดยเป็นรูป 6 รูปให้ click เลือกดูตามหัวข้อที่ต้องการ คือ

1. ต้นไม้ใหญ่
2. พืชคลุมดิน
3. วัสดุปูผิวดิน
4. ความลาดเอียงของผิวดิน
5. แหล่งน้ำรอบตัวบ้าน
6. รั้วรอบบ้านเมื่อ click แล้วจะแสดงภาพหรือข้อความโดยในแต่ละหน้าจอขอ.รูปโทรทัศน์จะมีปุ่มใช้งานดังนี้

Back — ปุ่ม Back เพื่อกลับไปยังหน้าจอก่อน

Sub 3 Menu — เพื่อกลับไปยังหน้าจอ Data Zone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.10. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องสภาพแวดล้อมตัวบ้าน

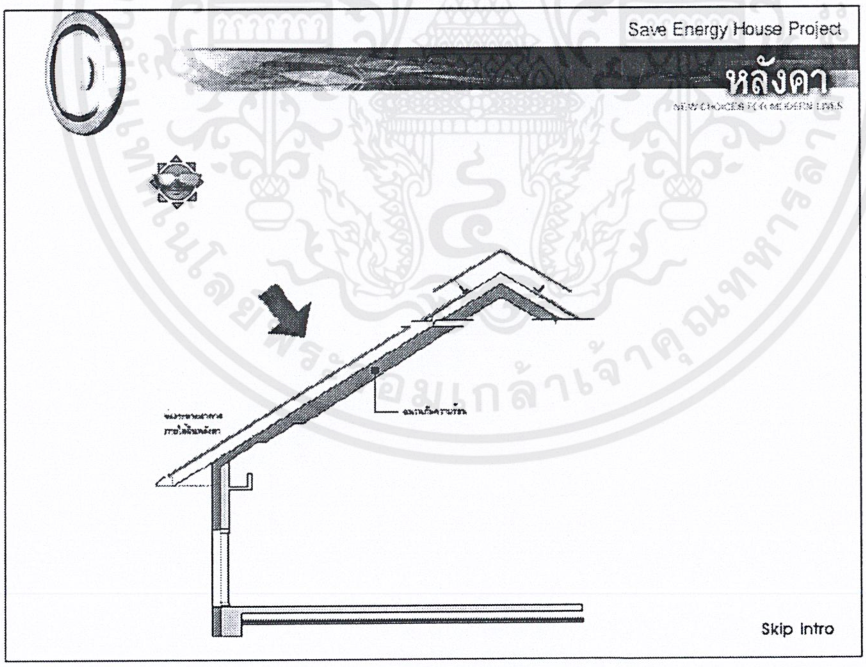
รูปที่ 5.11. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องสภาพแวดล้อมตัวบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4. หลังคา

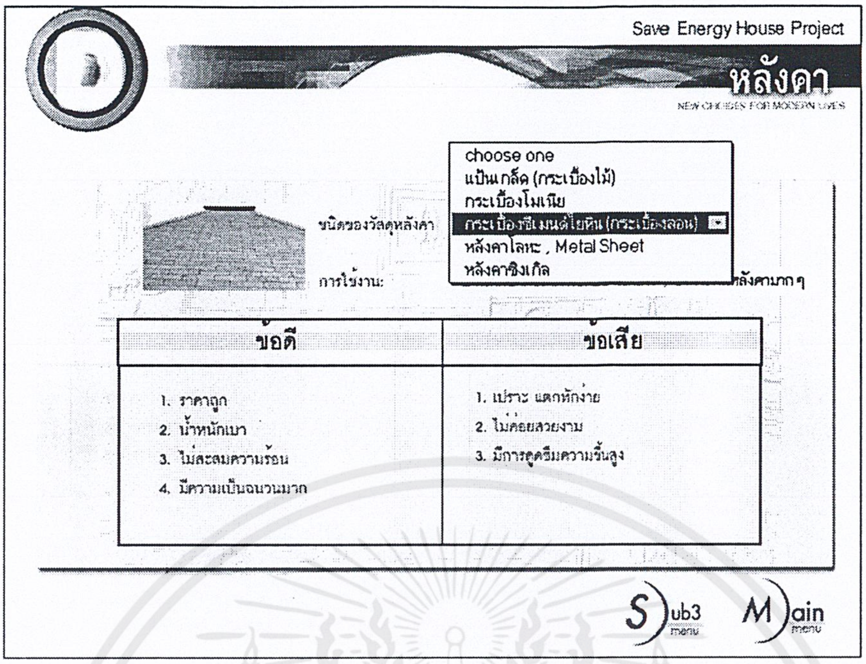
- เมื่อ click เข้าไปในหัวข้อนี้ จะแสดงถึงหลักการเบื้องต้นของการส่องสว่างในหลังคา แต่ถ้าไม่ต้องการดูในส่วนนี้ ให้ทำการกดที่ [Skip Intro] จะไปแสดงที่หน้าจอการทำหลังคาที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม
- ที่หน้าจอนี้จะมีที่ให้กดคำว่า Next เพื่อไปยังหน้าจอต่อไป
- ในหน้าจอนี้มีให้เลือกว่าต้องการดูวัสดุปูหลังคาชนิดใด โดยกดที่ [▼] แล้วเลือกชนิดที่ต้องการดู โดยเนื้อหาจะเป็นการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของแต่ละชนิด ซึ่งเป็นการทำให้คนดูมีส่วนร่วมในการเลือกชนิดหลังคาที่สนใจ และแต่ละหน้าจอจะมีปุ่ม

[Sub 3 Menu] และ [Main Menu] เพื่อกลับไปยังหน้าจอที่ต้องการเมื่อใดก็ได้ดังแสดงในรูปที่ 5.12.

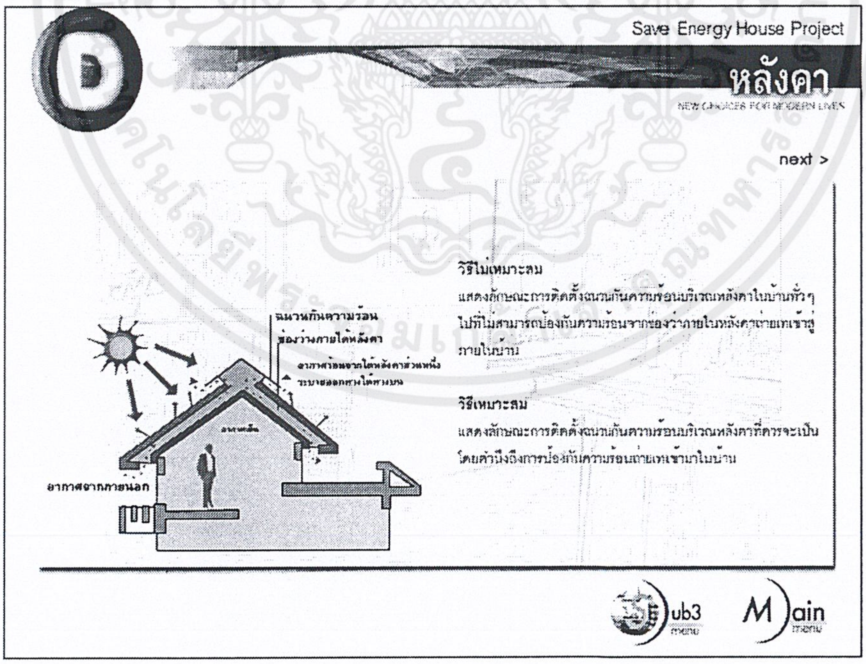


รูปที่ 5.12. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องหลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.13. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องหลังคา

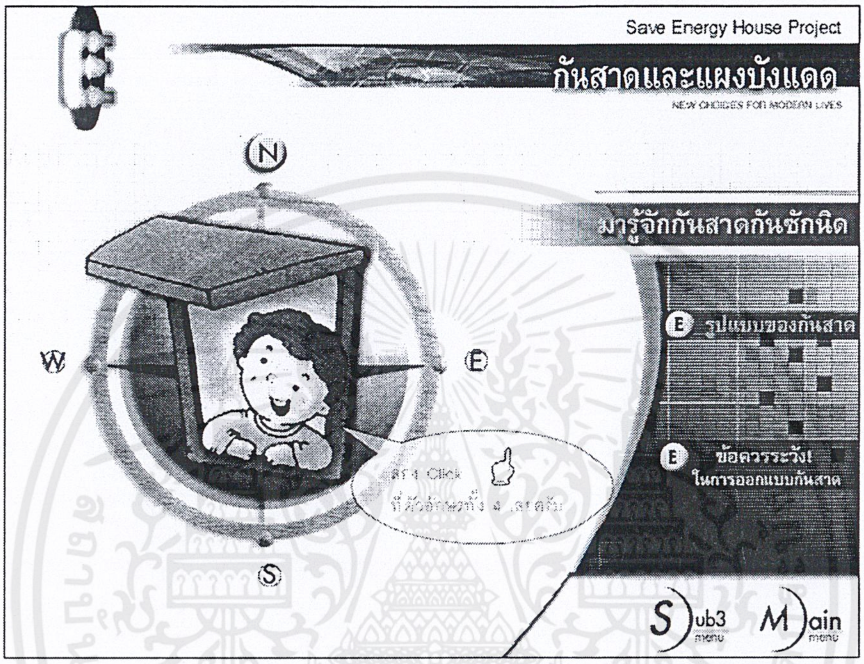


รูปที่ 5.14. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องหลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.5. กันสาดและแผงบังแดด

- เมื่อ click เข้าไปในหัวข้อนี้ จะแสดงถึงกันสาดในแต่ละทิศว่าควรมีลักษณะอย่างไรโดยให้เลือกกดที่ตัวอักษร N , W , S , E



รูปที่ 5.15. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องกันสาดและแผงบังแดด

- แต่ถ้าต้องการดูรูปแบบของกันสาดและข้อควรระวังในการออกแบบกันสาดก็ให้ click ที่ข้อความนั้น ๆ

- จะมีปุ่ม Sub 3 Menu และ Main Menu เพื่อกลับไปยังหน้าจอที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.16. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องกันสาดและแผงบังแดด

รูปที่5.17. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องกันสาดและแผงบังแดด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

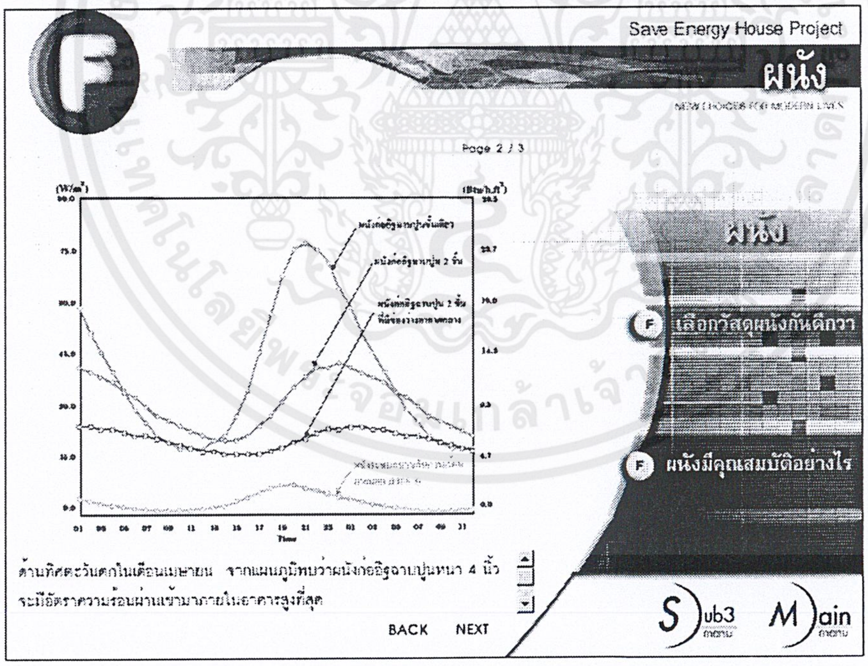
5.2.6. ผนัง เมื่อ click เข้าไปแล้วจะเป็นส่วนย่อย ๆ ดังนี้

1. ในส่วนแรกจะมีทั้งหมด 3 หน้าจอคือ

- หน้าจอที่ 1 คือ ข้อความบรรยายเกี่ยวกับวัสดุผนังภายนอก
- หน้าจอที่ 2 (โดยกดที่ next ของหน้าจอ1) แสดงกราฟพร้อมอธิบายใต้กราฟ
- หน้าจอที่ 3 (โดยกดที่ next ของหน้าจอ2) แสดงกราฟอีกรูปพร้อมอธิบาย

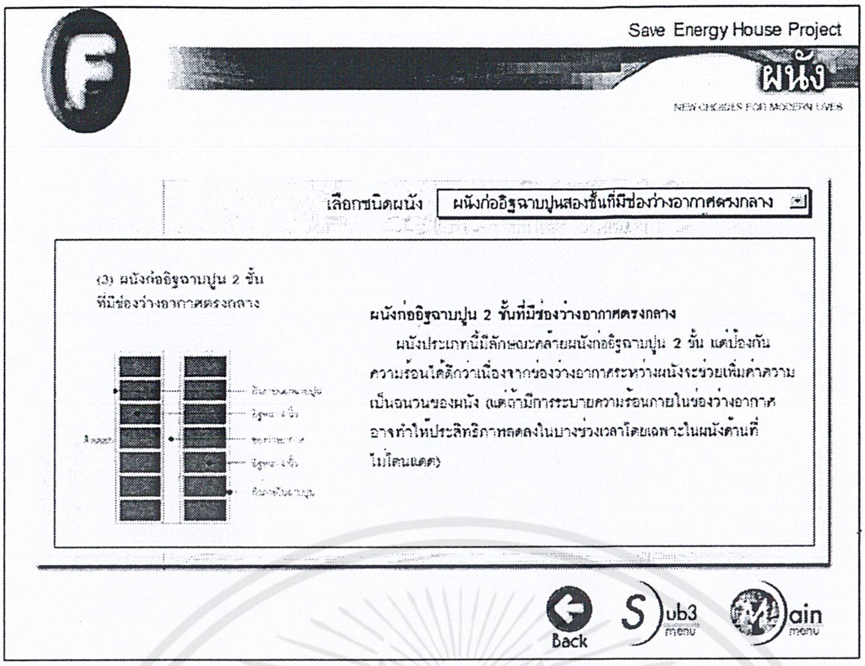
2. ข้อความ “เลือกวัสดุผนังกันดีกว่า” เมื่อ click เข้าไปในข้อความนี้แล้วจะให้เลือกชนิดวัสดุผนังที่ผู้ใช้สนใจ
3. ข้อความ”ผนังมีคุณสมบัติอย่างไร” เมื่อ click เข้าไปจะให้เลือกผนังที่สนใจ
4. ในแต่ละหน้าจอมี ปุ่ม Sub 3 Menu และ Main Menu เพื่อให้ผู้ใช้ได้

click เมื่อต้องการกลับไปยังหน้าจอที่สนใจ



รูปที่ 5.18. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



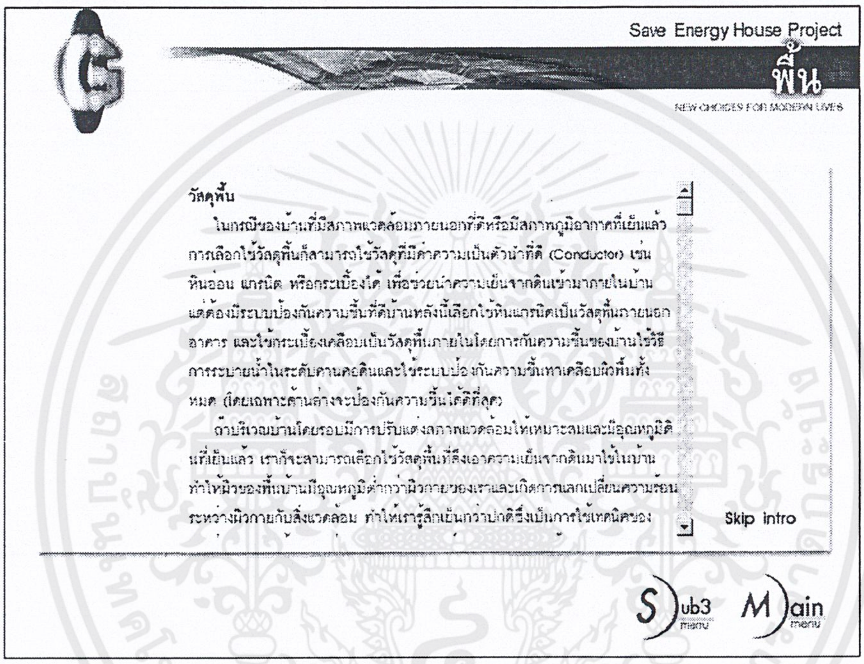
รูปที่ 5.19. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องผนัง

