

การออกแบบอาคารสูงที่ใช้พลังงานต่ำและสอดคล้องกับกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน
กรณีศึกษา : อาคารสูง(สำนักงาน)ที่ใช้ระบบปรับอากาศ ในกรุงเทพมหานคร

DESIGN OF HIGHRISE BUILDING CONFORMING TO LOW-ENERGY LAW
CASE STUDY : AIR CONDITION OFFICE BUILDING IN BANGKOK



สุพัตน์ บุญยฤทธิกิจ
SUPHAT BUNYARITTIKIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2542

ISBN 974-622-602-9

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 34740
ฉบับ, เดือน, ปี 29 S.A. 2542

ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**DESIGN OF HIGHRISE BUILDING CONFORMING TO LOW-ENERGY LAW
CASE STUDY : AIR CONDITION OFFICE BUILDING IN BANGKOK**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

1999

ISBN 974-622-602-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 1999

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การออกแบบอาคารสูงที่ใช้พลังงานต่ำ และสอดคล้องกับ
กฎหมายอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษา : อาคารสำนักงานที่ใช้
ระบบปรับอากาศ ในกรุงเทพมหานคร

นักศึกษา

นายสุพัฒน์ บุญยฤทธิกิจ

รหัสประจำตัว

36062099

ปริญญา

สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน

พ.ศ.

2542

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ชัยยุทธ ศรีเผด็จ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาเรื่อง การออกแบบอาคารสูงเพื่อการประหยัดพลังงาน ด้วยวิธีการ
ปรับสภาพอาคาร โดยยกกรณีตัวอย่างพื้นที่ศึกษาบริเวณ ข้างสถานทูตจีน ถนนรัชดาภิเษก
กรุงเทพมหานครเป็นกรณีศึกษา

การศึกษาแบ่งขั้นตอนการพิจารณาออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเปรียบเทียบ
รูปทรงผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัสกับสี่เหลี่ยมผืนผ้าในด้านการประหยัดพลังงานกับพื้นที่ตั้งในโครงการ
เพื่อหารูปทรงที่เหมาะสมที่สุด ขั้นตอนที่ 2 เป็นการนำผลที่ได้จากการเลือกรูปทรงผังอาคารจากการ
เปรียบเทียบขั้นตอนที่ 1 มาทำการพิจารณาในด้านการปรับสภาพอาคาร โดยการศึกษาปัจจัยต่างๆ 5
ประการดังต่อไปนี้ การเลือกขนาดผังอาคาร ทิศทางการวางผังอาคาร การจัดผังอาคารขององค์
ประกอบต่างๆ เช่น ที่จอดรถ แคนบริการ การออกแบบกรอบอาคาร การเลือกใช้วัสดุที่ใช้ทำกรอบ
อาคาร(จากวัสดุที่ใช้ทำผนัง 6 ชนิด กับวัสดุที่ใช้ทำผนัง 7 ชนิด) ซึ่งผลที่ได้คือ รูปทรงผังอาคาร
สี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดผังอาคารต่อชั้น 68 x 68 เมตร จำนวน 33 ชั้น วัสดุที่ใช้ทำผนังคือ ผนัง
ประกอบสำเร็จรูปอลูมิเนียมกับกระจกสะท้อนแสงสีน้ำเงิน SGY 303

จากการศึกษาการปรับสภาพอาคารโดยขั้นตอนทั้ง 2 ดังกล่าว นำผลที่ได้มาทำการคำนวณหา
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV ของอาคารตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงานที่ให้ค่า OTTV ต่ำที่สุด
คือ 18 วัตต์/ตร.ม. (ต่ำกว่ากฎหมายถึง 27 วัตต์/ตร.ม.) ทำให้ลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณปีละ
920,208 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis title	Design of highrise Building conforming to low-energy law. Case study : Air condition office building in Bangkok.
Student	Mr. Suphat Bunyarittikit
Student ID.	36062099
Degree	Master of Architecture
Programme	Master of Architecture in Tropical Architecture
Year	1999
Thesis Advisor	PH.d. Somchai Srisompong
Thesis Co-Advisor	Mr. Chiyoot Sripadeta

ABSTRACT

This study is to aim the design of high-rise office building based on the Energy-Restriction Law of Thailand conformation. The author had taken up the site area along Asoke-Rachadapisek road as the site model in order to conduct the the priliminary passive design approach.

Primarily, floor planning and over-all architectural design of a few buildings in different form varieties were conducted i.e., floor plan, parking spaces, orientation, service core and the suitable building materials for the building envelope. Then comparative study between square-form and rectangular-form masses was taken up basing on energy-efficient considerations in order to obtain thte reliable one to undergo passive design procedure.

Solid and void tatio of the building envelpe for each plan was also included up to six investigation cases while seven cases of the void material were taken into the consideration. Finally an appropriate pattern of a high-rise office building of 68 by 68 meter in typical floor plan was conceived in a 33-floor office building study model was obtained.

After undergoing investigation on the characteristics of each envelope material, The most out-standing blue glass SGY303 labeled in combination with composite aluminum sheet were focused. Calculation showed that the lowest OTTV obtained was as low as 18.00 watt per square meter. The evidence is considered to be valuable since utilizing this design will certainly save electricity expense up to approximately 920,208 baht per year and the OTTV is absolutely conforming to the enforced Energy-Restriction Law of Thailand (the restriction is at 45.00 watt per square meter at the maximum)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ก็เพราะได้รับความเมตตาจาก ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์ อาจารย์ชัยยุทธ ศรีเผด็จ รองศาสตราจารย์ปรีชญา รังสิรักษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาวดี รัตนมาศ ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำให้คำปรึกษาแก่ผู้วิจัยตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้จัดการโครงการฝ่ายวิจัย 1 ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในสถานที่และอุปกรณ์สำนักงานที่ทันสมัย รวมทั้งเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในด้านต่างๆ

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของข้าพเจ้าและพี่ๆน้องๆ ที่ได้ให้กำลังใจมาตั้งแต่ต้น หากว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะสามารถใช้เป็นประโยชน์แก่ส่วนรวมได้บ้าง ข้าพเจ้าขอยกความดีดังกล่าว ให้แก่ บิดา มารดา

นายสุพัฒน์ บุญยฤทธิกิจ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	XI
บทที่ 1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 จุดประสงค์ของการวิจัย.....	6
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	7
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	7
1.5 สมมติฐานของการวิจัย.....	8
1.6 วิธีการและขั้นตอนของการวิจัย.....	8
บทที่ 2. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 กับปัจจัย การออกแบบอาคารด้านต่างๆ.....	10
2.1 การพิจารณาพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535..... กับการออกแบบอาคาร.....	10
2.2 สูตรที่ใช้ในการคำนวณ ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน..... พ.ศ. 2535.....	12
2.3 ปัจจัยทางด้านภูมิอากาศกับพระราชบัญญัติการส่งเสริมอนุรักษ์พลังงานพ.ศ. 2535.....	18
2.4 ปัจจัยทางด้านภาวะสบายของมนุษย์ กับการพิจารณาพระราชบัญญัติ..... การส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535.....	24
บทที่ 3. การพิจารณาพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสมของอาคารประเภท “อาคารสูงสำนักงาน”..... ในพื้นที่ตัวอย่างศึกษา เขต กรุงเทพมหานคร.....	26
3.1 การพิจารณาเลือกที่ตั้งโครงการ.....	26
3.2 การวิเคราะห์ ทางด้านกฎหมายผังเมืองและกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร..... ที่สามารถก่อสร้างอาคารได้พื้นที่สูงสุด.....	29
3.3 การพิจารณาเลือกขนาดสัดส่วนอาคาร (พื้นฐาน) ที่เหมาะสม.....	35
3.4 การพิจารณารูปทรงผังอาคาร ซึ่งมีความเหมาะสมในด้านการประหยัดพลังงาน.....	38

เอกสารนี้ 3.4 การพิจารณารูปทรงผังอาคาร ซึ่งมีความเหมาะสมในด้านการประหยัดพลังงาน..... 38

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4. การพิจารณารูปทรงผังอาคารที่เหลื่อมจัดรูปร่างกับการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน.....	62
4.1 การลดพื้นที่ผนังอาคาร กับการประหยัดค่าก่อสร้างและลดพื้นที่รับแดด.....	62
4.2 ขนาดพื้นที่รูปทรงผังอาคาร กับการประหยัดพลังงาน (พิจารณาจากค่า OTTV.).....	64
4.3 ทิศทางการวางผังอาคาร กับการประหยัดพลังงาน (พิจารณาจากพลังงานแสง..... ที่ตกกระทบต่อผนัง)	67
4.4 พื้นที่ผังอาคาร (TYPICAL FLOOR) กับการประหยัดพลังงาน.....	69
4.5 การจัดผังอาคาร และ ผังบริเวณเพื่อการสัญจร กับการประหยัดพลังงาน.....	78
4.6 การออกแบบที่จอดรถกับการประหยัดพลังงาน.....	80
บทที่ 5. การออกแบบระบบกรอบอาคาร.....	87
5.1 ขนาดช่องเปิดที่แสงตรงเข้าสู่อาคาร.....	87
5.2 การเลือกใช้ระบบกรอบอาคาร.....	97
5.3 การเลือกวัสดุที่ใช้ทำกรอบอาคาร.....	98
บทที่ 6. การทดสอบผลการออกแบบ เพื่อการประหยัดพลังงาน.....	105
6.1 การหาค่าแห่งทิศทางการวางอาคาร.....	106
6.2 การวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของผนังอาคาร.....	107
6.3 การวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม RTTV. ของหลังคาอาคาร.....	119
6.4 การศึกษาด้านการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันแดด เพื่อลดค่า..... การถ่ายเทความร้อนรวมอาคาร.....	120
6.5 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของอาคาร เมื่อออกแบบอุปกรณ์ป้องกันแดด.....	128
6.6 การพิจารณาเลือกวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคารจากปัจจัยอื่น.....	137
6.7 การประเมินค่าใช้จ่ายที่ลดลงของการใช้พลังงานไฟฟ้า..... ที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร.....	141
บทที่ 7. สรุปผลการออกแบบ และข้อเสนอแนะ	142
7.1 สรุปผลการออกแบบอาคาร	142
7.2 ข้อเสนอแนะ.....	146
บรรณานุกรม.....	148
ภาคผนวก.....	150
ประวัติผู้เขียน.....	162

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ความต้องการใช้พลังงานในประเทศ Final energy consumption	2
1.2 แสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคารธุรกิจประเภทต่าง ๆ	3
1.3 แสดงดัชนีเฉลี่ยของการใช้ไฟฟ้าและค่า OTTV. เฉลี่ยในอาคารธุรกิจประเภทต่างๆ.....	3
1.4 แสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคารธุรกิจประเภทสำนักงาน.....	4
2.1 แสดงค่ามาตรฐานความสบายทางอุณหภูมิ(E.T.)ของกรุงเทพมหานครเป็นรายเดือน.....	25
2.2 แสดงค่ามาตรฐานความสบายทางอุณหภูมิ(E.T.)ของกรุงเทพมหานครเป็นรายชั่วโมง.....	25
3.1 แสดงการเปรียบเทียบ พื้นที่อาคารรูปทรงเรขาคณิตทั้ง 2 แบบ (3,600 ตร.ม.)	39
ที่ให้ผลด้านความยาวเส้นรอบรูปและพื้นที่ผนังอาคารต่างกัน.....	39
3.2 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 60 ม. X 60 ม.....	42
ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	42
3.3 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 51.40 ม. X 70 ม.....	42
ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	42
3.4 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 45 ม. X 80 ม.....	42
ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	42
3.5 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 40 ม. X 90 ม.....	43
ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	43
3.6 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 36 ม. X 100 ม.....	43
ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	43
3.7 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 32.70 ม. X 110 ม.....	43
ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	43
3.8 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของพื้นที่กรอบอาคาร ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น.....	44
กับกรอบอาคารและค่า OTTV. ในการห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	44
3.9 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 60 ม. X 60 ม.....	46
ห้้นด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	46
3.10 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 51.40 ม. X 70 ม.....	46
ห้้นด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	46
3.11 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 45 ม. X 80 ม.....	46
ห้้นด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	46
3.12 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 40 ม. X 90 ม.....	47
ห้้นด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.13 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 36 ม. X 100 ม.....	
ห้้นด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	47
3.14 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 32.70 ม. X 110 ม.....	
ห้้นด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	47
3.15 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของพื้นที่กรอบอาคาร ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น.....	
กับกรอบอาคารและค่า OTTV. ในการห้้นด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	48
3.16 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 60 ม. X 60 ม.....	
ห้้นด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	50
3.17 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 51.40 ม. X 70 ม.....	
ห้้นด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	50
3.18 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 45 ม. X 80 ม.....	
ห้้นด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	50
3.19 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 40 ม. X 90 ม.....	
ห้้นด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	51
3.20 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 36 ม. X 100 ม.....	
ห้้นด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	51
3.21 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 32.70 ม. X 110 ม.....	
ห้้นด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	51
3.22 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของพื้นที่กรอบอาคาร ปริมาณความร้อน.....	
ที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคารและค่า OTTV. ในการห้้นด้านแคบอาคาร.....	
ตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	52
3.23 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 60 ม. X 60 ม.....	
ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	54
3.24 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 51.40 ม. X 70 ม.....	
ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	54
3.25 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 45 ม. X 80 ม.....	
ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	54
3.26 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 40 ม. X 90 ม.....	
ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	55
3.27 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 36 ม. X 100 ม.....	
ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	55

เอกสารนี้ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้.....55

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.28 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส 32.70 ม. X 110 ม.....	
ห็นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	55
3.29 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของพื้นที่ที่กรอบอาคาร ปริมาณความร้อน.....	
ที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคารและค่า OTTV. ในการห็นด้านยาวอาคารตั้งฉากทาง.....	
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้.....	56
3.30 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของพื้นที่ที่กรอบอาคาร ปริมาณความร้อน.....	
ที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคารและค่า OTTV. ของกรอบอาคารในทิศทางทั้ง 8.....	58
4.1 แสดงการเปรียบเทียบขนาดพื้นที่ของผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดต่าง ๆ.....	
กับพื้นที่ผนังอาคาร.....	62
4.2 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ต่อพื้นที่ผนังอาคารแต่ละด้าน.....	
ของผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 68 x 68 เมตร	66
4.3 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ต่อพื้นที่ผนังอาคารแต่ละด้าน.....	
ของผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 60 x 60 เมตร	66
4.4 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ต่อพื้นที่ผนังอาคารแต่ละด้าน.....	
ของผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 50 x 50 เมตร	66
4.5 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ต่อพื้นที่ผนังอาคารแต่ละด้าน.....	
ของผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 40 x 40 เมตร	66
4.6 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ต่อพื้นที่ผนังแต่ละด้านในทิศทางที่ห็น.....	
ด้านผนังอาคารตั้งฉากกับทิศหลักทั้ง 4 ของผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 60 x 60 ม.....	68
4.7 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ต่อพื้นที่ผนังแต่ละด้านในทิศทางที่ห็น.....	
ด้านผนังอาคารตั้งฉากกับทิศรองทั้ง 4 ของผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 60 x 60 ม.....	68
4.8 แสดงสัดส่วนของชนิดทางลาด.....	73
4.9 แสดงการเปรียบเทียบการใช้ทางสัญจร 2 ระบบ คือ Ramp & Automatic Garages.....	81
5.1 แสดงลักษณะทั่วไปและคุณสมบัติของกระจก.....	99
5.2 แสดงค่าต่าง ๆ ของกระจกหนา 6 มิลลิเมตร ทั้ง 3 ประเภท.....	101
5.3 แสดงค่าเปรียบเทียบขนาดความหนาของวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบ ทั้ง 6 ชนิด.....	103
6.1 แสดงผลสรุปพื้นที่ผนังอาคาร ตามอะซิมุทต่าง ๆ	107
6.2 แสดงคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุผนังทึบ (ประเภทชนิดเดียว)	
ของอาคารทั้ง 4 ชนิด.....	108
6.3 แสดงคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุผนังทึบ (ประเภทผนังสำเร็จรูป)	
ของอาคารทั้ง 2 ชนิด.....	108

เอกสารนี้ของอาคารที่ส่งยื่นให้สำหรับกระใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา VIII ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
6.4 แสดงค่าปริมาณความร้อน Q ของผนังทึบด้านหน้า มุมอะซิมุมุท 103.....	109
6.5 แสดงค่าปริมาณความร้อน Q ของผนังทึบด้านหลัง มุมอะซิมุมุท 283.....	109
6.6 แสดงค่าปริมาณความร้อน Q ของผนังทึบด้านหน้า มุมอะซิมุมุท 13, 193.....	109
6.7 แสดงค่าปริมาณความร้อน Q กระจก ผนังกระจก ของผนังกระจกแต่ละด้าน.....	110
6.8 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ผนังอาคาร.....	
ของกระจกโพลทใสกับผนังทึบ.....	114
6.9 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ผนังอาคาร.....	
ของกระจกโพลทสีชากับผนังทึบ.....	114
6.10 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ผนังอาคาร.....	
ของกระจกโพลทสีชาดำกับผนังทึบ.....	115
6.11 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ผนังอาคาร.....	
ของกระจกสะท้อนแสงสีบอร์นซ์กับผนังทึบ.....	115
6.12 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ผนังอาคาร.....	
ของกระจกสะท้อนแสงสีเทาเงินกับผนังทึบ.....	115
6.13 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ผนังอาคาร.....	
ของกระจกสะท้อนแสงสีน้ำเงิน Blue SGY 303 กับผนังทึบ.....	116
6.14 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ผนังอาคาร.....	
ของกระจกสะท้อนแสงสีน้ำเงิน Blue TS 30 กับผนังทึบ.....	116
6.15 แสดงการเปรียบเทียบค่า OTTV. ของวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคารทั้งผนังทึบ 6 ชนิด.....	
กับผนังใส 7 ชนิด.....	117
6.16 แสดงคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุ คอนกรีตเสริมเหล็กที่ใช้ทำหลังคาอาคาร.....	119
6.17 แสดงการคำนวณหาค่า RITV. ของหลังคา (คอนกรีตเสริมเหล็ก).....	119
6.18 แสดงค่าปริมาณความร้อน Q กระจกของผนังกระจกแต่ละด้าน.....	131
6.19 แสดงค่า OTTV. รวมผนังอาคาร ของกระจกโพลทใสกับผนังทึบ.....	
(พร้อมอุปกรณ์บังแดด).....	132
6.20 แสดงค่า OTTV. รวมผนังอาคาร ของกระจกโพลทสีชากับผนังทึบ.....	
(พร้อมอุปกรณ์บังแดด).....	132
6.21 แสดงค่า OTTV. รวมผนังอาคาร ของกระจกโพลทสีชาดำกับผนังทึบ.....	
(พร้อมอุปกรณ์บังแดด).....	133
6.22 แสดงค่า OTTV. รวมผนังอาคาร ของกระจกโพลทสีบอร์นซ์กับผนังทึบ.....	
(พร้อมอุปกรณ์บังแดด).....	133

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา **IX** ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
6.23 แสดงค่า OTTV. รวมผนังอาคาร ของกระจกโพลีคาร์บอเนตเงินกับผนังทึบ..... (พร้อมอุปกรณ์บังแดด)	133
6.24 แสดงค่า OTTV. รวมผนังอาคาร ของกระจกโพลีคาร์บอเนตเงิน Blue SGY 303 กับผนังทึบ (พร้อมอุปกรณ์บังแดด)	134
6.25 แสดงค่า OTTV. รวมผนังอาคาร ของกระจกโพลีคาร์บอเนตเงิน Blue TS 30 กับผนังทึบ (พร้อมอุปกรณ์บังแดด)	134
6.26 แสดงการเปรียบเทียบค่า OTTV. ของวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคาร..... (พร้อมอุปกรณ์บังแดด)	135
6.27 แสดงการประเมินค่าใช้จ่ายและค่าก่อสร้าง.....	137
6.28 แสดงปัจจัยประกอบการพิจารณาคัดเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับการ ใช้ทำผนังอาคาร	139
 ตารางภาคผนวกที่	
1. แสดงรายการวัสดุและสีทาผนังแยกตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์.....	151
2. แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า(Tdeq) สำหรับผนังที่มีความหนาแน่นเชิงมวล..... และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ต่างๆกัน.....	152
3. แสดงค่าตัวประกอบแก้ไขของผนัง.....	152
4. แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของหลังคา.....	152
5. แสดงค่าตัวประกอบแก้ไขของหลังคา.....	153
6. แสดงค่าสูงสุดที่ยอมให้สำหรับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ.....	153
7. แสดงค่าสูงสุดที่ยอมให้สำหรับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา.....	153
8. แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน(k) และความหนาแน่นของวัสดุต่างๆ.....	154
9. แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังและหลังคา.....	156
10. แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่องว่างผนังหรือหลังคา.....	156
11. แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศเหนือ.....	157
12. แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ.....	157
13. แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศตะวันออก.....	158
14. แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้.....	158
15. แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศใต้.....	159
16. แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้.....	159
17. แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศตะวันตก.....	160
18. แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ.....	160

เอกสารนี้แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา X จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แสดงแผนภูมิการดำเนินการศึกษา.....	9
2.1 แสดงปริมาณและทิศทางลม ที่มีผลต่อพื้นที่ตั้ง โครงการ.....	20
2.2 แสดงทิศทางการ โจรของดวงอาทิตย์ Sum chart กับที่ตั้งโครงการ.....	22
3.1 แสดงภาพถ่ายบริเวณที่ตั้งโครงการ.....	27
3.2 แสดงผังบริเวณที่ตั้งโครงการ.....	28
3.3 แสดงแบบพื้นที่ผังอาคาร ตามกฎหมายระยะร่น 15 ม. และที่ว่างรอบอาคาร 6 ม.	30
3.4 แสดงรูปแบบอาคาร ตามกฎหมายระยะร่น 2 เท่าของถนนและการเว้นระยะ รอบอาคาร 6 เมตร.....	31
3.5 แสดงรูปแบบอาคารที่ออกแบบจาก FAR. 10 : 1	32
3.6 แสดงรูปแบบอาคารที่แสดงพื้นที่อาคาร ที่สัมพันธ์กับกฎหมายที่จอดรถ.....	34
3.7 แสดงรูปแบบผังสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่สามารถกำหนดลงในพื้นที่ แล้ว สามารถเลื่อนหรือวางในทิศทางใดก็ได้.....	36
3.8 แสดงรูปแบบขนาดสัดส่วนผังอาคารทั้ง 6 ขนาด ของผังสี่เหลี่ยมผืนผ้า..... (พื้นที่ 3,600 ตารางเมตร)	37
3.9 แสดงรูปแบบขนาดสัดส่วนผังอาคารทั้ง 6 ขนาด ของผังสี่เหลี่ยมผืนผ้า..... (พื้นที่ 3,600 ตารางเมตร) ...หันด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	41
3.10 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของพื้นที่กรอบอาคาร ปริมาณ ความร้อนที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคารและค่า OTTV. ในการหันด้านยาว..... อาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	44
3.11 แสดงรูปแบบขนาดสัดส่วนผังอาคารทั้ง 6 ขนาด ของผังสี่เหลี่ยมผืนผ้า..... (พื้นที่ 3,600 ตารางเมตร) ...หันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	45
3.12 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของพื้นที่กรอบอาคาร ปริมาณ ความร้อนที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคารและค่า OTTV. ในการหันด้านแคบ..... อาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้.....	48
3.13 แสดงรูปแบบขนาดสัดส่วนผังอาคารทั้ง 6 ขนาด ของผังสี่เหลี่ยมผืนผ้า..... (พื้นที่ 3,600 ตารางเมตร) ...หันด้านแคบอาคารตั้งฉากทาง..... ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันออกเฉียงใต้.....	49
3.14 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของพื้นที่กรอบอาคาร ปริมาณ ความร้อนที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคารและค่า OTTV. ในการหันด้านแคบอาคาร..... ตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันออกเฉียงใต้.....	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.15 แสดงรูปแบบขนาดสัดส่วนผังอาคารทั้ง 6 ขนาด ของผังสี่เหลี่ยมผืนผ้า..... (พื้นที่ 3,600 ตารางเมตร) ... หันด้านยาวอาคารตั้งฉากทาง..... ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันออกเฉียงใต้.....53	53
3.16 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของพื้นที่กรอบอาคาร ปริมาณ..... ความร้อนที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคารและค่า OTTV. ในการหันด้านยาวอาคาร..... ตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันออกเฉียงใต้.....56	56
3.17 แสดงรูปทรงผังอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้าความสูง 34 ชั้น (พื้นที่ 3,600 ตารางเมตร)..... สำหรับการนำไปศึกษาด้านการประหยัดพลังงานในชั้นตอนรายละเอียดอาคาร.....60	60
4.1 แสดงรูปทรงอาคาร ของผังสี่เหลี่ยมจัตุรัส กับขนาดพื้นที่ต่อชั้นต่างกัน.....63	63
4.2 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ต่อพื้นที่..... ผืนอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้ง 4 ขนาด.....65	65
4.3 แสดงผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัสกับทิศทางการวางผนังอาคารตั้งฉากกับทิศทาง..... หลัก และทิศทางรองทั้ง 468	68
4.4 แสดงประเภทแกนบริการ 1 และ 2 แกน ในตำแหน่งต่าง ๆ.....70	70
4.5 แสดงแกนบริการตามปัจจัยของสัดส่วนพื้นที่ต่อชั้นมากกว่า 1,300 ตร.ม..... และกฎหมายบันไดหนีไฟ.....72	72
4.6 แสดงแบบขยายของส่วนแกนบริการ.....76	76
4.7 แสดงขนาดของ GRID ผังอาคารขนาด 6.00 , 7.20 , และ 8.40 เมตร.....77	77
4.8 แสดงการจัดผังบริเวณเพื่อการสัญจรแบบทางเข้า-ออกทางเดียว..... (แกนบริการทิศเหนือใต้)79	79
4.9 แสดงการจัดผังบริเวณเพื่อการสัญจรแบบทางเข้า-ออก 2 ทาง (แกนบริการทิศเหนือ - ใต้)79	79
4.10 แสดงการจัดผังบริเวณเพื่อการสัญจรแบบทางเข้า-ออก 2 ทาง (แกนบริการทิศตะวันออก-ตะวันตก)80	80
4.11 แสดงการจัดผังที่จอดรถแยกภายนอกอาคาร.....84	84
4.12 แสดงการจัดผังที่จอดรถรวมภายในอาคาร.....85	85
4.13 แสดงการจัดผังที่จอดรถรวมภายในอาคาร (ผังที่จอดรถชั้นบน)86	86
4.14 แสดงการจัดผังที่จอดรถรวมภายในอาคาร (ผังที่จอดรถชั้นใต้ดิน)86	86
5.1 แสดงช่องเปิดแสง 100 % ที่เข้าสู่ภายในอาคาร ตามระยะความสูงชั้นอาคาร.....89	89
5.2 แสดงช่องเปิดที่เกิดจากการลดแสงตรงที่เข้าสู่ภายในอาคาร ตามพฤติกรรมผู้ใช้.....89	89
5.3 นี้เป็นเอกสารแสดงพื้นที่ผนังที่มีผลต่อการคิดค่า OTTV. ตามพื้นที่ ผนังในส่วนที่มีการปรับอากาศ.....90	90

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5.4 แสดงพื้นที่ผนังส่วนที่เป็นช่องเปิดแสง ที่มีผลต่อการคิดค่า OTTV. ตามพื้นที่ผนัง.....	91
ในส่วนที่มีการปรับอากาศ	92
5.5 แสดงผังอาคารสำนักงาน.....	93
5.6 แสดงขนาดและพื้นที่หลังคาอาคารที่ทำการศึกษา.....	94
5.7 แสดงลักษณะรูปด้านข้างของอาคาร (สำหรับการคิดค่า OTTV. เบื้องต้น)	95
5.8 แสดงลักษณะรูปด้านหน้าของอาคาร (สำหรับการคิดค่า OTTV. เบื้องต้น)	96
5.9 แสดงลักษณะรูปด้านหลังของอาคาร (สำหรับการคิดค่า OTTV. เบื้องต้น)	104
5.10 แสดงลักษณะภาพตัดของวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบทั้ง 6 ชนิด.....	106
6.1 แสดงรายละเอียดทิศทางมุมอะซิมูท ของอาคาร.....	111
6.2 แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าปริมาณความร้อนรวม Q ของวัสดุที่ใช้ทำผนังแต่ละด้าน.....	120
6.3 แสดงตำแหน่งแสงอาทิตย์ในวันต่าง ๆ ที่มีผลต่อช่องแสงอาคาร.....	121
6.4 แสดงรูปตัดทางเดินของตำแหน่งแสงอาทิตย์ ในวันที่ 16 เม.ย. และ 22 ธ.ค.	122
ที่มีผลต่อช่องแสงอาคารทั้ง 4 ด้าน มากที่สุด.....	123
6.5 แสดงวิธีการออกแบบอุปกรณ์บังแดด โดยวิธีต่าง ๆ ในวันที่ 16 เม.ย. และ 22 ธ.ค.	113
6.6 แสดงรูปแบบแผงกันแดด ที่ได้จากการออกแบบป้องกันแสงตรงในเวลาที่กำหนด.....	124
6.7 แสดงลักษณะรูปด้านหน้าอาคาร กับที่ป้องกันแดด(หลังการพิจารณาด้าน.....	125
การประหยัดพลังงาน)	126
6.8 แสดงลักษณะรูปด้านหลังอาคาร กับที่ป้องกันแดด (หลังการพิจารณาด้าน.....	127
การประหยัดพลังงาน)	129
6.9 แสดงลักษณะรูปด้านข้างอาคาร กับที่ป้องกันแดด(หลังการพิจารณาด้าน.....	140
การประหยัดพลังงาน)	140
6.10 แสดงผังอาคาร (ส่วนสำนักงาน) กับที่ป้องกันแดด (หลังการพิจารณาด้าน.....	127
การประหยัดพลังงาน)	129
6.11 แสดงภาพตัดของอุปกรณ์บังแดดภายนอก ซึ่งสามารถพิจารณาเป็นอุปกรณ์บังแดด.....	129
แนวอนแบบเอียง เพื่อการคำนวณค่า สัมประสิทธิ์การบังแดด SC2.....	140
6.12 แสดงแผนภูมิเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร	140
ตามวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคาร.....	140

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สถานการณ์ด้านพลังงานของประเทศไทยในปัจจุบันนี้ เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่ากำลังเดินทางไปสู่จุดวิกฤต การขาดแคลนพลังงานในอนาคตอันใกล้จะต้องเกิดขึ้นอย่างแน่นอน หลายประเทศพยายามหาแหล่งพลังงานใหม่มาทดแทนแหล่งพลังงานที่กำลังจะหมดไป ควบคู่ไปกับการสร้างมาตรการต่าง ๆ เพื่อที่จะสงวนพลังงานที่มีอยู่ให้สามารถนำไปให้นานมากที่สุด ในขณะที่เดียวกันความต้องการใช้พลังงานเพื่อพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ ก็กลับมีมากขึ้นไปเรื่อย ๆ

ส่วนของความต้องการใช้พลังงานภายในประเทศ (FINAL ENERGY CONSUMPTION) ในปี พ.ศ. 2535 นั้นมีจำนวนการใช้รวมทั้งสิ้น 35,104 พันตันน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2534 ร้อยละ 54.3 ของความต้องการใช้พลังงานรวม และความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า 4,201 พันตันน้ำมันดิบ เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2534 ร้อยละ 13.6 และมีสัดส่วนเป็นร้อยละ 12.0 ของความต้องการใช้พลังงานรวมรวม (ตารางที่ 1.1)

จากรายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทยปี พ.ศ. 2535 ของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานชี้ให้เห็นว่า ความต้องการพลังงานเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศนั้นมีความต้องการเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งสวนทางกับการผลิตพลังงานของโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานจากน้ำมันและไฟฟ้าในการแก้ปัญหาด้านพลังงานนี้ รัฐได้วางมาตรการไว้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการปลูกสำนึกประชาชนในชาติให้เห็นคุณค่าของการอนุรักษ์หรือการประหยัดพลังงาน รวมทั้งได้มีการตราพระราชบัญญัติการส่งเสริมอนุรักษ์พลังงานของประเทศ

ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6-7 ประเทศไทยมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่อง โดยมีอัตราการขยายตัวเฉลี่ย 10.5% ต่อปี โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมและภาคธุรกิจ มีแนวโน้มที่จะมีการก่อสร้างอาคารทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นอีกตามการขยายของภาคเศรษฐกิจ โดยคาดว่าจะยังคงขยายตัวในอัตราที่สูงต่อไป ซึ่งจะเป็นผลทำให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าของประชาชนเพิ่มขึ้นในอัตราค่อนข้างสูงในช่วงต่อไป จะส่งผลทำให้

ตารางที่ 1.1 ความต้องการใช้พลังงานภายในประเทศ (FINAL ENERGY CONSUMPTION)

SOURCES	1988	1989	1990	1991	1992
MODERN ENERGY	16,023	18,995	21,684	23,198	25,417
COAL & COKE	808	1,082	1,344	1,559	1,713
- STEAM COAL	185	237	120	192	16
- ANTHRACITE	5	5	10	14	14
- COKE	50	55	60	56	48
- OTHER COAL		3	28	69	277
- LIGNITE	568	782	1,126	1,228	1,358
PETROLEUM PRODUCTS	12,747	15,001	16,809	17,581	19,062
- LPG	899	1,009	1,098	1,184	1,321
- PRE-GASOLING I	968	1,142	1,304	1,409	1,657
- REG-GASOLINE	1,209	1,337	1,442	1,495	1,576
- JET FUEL	1,500	1,774	1,931	2,083	2,182
- KEROSENE	103	98	101	92	93
- HSD	6,130	7,219	8,213	8,413	8,741
- LSD	84	111	101	121	137
- FUEL OIL	1,854	2,311	2,619	2,784	3,355
NATURAL GAS	60	114	264	360	441
ELECTRICITY	2,408	2,798	3,267	3,698	4,201
RENEWABLE ENERGY	7,726	8,804	8,958	9,209	9,687
FUEL WOOD	3,161	3,278	3,426	3,426	3,555
CHARCOAL	2,782	2,997	3,253	3,409	3,705
RADDY HUSK	499	640	564	406	567
BAGASSE	1,284	1,889	1,715	1,968	1,860
TOTAL	23,749	27,799	30,642	32,407	35,104

ที่มา : กรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงาน

มีความต้องการใช้ไฟฟ้าของประชาชนเพิ่มขึ้นในอัตราค่อนข้างสูงในช่วงระยะเวลาดังกล่าวด้วยเช่นกัน กล่าวคือความต้องการใช้ไฟฟ้าในประเทศเพิ่มขึ้นจาก 4,180 เมกกะวัตต์ ในปี 2529 เป็นกว่า 8,000 เมกกะวัตต์ ในปี 2534 คาดว่าในปี พ.ศ. 2549 การใช้ไฟฟ้าสูงสุดจะเพิ่มเป็น 25,515 เมกกะวัตต์ และการใช้พลังงานทั้งสิ้นสูงถึง 144,433 ล้านหน่วย จะเห็นว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของภาคธุรกิจนับเป็นสาขาหนึ่งที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของทั้งประเทศซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด

สำหรับการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารธุรกิจขนาดใหญ่ นั้น การใช้พลังงานส่วนใหญ่จะเป็นการใช้เพื่อการปรับอากาศและระบบแสงสว่าง ซึ่งมีความจำเป็นในการให้บริการและให้ความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้ภายในอาคาร จากการสำรวจโดยกองอนุรักษ์พลังงานเกี่ยวกับสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารธุรกิจประเภทต่าง ๆ จำนวน 70 อาคาร ซึ่งจัดแบ่งการใช้ไฟฟ้าออกเป็น 3 ลักษณะคือ การใช้ไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และระบบอำนวยความสะดวกอื่น ๆ พบว่าอาคารธุรกิจประเภทโรงแรมและศูนย์การค้า จะมีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศสูงกว่าอาคารธุรกิจประเภทสำนักงาน (ตารางที่ 1.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 แสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคารธุรกิจประเภทต่าง ๆ

ประเภทของอาคาร	การใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร (100%)		
	ระบบปรับอากาศ (%)	ระบบแสงสว่าง (%)	อื่น (%)
โรงแรม	67.6	13.4	19.0
สำนักงาน	56.9	24.6	18.5
ศูนย์การค้า	60.0	21.8	17.5

ที่มา : บทความ "ประสิทธิภาพในปริทัศน์ของพลังงานทั้งอาคาร"
รศ.ดร.สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์, สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์

แต่จากการสำรวจของกองอนุรักษ์พลังงานถึง ดัชนีการติดตั้งระบบปรับอากาศและแสงสว่างของอาคารตัวอย่างจำนวน 70 อาคาร พบว่าอาคารธุรกิจประเภทสำนักงานมีดัชนีเฉลี่ยของการใช้ไฟฟ้าในการปรับอากาศและแสงสว่างสูงกว่าอาคารประเภทโรงแรมและศูนย์การค้า

ตารางที่ 1.3 แสดงดัชนีเฉลี่ยของการใช้ไฟฟ้าและค่า OTTV.เฉลี่ย ในอาคารธุรกิจประเภทต่าง ๆ

ประเภทอาคาร	การปรับอากาศ (BTUH / M ²)	ระบบแสงสว่าง (W/M ²)	การใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย (W/M ²)	OTTV.เฉลี่ย (W/M ²)
โรงแรม	595	7.0	239	55.0
สำนักงาน	922	21.1	220	57.7
ศูนย์การค้า	779	14.6	292	44.9

ที่มา : บทความ "ประสิทธิภาพในปริทัศน์ของพลังงานของทั้งอาคาร"
รศ.ดร. สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์, สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์

สำหรับค่า OTTV (OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE) เป็นค่าที่อธิบายถึงการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคารเฉลี่ยตลอดปี จากตารางที่ 1.3 จะเห็นว่าอาคารประเภทสำนักงานจะมีค่า OTTV เฉลี่ยเท่ากับ 57.7 วัตต์/ตารางเมตร ซึ่งจะสูงกว่าอาคารประเภทโรงแรมและศูนย์การค้า ทั้งนี้เนื่องจากอาคารธุรกิจประเภทสำนักงาน มีดัชนีเฉลี่ยของการใช้ไฟฟ้าในการปรับอากาศและระบบแสงสว่าง รวมทั้งค่า OTTV เฉลี่ยสูงกว่าอาคารธุรกิจประเภทโรงแรมและศูนย์การค้า ดังนั้นในการศึกษานี้จะขอยกเอากรณีของอาคารธุรกิจประเภทสำนักงานมาศึกษา

การศึกษาเกี่ยวกับสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารสำนักงานโดยเฉลี่ยพบว่า สัดส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของปรับอากาศมีสูงถึง 60% รองลงมาเป็นการใช้ไฟฟ้าในส่วนของระบบแสงสว่าง 20% นอกนั้นจะเป็นการใช้ไฟฟ้าในระบบอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในอาคาร (ตารางที่ 1.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.4 แสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าในอาคารธุรกิจประเภทสำนักงาน

การใช้งาน	พิสัย (KWH/M ² /ปี)	ระดับการใช้ที่มีประสิทธิภาพดี (KWH/M ² /ปี)	สัดส่วน (%)
การทำความเย็น	110-160	114	60
การให้แสงสว่าง	25-50	38	20
การระบายอากาศ	8-15	10	5
ลิฟต์	10-20	15	8
อุปกรณ์สำนักงาน	1-5	2	1
อุปกรณ์อื่น	6-20	11	6
รวม	160-270	190	100