รูปที่ 5.20. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.7. พื้น

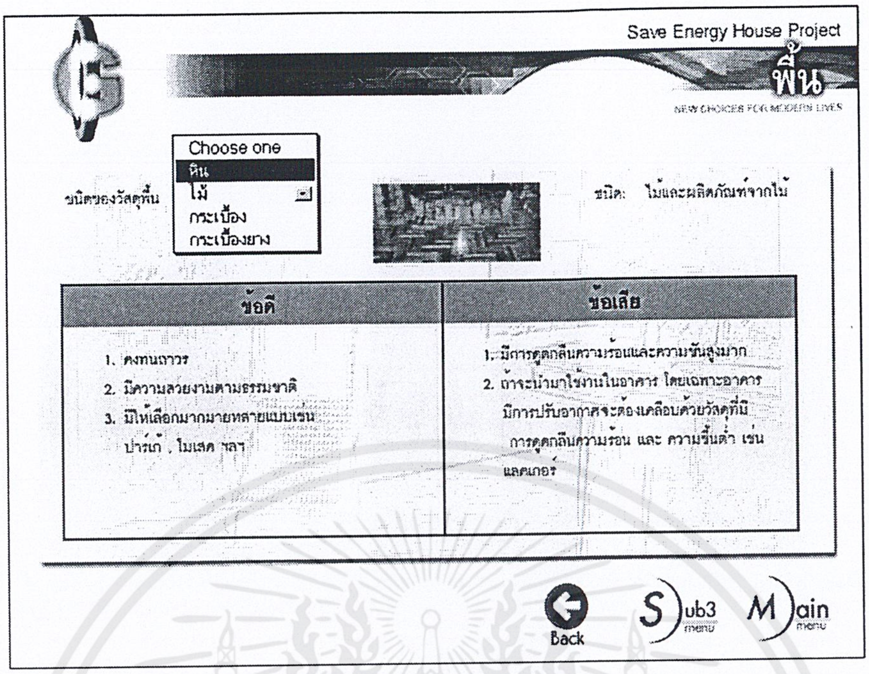
- เมื่อ click เข้าไปจะเป็นการแนะนำวัสดุพื้นแต่ถ้าต้องการดูชนิดของพื้นให้กดที่ Skip Intro ก็จะปรากฏหน้าจอให้เลือกชนิดของวัสดุพื้นที่สนใจโดยการกดปุ่ม ▼ ซึ่งจะเป็นการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสีย พร้อมทั้งแสดงภาพของจริงประกอบ



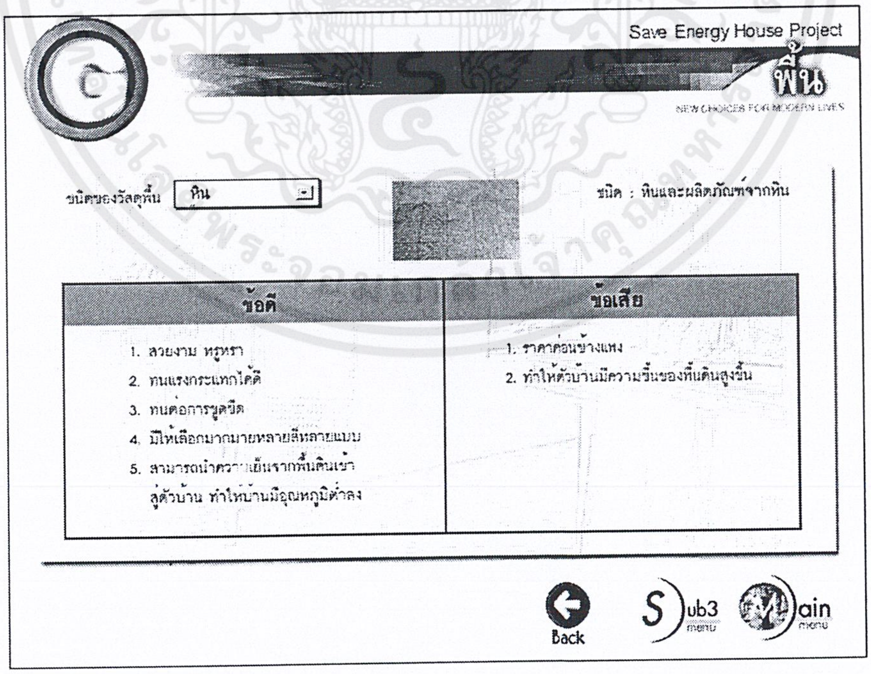
รูปที่ 5.21. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องพื้น

- ในแต่ละหน้าจอจะมีปุ่ม Sub 3 Menu และ Main Menu เพื่อกลับไปยังหน้าจอที่สนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.22. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องพื้น



รูปที่ 5.23. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.8. ฝ้าเพดาน

- เมื่อclickเข้าไปจะปรากฏหน้าจอเพื่อให้ผู้ใช้เลือกอ่านเรื่องฝ้าเพดานบริเวณต่างๆที่สนใจ
- จะมีปุ่ม Sub 3 Menu และ Main Menu เพื่อกลับไปยังหน้าจอที่ต้องการ

รูปที่ 5.24. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องฝ้าเพดาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.9. อุปกรณ์ไฟฟ้า

จะแบ่งเป็นหัวข้อย่อยได้ดังนี้

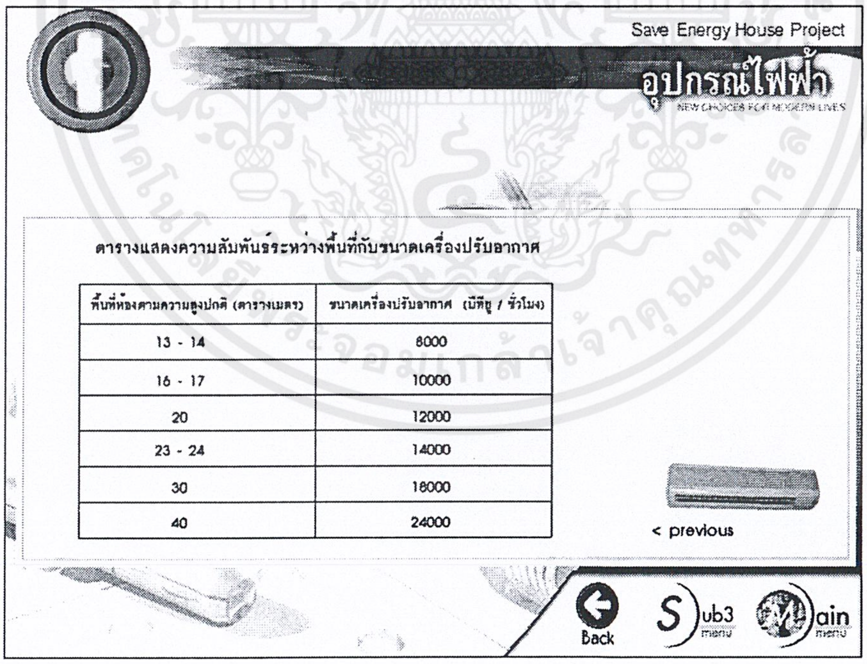
- **ไฟฟ้า** จะกล่าวถึงหลอดไฟประเภทต่าง ๆ พร้อมทั้งการเปรียบเทียบ โดยแสดงภาพให้เห็นชัดเจนเพื่อความน่าสนใจ
- **ตู้เย็น** จะเป็นการบรรยายถึงตู้เย็นที่มีลักษณะที่เหมาะสมในการประหยัดพลังงาน
- **เครื่องปรับอากาศ** เป็นการบรรยายถึงเครื่องปรับอากาศที่ควรใช้

และแต่ละหน้าจอจะมีปุ่ม Sub 3 Menu และ Main Menu เพื่อ กลับไปยังหน้าจอที่ต้องการ

รูปที่ 5.25. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.26. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า



พื้นที่ห้องตามความสูงปกติ (ตารางเมตร)	ขนาดเครื่องปรับอากาศ (บีทียู / ชั่วโมง)
13 - 14	8000
16 - 17	10000
20	12000
23 - 24	14000
30	18000
40	24000

รูปที่ 5.27. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.10. ฉนวนที่ควรใช้

- เมื่อ click เข้าไปแล้วจะปรากฏหน้าจอที่บรรยายเนื้อหาเกี่ยวกับข้อพิจารณาในการเลือกวัสดุฉนวน แต่ถ้าไม่ต้องการดูให้ click ที่ Skip Intro เพื่อไปยังหน้าจอต่อไป
- ในหน้าจอต่อไป จะเป็นการให้ผู้ใช้เลือกฉนวนที่สนใจ โดยกดปุ่ม ▼ แล้วจะปรากฏเนื้อหาบรรยายลักษณะ พร้อมทั้งมีรูปของจริงประกอบ
- ในแต่ละปุ่มจะมีปุ่ม Sub 3 Menu และ Main Menu เพื่อกลับไปหน้าจอที่ต้องการ

รูปที่ 5.28. แสดงตัวอย่างหน้าจอเรื่องฉนวนที่ควรใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
กรณีศึกษาการประเมินการประหยัดพลังงานของอาคาร

6.1. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

เนื่องจากการคำนวณค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังและหลังคาของการทำโครงงานนี้จะใช้โปรแกรม OTTV/RTTV ที่ออกแบบโดยสถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในการคำนวณค่าออกมาจึงต้องทำการเก็บข้อมูลที่จะใส่ในโปรแกรมดังนี้

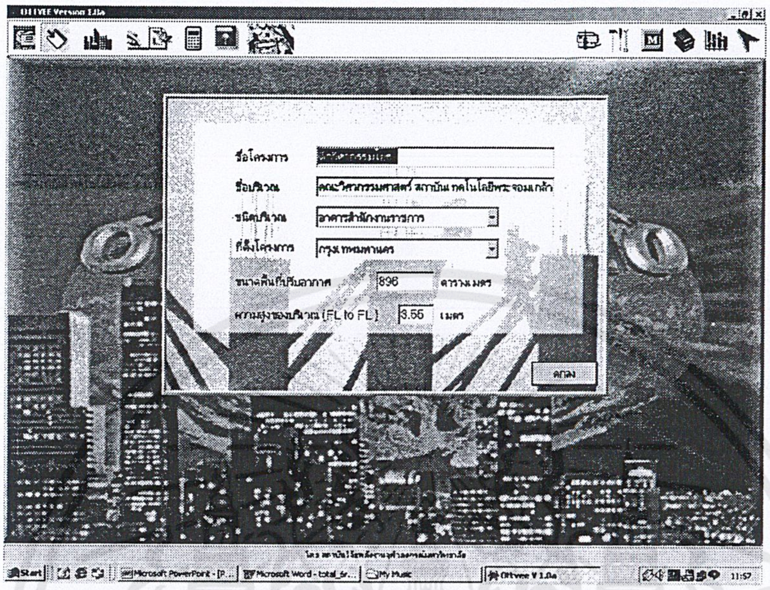
ใช้ตึกภาควิชาวิศวกรรมโยธาหลังเก่าและหลังใหม่เป็นพื้นที่วิเคราะห์ เมื่อกล่าวถึงตึกเก่าโดยเลือกตึกส่วนกลาง 4 ชั้นซึ่งเป็นพื้นที่ที่ใช้เปิดใช้งาน มีพื้นที่ปรับอากาศเป็น 896 ตารางเมตร โดยคิดที่สองชั้นล่างเพราะเป็นบริเวณที่มีการใช้งานสม่ำเสมอมีขั้นตอนการเก็บข้อมูลดังนี้

1. วัดความสูงของบริเวณ ได้ 3.55 เมตร
2. วัดความกว้างของอาคาร โดยวัดระยะจากช่วงคานถึงช่วงคานได้ช่วงละ 4 เมตรมีทั้งหมด 10 ช่วงจึคิดความยาวของอาคารได้ 40 เมตร และความกว้างของอาคารมี 2 ช่วงคานจึงได้ความกว้างอาคารเป็น 8 เมตร
3. วัดพื้นที่ผนังโปร่งแสงคือส่วนที่เป็นหน้าต่างของทั้งชั้นล่างและชั้นสอง โดยแยกคิดเป็นพื้นทีในทิศทางต่าง ๆ ได้แก่ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก
4. นำพื้นที่ผนังโปร่งแสงคือหน้าต่างนั่นเองไปหักออกจากพื้นที่ผนังในแต่ละด้านจะได้พื้นที่ของผนังทึบแสงในด้านนั้น ๆ เพื่อนำค่าไปใส่ในโปรแกรมคำนวณ OTTV
5. วัดระยะและขนาดของระเบียงที่ยื่นออกไปทั้งทางด้านทิศเหนือและทิศใต้เพื่อนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง

นำค่าทั้งหมดที่วัดได้มาใส่ในโปรแกรมเพื่อคำนวณหาค่า OTTV ในส่วนที่สองของโปรแกรมคือหัวข้อ “ป้อนข้อมูลกรอบอาคาร”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2. การป้อนข้อมูลกรอบอาคารและการคำนวณค่า OTTV/RTTV

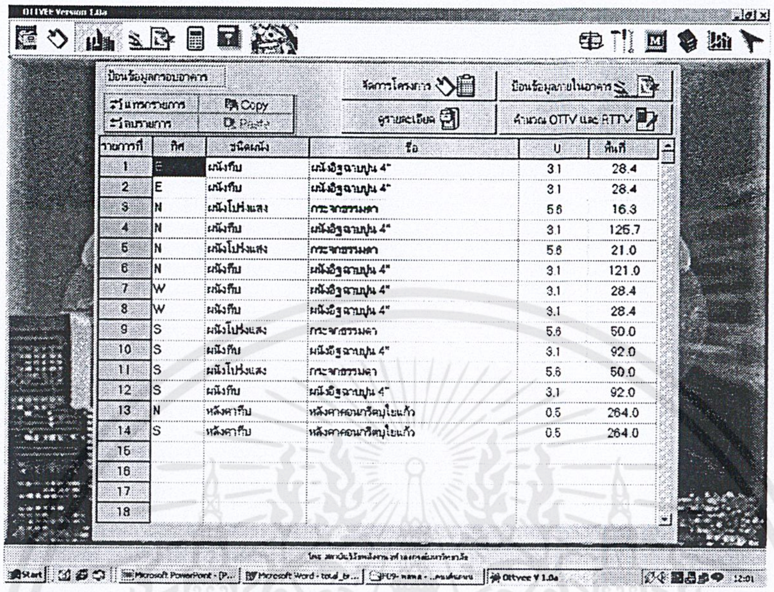


รูปที่ 6.1. แสดงหน้าจอแรกของโปรแกรม OTTV

รูปที่ 6.2. แสดงหน้าจอจัดการ โครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