ที่มา : บทความ "ปริทัศน์การใช้พลังงานในอาคาร"
รศ.ดร. สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์, สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์

ตามที่ได้มีการออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน พ.ศ. 2535 โดยมีสาระสำคัญเพื่อให้มีการผลิต และใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ กลุ่มเป้าหมายหลักที่พระราชบัญญัตินี้เข้าไปกำกับดูแลได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจ ทั้งนี้เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารธุรกิจเป็นกลุ่มที่มีการใช้พลังงานมากโดยจะมีการออกพระราชกฤษฎีกาเพื่อควบคุมและกำหนดให้โรงงานและอาคารควบคุม จะต้องดำเนินการตามพระราชกำหนดนี้ จากที่ได้กล่าวมาพอสรุปปัญหาออกได้เป็น 2 ประเด็นคือปัญหาด้านพลังงานและปัญหาด้านสถาปัตยกรรม

1.1.1 ปัญหาด้านสถาปัตยกรรม

1.1.1.1 อาคารสูงในปัจจุบันมักแก้ปัญหาในการควบคุมภาวะสบายในภายหลัง โดยการใช้วิธีกล (ACTIVE SYSTEM) ซึ่งไม่ได้แก้ปัญหาพร้อมกับการออกแบบอาคารในแง่เศรษฐกิจเจ้าของอาคารอาจมีปัญหา ต้องเสียค่าใช้จ่ายภายหลังที่สูง

1.1.1.2 รูปแบบอาคารตามสมัยนิยมหรือรสนิยมของเจ้าของอาคาร รวมทั้งผู้ออกแบบอาจทำให้การออกแบบไม่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิประเทศ

1.1.2 ปัญหาด้านพลังงาน

อาคารสูง (สำนักงาน) จำเป็นต้องใช้พลังงานในการปรับภาวะสบายทั้งทางด้านอุณหภูมิและแสงสว่างแต่ยังขาดการพิจารณาที่เหมาะสม พลังงานที่ใช้ในบางส่วนสามารถลดปริมาณการใช้ลงได้โดยเฉพาะพลังงานที่ถูกใช้ไปกับการปรับภาวะสบายด้านอุณหภูมิมากที่สุดเมื่อพิจารณาเกี่ยวกับภาระการปรับอากาศและการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารพบว่าประกอบด้วยภาระความร้อน 2 ประเภทคือ

ภาระความร้อนที่เกิดจากภายในอาคาร (INTERNAL LOAD) เป็นความร้อนที่เกิดขึ้นภายในของพื้นที่ปรับอากาศภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาระความร้อนที่เกิดภายนอกอาคาร (EXTERNAL LOAD) เป็นความร้อนจากการถ่ายเทความร้อนซึ่งเกิดจากอิทธิพลของบรรยากาศภายนอกอาคาร

จากการศึกษาของ รศ.ดร. สุรพงษ์ จิระรัตนานันท์ พบว่าภาระการปรับอากาศในส่วนของภาระความร้อนที่เกิดภายนอกอาคาร (EXTERNAL LOAD) มีสัดส่วนประมาณ 50-60% ของภาระการปรับอากาศของอาคาร โดยขึ้นอยู่กับอัตราความร้อนที่ถ่ายเทจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารโดยผ่านทางกรอบอาคาร ซึ่งประกอบด้วยความร้อนที่ถ่ายเท โดยการนำและการพาความร้อนผ่านผนังหลังคา และความร้อนซึ่งถ่ายเทโดยการแผ่รังสีผ่าน ผนัง ช่องแสง หน้าต่าง ซึ่งเป็นวัสดุโปร่งแสง

ดังนั้นเมื่อมาพิจารณาถึงการประหยัดพลังงานในอาคาร จะเห็นได้ว่ารูปร่างลักษณะของอาคารทิศทางการวางอาคาร และกรอบอาคาร ซึ่งออกแบบโดยสถาปนิกนั้นมีความสำคัญต่อการใช้พลังงานมาก เพราะว่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารนั้น จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับลักษณะรูปแบบสถาปัตยกรรมและคุณสมบัติเชิงความร้อนของกรอบอาคาร จากที่กล่าวมาข้างต้น พอที่จะสรุปปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคพลังงานภายในอาคารได้ดังนี้

1. กรอบอาคาร (BUILDING ENVELOPE)
2. ระบบภายในอาคาร ประสิทธิภาพและการควบคุม
 - ระบบปรับอากาศ
 - ระบบแสงสว่าง
 - ระบบอุปกรณ์อื่นๆ
3. กิจกรรมภายในอาคาร

การจัดการเพื่อการประหยัดพลังงานในอาคารสามารถพิจารณาตามขั้นตอนการออกแบบอาคารเพื่อปรับสภาพอาคารให้อยู่ในภาวะที่สบาย ซึ่งแบ่งออกเป็นสองวิธีคือ การปรับสภาพอากาศโดยอาศัยตัวอาคาร (Passive system) และการปรับสภาพอากาศโดยอาศัยอุปกรณ์อาคาร (Active system) ¹ เมื่อเปรียบเทียบกับคู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคารบทบัญญัติของกฎหมายอยู่ในหมวดที่ 2 ของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มาตราที่ 17-22 ซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่การออกแบบอาคารใหม่และการปรับปรุงอาคารเก่า ซึ่งในกฎหมายได้แนะนำวิธีการในการดำเนินการดังนี้

¹ ตรึงใจ บูรณสมภพ. “การออกแบบอาคารให้มีการประหยัดพลังงาน”, เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการในงานสถาปนิก 29 เรื่อง การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง (สมาคมสถาปนิกสยามในเอกสารนี้พระบรมราชูปถัมภ์), ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การลดความร้อนของแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร
2. การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ
3. การใช้วัสดุก่อสร้างที่ช่วยอนุรักษ์พลังงานในอาคาร
4. การใช้แสงสว่างภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ
5. การใช้และการติดตั้งอุปกรณ์รวมถึงวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน
6. การใช้ระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในอาคาร
7. การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่น ๆ ที่กำหนดใช้ในกฎกระทรวง

จากนั้นได้มีการออกกฎกระทรวง (มาตราที่ 19) เพื่อให้สถาปนิกและวิศวกรใช้เป็นข้อกำหนดทางด้านการใช้พลังงานในการออกแบบอาคารใหม่ และเจ้าของอาคารใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงอาคารที่กำลังใช้งานอยู่ในปัจจุบัน มีสาระสำคัญในข้อกำหนด คือ

1. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV ต้องไม่เกิน 45 วัตต์/ตรม. สำหรับอาคารใหม่และไม่เกิน 55 วัตต์/ตร.ม. สำหรับอาคารเก่า (กรณีอาคารที่ปรับอากาศ)
2. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV.) ต้องไม่เกิน 25 วัตต์/ตร.ม. (กรณีปรับอากาศ)

3. การส่องสว่าง จึงได้มีการกำหนดเกณฑ์ของค่ากำลังไฟฟ้าสำหรับการส่องสว่างทั้งภายในและภายนอกอาคาร

4. มาตรฐานการปรับอากาศ การทำน้ำร้อนภายในอาคาร
5. หลักเกณฑ์วิธีการ เงื่อนไขของการใช้พลังงานภายในอาคาร

ดังนั้นอาคารที่มีอยู่ในปัจจุบันก็จะต้องมีการปรับปรุงการใช้พลังงานในอาคาร ให้อยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนด และอาคารใหม่ที่จะสร้างขึ้นก็ต้องมีการออกแบบโดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานในอาคาร และอยู่บนเกณฑ์ข้อกำหนดของกฎหมายอนุรักษ์พลังงานด้วยเช่นกัน ในส่วนของการออกแบบอาคารด้านสถาปัตยกรรมนั้น มีส่วนสำคัญมากที่จะทำให้เกิดการประหยัดพลังงานภายในอาคาร เนื่องจากปัจจัยสำคัญมากที่จะมีผลต่อการใช้พลังงานภายในอาคารด้านการปรับอากาศและแสงสว่างก็คือ กรอบอาคาร (BUILDING ENVELOPE) ดังที่กล่าวไว้ในตอนต้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อศึกษาสภาพการใช้พลังงานในอาคารสูงสำนักงานใน กรุงเทพมหานคร
- 1.2.2 เพื่อศึกษาเป็นแนวทางการออกแบบอาคารสูง (สำนักงาน) ที่ใช้พลังงานสอดคล้องกับกฎหมายพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
- 1.2.3 เพื่อศึกษาอิทธิพลต่างๆที่มีผลกระทบต่อกรอบอาคารกรณีอาคารสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.4 นำเสนอรูปแบบของ อาคารสูง (สำนักงาน) ที่ประหยัดพลังงานมากที่สุด สำหรับในการศึกษานี้

1.2.5 เพื่อให้ทราบถึงรูปแบบและขบวนการทดสอบผลการออกแบบจากการ คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของอาคารและค่าการถ่ายเทความร้อนรวม RTTV.

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1.3.1 เพื่อนำเสนอรูปแบบอาคารสูง (สำนักงาน) ที่ใช้พลังงานสอดคล้องกับ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โดยจะแสดงผลให้เห็นด้วยวิธีการคำนวณตาม หลักวิชาการและการทดสอบต่าง ๆ

1.3.2 เพื่อเป็นการสนับสนุนให้อาคารธุรกิจประเภทสำนักงานใน กรุงเทพมหานครหันมาศึกษาและดำเนินงานทางด้านการประหยัดพลังงานอย่างถูกวิธี โดยเฉพาะ ในด้านสถาปัตยกรรมของอาคาร อันเป็นการช่วยลดการสูญเสียพลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงาน ไฟฟ้าให้แก่ประเทศชาติ

1.3.3 เพื่อเป็นการชี้ให้เห็นว่าลักษณะการออกแบบที่เหมาะสม จะสามารถทำให้อาคารสูง (สำนักงาน) สามารถใช้พลังงานที่ต่ำกว่า 45 วัตต์/ตร.ม.

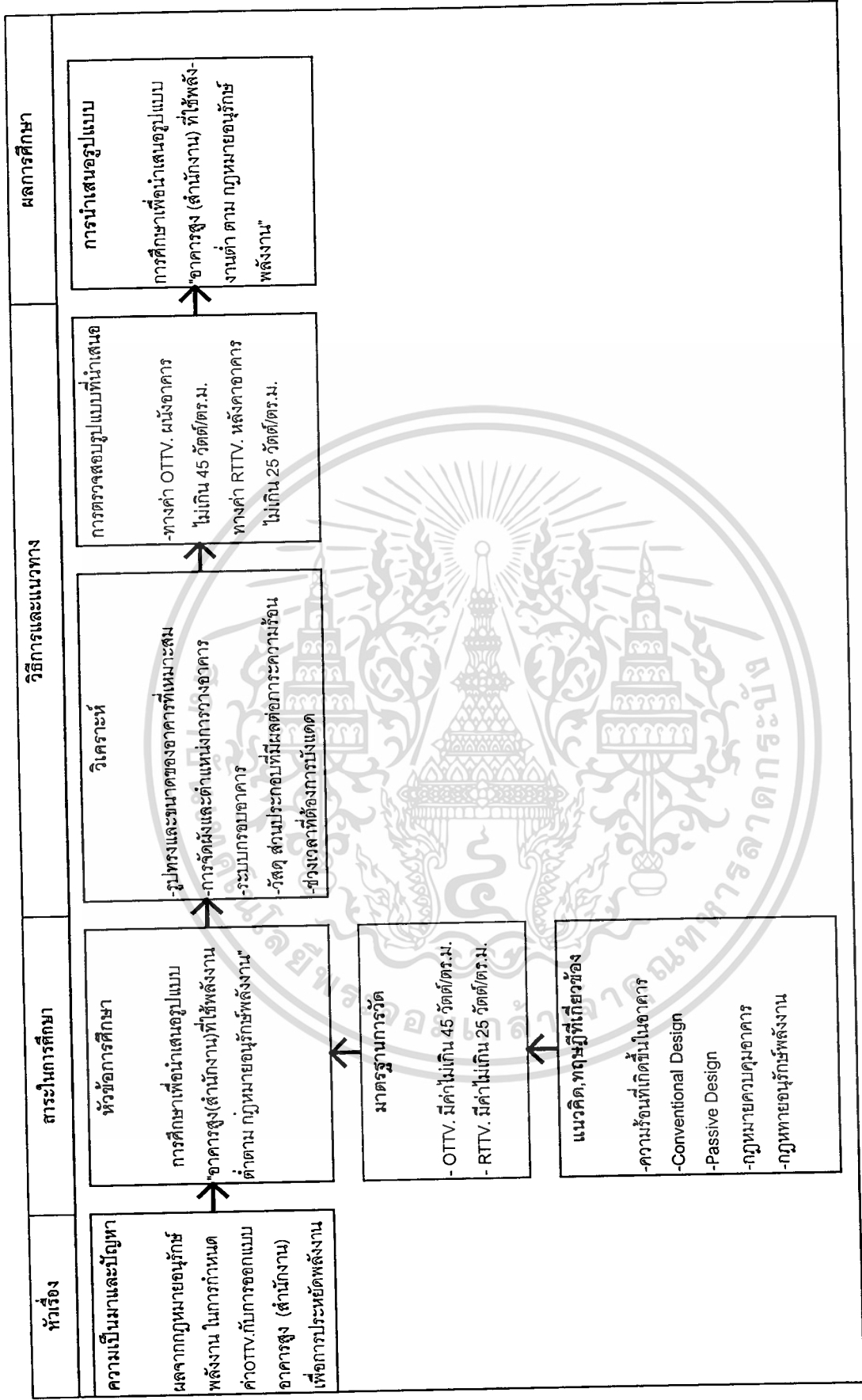
1.3.4 เพื่อให้ทราบถึงรูปแบบและขบวนการทดสอบผลการออกแบบจากการ คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของอาคารและค่าการถ่ายเทความร้อนรวม RTTV. ของ หลังคา ที่เกิดผลย้อนกลับในการเลือกใช้งานด้านวัสดุหรือการออกแบบอาคารในลักษณะต่างๆ

1.4 ขอบเขตของการค้นคว้าวิจัย

1.4.1 พื้นที่ในการศึกษานี้ ได้เลือกพื้นที่บริเวณเขตห้วยขวาง ริมถนนรัชดาภิเษก บริเวณข้างสถานทูตจีนด้านทิศเหนือ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่น่าสนใจสำหรับการศึกษาเนื่องจากเป็นพื้นที่ที่กำลังมีการขยายตัวในด้านธุรกิจอย่างสูง และมีกฎหมายที่ควบคุมอาคารในบริเวณนี้ที่มีลักษณะ พิเศษอยู่หลากหลาย ดังนั้นการดำเนินการศึกษาในด้านการออกแบบอาคารสูง (สำนักงาน) ที่ ประหยัดพลังงานโดยสอดคล้องกับกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน กรณีศึกษานี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ในการเป็นพื้นฐานสำหรับการออกแบบในอาคารอื่นในบริเวณเดียวกันต่อไป

1.4.2 ศึกษาและกำหนดขนาดพื้นที่ใช้สอย อาคารสูง (สำนักงาน) ที่จะสามารถ เกิดขึ้นจริงตามกฎหมายควบคุมอาคารในพื้นที่ๆ กำหนด รวมไปถึงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในอาคาร

1.4.3 ศึกษาและกำหนดการแก้ปัญหาการออกแบบอาคารสูง (สำนักงาน) ให้ ประหยัดพลังงานด้วยวิธี PASSIVE DESIGN ต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ



ภาพที่ 1.1 แสดงแผนภูมิการดำเนินการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

พระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 กับปัจจัยการออกแบบอาคารในด้านต่าง ๆ

2.1 การพิจารณา พระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

กับการออกแบบอาคาร

สิ่งสำคัญในการออกแบบอาคารปัจจุบันภายหลังจากที่ได้มีการออกกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานแล้ว จะเห็นได้ว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ดังนั้นการทำความเข้าใจในกฎหมายและจัดเตรียมการออกแบบให้เหมาะสมกับกฎหมายนั้นสมควรที่จะได้รับการเอาใจใส่ นับตั้งแต่เบื้องต้นของการออกแบบ สาระสำคัญของบทบัญญัติกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคารตาม “พระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535” ประกอบด้วย พระราชบัญญัติ พระราชกฤษฎีกา และ กฎกระทรวง ดังนี้

2.1.1 พระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ประกอบไป

ด้วย 3 หมวดใหญ่คือ

หมวดที่ 1 การอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน

หมวดที่ 2 การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

หมวดที่ 3 การอนุรักษ์พลังงานในเครื่องจักร อุปกรณ์ และส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

หมวดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคารสูง (สำนักงาน) คือหมวดที่ 2 ประกอบไปด้วย มาตรา 17 ถึงมาตรา 22 ดังมีสาระสำคัญดังนี้

มาตรา 17 ว่าด้วยเรื่องการดำเนินการและวิธีการต่าง ๆ ในการอนุรักษ์พลังงาน

1. การลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามายังอาคาร

2. การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการรักษาอุณหภูมิภายในอาคาร ให้

อยู่ในระดับที่เหมาะสม

3. การใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่ช่วยอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนการแสดงคุณภาพ

ของวัสดุนั้น ๆ

4. การใช้แสงสว่างในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

5. การใช้และการติดตั้งเครื่องจักรอุปกรณ์ และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์

พลังงานในอาคาร

6. การใช้ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์

7. การอนุรักษ์พลังงาน โดยวิธีอื่น ตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ท่านไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรา 18 ว่าด้วยเรื่อง การกำหนดประเภท ขนาด ปริมาณการใช้พลังงานหรือวิธีการใช้พลังงาน

มาตรา 19 ว่าด้วยเรื่อง คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ มีอำนาจออกกฎกระทรวง

1. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารและการใช้พลังงาน
2. หลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของวัสดุก่อสร้างอาคาร ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร และการใช้พลังงานในอาคาร

3. มาตรฐานการปรับอากาศ การทำน้ำร้อนและการให้ความร้อนในอาคาร

มาตรา 20-22 ว่าด้วยเรื่อง กรณีเจ้าของโรงงานควบคุมต้องอนุรักษ์พลังงานตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานในโรงงานของตนให้เป็นไปตามมาตรฐานและหน้าที่ของเจ้าของโรงงาน

จากการพิจารณา พรบ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน 2535 จะเห็นเฉพาะในด้านแนวทางการปฏิบัติในภาพกว้าง แต่กฎหมายที่มีผลสำคัญในด้านการปฏิบัติสำหรับการออกแบบคือพระราชกฤษฎีกา ว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2538

2.1.2 พระราชกฤษฎีกา ว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2538

เป็นการกำหนดอาคารควบคุม ใน หมวดที่ 3 ที่กล่าวถึง การให้อาคารที่มีใช้อาคารที่ใช้เป็นพระที่นั่งหรือพระบรมมหาราชวัง อาคารที่ทำการสถานทูตหรือกงสุลต่างประเทศ อาคารที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ หรือที่ทำการของหน่วยงานที่ตั้งขึ้นตามความตกลงระหว่างรัฐบาลไทยกับรัฐบาลต่างประเทศ โบราณสถาน วัดวาอารามหรืออาคารต่าง ๆ ที่ใช้เพื่อการศาสนา ซึ่งมีกฎหมายควบคุมการก่อสร้างไว้แล้ว โดยเฉพาะที่มีการใช้พลังงานดังต่อไปนี้เป็นอาคารควบคุม ได้แก่อาคารหลังเดียวหรือหลายหลังได้เลขที่บ้านเดียวกัน ที่ได้รับอนุมัติจากผู้นายให้ใช้เครื่องวัดไฟฟ้า หรือให้ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าชุดเดียวหรือหลายชุดรวมกันมีขนาดตั้งแต่หนึ่งพันกิโลวัตต์หรือหนึ่งพันหนึ่งร้อยเจ็ดสิบห้ากิโลวัตต์แอมแปร์ ซึ่งอาคารสูง(สำนักงาน) จัดอยู่ในกลุ่มอาคารที่ต้องอยู่ภายใต้กรอบพระราชกฤษฎีกานี้

2.1.3 กฎกระทรวง ว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2538

ในกฎกระทรวง พ.ศ. 2538 หมวดที่ 2 ว่าด้วยค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ที่มีผลในด้านการปฏิบัติมากที่สุดคือ

1. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร ทั้งอาคารใหม่และอาคารเก่า จะต้องไม่เกิน 25 วัตต์/ตร.ม. ของหลังคา
2. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร หรือส่วนของอาคารที่มีการปรับอากาศจะต้องมีค่า สำหรับอาคารใหม่ไม่เกิน 45 วัตต์/ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทบัญญัติในกฎกระทรวงทั้ง 2 ข้อ จะมีผลต่อการออกแบบอาคารในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะจากการพิจารณาผลของการประเมินเพื่อให้ได้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคารให้มีค่าไม่เกิน 45 วัตต์/ตร.ม. และหลังคามีค่าไม่เกิน 25 วัตต์/ตร.ม.

2.2 สูตรที่ใช้ในการคำนวณ ตามพระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

การพิจารณาที่มาของการคำนวณจากสูตรพื้นฐานจะสามารถทำให้การออกแบบอาคารให้ประหยัดพลังงาน โดยสอดคล้องกับกฎหมายอนุรักษ์พลังงานจากสูตร การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ซึ่งอาศัยทฤษฎีพื้นฐานจากการคำนวณการถ่ายเทความร้อน โดยพิจารณาความร้อนที่ถ่ายเทผ่านโครงสร้างอาคารทั้งส่วนที่เป็นผนัง และหลังคา ซึ่งมีประกอบด้วย วัสดุ 2 ประเภท ได้แก่ วัสดุทึบแสง เช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูน ผนังคอนกรีต กระเบื้อง และวัสดุโปร่งแสงเช่นกระจกอิฐแก้ว เป็นต้น การถ่ายเทความร้อนผ่านโครงสร้างดังกล่าว ประกอบด้วย กลไก 3 ประการ¹ คือ

1. ความร้อนจากการนำความร้อน (Conduction) ผ่านผนังทึบ
2. ความร้อนจากการนำความร้อน (Conduction) ผ่านผนังโปร่งแสง
3. ความร้อนจากการแผ่รังสีอาทิตย์ (Solar Radiation) ผ่านผนังโปร่งแสง

เมื่อนำความร้อนทั้ง 3 ส่วนมาเฉลี่ยค่าตามพื้นที่ จะได้สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร เรียกว่า “ค่า OTTV”(Overall Thermal Transfer Value)

2.2.1 การพิจารณา “ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมในส่วนของผนัง (OTTV) ” ที่มีผลต่อการออกแบบอาคารให้สอดคล้องกับกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน¹

2.2.1.1 สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมในส่วนของผนัง

$$OTTV = \frac{(A_w \times U_w \times TD_{eq}) + (A_f \times U_f \times \Delta T) + (A_f \times SC \times SF)}{A_0}$$

โดยที่ OTTV = ค่าการถ่ายความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร (วัตต์/ตร.ม.)

A_0 = พื้นที่รวมทั้งหมดของผนัง (ตร.ม.)

A_w = พื้นที่ของผนังทึบ (ตร.ม.)

U_w = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (วัตต์/ตร.ม. K)

TD_{eq} = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งรวมถึง ผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ

¹ กองอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร, เอกสาร (กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2536) การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A_f = พื้นที่ของผนังโปร่งแสง (ตร.ม.)

U_f = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสง(วัตต์/ตร.ม.K)

Δ = ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร (สำหรับประเทศไทย คือ 5 °ซ)

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง (Shading Coefficient)

โดย $SC = SC_1 \times SC_2$

เมื่อ SC_1 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก

SC_2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

โดย $SC_2 = \frac{(G \times I_D) + I_d}{I_t}$

เมื่อ G = อัตราส่วนของพื้นที่ที่กระจก โคนแสงแดดต่อพื้นที่ทั้งหมด (A_c/A)

A_c = พื้นที่กระจกส่วน โคนแสง (ตร.ม.)

A = พื้นที่รวมกระจก (ตร.ม.)

I_D = พลักซ์ของรังสีโดยตรงของดวงอาทิตย์ (วัตต์ / ตร.ม.)

I_d = พลักซ์ของรังสีกระจายของดวงอาทิตย์ (วัตต์ / ตร.ม.)

SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (Solar Factor) ซึ่งก็คือผลจากพลักซ์รังสี

อาทิตย์ที่ตกกระทบบนหน้าต่าง (วัตต์/ตร.ม.)

โดย SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (วัตต์ / ตร.ม.)

SF = ค่าคงที่ x CF

ค่าคงที่ = ค่าคงที่รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนหน้าต่าง ที่ยอมรับนำมาใช้ในเขต

กทม.(160)

CF = ค่าตัวประกอบแก้ (Correction Factor) สำหรับมุมเอียงหนึ่ง ๆ ในทิศหนึ่ง ๆ ของกระจกส่วนผนัง

2.2.1.2 สรุปปัญหาจากสูตร (OTTV.) สำหรับการกำหนดปัจจัยในการพิจารณา เพื่อการออกแบบให้สอดคล้องกับกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน

จากสมการ OTTV. สามารถจัดกลุ่มการพิจารณาสมการได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มความร้อนที่เกิดขึ้นกับลักษณะทางธรรมชาติของวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบและผนังใส (จากการพิจารณาสูตรการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV.

ผนังทึบ พิจารณาค่า U. วัสดุ Conduction	ผนังโปร่งแสง พิจารณาค่า U. วัสดุ Conduction	ผนังโปร่งแสง พิจารณาทิศทางแสง Solar radiation
$O_{TTV} = \frac{(A_w \times U_w \times TD_{eq}) + (A_f \times U_f \times \Delta T) + (A_f \times SC \times SF)}{A_0}$		

2.2.1.2.1 กลุ่มความร้อน ที่เกิดขึ้นกับลักษณะทางธรรมชาติของวัสดุ ทั้งวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบ (U_w) และผนังโปร่งแสง (U_f) ปริมาณพื้นที่ของวัสดุ (A_w) , (A_f) และ อุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับอาคาร จากค่า (TD_{eq}) , (Δ)

1) การพิจารณาการใช้ค่า(U) เป็นการพิจารณาค่าลักษณะทางธรรมชาติของวัสดุในด้านการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ จากค่าส่วนกลับของ RESISTANCES (R) ของวัสดุ แต่ถ้ามีวัสดุมากกว่า 1 ชนิด ให้คิดจากค่า R ในแต่ละชนิดของวัสดุ ชั้นฟิล์มอากาศ และช่องอากาศภายใน (ถ้ามี) จากนั้นก็รวมค่า R และหาค่าส่วนกลับ

ในกรณีเช่นนี้ค่า U ที่ได้จะมีปัญหาในการเปรียบเทียบหลายปัจจัยมากขึ้น เนื่องจากความหนาของวัสดุที่เริ่มต่างกัน (จะมีผลทางด้านราคา น้ำหนัก ตามความหนาที่เพิ่มขึ้น) และเมื่อมีการเพิ่มประสิทธิภาพโดยการเพิ่มวัสดุตามจำนวนชั้น จะทำให้เกิดชั้นฟิล์มอากาศ และช่องอากาศภายใน (จะมีผลทางด้านราคา น้ำหนัก ตามความหนาที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน) ดังนั้นการพิจารณา ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) จะเป็นการพิจารณาวัสดุแต่ละประเภทได้จากตารางที่มีการทดสอบไว้มากที่สุด

ส่วนค่า U จะมีปัจจัยอื่นเสริมร่วมเสมอ ทั้งทางด้าน ความหนาของวัสดุ (จะมีผลทางด้านราคา น้ำหนัก ตามความหนาที่เพิ่มขึ้น) การเพิ่มชนิดของวัสดุในชั้นงาน (จะเป็นการเพิ่มค่า k ที่ต่างกัน) ทำให้มีฐานการคิดที่กว้างขึ้นและปัจจัยการพิจารณาก็มีมากขึ้นตามกันไป

2) การพิจารณาการใช้ค่า (A) เป็นการพิจารณาค่าปริมาณพื้นที่ใน ส่วนที่ถูกแสงอาทิตย์ ในส่วนของ พรบ. จะคิดเฉพาะในส่วนของผนังที่ใช้ระบบปรับอากาศเท่านั้น ลักษณะทางสถาปัตยกรรมที่จะมีผลคือ การลดพื้นที่ในส่วนที่จะถูกแสง โดยตรงให้มากที่สุด เริ่มจากการเลือกรูปแบบอาคารที่พื้นที่อาคารเท่ากันแต่สามารถให้พื้นที่ผนังอาคารน้อยที่สุด¹ ประการต่อมาคือ การเลือกหันด้านที่มีพื้นที่มากที่สุดอยู่ในด้านที่ถูกแดดน้อยที่สุด ประการต่อมา คือ การเลือกใช้พื้นที่ผนังทึบให้มีสัดส่วนมากกว่าผนังโปร่งแสงในปริมาณตามความเหมาะสม และสอดคล้องกับพื้นที่ใช้สอย²

¹ สมัยสารท สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, “การออกแบบอาคารให้มีการประหยัดพลังงาน”, เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการในงานสถาปนิก 29 การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง. (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์), ไม่ปรากฏเลขหน้า

² สมสิทธิ์ นิตยะ, เล่มเดียวกัน
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การพิจารณาการใช้ค่า (T) เป็นการพิจารณาค่าอุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับผนังอาคาร ในส่วนของผนังที่พิจารณาจากค่า ความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) ซึ่งเป็นค่าผลต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคารที่ก่อให้เกิดความร้อนผ่านผนัง สำหรับผนังที่มีความหนาแน่นเชิงมวล และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์โดยตรง¹ ในส่วนของผนังโปร่งแสงจะพิจารณาจากค่า ความแตกต่างอุณหภูมิต่างระหว่างภายนอกและภายในอาคาร (Δ) สำหรับประเทศไทย ค่านี้คือ 5 องศาเซลเซียส ค่าที่ถูกพิจารณาว่ามีผลต่อการออกแบบคือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) ที่จะแตกต่างกันไปตามการเลือกใช้วัสดุที่ทำผนัง

2.2.1.2.2 กลุ่มความร้อนที่เกิดขึ้นกับลักษณะทางธรรมชาติของวัสดุผนังโปร่งแสงเท่านั้น ค่าสัมประสิทธิ์ของการบังแดด (SC) ค่าปริมาณพื้นที่ของวัสดุ (A_p) และทิศทางของแสงอาทิตย์ที่มีผลต่ออาคาร จากค่า ตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (SF)

1) การพิจารณาการใช้ค่า SC เป็นการพิจารณาค่าความสามารถในการบังแดด โดยแยกพิจารณา 3 ปัจจัยร่วมคือ กรณีที่ผนังโปร่งแสงมีส่วนที่ไม่โดนแดดที่เกิดจากส่วนของอุปกรณ์บังแดด หรือกรณีที่ผนังโปร่งแสงมีส่วนที่ไม่โดนแดดที่เกิดจากส่วนของอาคารที่ไม่ตั้งใจให้เป็นอุปกรณ์บังแดดและกรณีที่ผนังโปร่งแสงส่วนนั้น ไม่มีอุปกรณ์บังแดดใดๆ

-กรณีที่ผนังโปร่งแสงส่วนนั้น มีส่วนที่ไม่โดนแดดที่เกิดจากส่วนของอุปกรณ์บังแดด จะใช้สูตร เต็ม คือ $SC = SC_1 \times SC_2$

- กรณีที่ผนังโปร่งแสงส่วนนั้น ไม่มีอุปกรณ์บังแดดใดๆ จะใช้สูตรคือ $SC = SC_1$ เท่านั้น (ซึ่งจะพบการใช้สูตรนี้อย่าง 100 % ในกรณีของการออกแบบอาคารที่ผนังอาคารมีระนาบของผนังทึบและผนังโปร่งแสง อยู่ในระนาบเดียวกัน)

2) การพิจารณาการใช้ค่า (SF) คือทิศทางของแสงอาทิตย์ที่มีผลต่ออาคาร จากค่าตัวประกอบแเง็งรังสีอาทิตย์ (CF) จากสมการ $SF = ค่าคงที่ \times CF$ ข้อจำกัดของสมการนี้คือ ค่า (CF) ที่มีทิศให้อ้างอิงเพียง 8 ทิศหลัก จากตารางตัวประกอบแเง็งรังสีอาทิตย์² (ในภาคผนวก) ซึ่งถ้ามีการเบี่ยงเบนมากขึ้นและไม่ตรงกับทิศหลักจะมีปัญหาในการพิจารณาหาค่าต่าง

ส่วนการพิจารณาค่า SC มีส่วนที่มีผลอันเกิดจากทิศทางแสงอาทิตย์ได้ 2 กรณีที่ผนังอาคารมีส่วนของการบังแดดของอุปกรณ์บังแดดจากค่า I_b, I_s, I และไม่มีอุปกรณ์บังแดดที่จะต้องใช้ค่าเฉลี่ยทุกๆ ชั่วโมงจากโปรแกรมการคำนวณสำเร็จรูปสำหรับหาค่าต่างๆ

¹ ตรีงใจ บูรณสมภพ, มนัส อารยพัฒน์, การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ : ผลงานวิจัยเสนอต่อคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

² เป็นค่าเฉลี่ยของผลจากฟลักซ์รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบผ่านหน้าต่าง ค่าเฉลี่ยของตัวประกอบแเง็งรังสีอาทิตย์ สำหรับผนังแนวตั้งในทิศทางหลักต่าง ๆ 8 ทิศ จาก $SF = 160 (CF)$ วัตต์ m^2
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การพิจารณา “ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV)” ที่มีผลต่อการออกแบบอาคารให้สอดคล้องกับกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน

ในส่วนของ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา ทั้งอาคารใหม่และเก่า จะต้องมีความไม่เกิน 25 วัตต์/ตร.ม. ของหลังคา ลักษณะสมการในการคำนวณมีลักษณะเหมือนกับ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร แต่การพิจารณาค่าคงที่ต่างจะใช้ค่าที่แตกต่างจากทิศทางที่ตั้งฉากหรือทำมุมกับผนังอาคาร

2.2.2.1 สูตรที่ใช้ในการคำนวณ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV)

$$RTTV = \frac{(A_r \times U_r \times TD_{eq}) + (A_s \times U_s \times \Delta T) + (A_{sc} \times SC \times SF)}{A_0}$$

- โดยที่
- RTTV = ค่าการถ่ายความร้อนรวมของหลังคา (วัตต์/ตร.ม.)
 - A_0 = พื้นที่รวมทั้งหมดของหลังคา(ตร.ม.)
 - A_r = พื้นที่ของหลังคาส่วนที่ป (ตร.ม.)
 - U_r = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนที่ป (วัตต์/ตร.ม. K)
 - TD_{eq} = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในสำหรับหลังคา ซึ่งรวมถึงผลการดูด กลืนรังสีอาทิตย์ของหลังคาส่วนที่ป
 - A_s = พื้นที่ของหลังคาส่วนโปร่งแสง (ตร.ม.)
 - U_s = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมหลังคาส่วนโปร่งแสง (วัตต์/ตร.ม.K)
 - Δ = ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในอาคาร (สำหรับประเทศไทย คือ 5 °ซ)
 - SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของหลังคาส่วนโปร่งแสง (Shading Coefficient) (ช่องรับแสง Sky light ที่ทำมุมเอียงกับระนาบพื้นตั้งแต่ 0 -65 องศา หากองศา มากกว่านี้ ช่องแสงนี้จะมีลักษณะเหมือนกระจกในส่วนผนังซึ่งการคำนวณ ต้องคิดรวมอยู่ในการคำนวณความร้อนของผนัง) โดยตัวประกอบย่อย มีลักษณะเหมือนกับ การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม กระจกใน ส่วนผนัง
 - SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (Solar Factor) ซึ่งก็คือผลจากฟลักซ์รังสีอาทิตย์ที่ตก ระทบบนหน้าต่าง (วัตต์/ตร.ม.)
- โดย
- SF = ค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (วัตต์ / ตร.ม.)
 - SF = ค่าคงที่ x CF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าคงที่ = ค่าคงที่รังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนช่องรับแสงที่ยอมรับนำมาใช้ในเขตทอม.

(160)

CF = ค่าตัวประกอบแก้ (Correction Factor) สำหรับมุมเอียงต่างๆ ในทิศหนึ่งๆ ของช่องแสงส่วนหลังคา

2.2.2.2 สรุปปัญหาจากสูตร (RTTV) สำหรับการกำหนดปัจจัยในการพิจารณา เพื่อการออกแบบให้สอดคล้องกับกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน

จากสมการ RTTV สามารถจัดกลุ่มการพิจารณาสมการได้ 2 กลุ่ม เช่นกันคือ

$$RTTV = \frac{\text{ส่วนที่บ} + (A_s \times U_s \times \Delta T) + (A_s \times SC \times SF)}{A_0}$$

พิจารณาค่า U. วัสดุพิจารณาค่า U. วัสดุพิจารณาทิศทางแสง

2.2.2.2.1 กลุ่มความร้อนที่เกิดขึ้นกับ ลักษณะทางธรรมชาติของวัสดุ ทั้ง วัสดุที่ใช้ทำผนังทึบ (U_p) และผนัง โปร่งแสง (U_t) ปริมาณพื้นที่ของวัสดุ (A_p) , (A_t) และอุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับอาคาร จากค่า (TD_{eq}) , (Δ)

- 1) การพิจารณาการใช้ค่า (U) เป็นการพิจารณาค่า ลักษณะทางธรรมชาติของวัสดุในด้านการถ่ายเทความร้อนของวัสดุ วิธีการคิดเช่นเดียวกับในส่วนของผนังอาคาร
- 2) การพิจารณาการใช้ค่า (A) เป็นการพิจารณาค่า ปริมาณพื้นที่ในส่วนที่ถูกแสงอาทิตย์ ในส่วนของกฎหมาย จะคิดเฉพาะผนังอาคารส่วนที่ใช้ระบบปรับอากาศเท่านั้น วิธีการคิดเช่นเดียวกับในส่วนของผนังอาคาร
- 3) การพิจารณาการใช้ค่า (T) เป็นการพิจารณาค่า อุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับผนังอาคาร วิธีการคิดเช่นเดียวกับในส่วนของผนังอาคาร

2.2.2.2.2 กลุ่มความร้อนที่เกิดขึ้นกับ ลักษณะทางธรรมชาติของวัสดุผนัง โปร่งแสงเท่านั้น ค่าสัมประสิทธิ์ของการบังแดด (SC) ค่าปริมาณพื้นที่ของวัสดุ (A_p) และทิศทางของแสงอาทิตย์ที่มีผลต่ออาคาร จากค่า ตัวประกอบรังสีอาทิตย์ (SF) วิธีการคิดเช่นเดียวกับในส่วนของผนังอาคาร (แต่พิจารณามุมเอียงกับระนาบพื้นของส่วน โปร่งแสง ที่มีมุมไม่เกิน 65 องศาเซลเซียส)¹

¹ กองอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ, คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร, (กรุงเทพฯ :

กองอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาส่งเสริมพลังงาน, 2536)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ปัจจัยทางด้านภูมิอากาศกับ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์

พลังงาน พ.ศ. 2535

ปัจจัยหลักภายนอกที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารหรือออกจากอาคาร รวมทั้งการนำแสงสว่างธรรมชาติจากสภาพแวดล้อมภายนอกเข้ามาสู่ภายในอาคารคือ สภาพภูมิอากาศ (CLIMATE) และสภาพที่ตั้ง (SITE) ผู้ออกแบบสามารถจัดการกับสภาพภูมิอากาศภายนอกและที่ตั้ง เพื่อการประหยัดพลังงานในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทย¹ โดยทั่วไปมีมรสุมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ในช่วงนี้อากาศค่อนข้างเย็นและแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศน้อย ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมมีมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากอ่าวเบงกอล ทะเลอันดามันและมหาสมุทรอินเดียพัดเอาเมฆฝนเข้าสู่ประเทศไทย อากาศในช่วงนี้มีความชื้นสัมพัทธ์สูง นอกจากนั้นก็มีกระแสลมพัดจากทะเลจีนใต้เข้าสู่อ่าวไทย และประเทศไทยทางทิศใต้ หรือทิศตะวันออกเฉียงใต้ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน อากาศอบอ้าวองค์ประกอบปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศที่จะมีผลต่ออาคารในด้านการออกแบบประกอบด้วย 3 ปัจจัยหลักคือ

- ลม (WIND)
- ฝน (RAIN)
- ดวงอาทิตย์ (SUN)

2.3.1 อิทธิพลของลม ที่มีผลต่อพื้นที่โครงการและการออกแบบอาคาร

2.3.1.1 ลักษณะของลมที่เกิดขึ้นตามสภาพภูมิอากาศ ปัจจัยที่สำคัญในการพิจารณาอิทธิพลของลมที่จะมีผลต่อการออกแบบอาคารแบ่งออกเป็น 3 ปัจจัย² คือ

- ทิศทางของกระแสลม (WIND DIRECTION) ที่เกิดขึ้น
- ความเร็วลม (WIND SPEED)
- ความถี่ที่เกิดขึ้น (WIND FREQUENCY)

ข้อมูลทั้งสามเกี่ยวกับลมในแต่ละเดือนตลอดปีจะถูกแสดงใน “WIND ROSE” จะทำให้เห็นภาพรวมโดยรวมของทิศทางลมและความถี่ที่เกิดขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับฤดูกาลที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ทำให้สามารถทราบถึงพฤติกรรมของลมโดยทั่วไปสำหรับการจัดเตรียมการแก้ปัญหาสำหรับการออกแบบอาคาร

¹ วิเชียร สุวรรณรัตน์, ภูมิอากาศวิทยาในการออกแบบ สถาปัตยกรรม. (กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2531) หน้า 17

² ธนิต จินดาวนิก, พลังงานกับการออกแบบสถาปัตยกรรม. เอกสารประกอบการสอนตอนที่ 4-5, กทม.: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์

จากข้อมูลปริมาณและทิศทางของลมจะพบว่ามาจากทางด้านทิศใต้และทิศตะวันออกเฉียงใต้มากที่สุด ซึ่งลักษณะลมที่พัดมาจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝน ลักษณะของลมที่พัดมาจึงนำส่วนของความชื้นมาด้วยเสมอ การออกแบบอาคารจึงควรที่จะพิจารณาป้องกันให้เหมาะสม ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม จะได้รับลมมรสุมจากตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งนำเอาฝนมาจากมหาสมุทรอินเดีย ความร้อนจะไม่เพิ่มมากในฤดูนี้ แต่จะมีความชื้นเพิ่มขึ้นมากปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยประมาณ 1,500 มิลลิเมตรต่อปี ความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูนี้มีค่าเฉลี่ยประมาณ 78 %

จากข้อมูลปริมาณและทิศทางของลมจะพบว่ามาจากทางด้านทิศเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นส่วนที่มีปริมาณลมมากรองลงมา ซึ่งลักษณะลมที่พัดมาจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม จะได้รับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดจากกลางทวีปที่มีความหนาวเย็นและแห้งเข้ามามีอิทธิพลต่อภูมิอากาศในระยะนี้แทน ลมมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้ที่มีกำลังอ่อนลง ทำให้เป็นช่วงที่เย็นและแห้งที่สุดในรอบปี ในระยะนี้ฝนตกน้อยมาก แม้ว่าจะได้รับอิทธิพลของลมหนาวที่พัดมาจากประเทศจีน ความแตกต่างอุณหภูมิในเขตกรุงเทพมหานคร สำหรับฤดูหนาวกับฤดูต่างๆมีน้อย ค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณ 71 %

ส่วนทิศทางลมที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน เป็นระยะที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนกำลังลงและมีลมจากทะเลจีนใต้พัดเข้ามาแทนที่ทางทิศใต้ ทำให้อากาศร้อนอบอ้าว โดยเฉพาะในเดือนเมษายนจะเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงสุด ในระยะนี้อุณหภูมิเฉลี่ยค่อนข้างสูงกว่าในฤดูอื่น ๆ เนื่องจากโลกส่วนที่กรุงเทพมหานครตั้งอยู่ จะเอียงใกล้ดวงอาทิตย์ ส่วนในปลายฤดูซึ่งคาบเกี่ยวกับฤดูฝน อุณหภูมิจะลดต่ำลง หมุนเวียนไปในรอบใหม่

2.3.1.2 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาคารที่ได้รับผลจากอิทธิพลของลม

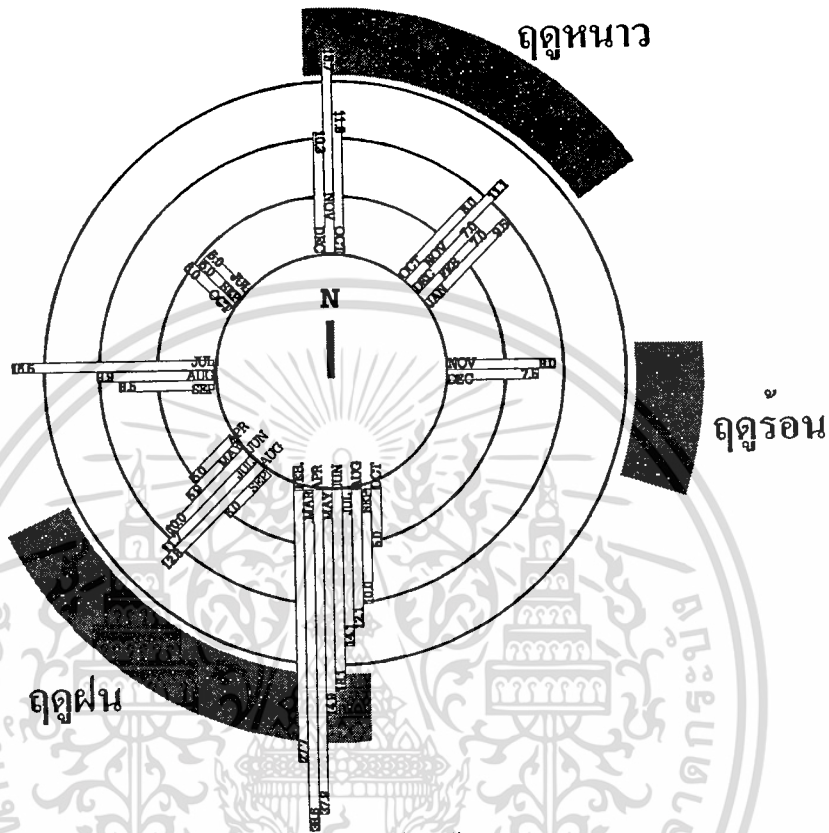
1) กรณีของอาคารที่ไม่ปรับอากาศ มีความจำเป็นในการที่จะต้องออกแบบ¹ ให้สามารถรับลมให้เข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งในช่วงร้อนจัดลมจะช่วยให้ผิวนอกอาคารเย็นลงและช่วยให้เกิดการระบายอากาศภายในอาคารขึ้น

2) เนื่องจากอาคารสำนักงานเป็นอาคารสูง อิทธิพลที่เป็นประโยชน์ต่าง ๆ ของอาคารขนาดเล็ก จึงมีประโยชน์ต่ออาคารสูงน้อยมาก เช่น กรณีของการได้ประโยชน์จากการวางอาคารให้มีระยะห่างอย่างน้อยประมาณ 2 เท่าของความสูงของอาคารที่อยู่ด้านหน้า เป็นต้น

3) การออกแบบอาคารในส่วนของผนังอาคารด้านทิศใต้และทิศตะวันออกเฉียงใต้ ที่มีปริมาณลมสูงสุด จะต้องคำนึงถึงการออกแบบรอยต่ออาคารที่มีประสิทธิภาพให้เกิด

¹ สมสิทธิ์ นิตยะ, "การออกแบบอาคารให้มีการประหยัดพลังงาน", เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการในงานสถาปนิก 29 การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง. (สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์), ไม่ปรากฏเลขหน้า

ปัญหาหยดของผนังอาคารให้น้อยที่สุด เพราะถ้าหากเกิดมีรอยรั่วของรอยต่อของผนังอาคารและน้ำที่เกิดจากฝนที่มีความเร็วสูงจะสามารถเข้าไปในรอยต่อของผนังได้ อันจะเป็นเหตุให้เกิดการถ่ายเทความร้อนของอาคารขึ้นได้



ภาพที่ 2.1 แสดงปริมาณและทิศทางลมที่มีผลต่อพื้นที่ตั้งโครงการ

ที่มา: ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพมหานครรายชั่วโมงตลอดปี 2538 จากสถานีที่ตรวจอากาศ ท่าอากาศยานดอนเมือง

2.3.2 อิทธิพลของฝน ที่มีผลต่อพื้นที่โครงการและการออกแบบอาคาร

2.3.2.1 ลักษณะของฝนที่เกิดขึ้นตามสภาพภูมิอากาศ ฤดูฝนในประเทศไทยเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ นำเอาฝนจากมหาสมุทรอินเดียมาตกในประเทศไทยทุกภาค ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั่วประเทศ ประมาณ 1,551 มิลลิเมตร อากาศในช่วงนี้จะมีความชื้นสัมพัทธ์สูง

2.3.2.2 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาคาร ที่ได้รับผลจากอิทธิพลของฝน ลักษณะที่เกิดขึ้นกับอาคารสูงส่วนใหญ่ที่พบคือ การที่ผนังอาคารเกิดรอยรั่วซึมของน้ำ ซึ่งอาจเกิดจากการก่อสร้างอาคารที่ไม่ได้มาตรฐาน การเสื่อมของอุปกรณ์อาคาร ผลจากแรงลมต่าง ๆ เป็น โดยเฉพาะผลจากแรงลมที่ทำให้เกิดผลคือการรั่วซึมของน้ำได้ ซึ่งผลโดยตรงในการที่ทำให้เกิด

¹ วิญญู วานิชศิริโรจน์, เจาะรูผนังอาคารเพื่อกันน้ำฝนรั่ว. วรสารสถาปัตยกรรม,

การไม่ประหยัดพลังงานในอาคาร จะมีลักษณะเดียวกันกับอิทธิพลของลม โดยที่อิทธิพลของฝนจะเป็นตัวเร่งทำให้เกิดรอยรั่วซึมของผนังอาคารใหญ่ขึ้น ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ในอาคารได้มากขึ้นทำให้เกิดภาระต่อเครื่องปรับอากาศมากขึ้น ดังนั้นการออกแบบโดยพยายามหลีกเลี่ยงให้ลมฝนกระทบผนังได้มากที่สุดจะช่วยลดการรั่วซึมของผนังอาคารได้

2.3.3 อิทธิพลของทิศทางของดวงอาทิตย์ ที่มีผลต่อพื้นที่โครงการ

ลักษณะทั่วไปของดวงอาทิตย์ที่จะมีอิทธิพลผลต่อโครงการและการออกแบบอาคาร 2 ประการคือ การโคจร และพลังงานในที่ตั้งนั้น ๆ

2.3.3.1 การโคจรของดวงอาทิตย์ ซึ่งทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์สามารถคำนวณได้จาก SUN CHART ณ. LATITUDE ต่าง ๆ ซึ่งกรุงเทพมหานครตั้งอยู่บริเวณละติจูดที่ 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ และลองจิจูด 100 องศา 34 ลิปดาตะวันออก

2.3.3.2 พลังงานความร้อนของดวงอาทิตย์

2.3.3.2.1 ความร้อนที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร อิทธิพลของการโคจรของดวงอาทิตย์ จะมีผลต่อพลังงานของดวงอาทิตย์ ในลักษณะของ SOLAR RADIATION ที่อยู่ในมุม ALTITUDE 30° จะมีค่าลดลงเป็นสองเท่าของดวงอาทิตย์ที่มุม ALTITUDE 90° และจะลดความเข้มลงอีก 3 เท่าที่มุม ALTITUDE 19° ที่เกิดจากการผ่านชั้นบรรยากาศที่มีความหนาต่างกัน¹

ส่วน DIFFUSED RADIATION เป็นพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกมาถึงชั้นบรรยากาศ และถูกทำให้กระจัดกระจายโดยฝุ่นละอองและไอน้ำในอากาศ และส่วนสุดท้ายคือพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกสู่พื้นผิวต่าง ๆ REFLECTED RADIATION ซึ่งขึ้นอยู่กับ ค่าการสะท้อนของพื้นผิว สี ลักษณะพื้นผิว และทิศทางของภูมิทัศน์โดยรอบ

2.3.3.2.2 ส่วนประกอบของอาคาร ที่มีผลต่อการเกิดภาระความร้อนภายในอาคาร

- ความร้อนสัมผัส
- ความร้อนแฝง
- การนำความร้อน จากความแตกต่างของอุณหภูมิ
- การถ่ายเทความร้อนของผนังกระจก
- การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบและหลังคา

2.3.2.3 การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาคารที่มีผลจากดวงอาทิตย์

2.3.2.3.1 การโคจรของดวงอาทิตย์ การวางตำแหน่งอาคารให้ลดพื้นที่รับแสงตรงมากที่สุด โดยการดูแนวทางการโคจรของดวงอาทิตย์

¹ ผศ.ธนิต จินดาวนิก, พลังงานกับการออกแบบสถาปัตยกรรม. เอกสารประกอบการสอนตอนที่

2.3.2.3.2 พลังงานความร้อนของดวงอาทิตย์

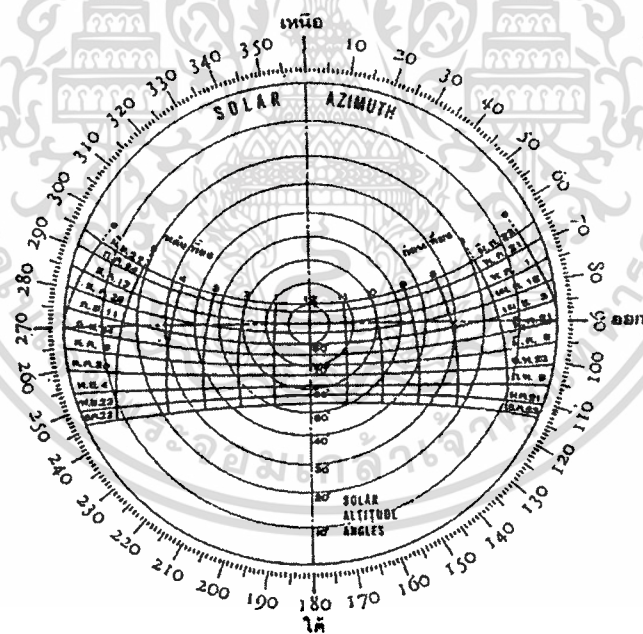
-ความร้อนที่เกิดจากการแทรกซึมหรือรอยรั่วต่าง ๆ เป็นความร้อนที่เกิดจากฝีมือหรือเทคนิคในการก่อสร้างที่ไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เกิดรอยรั่วของอาคาร ไม่มีผลต่อการคำนวณค่า การถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารใด ๆ

-ความร้อนที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิจากพื้นภายใน ฝ้าภายใน และผนังภายใน เป็นความร้อนที่เกิดขึ้นจากตัวสถาปัตยกรรม แต่เป็นส่วนซึ่งเป็นองค์ประกอบภายในที่ไม่โดนแดดโดยตรง ไม่มีผลต่อการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารใดๆ

-ความร้อนที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อนของผนังหน้าต่างกระจกด้านนอก ที่เกิดขึ้นจากตัวสถาปัตยกรรมและมีผลต่อการหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

-ความร้อนที่เกิดจากการถ่ายเทความร้อนของผนังที่ปิดด้านนอกและหลังคา เป็นความร้อนที่เกิดขึ้นจากตัวสถาปัตยกรรม และมีผลต่อการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารเช่นกัน

-ความร้อนที่เกิดจากคนและเครื่องใช้ไฟฟ้า ความร้อนส่วนนี้ไม่ใช่ผลที่เกิดจากตัวสถาปัตยกรรมเป็นต้นเหตุ ไม่มีผลต่อการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร



ภาพที่ 2.2 แสดงทิศทางการโคจรของดวงอาทิตย์ SUN CHART กับที่ตั้งโครงการ

ที่มา : กองอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ, คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร, (กรุงเทพ ฯ : กองอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาส่งเสริมพลังงาน, 2536) หน้า 7

¹ สมสิทธิ์ นิตยะ, อิทธิพลจากภายนอกต่อการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน, วารสารสถาปัตย กรรม อาษา, เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ปัจจัยทางด้านภาวะสบายของมนุษย์กับ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

2.4.1 ภาวะสบายของมนุษย์

การพิจารณาความสบายจึงเป็นการพิจารณาระหว่างมนุษย์กับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเป็นหลัก ดังนั้นจึงควรพิจารณาองค์ประกอบที่สำคัญของมนุษย์ ซึ่งร่างกายของมนุษย์เราเปรียบเทียบกับเสมือนพฤติกรรมของเครื่องจักรทั่วไป อันเปรียบได้กับเครื่องทำความร้อน พลังงานสำหรับร่างกายมนุษย์มาจากอาหาร ภายในร่างกายจะมีการถ่ายเทความร้อนกับสิ่งแวดล้อมอยู่ตลอดเวลา เพื่อรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้อยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส¹ แต่ร่างกายคนเราใช้พลังงานประมาณ 20 % เท่านั้น ที่เหลือจะถูกขับออกมาเป็นพลังงานความร้อนมากถึง 80 % เพื่อรักษาอุณหภูมิภายในคงที่ โดยการหายใจออกจากการระเหยของน้ำในปอดและโดยการพา หรือการแผ่รังสีความร้อนจากร่างกาย การสร้างสภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้²

- อุณหภูมิโดยรอบ
- ความชื้น
- ความเร็วลม
- การแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนระหว่างตัวเรากับสภาพแวดล้อม

จากสภาพทั้ง 4 ประเภท หากมีความเหมาะสมจะทำให้เกิดสภาวะสบาย (THERMAL COMFORT) ได้ โดยปกติจะเกิดในช่วงซึ่งเรียกว่า “เขตความสบาย” (COMFORT ZONE) การบ่งบอกเขตความสบายของอุณหภูมิสามารถบอกได้จาก “มาตรฐานความสบายทางอุณหภูมิ” (COMFORT ZONE SCALES)

สำหรับอุณหภูมิสบายของเขตกรุงเทพมหานครสามารถนำผลกระทดลอง โดย Webb ที่ใช้สำหรับประเทศสิงคโปร์ที่เสนอแนะไว้คือ 25.6 องศาเซลเซียส ECI.มาใช้ สำหรับขีดความสบายที่ได้ผลดีที่สุดและ 27.7 องศาเซลเซียส ECI. สำหรับขีดสูงสุดของความสบาย³

แต่ทั้งนี้สภาวะที่มนุษย์รู้สึกสบายนั้นอยู่ในเงื่อนไขสภาพแวดล้อมที่กว้างมิใช่แต่สภาวะใดสภาวะหนึ่งเท่านั้นที่คนเราจะรู้สึกสบาย ในสภาพแวดล้อมอุณหภูมิเหมือนกันบุคคลหนึ่งอาจรู้สึกว่าการกำลังสบายแต่อีกคนหนึ่งอาจรู้สึกว่าจะไม่สามารถทนอยู่ได้ ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างในอัตราการเผาผลาญของร่างกาย (Metabolism) ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงจากอัตราการเคลื่อนไหว การทำงาน สภาพร่างกาย สุขภาพ อายุ ความเหนื่อยล้าและปัจจัยทางด้านวัฒนธรรมและจิตวิทยา

¹ ปรีชญา รังสิรักษ์, แนวความคิดในเรื่องความสบาย, (กรุงเทพฯ:สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์) หน้า 15

² เรื่องเดียวกัน หน้า 8

³ เรื่องเดียวกัน หน้า 30

2.4.2 ปัจจัยทางด้านภาวะสบายของมนุษย์ กับการพิจารณา พระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

ผลกระทบของปัจจัยทางด้านภาวะสบายที่มีผลกระทบกับสูตรการคำนวณโดยตรง ไม่มีการกำหนดไว้ แต่มีผลกระทบทางด้านการทราบช่วงเวลาที่เกิดภาวะเกินขีดความสบายของมนุษย์ ที่เกิดจากสภาพอากาศสูงเกินความต้องการของมนุษย์ เช่น อุณหภูมิของอากาศ ความชื้น กระแสลม และการแผ่รังสีความร้อน เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาความร้อนโดยการออกแบบ อาคารให้มีการป้องกันในช่วงเวลาดังกล่าว

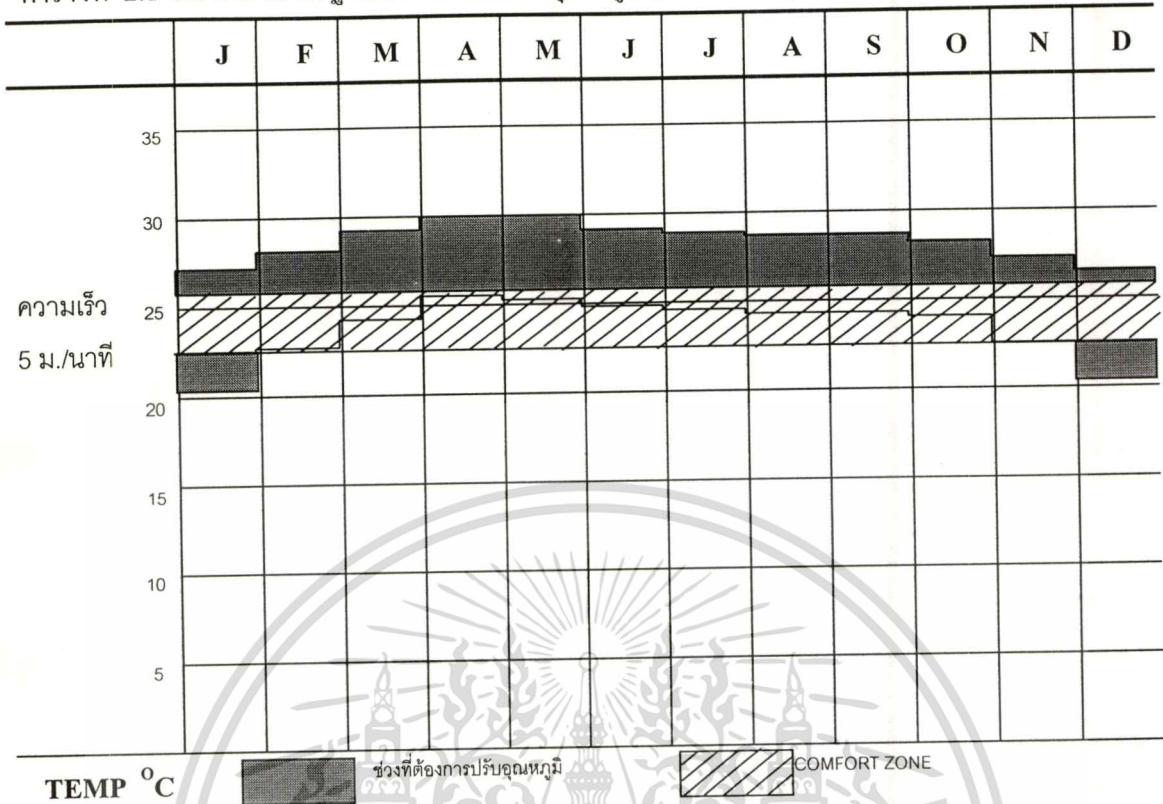
มาตรฐานความสบาย (THERMAL COMFORT SCALE)¹ โดยการใช้ THE EFFECTIVE TEMPERATURE (E.T.) ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานประการหนึ่งที่กำหนดช่วงเวลาที่ ต้องป้องกันความร้อนเมื่อสภาพอุณหภูมิของอากาศ (E.T.)² สูงเกินขีดความสบาย โดยแสดงเป็น ค่าตัวเลขที่เกิดขึ้นจาก การรวมอุณหภูมิของอากาศ ความชื้น และการเคลื่อนไหวของอากาศ ให้ เป็นรูปลักษณะเดียวกันด้วย EFFECTIVE TEMPERATURE NOMOGRAM และได้พัฒนาค่า มาตรฐานให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นด้วยการใช้ค่า GLOBE THERMOMETER ที่มีค่าอุณหภูมิของการ แผ่รังสีหรือการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสภาพแวดล้อมรวมอยู่ใน NOMOGRAM แทนที่ที่มี เฉพาะค่าอุณหภูมิของอากาศซึ่งค่าที่ได้เรียกว่า CORRECTED EFFECTIVE TEMPERATURE (C.E.T)

จากการคำนวณหาค่าความสบายของสภาพอากาศในกรุงเทพมหานครด้วย EFFECTIVE TEMPERATURE พบว่าช่วงที่สภาพอากาศอยู่ในสภาวะสบาย มีค่าอยู่ที่ 22.7-25.7 (E.T) แต่ส่วนใหญ่แล้วสภาพอากาศเกินขีดความสบายเกือบตลอดปี โดยจะอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม ทั้งนี้คำนวณจากสภาพอากาศที่มีความเร็วลม 5 เมตร/นาทึ ซึ่งเป็นความเร็วลมที่ไม่สามารถสัมผัส ได้ ดังนั้นในช่วงเวลาที่สภาพอากาศเกินขีดความสบายจึงสมควรที่จะจัดเตรียมการป้องกันสภาพ ภายนอกอาคารต่าง ๆ ให้สภาพภายในอาคารอยู่ในขีดความสบาย

¹ ปรีชญา รังสิริรักษ์, แนวความคิดในเรื่องความสบาย, (กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์) หน้า 15



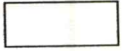
² ตรึงใจ บูรณสมภพ, การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย, (กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปกร. 2521 หน้า 38

ตารางที่ 2.1 แสดงค่ามาตรฐานความสบายทางอุณหภูมิ (E.T.)ของกรุงเทพมหานครเป็นรายเดือน



ตารางที่ 2.2 แสดงค่ามาตรฐานความสบายทางอุณหภูมิ (E.T.)ของกรุงเทพมหานครเป็นรายชั่วโมง

เวลา	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
6:00	20.4	22.8	24.2	25.3	25.1	24.9	24.5	24.2	24.2	24	22.7	20.2
8:00	21.2	23.3	24.7	25.6	25.6	25.3	25	24.6	24.6	24.4	23.2	20.9
10:00	24.1	25.7	26.8	27.8	27.7	27.2	26.9	26.6	26.6	26.4	25.5	23.9
12:00	26	27	28.2	29	29	28.4	28.2	28	28	27.6	26.9	25.8
14:00	27	27.9	28.8	29.8	29.8	29	28.8	28.6	28.6	28.3	27.6	26.7
16:00	26.5	27.4	28.5	29.4	29.4	28.6	28.4	28.3	28.3	27.9	27.2	26.3
18:00	24.9	26.2	27.3	28.2	28.3	27.8	27.5	27.2	27.2	26.9	26	24.6
20:00	23.3	25	26.3	27.2	27.2	26.7	26.4	26.3	26.3	26	25	23.1
22:00	22.5	24.4	25.7	26.5	26.5	26.2	26	25.6	25.6	25.3	24.3	22.3
24:00	21.8	24	25.2	26.1	26.1	25.8	25.5	25.1	25.1	24.9	23.8	21.7
2:00	21.4	23.5	24.9	25.8	25.8	25.4	25.1	24.8	24.8	24.6	23.4	21.2
4:00	20.9	23.2	24.4	25.3	25.3	25.1	24.7	24.4	24.4	24.3	23	20.6

 ช่วงเวลาที่อยู่ใน COMFORT ZONE
  ช่วงที่ต้องการปรับอุณหภูมิ
  ช่วงเวลาที่อุณหภูมิต่ำกว่า COMFORT ZONE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การพิจารณาพื้นที่ใช้สอยที่เหมาะสม ของอาคารประเภท “อาคารสูงสำนักงาน” ในพื้นที่ตัวอย่างศึกษา

เขตกรุงเทพมหานคร

3.1 การพิจารณาเลือกที่ตั้งโครงการ

ในการพิจารณาถึงข้อกำหนดทางด้านผังเมือง เขตห้วยขวางมีความเหมาะสมในเบื้องต้น ทั้งนี้เนื่องจากตั้งในเขตที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลางและหนาแน่นมาก¹ สามารถสร้างอาคารขนาดใหญ่ได้ รวมทั้งมีกฎหมายเฉพาะเขตที่สามารถใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษาได้เป็นอย่างดี รวมทั้งทางด้านเทศบัญญัติที่เกี่ยวข้องกับอาคารสูง

3.1.1. รายละเอียดเกี่ยวกับที่ตั้งโครงการ

3.1.1.1 ขนาดที่ดิน มีขนาดประมาณ 11,953.50 ตร.ม. หรือประมาณ 7.47 ไร่

3.1.1.2 อาณาเขต

ทิศเหนือ ติดพื้นที่ว่างให้เช่าจัดงานเทศกาลสินค้าประเภทต่าง ๆ เป็นครั้งคราว บ้านพักอาศัยและศูนย์จำหน่ายรถยนต์

ทิศตะวันออก ติดถนนรัชดาภิเษก บริเวณฝั่งตรงข้ามเป็นที่ตั้งของสวนอาหารวังแก้ว

ทิศตะวันตก ติดบ้านพักอาศัยเก่าและบ้านเป็นหลัง ๆ มีรั้วรอบถนนสาธารณะกว้างประมาณ 8 เมตร ซิโครั้วของสถานทูตจีน

ทิศใต้ ติดสถานทูตจีน มีรั้วอิฐบล็อกสูงประมาณ 3 เมตร และมีแนวต้นไม้สูงใหญ่ อยู่ซิดิรั้วของสถานทูตจีน

3.1.1.3 สภาพที่ดิน ปัจจุบันเป็น โกดังและเต็นท์สำหรับจัดจำหน่าย

หินอ่อน และหินแกรนิตชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นลักษณะสิ่งปลูกสร้างชั่วคราวสามารถรื้อถอนได้ง่าย

3.1.1.4 ราคาที่ดิน ตามการประเมินของสำนักงานประเมินทรัพย์สินกำหนด

ราคาไว้ ตารางวาละ 480,000 บาท

¹ พระราชบัญญัติ การผังเมือง
เอกสารนี้พระราชบัญญัติ การผังเมือง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2. การสัญจรและการเข้าถึง มีถนนเข้าสู่โครงการ 4 สายด้วยกันคือ

3.1.2.1 ถนนรัชดาภิเษก เป็นถนนขนาด 8 ช่องทางจราจร มีเกาะกลางถนนและทางเท้าทั้ง 2 ข้าง ถนนสายนี้เชื่อมต่อกับถนนลาดพร้าว ถนนพหลโยธิน และถนนวิภาวดีรังสิต ทำให้การสัญจรถึงกันโดยสะดวกและรวดเร็ว

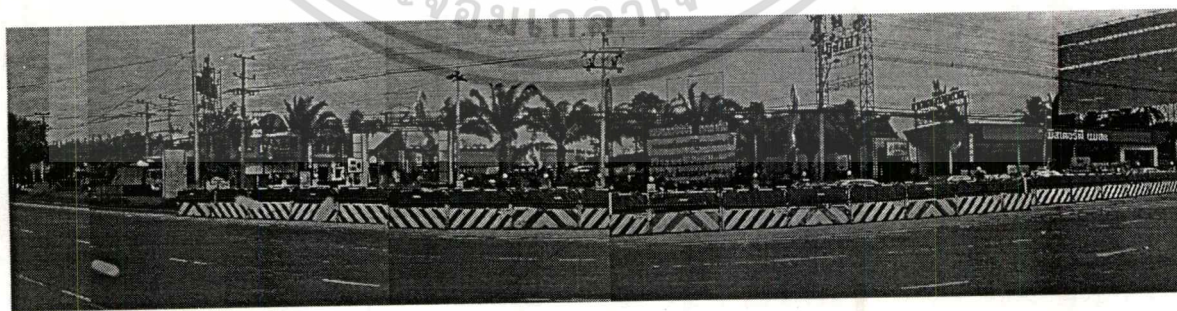
3.1.2.2 ถนนอโศก เป็นถนนขนาด 6 ช่องทางจราจร มีเกาะกลางถนนและทางเท้าทั้ง 2 ข้าง รองรับการสัญจรจากถนนสุขุมวิทและถนนเพชรบุรี เข้าสู่ที่ตั้งโครงการ

3.1.2.3 ถนนพระรามที่ 9 เป็นถนนขนาด 6 ช่องทางจราจร มีเกาะกลางและถนนทางเท้าทั้ง 2 ข้าง ถนนสายนี้เชื่อมระหว่างสี่แยก อสมท. ซึ่งจะมีปัญหาด้านการจราจรในช่วงโมงเร่งด่วนแต่สามารถรองรับการสัญจรจากชุมชนย่านรามคำแหง หัวหมาก บางกะปิ เข้าสู่โครงการได้ดี

3.1.2.4 ถนนอโศก-ดินแดง เป็นถนนขนาด 6 ช่องทางจราจร มีเกาะกลางและถนนทางเท้าทั้ง 2 ข้าง ถนนสายนี้รองรับการสัญจรจากประตูน้ำและอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ

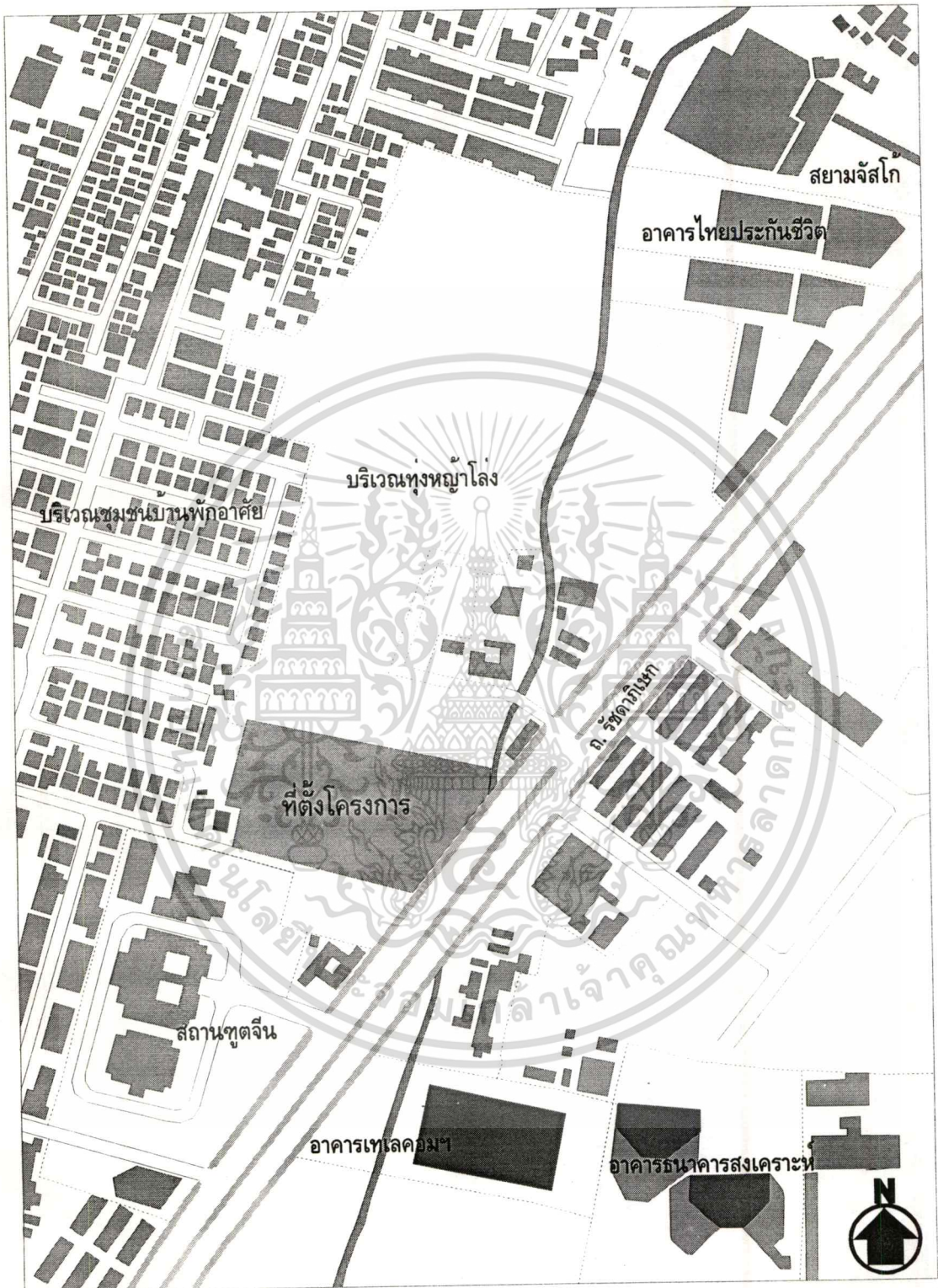
3.1.3. สภาพแวดล้อมและความเหมาะสมของที่ตั้ง

ระบบถนนมีเกาะกลาง บริเวณหน้าโครงการมีต้นไม้ร่มรื่น ซึ่งจะช่วยให้บริเวณที่ตั้งโครงการดูดี บริเวณรอบ ๆ โครงการส่วนใหญ่ จะเป็นสวนอาหารและบ้านพักอาศัย มีห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงถึง 3 โครงการ และมีอาคารสำนักงานอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน 3 โครงการ ความหนาแน่นของชุมชนมีไม่มากนัก



ภาพที่ 3.1 แสดงภาพถ่ายบริเวณที่ตั้งโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แสดงผังบริเวณที่ตั้งโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การวิเคราะห์ทางด้านกฎหมายผังเมืองและกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร ที่สามารถก่อสร้างอาคารได้พื้นที่สูงสุด

จากการพิจารณาเลือกพื้นที่เขตห้วยขวาง ช้างสถานทูตจีน เป็นบริเวณที่จะทำการศึกษากรณีตัวอย่าง ตามลักษณะของเมืองที่ควรจะเป็นไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ ด้านผังเมือง และความเหมาะสมในด้านสาธารณูปโภคต่าง ๆ ตามที่ได้พิจารณาแล้วนั้น ปัจจัยในการพิจารณาประการต่อมาคือ ปัจจัยทางด้านกฎหมายผังเมือง และปัจจัยทางด้านกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร ที่จะเป็นการกำหนดขนาดพื้นที่อาคาร ความสูง ระยะเว้นรอบอาคาร เพื่อจะเป็นกรอบในการพิจารณาปัจจัยที่สำคัญในด้านการออกแบบให้สอดคล้องกับกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน

3.2.1 ปัจจัยทางด้านกฎหมายผังเมือง

3.2.1.1 ข้อกำหนดการจัดแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ตั้งโครงการที่ตั้งโครงการบริเวณห้วยขวาง อยู่ในบริเวณพื้นที่แถบสีแดง ซึ่งเป็นที่ดินประเภทเพื่อการพาณิชย์กรรมได้ทุกประเภทร่วมกับสถานที่ราชการ โดยห้ามทำโรงงาน (เว้นอุตสาหกรรมบริการและอุตสาหกรรมครัวเรือนที่ไม่ก่อเหตุรำคาญ และไม่เป็นมลพิษ) คลังเชื้อเพลิง ปัมป์ก๊าซ คลังวัตถุระเบิด โรงเลี้ยงสัตว์ สุสาน และโรงขยะ แต่กีดฝนให้กระทำการอื่นได้อีกร้อยละ 10