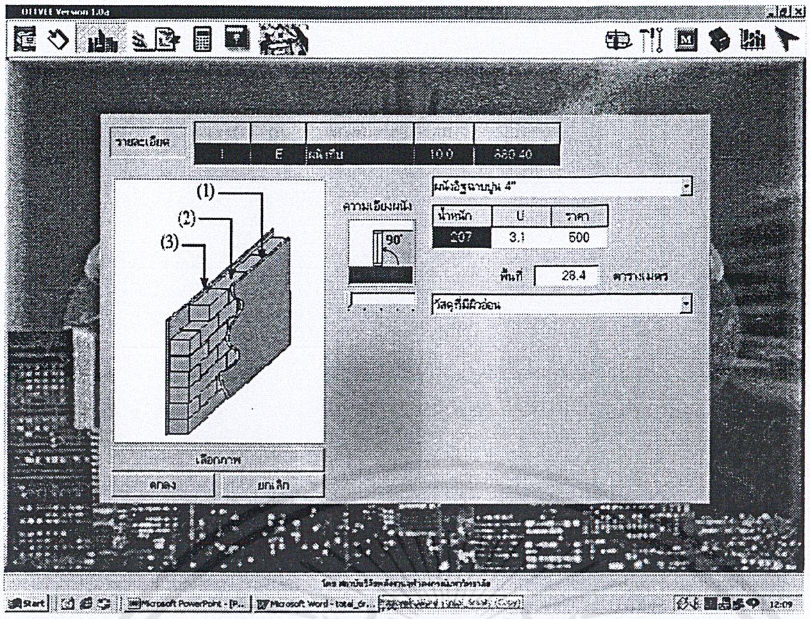
ในข้อกำหนดเบื้องต้น ก่อนทำการป้อนข้อมูลต้องใส่ข้อมูลเฉพาะของโครงการก่อน โดยเลือกที่หัวข้อ “จัดการโครงการ” ซึ่งจะปรากฏดังภาพ หลังจากนั้นทำการกำหนดรายการ ซึ่งภายในนี้เป็นการป้อนข้อมูล 2 ขั้นตอนด้วยกันคือ เลือกทิศ+ผนัง และอีกวิธีคือการป้อนรายละเอียด



รูปที่ 6.3. แสดงหน้าจอกำหนดรายการ

ชนิดของผนังนั้นมีให้เลือกทั้งสิ้น 4 ประเภทคือ ผนังทึบ ผนังโปร่งแสง หลังคาทึบ และหลังคาโปร่งแสง ใส่รายละเอียดของผนังนั้น ๆ ว่ามีคุณสมบัติอย่างไร ถ้าหากผนังที่ต้องการไม่มีอยู่ในแฟ้มข้อมูลสามารถใส่เพิ่มเข้าไปได้จากเมนู “แสดงและป้อนข้อมูลวัสดุ” โดยทำการเพิ่มข้อมูลและเก็บข้อมูลที่ต้องการใส่เพิ่มลงไปในแฟ้ม หรือทำการรวมวัสดุหลาย ๆ ชนิดเข้าด้วยกันเป็นผนังหนึ่ง ๆ ได้เช่นกัน แต่ในที่นี้จะใช้วัสดุตามที่โปรแกรมนี้กำหนดมาให้

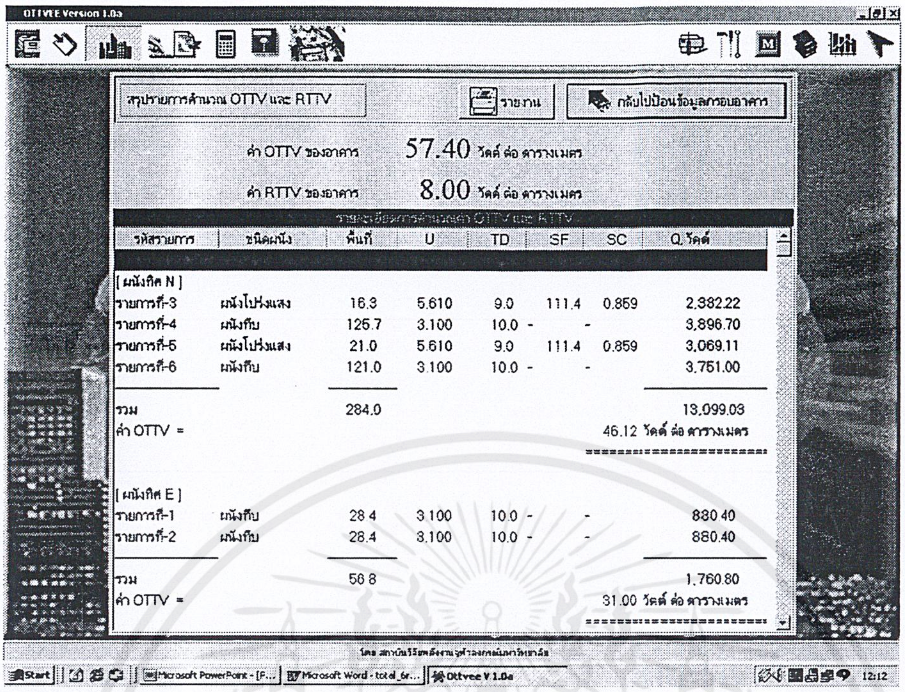
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.4. แสดงการป้อนรายละเอียดผนัง

เมื่อใส่ค่าที่จำเป็นตามต้องการแล้ว เลือกเมนู "คำนวณ OTTV/RTTV" เพื่อเข้าส่วนการคำนวณ แสดงผลและรายงานผลการคำนวณจะได้ดังรูป เมื่อเข้ามาในส่วนนี้แล้ว ส่วนบนของผลลัพธ์โปรแกรมจะแสดงค่า OTTV/RTTV ของอาคาร ถ้าต้องการดูรายละเอียดการคำนวณว่าผนังหรือหลังคาแต่ละรายการว่ามีการคำนวณอย่างไร สามารถดูได้ในส่วนล่างของหน้าจอซึ่งได้เฉลี่ยในแต่ละทิศไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.5. แสดงหน้าจอการคำนวณค่า OTTV/RTTV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3. การประเมินผลการสำรวจ

6.3.1. ประเมินค่าการถ่ายเทพลังงานความร้อนผ่านผนัง (OTTV)ของอาคารวิศวฯหลังเก่า

ตารางที่ 6.1. แสดงค่าการถ่ายเทพลังงานความร้อนผ่านผนัง (OTTV)

ทิศ	พื้นที่ (ตารางเมตร)		ค่า Q (วัตต์)		ค่า OTTV (วัตต์ต่อตารางเมตร)		
	ทึบ	โปร่งแสง	ทึบ	โปร่งแสง	ทึบ	โปร่งแสง	รวม
เหนือ	246.70	37.30	7,647.50	5,451.33	31.00	146.15	46.12
ตะวันออก	56.80	0.00	1,760.80	0.00	31.00	0.00	31.00
ใต้	184.00	100.00	5,702.46	16,803.42	30.99	168.03	79.25
ตะวันตก	56.80	0.00	1,760.80	0.00	31.00	0.00	31.00

จากการทำกรณีศึกษาการประเมินการประหยัดพลังงานของอาคารเก่า โดยเลือกตึกภาควิชาวิศวกรรมโยธาหลังเก่ามาทำการประเมิน พื้นที่ที่นำมาใส่ในโปรแกรมคำนวณคือพื้นที่ตึกส่วนกลาง 2 ชั้นล่างซึ่งเป็นพื้นที่ปรับอากาศที่ใช้งานประจำ พิจารณาพื้นที่ผนังทั้ง 4 ด้าน คือ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก โดยมีพื้นที่ปรับอากาศทั้งสิ้น 896 ตารางเมตร ใช้ความสูงของบริเวณเป็น 3.55 เมตร เมื่อใส่โปรแกรมคำนวณได้ค่าพลังงานการถ่ายความร้อนของผนังและหลังคาดังตารางที่แสดงให้เห็น ซึ่งค่า OTTV รวมมีค่า 57.40 วัตต์ต่อตารางเมตรซึ่งเกินค่ามาตรฐานตามที่กฎกระทรวงกำหนดไว้ให้มีค่าไม่เกิน 55 วัตต์ต่อตารางเมตรสำหรับอาคารเก่า จึงต้องทำการปรับปรุงแก้ไขในส่วนนี้

จากอิทธิพลของอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างโปร่งแสงหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณากับการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคารหรือค่า OTTV จะเห็นได้ว่าค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคารแปรผันตรงกับอัตราส่วนหรือพื้นที่ของหน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง กล่าวคือ เมื่อค่าพื้นที่ของหน้าต่างหรือผนังโปร่งแสงเพิ่มขึ้น ค่า OTTV จะเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นค่า OTTV จะมีค่าต่ำสุดเมื่อค่าพื้นที่หน้าต่างหรือผนังโปร่งแสงมีค่าต่ำสุด หรือเมื่อผนังด้านที่พิจารณาเป็นผนังทึบทั้งหมด และค่า OTTV มีค่าสูงสุดเมื่อค่าพื้นที่หน้าต่างหรือผนังโปร่งแสงมีค่าสูงสุดหรือเมื่อผนังด้านที่พิจารณาเป็นผนังโปร่งแสงทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพิจารณาจากทิศทางแล้ว ค่า OTTV มีค่าสูงสุดทางด้านทิศใต้ ซึ่งมีค่าสูงถึง 79.25 วัตต์ต่อตารางเมตร เนื่องจากเป็นด้านที่มีพื้นที่โปร่งแสงหรือหน้าต่างมากที่สุด ส่วนด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกมีค่า OTTV น้อยสุด เพราะว่าเป็นด้านที่เป็นผนังทึบทั้งหมด

โดยจากการศึกษาของ ACG Group ในการสัมมนาเรื่อง “กระจกกับงานสร้างสรรค์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน” ของบริษัทกระจกไทย-อาซาฮี จำกัด (มหาชน) เมื่อวันที่ 22-24 ธันวาคม พ.ศ. 2543 พบว่าอาคารที่มีลักษณะโครงสร้างหลังคา ผนัง ฝ้าและกระจกที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบันจะมีคุณสมบัติที่ยอมให้พลังงานความร้อนผ่านเข้าไปในอาคารในระดับต่างกัน โดยจะขึ้นอยู่กับตัวประกอบหลายประการ เช่น ทิศทางของอาคาร คุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุที่ใช้สร้างอาคาร สีและลักษณะของผิววัสดุ รวมถึงมวลของโครงสร้างอาคารดังนี้

- **ความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางผนัง**

สำหรับผนัง ค่าพลังงานความร้อนดังกล่าวจะแปรผันไปกับคุณสมบัติความร้อนของวัสดุผนัง(ความเป็นฉนวนของผนัง) สีและความหนาแน่นของมวลผนัง คือหากวัสดุมีค่าความต้านทานความร้อนดี มีผนังที่หนา สีผิวของผนังเป็นสีอ่อนและมีมวลของผนังมาก ก็จะสามารถต้านทานพลังงานความร้อนที่จะผ่านเข้ามาในอาคารได้ดี สำหรับผนังที่นิยมก่อสร้างกันทั่วไปหากไม่มีช่องเปิด เช่น หน้าต่าง หรือผนังกระจกส่วนใหญ่จะมีค่าพลังงานความร้อนต่อตารางเมตรต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ยกเว้นผนังกระเบื้องซีเมนต์ชั้นเดียวทั้งอย่างบางและอย่างหนาดังแสดงในตาราง

- **ความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางกระจก**

สำหรับกระจก พลังงานความร้อนที่ผ่านกระจกเข้าสู่อาคารนั้นมี 2 ลักษณะคือ

- พลังงานความร้อนที่เข้าสู่อาคารด้วยวิธีนำความร้อน ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารในส่วนนี้ จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการนำความร้อนของกระจกและค่าอุณหภูมิแตกต่างภายในและภายนอกอาคาร
- พลังงานความร้อนที่เข้าสู่อาคารด้วยวิธีส่งผ่านความร้อนรังสีอาทิตย์เข้าสู่อาคาร ซึ่งปริมาณความร้อนส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient) ของกระจก อุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร และค่ารังสีอาทิตย์ในแต่ละทิศทางที่กระจกรับรังสีอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับกระจกที่ใช้กันทั่วไป จะมีระดับของพลังงานความร้อนที่ผ่านกระจกเข้ามาในอาคารแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกระจกที่ใช้ และทิศทางการรับแสงอาทิตย์ของกระจก ดังมีรายละเอียดแสดงในตารางที่ 2 ในภาคผนวก

6.3.2. ประเมินค่าการถ่ายเทพลังงานความร้อนผ่านหลังคา (RTTV)ของอาคารวิศวฯหลังเก่า

หลังคามีพื้นที่ผนังทึบเป็น 528 ตารางเมตร ค่า Q ของหลังคาทึบเป็น 4224 วัตต์ และได้ค่า RTTV เป็น 8 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งผ่านค่าตามที่กฎกระทรวงได้กำหนดไว้ว่าไม่ให้เกินค่า 25 วัตต์ต่อตารางเมตร จึงไม่ต้องมีการแก้ไขปรับปรุงในส่วนนี้

6.3.3. ประเมินค่าการถ่ายเทพลังงานความร้อนผ่านผนัง (OTTV) ตึกวิศวฯหลังใหม่

ตารางที่ 6.2. แสดงค่าการถ่ายเทพลังงานความร้อนผ่านผนังของตึกใหม่

ทิศ	พื้นที่ (ตารางเมตร)		ค่า Q (วัตต์)		ค่า OTTV (วัตต์ต่อตารางเมตร)		
	ทึบ	โปร่งแสง	ทึบ	โปร่งแสง	ทึบ	โปร่งแสง	รวม
เหนือ	248.00	172.00	7688.00	20670.49	31.00	120.18	67.52
ตะวันออก	157.50	0.00	4882.50	0.00	31.00	0.00	31.00
ใต้	269.00	151.00	8336.21	15977.70	30.99	105.81	57.89
ตะวันตก	157.50	0.00	4882.50	0.00	31.00	0.00	31.00

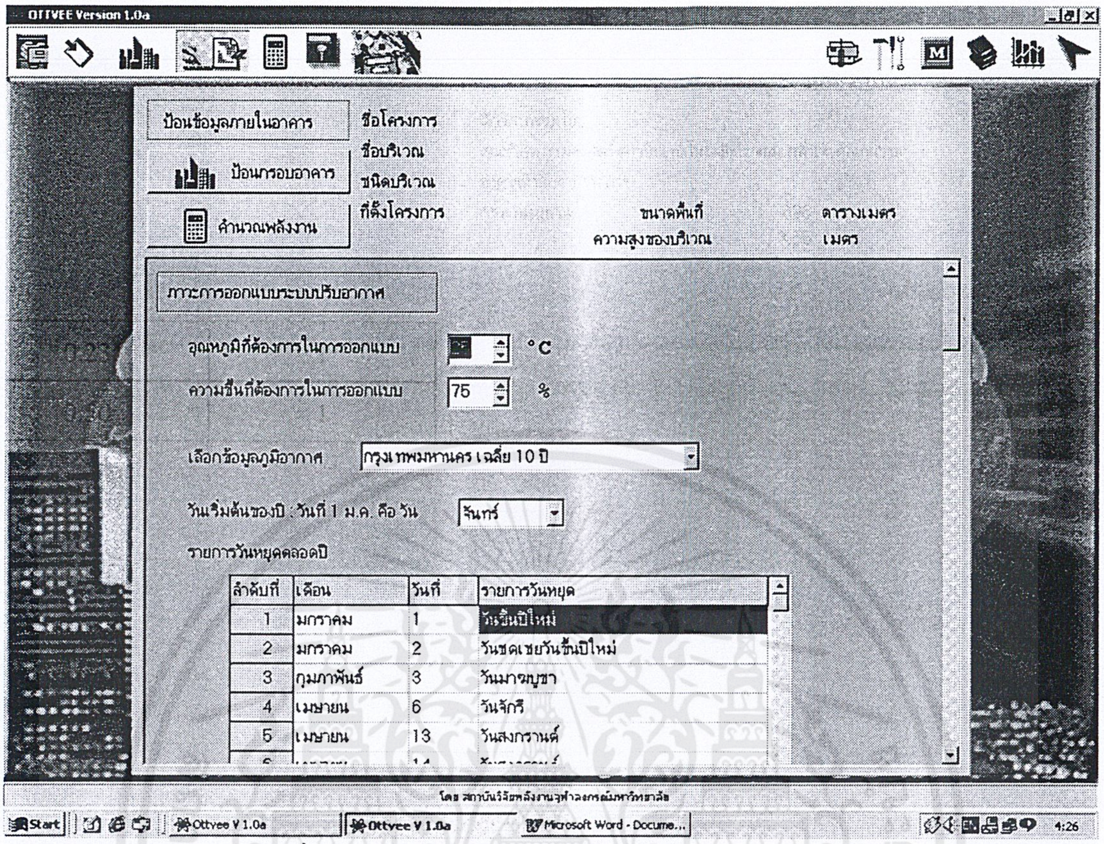
จากการทำกรณีศึกษาการประเมินการประหยัดพลังงานของอาคารเรียนวิศวกรรมโยธาหลังใหม่ ใช้พื้นที่ปรับอากาศทั้ง 3 ชั้น ซึ่งมีความสูงของแต่ละชั้นเป็น 3.50 เมตรพบว่าค่า OTTV ที่คำนวณได้จากโปรแกรม OTTV มีค่า 54.06 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งผ่านค่ามาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดไว้ สำหรับอาคารใหม่ซึ่งมีค่าเป็น 55 วัตต์ต่อตารางเมตร จึงไม่ต้องทำการปรับปรุงตัวอาคารนี้

6.3.4. ประเมินค่าการถ่ายเทพลังงานความร้อนผ่านหลังคา (RTTV)ตึกวิศวฯหลังใหม่

หลังคามีพื้นที่ผนังทึบเป็น720 ตารางเมตร ค่า Q ของหลังคาทึบเป็น11520 วัตต์ทำให้ได้ค่า RTTV ที่คำนวณได้จากโปรแกรมคำนวณ OTTV/RTTV เป็น 16.00 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งผ่านค่ามาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดไว้ จึงไม่ต้องทำการแก้ไขในส่วนนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4. ประเมินข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการวิเคราะห์



รูปที่ 6.6. แสดงหน้าจอพลังงานภายในอาคาร

จากการป้อนคำที่สำคัญหลัก ๆ ดังนี้

- ข้อมูลภูมิอากาศ = กรุงเทพมหานคร เฉลี่ย 10 ปี
- รายการวันหยุดตลอดปี
- ชนิดของเครื่องปรับอากาศ = เครื่องปรับอากาศแบบ Split type
- เวลาการเปิดปิดระบบปรับอากาศ
- น้ำหนักพื้นและชนิดของผนังภายใน = น้ำหนักปานกลาง
- กิจกรรมของผู้ใช้อาคาร = นั่งทำงานในสำนักงาน
- ปริมาณผู้ใช้อาคาร = 150 คน
- การใช้ไฟฟ้าแสงสว่างภายในบริเวณปรับอากาศ : ฟลูออเรสเซนต์ 8.72 kW+บัลลาสต์
- การใช้ไฟฟ้าแสงสว่างภายนอกบริเวณปรับอากาศ : ฟลูออเรสเซนต์ 0.04 kW+บัลลาสต์
- การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในบริเวณปรับอากาศ

ตารางที่ 6.3. แสดงเครื่องใช้ไฟฟ้าบริเวณปรับอากาศ

ชนิดของอุปกรณ์	พิกัดกำลังไฟฟ้า (kW)	จำนวน
เครื่องปรับอากาศ	3.00	15
คอมพิวเตอร์	0.23	1
กาต้มน้ำไฟฟ้า	0.50	1
เครื่องทำน้ำเย็น	0.12	1
ตู้เย็น	0.15	1
วิทยุ	0.03	1

ภายนอกบริเวณปรับอากาศ : หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 0.04 kW จำนวน 16 ดวง

หลังจากใส่ข้อมูลเพื่อคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารลงในโปรแกรม OTTV/RTTV เรียบร้อยแล้ว จะได้ค่าโดยเฉลี่ยของพลังงานไฟฟ้าแบ่งตามประเภทดังนี้

1) ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศที่แบ่งตามประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1.1. กรอบอาคาร 54%
1.2. การระบายอากาศ 28%
1.3. ผู้ใช้อาคาร 13%
1.4. อากาศรั่วไหล 5%

2) ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ แบ่งตามประเภทดังนี้

2.1. ผนังโปร่งแสง 49%
2.2. ผนังทึบ 39%
2.3. หลังคาทึบ 11%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5. แนวทางการปรับปรุงและแก้ไข

การปรับปรุงค่า OTTV ให้มีค่าลดลงสามารถทำได้หลายวิธีอาทิเช่น

- ลดพื้นที่ผนังโปร่งแสงให้เหลือน้อยที่สุด โดยลดจำนวนหรือขนาดของหน้าต่างให้เหลือพื้นที่น้อยลง ทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังมีค่าลดลง ค่า OTTV จึงผ่านเกณฑ์ได้
- ปรับปรุงผนังทึบให้มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) ลดลง กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือมีค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุ (R) เพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มความหนาของผนัง เพิ่มฉนวนให้ผนังหรือเปลี่ยนชนิดของผนังทึบ ให้มีค่าความต้านทานความร้อนสูงขึ้นจึงจะเป็นการลดค่า OTTV
- ปรับปรุงผนังโปร่งแสงให้มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนลดลงหรือค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุเพิ่มขึ้น หรือเปลี่ยนมาใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด(SC) ต่ำลง

จากกรณีศึกษากับอาคารวิศวกรรมโยธาหลังเก่าซึ่งจัดว่าเป็นอาคารเก่า กฎกระทรวงได้กำหนดให้มีค่า OTTV ไม่เกิน 55 วัตต์ต่อตารางเมตร แต่จากการประเมินผลโดยใช้โปรแกรมคำนวณค่าOTTV/RTTV Version1.0a ได้ค่า OTTV มีค่า 57.40 วัตต์ต่อตารางเมตรซึ่งมีค่าเกินค่าที่กำหนดไว้ 2.40 วัตต์ต่อตารางเมตร จึงต้องทำการปรับปรุงแก้ไขตัวอาคาร โดยวิธีที่จะใช้ปรับปรุงจะใช้วิธีของอาคารใหม่ไม่ได้ เนื่องจากเป็นอาคารเก่าสร้างขึ้นมาแล้ว จึงต้องใช้วิธีอื่นที่เหมาะสมแทน ซึ่งทำได้โดย

- การติดฟิล์มกรองแสงให้กับผนังโปร่งแสงหรือกระจก เพื่อให้มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง (SC) ให้มีค่าลดลง
- ทำการเปลี่ยนชนิดของกระจกให้มีความสามารถในการสกัดกั้นปริมาณความร้อนให้เพิ่มมากขึ้นด้วยวิธีการดังนี้
    - ใช้กระจกที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำมาประกอบเป็นกระจกฉนวนกันความร้อนเพื่อลดอัตราการแผ่รังสีความร้อนจากกระจกที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำไปยังกระจกอีกแผ่นหนึ่ง ซึ่งทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจกต่ำ
    - ใช้ก๊าซอาร์กอน (Argon) บรรจุในช่องว่างระหว่างกระจกทั้ง 2 แผ่นแทนอากาศเนื่องจากก๊าซอาร์กอนมีคุณสมบัติในการนำความร้อนน้อยกว่าอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธรรมดาถึงประมาณ 1.5 เท่าดังนั้นการใช้ก๊าซอาร์กอนจึงสามารถช่วยลดอัตราการนำความร้อนที่เกิดขึ้นภายในช่องว่างระหว่างกระจกได้

ในกรณีที่ต้องการลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคาร ที่เกิดจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร ควรเลือกใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำ โดยเลือกใช้กระจกฉนวนกันความร้อนซึ่งอาจประกอบด้วยกระจก 2 หรือ 3 แผ่นมาประกบกันโดยมีช่องว่างอากาศระหว่างกระจกแต่ละแผ่นเพื่อให้เกิดช่องว่างอากาศซึ่งมีคุณสมบัติเป็นฉนวนมากขึ้น

6.6. การเลือกกระจกโดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC)

สำหรับในกรณีที่ต้องการลดปริมาณพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่เกิดจากการส่งผ่านผนังกระจกเข้ามาภายในอาคารโดยตรง ควรเลือกใช้กระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดต่ำโดยมีกระจกที่สามารถเลือกใช้ได้ 2 ประเภทคือ

- ใช้กระจกที่เคลือบด้วยสารโลหะ (Metallic Coated Glass) ประเภทที่เรียกว่ากระจกสะท้อนรังสีอาทิตย์ ซึ่งจะทำให้สามารถสกัดกั้นการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ได้โดยตรง
- ใช้กระจกฉนวนกันความร้อนที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำ ชนิดที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดต่ำ เช่น กระจกที่มีสภาพการแผ่รังสีต่ำ ซึ่งมีคุณสมบัติในการสกัดกั้นการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ได้โดยตรงเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
สรุปผลงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการทำโครงงานซึ่งมีทั้งสิ้น 2 ส่วนด้วยกันคือ ตัวสื่อนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับบ้านอนุรักษ์พลังงาน (CAI) และอีกส่วนคือ กรณีศึกษาการประเมินแระประหยัดพลังงานของอาคารเรียนวิศวกรรมโยธา

7.1. สรุปผลงาน

สามารถนำผลงานทั้ง 2 ส่วนมาทำการสรุปผลได้ดังนี้

1. ได้มาซึ่งข้อมูลที่จำแนกเป็นหัวข้อรวมทั้งรายละเอียดแยกย่อยตามหัวข้อต่าง ๆ ของบ้านอนุรักษ์พลังงาน
2. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบของสื่อนำเสนอข้อมูล (Computer Aided Instruction – CAI) กับข้อมูลที่เกี่ยวกับบ้านอนุรักษ์พลังงาน
3. จัดทำรูปแบบการนำเสนอโดยใช้ภาพเคลื่อนไหวและให้ผู้ชมมีส่วนร่วมกับการดำเนินเรื่อยไปด้วยเพื่อให้เกิดความน่าสนใจติดตามในตัวเนื้อหา
4. สื่อนำเสนอข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นจากโปรแกรมคือ Macromedia Director 8.0 ซึ่งนำมาใช้พัฒนาสื่อและโปรแกรมที่ใช้สร้างมัลติมีเดียใช้หลายโปรแกรมเช่น Adobe Photoshop 6.0 , Recorder , Sonic Foundary Soundforge 4.0 , Adobe Illustor , 3D Studio Max และ After Effect ซึ่งโปรแกรม Macromedia Director 8.0 สามารถตอบสนองรูปแบบการนำเสนอที่ต้องการสนับสนุนมัลติมีเดีย ไม่ว่าจะเป็นภาพเคลื่อนไหว ดนตรี เสียงพากษ์ โดยมีรูปแบบการโต้ตอบที่หลากหลาย สามารถ comply เป็น .EXE ได้รวมทั้งใช้งานได้ง่าย
5. วิเคราะห์และประเมินผลค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังและหลังคา (OTTVและRTTV) ของอาคารเรียนวิศวกรรมโยธาเก่า
6. เสนอแนะวิธีการปรับปรุงแก้ไขอาคารที่พิจารณาให้ผ่านค่ามาตรฐาน OTTV ตามที่กฎกระทรวงได้กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. รุ่นของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมต่อการใช้งานสื่อนำเสนอข้อมูล ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- Pentium Professor ขึ้นไป
- RAM 16 MB ขึ้นไป
- ต้องมี CD-ROM สำหรับใส่แผ่น CD
- ระบบปฏิบัติการ Window95 , 98 , 2000 หรือ Window NT4.0 ขึ้นไป
- ที่ว่างในฮาร์ดดิสไม่ควรต่ำกว่า 40 MB

7.2. ปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

จากการลงมือทำโครงงานมีหลายปัญหาที่เกิดขึ้นหลายอย่างแต่ในที่นี้จะขอยกเฉพาะปัญหาที่สำคัญ ๆ หลักขึ้นมาพิจารณาพร้อมแนวทางการแก้ไข ได้แก่

1. ในการคำนวณหาค่า OTTVและRTTV จะสามารถเข้าไปแก้ไขหรือจัดการกับไฟล์ข้อมูลได้ก็ต่อเมื่อลงโปรแกรมในเครื่องคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้ว ซึ่งเวลาทำงานมีการแก้ไขข้อมูลหลายครั้ง หากไปใช้งานในเครื่องที่ไม่ได้ลงโปรแกรมไว้จะไม่สามารถจัดการแก้ไขกับข้อมูลได้
2. โปรแกรมสื่อนำเสนอข้อมูลนี้จะถูกเขียนโดยกำหนดให้หน้าจอมีขนาด 600 by 800 pixels ดังนั้นเวลาก่อนเปิดโปรแกรมควรจะทำการเปลี่ยนขนาดของหน้าจอแสดงผล (Screen Area)ให้มีขนาดดังกล่าวเสียก่อน เพื่อให้ภาพที่แสดงออกมาเต็มหน้าจอคอมพิวเตอร์พอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอ้างอิง

- ดร. สุนทร บุญญาธิการ , 2542 , เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า , 3,000 เล่ม : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .
- กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน , 2543 , การใช้วัสดุและอุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, 4,000 เล่ม : โรงพิมพ์คอมฟอร์ม .
- กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน , 2542 , การใช้กระจก, 4,000 เล่ม : โรงพิมพ์คอมฟอร์ม .
- สถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,พฤศจิการยน 2542 ,คู่มือการใช้โปรแกรม OTTVEE Version 1.0a : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

การคำนวณโปรแกรมและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV

ชื่อโครงการ ตึกวิศวกรรมโยธา

ชื่อบริเวณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

ชนิดบริเวณ อาคารสำนักงานราชการ

ที่ตั้งโครงการ กรุงเทพมหานคร

ขนาดพื้นที่ปรับอากาศ 896.0 ตารางเมตร

ความสูงของบริเวณ (FL.to FL.) 3.55 เมตร

ค่า OTTV ของอาคาร **57.40** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

ค่า RTTV ของอาคาร **8.00** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

รายละเอียดค่า OTTV และ RTTV

	ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง	รวม	
ทิศ N	31.00	146.15	46.12	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ENE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ E	31.00	-	31.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ESE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ S	30.99	168.03	79.25	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WSW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ W	31.00	-	31.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WNW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
หลังคา	8.00	-	8.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

Calculated by OTTVEE Version 1.0a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดการคำนวณค่า OTTV และ RTTV

N	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-3	ผนังโปร่งแสง	16.3	5.610	9.0	111.4	0.859	2,382.22
	รายการที่-4	ผนังทึบ	125.7	3.100	10.0	-	-	3,896.70
	รายการที่-5	ผนังโปร่งแสง	21.0	5.610	9.0	111.4	0.859	3,069.11
	รายการที่-6	ผนังทึบ	121.0	3.100	10.0	-	-	3,751.00

รวม
- พื้นที่ผนังทึบ 246.7 ตารางเมตร
- Q ของผนังทึบ 7,647.70 วัตต์
- ค่า OTTV ของผนังทึบ **31.00** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
- พื้นที่ผนังโปร่งแสง 37.3 ตารางเมตร
- Q ของผนังโปร่งแสง 5,451.33 วัตต์
- ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง **146.15** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
- ค่า OTTV ของผนังด้านนี้ **46.12** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

E	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-1	ผนังทึบ	28.4	3.100	10.0	-	-	880.40
	รายการที่-2	ผนังทึบ	28.4	3.100	10.0	-	-	880.40

รวม
- พื้นที่ผนังทึบ 56.8 ตารางเมตร
- Q ของผนังทึบ 1,760.80 วัตต์
- ค่า OTTV ของผนังทึบ **31.00** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
- พื้นที่ผนังโปร่งแสง - ตารางเมตร
- Q ของผนังโปร่งแสง - วัตต์
- ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง - วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
- ค่า OTTV ของผนังด้านนี้ **31.00** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