3.2.1.2 ข้อกำหนดควบคุมการก่อสร้างเฉพาะในบางพื้นที่ของกรุงเทพฯ ที่ตั้งโครงการ (ห้วยขวาง) ตั้งอยู่ในบริเวณถนนรัชดาภิเษก (ซึ่งอยู่ในประเภทป้องกันปัญหาจราจรในถนนทั้งหมด 21 สาย) โดยเริ่มตั้งแต่สองฟากของถนนรัชดาภิเษก ตั้งแต่ทางแยกตัดกับถนนนอศอกและถนนเลียบคลองสามเสนฝั่งเหนือไปจนถึงถนนวิภาวดีรังสิต ข้อกำหนดคือ 15 ม. จากแนวถนนทั้งสองฟากห้ามก่อสร้างห้องแถว ตึกแถว อาคารขนาดใหญ่ โรงแรม ศูนย์การค้า คลังสินค้า โรงงานอุตสาหกรรม หรือตัดแปลงอาคารใด ๆ ให้เป็นอาคารดังกล่าว หรือหมายถึงการสร้างได้เฉพาะบ้านเดี่ยวเท่านั้น

3.2.2 การวิเคราะห์ทางด้านกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร

3.2.2.1 ข้อกำหนดทางด้านพื้นที่ว่าง

อาคารพาณิชย์ โรงงานอุตสาหกรรมและอาคารสาธารณะซึ่งไม่ได้เป็นที่พักอาศัย ให้มีที่ว่างอยู่ 1 ใน 10 ส่วนของพื้นที่แต่ถ้าใช้เป็นที่พักอาศัยให้มีที่ว่างอยู่ 3 ใน 10 ส่วนของพื้นที่ (ข้อบัญญัติ กทม. 2522 ข้อ 76)

3.2.2.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับระยะร่นของอาคาร

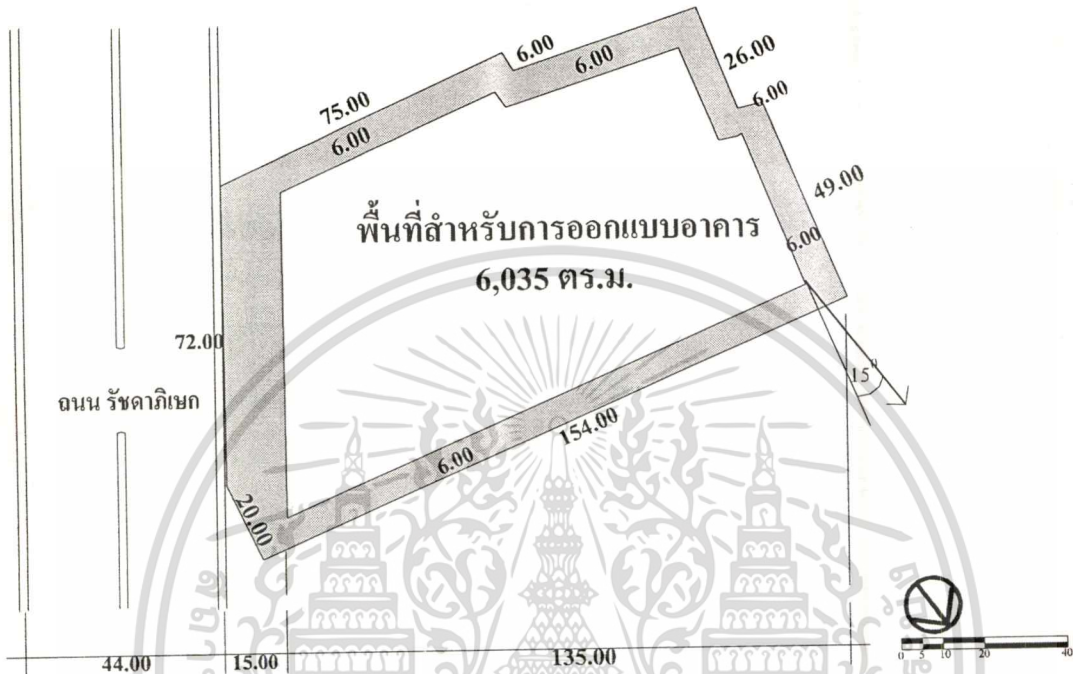
- 1) ห้ามมิให้ปลูกสร้างอาคารสูงกว่าระดับพื้นดินเกิน 2 เท่าของระยะจากผนังด้านหน้าอาคารจรดแนวถนนฟากตรงข้าม (ข้อบัญญัติ กทม. 2522 ข้อ 72)
- 2) อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษต้องมีถนน หรือที่ว่างปราศจากสิ่ง

ปกคลุมโดยรอบอาคารกว้างไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร และระดับเพลิงสามารถเข้าออกได้สะดวก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

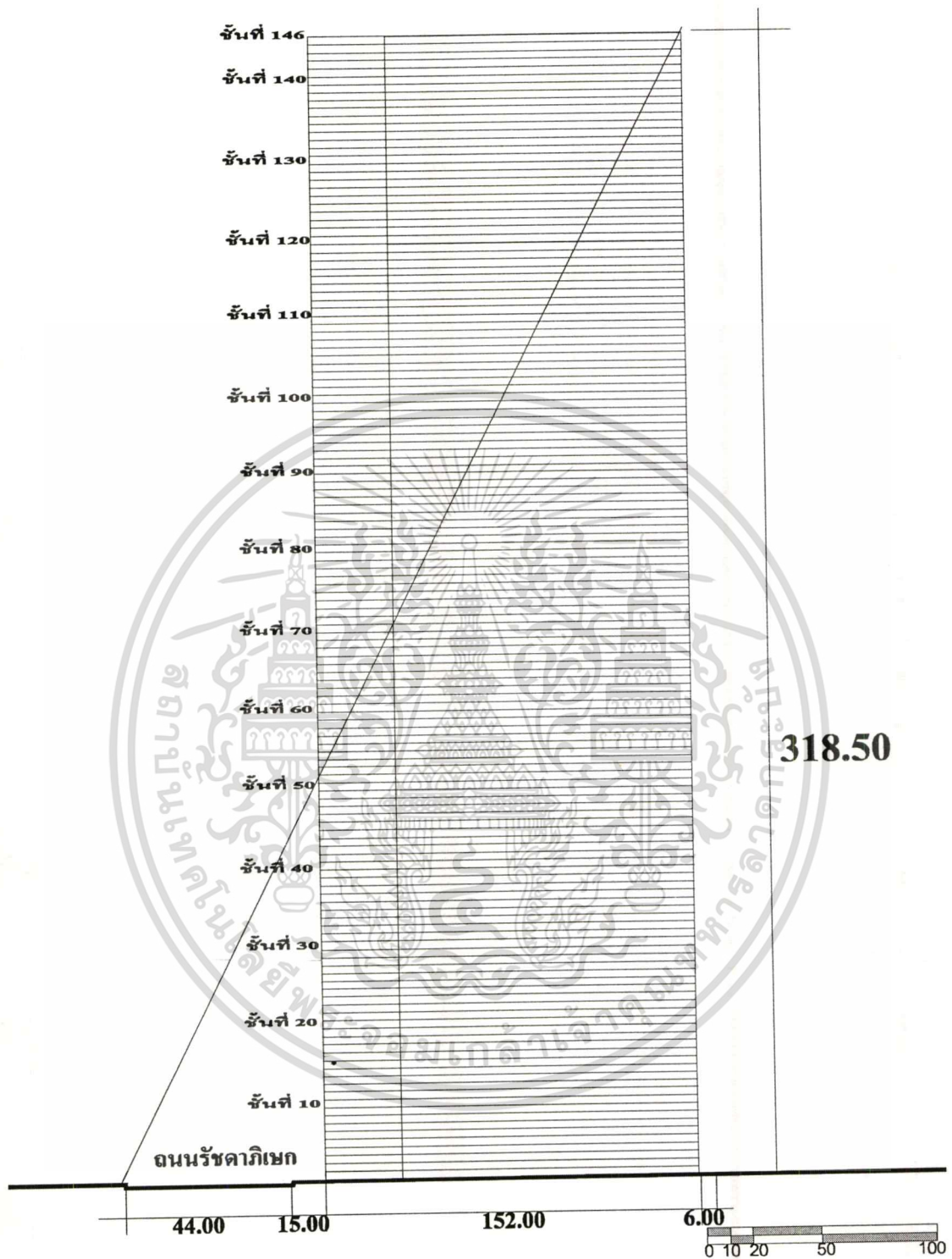
3) พื้นหรือผนังอาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษต้องห่างเขตที่ดินของผู้
อื่นและถนนสาธารณะไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร

จากข้อมูลทางกฎหมายทั้ง 3 ข้อ สามารถกำหนดรูปแบบผังอาคารและรูปแบบความสูง
อาคาร คิดเป็นพื้นที่อาคารที่สามารถสร้างได้เต็มพื้นที่ คือ 6,035 ตารางเมตร (ภาพที่ 3.3)



ภาพที่ 3.3 แสดงแบบพื้นที่ผังอาคาร ตามกฎหมายระยะร่น 15 ม. และที่ว่างรอบอาคาร 6 ม.

ในการพิจารณารูปแบบอาคารสำหรับกฎหมายทั้ง 3 ข้อ และพื้นที่ต่อชั้น 6,035
ตารางเมตร กำหนดระยะชั้นระหว่างพื้นถึงพื้นเท่ากับ 3.50 เมตร โดยเผื่อระยะแปรเปลี่ยนภายใน
ฝ้าเพดานสำหรับระบบวิศวกรรมงานท่อและโครงสร้างคานพื้นไว้ที่ระยะ 1.10 เมตร และจาก
กฎหมายพื้นที่ใช้งานในส่วนสำนักงานถ้าเป็นระบบปรับอากาศ จะต้องมียุ่ระยะพื้นถึงฝ้าเพดาน
(ข้อบัญญัติ กทม. 2522 ข้อ 36) เท่ากับ 2.40 เมตร คิดเป็นจำนวนชั้นตามการประมาณในเบื้องต้น
ได้ประมาณ 91 ชั้นจากระดับดิน ความสูงที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อกำหนดในเบื้องต้นเท่ากับ
318.50 เมตร (ภาพที่ 3.4)



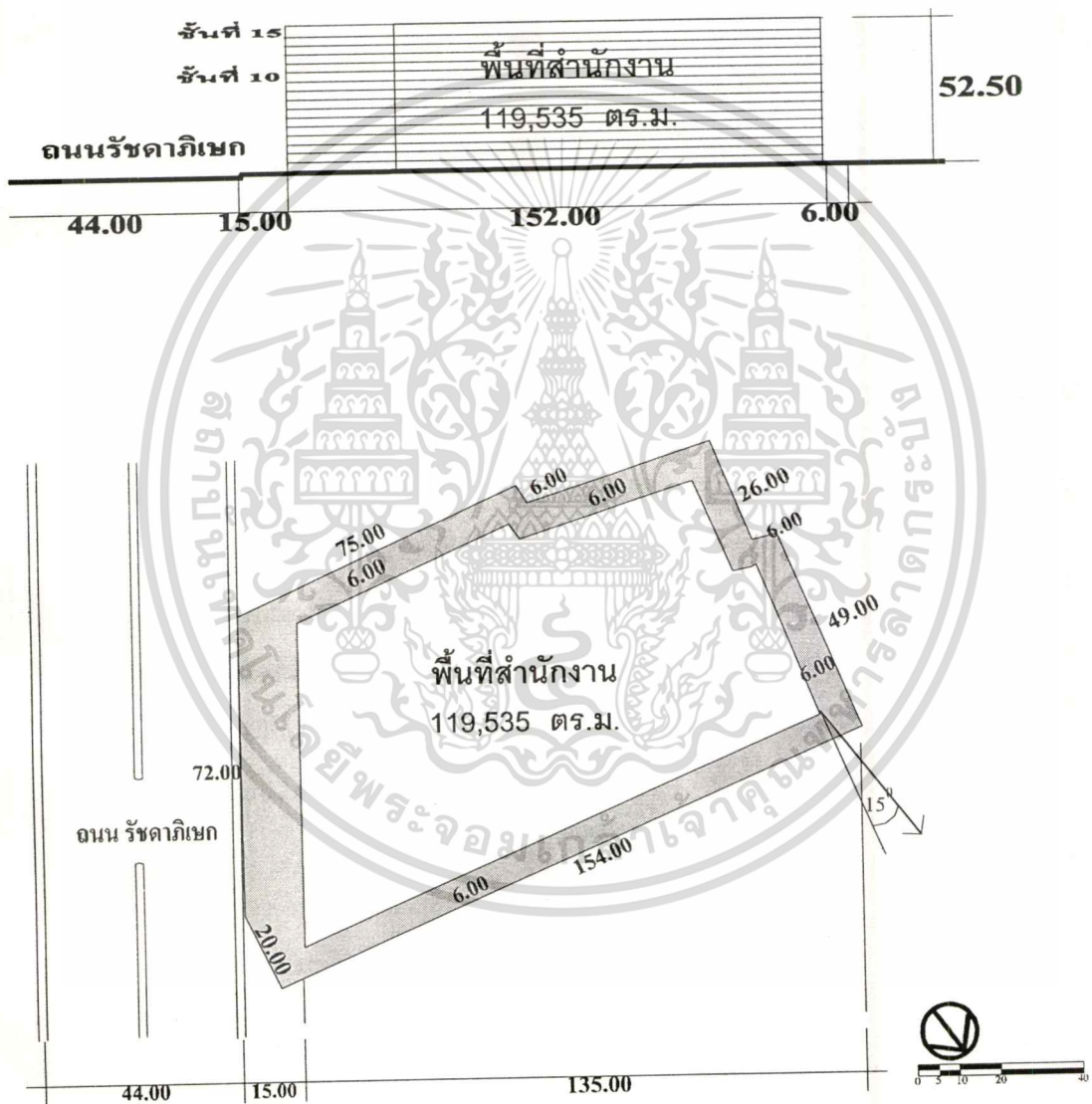
ภาพที่ 3.4 แสดงรูปแบบอาคาร ตามกฎหมายระยะร่น 2 เท่าของถนน และการเว้นระยะ
รอบอาคาร 6 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.3 ข้อกำหนดเกี่ยวกับ F.A.R.

อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ ต้องมีค่าสูงสุดของอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมทุกชั้นต่อพื้นที่ดินของอาคารทุกหลังที่ก่อสร้างขึ้นในที่ดินแปลงเดียวกัน ไม่เกิน 10 ต่อ 1

พื้นที่โครงการทั้งหมด 11,953.50 ตร.ม. ดังนั้นสามารถสร้างอาคารรวมพื้นที่ทุกชั้นได้ 119,535.00 ตร.ม. (ภาพที่ 3.5)



ภาพที่ 3.5 แสดงรูปแบบอาคารที่ออกแบบจาก F.A.R. 10 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.4 ข้อกำหนดเกี่ยวกับพื้นที่ในส่วนสำนักงานที่มีผลต่อที่จอดรถ อันเนื่อง
จากกฎหมาย

1) สำนักงานให้มีที่จอดรถยนต์ไม่น้อยกว่า 1 คันต่อพื้นที่ 60 ตร.ม. เศษ
ของ 60 ตร.ม. ให้คิดเป็น 60 ตร.ม. (กฎกระทรวง ฉบับที่ 7 พ.ศ. 2517)

2) ที่จอดรถยนต์ 1 คัน ต้องเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้างไม่น้อยกว่า 2.50 ม.
ยาวไม่น้อยกว่า 5.50 ม. โดยต้องทำเครื่องหมายแสดงลักษณะขอบเขตของที่จอดรถยนต์ไว้ชัดเจน (กฎกระทรวง ฉบับที่ 7 พ.ศ. 2517)

เนื่องจากการศึกษาในช่วงต้นนี้ยังไม่ทราบพื้นที่ของอาคารสำนักงาน ดังนั้น
การคิดข้อมูลเปรียบเทียบสัดส่วนพื้นที่สำหรับที่จอดรถกับพื้นที่สำนักงาน โดยรวมอย่างมี
ประมาณในขั้นต้นนี้เพื่อประโยชน์ในการหารูปแบบอาคารและพื้นที่โดยประมาณอันเกิดจากการ
คิดที่จอดรถกับพื้นที่สำนักงาน จำนวนที่จอดรถจะเป็นสัดส่วนกับพื้นที่สำนักงานตามกฎหมาย
ดังนี้คือ 60 ตารางเมตรต่อคัน พื้นที่สำหรับที่จอดรถ 1 คัน คิดเป็น 13.20 ตารางเมตร ในการคิด
พื้นที่เพื่อการเปรียบเทียบต้องรวมเส้นทางสัญจร ซึ่งคิดเป็น 30% ของพื้นที่ เพราะฉะนั้นพื้นที่ใน
ส่วนที่จอดรถคิดเป็น 17.16 ตารางเมตร (ภาพที่ 3.6)

พื้นที่อาคารทั้งหมด (ตามการคิด F.A.R.) คิดเป็น = 119,535 ตารางเมตร

ดังนั้นมีที่สำหรับจอดรถได้ประมาณ = 119,535/17.16

= 1,545 คัน

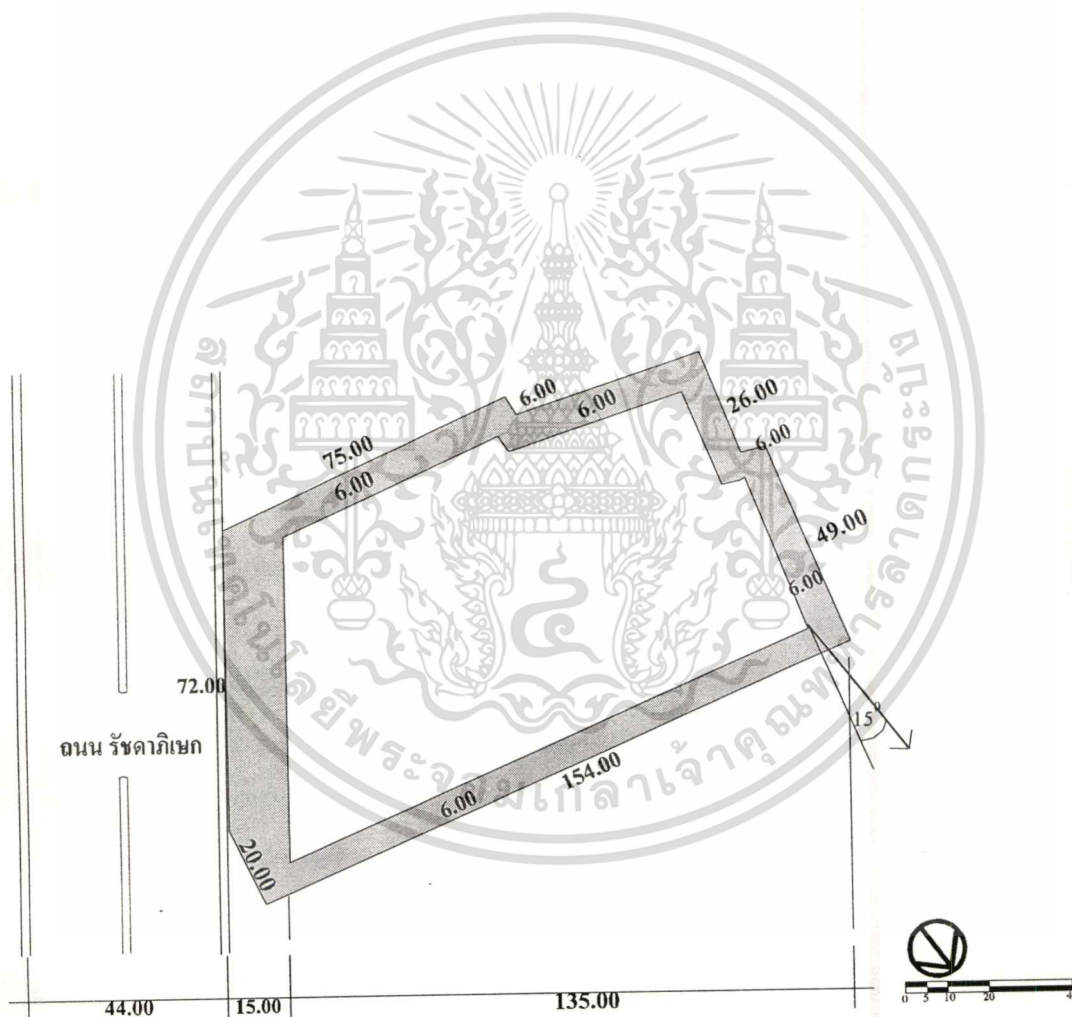
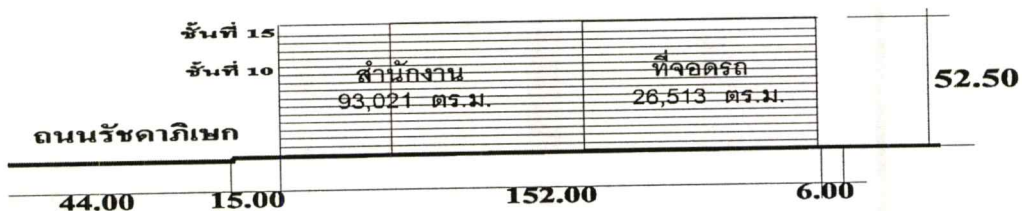
จำนวนรถ 1,545 คัน คิดเป็นพื้นที่สำหรับที่จอดรถยนต์ = 1,545 x 17.16

= 26,513.00 ตารางเมตร

พื้นที่ในส่วนสำนักงาน คิดเป็น = 119,535 - 26,513

= 93,021.80 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.6 แสดงรูปแบบอาคารที่แสดงพื้นที่อาคารที่สัมพันธ์กับกฎหมายที่จอดรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การพิจารณาเลือกขนาดสัดส่วนอาคาร (พื้นฐาน) ที่เหมาะสม

ในกระบวนการออกแบบโดยทั่วไป การพิจารณาทิศทางและการวางตำแหน่งอาคาร อาจสามารถทำได้ก่อนการพิจารณาปัจจัยอื่น¹ แต่ในกระบวนการที่สอง คือ การพิจารณาด้านรูปร่างอาคาร ในการศึกษาสำหรับการออกแบบในพื้นที่โครงการใหม่ มีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้สามารถทราบถึง รูปแบบอาคารใดที่สามารถประหยัดพลังงานได้มากที่สุดสำหรับที่ตั้งโครงการนั้น ๆ ซึ่งเมื่อได้ทำการพิจารณาเลือกรูปร่างอาคารได้แล้ว ก็จะทำการพิจารณาในขั้นตอนการศึกษาอื่นๆเป็นกระบวนการต่อไป

ในการพิจารณาเลือกรูปแบบอาคารสำหรับพื้นที่และการใช้งานในด้านต่าง ๆ สามารถทำได้หลายวิธีและหลายจุดประสงค์ โดยทั่วไปรูปแบบผังอาคารสูงประกอบไปด้วยหลายรูปแบบ ที่ก่อสร้างอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปทรงตั้งแต่สี่เหลี่ยมเป็นต้นไป รูปทรงกลม รูปทรงอิสระ รูปทรงปิรามิด เป็นต้น จากรูปทรงอาคารในปัจจุบันที่มีหลากหลาย การพิจารณาเลือกใช้รูปทรงพื้นฐานสี่เหลี่ยม 2 ชนิด² ได้แก่สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า เนื่องจากได้มีการออกแบบและก่อสร้างในปัจจุบันอยู่เป็นจำนวนมาก

เนื่องจากที่ตั้งโครงการถูกกำหนดด้วยปัจจัยหลักเบื้องต้น คือ อัตราส่วนพื้นที่ในการก่อสร้างอาคารกับที่โล่งว่าง (119,535 ตารางเมตร) , ระยะเว็นรอบอาคาร 6 เมตร , ความสูงของอาคารที่กำหนดให้ตามกฎหมายเท่านั้น การเลือกขนาดรูปร่างของอาคารลงในพื้นที่โครงการสามารถทำได้หลายขนาด และหลายทิศทาง ซึ่งการเลือกขนาดอาคารที่ไม่เท่ากัน จะสามารถทำให้การเปรียบเทียบข้อมูลในการพิจารณาปัจจัยอื่นผิดพลาดได้ รวมถึงขนาดอาคารที่เมื่อเลือกแล้วบางรูปทรงจะไม่สามารถพิจารณาร่วมกับปัจจัยทางด้านการวางตำแหน่งของอาคารกับปัจจัยในด้านอื่น ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นด้านทิศทางแสง และลม เป็นต้น

ดังนั้นการวางกรอบการพิจารณา เพื่อกำหนดปัจจัยเบื้องต้น สำหรับการรูปแบบอาคารที่เหมาะสม ซึ่งมีปัจจัยที่สำคัญดังนี้

- สัดส่วนพื้นที่อาคารต่อพื้นที่เท่ากัน
- สามารถหันอาคารได้ทุกทิศทาง

จากการกำหนดปัจจัยด้านพื้นที่เท่ากันของผังอาคารทั้ง 2 แบบ เพื่อให้ขนาดอาคารที่กำหนดในผังโครงการสามารถหันอาคารได้ทุกทิศทาง จำเป็นต้องพิจารณารูปทรงทั้ง 2 แบบในขนาดที่มีพื้นที่ต่อพื้นที่เท่ากันและขนาดความยาวสูงสุดของอาคาร (เมื่อการวางรูปทรงอาคารส่งผล

¹ ธนิต จินดาวนิก. พลังงานกับการออกแบบสถาปัตยกรรม เอกสารประกอบคำสอน, ตอนที่ 4-5, หน้า 3. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถาปัตยกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

² ธิตพัฒน์ ประทานทรัพย์, นำชัย แดงอ่อน. การศึกษาอาคารสำนักงานให้เช่า. รายงานสถาปัตยกรรม 3.

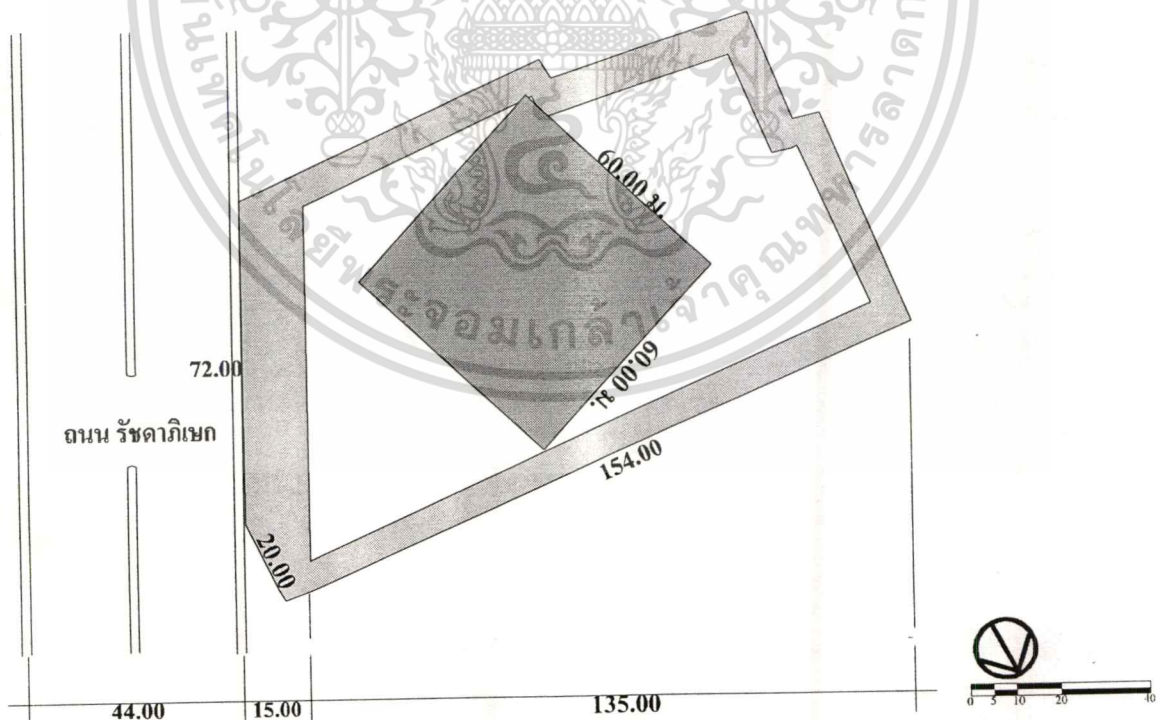
ทำให้เกิดขนาดความยาวสูงสุดของอาคารที่ยาวมากกว่าความยาวปกติของอาคารนั้นๆ) จะสามารถพิจารณาจากแกน(ความยาวสูงสุด)ของรูปแบบอาคาร ที่ทำการพิจารณา ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น ได้ 2 ลักษณะคือ

- 1) รูปร่างผังอาคารมีรูปแบบเดียว เมื่อทราบพื้นที่ต่อชั้นชัดเจนคือ สี่เหลี่ยมจตุรัส
- 2) รูปร่างผังอาคารมีหลายรูปแบบ เมื่อทราบพื้นที่ต่อชั้นชัดเจนคือ กับรูปทรงสี่เหลี่ยม

ผืนผ้า

3.3.1 การพิจารณารูปร่างผังอาคารมีรูปแบบเดียว เมื่อทราบพื้นที่ต่อชั้นชัดเจน

ขนาดความแคบสุดของพื้นที่ที่สามารถออกแบบได้จากกระยะรัน 15 เมตร และการเว้นรอบอาคาร 6 เมตร คือ ขนาดความกว้าง 96 เมตร ในส่วนความยาวสุดคือ 250 เมตร ขนาดอาคารที่มีผลต่อการกำหนดที่สำคัญคือ รูปทรงสี่เหลี่ยมจตุรัส ที่มีด้านเท่ากันทุกด้าน มีขนาดความยาวที่สุดของผังคือ เส้นแทยงมุม ซึ่งขนาดเส้นแทยงของผัง สี่เหลี่ยมจตุรัสที่สามารถลงในพื้นที่ได้คือ เส้นแทยงมุมที่มีความยาวไม่เกิน 96 เมตร ซึ่งการพิจารณาในเบื้องต้นเลือกใช้พื้นที่ 3,600 ตารางเมตร จะได้พื้นที่สี่เหลี่ยมจตุรัสที่มีขนาดเส้นแทยงมุม ความยาว 86 เมตร ที่สามารถกำหนดลงในพื้นที่แล้วสามารถเลื่อนหรือวางในทิศทางใดก็ได้คือ พื้นที่อาคาร 3,600 ตารางเมตร จำนวนชั้นอาคาร 34 ชั้น ความสูงของอาคารจึงอยู่ที่ 119 เมตร



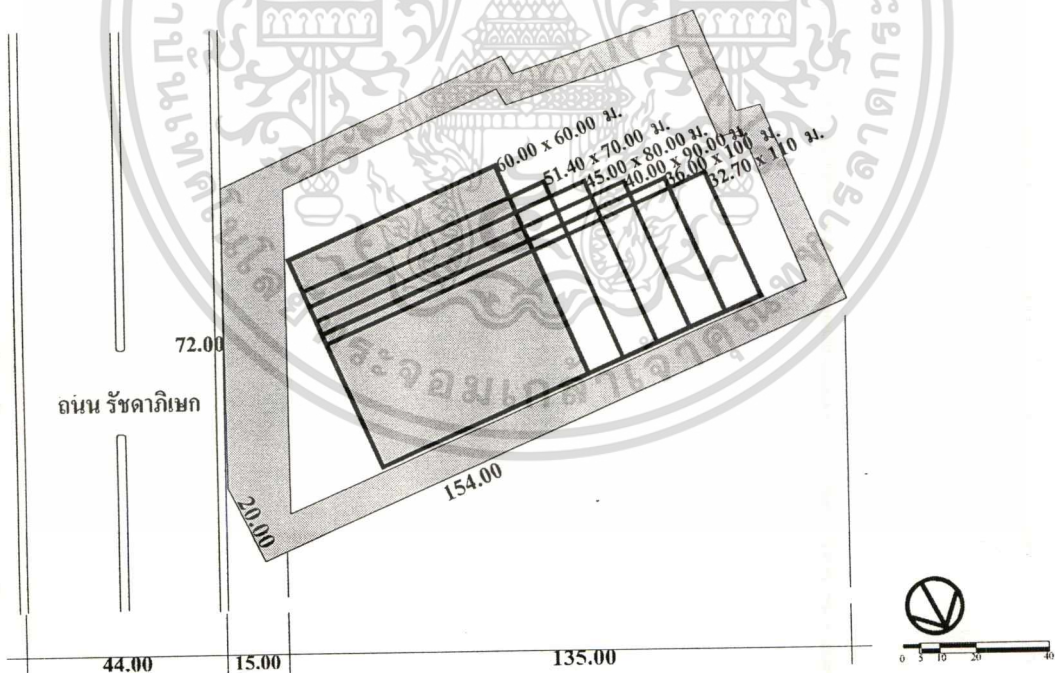
ภาพที่ 3.7 แสดงรูปแบบผังสี่เหลี่ยมจตุรัส ที่สามารถกำหนดลงในพื้นที่แล้วสามารถเลื่อนหรือวางในทิศทางใดก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การพิจารณา รูปร่างผังอาคารมีได้หลายรูปแบบ จากขนาดพื้นที่เดียวกัน

สัดส่วนของผังอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า สามารถพิจารณาได้ตั้งแต่ รูปทรง ผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 60 x 60 เมตร และเพิ่มความยาวของด้านหนึ่งและลดความยาวของอีกด้านหนึ่งให้เป็นความกว้างของผังอาคาร เป็นสัดส่วนกันไป เบื้องต้นกำหนดการพิจารณา 5 ขนาด คือ ขนาด 51.4 x 70 เมตร ขนาด 45 x 80 เมตร ขนาด 40 x 90 เมตร ขนาด 36 x 100 เมตร และขนาด 32.7 x 110 เมตร เป็นต้น

ปัจจัยการพิจารณาเช่นเดียวกับผังสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือ การพิจารณาเลือกสัดส่วนผังอาคารที่สามารถหันอาคารได้ทุกทิศทาง (บนผังโครงการที่ได้กำหนด) สำหรับในการพิจารณาการเลือกรูปทรงผังสี่เหลี่ยมผืนผ้าในขั้นตอนนี้ จากการพิจารณาผังทั้ง 5 รูปแบบ จากการวางผังในลักษณะให้เส้นแท่งมุมอยู่ในผังที่อยู่ในตำแหน่งกว้างสุดของผังโครงการ ทั้ง 5 รูปแบบ รวมถึง ผังสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 60 x 60 เมตร จะพบว่าขนาดผังอาคารที่อยู่ในตำแหน่งที่มีขนาดไม่เกินขนาดผังโครงการคือ ตั้งแต่ขนาดผังอาคารขนาด 40 x 90 เมตร เป็นต้นไป ขนาดผังที่มีขนาดสัดส่วนที่มีความสามารถหันในทิศทางใดก็ได้ได้ในผังโครงการคือ ขนาด 45 x 80 เมตรและขนาด 51.4 x 70 เมตร



ภาพที่ 3.8 แสดงรูปแบบขนาดสัดส่วนผังอาคารทั้ง 6 ขนาด ของ ผังสี่เหลี่ยมผืนผ้า (พื้นที่ 3,600 ตารางเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การพิจารณารูปทรงผังอาคาร ซึ่งมีความเหมาะสมในด้าน การประหยัดพลังงาน

3.4.1 การพิจารณาเส้นรอบรูปผังอาคาร กับการประหยัดพลังงานและค่าก่อสร้าง

เป็นที่ทราบโดยทั่วไปว่า “ค่าก่อสร้างอาคารจะพิจารณาได้จากราคาต่อ ตร.ม.” ดังนั้นในการออกแบบถ้าสามารถออกแบบให้สามารถลดพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างได้มากที่สุด โดยที่ยังคงประโยชน์ในส่วนอื่นได้อย่างเดิมแล้ว จะเกิดประโยชน์สูงสุดในการพิจารณาเพื่อการออกแบบอาคารนั้น ๆ ปัจจัยเส้นรอบรูปผังอาคารก็เช่นเดียวกัน คือ ถ้าสามารถความยาวเส้นรอบรูปของผังอาคารได้ จะสามารถทราบถึงพื้นที่ผนังอาคารที่เกิดขึ้นจากรูปทรงผังอาคารที่แตกต่างกันที่จะเป็นผลทำให้เกิดความยาวขนาดเส้นรอบรูปที่แตกต่างกัน และผลของความยาวเส้นรอบรูปที่แตกต่างกันจะมีผลทำให้พื้นที่ผนังอาคารแตกต่างกันเช่นกัน

ปัจจัยเส้นรอบรูปผังอาคารที่มีผลต่อการประหยัดพลังงาน มีลักษณะเช่นเดียวกับการประหยัดค่าก่อสร้าง จากการที่พื้นที่ผนังอาคารมีค่าลดลงตามความยาวเส้นรอบรูปผังอาคาร¹

ดังนั้นการพิจารณาปัจจัย “เส้นรอบรูปทรงผังอาคารกับการประหยัดค่าก่อสร้าง” จะพิจารณาจากผลของพื้นที่ผนังอาคาร ที่จะมีผลโดยตรงจากความยาวเส้นรอบรูปของผังอาคาร ชนิดต่าง ๆ ทำการคูณกับความสูงจำนวนชั้นอาคาร(เนื่องจากพื้นที่ของผังอาคารที่มีขนาดเดียวกัน 3,600 ตารางเมตร การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนในด้านการจัดวางจะไม่มีผลต่อความสูงอาคาร คือจำนวนชั้นที่คงที่ 34 ชั้น) จากการพิจารณาเปรียบเทียบพื้นที่ผนังอาคารกับความยาวเส้นรอบรูปของผังอาคารทั้ง 2 รูปแบบ จากตารางที่ 3.1 สามารถสรุปผลดังนี้

รูปทรงผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส ใช้ขนาดรูปทรงผังอาคาร 60 x 60 เมตร ความยาวเส้นรอบรูปของผังอาคาร มีความยาว 240 เมตร คิดเป็นพื้นที่ผนัง 28,560 ตารางเมตร

รูปทรงผังอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้า ใช้ขนาดรูปทรงผังอาคาร 36 x 100 เมตร ความยาวเส้นรอบรูปของผังอาคาร มีความยาว 285.40 เมตร คิดเป็นพื้นที่ผนัง 33,962 ตารางเมตร

จากผลการศึกษาพบว่า รูปทรงผังอาคารที่มีพื้นที่ผนังอาคารมากที่สุดคือ รูปทรงผังอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้า(33,962 ตารางเมตร)และขนาดพื้นที่ของรูปทรงผังอาคารของสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดพื้นที่ลดลงตามลำดับ โดยที่ความสัมพันธ์ของพื้นที่ผนังอาคารกับความยาวเส้นรอบรูปผังอาคารมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันคือ มีขนาดที่ลดลงตามลำดับ คือมีขนาดลดลงตามลำดับเช่นกัน

¹ สมสิทธิ์ นิตยะ, การออกแบบอาคารให้มีการประหยัดพลังงาน, กรุงเทพฯ ๑ :จุฬาลงกรณ์

ตารางที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบพื้นที่อาคารรูปทรงเรขาคณิตทั้ง 2 แบบ (3,600 ตร.ม.)
 ที่ให้ผลด้านความยาวเส้นรอบรูปและพื้นที่ผนังอาคารต่างกัน

รูปทรงอาคาร	ขนาดอาคารพื้นที่ 3,600 ตร.ม.	ความยาวเส้น รอบรูปอาคาร ม.	พื้นที่ผนัง อาคาร ตร.ม.
สี่เหลี่ยมผืนผ้า	32.70 ม. x 110.00 ม.	285.40	33,962
	36.00 ม. x 100.00 ม.	272.00	32,368
	40.00 ม. x 90.00 ม.	260.00	30,940
	45.00 ม. x 80.00 ม.	250.00	29,750
	51.40 ม. x 70.00 ม.	242.00	28,893
สี่เหลี่ยมจตุรัส	60.00 ม. x 60.00 ม.	240.00	28,560

3.4.2 รูปทรงผนังอาคาร กับการประหยัดพลังงาน

การพิจารณาทิศทางแสงกับการวางผนังอาคาร โดยปกติสามารถพิจารณาได้หลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอาคาร ตัวอย่างเช่น ความร้อนที่เกิดขึ้นกับผนังอาคาร แสงที่ทำให้เกิดความรำคาญของผู้ใช้อาคาร และแสงสว่างที่เกิดขึ้น กับการใช้งานภายในอาคาร เป็นต้น

แต่ในการพิจารณานี้จะคำนึงถึงทิศทางแสงอาทิตย์ที่จะมีผลต่อการออกแบบอาคาร ในด้านการประหยัดพลังงาน กรณีของการลดความร้อนจากรังสีตรงของดวงอาทิตย์ จากการวางอาคาร ในทิศทางต่าง ๆ ที่เหมาะสม ซึ่งการวางทิศทางอาคารที่เหมาะสมสามารถวางได้หลายรูปแบบที่ต่างกัน เช่น อาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า สมควรให้วางอาคารให้ด้านแคบของอาคารหันเข้าสู่ด้านทิศเหนือ-ใต้ และหันด้านยาวสู่ทิศตะวันออก-ตก¹ ส่วนอาคารในรูปทรงอื่นๆ มิได้มีการกล่าวถึงว่าสมควรหันในทิศทางใดที่จะเหมาะสมที่สุด

การพิจารณาปัจจัยด้านการประหยัดพลังงานกับรูปทรงผนังอาคารทั้ง 2 สามารถหาได้จากค่าเฉลี่ยค่าตัวประกอบแก๊สรังสีแสงอาทิตย์ SF. ที่คิดคำนวณกับพื้นที่ผนังอาคารในส่วนที่เป็นกระจก จากสูตรคำนวณค่าความถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของผนังอาคารทั้ง 4 แบบ

$$OTTV. = \frac{\text{ผนังทึบ} + \text{กระจก}}{A_0} = \frac{(A_w \times U_w \times TD_{cq}) + (A_f \times U_f \times \Delta T) + (A_f \times SC \times SF)}{A_0}$$

¹ ตรังใจ บูรณสมภพ. “ การออกแบบอาคารให้มีการประหยัดพลังงาน ”, การประหยัดพลังงาน
 ในอาคารและเมือง. เอกสารการประชุมทางวิชาการในงานสถาปนิก 29 (สมาคมสถาปนิกสยามใน
 พระบรมราชูปถัมภ์) ไม่ปรากฏเลขที่หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษาหาผลเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร OTTV. เพื่อให้การศึกษามีขอบเขตการพิจารณาที่ชัดเจน จึงได้กำหนดขอบเขตการพิจารณาเปรียบเทียบนี้ให้เป็นอาคารสมมติ ที่เป็นอาคารที่ใช้ผนังอาคารเป็นวัสดุที่เป็นกระจกใสหนา 6 มม. สามารถทำการพิจารณาได้เป็นที่ชัดเจน จากการกำหนดค่าต่าง ๆ ในการคำนวณดังนี้

A_0	พื้นที่รวมของผนังอาคารทั้งหมด	(ขึ้นอยู่กับความยาว) ตร.ม.
A_f	พื้นที่ของกระจกใสหนา 6 มม.	” ตร.ม.
U_f	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของกระจกใส 6 มม.	5.01 วัตต์/ตร.ม.K
ΔT	ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายใน	5 $^{\circ}\text{C}$
SC	สัมประสิทธิ์ของการบังแดดของหน้าต่าง	0.96
SF	ค่าตัวประกอบแก้ไขสีอาทิตย์	(160xCF) วัตต์/ตร.ม.

โดยทำการพิจารณาจากรูปทรงผนังอาคารทั้ง 6 ขนาด โดยพิจารณาจากตำแหน่งการวางอาคาร ตามตำแหน่งของค่า CF ที่มีกำหนดค่าจากทิศทั้งสี่ทิศ และทิศรองทั้งสี่ทิศเป็น ทิศทางที่ทำการพิจารณาทั้งหมด 8 ทิศทาง โดยการกำหนดด้านต่าง ๆ ของอาคารในการหันทิศทางทั้งทางด้านแคบและด้านยาวสำหรับการคำนวณค่า ปริมาณความร้อนรวม Q ของผนังอาคารทั้ง 4 ด้าน และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมอาคาร OTTV. ที่จะมีผลในด้านของทิศทางที่เกิดขึ้นรวมทั้งการเปลี่ยนของขนาดพื้นที่กรอบอาคารที่สัมพันธ์กับเส้นรอบรูปอาคารที่แตกต่างกันในพื้นที่ต่างกัน ตามตัวอย่างการคำนวณดังนี้

- หันด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้
- หันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้
- หันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้
- หันด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

3.4.2.1 การพิจารณารูปทรงผังอาคารทั้ง 6 ขนาด ในการหันด้านยาว อาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออก-ใต้

ในการพิจารณาหาค่าปริมาณความร้อน Q และค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ที่เกิดขึ้นกับผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมทั้ง 6 ขนาด โดยพิจารณาจากการหันด้านยาวอาคาร ตั้งฉากทางทิศตะวันออก-ตก ซึ่งพื้นที่ที่รอบอาคารของผังสี่เหลี่ยมจตุรัสจะมีค่าน้อยที่สุด และเพิ่มมากขึ้นจนถึงขนาดผังอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 32.70 ม. x 110 ม. ที่มีค่าต่างกันถึง 5,402.60 ตร.ม. เช่นเดียวกับปริมาณความร้อนรวม Q ทั้ง 4 ด้านที่มีค่าเพิ่มขึ้น จากสี่เหลี่ยมจตุรัส จนถึงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 32.70 ม. x 110 ม. ที่มีค่าต่างกันถึง 595,121.14 วัตต์/ตร.ม. (ตามกราฟแท่งที่มีค่าสูงขึ้น)ซึ่งแตกต่างกับค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ที่มีค่าลดลงจากผังสี่เหลี่ยมจตุรัส 154.61 วัตต์/ตร.ม. ถึงผังสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 32.70 ม. x 110 ม. ที่ 147.54 วัตต์/ตร.ม. ที่มีค่าต่างกันถึง 7.07 วัตต์/ตร.ม. (ตามเส้นกราฟที่มีค่าต่ำลง)



ภาพที่ 3.9 แสดงรูปแบบขนาดสัดส่วนผังอาคารทั้ง 6 ขนาด ของ ผังสี่เหลี่ยมผืนผ้า (พื้นที่ 3,600 ตารางเมตร) หันด้านยาวอาคาร ตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

ตารางที่ 3.2 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมจัตุรัส 60 ม. x 60 ม.

ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

ด้าน	Af	CF	$(Af*0.51*5)$	$(Af*0.96*160*CF)$	$(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)$
ทิศตะวันออก	7140	1.12	128207	1228308.48	124651.48
ทิศตะวันตก	7140	1.03	128207	1129605.12	1147812.12
ทิศเหนือ	7140	0.7	128207	767692.8	785899.80
ทิศใต้	7140	1.11	128207	1217341.44	1235548.44
รวม	28560		OTTV =	154.614	4415775.84

ตารางที่ 3.3 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 51.40 ม. x 70 ม.

ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

ด้าน	Af	CF	$(Af*0.51*5)$	$(Af*0.96*160*CF)$	$(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)$
ทิศตะวันออก	6,116.60	1.12	15,597.33	1,052,250.93	1,067,848.26
ทิศตะวันตก	6,116.60	1.03	15,597.33	967,695.05	983,292.38
ทิศเหนือ	8,330.00	0.7	21,241.50	895,641.60	916,883.10
ทิศใต้	8,330.00	1.11	21,241.50	1,420,231.68	1,441,473.18
รวม	28,893.2		OTTV =	152.61	4,409,496.92

ตารางที่ 3.4 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 45 ม. x 80 ม.

ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

ด้าน	Af	CF	$(Af*0.51*5)$	$(Af*0.96*160*CF)$	$(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)$
ทิศตะวันออก	5355	1.12	13655.50	921231.36	934,886.86
ทิศตะวันตก	5355	1.03	13655.50	847203.84	860,859.34
ทิศเหนือ	9520	0.7	24276.00	1023590.40	1,047,866.40
ทิศใต้	9520	1.11	24276.00	1623121.20	1,647,397.92
รวม	29750		OTTV =	150.95	4,491,010.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 40 ม. x 90 ม.
 หันด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

ด้าน	Af	CF	$(Af*0.51*5)$	$(Af*0.96*160*CF)$	$(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)$
ทิศตะวันออก	4,760	1.12	12,138	818,872.32	831,010.32
ทิศตะวันตก	4,760	1.03	12,138	753,070.08	765,208.08
ทิศเหนือ	10,710	0.7	27,310.50	1,151,539.20	1,178,849.70
ทิศใต้	10,710	1.11	27,310.50	1,826,012.16	1,853,322.66
รวม	30,940		OTTV = 149.59		4,628,390.76

ตารางที่ 3.6 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 36.00 ม. x 100 ม.
 หันด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

ด้าน	Af	CF	$(Af*0.51*5)$	$(Af*0.96*160*CF)$	$(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)$
ทิศตะวันออก	4,284	1.12	10,924.20	736,985.08	747,909.28
ทิศตะวันตก	4,284	1.03	10,924.20	677,763.07	688,687.27
ทิศเหนือ	11,900	0.7	30,345.00	1,279,488.00	1,309,833.00
ทิศใต้	11,900	1.11	30,345.00	2,028,902.40	2,059,247.40
รวม	32,368		OTTV = 148.47		4,805,676.96

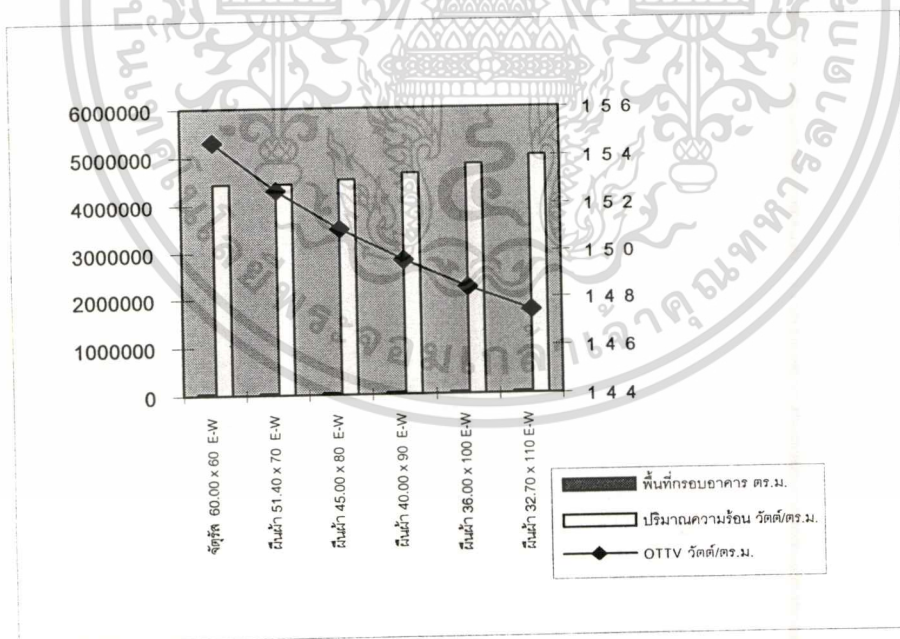
ตารางที่ 3.7 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 32.7 ม. x 110 ม.
 หันด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

ด้าน	Af	CF	$(Af*0.51*5)$	$(Af*0.96*160*CF)$	$(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)$
ทิศตะวันออก	3,891.30	1.12	9,922.81	669,428.12	679,350.96
ทิศตะวันตก	3,891.30	1.03	9,922.81	615,634.79	625,557.60
ทิศเหนือ	13,090.00	0.7	33,379.50	1,407,436.80	1,440,816.30
ทิศใต้	13,090.00	1.11	33,379.50	2,231,792.64	2,265,172.14
รวม	33,962.6		OTTV = 147.54		5,010,896.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ ของพื้นที่กรอบอาคาร ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคาร และค่า OTTV. ในการหันด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

รูปทรงผังอาคาร	พื้นที่กรอบอาคาร (ตร.ม.)	ปริมาณความร้อน (วัตต์/ตร.ม.)	OTTV (วัตต์/ตร.ม.)
จัตุรัส 60.00 x 60.00 E-W	28,560.00	4,415,775.84	154.61
ผืนผ้า 51.40 x 70.00 E-W	28,893.20	4,409,496.92	152.61
ผืนผ้า 45.00 x 80.00 E-W	29,750.00	4,491,010.52	150.95
ผืนผ้า 40.00 x 90.00 E-W	30,940.00	4,628,390.76	149.59
ผืนผ้า 36.00 x 100.00 E-W	32,368.00	4,805,676.96	148.47
ผืนผ้า 32.70 x 110.00 E-W	33,962.60	5,010,896.98	147.54

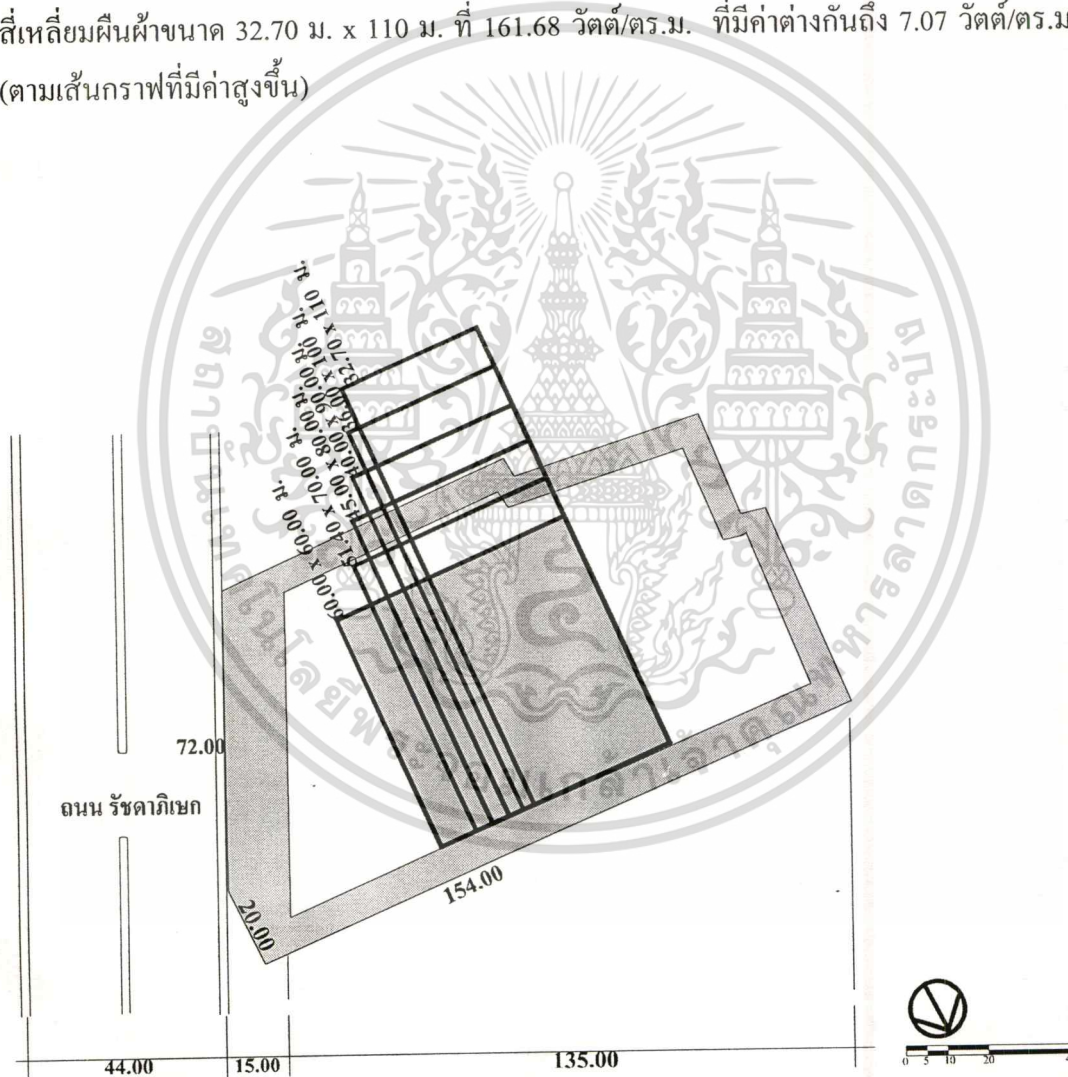


ภาพที่ 3.10 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ ของพื้นที่กรอบอาคาร ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคาร และค่า OTTV. ในการหันด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 การพิจารณารูปทรงผังอาคารทั้ง 6 ขนาด ในการหันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

ในการพิจารณาหาค่าปริมาณความร้อน Q และค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ที่เกิดขึ้นกับผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมทั้ง 6 ขนาด โดยพิจารณาจากการหันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้ ซึ่งพื้นที่ที่รอบอาคารของผังสี่เหลี่ยมจตุรัสจะมีค่าน้อยที่สุด และเพิ่มมากขึ้นจนถึงขนาดผังอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 32.70 ม. x 110 ม. (มีค่าต่างกันถึง 5,402.60 ตร.ม.) เช่นเดียวกับปริมาณความร้อนรวม Q ทั้ง 4 ด้านที่มีค่าเพิ่มขึ้น จากสี่เหลี่ยมจตุรัสจนถึงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 32.70 ม. x 110 ม. (มีค่าต่างกันถึง 595,121.14 วัตต์/ตร.ม.) รวมถึงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ที่มีค่าเพิ่มขึ้นจากผังสี่เหลี่ยมจตุรัส 154.61 วัตต์/ตร.ม. ถึงผังสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 32.70 ม. x 110 ม. ที่ 161.68 วัตต์/ตร.ม. ที่มีค่าต่างกันถึง 7.07 วัตต์/ตร.ม. (ตามเส้นกราฟที่มีค่าสูงขึ้น)



ภาพที่ 3.11 แสดงรูปแบบขนาดสัดส่วนผังอาคารทั้ง 6 ขนาด ของ ผังสี่เหลี่ยมผืนผ้า (พื้นที่ 3,600 ตารางเมตร) หันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร ที่เหลี่ยมจัตุรัส 60 ม. x 60 ม.
 หันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

ด้าน	Af	CF	$(Af*0.51*5)$	$(Af*0.96*160*CF)$	$(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)$
ทิศตะวันออก	7140	1.12	128207	1228308.48	124651.48
ทิศตะวันตก	7140	1.03	128207	1129605.12	1147812.12
ทิศเหนือ	7140	0.7	128207	767692.8	785899.80
ทิศใต้	7140	1.11	128207	1217341.44	1235548.44
รวม	28560		OTTV =	154.614	4415775.84

ตารางที่ 3.10 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร ที่เหลี่ยมผืนผ้า 51.40 ม. x 70 ม.
 หันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

ด้าน	Af	CF	$(Af*0.51*5)$	$(Af*0.96*160*CF)$	$(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)$
ทิศตะวันออก	8,330.00	1.12	21,241.50	1,433,026.56	1,454,268.06
ทิศตะวันตก	8,330.00	1.03	21,241.50	1,317,872.64	1,339,114.14
ทิศเหนือ	6,116.60	0.7	15,597.33	657,656.83	673,254.16
ทิศใต้	6,116.60	1.11	15,597.33	1,042,855.83	1,058,453.16
รวม	28,893.2		OTTV =	156.61	4,525,089.52

ตารางที่ 3.11 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร ที่เหลี่ยมผืนผ้า 45 ม. x 80 ม.
 หันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

ด้าน	Af	CF	$(Af*0.51*5)$	$(Af*0.96*160*CF)$	$(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)$
ทิศตะวันออก	9520	1.12	24276	1637744.64	1662020.64
ทิศตะวันตก	9520	1.03	24276	1506140.16	1530416.16
ทิศเหนือ	5355	0.7	13655.25	575769.60	589424.85
ทิศใต้	5355	1.11	13655.25	913006.08	926661.33
รวม	29750		OTTV =	158.269	4708522.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 40 ม. x 90 ม.

ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทาง ทิศตะวันออก-ตก

ด้าน	Af	CF	$(Af*0.51*5)$	$(Af*0.96*160*CF)$	$(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)$
ทิศตะวันออก	10,710	1.12	27,310.50	1,842,462.72	1,869,773.22
ทิศตะวันตก	10,710	1.03	27,310.50	1,694,407.68	1,721,718.18
ทิศเหนือ	4,760	0.7	12,138.00	511,795.20	523,933.20
ทิศใต้	4,760	1.11	12,138.00	811,560.96	823,698.96
รวม	30,940		OTTV =	159.63	4,939,123.56

ตารางที่ 3.13 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 36 ม. x 100 ม.

ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทาง ทิศตะวันออก-ตก

ด้าน	Af	CF	$(Af*0.51*5)$	$(Af*0.96*160*CF)$	$(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)$
ทิศตะวันออก	11,900	1.12	30,345.00	2,047,180.80	2,077,525.80
ทิศตะวันตก	11,900	1.03	30,345.00	1,882,675.20	1,913,020.20
ทิศเหนือ	4,284	0.7	10,924.20	460,615.68	471,539.88
ทิศใต้	4,284	1.11	10,924.20	730,404.86	741,329.06
รวม	32,368		OTTV =	160.75	5,203,414.94

ตารางที่ 3.14 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 32.7 ม. x 110 ม.

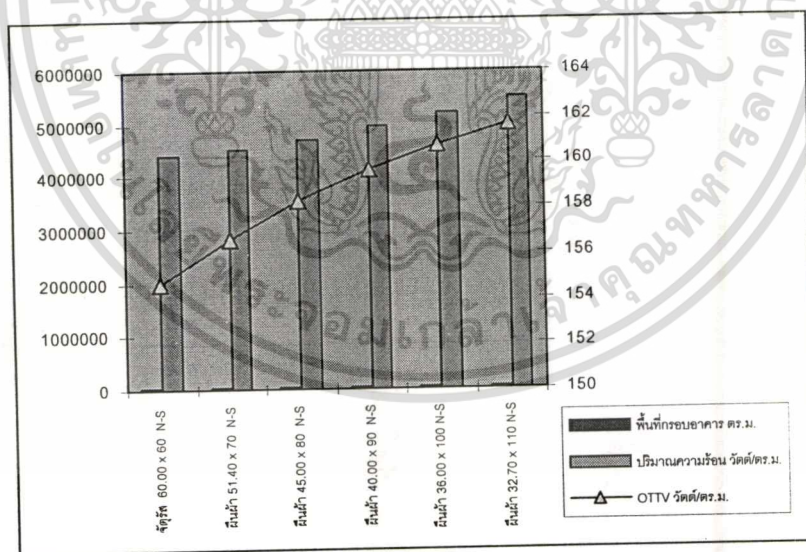
ห้้นด้านยาวอาคารตั้งฉากทาง ทิศตะวันออก-ตก

ด้าน	Af	CF	$(Af*0.51*5)$	$(Af*0.96*160*CF)$	$(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)$
ทิศตะวันออก	13,090.00	1.12	33,379.50	2,251,898.88	2,285,278.38
ทิศตะวันตก	13,090.00	1.03	33,379.50	2,070,942.72	2,104,322.22
ทิศเหนือ	3,891.30	0.7	9,922.05	418,360.32	428,282.37
ทิศใต้	3,891.30	1.11	9,922.05	663,399.93	673,321.98
รวม	33,962.6		OTTV =	161.68	5,491,204.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.15 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของพื้นที่ที่กรอบอาคาร ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคาร และค่า OTTV. ในการหันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

รูปทรงผังอาคาร	พื้นที่ที่กรอบอาคาร (ตร.ม.)	ปริมาณความร้อน (วัตต์/ตร.ม.)	OTTV (วัตต์/ตร.ม.)
จัตุรัส 60.00 x 60.00 N-S	28,560.00	4,415,775.84	154.61
ผืนผ้า 51.40 x 70.00 N-S	28,893.20	4,525,089.52	156.61
ผืนผ้า 45.00 x 80.00 N-S	29,750.00	4,708,522.98	158.26
ผืนผ้า 40.00 x 90.00 N-S	30,940.00	4,939,123.56	159.63
ผืนผ้า 36.00 x 100.00 N-S	32,368.00	5,203,414.94	160.75
ผืนผ้า 32.70 x 110.00 N-S	33,962.60	5,491,204.95	161.68

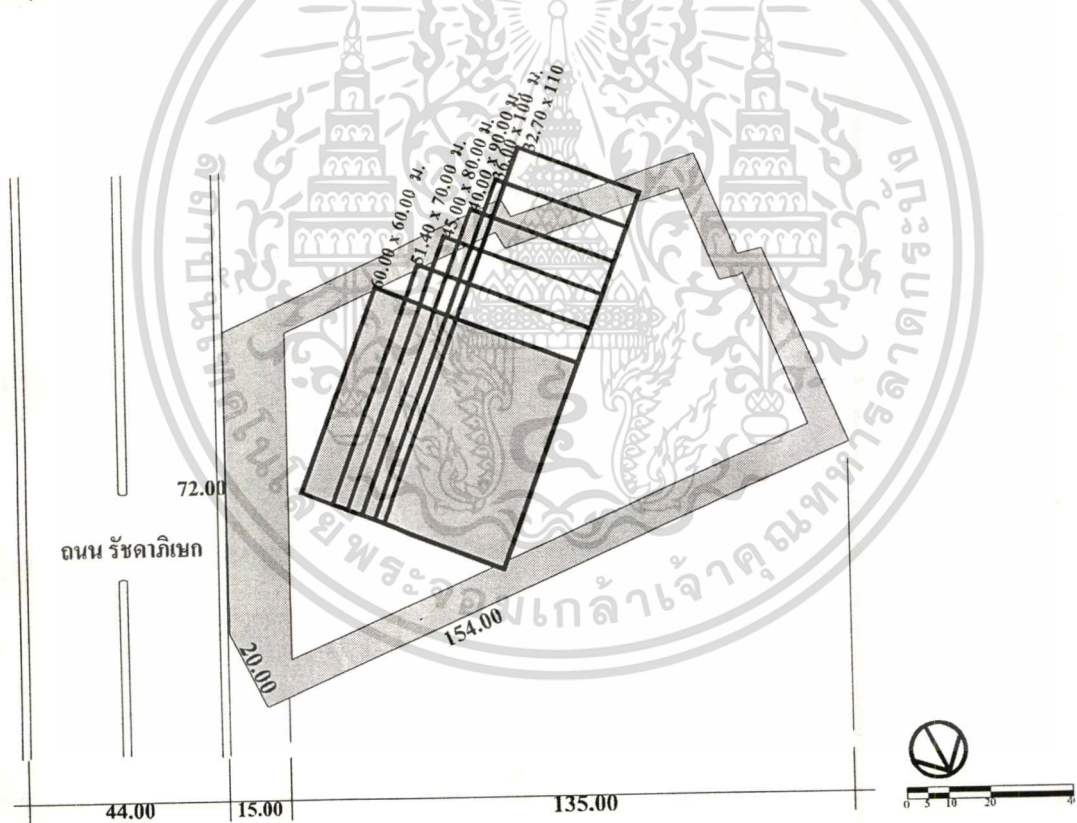


ภาพที่ 3.12 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของพื้นที่ที่กรอบอาคาร ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคารและค่า OTTV. ในการหันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศเหนือ-ใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.3 การพิจารณารูปทรงผังอาคารทั้ง 6 ขนาด ในการหันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

ในการพิจารณาหาค่าปริมาณความร้อน Q และค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ที่เกิดขึ้นกับผังรูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมทั้ง 6 ขนาด โดยพิจารณาจากการหันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพื้นที่ที่รอบอาคารของผังสี่เหลี่ยมจตุรัสจะมีค่าน้อยที่สุด และเพิ่มมากขึ้นจนถึงขนาดผังอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 32.70 ม. x 110 ม. (มีค่าต่างกันถึง 5,402.60 ตร.ม.) เช่นเดียวกับปริมาณความร้อนรวม Q ทั้ง 4 ด้านที่มีค่าเพิ่มขึ้น จากสี่เหลี่ยมจตุรัสจนถึงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 32.70 ม. x 110 ม. (มีค่าต่างกันถึง 904,334.07 วัตต์/ตร.ม.) เช่นเดียวกับกับค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ที่มีค่าเพิ่มขึ้นจากผังสี่เหลี่ยมจตุรัส 154.23 วัตต์/ตร.ม. ถึงผังสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 32.70 ม. x 110 ม. ที่ 156.74 วัตต์/ตร.ม. ที่มีค่าต่างกันถึง 2.51 วัตต์/ตร.ม. (ตามกราฟเส้นที่มีค่าสูงขึ้นเป็นช่วงกระโดดและต่ำลงที่สุดที่ผังสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 32.70 ม. x 110 ม.)



ภาพที่ 3.13 แสดงรูปแบบขนาดสัดส่วนผังอาคารทั้ง 6 ขนาด ของ ผังสี่เหลี่ยมผืนผ้า (พื้นที่ 3,600 ตารางเมตร) หันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.16 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมจัตุรัส 60 ม. x 60 ม.

ห้้นด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

ด้าน	Ar	CF	(Ar*0.51*5)	(Ar*0.96*160*CF)	(Ar*0.51*5)+(Ar*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	7140	0.87	18,207.00	888,330.24	954,132.48
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	7140	1.13	18,207.00	1,239,275.52	1,257,482.52
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	7140	0.84	18,207.00	921,231.36	939,438.36
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	7140	1.17	18,207.00	1,283,143.68	1,301,350.68
รวม	28560		OTTV =	155.89	4,452,404.92

ตารางที่ 3.17 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 51.40 ม. x 70 ม.

ห้้นด้านแคบอาคารทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

ด้าน	Ar	CF	(Ar*0.51*5)	(Ar*0.96*160*CF)	(Ar*0.51*5)+(Ar*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	6,116.60	0.87	15,597.33	817,373.49	832,970.82
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	6,116.60	1.13	15,597.33	1,061,646.02	1,077,243.35
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	8,330.00	0.84	21,241.50	1,074,769.92	1,096,011.42
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	8,330.00	1.17	21,241.50	1,497,000.96	1,518,242.46
รวม	28,893.2		OTTV =	156.59	4,524,468.06

ตารางที่ 3.18 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 45 ม. x 80 ม.

ห้้นด้านแคบอาคารทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

ด้าน	Ar	CF	(Ar*0.51*5)	(Ar*0.96*160*CF)	(Ar*0.51*5)+(Ar*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	5355	0.87	13,655.25	715,599.36	729,254.61
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	5355	1.13	13,655.25	929,456.64	943,111.89
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	9520	0.84	24,247.60	1,228,308.48	1,252,584.48
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	9520	1.17	24,247.60	1,710,858.24	1,735,134.24
รวม	29750		OTTV =	156.64	4,660,085.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.19 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 40 ม. x 90 ม.

ห้้นด้านแคบอาคารทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

ด้าน	Af	CF	(Af*0.51*5)	(Af*0.96*160*CF)	(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	4,760	0.87	12,138.00	636,088.32	648,226.32
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	4,760	1.13	12,138.00	826,183.68	838,321.68
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	10,710	0.84	27,310.50	1,381,847.04	1,409,157.54
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	10,710	1.17	27,310.50	1,924,715.52	1,952,026.02
รวม	30,940		OTTV =	156.68	4,847,731.56

ตารางที่ 3.20 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 36 ม. x 100 ม.

ห้้นด้านแคบอาคารทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

ด้าน	Af	CF	(Af*0.51*5)	(Af*0.96*160*CF)	(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	4,284	0.87	10,924.20	572,479.48	583,403.68
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	4,284	1.13	10,924.20	2,065,459.20	2,095,804.20
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	11,900	0.84	30,345.00	1,535,385.60	1,565,730.60
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	11,900	1.17	30,345.00	769,886.20	780,810.40
รวม	32,368		OTTV =	156.35	5,060,843.42

ตารางที่ 3.21 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 32.70 ม. x 110 ม.

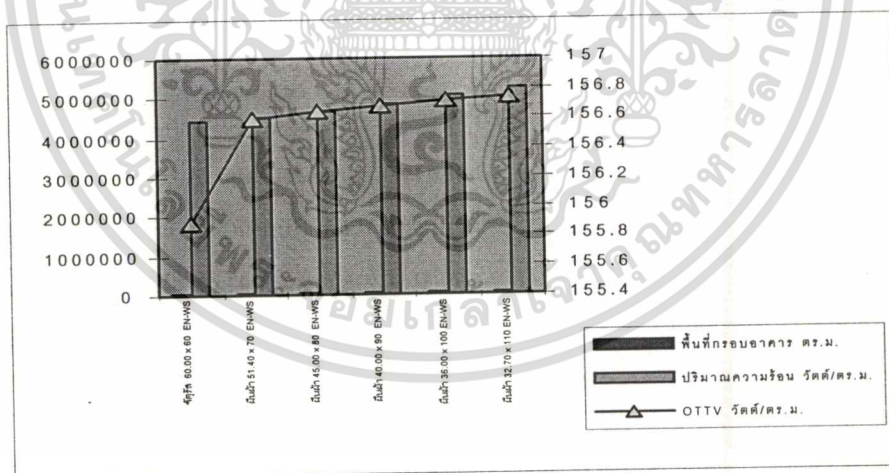
ห้้นด้านแคบอาคารทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

ด้าน	Af	CF	(Af*0.51*5)	(Af*0.96*160*CF)	(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	3,891.30	0.87	9,922.81	520,002.20	529,925.01
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	3,891.30	1.13	9,922.81	675,405.15	685,327.97
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	13,090.00	0.84	33,379.50	1,688,924.16	1,722,303.66
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	13,090.00	1.17	33,379.50	2,352,430.08	2,385,809.58
รวม	33,962.6		OTTV =	156.74	5,323,366.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.22 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ ของพื้นที่กรอบอาคาร ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคาร และค่า OTTV. ในการหันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

รูปทรงผังอาคาร	พื้นที่กรอบอาคาร (ตร.ม.)	ปริมาณความร้อน (วัตต์/ตร.ม.)	OTTV (วัตต์/ตร.ม.)
จัตุรัส 60.00 x 60.00 EN-WS	28,560.00	4,452,404.92	155.89
ผืนผ้า 51.40 x 70.00 EN-WS	28,893.20	4,524,468.06	156.59
ผืนผ้า 45.00 x 80.00 EN-WS	29,750.00	4,660,085.22	156.64
ผืนผ้า 40.00 x 90.00 EN-WS	30,940.00	4,847,731.56	156.68
ผืนผ้า 36.00 x 100.00 EN-WS	32,368.00	5,072,541.59	156.71
ผืนผ้า 32.70 x 110.00 EN-WS	33,962.60	5,232,366.23	156.74



ภาพที่ 3.14 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ ของพื้นที่กรอบอาคาร ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคาร และค่า OTTV. ในการหันด้านแคบอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.23 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมจัตุรัส 60 ม. x 60 ม.

หันด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

ด้าน	Ar	CF	(Ar*0.51*5)	(Ar*0.96*160*CF)	(Ar*0.51*5)+(Ar*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	7140	0.81	18,207.00	888,330.24	906,537.24
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	7140	1.13	18,207.00	1,239,275.52	1,257,482.52
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	7140	0.84	18,207.00	921,231.36	939,438.36
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	7140	1.17	18,207.00	1,283,143.68	1,301,350.68
รวม	28560		OTTV =	154.23	4,404,808.8

ตารางที่ 3.24 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 51.40 ม. x 70 ม.

หันด้านยาวอาคารทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

ด้าน	Ar	CF	(Ar*0.51*5)	(Ar*0.96*160*CF)	(Ar*0.51*5)+(Ar*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	8,330.00	0.87	21,241.50	1,113,154.56	1,134,396.06
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	8,330.00	1.13	21,241.50	1,445,821.44	1,467,062.94
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	6,116.60	0.84	15,597.33	789,188.19	804,785.52
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	6,116.60	1.17	15,597.33	1,099,226.41	1,114,823.74
รวม	28,893.2		OTTV =	156.47	4,521,068.27

ตารางที่ 3.25 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 45 ม. x 80 ม.

หันด้านยาวอาคารทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

ด้าน	Ar	CF	(Ar*0.51*5)	(Ar*0.96*160*CF)	(Ar*0.51*5)+(Ar*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	9520	0.87	24,276.00	1,272,176.64	1,296,452.64
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	9520	1.13	24,276.00	1,652,357.76	1,676,633.76
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	5355	0.84	13,655.25	690,923.52	704,578.77
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	5355	1.17	13,655.25	962,357.76	976,013.01
รวม	29750		OTTV =	156.42	4,653,687.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.26 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 40 ม. x 90 ม.

ห้้นด้านยาวอาคารทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

ด้าน	Af	CF	(Af*0.51*5)	(Af*0.96*160*CF)	(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	10,710	0.87	27,310.50	1,431,198.72	1,458,509.22
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	10,710	1.13	27,310.50	1,858,913.28	1,886,223.78
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	4,760	0.84	12,138.00	614,154.24	838,321.68
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	4,760	1.17	12,138.00	855,429.12	867,567.12
รวม	30,940		OTTV =	156.38	4,838,592.36

ตารางที่ 3.27 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 36 ม. x 100 ม.

ห้้นด้านยาวอาคารทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

ด้าน	Af	CF	(Af*0.51*5)	(Af*0.96*160*CF)	(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	11,900	0.87	30,345.00	1,590,220.80	1,620,565.80
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	11,900	1.13	30,345.00	2,065,459.20	2,095,804.20
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	4,284	0.84	10,924.20	552,738.81	563,663.01
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	4,284	1.17	10,924.20	769,886.20	780,810.40
รวม	32,368		OTTV =	156.35	5,060,843.42

ตารางที่ 3.28 แสดงค่า OTTV. ของผังรูปทรงอาคาร สี่เหลี่ยมผืนผ้า 32.70 ม. x 110 ม.