S	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-9	ผนังโปร่งแสง	50.0	5.610	9.0	178.2	0.659	8,401.71
	รายการที่-10	ผนังทึบ	92.0	3.100	10.0	-	-	2,851.23
	รายการที่-11	ผนังโปร่งแสง	50.0	5.610	9.0	178.2	0.659	8,401.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการที่-12	ผนังทึบ	92.0	3.100	10.0	-	-	2,851.23

รวม
- พื้นที่ผนังทึบ 184.0 ตารางเมตร
- Q ของผนังทึบ 5,702.46 วัตต์
- ค่า OTTV ของผนังทึบ **30.99** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
- พื้นที่ผนังโปร่งแสง 100.0 ตารางเมตร
- Q ของผนังโปร่งแสง 16,803.42 วัตต์
- ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง **168.03** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
- ค่า OTTV ของผนังด้านนี้ **79.25** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

W	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-7	ผนังทึบ	28.4	3.100	10.0	-	-	880.40
	รายการที่-8	ผนังทึบ	28.4	3.100	10.0	-	-	880.40

รวม
- พื้นที่ผนังทึบ 56.8 ตารางเมตร
- Q ของผนังทึบ 1,760.80 วัตต์
- ค่า OTTV ของผนังทึบ **31.00** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
- พื้นที่ผนังโปร่งแสง - ตารางเมตร
- Q ของผนังโปร่งแสง - วัตต์
- ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง - วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
- ค่า OTTV ของผนังด้านนี้ **31.00** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

หลังคา	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-13	หลังคาทึบ	264.0	0.500	16.0	-	-	2,112.00
	รายการที่-14	หลังคาทึบ	264.0	0.500	16.0	-	-	2,112.00

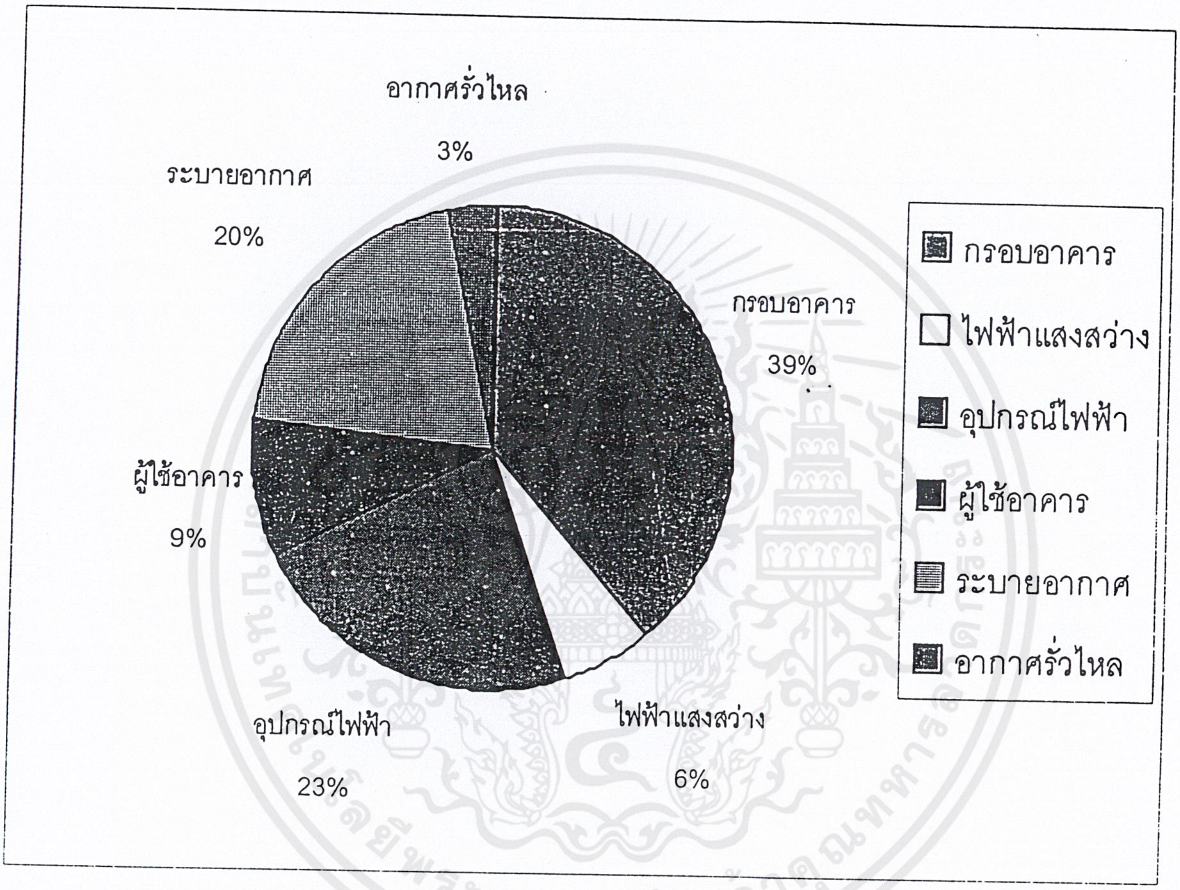
รวม
- พื้นที่ผนังทึบ 528.0 ตารางเมตร
- Q ของผนังทึบ 4,224.00 วัตต์
- ค่า OTTV ของผนังทึบ **8.00** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
- พื้นที่ผนังโปร่งแสง - ตารางเมตร
- Q ของผนังโปร่งแสง - วัตต์
- ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง - วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
- ค่า OTTV ของผนังด้านนี้ **8.00** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาระทั้งหมดของระบบปรับอากาศ

โครงการ : ตึกวิศวกรรมโยธาหลังเก่า

บริเวณ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.



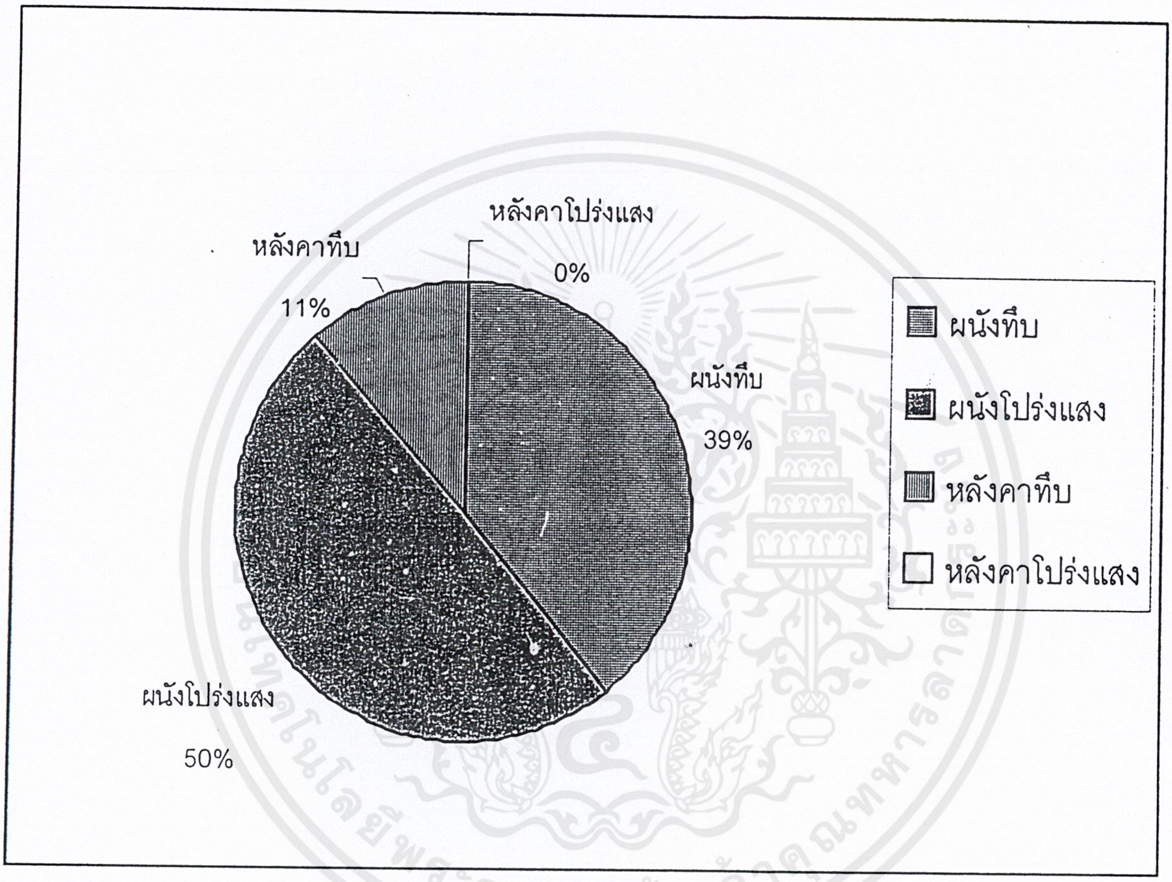
รูปที่ ผ1. แสดงภาระทั้งหมดของการปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาระจากกรอบอาคารในระบบปรับอากาศ

โครงการ : ตึกวิศวกรรมโยธาหลังเก่า

บริเวณ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.



รูปที่ ผ2. แสดงภาระจากขอบอาคารในระบบปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการคำนวณ OTTV และ RTTV

ชื่อโครงการ	อาคารวิศวกรรมโยธาหลังใหม่	หน้าที่-1
ชื่อบริเวณ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.	
ชนิดบริเวณ	อาคารสำนักงานราชการ	
ที่ตั้งโครงการ	กรุงเทพมหานคร	
ขนาดพื้นที่ปรับอากาศ	900.0 ตารางเมตร	
ความสูงของบริเวณ (FL.to FL.)	3.5 เมตร	

ค่า OTTV ของอาคาร **54.06** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

ค่า RTTV ของอาคาร **16.00** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

รายละเอียดค่า OTTV และ RTTV

	ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง	รวม	
ทิศ N	31.00	120.18	67.52	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ENE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ E	31.00	-	31.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ ESE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSE	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ S	30.99	105.81	57.89	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SSW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ SW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WSW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ W	31.00	-	31.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ WNW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ทิศ NNW	-	-	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
หลังคา	16.00	-	16.00	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

Calculated by OTTVEE Version 1.0a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดการคำนวณค่า OTTV และ RTTV

N	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-7	ผนังโปร่งแสง	51.6	5.610	2.0	111.4	0.855	5,491.93
	รายการที่-8	ผนังทึบ	74.4	3.100	10.0	-	-	2,306.40
	รายการที่-9	ผนังโปร่งแสง	60.2	5.610	2.0	111.4	0.855	6,407.25
	รายการที่-10	ผนังทึบ	86.8	3.100	10.0	-	-	2,690.80
	รายการที่-11	ผนังโปร่งแสง	60.2	5.610	9.0	111.4	0.855	8,771.31
	รายการที่-12	ผนังทึบ	86.8	3.100	10.0	-	-	2,690.80

รวม

พื้นที่ผนังทึบ	248.0	ตารางเมตร
Q ของผนังทึบ	7,688.00	วัตต์
ค่า OTTV ของผนังทึบ	**31.00**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
พื้นที่ผนังโปร่งแสง	172.0	ตารางเมตร
Q ของผนังโปร่งแสง	20,670.49	วัตต์
ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง	**120.18**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ค่า OTTV ของผนังด้านนี้	**67.52**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

E	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-13	ผนังทึบ	52.5	3.100	10.0	-	-	1,627.50
	รายการที่-14	ผนังทึบ	52.5	3.100	10.0	-	-	1,627.50
	รายการที่-15	ผนังทึบ	52.5	3.100	10.0	-	-	1,627.50

รวม

พื้นที่ผนังทึบ	157.5	ตารางเมตร
Q ของผนังทึบ	4,882.50	วัตต์
ค่า OTTV ของผนังทึบ	**31.00**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
พื้นที่ผนังโปร่งแสง	-	ตารางเมตร
Q ของผนังโปร่งแสง	-	วัตต์
ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง	-	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ค่า OTTV ของผนังด้านนี้	**31.00**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างองถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Calculated by OTTVEE Version 1.0a

S	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-1	ผนังโปร่งแสง	44.6	5.610	1.0	178.2	0.540	4,542.94
	รายการที่-2	ผนังทึบ	81.4	3.100	10.0	-	-	2,522.47
	รายการที่-3	ผนังโปร่งแสง	53.2	5.610	2.0	178.2	0.540	5,717.38
	รายการที่-4	ผนังทึบ	93.8	3.100	10.0	-	-	2,906.87
	รายการที่-5	ผนังโปร่งแสง	53.2	5.610	2.0	178.2	0.540	5,717.38
	รายการที่-6	ผนังทึบ	93.8	3.100	10.0	-	-	2,906.87

รวม
- พื้นที่ผนังทึบ 269.0 ตารางเมตร
- Q ของผนังทึบ 8,336.21 วัตต์
- ค่า OTTV ของผนังทึบ **30.99** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
- พื้นที่ผนังโปร่งแสง 151.0 ตารางเมตร
- Q ของผนังโปร่งแสง 15,977.70 วัตต์
- ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง **105.81** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
- ค่า OTTV ของผนังด้านนี้ **57.89** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

W	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-16	ผนังทึบ	52.5	3.100	10.0	-	-	1,627.50
	รายการที่-17	ผนังทึบ	52.5	3.100	10.0	-	-	1,627.50
	รายการที่-18	ผนังทึบ	52.5	3.100	10.0	-	-	1,627.50

รวม
- พื้นที่ผนังทึบ 157.5 ตารางเมตร
- Q ของผนังทึบ 4,882.50 วัตต์
- ค่า OTTV ของผนังทึบ **31.00** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
- พื้นที่ผนังโปร่งแสง - ตารางเมตร
- Q ของผนังโปร่งแสง - วัตต์
- ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง - วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
- ค่า OTTV ของผนังด้านนี้ **31.00** วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

หลังคา	รหัสรายการ	ชนิดผนัง	พื้นที่ (sq.m.)	U (W/sq.m.°C)	TD (°C)	SF	SC	Q (Watt)
	รายการที่-19	หลังคาทึบ	720.0	0.800	20.0	-	-	11,520.00

รวม
- พื้นที่ผนังทึบ 720.0 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างองถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q ของผนังทึบ	11,520.00	วัตต์
ค่า OTTV ของผนังทึบ	**16.00**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
พื้นที่ผนังโปร่งแสง	-	ตารางเมตร
Q ของผนังโปร่งแสง	-	วัตต์
ค่า OTTV ของผนังโปร่งแสง	**-**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร
ค่า OTTV ของผนังด้านนี้	**16.00**	วัตต์ ต่อ ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในโปรแกรม OTTV/RTTV ซึ่งประกอบด้วย

- ค่าคงที่ของการนำความร้อน (K)
- ค่าความหนาแน่นของวัสดุ
- ค่าความต้านทานของฟิล์มผนังชนิดต่าง ๆ
- ค่าการดูดซับความร้อนสำหรับวัสดุชนิดต่าง ๆ
- ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า
- ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของผนังโปร่งแสง
- ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์

ตารางที่ ผ1 แสดงค่าคงที่การนำความร้อน (k)

ชนิดของวัสดุ	ความหนาแน่น kg/ m^3	ค่าคงที่การนำความร้อน (k) W/m^2 °c
แอสฟัลท์	2350	1.15
วัสดุแผ่น		
1. ไม้คอร์ก (Cork)	145	0.042
2. ไม้เนื้อแข็งที่มีความหนาแน่นสูง	1010	0.144
3. แผ่นไฟเบอร์	265	0.053
4. แผ่นปลาสเตอร์บอร์ด	950	0.16
อิฐ	1900	0.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของวัสดุ	ความหนาแน่น kg/ m^3	ค่าคงที่การนำความร้อน (k) W/m^2 °c
คอนกรีต		
1. คอนกรีตธรรมดา	2400	2.16
2. คอนกรีตมวลเบา	1300	0.44
3. แผ่นพื้น	2100	1.10
แก้ว	2500	1.05
กระเบื้องหลังคาชนิดโมซาอิค	2500	1.50
วัสดุฉนวน		
1. ฉนวนแก้ว	32	0.035
2. ขนสัตว์	50	0.039
3. แผ่นโพลีสไตรีน (Polystyrene expanded)	25	0.034
4. โฟมโพลียูรีเทน (Polyurethane foam)	30	0.026
โลหะ		
1. อลูมิเนียมอัลลอยด์	2800	160
2. ทองแดง	8900	200
3. โลหะ คาร์บอน	7800	50
ปลาสเตอร์/วัสดุฉาบ (Plaster/render)		
1. ยิปซัม	1120	0.38
2. ยิปซัมผสมทราย	1570	0.53
3. ปูนทราย	1860	0.72
วัสดุประสาน (Screeding)		
1. ซีเมนต์มอร์ต้า	1860	0.72
2. เทอรัซโซ่ (Terrazzo)	2435	1.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของวัสดุ	ความหนาแน่น kg/ m^3	ค่าคงที่การนำความร้อน (k) W/m^2 °c
หิน		
1. แกรนิต	2650	2.9
2. หินอ่อน	2500	2.0