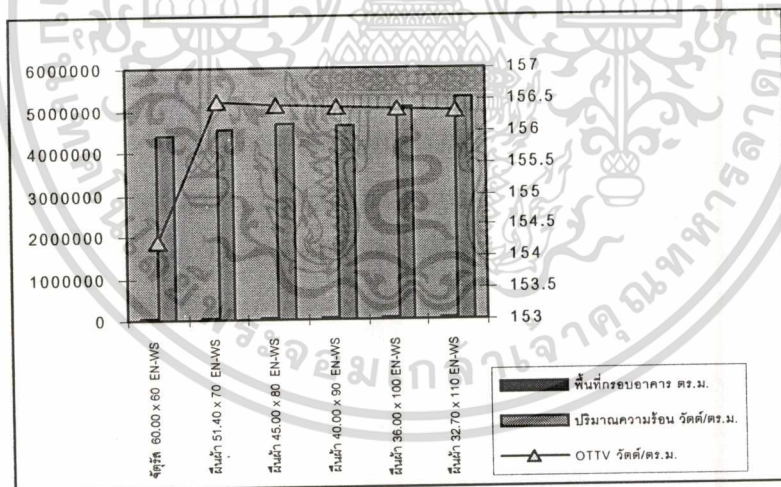
ห้้นด้านยาวอาคารทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

ด้าน	Af	CF	(Af*0.51*5)	(Af*0.96*160*CF)	(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	13,090.00	0.87	33,379.50	1,749,242.88	1,782,622.38
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	13,090.00	1.13	33,379.50	2,272,005.12	2,305,384.62
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	3,891.30	0.84	9,922.05	502,032.38	511,954.43
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	3,891.30	1.17	9,922.05	699,259.39	709,181.44
รวม	33,962.6		OTTV =	156.32	5,309,142.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.29 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ ของพื้นที่กรอบอาคาร ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคาร และค่า OTTV. ในการหาค่าด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

รูปทรงผังอาคาร	พื้นที่กรอบอาคาร (ตร.ม.)	ปริมาณความร้อน (วัตต์/ตร.ม.)	OTTV (วัตต์/ตร.ม.)
จัตุรัส 60.00 x 60.00 EN-WS	28,560.00	4,404,808.80	154.23
ผืนผ้า 51.40 x 70.00 EN-WS	28,893.20	4,521,068.27	156.47
ผืนผ้า 45.00 x 80.00 EN-WS	29,750.00	4,653,687.78	156.42
ผืนผ้า 40.00 x 90.00 EN-WS	30,940.00	4,628,390.76	156.38
ผืนผ้า 36.00 x 100.00 EN-WS	32,368.00	5,060,843.42	156.35
ผืนผ้า 32.70 x 110.00 EN-WS	33,962.60	5,309,142.87	156.32



ภาพที่ 3.16 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ ของพื้นที่กรอบอาคาร ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคาร และค่า OTTV. ในการหาค่าด้านยาวอาคารตั้งฉากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.5 สรุปผลการคำนวณเปรียบเทียบค่าความเหมาะสมของรูปทรงอาคารผังสี่เหลี่ยมจตุรัสและผืนผ้าที่ประหยัดพลังงาน

จากการพิจารณารูปทรงอาคารผังสี่เหลี่ยม สามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของการคำนวณหาค่าการประหยัดพลังงานของอาคารได้ 2 ประการ พื้นที่กรอบอาคาร และทิศทางการวางอาคาร ดังนี้

1) พื้นที่กรอบอาคาร

1.1) สี่เหลี่ยมจตุรัส

1.1.1) พื้นที่กรอบอาคารน้อยที่สุด (สี่เหลี่ยมจตุรัส 28,560.00 ตร.ม.) ให้ค่า OTTV. 154.61 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งไม่ใช่ผังอาคารที่ทำให้เกิดค่า OTTV. ต่ำที่สุด

1.1.2) พื้นที่กรอบอาคารน้อยที่สุด (สี่เหลี่ยมจตุรัส 28,560.00 ตร.ม.) ให้ค่า Q. น้อยที่สุด 4,415,775.00 วัตต์/ตร.ม.

1.2) สี่เหลี่ยมผืนผ้า

1.2.1) พื้นที่กรอบอาคารน้อยที่สุด (สี่เหลี่ยมผืนผ้า 28,893.00 ตร.ม.) ไม่ใช่ผังอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ทำให้เกิดค่า OTTV. ต่ำที่สุด

2) ทิศทางการวางอาคาร

2.1) สี่เหลี่ยมจตุรัส

2.1.1) ผังสี่เหลี่ยมจตุรัสจะมีค่า Q. และค่า OTTV. น้อยที่สุด เมื่อหันด้านอาคารตั้งฉากกับทิศหลักทั้ง 4 ทิศ (Q. มีค่า 4,415,775.84 วัตต์/ตร.ม. และค่า OTTV. มีค่า 154.61 วัตต์/ตร.ม.)

2.2) สี่เหลี่ยมผืนผ้า

2.2.1) “วางผังด้านยาวอาคารตั้งฉากกับทิศเหนือ-ใต้” พบว่าเมื่อสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดสัดส่วนด้านยาวของผังอาคารเพิ่มขึ้น อาคารจะมีค่า Q. เพิ่มขึ้น (4,409,496.92 วัตต์/ตร.ม. เพิ่มขึ้น 5,010,896.98 วัตต์/ตร.ม.) แต่จะมีค่า OTTV. ลดลง (152.61 วัตต์/ตร.ม. ลดลงเป็น 147.54 วัตต์/ตร.ม.)

2.2.2) “วางผังด้านแคบอาคารตั้งฉากกับทิศเหนือ-ใต้” พบว่าเมื่อสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดสัดส่วนด้านแคบของผังอาคารเพิ่มขึ้น อาคารจะมีค่า Q. เพิ่มขึ้น (4,525,089.52 วัตต์/ตร.ม. เพิ่มขึ้น 5,491,204.95 วัตต์/ตร.ม.) และจะมีค่า OTTV. เพิ่มขึ้นเป็น (156.61 วัตต์/ตร.ม. ลดลงเป็น 161.68 วัตต์/ตร.ม.)

2.2.3) “วางผังด้านแคบอาคารตั้งฉากกับทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้” พบว่าเมื่อสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดสัดส่วนด้านแคบของผังอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้น อาคารจะมีค่า Q. เพิ่มขึ้น (4,524,468.06 วัตต์/ตร.ม. เพิ่มขึ้นเป็น 5,232,366.23 วัตต์/ตร.ม.) และจะมีค่า OTTV. เพิ่มขึ้นเช่นกัน (156.59 วัตต์/ตร.ม. เพิ่มขึ้นเป็น 156.74 วัตต์/ตร.ม.)

2.2.4) “วางผังด้านยาวอาคารตั้งฉากกับทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันตกเฉียงใต้” พบว่าเมื่อสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดสัดส่วนด้านยาวของผังอาคารลดลง อาคารจะมีค่า Q. เพิ่มขึ้น (4,521,068.27 วัตต์/ตร.ม. เพิ่มขึ้นเป็น 5,309,142.87 วัตต์/ตร.ม.) และจะมีค่า OTTV. เพิ่มขึ้นเป็น (156.47 วัตต์/ตร.ม. ลดลงเป็น 156.32 วัตต์/ตร.ม.)

ตารางที่ 3.30 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ ของพื้นที่กรอบอาคาร ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นกับกรอบอาคาร และค่า OTTV. ของการวางอาคารในทิศทั้ง 8

ผังอาคาร ม, x ม.	ด้าน		พื้นที่กรอบ*** อาคาร ตร.ม.	Q		OTTV วัตต์/ตร.ม.
	ยาว*	แคบ**		วัตต์/ตร.ม.	วัตต์/ตร.ม.	
ผืนผ้า 32.70 x 110		ES-WN	33962.60	5309142.87		156.32
ผืนผ้า 32.70 x 110	EN-WS		33962.60	5232366.41	156.74	
ผืนผ้า 36.00 x 100		ES-WN	32368.00	5060843.42		156.35
ผืนผ้า 36.00 x 100	EN-WS		32368.00	5072541.59	156.71	
ผืนผ้า 40.00 x 90		ES-WN	30940.00	4628390.42		156.38
ผืนผ้า 40.00 x 90	EN-WS		30940.00	4847731.56	156.68	
ผืนผ้า 45.00 x 80		ES-WN	29750.00	4653687.78		156.42
ผืนผ้า 45.00 x 80	EN-WS		29750.00	4660085.22	155.64	
ผืนผ้า 51.40 x 70		ES-WN	28893.20	4521068.27		156.47
ผืนผ้า 51.40 x 70	EN-WS		28893.20	452468.06	152.59	
จัตุรัส 60.00 x 60	EN-WS		28560.00	4452404.92	155.89	
จัตุรัส 60.00 x 60	N-S		28560.00	4415775.84	154.23	
ผืนผ้า 51.40 x 70	N-S		28893.20	4409496.92	152.61	
ผืนผ้า 51.40 x 70		N-S	28893.20	4525089.52		156.47
ผืนผ้า 45.00 x 80	N-S		29750.00	4491010.52	150.95	
ผืนผ้า 45.00 x 80		N-S	29750.00	4708522.98		156.42
ผืนผ้า 40.00 x 90	N-S		30940.00	4628390.76	149.63	
ผืนผ้า 40.00 x 90		N-S	30940.00	4939123.56		156.38
ผืนผ้า 36.00 x 100	N-S		32368.00	4805676.96	148.47	
ผืนผ้า 36.00 x 100		N-S	32368.00	5203414.94		156.35
ผืนผ้า 32.70 x 110	N-S		33962.60	5010896.98	147.54	
ผืนผ้า 32.70 x 110		N-S	33962.60	5491321.98		156.32

หมายเหตุ : * ทิศทางตั้งฉากของด้านยาวอาคารกับทิศต่างๆ

** ทิศทางตั้งฉากของด้านแคบอาคารกับทิศต่างๆ

*** พื้นที่กรอบอาคารรวมทั้ง 4 ด้าน โดยพื้นที่ผังอาคารต่อชั้นเท่ากัน 3,600 ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.6 การเลือกรูปทรงอาคารที่มีความเหมาะสม ในการนำไปพิจารณา
ขั้นต่อไป

จากการกำหนดรูปทรงผังอาคารสี่เหลี่ยมทั้ง 2 แบบ สำหรับศึกษาด้านการ
ประหยัดพลังงาน (โดยการกำหนดปัจจัยควบคุมคือ การกำหนดพื้นที่ต่อผังอาคารเท่ากัน) จาก
ข้อมูลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าปัญหาบางประการในการที่ทำให้การสรุปเลือกรูปทรงผังอาคาร
ไม่ชัดเจนจากข้อมูลการเปรียบเทียบได้ 2 ประการคือ

- รูปทรงผังสี่เหลี่ยมจัตุรัส ให้ค่า Q. น้อยที่สุด 4,415,775.84 วัตต์/ตร.ม.
- รูปทรงผังสี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้ค่า OTTV. น้อยที่สุด 147.54 วัตต์/ตร.ม.

ซึ่งจากข้อมูลทั้ง 2 ประการที่ให้ผลไม่ตรงกัน ในการดำเนินการศึกษาเพื่อหา
ข้อสรุปเบื้องต้นสำหรับการศึกษาในชั้นรายละเอียดของอาคาร จึงนำเสนอรูปทรงผังอาคาร
สำหรับการศึกษาต่อจากข้อสรุป จากการศึกษาดังนี้

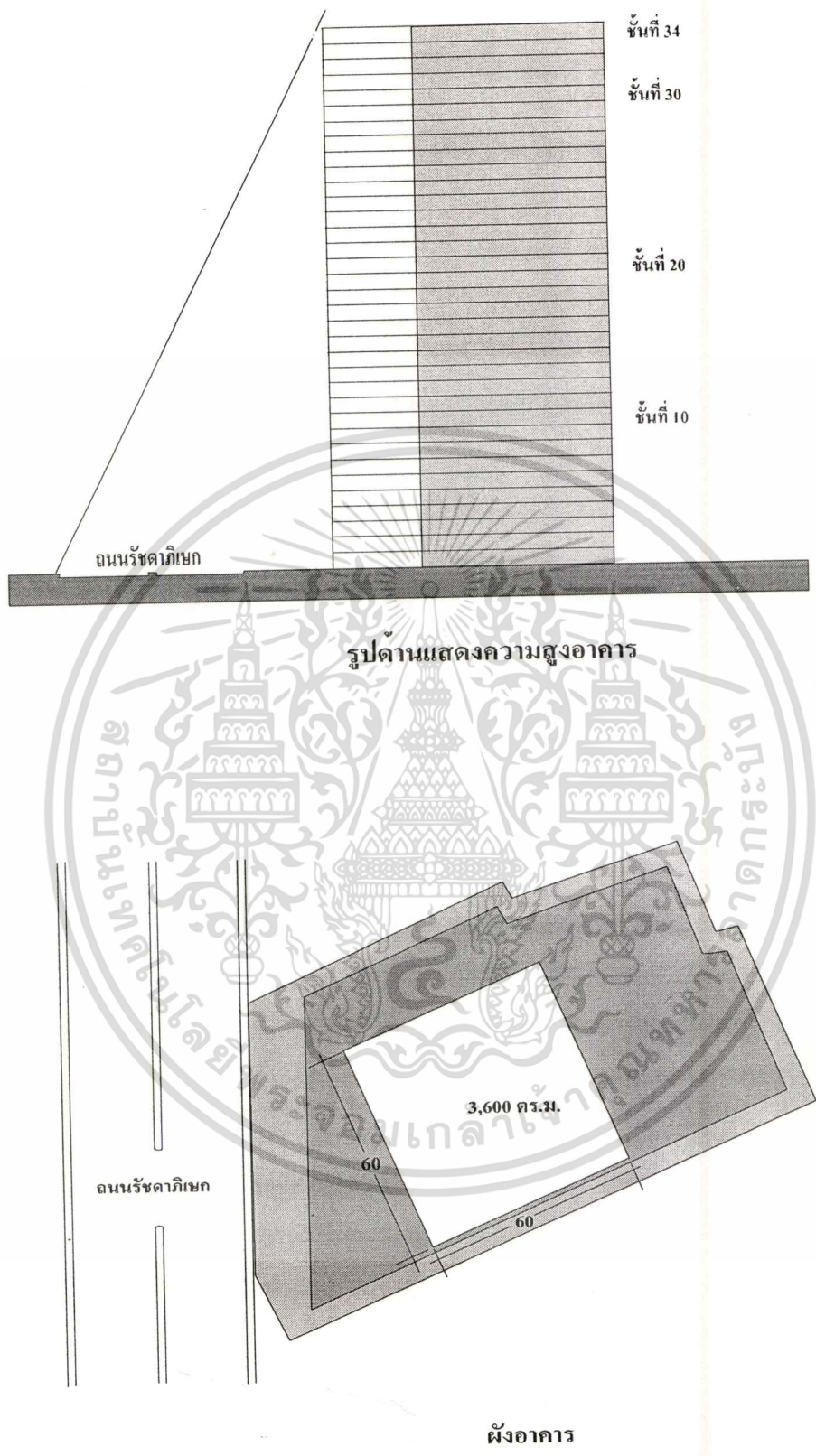
1) ความแตกต่างที่เกิดขึ้นของค่า OTTV. ระหว่างผังอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้า
กับผังสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีค่าแตกต่างกัน 7.07 วัตต์/ตร.ม. (จากค่าของผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส
154.61 วัตต์/ตร.ม.) ซึ่งค่า OTTV. ที่ได้ของผังอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้านี้ (147.54 วัตต์/ตร.ม.) ยัง
ไม่สามารถทำให้ค่าที่ควรจะเป็นไปตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน คือ อาคารใหม่ต้องไม่เกิน 45
วัตต์/ตร.ม. ยังมีค่าปริมาณ OTTV. ที่ต้องลดถึง 102.54 วัตต์/ตร.ม.

ค่าที่ได้นี้เป็นค่าแสดงถึงความเป็นไปได้ในการลดปริมาณ OTTV. ในระดับ
หนึ่งของรูปทรงอาคารและทิศทางการวางผังอาคารเท่านั้น

2) รูปทรงผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นรูปทรงผังอาคารที่ให้พื้นที่กรอบ
อาคารน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับผังสี่เหลี่ยมผืนผ้า

3) รูปทรงผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส สามารถควบคุมปัจจัยในการศึกษาได้
น้อยกว่าผังอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้า เนื่องจากกรณีที่ผังอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้า พื้นที่เดียวกัน
สามารถมีได้หลายสัดส่วน ทำให้ในการศึกษาขั้นต่อไปควบคุมปัจจัยการศึกษาได้ยาก

ดังนั้นในการศึกษานี้รูปทรงที่มีความเหมาะสมสำหรับการดำเนินการศึกษา
ในชั้นรายละเอียดต่อไปคือ “รูปทรงผังสี่เหลี่ยมจัตุรัส”



ภาพที่ 3.17 แสดงรูปทรงผังอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความสูง 34 ชั้น (พื้นที่ 3,600 ตร.ม.ต่อชั้น)

สำหรับการนำไปศึกษาด้านการประหยัดพลังงานในชั้นเรียนรายละเอียดอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การพิจารณารูปทรงผังอาคารสีเขียวอัจฉริยะ กับการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและมีผลต่อการใช้พลังงาน 7 ประการ¹ ที่มีลักษณะสัมพันธ์กับการพิจารณาด้านการปรับสภาพอากาศด้วยตัวอาคาร (Passive Design) มีอยู่ 3 ประการที่จัดอยู่ในด้านการออกแบบอาคาร โดยวิธีกล คือ

- 1) ทิศทางการวางตำแหน่งอาคาร
- 2) รูปร่างอาคาร
- 3) รูปทรงอาคาร

การพิจารณาทั้ง 3 ประการสามารถวางกรอบการดำเนินการศึกษาสำหรับ การหารูปทรงผังอาคารสีเขียวอัจฉริยะ ที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ตั้ง โครงการในด้านการประหยัดพลังงาน ไม่ว่าจะเป็นในด้านของขนาดรูปทรงอาคาร ความสูงของอาคาร การจัดพื้นที่ผังอาคาร ตำแหน่งการวางผังอาคาร การจัดวางแกนบริการ การจัดวางตำแหน่งที่จอดรถ เป็นต้น ซึ่งการพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ จะเป็นการพิจารณาเพื่อให้การออกแบบสามารถประหยัดพลังงานในขั้นตอนของการคำนึงถึงรูปทรงผังอาคาร ที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ตั้งของโครงการ ซึ่งสามารถพิจารณาได้ตามปัจจัยจาก 3 ประการสำหรับการออกแบบอาคาร โดยวิธีกล ดังนี้

- 1) การลดพื้นที่ผนังอาคาร กับการประหยัดค่าก่อสร้างและลดพื้นที่รับแดด
- 2) ขนาดพื้นที่รูปทรงผังอาคาร กับการประหยัดพลังงาน (พิจารณาจากค่า OTTV.)
- 3) ทิศทางการวางผังอาคาร กับการประหยัดพลังงาน (พิจารณาจากพลังงานแสงที่กระทบต่อทิศทางผนัง)
- 4) พื้นที่ผังอาคาร (TYPICAL FLOOR) กับการประหยัดพลังงาน
- 5) การจัดผังบริเวณ เพื่อการสัญจร
- 6) การออกแบบที่จอดรถ กับการประหยัดพลังงาน

¹ ธนิต จินดาวนิก, พลังงานกับการออกแบบสถาปัตยกรรม, กรุงเทพฯ:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
หน้า 3.

4.1 การลดพื้นที่ผนังอาคาร กับการประหยัดค่าก่อสร้างและลดพื้นที่รับแดด

ขนาดของผนังอาคารกับการประหยัดค่าก่อสร้างจะมีผลในด้านของขนาดสัดส่วนพื้นที่ผนังอาคารกับพื้นที่อาคารต่อชั้น ในการพิจารณาขนาดต่างๆกัน ของขนาดสัดส่วนอาคาร ในการศึกษาจะพิจารณาจากรูปทรงผนังอาคารขนาดใหญ่ที่สุดเท่าที่ผนังโครงการจะออกแบบและก่อสร้างได้ตามกฎหมาย และลดขนาดอาคารลง เพื่อการเปรียบเทียบในปัจจุบันด้านต่าง ๆ อีก 3 ขนาด (ลดลงขนาดละ 10 เมตร) ซึ่งสามารถพิจารณากำหนดขนาดและการพิจารณาได้ 4 สัดส่วนคือ (ตารางที่ 4.1)

ขนาดรูปทรงผนังอาคารที่สามารถสร้างได้ขนาดใหญ่ที่สุด ในพื้นที่โครงการตามกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร คือ ขนาด 68 x 68 เมตร คิดเป็นความสูงอาคาร 21 ชั้น และมีพื้นที่ผนังทั้ง 4 ด้าน 19,992 ตารางเมตร

ขนาดรูปทรงผนังอาคารที่มีขนาดลดลงคือ 60 x 60 เมตร คิดเป็นความสูงอาคาร 34 ชั้น และมีพื้นที่ผนังทั้ง 4 ด้าน 28,560 ตารางเมตร

ขนาดรูปทรงผนังอาคารที่มีขนาดลดลงคือ 50 x 50 เมตร คิดเป็นความสูงอาคาร 50 ชั้น และมีพื้นที่ผนังทั้ง 4 ด้าน 35,000 ตารางเมตร

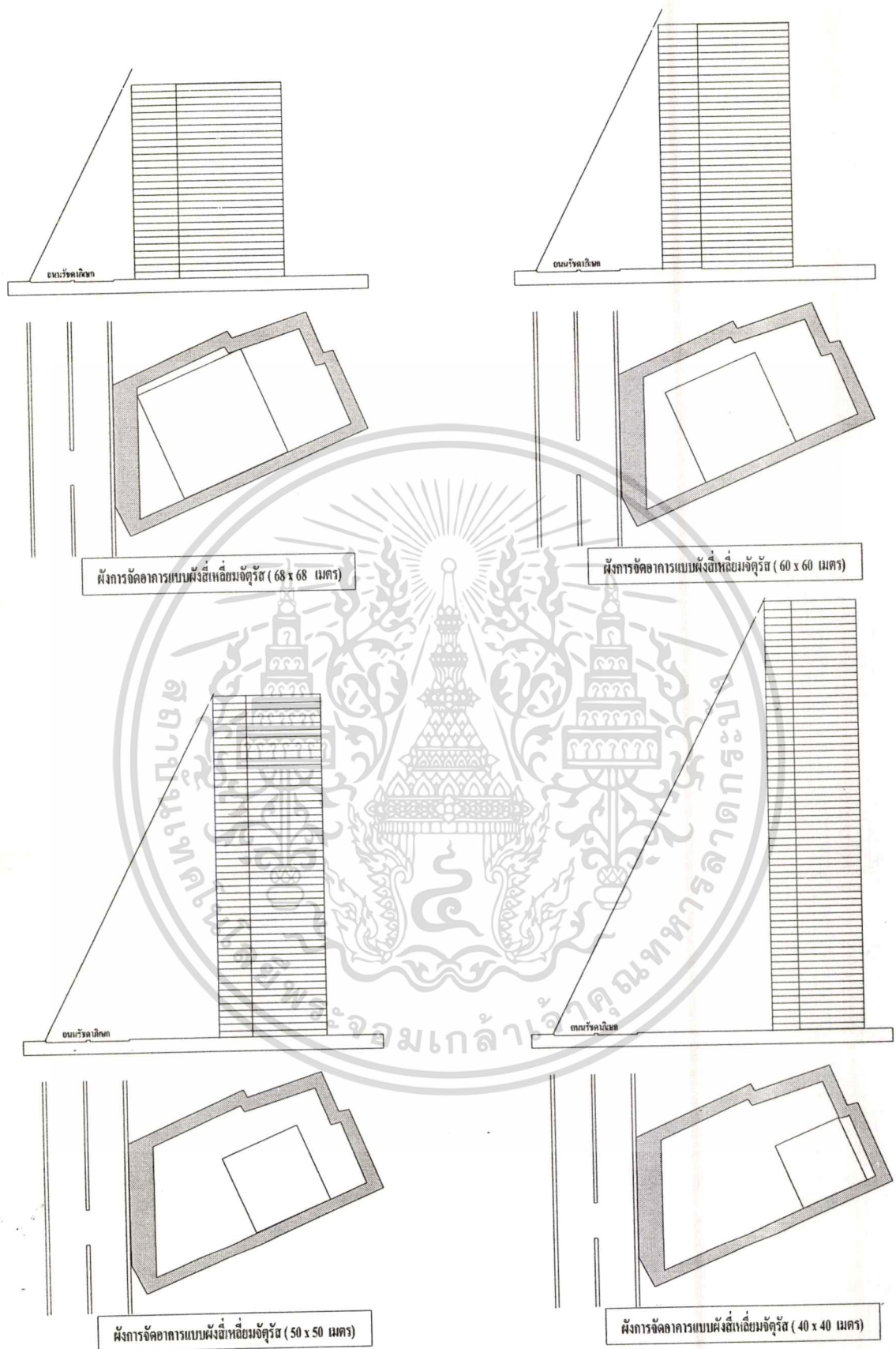
ขนาดรูปทรงผนังอาคารที่มีขนาดลดลงคือ 40 x 40 เมตร คิดเป็นความสูงอาคาร 75 ชั้น และมีพื้นที่ผนังทั้ง 4 ด้าน 42,000 ตารางเมตร

จากการพิจารณาความสัมพันธ์ของพื้นที่ต่อชั้นอาคารกับพื้นที่ผนังอาคารของทั้ง 4 รูปแบบ จะพบว่า “รูปแบบของพื้นที่ผนังอาคารต่อชั้นมากที่สุด สามารถลดพื้นที่ผนังได้มากขึ้น เป็นสัดส่วนผกผันกับพื้นที่อาคาร” ยิ่งพื้นที่อาคารต่อชั้นน้อยลงเท่าใด พื้นที่ผนังอาคารจะเพิ่มขึ้นเป็นส่วนผกผันกัน ดังนั้นรูปแบบขนาดผนังอาคารที่มีผลต่อการออกแบบที่สามารถประหยัดพลังงานได้ในการพิจารณาตามปัจจุบันนี้ คือ “รูปทรงผนังอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 68 x 68 เมตร” (ภาพที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบขนาดพื้นที่ของผนังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดต่างๆกับพื้นที่ผนังอาคาร

ขนาดผนังอาคาร (ม.)	พื้นที่ต่อชั้น (ตร.ม.)	จำนวนชั้นความสูง (3.5 ต่อ ชั้น)	พื้นที่ผนัง (ตร.ม.)
68 x 68	4,624	21	19,992
60 x 60	3,600	34	28,560
50 x 50	2,500	50	35,000
40 x 40	1,600	75	42,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

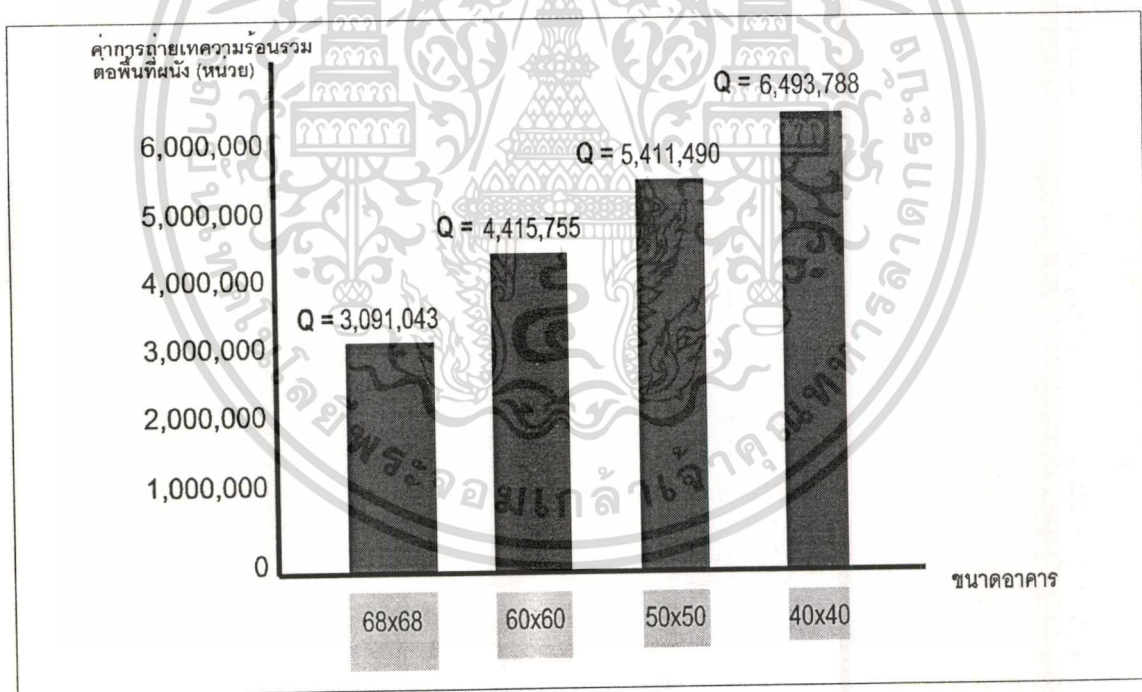


ภาพที่ 4.1 แสดงรูปทรงอาคาร ของผังสี่เหลี่ยมจัตุรัส กับขนาดพื้นที่ต่อชั้นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากการพิจารณาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร จากตารางที่ 4.1-4.4 สามารถสรุปปริมาณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร ได้ค่าเท่ากันคือ 154.514 วัตต์/ตร.ม. ซึ่ง ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมเป็นค่าเฉลี่ยต่อ ตร.ม. จึงเป็นค่าเฉลี่ยที่เท่ากัน

แต่ค่าการถ่ายเทความร้อนแต่ละด้านทั้ง 4 ด้าน เมื่อรวมค่าการถ่ายเทความร้อน จะพบว่าผลรวมของผนังอาคาร ขนาด 40 x 40 เมตร จะมีค่ามากที่สุด คือ 6,493,788 วัตต์/ตร.ม. และผลรวมของผนังอาคาร ขนาด 68 x 68 เมตร จะมีค่าน้อยที่สุด คือ 3,091,043 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งลักษณะของปริมาณของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมจึงมีลักษณะที่เป็นเช่นเดียวกับ ปัจจัยแรก ที่ “รูปแบบของพื้นที่ผนังอาคารต่อชั้นมากที่สุด สามารถลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังได้มากขึ้น เป็นสัดส่วนผกผันกับพื้นที่อาคาร” ยิ่งพื้นที่อาคารต่อชั้นน้อยลงเท่าใด พื้นที่ผนังอาคารจะเพิ่มขึ้นเป็นส่วนผกผันกัน ดังนั้นรูปแบบขนาดผนังอาคารที่มีผลต่อการออกแบบที่สามารถประหยัดพลังงานได้ในการพิจารณาตามปัจจัยนี้ คือ “รูปทรงผนังอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 68 x 68 เมตร” เช่นกัน (ตารางที่ 4.1-4.4)



ภาพที่ 4.2 แสดงแผนภูมิการเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ต่อพื้นที่ผนังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้ง 4 ขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมต่อพื้นที่ผนังแต่ละด้าน ของผนังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส
68 x 68 ม.

ด้าน	A0	Af	CF	(Af*0.51*5)	(Af*0.96*160*CF)	(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออก		4998	1.12	12,744.9	859,815.936	872,560.836
ทิศตะวันตก		4998	1.03	12,744.9	790,723.584	803,468.484
ทิศเหนือ		4998	0.7	12,744.9	537,384.960	550,129.860
ทิศใต้		4998	1.11	12,744.9	852,139.008	864,883.908
รวม	19,992			OTTV =	154.614	3,091,043.088

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมต่อพื้นที่ผนังแต่ละด้าน ของผนังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส
60 x 60 ม.

ด้าน	A0	Af	CF	(Af*0.51*5)	(Af*0.96*160*CF)	(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออก		7,140	1.12	18,207	1,228,308.48	1,246,515.48
ทิศตะวันตก		7,140	1.03	18,207	1,129,605.12	1,147,812.12
ทิศเหนือ		7,140	0.7	18,207	767,692.80	785,899.80
ทิศใต้		7,140	1.11	18,207	1,217,341.44	1,235,548.44
รวม	28,560			OTTV =	154.614	4,415,775.84

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมต่อพื้นที่ผนังแต่ละด้าน ของผนังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส
50 x 50 ม.

ด้าน	A0	Af	CF	(Af*0.51*5)	(Af*0.96*160*CF)	(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออก		8,750	1.12	22,312.5	1,505,280	1,527,592.5
ทิศตะวันตก		8,750	1.03	22,312.5	1,384,320	1,406,632.5
ทิศเหนือ		8,750	0.7	22,312.5	940,800	963,112.5
ทิศใต้		8,750	1.11	22,312.5	1,491,840	1,514,152.5
รวม	35,000			OTTV =	154.614	5,411,490

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมต่อพื้นที่ผนังแต่ละด้าน ของผนังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส
40 x 40 ม.

ด้าน	A0	Af	CF	(Af*0.51*5)	(Af*0.96*160*CF)	(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)
ทิศตะวันออก		10,500	1.12	26,775	1,806,336	1,833,111
ทิศตะวันตก		10,500	1.03	26,775	1,661,184	1,687,959
ทิศเหนือ		10,500	0.7	26,775	1,128,960	1,155,735
ทิศใต้		10,500	1.11	26,775	1,790,208	1,816,983
รวม	42,000			OTTV =	154.614	6,493,788

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ทิศทางการวางผังอาคาร กับการประหยัดพลังงาน (พิจารณาจากพลังงานแสงที่กระทบต่อผนัง)

จากการศึกษาหัวข้อ 4.2 “ขนาดของผังอาคารกับการประหยัดพลังงานจะมีผลในด้านของขนาดสัดส่วนพื้นที่ผนังอาคารต่อพื้นที่อาคารต่อชั้นแล้ว” ในการพิจารณาดำเนินการวางอาคารกับการประหยัดพลังงาน เนื่องจากการศึกษาอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะมีลักษณะที่มีด้านเท่ากันทุกด้าน การวางตำแหน่งทิศทางอาคารย่อมจะมีผลที่แตกต่างจากอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่หันด้านแคบเข้าหาทิศตะวันออกและตะวันตก¹

ดังนั้นการหาว่าตำแหน่งใดที่สามารถวางผังอาคารได้อย่างเหมาะสมที่สุด “ที่จะหันพื้นที่ผนังอาคารน้อยที่สุดเข้าสู่ทิศทางแสงตรงจากดวงอาทิตย์มากที่สุด”² ซึ่งสามารถหาได้จาก การหาสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจก SC จากการหาค่าของการนำค่าตัวประกอบแก้รังสีแสงอาทิตย์ (SF) นำมาทำการพิจารณาร่วมกับพื้นที่ (A) ผนังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่ค่าทั้ง 2 ตัวที่ได้จากการคำนวณจะสามารถทราบถึงทิศทางของการวางตำแหน่งที่เหมาะสมได้

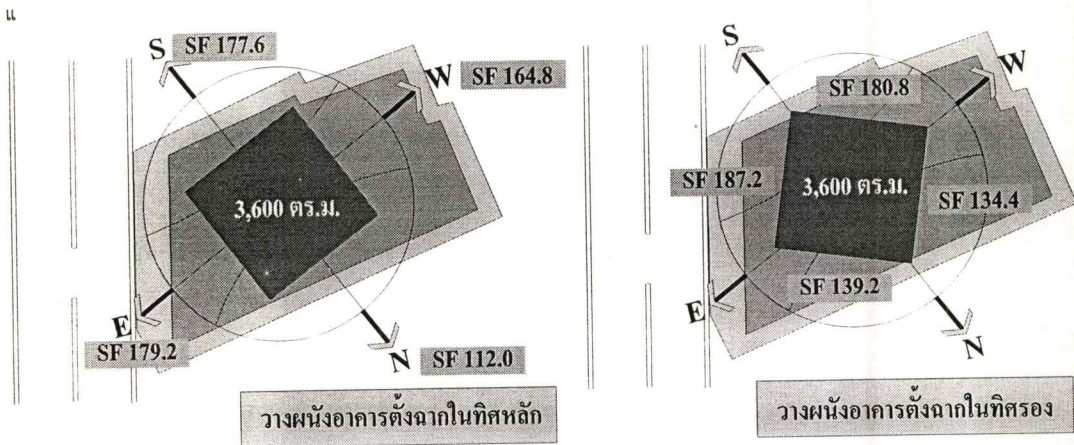
ซึ่งค่า SF จะเป็นค่าที่พิจารณาจากเพื่อดูว่าทิศทางใดบ้างที่ให้ผลทางด้านของค่า SF ที่สูง จากสูตร $SF = 160 \times CF$ ซึ่งค่าที่เป็นตัวกำหนดทิศทางต่าง ๆ ก็คือค่า ตัวประกอบแก้สำหรับผนังเอียงหนึ่ง ๆ ในทิศทางต่าง ๆ สามารถกำหนดทิศทางได้ 8 ทิศ และ 4 ช่วงของความเอียงของผนัง (ตารางที่ 3 ในภาคผนวก)

ส่วนปริมาณพื้นที่ A ผนังของอาคาร ในที่นี้จะทำการกำหนดจากการที่ผนังทั้งหมดเป็นกระจก เพื่อเปรียบต่อนิ่งหน่วยพื้นที่ที่เท่ากัน ซึ่งในการพิจารณานี้จะเลือกใช้รูปทรงผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 60 x 60 เมตร เนื่องจากเป็นรูปทรงที่มีขนาดใหญ่เป็นลำดับที่ 2 รองจากขนาด 68 x 68 เมตร ที่สามารถหันอาคารตั้งอยู่ในโครงการในทิศทางใดก็ได้

กล่าวโดยสรุปอาคารที่จะทำการหาพื้นที่ของผนังอาคาร พิจารณาจากขนาดอาคาร 60 x 60 เมตร โดยศึกษาเปรียบใน 2 ทิศทางหลัก ของค่าตัวประกอบแก้ CF คือ ทิศทางที่หันด้านผนังอาคารตั้งฉากกับทิศหลักทั้ง 4 (ทิศตะวันออก, ตก ,เหนือ,ใต้) และทิศทางที่ 2 คือ ทิศทางที่หันด้านผนังอาคารตั้งฉากกับทิศรองทั้ง 4 (ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ, ทิศตะวันออกเฉียงใต้, ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ, ทิศตะวันตกเฉียงใต้)

¹ ศรีใจ บูรณสมภพ, การออกแบบสถาปัตยกรรมกับการประหยัดพลังงาน, (กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปกร) หน้า 3

² เล่มเดียวกัน, หน้า 51



ภาพที่ 4.3 แสดงขนาดผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัสกับ ทิศทางการวางผังอาคารตั้งฉากกับ ทิศทางหลักและทิศทางรองทั้ง 4

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมต่อพื้นที่ผนังแต่ละด้าน ในทิศทางที่หันด้านผนัง อาคารตั้งฉากกับทิศหลักทั้ง 4 ของผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 60 x 60 เมตร

ด้าน	A0	Af	CF	$(Af*0.51*5)$	$(Af*0.96*160*CF)$	$(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)$
ทิศตะวันออก		7,140	1.12	18,207	1,228,308.48	1,246,515.48
ทิศตะวันตก		7,140	1.03	18,207	1,129,605.12	1,147,812.12
ทิศเหนือ		7,140	0.7	18,207	767,692.80	785,899.80
ทิศใต้		7,140	1.11	18,207	1,217,341.44	1,235,548.44
รวม	28,560			OTTV =	154,614	4,415,775.84

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมต่อพื้นที่ผนังแต่ละด้าน ในทิศทางที่หันผนัง ด้านอาคารตั้งฉากกับทิศรองทั้ง 4 ของผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 60x60 เมตร

ด้าน	A0	Af	CF	$(Af*0.51*5)$	$(Af*0.96*160*CF)$	$(Af*0.51*5)+(Af*0.96*160*CF)$
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ		7,140	0.87	18,207	954,132.48	972,339.48
ทิศตะวันออกเฉียงใต้		7,140	1.17	18,207	1,283,143.68	1,301,350.68
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ		7,140	0.84	18,207	921,231.36	939,438.36
ทิศตะวันตกเฉียงใต้		7,140	1.13	18,207	1,239,275.52	1,257,482.52
รวม	28,560			OTTV =	156,534	4,470,611.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการพิจารณาค่าตัวประกอบแก็งส์เสงอาทิตย์กับการวางผังอาคารในทิศทางผนังอาคารในแนวตั้งฉากกับทิศทางหลักและทิศทางรองทั้งสอง ค่าการถ่ายเทความร้อนที่ให้ค่ามากที่สุดคือ “การวางผังอาคารในทิศทางที่ผนังอาคารตั้งฉากกับทิศรอง” โดยให้ค่ามากถึง 4,470,611 วัตต์/ตร.ม. (OTTV = 154.61 วัตต์/ตร.ม.) ในขณะที่การวางผังอาคารในทิศทางที่ผนังอาคารในแนวตั้งฉากกับทิศหลัก ให้ค่าเพียง 4,415,775 วัตต์/ตร.ม. (OTTV = 156.53 วัตต์/ตร.ม.)

ในการศึกษาที่ตั้งโครงการจะเห็นได้ว่า ลักษณะผังที่ดินและการจัดวางผังอาคารสามารถจัดให้อยู่ในแนวขนานกับผังโครงการ จะมีลักษณะในทิศทางการวางผังอาคารในแนวขนานกับผังที่ดินได้เป็นอย่างดี ทำให้สามารถพิจารณาเลือกรูปทรงอาคารในทิศทางวางผังอาคารให้ขนานกับผังที่ดิน ซึ่งเหมาะสมในด้านประหยัดพลังงานและการก่อสร้างสูงสุด ขนาดของรูปทรงผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เหมาะสมในโครงการคือ “รูปทรงผังอาคารขนาด 68 x 68 เมตร” เพื่อให้สามารถใช้เป็นรูปทรงอาคารสำหรับเป็นข้อพิจารณาในปัจจัยประการอื่นๆ ต่อไป

4.4 พื้นที่ผังอาคาร (TYPICAL FLOOR) กับการประหยัดพลังงาน

Typical Floor เป็นชั้นมาตรฐานของอาคาร ที่เหมือนกันมากที่สุด อันหมายถึงพื้นที่ส่วนใหญ่ของอาคาร ซึ่งประกอบไปด้วยพื้นที่ส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือพื้นที่สำนักงาน พื้นที่ทางเดิน และพื้นที่บริการและแกนสัญจรทางตั้ง ดังนั้นการออกแบบ Typical Floor จึงเป็นการออกแบบที่สำคัญขั้นตอนหนึ่ง ในการที่จะให้เกิดผลต่าง ๆ โดยเฉพาะในการศึกษานี้จะคำนึงถึงด้านการประหยัดพลังงาน ที่ใช้ในอาคารสูง (สำนักงาน)

ในส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนของ Typical Floor การพิจารณา พื้นที่บริการและแกนสัญจรทางตั้ง จะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้สามารถให้เห็นถึงความสัมพันธ์ ของพื้นที่ทั้ง 3 ส่วนได้เป็นอย่างดีในการที่จะออกแบบในส่วนต่าง ๆ ให้เหมาะสมและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

4.4.1 การศึกษาประเภท CORE

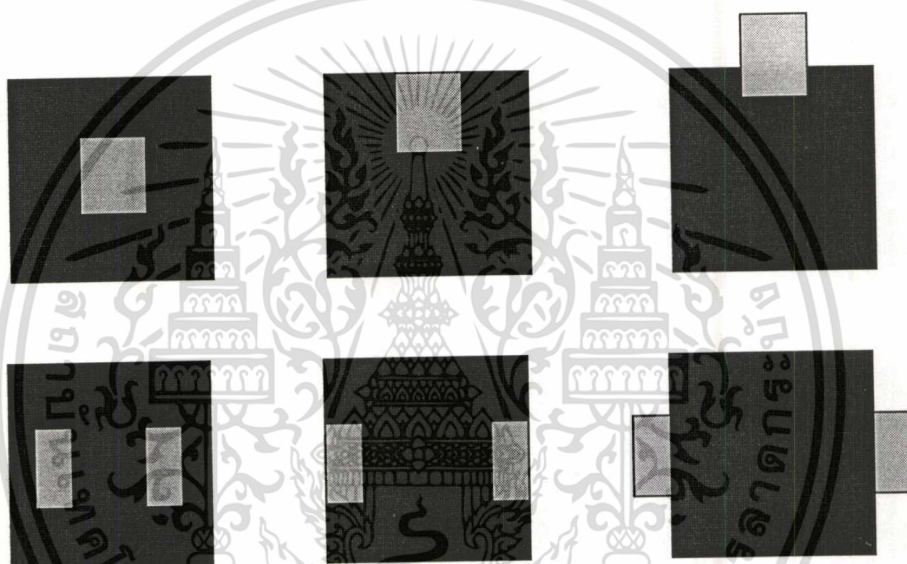
ระบบโครงสร้างอาคารที่ใช้ระบบเสาและระบบพื้น ไร้คาน ในอาคารสูง โดยส่วนใหญ่จะทำการออกแบบแกนบริการให้เป็นส่วนช่วยต้านแรงตามแนวนอน ในลักษณะ Shear wall นี้จะเป็น Core ปิดภายในอาคาร ใส่หุ้มปล่องบันไดหรือช่องลิฟท์ หรือเป็นผนังหลายพื้นขนานกัน อยู่ในตัวอาคารก็ได้ ซึ่งรูปแบบของ Core¹ ที่จะกำหนดและออกแบบลงในผังสามารถพิจารณาแยกได้ดังนี้

- ตำแหน่งของ Core ภายในอาคาร ภายในอาคาร
- จำนวนของ Core เดี่ยว แยก รวม
- รูปแบบของ Core จตุรัส ผืนผ้า วงกลม สามเหลี่ยม รูป X รูป L รูป C เป็นต้น

¹ ชวลิตนิตยะ, BUILDING MATERIAL AND CONSTRUCTION VI, กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน้า 1

จากการศึกษารูปแบบผังอาคารที่เหมาะสมกับพื้นที่โครงการคือ ผังสี่เหลี่ยมจัตุรัส สามารถจัดรูปแบบตามลักษณะการพิจารณาการออกแบบและตำแหน่งของ Core สำหรับผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังนี้ คือ (ภาพที่ 4.4)

- | | |
|---------------|---|
| 1) Core เดียว | - อยู่ภายในอาคาร
- อยู่ชิดภายนอกอาคาร
- อยู่ภายนอกอาคาร |
| 2) 2 Core แยก | - อยู่ภายในอาคาร
- อยู่ชิดภายนอกอาคาร
- อยู่ภายนอกอาคาร |



ภาพที่ 4.4 แสดงประเภทแกนบริการ 1 และ 2 แกน ในตำแหน่งต่างๆ

4.4.2 การศึกษาการจัดตำแหน่ง แกนบริการ CORE

เมื่อทราบลักษณะของผังอาคารทั้ง 6 รูปแบบ การศึกษาปัจจัยต่างๆ เพื่อประกอบการพิจารณาการออกแบบกำหนดตำแหน่ง แกนบริการที่เหมาะสมสามารถพิจารณาได้จากปัจจัยเพิ่มเติมจากการศึกษาการใช้งานพื้นที่อาคารต่อชั้น ซึ่งในการจัดตำแหน่ง แกนบริการให้ตอบสนองการใช้งานพื้นที่ส่วนสำนักงานทั้งชั้นได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจากการเก็บข้อมูลจากอาคารต่างประเทศ¹ “ขนาดพื้นที่ที่เหมาะสม ของพื้นที่อาคาร 1 ชั้น ต่อส่วนบริการแกนบริการ 1 ตำแหน่งควรมีพื้นที่ประมาณ 1,000-1,300 ตร.ม. และเกี่ยวกับสัดส่วนของพื้นที่อาคารต่อชั้นพื้นที่ Typical Floor ควรมีพื้นที่เช่าประมาณ 80%

¹ Axel Bojel, Open-plan office, Translation edited by B.H.wally' Business Book

และพื้นที่ แคนบริการ 20 % (อาคารยังมีความสูงมาก อัตราส่วนของพื้นที่แคนบริการจะยิ่งสูงขึ้น อาจได้ถึงประมาณ 30 %)” เมื่อเปรียบเทียบจากการเก็บข้อมูล และการศึกษาดังกล่าวใน กรุงเทพมหานคร¹ จากอาคารตัวอย่าง 9 อาคารที่มีพื้นที่ต่อชั้นอยู่ในช่วง 600 - 2,000 ตร.ม. และส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 800- 1,200 ตร.ม. ซึ่งใกล้เคียงกับสัดส่วนการใช้พื้นที่ของต่างประเทศ

จากการศึกษาสัดส่วนการใช้พื้นที่จากการศึกษา สามารถสรุปข้อสังเกตและ พิจารณาประสิทธิภาพการออกแบบ ในด้านต่าง ๆ ได้ 4 ประการ คือ

1) การจัด แคนบริการ ให้มีทิศทางการเข้าถึงพื้นที่สำนักงานได้ 2 ทิศทาง จะทำให้เกิด ประสิทธิภาพการออกแบบสูงสุด โดยเฉพาะกับอาคารที่มีพื้นที่ต่อชั้นมาก เกินกว่า 1,300 ตร.ม.

2) ความสัมพันธ์ระหว่างการสัญจรทางเดินกับพื้นที่อาคาร หากคำนึงถึงการกระจายคน ไปสู่พื้นที่อาคาร ได้คล่องตัว และกรณีเกิดเพลิงไหม้สามารถขนถ่ายคนลงมาได้รวดเร็วที่สุด

3) การกระจายตัวของช่องบริการ อันได้แก่ ท่อน้ำ ท่อระบายน้ำ และทางเดินในอาคาร ในอาคารขนาดสูงปานกลาง จะจัดรวมทุกส่วนเข้าด้วยกันเป็นกลุ่ม ทำให้ทำงานได้สะดวก

4) ด้านการประหยัดพลังงาน การออกแบบแคนบริการให้ลดพื้นที่ที่รอบอาคารส่วน สำนักงานให้มากที่สุด

ปัจจัยที่สำคัญเบื้องต้นสำหรับนำมาประกอบการออกแบบคือ “ปัจจัยทางด้านสัดส่วน พื้นที่อาคารต่อชั้น” ที่โครงการนี้มีพื้นที่ต่อชั้นสูงถึง 4,624 ตร.ม. (มากกว่า 1,300 ตร.ม.) ทำให้ การใช้แคนบริการ 2 แคนจึงมีความเหมาะสมกว่า การใช้แคนบริการแคนเดียว

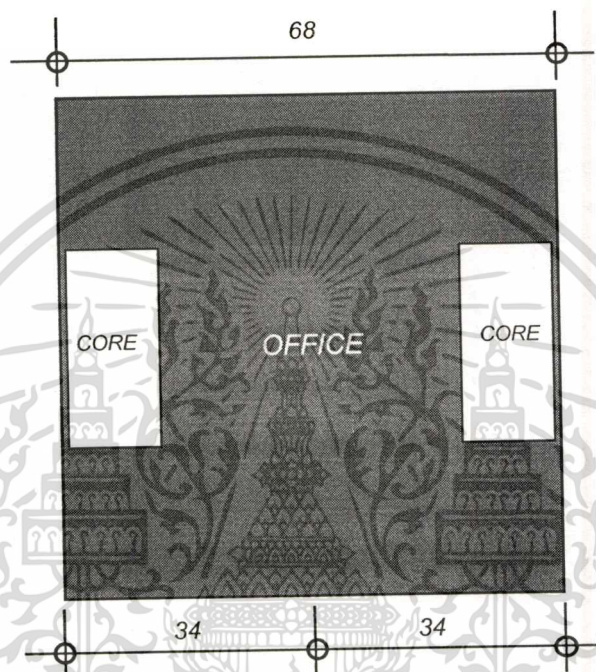
ปัจจัยที่เป็นตัวเลือกประการที่สองคือ กฎหมายทางด้านบันไดหนีไฟที่จะต้องมีความ ระยะที่ไม่มากกว่า 30 เมตร ในจุดที่จะไปถึงใกล้ที่สุดทำให้การออกแบบผังอาคารจะทำให้เกิดมี แคนบริการที่บังคับมากขึ้น เป็นผลทำให้การออกแบบมีปัญหา จำเป็นต้องมีบันไดหนีไฟอีกจุด หนึ่ง ทำให้ต้องเกิดแคนบริการแยกออกเป็น 2 แคนบริการ ตามกฎหมายควบคุมอาคาร

ปัจจัยที่ประการที่สาม คือ “การกระจายตัวของช่องบริการ สำหรับงานระบบวิศวกรรม ภายในอาคาร” ที่ 2 แคนบริการจะสามารถช่วยให้ขนาดท่อและการกระจายตัวของงานระบบมี ขนาดเล็กลงตามพื้นที่การจ่ายของแคนบริการที่แยกออกเป็น 2 แคน ทำให้ระบบไม่ทำงานหนัก และสิ้นเปลืองเงิน ไปทำให้ประหยัดงบประมาณการลงทุนไปได้

ปัจจัยประการสุดท้ายคือ “การนำส่วนใดส่วนหนึ่งของแคนบริการมาช่วยลดพื้นที่ถูก แสงตรง” ซึ่งกรณีของแคนบริการแบบ 2 แคน ทั้ง 2 แคนบริการทั้งคู่อยู่ติดชิดผนังภายนอก อาคาร และบางส่วนอยู่ภายนอกอาคาร ในด้านการประหยัดพลังงานแล้วแบบบางส่วนอยู่นอก อาคาร ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าแบบอยู่ภายในอาคาร สาเหตุประการสำคัญคือ การที่มี พื้นที่ที่สามารถทำให้ใช้พลังงานมากกว่า

¹ ธิติพัฒน์ ประทานทรัพย์, นัชชัยแดงอ่อน. การศึกษาสำนักงานให้เช่า. รายงานสถาปัตยกรรม 3.

เนื่องจากมีส่วนของแสงตรงที่เข้ามาในอาคารมากกว่าแบบ แกนบริการอยู่ติดชิดผนังภายนอกอาคาร ซึ่งประเภทของแกนบริการที่อยู่ภายนอกอาคารจะมีส่วนช่วยลดพื้นที่รับแดดมากขึ้นเนื่องจากสภาพของแกนที่ยื่นออกนอกอาคารจะมีลักษณะเป็นผนังบังแดดไปในตัว ซึ่งเป็นการช่วยลดพื้นที่ที่ถูกแดดได้เป็นอย่างดี แต่เนื่องจากสภาพพื้นที่โครงการบังคับ อันเนื่องมาจากกฎหมายระยะร่น ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้ แกนแบบอยู่ภายนอกอาคารได้ ดังนั้นรูปแบบแกนบริการที่เหมาะสมคือ แบบที่ 2 แกนบริการ อยู่ติดภายนอกอาคาร



ภาพที่ 4.5 แสดงแกนบริการตามปัจจัยของ สัดส่วนพื้นที่ต่อชั้นมากกว่า 1,300 ตร.ม. และกฎหมายบันไดหนีไฟ

4.4.3 ระบบขนส่งภายในอาคาร เพื่อการออกแบบระบบแกนบริการ¹

4.4.3.1 ระบบบันไดมิกะลาเจ้าคุณประดิษฐ

เนื่องจากโครงการที่ทำการออกแบบมีแกนบริการ 2 แกน ดังนั้นความจำเป็นในการเลือกใช้บันไดในการติดต่อระหว่างชั้น มีความจำเป็นมากขึ้น ในการออกแบบจึงกำหนดให้บันไดที่ใช้เป็นบันไดหนีไฟในตัวเอง และเลือกระบบที่ไม่ใช้ระบบอัดอากาศในการป้องกันไฟไหม้ เนื่องจากเลือกออกแบบให้เป็นระบบบันไดเปิดโล่ง ตำแหน่งที่เหมาะสมในด้านการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่าง สามารถประหยัดตามหลักการที่ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติในช่วงเวลากลางวัน ส่วนระบบปรับอากาศสามารถช่วยในการประหยัดพลังงาน โดยตำแหน่งของบันไดมีสภาพเป็นฉนวนกันความร้อนที่จะเข้าสู่อาคารโดยตรง

¹ ไพบุลย์ หังสพฤกษ์. การก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมวิราช.

4.4.3.2 ระบบทางลาด (RAMP) การใช้ทางลาดกระทำเพื่อ

-ใช้สำหรับบุคคลที่จะต้องทำเพื่อการติดต่อทั่วไป ในการเดินและสำหรับคนพิการ

-ใช้สำหรับเส้นทางบริการขนส่งสินค้า อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้รถเข็น

ซึ่งยกเว้นทางลาดของส่วนจอดรถแล้ว ในส่วนของอาคารอื่นไม่มีส่วนที่ออกแบบไว้ให้เป็นทางลาดในอาคาร (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 แสดงสัดส่วนของชนิดทางลาด

ชนิดทางลาด	อัตราส่วนทางลาด
ความลาดชันมากที่สุด (สำหรับการเดินเท้า)	1 : 10
ทางลาดชันระยะสั้นสำหรับคนพิการและรถเข็นบริการ	1 : 12
ทางลาดระยะยาวสำหรับคนพิการและอุปกรณ์ขนาดหนัก	1 : 20

4.4.3.3 ระบบลิฟท์

ลิฟท์เป็นระบบขนส่งในแนวดิ่งที่ให้ความเร็ว และมีประสิทธิภาพในการสัญจรมากที่สุด ในบรรดาระบบขนส่งอื่น ๆ ในอาคาร ประเภทของลิฟท์แบ่งการขับเคลื่อนได้เป็น 2 ประเภท คือ ระบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าให้มอเตอร์เพื่อการขับเคลื่อนลิฟท์โดยตรง และระบบลิฟท์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าป้อนให้แก่มอเตอร์เครื่องปั๊มไฮดรอลิก ในส่วนของระบบทำงานของลิฟท์(ELEVATOR OPERATION SYSTEM) แบ่งเป็น

ในส่วนของระบบทำงานของลิฟท์(ELEVATOR OPERATION SYSTEM) แบ่งเป็น

1) SINGLE AUTOMATIC RUSH BUTTON CONTROL เป็นระบบพื้นฐานของลิฟท์โดยสาร เพราะจะรับรู้การเรียกใช้บริการ เพียงการกดปุ่ม จะเรียกลิฟท์ได้เมื่อลิฟท์ไม่ได้กำลังถูกใช้ ระบบนี้ใช้ได้เฉพาะตึกที่ไม่สูงและคนไม่ใช้มาก

2) COLLECTIVE CONTROL สามารถรับคำสั่งโดยการกดเรียกหลาย ๆ คำสั่งได้ในเวลาเดียวกัน ไม่ว่าขึ้นหรือลงหากมีผู้โดยสารกดเรียกระหว่างชั้นต่าง ๆ ก็จะหยุดรับผู้โดยสารตามทางเรื่อย ๆ

3) SELECTIVE COLLECTIVE OPERATION แทนที่จะจอดทุกชั้นที่มีการเรียกแต่จะจอดในชั้นที่มีผู้ต้องการขึ้นในขาขึ้น และจอดในชั้นที่มีผู้ต้องการลงในขาลงเท่านั้น ระบบนี้สามารถควบคุมลิฟท์ทุกตัวได้ในเวลาเดียวกันแต่ผู้โดยสารจะเสียเวลาในการคอยนาน

จากการพิจารณาดังกล่าว ลิฟท์ที่เหมาะสมกับอาคารคือ ลิฟท์ไฟฟ้าแบบ GEAR TRACTION, RHEOSTATIC CONTROL และใช้ระบบทำงานแบบ COLLECTIVE CONTROL ซึ่งจะเหมาะกับการควบคุมลิฟท์จำนวนมาก 4-8 ตัว และเหมาะกับอาคารสูงที่มีคนใช้จำนวนมาก เนื่องจากไม่ต้องใช้เวลาคอยลิฟท์นาน

ส่วนการจัดแบ่งโถงลิฟท์ สามารถพิจารณาลิฟท์ซึ่งอยู่ใน ZONE เดียวกันมักนิยมจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน เพื่อความสะดวกแก่ผู้โดยสารที่รอลิฟท์ โถงลิฟท์หนึ่งควรประกอบด้วยลิฟท์ไม่เกิน 8 ตัว หรือไม่เกิน 4 ตัว ในแถวเดียวกัน เนื่องจากปกติผู้โดยสารจะต้องใช้เวลาเดินทางจากตำแหน่งที่ยืนอยู่เพื่อไปยังลิฟท์หลังจากได้ยินเสียงสัญญาณ (เสียง “ติ๊ง” เมื่อลิฟท์มาถึง) ปกติในโถงลิฟท์ขนาดข้างต้นผู้โดยสารจะสามารถเดินหรือวิ่งไปที่ลิฟท์ได้ทันทีก่อนที่ลิฟท์จะปิดประตูเพื่อเดินทางไปชั้นอื่น

สำหรับจำนวนลิฟท์สามารถหาได้จาก ตัวแปรทั้ง 6 สิ่ง¹ คือ

1. จำนวนคนที่ใช้
2. จำนวนชั้น
3. ความสูงระหว่างชั้น
4. เวลาในการรอลิฟท์
5. เวลาเดินทาง 1 รอบ
6. ความจุผู้โดยสาร

เนื่องจากโครงการเป็นโครงการที่ใช้ในการคาดการณ์ของการใช้งาน ดังนั้นจำนวนผู้ใช้โครงการจึงคิดคำนวณจากพื้นที่ใช้งานของอาคารซึ่งประมาณการไว้ว่า 10 ตร.ม./คน พื้นที่ในส่วนสำนักงานของอาคาร มีพื้นที่ต่อชั้น 4,624 ตร.ม. จำนวนทั้งสิ้น 20 ชั้น คิดเป็นพื้นที่ทั้งหมด 92,480 ตร.ม. คิดเป็นผู้ใช้อาคาร 9,248 คน และประมาณการจำนวนผู้มาติดต่อใช้อาคารไว้ที่ 10 % ของจำนวนผู้ใช้อาคาร ดังนั้นผู้ใช้อาคารในโครงการรวมทั้งหมดคิดเป็น 10,173 คน

จะได้ลิฟท์ความจุ 24 คน ขนาด 1,600 กิโลกรัม ความเร็ว 300 เมตร/วินาที เวลาในการรอบ 19.40 วินาที จำนวน 10 ตัว โดยจัดแบ่ง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 5 ตัว ตามแกนบริการที่แยกออกตามการออกแบบ โดย 4 ตัวเป็นลิฟท์โดยสารทั่วไป ที่การจอดเป็นช่วงชั้นต่าง ๆ 2 ช่วงคือ ในช่วง HIGH ZONE และ LOW ZONE ลิฟท์อีก 1 ตัว เป็นลิฟท์ขนของและเป็นลิฟท์ดับเพลิงใน ตัวเดียวกัน สามารถจอดได้ทุกชั้นและสามารถเดินทางจากชั้นล่างสุดสู่ชั้นบนสุดได้ภายใน 1 นาที ในขณะที่เกิดเพลิงไหม้จะทำงานได้โดยใช้ไฟฟ้าจากเครื่องปั่นไฟสำรอง (ดีเซล) (ภาพที่ 4.5)

¹ Ernsst Neufert, Architects' DATA, (London : Grana Publishing, 1982) Page 411

4.4.4 ระบบโครงสร้างอาคารกับระบบประสานทางพิกัด (GRID SYSTEM)

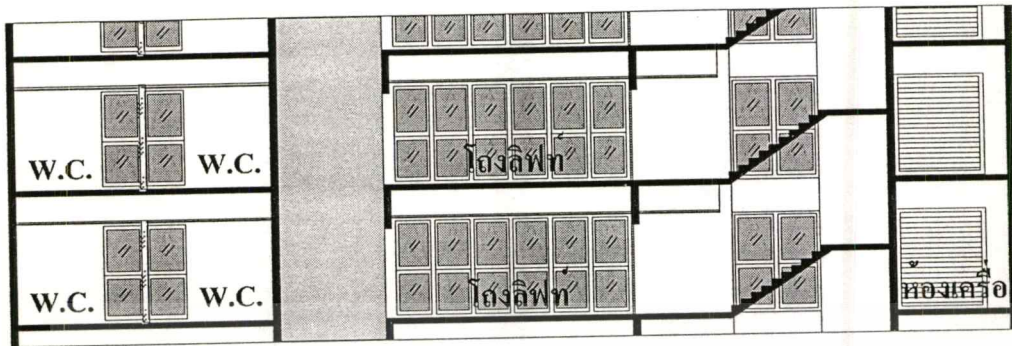
การพิจารณาระบบ GRID สำหรับการออกแบบมีความสำคัญเช่นกัน แต่ในด้านการประหยัดพลังงาน ของการลดภาระความร้อนในการปรับอากาศที่เกิดขึ้นกับผนังของอาคาร ระบบ GRID ไม่มีส่วนใดที่จะสามารถพิจารณาในด้านการช่วยลดพลังงานความร้อนรวมได้ แต่การศึกษาเป็นการเน้นเพื่อผลในด้านการเลือกใช้ ระบบหรือแบบต่าง ๆ ในภายหลัง

การพิจารณาระบบ GRID ในอาคารมี 2 ชนิด ชนิดแรกเป็น GRID ที่เกี่ยวข้องกับ การออกแบบจัดวาง LAY OUT PLANNING ชนิดที่สองเป็น GRID ที่เกี่ยวกับ ELEMENT ต่างๆ ของโครงสร้างอาคารซึ่งการกำหนดใช้ GRID ใด ๆ ก็ต้องคำนึงถึงสิ่งทั้งสองอย่างควบคู่ไปด้วย โดยสามารถแยกย่อย GRID ทั้งสองออกเป็น 4 ลักษณะ

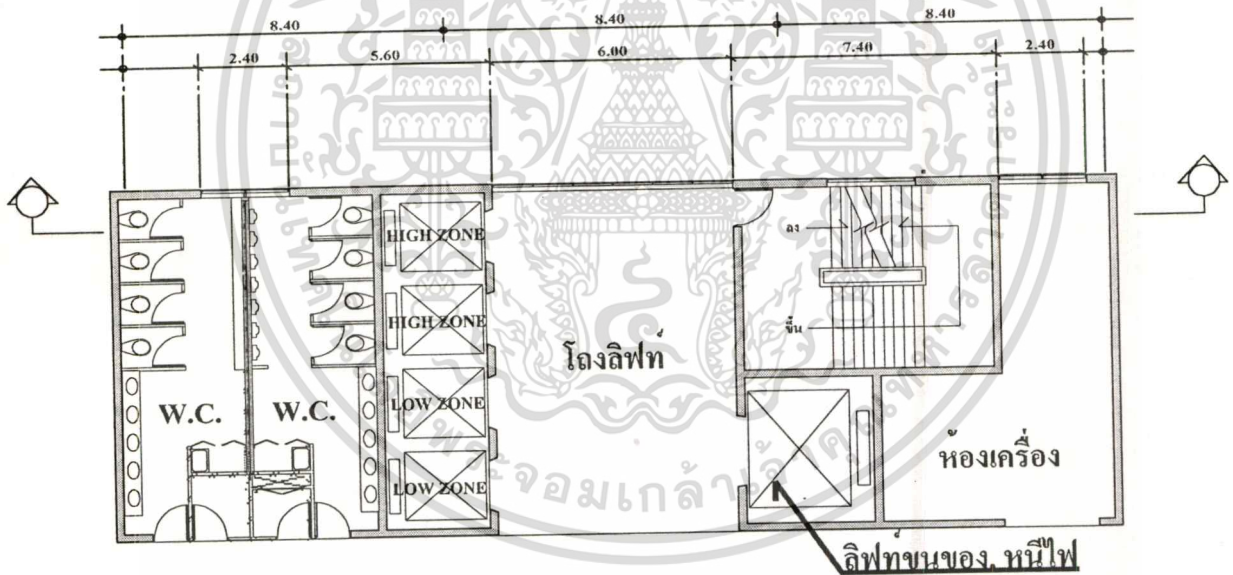
- STRUCTURAL GRIDS เป็น GRIDS ที่เกี่ยวกับโครงสร้างหลักของอาคาร โดยกำหนด GRID ทั้งทางแนวตั้งและแนวนอน เช่น การกำหนด SPAN ของช่วงเสา
 - CONSTRUCTIONAL GRIDS เป็น GRIDS ที่เกี่ยวกับ ELEMENT ย่อยที่ประกอบโครงสร้าง โดยกำหนดจากวัสดุต่างๆ เช่น PARTITION ประตูหน้าต่าง ซึ่งทั้งหมดนี้อยู่ภายในขอบเขตของ STRUCTURAL GRIDS
 - SERVICING GRIDS เป็น GRIDS ที่เกี่ยวข้องกับหลักการบริการในตัวอาคาร เช่น การเดินสายไฟ ปลั๊กไฟ ปลั๊กโทรศัพท์ ท่อแอร์ ไฟฟ้า
 - PLANNING GRIDS เกี่ยวข้องกับการดำเนินการ การปฏิบัติงานภายในตัวอาคารขึ้นอยู่กับพื้นที่การปฏิบัติงานของพนักงานระดับทั่วไป ซึ่งมีจำนวนมากที่สุดในสำนักงาน
- ผลของ GRID ที่เกิดขึ้นทางด้านโครงสร้างเหมาะสมในช่วง 5.00 - 9.00 ม. และ ผลประการที่สำคัญที่สุดเกิดจากระบบโมดูลาร์ ทุกระยะ 1.20 ม. ดังนั้นในช่วง 5.00 - 9.00 ม. ระยะเหมาะสมในหัวข้อต่อมาจึงมีความเหมาะสมตั้งแต่ 6.00 ม., 7.20 ม. และ 8.40 ม. ตามลำดับ แต่ระยะที่เหมาะสม

แต่ในการก่อสร้างอาคารที่มีความสูงต่างกันอย่างมาก ความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจาก ความสูงของอาคารย่อมมีมากขึ้นเป็นลำดับ จากความจำเป็นในโครงสร้างอาคาร ที่ขนาดเสาเมื่อมีความสูงมากขึ้น จะมีขนาดเล็กลงตามลำดับ ทำให้การพิจารณา GRID ของพื้นที่อาคารต่อชั้นย่อมมีการเปลี่ยนแปลงตามกัน โดยทั่วไปความสูงอาคารขนาด 30 ชั้น จะมีพื้นที่หน้าตัดเสาเปลี่ยนแปลงโดยเฉลี่ยดังนี้ ที่ความสูง 1-10 มีขนาดเสา 1.00 X 1.00 เมตร และที่ความสูง 11-20 มีขนาดเสา 0.80 X 0.80 เมตร และที่ความสูง 20-30 มีขนาดเสา 0.70 X 0.70 เมตร ทำให้การพิจารณาการใช้งานของอาคารจะมีการพิจารณาที่ต่างกัน โดยเฉพาะการพิจารณาอาคารที่มีพื้นที่ส่วนล่างเป็นที่จอดรถ จะมีการเลือกใช้ SPAN ในช่วง 8.40 เมตร แต่ในส่วนชั้นบน ที่เป็นส่วนสำนักงานจะมีการใช้งานต่างกันไป ทำให้ SPAN ที่จะเลือกใช้มีการเปลี่ยนแปลงกันไป ตามความสูงที่เปลี่ยนแปลง (ภาพที่ 4.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



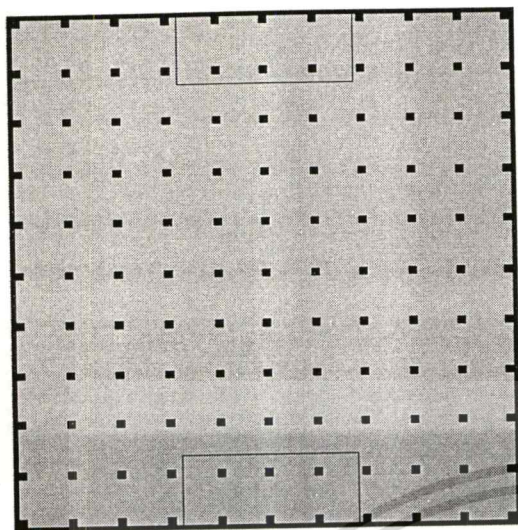
รูปตัด แขนบริการ



แบบขยาย แขนบริการ

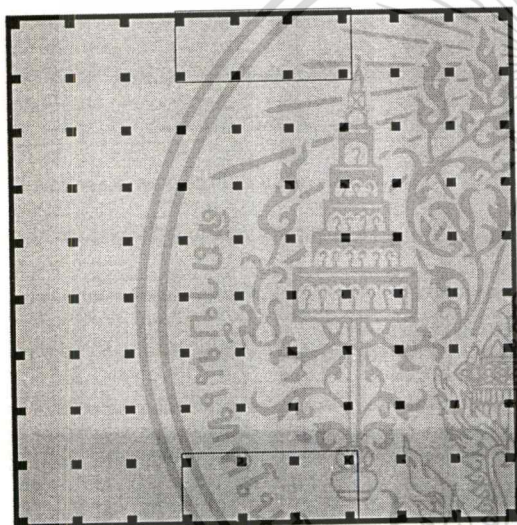
ภาพที่ 4.6 แสดงแบบขยายของส่วนแกนบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



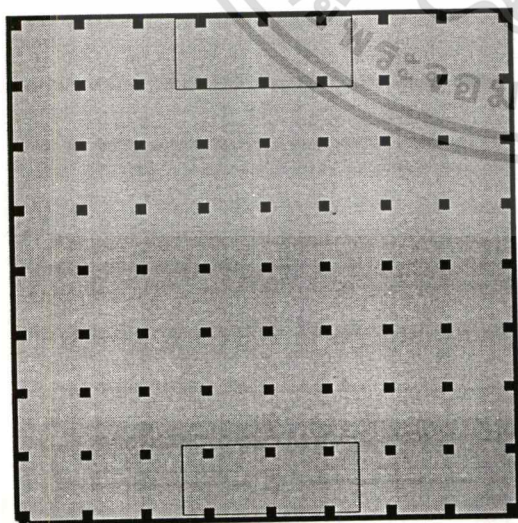
6.00 ม.
6.00 ม.
6.00 ม.
6.00 ม.
6.00 ม.
6.00 ม.
6.00 ม.
6.00 ม.
6.00 ม.
6.00 ม.

ผังช่วงเสาขนาด 6.00 ม.



7.20 ม.
7.20 ม.
7.20 ม.
7.20 ม.
7.20 ม.
7.20 ม.
7.20 ม.
7.20 ม.
7.20 ม.

ผังช่วงเสาขนาด 7.20 ม.



8.40 ม.
8.40 ม.
8.40 ม.
8.40 ม.
8.40 ม.
8.40 ม.
8.40 ม.
8.40 ม.

ผังช่วงเสาขนาด 8.40 ม.