ที่มา http://arch.hku.hk/researcg/BEER/hkottv.htm#table4

ค่าความต้านทานของฟิล์มผนัง (Surface Film Resistance, R_I, R_o)

ตารางที่ ผ2 แสดงค่าความต้านทานของฟิล์มผนังชนิดต่างๆ

ชนิดของผนัง	ค่าความต้านทานของฟิล์มผนัง m^2°c/ W
ผนังภายใน (R_I)	
ค่าการดูดซับความร้อน มากกว่า 0.5	0.120
ค่าการดูดซับความร้อน น้อยกว่า 0.5	0.299
ผนังภายนอก (R_o)	0.044

ที่มา http://arch.hku.hk/researcg/BEER/hkottv#table4

ค่าความต้านทานช่องว่างอากาศ (Air Space Resistance, R_a)

ตารางที่ ผ3 แสดงค่าความต้านทานอากาศของผนังชนิดต่างๆ

ชนิดความต้านทานอากาศ	ค่าความต้านทานอากาศ (R_a) m^2°c/ W					
	5 mm	10 mm	20 mm	50 mm	75 mm	100 mm
มีช่องว่างตามแนวดิ่ง (ความร้อนไหลตามแนวนอน)						
1. ค่าการดูดซับ มากกว่า 0.5	0.110	0.123	0.148	0.153	0.156	0.160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดความต้านทานอากาศ	ค่าความต้านทานอากาศ (R_a) m^2°c/ W					
	5 mm	10 mm	20 mm	50 mm	75 mm	100 mm
2. ค่าการดูดซับน้อยกว่า 0.5	0.250	0.359	0.578	0.589	0.597	0.606

ที่มา http://arch.hku.hk/researcg/BEER/hkottv#table4

ค่าการดูดซับความร้อน (Absorptivity, α)

จากการศึกษาวิจัยพบว่าพื้นผิวและสีของผนังชนิดต่างๆซึ่งก็คือค่าการดูดซับความร้อน มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อพลังงาน ซึ่งค่าการดูดซับความร้อนนี้จะถูกนำมารวมในการคำนวณค่าความร้อนในฐานะของค่าคงที่ที่ใช้ในการคูณกับค่า TD_{eq} (Multiplication Constant to the Equivalent Temperature Difference) ดังแสดงในตารางที่ 2.8 และตารางที่ 2.9

ตารางที่ ผ4 แสดงค่าการดูดซับความร้อนสำหรับวัสดุชนิดต่าง ๆ

ชนิดของวัสดุ	ค่าการดูดซับความร้อน
แก้วดำ	1.0
คอนกรีตดำ	0.91
อิฐสีฟ้า	0.89
อิฐสีแดง	0.88
Bituminous felt	0.88
หินสเลทสีเทาฟ้า	0.87
หลังคาทาสีเขียว	0.86
คอนกรีตสีน้ำตาล	0.85
แอลฟัลท์ทำผิวทาง	0.82
ไม้	0.78
คอนกรีตไม่มีสี	0.68
หินอ่อนขาว	0.58
กระเบื้องโมซาอิคสีขาว	0.58
อิฐสีเนื้อ	0.55
หลังคาสีขาว	0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของวัสดุ	ค่าการดูดซับความร้อน
Bituminous felt aluminized	0.40
กรวด	0.29
อิฐสีขาวเงา	0.25
แผ่นอลูมิเนียมชีทขัดมัน	0.12
Aluminized mylar film	0.10
ผิวดีบุก	0.05

ที่มา หนังสือ Energy Systems โดย Robert Carrow หน้า 125

ตารางที่ ผ5 แสดงชนิดการทาสีกับค่าการดูดซับความร้อน

ชนิดการทาสี	ค่าการดูดซับความร้อน
สีดำเข้ม	0.98
สีดำ	0.95
แลคเกอร์สีดำ	0.92
สีดำเทา	0.91
แลคเกอร์สีดำอ่อน	0.91
สีน้ำมันสีดำ	0.90
สีมะกอกเข้ม	0.89
แลคเกอร์สีน้ำเงินเข้มหรือเขียวเข้ม	0.88
สีน้ำตาลเข้ม	0.88
สีฟ้าเทา	0.88
สีน้ำตาล	0.84
สีน้ำตาลอ่อน	0.80
แลคเกอร์สีน้ำตาลหรือเขียว	0.79
สีน้ำตาลแดง	0.78
สีน้ำมันสีเทาอ่อน	0.75
สีน้ำมันสีแดง	0.74
สีเขียวหม่น	0.59
สีส้ม	0.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดการทาสี	ค่าการดูดซับความร้อน
สีเหลือง	0.57
สีฟ้า	0.51
สีเขียวขี้ม้า	0.51
สีเขียวอ่อน	0.47
สีอลูมินัม	0.40
สีขาว	0.30
สีขาวสว่าง	0.25
สีเงิน	0.25
แลคเกอร์สีขาว	0.21
Laboratory vapour deposited coating	0.02

ที่มา http://arch.hku.hk/researcg/BEER/hkottv#table4

ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})

จากการศึกษาพบว่ามวลความร้อน (Thermal mass) มีผลต่อการไหลของความร้อนทั้งหมดผ่านผนัง ค่า TD_{eq}สำหรับผนังนั้นจะขึ้นอยู่กับมวลของผนัง, ความหนาแน่น และทิศทางการวางอาคาร โดยที่จากการวิจัยพบว่าการก่อสร้างโดยใช้มวลขนาดใหญ่จะให้ค่าที่ดีกว่าการใช้มวลขนาดเล็กเพราะสามารถต้านทานการส่งผ่านความร้อนได้ดีกว่า โดยแสดงค่าในตารางที่ 2.10

ตารางที่ ผ6 แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า

ทิศของผนัง	ความหนาแน่นของผนัง (kg/m^2)				
	น้อยกว่า 22	23-199	200-379	380-569	มากกว่า 57υ
N	3.70	3.38	2.72	2.05	1.70
NNE	4.65	4.21	3.30	2.36	1.88
NE	5.60	5.03	3.86	2.67	2.05
ENE	6.55	5.86	4.44	2.98	2.23
E	7.50	6.68	5.01	3.28	2.40
ESE	7.05	6.26	4.65	3.00	2.15
SE	6.60	5.85	4.30	2.71	1.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศของผนัง	ความหนาแน่นของผนัง (kg/m^2)				
	น้อยกว่า 22	23-199	200-379	380-569	มากกว่า 570
S	5.70	5.01	3.60	2.15	1.40
SSW	6.15	5.42	3.92	2.37	1.58
SW	6.60	5.82	4.23	2.59	1.75
WSW	6.55	5.81	4.29	2.73	1.93
W	6.50	5.79	4.35	2.86	2.10
WNW	5.80	5.19	3.94	2.66	2.00
NW	5.10	4.59	3.54	2.45	1.90
NNW	4.40	3.98	3.13	2.25	180

ที่มา http://arch.hku.hk/researcg/BEER/hkottv#table4

ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของผนังโปร่งแสง (Shading Coefficient of fenestration, Sc)

ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Sc) เป็นอัตรส่วนของความร้อนที่ได้รับจากแสงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามาในผนังกระจกแต่ละชนิดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด กับความร้อนที่ได้รับจากแสงอาทิตย์ผ่านกระจกชีท 2 ชั้นภายใต้สภาวะเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในภาวะการณ์ปัจจุบันรูปแบบการใช้พลังงานเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เป็นผลให้การใช้พลังงานต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นทุกปี นับเป็นภาระหนักทางการเงินและการลงทุนของประเทศที่จะต้องหาเงินมาใช้ให้พอเพียงและเหมาะสม รัฐบาลตระหนักอย่างยิ่งถึงปัญหาเหล่านี้จึงได้เริ่มดำเนินการต่าง ๆ อย่างรอบคอบเพื่อให้การดำเนินงานมีผลดีขึ้น กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานจึงได้ผลักดันให้มีการยกระดับสภาวะการณ์ด้านกิจกรรมอนุรักษ์พลังงานของประเทศให้ดำเนินไปอย่างต่อเนื่องตามกรณีการรับผิดชอบของรัฐอย่างมีระบบ ตลอดจนมีมาตรการต่าง ๆ ที่รัฐจะสามารถมีโอกาสแนะนำ ส่งเสริม ดูแลและติดตามผลการดำเนินงานอย่างใกล้ชิดจนกระทั่งต่อมาได้มีการตราพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 และได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 2 เมษายน ปีเดียวกัน (สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2539)

เหตุผลในการใช้กฎกระทรวงฉบับนี้ คือ เจ้าของอาคารควบคุมต้องอนุรักษ์พลังงาน ตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารของตนให้เป็นไปตามมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดในกฎกระทรวงตามความในมาตรา 21 แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 จึงจำเป็นต้องออกกฎกระทรวงนี้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

เรื่อง ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง และค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 6 (1) (4) และข้อ 7 (1) (3) แห่งกฎกระทรวง (พ.ศ. 2538) ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม จึงออกประกาศดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) ของวัสดุต่าง ๆ ที่จะใช้ประกอบการคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุก่อสร้างอาคาร ให้ใช้ค่าจากผลการทดสอบหรือรับรองโดยผู้ผลิตหรือสถาบันการทดสอบที่เชื่อถือได้ ในกรณีที่ไม่มีผลการทดสอบหรือรับรองค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุก่อสร้างนั้น ๆ ให้ใช้ค่าที่กำหนดไว้ในตาราง ผ.4 ดังต่อไปนี้

ตารางผ.7 แสดงค่าสำประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุชนิดต่างๆ

ลำดับที่	วัสดุ	ค่า K วัตต์ต่อเมตร-องศาเซลเซียส
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสทอส	0.198
2	แผ่นฉนวนกันความร้อนแอสเบสทอส	0.108
3	วัสดุมุงหลังคาที่ทำด้วยแอสฟัลต์	1.226
4	บิทูเมน (bitumen)	1.298
5	อิฐ	
	(ก) แห้งและฉาบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสก	0.807
	(ข) ความชื้น 6%	1.221
	(ค) ผนัง (ไม่ฉาบปูน)	1.154
6	คอนกรีต	1.442

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	วัสดุ	ค่า K วัตต์ต่อเมตร-องศาเซลเซียส
7	คอนกรีตชนิดเบา ขนาดความหนาแน่นต่าง ๆ	
	ความหนาแน่น 960 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	0.303
	ความหนาแน่น 1120 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	0.346
	ความหนาแน่น 1280 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	0.476
8	แผ่นไม้ก๊อก	0.042
9	แผ่นไฟเบอร์ (fibre board)	0.052
10	ไฟเบอร์กลาส (ใยแก้ว)	
	(ก) แบบม้วน (blanket)	0.038
	(ข) แบบแผ่น (rigid board)	0.033
	(ค) แบบท่อสำเร็จ (rigid pipe sections)	0.038
11	แผ่นกระจก	1.053
12	ใยแก้วสานเป็นแผ่น หรือสอดไส้อยู่ระหว่างวัสดุอื่น 2 แผ่น (แห้ง)	0.035
13	แผ่นยิบซั่ม	0.191
14	แผ่นไม้อัดฮาร์ดบอร์ด	
	(ก) มาตรฐาน	0.216
	(ข) ปานกลาง	0.123
15	โลหะ	
	(ก) โลหะผสมของอะลูมิเนียมแบบธรรมดา	211
	(ข) ทองแดงที่มีขายเชิงพาณิชย์	385
	(ค) เหล็กกล้า	47.6
16	ใยแร่อัดแน่นเป็นแผ่น	ให้ใช้ค่าจริงจากผู้ผลิต
17	วัสดุใช้ฉาบหรือปิดผิว	
	(ก) ยิบซั่ม	0.191
	(ข) ปูนฉาบน้ำหนักเบา	0.063
	น้ำหนักขนาดกลาง	0.274
	(ค) เพอร์ไลต์	0.115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	วัสดุ	ค่า K วัตต์ต่อเมตร-องศาเซลเซียส
	(ง) ปูนผสมทราย	0.533
	(จ) เวอร์มิคิวไลต์	ให้ใช้ค่าจริงจากผู้ผลิต
18	โพลีสไตรีนเบ่งขยายตัว	0.035
19	โพลียูรีเทน โฟม	0.024
20	วัสดุทำพื้น PVC	0.713
21	ดินอัดหลวม (ร่วมซุย) ความชื้น 14%	0.375
22	หิน	
	หินทราย	1.298
	แกรนิต	2.927
	หินอ่อน	1.298
23	กระเบื้องหลังคา	0.836
24	ไม้	
	ไม้เนื้ออ่อน	0.125
	ไม้เนื้อแข็ง	0.138
	ไม้อัด	0.138
25	เวอร์มิคิวไลต์แบบเม็ดหยาบอัดหลวม	0.065
26	ไม้อัดชิปบอร์ด	0.144
27	ไม้พื้นแผ่นเรียบ	0.086
28	หินล้าง , กรวดล้าง	0.115

ข้อ 2 ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (air film) สำหรับวัสดุใด ๆ จะแปรผกผันกับค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีที่ผิวของวัสดุนั้น วัสดุที่มีผิวด้านและไม่สะท้อนแสงจะถือว่าเป็นวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง วัสดุที่มีผิวมันและมีผิวสะท้อนแสงจะถือว่าเป็นวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่จะใช้ประกอบการคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนรวมของผนัง หลังคาและเพดาน ได้กำหนดไว้ในตาราง ผ. 5-9 ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผ.8 แสดงค่าความต้านทานความร้อนรวมสำหรับผนังอาคารทึบ

ชนิดของผิววัสดุที่ทำผนัง	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (ตารางเมตร-องศาเซลเซียส / วัตต์)	
	ที่ผนังด้านใน (R_i)	ที่ผิวผนังด้านนอก (R_o)
ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.120	0.044
ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.299	-

ตาราง ผ.9 แสดงค่าความต้านทานความร้อนสำหรับผนังสองชั้นที่มีช่องว่างอากาศอยู่กลาง

ชนิดของผิววัสดุที่ทำผนัง	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านในตามความกว้างของช่องว่างอากาศ (ตารางเมตร-องศาเซลเซียส / วัตต์)		
	5 มม.	20 มม.	100 มม.
ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.110	0.148	0.160
ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.250	0.578	0.606

กรณีช่องว่างอากาศในผนัง ที่ความกว้างอยู่ระหว่าง 5 มิลลิเมตร ถึง 20 มิลลิเมตร และ 20 มิลลิเมตร ถึง 100 มิลลิเมตร ให้ใช้วิธีประมาณค่าในช่วงเชิงเส้น (linear interpolation) หาความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่วงความกว้างดังกล่าว ในกรณีที่ช่องว่างอากาศมีความกว้างมากกว่า 100 มิลลิเมตร ให้ใช้ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ความกว้าง 100 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผ.10แสดงค่าความต้านทานความร้อนสำหรับหลังคาอาคาร

ชนิดของผิววัสดุที่ทำหลังคา	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (ตารางเมตร-องศาเซลเซียส / วัตต์)			
	ที่ผิวด้านในของหลังคา (R_i) ตามมุมเอียงต่าง ๆ จากแนวระดับ			ที่ผิวด้านนอกของหลังคา (R_o) ทุกมุมเอียงทั่วไป
	0 องศา	22.5 องศา	45 องศา	
ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.162	0.148	0.133	0.055
ผิววัสดุมีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.801	0.595	0.391	-

ตารางผ.11แสดงค่าความต้านทานความร้อนสำหรับหลังคาที่มีช่องว่างอากาศอยู่กลาง

ชนิดของผิววัสดุที่ทำหลังคา และมุมเอียงของหลังคา	ค่าความต้านความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวหลังคาด้านในตามความกว้างของช่องว่างอากาศ (ตารางเมตร – องศาเซลเซียส / วัตต์)		
	5 มม.	20 มม.	100 มม.
1. ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง			
1.1 หลังคาเอียงทำมุม 0 องศา กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.174
1.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5 องศา กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.165
1.3 หลังคาเอียงทำมุม 45 องศา กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.158
2. ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ			
2.1 หลังคาเอียงทำมุม 0 องศา กับแนวระดับ	0.250	0.572	1.423
2.2 หลังคาเอียงทำมุม 22.5 องศา กับแนวระดับ	0.250	0.571	1.095
2.3 หลังคาเอียงทำมุม 45 องศา กับแนวระดับ	0.250	0.570	0.768

ในกรณีหลังคาที่มีมุมเอียงอยู่ระหว่าง 0 องศา ถึง 22.5 องศาและระหว่าง 22.5 องศา ถึง 45 องศา ให้ใช้วิธีประมาณค่าในช่วงเชิงเส้น (linear interpolation) เพื่อหาความต้านทานความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อนของฟิล์มอากาศในช่วงมุมเอียงดังกล่าว ในกรณีหลังคาที่มีมุมเอียงมากกว่า 45 องศา ให้ใช้ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่มุมเอียง 45 องศา

ในกรณีช่องว่างอากาศในหลังคา ที่ความกว้างในช่วง 5 มิลลิเมตร ถึง 20 มิลลิเมตร และ 20 มิลลิเมตร ถึง 100 มิลลิเมตร ให้ใช้วิธีประมาณค่าในช่วงเชิงเส้น (linear interpolation) เพื่อหาความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่วงความกว้างดังกล่าว ในกรณีที่ช่องว่างอากาศในหลังคามี ความกว้างมากกว่า 100 มิลลิเมตร ให้ใช้ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ความกว้าง 100 มิลลิเมตร

ในช่องว่างที่อยู่ระหว่างหลังคากับเพดานของอาคารจะมีความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของเพดานด้านใต้หลังคา

ตาราง ผ.12แสดงค่าความต้านทานความร้อนของเพดานชนิดต่างๆ

ชนิดของผิววัสดุที่ทำ เพดานด้านใต้หลังคา	ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์ม อากาศที่ผิวเพดานด้านใต้หลังคา (ตารางเมตร – องศาเซลเซียส / วัตต์)
ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.458
ผิววัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	1.356

ข้อ 3 การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร

(3.1) ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารสำหรับผนังขึ้นอยู่กับมวลของวัสดุและค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุที่ทำผนัง มวลของวัสดุจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาแน่นของวัสดุ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ขึ้นอยู่กับผิววัสดุชนิดของวัสดุและสีที่ใช้ทาวัสดุ

(3.1.1) มวลของวัสดุที่ทำผนัง (มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเมตร) ได้มาจากผลคูณระหว่างความหนาแน่นของวัสดุนั้น ๆ (มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) กับความหนาของวัสดุนั้น (มีหน่วยเป็นเมตร) ความหนาแน่นของวัสดุที่ทำผนังให้ใช้ค่าจากผลการทดสอบหรือรับรองโดยผู้ผลิตหรือสถาบันการทดสอบที่เชื่อถือได้ ในกรณีที่ไม่มีผลการทดสอบหรือรับรองค่าความหนาแน่นของวัสดุนั้น ๆ ให้ใช้ค่าที่กำหนดไว้ในตาราง ผ.10 ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ.13 แสดงค่าความหนาแน่นของวัสดุชนิดต่าง ๆ

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น กิโลกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสทอส	1,860
2	แผ่นฉนวนกันความร้อนแอสเบสทอส	720
3	วัสดุมุงหลังคาที่ทำด้วยแอสฟัลต์	2,240
4	บิทูเมน (bitumen)	0
5	อิฐ	
	(ก) แห้งและฉาบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสก	1,760
	(ข) ความชื้น 6%	1,872
	(ค) ผนัง (ไม่ฉาบปูน)	
6	คอนกรีต	2,400
7	คอนกรีตชนิดเบา ขนาดความหนาแน่นต่าง ๆ	960
		1,120
		1,280
8	แผ่นไม้ก๊อก	144
9	แผ่นไฟเบอร์ (fibre board)	264
10	ไฟเบอร์กลาส (ใยแก้ว)	
	(ก) แบบม้วน (blanket)	ให้ใช้ค่า
	(ข) แบบแผ่น (rigid board)	จริงจาก
	(ค) แบบท่อสำเร็จ (rigid pipe sections)	ผู้ผลิต
11	แผ่นกระจก	2,512
12	ใยแก้วสานเป็นแผ่น หรือสอดไส้อยู่ระหว่างวัสดุอื่น 2 แผ่น (แห้ง)	32
13	แผ่นยิบซั่ม	880
14	แผ่นไม้อัดฮาร์ดบอร์ด	
	(ก) มาตรฐาน	1,024
	(ข) ปานกลาง	640
15	โลหะ	
	(ก) โลหะผสมของอะลูมิเนียมแบบธรรมดา	2,672

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น กิโลกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร
	(ข) ทองแดงที่มีขายเชิงพาณิชย์	8,784
	(ค) เหล็กกล้า	7,840
16	ใยแร่อัดแน่นเป็นแผ่น	ให้ใช้ค่าจริง จากผู้ผลิต
17	วัสดุใช้ฉาบหรือปิดผิว	
	(ก) ยิบซั่ม	880
	(ข) ปูนฉาบน้ำหนักเบา	377
	น้ำหนักขนาดกลาง	1,104
	(ค) เพอร์ไลต์	616
	(ง) ปูนผสมทราย	1,568
	(จ) เวอร์มิคิวไลต์	ให้ใช้ค่าจริง จากผู้ผลิต
18	โพลีสไตรีนเบ่งขยายตัว	16
19	โพลียูรีเทน โฟม	24
20	วัสดุทำพื้น PVC	1,360
21	ดินอัดหลวม (ร่วมซุย) ความชื้น 14%	1,200
22	หิน	2,000
	หินทราย	2,640
	แกรนิต	2,640
	หินอ่อน	2,640
23	กระเบื้องหลังคา	1,890
24	ไม้	
	ไม้เนื้ออ่อน	608
	ไม้เนื้อแข็ง	702
	ไม้อัด	528
25	เวอร์มิคิวไลต์แบบเม็ดหยาบอัดหลวม	ให้ใช้ค่าจริง จากผู้ผลิต
26	ไม้อัดชิปบอร์ด	800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น กิโลกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร
27 28	ไม้พื้นแผ่นเรียบ หินล้าง , กรวดล้าง	400 2,245

(3.1.2) ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังอาทิตย์ของวัสดุที่ใช้ทำผนังและสีที่ใช้ทาภายนอกของผนังชนิดต่าง ๆ ที่จะใช้ประกอบการหาค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ปรากฏในตาราง ผ.11 ดังต่อไปนี้

ตารางผ.14 แสดงระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังอาทิตย์ของวัสดุชนิดต่าง ๆ

วัสดุผนัง	สีที่ใช้ทาภายนอก	ระดับค่า สัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์	หมายเหตุ
ผิววัสดุที่ฉาบด้วยดีบุก แผ่นอลูมิเนียม แผ่นฟิล์มไมลาร์เคลือบอลูมิเนียม แผ่นสะท้อนแสงทำด้วยอลูมิเนียมขัดมัน	สีสะท้อนแสง	น้อยกว่า 0.2	วัสดุที่มีผิวสะท้อนแสง
อิฐเคลือบเป็นมันสีขาว เหล็กชุบสังกะสีทาสีขาว	แล็กเกอร์สีขาว สีเงิน สีขาวเป็นเงา	มากกว่า 0.2 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.4	วัสดุที่มีผิวอ่อน
วัสดุที่ทาสีอลูมิเนียม หลังคาประกอบขึ้นรูปสีขาว อิฐสีเหลืองอ่อน หินอ่อนสีขาว กรวดล้างสีขาว	สีเขียวอ่อน สีน้ำเงินปานกลาง สีเหลืองปานกลาง สีส้มปานกลาง สีเขียวปานกลาง	มากกว่า 0.4 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.6	วัสดุที่มีผิวสีปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุผนัง	สีที่ใช้ทาภายนอก	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์	หมายเหตุ
คอนกรีตไม่ทาสี ไม้ผิวเรียบ แผ่นซีเมนต์แอสเบสทอส หินล้างสีเทา	สีแดง สีน้ำเงิน สีเทาอ่อน สีสนิมแก่ปานกลาง	มากกว่า 0.6 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.8	วัสดุที่มีผิวสีค่อนข้างเข้ม
วัสดุที่ลาดผิวด้วยแอสฟัลต์ คอนกรีตสีน้ำตาล วัสดุมุงหลังคาสีเขียว หินชนวนสีเทาแกมน้ำเงิน อิฐสีแดง อิฐแสตฟฟอร์ดสีน้ำเงิน คอนกรีตสีดำ	สีน้ำเงินหรือเขียวแก่ สีเทาแกมน้ำเงินเข้ม สีน้ำตาลแก่ สีโอลีฟเข้ม สีดำ แล็กเกอร์สีน้ำเงินแก่ สีเทาแก่ แล็กเกอร์สีดำ สีดำธรรมดา สีดำเรียบมาก	มากกว่า 0.8 น้อยกว่า 1.0	วัสดุที่มีผิวสีเข้ม

จากค่ามวลของวัสดุที่ทำผนังซึ่งคำนวณได้จากค่าความหนาแน่นของวัสดุในตาราง ข้อ 3.1.1 และระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุในตาราง ข้อ 3.1.2 สามารถนำมาหาค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ($TD_{ฯ}$) ตามมวลของวัสดุที่ทำผนังและตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ได้ตามตาราง ผ.12 ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ.15 แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของมวลวัสดุขนาดต่าง ๆ

มวลของวัสดุที่ทำผนัง (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (องศาเซลเซียส) ที่ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (แอลฟา) ต่าง ๆ				
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (แอลฟา)				
	0.1 0 ถึง 0.2	0.3 มากกว่า 0.2 น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 0.4	0.5 มากกว่า 0.4 น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 0.6	0.7 มากกว่า 0.6 น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 0.8	0.9 มากกว่า 0.8 น้อยกว่าหรือ เท่ากับ 1.0
0 – 125	14	15	16	17	13
126 – 195	11	12	13	14	15
เกินกว่า 195	9	10	11	12	13

(3.2) ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร กำหนดให้ใช้ 5 องศาเซลเซียส ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

(3.3) สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง (SC) ระบบหน้าต่างที่มีผลกระทบต่อสัมประสิทธิ์การบังแดดประกอบด้วยอุปกรณ์บังแดดของกระจกหน้าต่างและอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารซึ่งอาจจะเป็นอุปกรณ์บังแดดแนวระดับเหนือกระจกหน้าต่างหรืออุปกรณ์บังแดดแนวตั้งข้างหน้าต่างหรืออุปกรณ์บังแดดชนิดรวมก็ได้ ดังนั้น ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่างจึงขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก (SC1) และค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร (SC2)

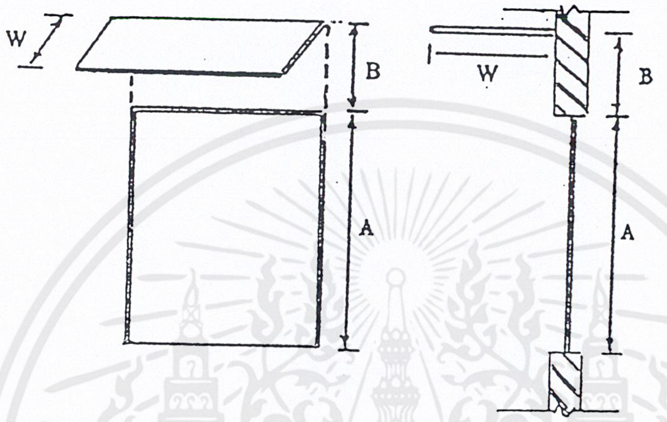
(3.3.1) สัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก (SC1) กำหนดให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกซึ่งได้จากผลการทดสอบหรือได้รับการรับรองโดยผู้ผลิตหรือสถาบันการทดสอบที่เชื่อถือ

(3.3.2) สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร (SC2) อุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารได้กำหนดไว้เป็น 3 ประเภทและค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดดังกล่าวที่กำหนดไว้ในข้อ 3.3.2.1 , 3.3.2.2 และ 3.3.2.3 ให้ใช้ประกอบการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีไม่มีค่าตรงตามในตารางให้ใช้วิธีประมาณค่าในช่วงเชิงเส้น (linear interpolation) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร

(3.3.2.1) ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดสำหรับอุปกรณ์บังแดดแนวราบเหนือหน้าต่าง



รูปที่ ผ.3 แสดงค่าตัวแปรสัมประสิทธิ์การบังแดด

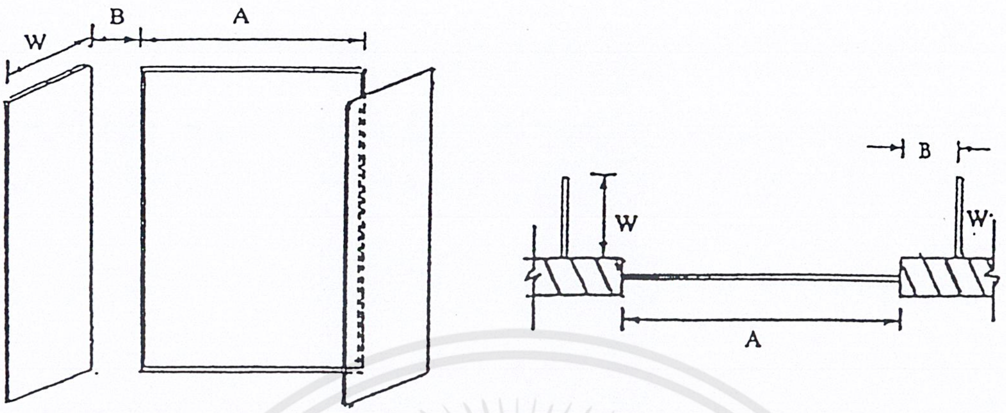
ตารางที่ ผ.16 แสดงสัมประสิทธิ์การบังแดดในทิศทางต่าง ๆของอุปกรณ์บังแดดแนวราบเหนือหน้าต่าง

อัตราส่วน W/A	ทิศที่หน้าต่างหันสู่									
	ทิศเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตก		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงใต้		ทิศใต้	
	อัตราส่วน B / A									
	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4
0.2	0.91	0.95	0.91	0.97	0.89	0.97	0.87	0.97	0.81	0.94
0.4	0.89	0.81	0.85	0.82	0.81	0.92	0.77	0.90	0.72	0.82
0.6	0.88	0.89	0.81	0.88	0.75	0.86	0.70	0.82	0.65	0.76
0.8	0.88	0.89	0.79	0.84	0.71	0.81	0.66	0.76	0.59	0.70
1.0	0.88	0.88	0.77	0.82	0.68	0.77	0.63	0.72	0.58	0.64
1.2	0.88	0.88	0.76	0:80	0.65	0.74	0.60	0.68	0.57	0.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3.3.2.2) ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดสำหรับอุปกรณ์บังแดดแนวตั้งของหน้าต่าง



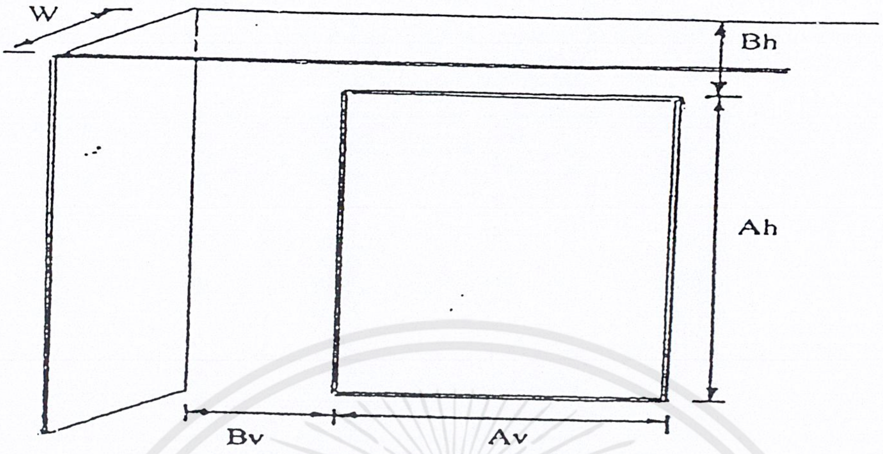
รูปที่ ผ.4 แสดงตัวแปรการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดแนวตั้ง

ตารางที่ผ.17 แสดงสัมประสิทธิ์การบังแดดในทิศต่าง ๆ ของอุปกรณ์บังแดดแนวตั้งของหน้าต่าง

อัตราส่วน W/A	ทิศที่หน้าต่างหันสู่									
	ทิศเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตก		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงใต้		ทิศใต้	
	อัตราส่วน B / A									
	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4
0.2	0.95	0.99	0.92	0.98	0.95	0.99	0.93	0.99	0.88	0.97
0.4	0.90	0.94	0.87	0.94	0.90	0.98	0.88	0.97	0.80	0.91
0.6	0.89	0.91	0.83	0.90	0.86	0.96	0.84	0.94	0.74	0.85
0.8	0.89	0.90	0.80	0.87	0.82	0.94	0.80	0.91	0.70	0.80
1.0	0.89	0.90	0.79	0.84	0.79	0.91	0.77	0.88	0.67	0.76
1.2	0.88	0.89	0.78	0.82	0.77	0.88	0.74	0.86	0.65	0.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3.3.2.3) ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดสำหรับอุปกรณ์บังแดดชนิดรวม



รูปที่ ผ.5 แสดงตัวแปรสัมประสิทธิ์การบังแดดชนิดรวม

(1) ในกรณีที่สัดส่วน W/Ah = 0.2 และ Bh/Ah = 0.0 แสดงดังตาราง ผ.15

ตารางผ.18 แสดงสัมประสิทธิ์การบังแดดในทิศทางต่างๆของอุปกรณ์บังแดดชนิดรวม

อัตราส่วน W/A	ทิศที่หน้าต่างหันสู่									
	ทิศเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตก		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงใต้		ทิศใต้	
	อัตราส่วน Bv / Av									
	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4
0.2	0.89	0.91	0.86	0.90	0.86	0.89	0.83	0.87	0.76	0.81
0.4	0.88	0.89	0.83	0.88	0.83	0.88	0.79	0.86	0.71	0.78
0.6	0.88	0.88	0.83	0.85	0.80	0.87	0.76	0.84	0.67	0.74
0.8	0.88	0.88	0.78	0.83	0.78	0.86	0.74	0.82	0.64	0.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ในกรณีสัดส่วน W/Ah = 0.2 และ Bh/Ah = 0.4 ดังแสดงในตาราง ผ.16

ตารางที่ ผ.19 แสดงสัมประสิทธิ์การบังแดดในทิศทางต่างๆ ของอุปกรณ์บังแดดชนิดรวม

อัตราส่วน W/A	ทิศที่หน้าต่างหันสู่									
	ทิศเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตก		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงใต้		ทิศใต้	
	อัตราส่วน Bv / Av									
	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4
0.2	0.92	0.95	0.91	0.96	0.93	0.97	0.92	0.97	0.85	0.91
0.4	0.89	0.91	0.86	0.93	0.89	0.96	0.87	0.95	0.78	0.87
0.6	0.88	0.89	0.82	0.89	0.86	0.95	0.83	0.93	0.72	0.82
0.8	0.88	0.88	0.80	0.86	0.82	0.93	0.79	0.90	0.69	0.78

(3) ในกรณีที่มีสัดส่วน W/Ah = 0.4 และ Bh/Ah = 0.0 ดังแสดงในตาราง ผ.17

ตาราง ผ.20 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดในทิศทางต่างๆ ของอุปกรณ์บังแดดชนิดรวม

อัตราส่วน W/A	ทิศที่หน้าต่างหันสู่									
	ทิศเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตก		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงใต้		ทิศใต้	
	อัตราส่วน Bv / Av									
	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4
0.2	0.88	0.89	0.82	0.84	0.79	0.81	0.75	0.77	0.68	0.71
0.4	0.88	0.88	0.79	0.83	0.77	0.81	0.72	0.76	0.65	0.70
0.6	0.88	0.88	0.77	0.81	0.75	0.80	0.70	0.76	0.63	0.68
0.8	0.88	0.88	0.76	0.80	0.73	0.79	0.68	0.74	0.61	0.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ในกรณีที่สัดส่วน W/Ah = 0.4 และ Bh/Ah = 0.4 ดังแสดงในตาราง ผ.18

ตาราง ผ.21 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดในทิศทางต่าง ๆ ของอุปกรณ์บังแดดชนิดรวม

อัตราส่วน W/A	ทิศที่หน้าต่างหันสู่									
	ทิศเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตก		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงใต้		ทิศใต้	
	อัตราส่วน Bv / Av									
	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4
0.2	0.89	0.90	0.87	0.92	0.89	0.92	0.86	0.90	0.77	0.82
0.4	0.88	0.89	0.84	0.89	0.86	0.92	0.82	0.89	0.73	0.80
0.6	0.88	0.88	0.80	0.86	0.80	0.91	0.79	0.87	0.68	0.77
0.8	0.88	0.88	0.78	0.84	0.80	0.89	0.76	0.85	0.66	0.73

(5) ในกรณีที่สัดส่วน W/Ah = 0.6 และ Bh/Ah = 0.0 ดังแสดงในตาราง ผ.19

ตาราง ผ.22 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดในทิศทางต่าง ๆ ของอุปกรณ์บังแดดชนิดรวม

อัตราส่วน W/A	ทิศที่หน้าต่างหันสู่									
	ทิศเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตก		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงใต้		ทิศใต้	
	อัตราส่วน Bv / Av									
	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4
0.2	0.88	0.88	0.79	0.81	0.74	0.75	0.69	0.70	0.63	0.65
0.4	0.88	0.88	0.77	0.80	0.72	0.75	0.67	0.70	0.61	0.64
0.6	0.88	0.88	0.76	0.79	0.71	0.75	0.66	0.69	0.59	0.62
0.8	0.88	0.88	0.75	0.78	0.70	0.75	0.64	0.68	0.58	0.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6) ในกรณีที่สัดส่วน W/Ah = 0.6 และ Bh/Ah = 0.4ดังแสดงในตาราง ผ.20

ตาราง ผ.23แสดงค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดในทิศทางต่าง ๆ ของอุปกรณ์บังแดดชนิดรวม

อัตราส่วน W/A	ทิศที่หน้าต่างหันสู่									
	ทิศเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตก		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงใต้		ทิศใต้	
	อัตราส่วน Bv / Av									
	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4
0.2	0.89	0.89	0.84	0.87	0.84	0.86	0.80	0.82	0.72	0.76
0.4	0.88	0.88	0.81	0.86	0.82	0.86	0.77	0.82	0.68	0.75
0.6	0.88	0.88	0.79	0.83	0.79	0.86	0.74	0.81	0.65	0.71
0.8	0.88	0.88	0.77	0.81	0.77	0.84	0.72	0.79	0.63	0.68

(7) ในกรณีที่สัดส่วน W/Ah = 0.8 และ Bh/Ah = 0.0ดังแสดงในตาราง ผ.21

ตารางผ.24 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดในทิศทางต่าง ๆ ของอุปกรณ์บังแดดชนิดรวม

อัตราส่วน W/A	ทิศที่หน้าต่างหันสู่									
	ทิศเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตก		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงใต้		ทิศใต้	
	อัตราส่วน Bv / Av									
	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4
0.2	0.88	0.88	0.77	0.78	0.70	0.71	0.64	0.66	0.58	0.59
0.4	0.88	0.88	0.76	0.78	0.69	0.71	0.63	0.65	0.57	0.58
0.6	0.88	0.88	0.75	0.77	0.68	0.70	0.62	0.65	0.56	0.57
0.8	0.88	0.88	0.74	0.76	0.67	0.70	0.61	0.64	0.55	0.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(8) ในกรณีที่สัดส่วน W/Ah = 0.8 และ Bh/Ah = 0.4ดังแสดงในตาราง ผ.22

ตาราง ผ.25 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดในทิศทางต่าง ๆ ของอุปกรณ์บังแดดชนิดรวม

อัตราส่วน W/A	ทิศที่หน้าต่างหันสู่									
	ทิศเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงเหนือ		ทิศตะวันออกและตะวันตก		ทิศตะวันออกและตะวันตกเฉียงใต้		ทิศใต้	
	อัตราส่วน Bv / Av									
	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4	0.0	0.4
0.2	0.88	0.88	0.82	0.84	0.80	0.81	0.74	0.76	0.67	0.70
0.4	0.88	0.88	0.79	0.83	0.78	0.81	0.73	0.76	0.64	0.69
0.6	0.88	0.88	0.77	0.81	0.76	0.81	0.70	0.75	0.61	0.66
0.8	0.88	0.88	0.76	0.80	0.74	0.80	0.68	0.74	0.60	0.63

จากค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกตามข้อ 3.3.1 และค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารตามข้อ 3.3.2 สามารถคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่างได้ตามสมการ ผ.15 ดังนี้

$$SC = (SC_1) \times (SC_2) \qquad (ผ.15)$$

(3.4) ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (SF) สำหรับผนังที่รับแสงในแนวตั้งจะขึ้นอยู่กับมุมเอียงของผนังในทิศต่าง ๆ และในการคำนวณหาค่า SF จึงต้องอาศัยค่าตัวประกอบปรับแก้ (CF) (correction factor) ตามตาราง ผ.23 ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผ.26 แสดงค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ในทิศทางต่าง ๆ

ทิศ มุม เอียงองศา	เหนือ	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ตะวันออก	ตะวันออกเฉียงใต้	ใต้	ตะวันตกเฉียงใต้	ตะวันตก	ตะวันตกเฉียงเหนือ
70	1.06	1.24	1.52	1.63	1.63	1.60	1.48	1.22
75	0.96	1.14	1.42	1.52	1.50	1.48	1.38	1.12
80	0.87	1.05	1.33	1.40	1.37	1.37	1.28	1.02
85	0.78	0.96	1.22	1.29	1.24	1.25	1.17	0.93
90	0.70	0.87	1.12	1.17	1.11	1.13	1.03	0.84

จากนั้นจึงมาคำนวณหา SF จากสูตร SF = 160 x CF วัตต์ต่อตารางเมตร

ข้อ 4 การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร

(4.1) ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารสำหรับหลังคาขึ้นอยู่กับมวลของวัสดุและค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุที่ทำหลังคา มวลของวัสดุจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาแน่นของวัสดุ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ขึ้นอยู่กับผิววัสดุ ชนิดของวัสดุและสีที่ใช้ทาวัสดุ

(4.1.1) มวลของวัสดุที่ทำหลังคา (มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเมตร) ได้มาจากผลคูณระหว่างความหนาแน่นของวัสดุนั้น ๆ(มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) กับความหนาของวัสดุนั้น (มีหน่วยเป็นเมตร) ความหนาแน่นของวัสดุที่ทำหลังคาให้ใช้ค่าจากผลการทดสอบหรือรับรองโดยผู้ผลิตหรือสถาบันการทดสอบที่เชื่อถือได้ ในกรณีที่ไม่มีผลการทดสอบหรือรับรองค่าความหนาแน่นของวัสดุนั้น ๆ ให้ใช้ค่าที่กำหนดไว้ในตารางข้อ 3.1.1 โดยอนุโลม

(4.1.2) ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุที่ใช้ทำหลังคาและสีที่ใช้ทาภายนอกของหลังคาชนิดต่าง ๆ ที่จะใช้ประกอบการหาค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ให้ใช้ค่าที่กำหนดไว้ในตารางข้อ 3.1.2 โดยอนุโลม

จากค่ามวลของวัสดุที่ทำหลังคาซึ่งคำนวณได้จากค่าความหนาแน่นของวัสดุในตาราง ข้อ 4.1.1 และระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุในตาราง ข้อ 4.1.2 สามารถนำมาหาค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) ตามมวลของวัสดุที่ทำหลังคาและตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ได้ตามตาราง ผ.24 ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ผ.27 แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าตามมวลของวัสดุและสัมประสิทธิ์การดูดกลืน

มวลของวัสดุที่ทำหลังคา (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (องศาเซลเซียส) ที่ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (แอลฟา) ต่าง ๆ			
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (แอลฟา)			
	0.1 0 ถึง 0.2	0.3 มากกว่า 0.2 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.4	0.5 มากกว่า 0.4 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.6	0.6 มากกว่า 0.6 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.0
0 - 50	20	24	28	32
50 - 200	16	20	24	28
เกินกว่า 200	12	16	20	24

สำหรับในกรณีหลังคาที่มีอุปกรณ์บังแดดและมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก เช่น กรณีหลังคาสองชั้นยกระดับจากกันให้ใช้ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าที่มีค่าแอลฟา = 0.1 คูณด้วย 0.8

(4.2) ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร กำหนดให้ใช้ 5 องศาเซลเซียส ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา

(4.3) ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (SF) สำหรับหลังคาที่รับแสงในแนวระดับจะขึ้นอยู่กับมุมเอียงของหลังคาในทิศต่าง ๆ และในการคำนวณหาค่า SF จึงต้องอาศัยค่าตัวประกอบปรับแก้ CF (correction factor) ตามตาราง ผ.25 ดังต่อไปนี้

ตาราง ผ.28 แสดงค่าตัวประกอบปรับแก้ตามมุมเอียงและทิศทางต่าง ๆ

ทิศ / มุมเอียง องศา	เหนือ	ตะวันออก และ ตะวันออกเฉียงเหนือ	ตะวันออก และ ตะวันตก	ตะวันออก และ ตะวันตกเฉียงใต้	ใต้
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	0.98	0.99	0.99	1.01	1.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศ มุมเอียง องศา	เหนือ	ตะวันออก และ ตะวันออก เฉียงเหนือ	ตะวันออก และ ตะวันตก	ตะวันออก และ ตะวันตก เฉียงใต้	ใต้
10	0.96	0.97	0.99	1.01	1.02
15	0.93	0.95	0.98	1.01	1.02
20	0.90	0.93	0.97	1.00	1.02
25	0.87	0.90	0.95	0.99	1.01
30	0.83	0.86	0.93	0.98	0.99
35	0.78	0.83	0.90	0.96	0.97
40	0.74	0.79	0.87	0.93	0.95
45	0.69	0.75	0.84	0.90	0.92
50	0.64	0.71	0.81	0.87	0.88
55	0.59	0.66	0.77	0.83	0.84
60	0.54	0.62	0.73	0.79	0.80
65	0.50	0.58	0.69	0.75	0.75

จากนั้นจึงนำมาคำนวณหา SF จากสูตร SF = 370 x CF วัตต์ต่อตารางเมตร

ประกาศ ณ วันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2539

ยิ่งพันธ์ มนะสิการ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 113 ตอนพิเศษ 21 ง ลงวันที่ 17 กรกฎาคม 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้