ภาพที่ 4.7 แสดงขนาดของ GRID ผังอาคารขนาด 6.00, 7.20 และ 8.40 เมตร
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการเรียนการสอน เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การจัดผังอาคาร และผังบริเวณ เพื่อการสัญจร กับการประหยัดพลังงาน

การจัดผังอาคารกับผังบริเวณเป็นขั้นตอนหนึ่งของการออกแบบที่สำคัญมาก ผลของการจัดผังจะสะท้อนถึงประสิทธิภาพของการใช้งานอาคาร ซึ่งโดยทั่วไปการออกแบบต้องผ่านขั้นตอนของการวิเคราะห์ที่ตั้ง และจัดกลุ่มก้อนของอาคารก่อนการจัดผังบริเวณทั้งหมด ซึ่งสรุปลำดับสำคัญได้ดังนี้

- ACCESSIBILITY การเข้าถึงส่วนต่าง ๆ ของอาคารของรถและ คน
- ZONING การจัดตำแหน่งกลุ่มก้อนของอาคาร ตำแหน่งทางเข้าต่าง ๆ
- TRAFFIC การสัญจรภายใน การสัญจรเชื่อมต่อกับส่วนต่างๆ โดยรถและการเดิน

สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือ ลำดับขั้นของการจัดตำแหน่งทางเข้าออกสู่ส่วนต่าง ๆ ที่ทำให้การสัญจรของ รถและคน ให้เป็นไปอย่างสะดวก สอดคล้องกับลำดับการใช้งานของอาคาร เพื่อผลของการใช้พื้นที่อาคารอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการศึกษานี้จะทำการเพิ่มปัจจัยการพิจารณาในด้านการประหยัดพลังงานร่วมสำหรับการออกแบบ ตามสมมติฐานดังนี้

1) การจัดหาทางรถเข้า - ออกแยกกัน โดยจัดให้ทางออกถึงก่อนทางรถเข้า ควรจะดีกว่า การจัดทางรถเข้า - ออกร่วมกัน หรือจัดแยกกันแต่ทางรถเข้าถึงก่อน เพราะจะทำให้การสัญจรคล่องตัวและสามารถวนได้รอบอาคาร และถึง Core ก่อนถึงที่จอดรถ

2) บริเวณที่จอดรถเทียบรับ - ส่งคน ด้านหน้าอาคาร - ไม่มีความจำเป็นต่อการใช้งาน เพราะคนต้องการที่จะเข้าถึง Core ให้ได้โดยเร็วที่สุด และทางเข้า - ออกอาคารด้านหลังที่ Core หรือทางต่อเชื่อมกับที่จอดรถได้สะดวก จะมีการจอดเทียบรับ - ส่งมากกว่าทางด้านหน้า

3) การจัดผังโดยให้แกนบริการทั้ง 2 แกนอยู่ในแนวทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก เพื่อให้เป็นพื้นที่ส่วนที่ป้องกันแสงตรงเข้าสู่อาคาร เพื่อการประหยัดพลังงาน

จากข้อกำหนดและสมมติฐานเบื้องต้น ทำให้สามารถจัดผังบริเวณ ได้ 3 ลักษณะ

รูปแบบที่ 1 (ภาพที่ 4.8) การจัด 2 แกน หันด้านทิศเหนือ-ใต้ ลักษณะการจัดให้ 2 แกนบริการอยู่ในแนวทิศเหนือ - ใต้ นี้ จะมีส่วนช่วยในการลดแสงตรงได้น้อยกว่าเมื่อเทียบกับการวางในแนวทิศตะวันออก-ตก การสัญจร จากข้อจำกัดของสภาพที่ดินที่มีลักษณะเอียงไปด้านซ้าย ทำให้การที่จะออกแบบทางเข้า-ออกเป็นทางเดียวคือทางด้านซ้าย จะมีปัญหาในการเลี้ยวรถเข้าโครงการที่ต้องหักมุมเลี้ยวมากขึ้น ทำให้ไม่สะดวกในการเข้า-ออกทางด้านเดียวกัน อันเนื่องจากระยะที่กระชั้นของมุมมอง ความเร็วรถ รวมทั้งทำให้เกิดจุดอับในการใช้แกนบริการอีก 1 แกนที่ห่างไกลจากทางสัญจรอื่นๆ

รูปแบบที่ 2 (ภาพที่ 4.9) การจัด 2 แกน หันด้านทิศเหนือ-ใต้

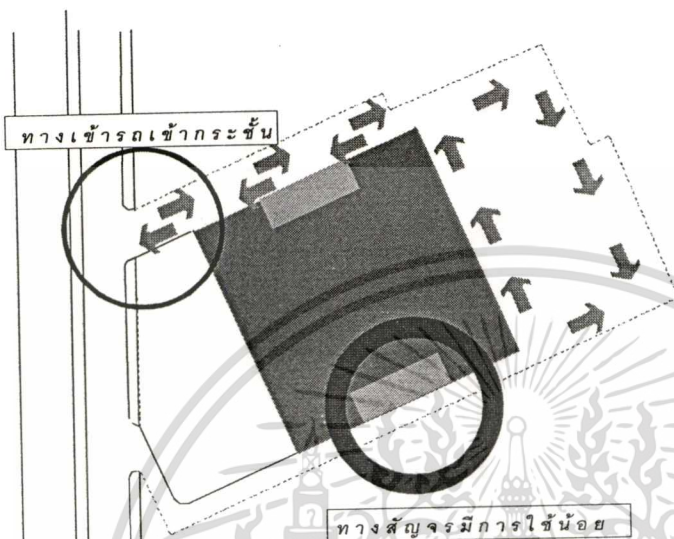
การสัญจรที่กำหนดทางเข้าออกสองทาง โดยที่ทางออกถึงก่อนทางเข้า จะสามารถทำให้เกิดการวนใน พื้นที่โครงการขึ้นได้ไม่ว่าจะเป็นวงในหรือวงนอก ทำให้แกนบริการทั้ง 2 แกนสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

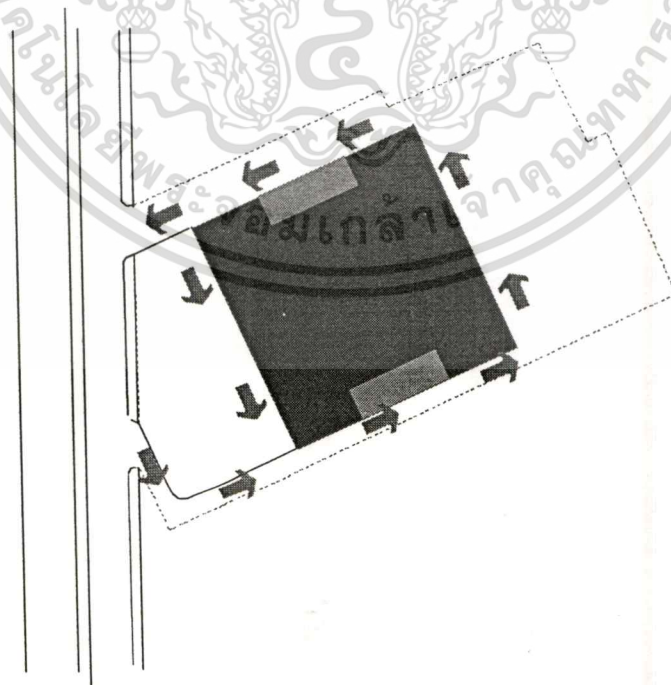
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ 3 (ภาพที่ 4.9) การจัด 2 แขน หันด้านทิศตะวันออก-ตก ลักษณะการจัดให้ 2 แขนบริการอยู่ในแนวทิศตะวันออก-ตก นี้ จะมีส่วนช่วยในการลดแสงตรงได้ดีที่สุด

ลักษณะการสัญจร ที่มีลักษณะคล้ายกับการจัดแบบที่ 2 จะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดผังอาคารและผังบริเวณ สำหรับพื้นที่โครงการนี้

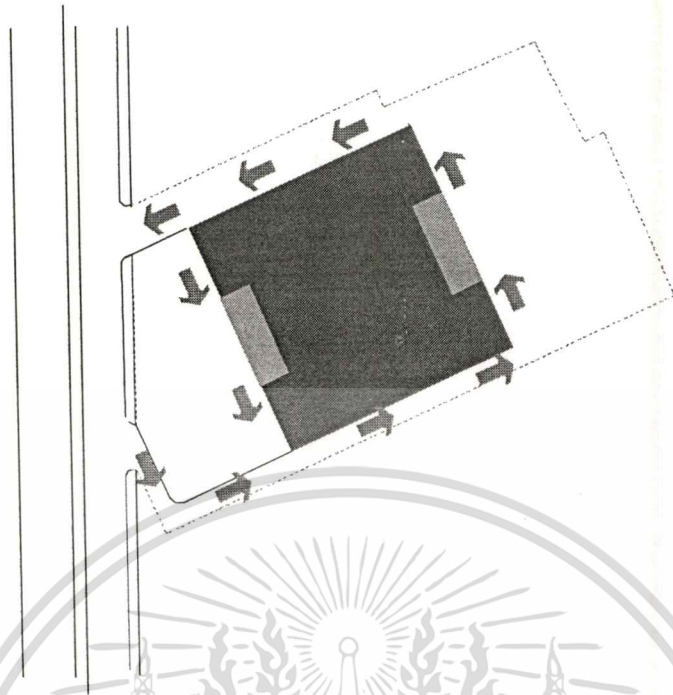


ภาพที่ 4.8 แสดงการจัดผังบริเวณเพื่อการสัญจรแบบทางเข้า-ออกทางเดียว(แกนบริการทิศเหนือ-ใต้)



ภาพที่ 4.9 แสดงการจัดผังบริเวณเพื่อการสัญจร แบบทางเข้า-ออก 2 ทาง (แกนบริการทิศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ (เหนือ-ใต้) สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 แสดงการจัดผังบริเวณเพื่อการสัญจร แบบทางเข้า-ออก 2 ทาง (แกนบริการทิศ ตะวันออก-ตก)

4.6 การออกแบบที่จอดรถ กับการประหยัดพลังงาน

4.6.1 การเลือกใช้ระบบการสัญจรในแนวดิ่ง

การสัญจรภายในของรถยนต์ระหว่างชั้นต่อชั้น มีระบบที่ควรนำมาพิจารณาถึงข้อดีข้อเสีย เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะกับโครงการนี้ 2 ระบบ¹ คือ ระบบ RAMP และ AUTOMATIC GARAGES ในระบบอัตโนมัตินี้สามารถแยกได้เป็น 2 ประเภท คือ

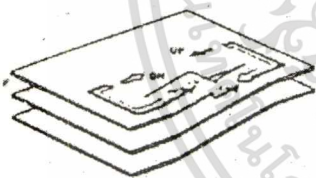
- SEMI - AUTOMATIC GARAGES เป็นระบบที่ใช้ลิฟท์ขึ้นไปทางแนวดิ่ง ส่วนทางแนวนอนใช้ขับด้วยมนุษย์เอง
 - FULLY - AUTOMATIC GARAGES ใช้ระบบลิฟท์ทางแนวดิ่งและเลื่อนไปตามแนวนอนโดยระบบอัตโนมัติ เป็นระบบที่นิยมใช้พื้นที่ที่มีราคาแพงและอยู่ในเมือง
- เมื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย ความเหมาะสมกับสภาพที่ดินและประเภทของโครงการแล้ว สรุปได้ว่า ระบบ RAMP มีความเหมาะสมกว่า

¹ Ernsst Neufert, Architects' DATA, (London : Grana Publishing.1982) Page 252

ตารางที่ 4.9 แสดงการเปรียบเทียบการใช้ทางสัญจร 2 ระบบ คือ RAMP และ AUTOMATIC GARAGES

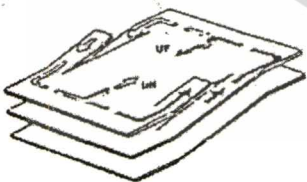
ข้อดี	ข้อเสีย
<p>ระบบ RAMP</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. มีความปลอดภัยสูงเช่นถ้าเกิดเพลิงไหม้ก็สามารถใช้งานได้ 2. การผ่านขึ้นและลงทำได้สะดวกรวดเร็ว คือใช้เวลาแค่ 6 วินาทีต่อรถยนต์ 1 คัน 3. ใช้ผู้ควบคุมน้อย 4. ใช้ค่าก่อสร้างต่ำ 5. ไม่ต้องมีการบำรุงรักษามากนัก 	<ol style="list-style-type: none"> 1. เสียพื้นที่ในการสร้างมาก 2. จำกัดความสูงของพื้นที่ขึ้นไป
<p>ระบบ AUTOMATIC GARAGES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ใช้พื้นที่ลิฟท์น้อย ทำให้ใช้พื้นที่ได้เต็มที่ 2. สามารถสร้างได้สูงถึง 20 ชั้น 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายสูง 2. ความเร็วขึ้นอยู่กับจำนวนชั้นและความสูง 3. ต้องมีการบำรุงรักษาเครื่องลิฟท์บ่อย ๆ 4. ความปลอดภัยเมื่อเกิดเพลิงไหม้น้อยมาก เพราะลิฟท์อาจใช้การไม่ได้เมื่อเกิดเพลิงไหม้

4.6.2 การพิจารณาเลือกประเภทของทางลาดรถยนต์ RAMP



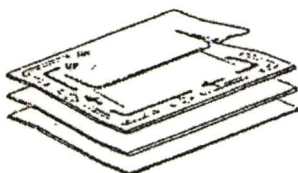
- PARALLEL STRAIGHT - RAMP SYSTEM

ระบบทางคู่ขนานใช้ RAMP ชั้นต่อชั้นเป็นแบบที่ใช้กับอาคารแคบๆ และจะดีที่สุดสำหรับอาคารสูงไม่เกิน 3 ชั้น ก่อสร้างได้ง่ายการขึ้นลงสะดวกแต่จะเกิดความสับสนของรถ



- STRAIGHT-RAMP SYSTEM

ระบบทางคู่แยก RAMP ชั้นต่อชั้นใช้เนื้อที่น้อยและก่อสร้างได้ง่าย คล่องตัวกว่าแบบแรก ในกรณีใช้ทางเข้าออกร่วมกันได้ การขึ้นลงสะดวก ไม่เกิดความสับสน

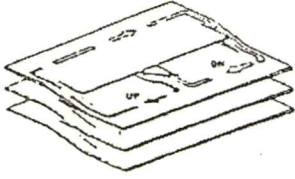


- TWO WAY SPLIT-LEVEL SYSTEM

ทางคู่ขนานแยกตามระดับชั้นใช้เนื้อที่อาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพแต่ก็อาจเกิดการติดขัดบ้างเหมาะสำหรับที่ดินราคาแพงเพื่อใช้ให้ได้ค่าสูงสุด ระยะ RAMP สั้นกว่าการใช้ระบบชั้นต่อชั้นแต่คันที่จอดบนสุดจะต้องอ้อมผ่านทุกชั้นเป็นการสิ้นเปลืองน้ำมันและเวลา

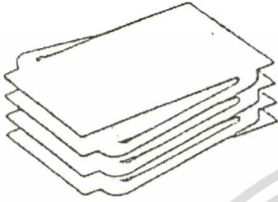
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ONE WAY AND TWO SPLIT-LEVEL SYSTEM แยกทาง



RAMP ได้ดีแต่จะดีกว่าที่ไม่มีการสวนตัดกันเลย แต่เป็นระบบทางเดียว หากจะจอดบนสุดต้องอ้อมพื้นที่จอดรถจนครบทุกชั้นจึงจะจอดได้ เป็นการสิ้นเปลืองเวลาและน้ำมัน

- CURVED RAMP SYSTEM ระบบทางเดียว RAMP ชั้นต่อชั้น ใช้เนื้อที่มากแต่ใช้กับเนื้อที่ที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้สวยงามกว่า การขึ้นลง สะดวกแยกทางขึ้นลงสามารถขึ้นหรือลงทางเดียว



จากลักษณะ RAMP ต่าง ๆ ที่นำมาพิจารณา เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะของที่ตั้ง โครงการและการทำงาน ประกอบกับเนื้อที่ดินมีลักษณะที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแยกได้เลือกจาก แบบ TWO WAY SPLIT - LEVEL SYSTEM และแบบ CURVED RAMP SYSTEM มาพิจารณา ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ได้แก่ การเลือก CURVED RAMP. ซึ่งเป็นระบบที่เหมาะสมที่สุด สำหรับโครงการเพราะใช้เนื้อที่ได้เหมาะสมกับสภาพที่ดินของโครงการ ซึ่งระบบทางเดียว ภายในไม่สับสน เพราะเป็นระบบทางเดียว คันที่จอดบนสุดสามารถลงได้ทีเดียวไม่ต้องอ้อมที่ จอดรถทุกชั้นลงไป

4.6.3 ข้อพิจารณาสรุปรูปแบบส่วนที่จอดรถตามข้อปัจจัยต่าง ๆ

ข้อพิจารณาในสำหรับที่จอดรถต่อไปนี้เป็นคือ ช่วง SPAN ที่ได้กล่าวไว้ในเบื้องต้น 3 ขนาดคือ 6.00, 7.20 และ 8.40 เมตร อันเนื่องจากความเหมาะสมสำหรับที่จอดรถภายในอาคารที่ สะดวกสำหรับรถ 3 คันคือระยะประมาณ 7.50 เมตร (ระยะความกว้างของรถยนต์ ตามกฎหมาย คือ 2.50 เมตร) ระยะที่เหลือเป็นความหนาของเสาที่สามารถมีได้ คือ 0.90 เมตร และมีระยะที่ใช้ สำหรับรถยนต์เข้า-ออก และการสัญจรของรถในระยะที่วิ่งสวนกลับได้ดีกว่าระยะ SPAN เสา ขนาด 6.00 และ 7.20 เมตร ดังนั้นระยะ SPAN ที่เหมาะสมที่สุดในโครงการนี้คือ 8.40 เมตร

โดยที่ขนาดเสาโดยเฉลี่ยในความสูงด้านบน ให้มีขนาดประมาณ 0.80x0.80 เมตร ดังนั้นขนาดเสาสำหรับชั้นที่จอดรถที่เป็นส่วนล่างของอาคาร ให้มีรูปร่างเสาในแบบ สี่เหลี่ยม ผืนผ้า 0.80-1.20 เมตร โดยให้ส่วนยาวของเสานานไปกับที่จอดรถ

ปัจจัยในการพิจารณาต่อไปคือ การหาพื้นที่ใช้งานจริงตามกฎหมายที่ได้สรุปไว้ใน บทที่ 3 ซึ่งในส่วนที่จอดรถต้องสามารถจอดรถได้ประมาณ 1,545 คัน การออกแบบเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

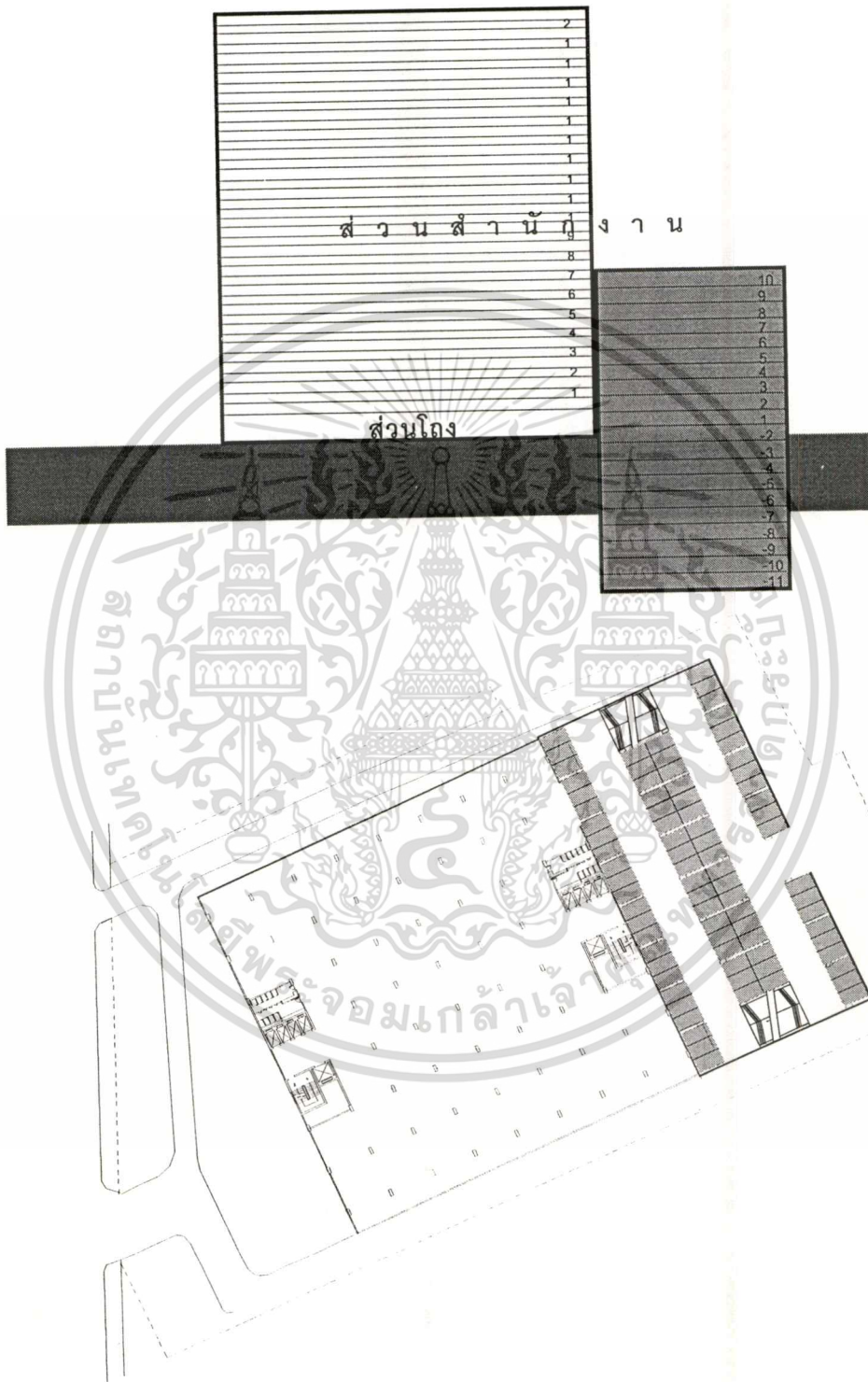
สามารถแยกพิจารณาเป็นที่จอดรถแยกภายนอกอาคารเนื่องจากข้อดี คือสามารถลดส่วนที่ถูกแสงตรงได้ส่วนหนึ่งอันเกิดจากอาคารจอดรถที่ออกแบบขึ้นซึ่งผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุป

พื้นที่ส่วนที่ว่าง (สำนักงาน 68 x 68 ม.) ประมาณ 42 x 76 ม. สามารถออกแบบเป็นอาคารที่จอดรถแบบทางลาดชนิด TWO WAY SPLIT - LEVEL SYSTEM จอดรถได้ประมาณ 81 คันต่อชั้น ข้อจำกัดของที่จอดรถประเภททางลาดที่ได้กล่าวไว้แล้วคือ ความสูงไม่เกิน 10 ชั้น ดังนั้นสามารถจอดรถได้เพียง 810 คัน ซึ่งยังขาดรถอีก 738 คัน การออกแบบในชั้นต้นสามารถออกแบบลงใต้ดินอีกประมาณ 10 ชั้น ผลที่เกิดขึ้นจากการออกแบบประเภทที่จอดรถภายนอกอาคาร ทำให้มีข้อจำกัดกับผังสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ออกแบบไว้

ดังนั้นประเภทของการออกแบบที่จอดรถภายในอาคารจึงถูกพิจารณาว่ามีความเหมาะสม เนื่องจากผลที่ได้ คือ สามารถจอดรถได้ประมาณ 126 คันต่อชั้น การออกแบบอาคารที่จอดรถประเภทใช้ทางลาดสามารถสร้างได้ 10 ชั้น จึงสามารถจอดรถได้ 1,260 คัน ยังเหลือที่จอดรถประมาณ 285 คัน ซึ่งใช้พื้นที่จอดรถประมาณ 2 ชั้น รวมกับที่จอดรถภายนอกอาคารจึงเพียงพอ

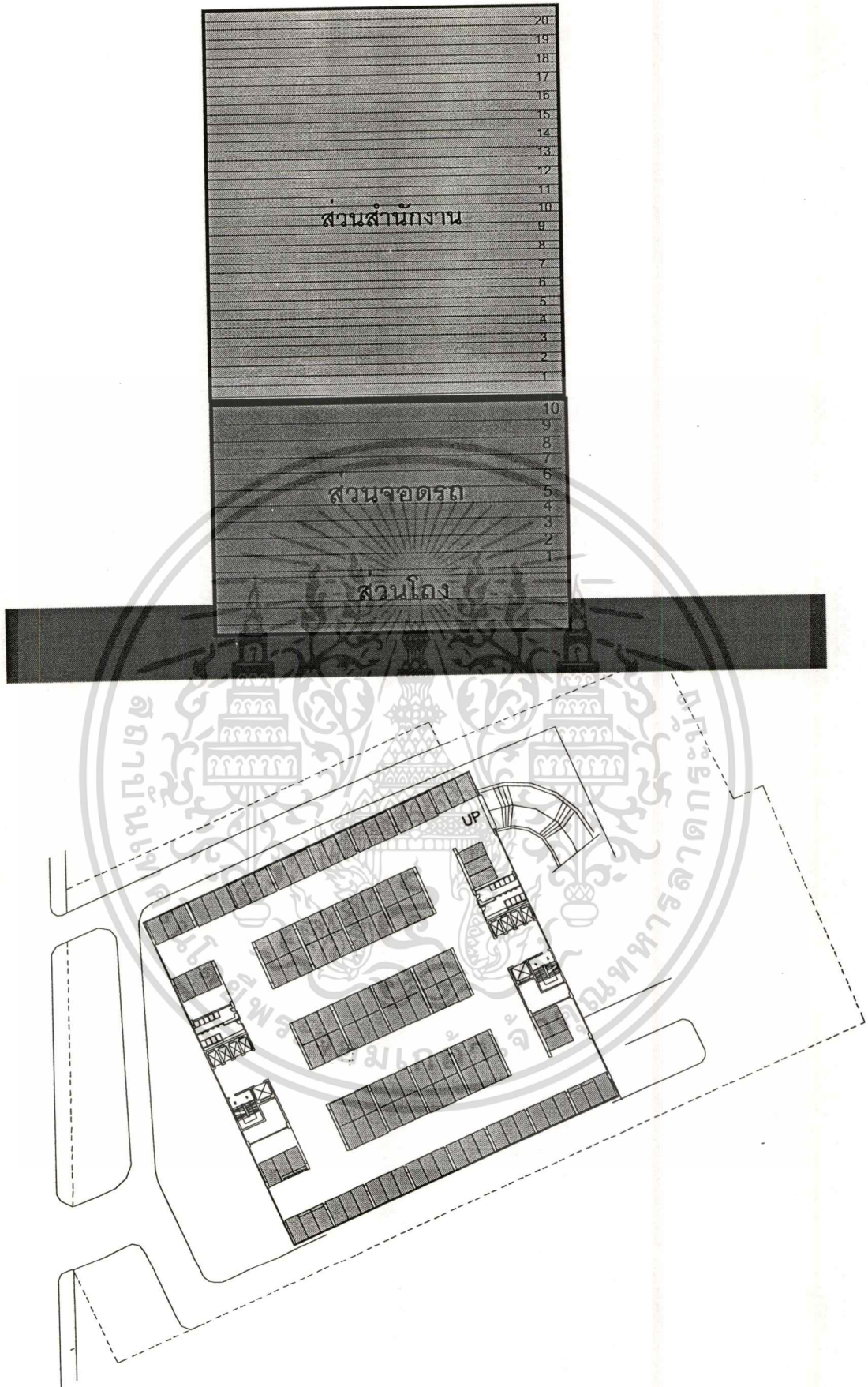


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



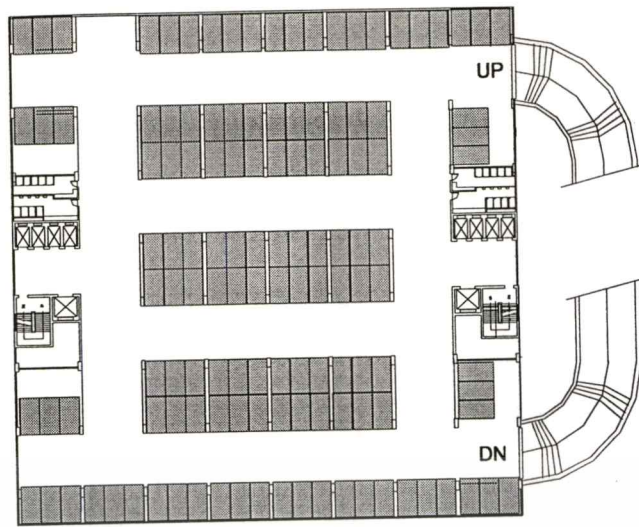
ภาพที่ 4.11 แสดงการจัดผังที่จอดรถแยกภายนอกอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

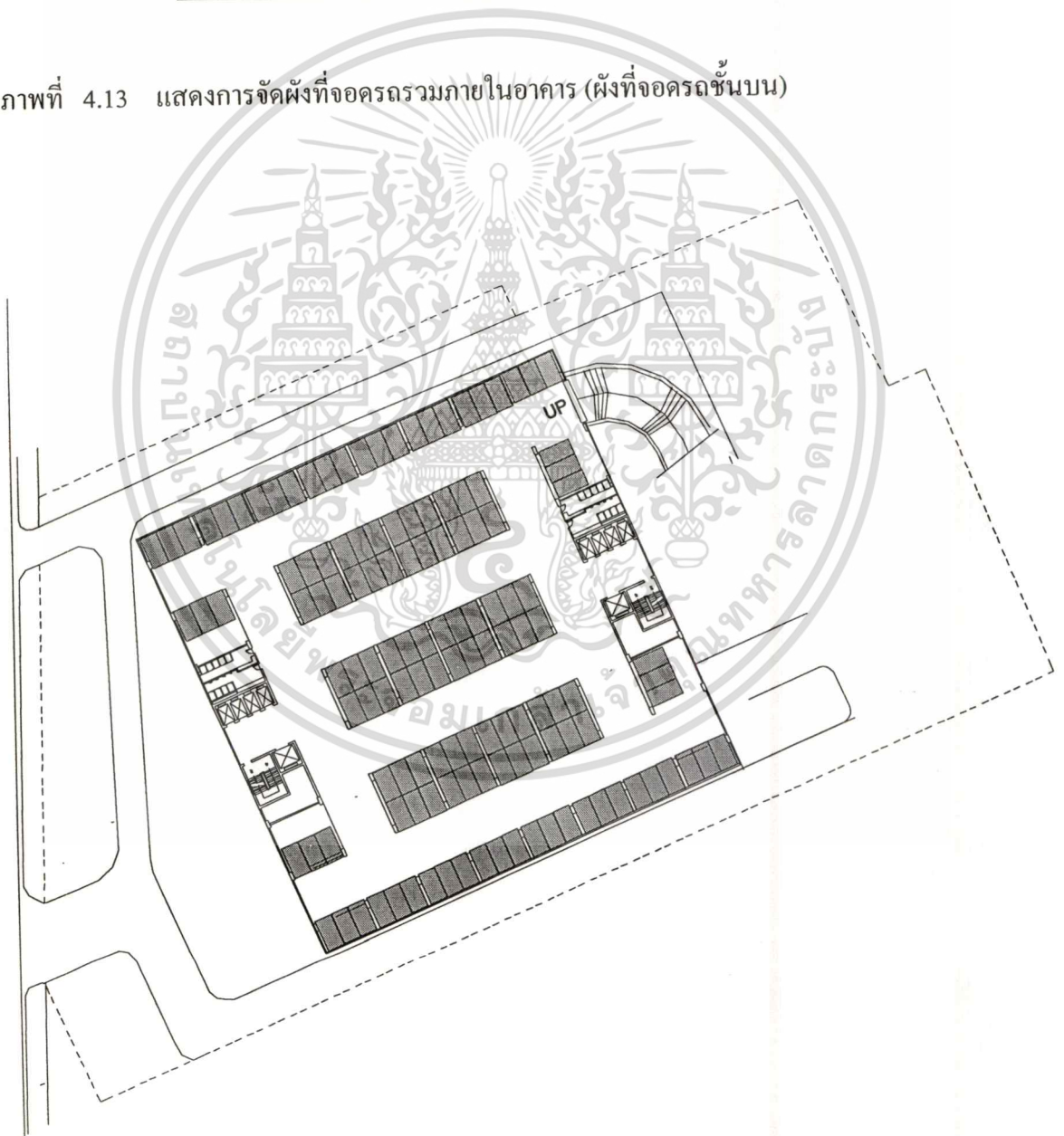


ภาพที่ 4.12 แสดงการจัดผังที่จัดครุรวมภายในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 แสดงการจัดผังที่จอดรถรวมภายในอาคาร (ผังที่จอดรถชั้นบน)



เอกสารภาพที่ 4.14 แสดงการจัดผังที่จอดรถรวมภายในอาคาร (ผังที่จอดรถชั้นใต้ดิน)
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบระบบกรอบอาคาร

จากการพิจารณา 3 ปัจจัยแรกใน 7 ปัจจัย ที่มีลักษณะสัมพันธ์กับการพิจารณาด้านการปรับสภาพอากาศด้วยวิธีปรับสภาพอาคาร (Passive Design) อีก 4 ปัจจัย¹ คือ ฉนวน, พื้นที่กระจก และตำแหน่งทิศทาง และ ค่าการสะท้อนแสงของเปลือกอาคาร ซึ่งสามารถพิจารณาร่วมกับสาระสำคัญของกฎหมายอนุรักษ์พลังงานจากสูตร ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับกรอบอาคารทั้ง 4 โดยพิจารณาจากความสำคัญของระบบกรอบอาคาร ส่วนใหญ่จะเป็นเรื่องของการหาทางลดปริมาณความร้อนจากดวงอาทิตย์และจากภายนอก โดยที่ให้มีแสงเข้าได้อย่างเหมาะสม TECHNOLOGY ของระบบกรอบอาคารจึงเลยไปถึงระบบต่าง ๆ ของผนังภายนอกทั้งหมด สำหรับเมืองไทยเราจะเน้นการให้ความสนใจในเรื่องของช่องเปิดให้แสงเข้า (FENESTRATION) ซึ่งจำเป็นต้องให้ความร้อนจากภายนอก เข้ามาน้อยที่สุดแต่ยังให้แสง วิว และ VENTILATION อย่างเพียงพอ ส่วนผนังและหลังคา จำเป็นต้องกันความร้อนได้ดีและไม่สะสมความร้อน เมื่อผู้ออกแบบมีความเข้าใจใน CONCEPTS เหล่านี้จะส่งผลให้การออกแบบอาคารสามารถตอบสนองในเรื่องการประหยัดพลังงาน

ปัจจัยในการพิจารณาระบบกรอบอาคาร ประกอบไปด้วย 4 ปัจจัยดังนี้

- ขนาดช่องเปิดที่แสงตรงเข้าสู่อาคาร
- ระบบกรอบอาคาร
- วัสดุที่ใช้ทำกรอบอาคาร
- การออกแบบที่ป้องกันแดด

5.1 ขนาดช่องเปิดที่แสงตรงเข้าสู่อาคาร

การพิจารณาตัดสินใจด้านการประหยัดพลังงานของการออกแบบระบบกรอบอาคารเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากกรอบอาคารเป็นส่วนแรกที่แสงตรงจากดวงอาทิตย์ส่งผลต่อสภาพที่เกิดขึ้นของกรอบอาคาร อันเนื่องมาจากปริมาณรังสีตรงที่เข้าสู่อาคารทั้ง 100% ผ่านกรอบอาคารสู่ภายในอาคารได้นำทั้งปริมาณความร้อนและแสงสว่างเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งผลที่เกิดขึ้นคือปริมาณแสงที่ได้ภายในอาคารมีความสว่างมาก ดังนั้นแสงสว่างจากดวงไฟภายในอาคารจึงใช้น้อยลงตามปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือน้อยลงตามกัน แต่ผลที่เกิดขึ้นตามมาในด้านของระบบปรับอากาศ คือ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศสูงขึ้น ตามปริมาณแสงตรงที่เข้ามาเพื่อ

¹ ธนิต จินดาวนิก, พลังงานกับการออกแบบสถาปัตยกรรม, กรุงเทพฯ :จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 3

ความสว่าง ซึ่งผลจากการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบปรับอากาศสูงกว่าระบบแสงสว่างภายในอาคารอย่างมาก ดังนั้นการลดความร้อนที่เกิดขึ้นในการปรับอากาศจึงเป็นสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงเป็นประการสำคัญที่สุด ปัจจัยในการลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารคือ การลดรังสีตรงที่เข้าสู่อาคารเท่าที่จำเป็น ซึ่งมีปัจจัยที่นำมาคิดอยู่ 3 ปัจจัยคือ พฤติกรรมของโครงสร้างอาคาร พฤติกรรมของระบบวิศวกรรมภายในฝ้าเพดาน และพฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร

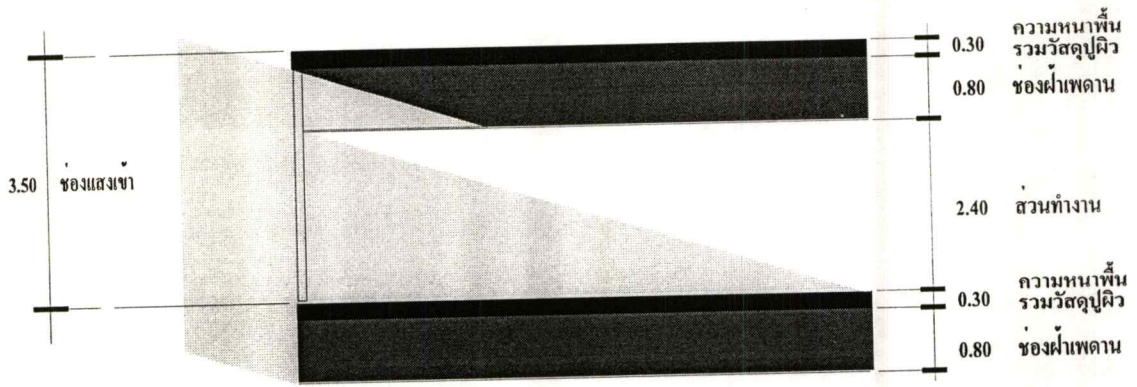
5.1.1 การพิจารณาภายในกรอบอาคารที่มีผลกระทบโดยตรงจากแสงตรง

ผลการวิเคราะห์ประมาณความสูงของการออกแบบอาคาร พิจารณาจากพฤติกรรมโครงสร้างอาคารในเบื้องต้นคือที่ระยะ 3.50 ม. ในการตรวจสอบการออกแบบอาคารด้านกฎหมายระยะร่นอาคาร ผลที่ได้คือความสูงของระยะ 3.50 ม. ไม่มีผลกระทบด้านความสูงของอาคาร ดังนั้นระยะความสูง 3.50 ม. จึงสามารถใช้ในการออกแบบในกรณีการพิจารณาด้านประหยัดพลังงานได้ ปัจจัยของความสูงที่มีผลบังคับเบื้องต้นคือกฎหมายที่ว่าด้วยระยะพื้นถึงฝ้าเพดานของอาคารสำนักงานที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่าระยะ 2.40 ม. เมื่อใช้ระบบปรับอากาศ ดังนั้นเมื่อหักระยะ 2.40 ม. จะเหลือระยะความสูง 1.10 ม. ซึ่งเป็นส่วนของระยะความหนาของพื้นและระยะภายในฝ้าเพดาน การศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้างอาคารคือความหนาของพื้น ระยะที่น้อยที่สุดคือ 0.225 ม. เมื่อการออกแบบเป็นระบบพื้นชนิด FLATPLATE เนื่องจากพื้นจำเป็นต้องมีการปูพื้นด้วยวัสดุต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ ระยะที่ประมาณในเบื้องต้นคือ 0.30 ม. จึงเหลือระยะภายในฝ้าเพดานเป็น 0.70 ม. การศึกษาในส่วนของพฤติกรรมของระบบวิศวกรรมภายในฝ้าเพดาน ระยะที่น้อยที่สุดของช่องภายในฝ้าเพดานคือ 0.40 ม. ซึ่งยังมีค่าผลต่างถึง 0.30 ม. สำหรับประมาณการออกแบบในเบื้องต้น (ภาพที่ 5.1)

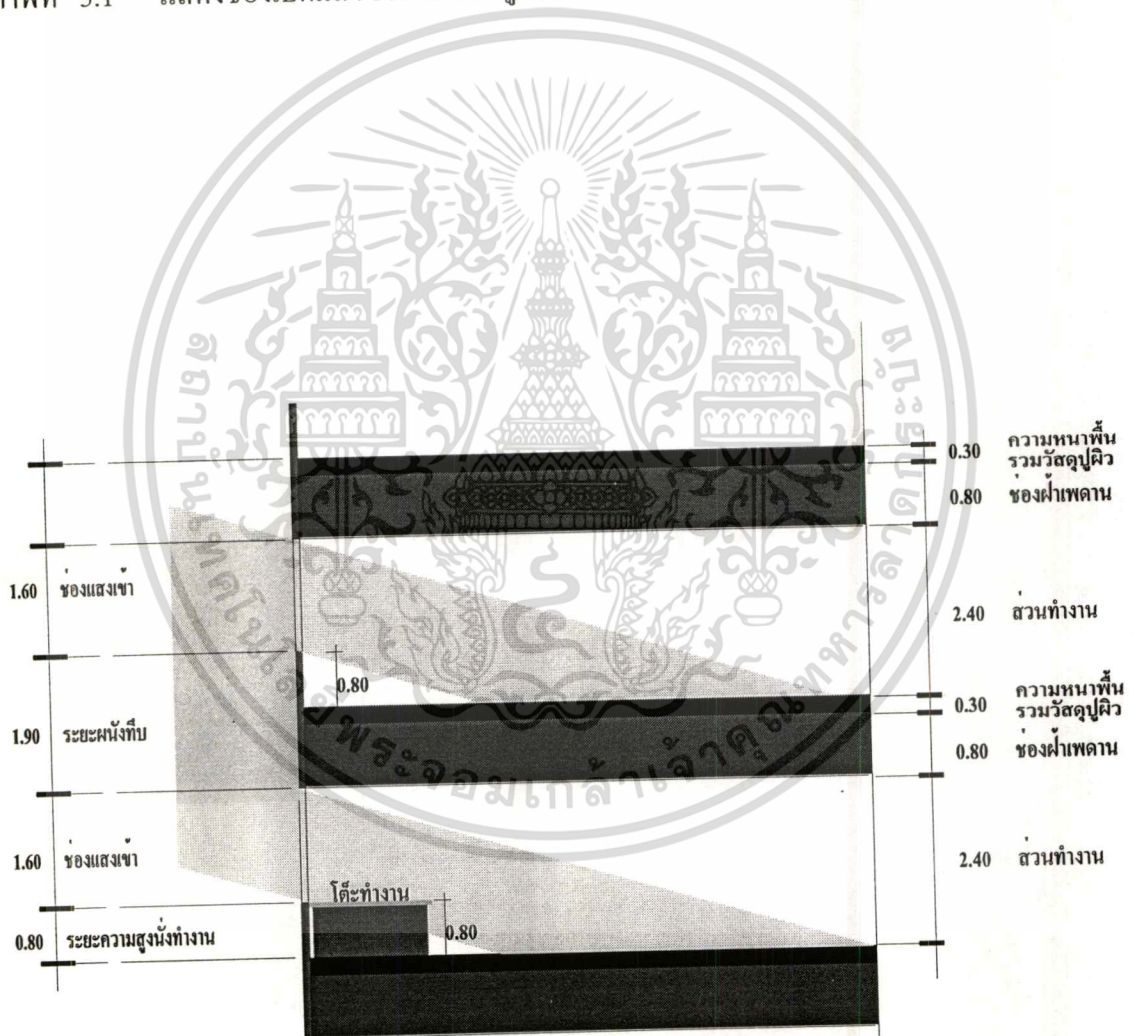
5.1.2 การพิจารณาช่องเปิดที่เกิดจากลดแสงตรงที่เข้าสู่ภายในอาคาร

การพิจารณาในหัวข้อนี้จะทำการพิจารณาจากปัจจัยแสงสว่างที่นำมาใช้ภายในอาคารเท่าที่จำเป็นและคำนึงถึงการลดพลังงานจากการใช้พลังงานที่ใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก ปัจจัยที่จะนำมาพิจารณาคือพฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร เป็นปัจจัยที่จะคำนึงถึงในด้านของกรณีการเปิดช่องแสงพบว่าถ้าใช้ผนังสีทั้งหมด 100 % พบว่ามีบางส่วนที่ไม่มีความจำเป็นที่ต้องการแสงสว่างที่เกิดขึ้นเพื่อใช้ในการให้แสงสว่าง แต่จะมีผลในด้านของความร้อนที่เกิดขึ้น อันเนื่องจากแสงตรงที่ส่องเข้ามายังภายในอาคาร (ภาพที่ 5.1) ส่วนที่ไม่มีความจำเป็นต้องได้รับแสงตรงคือส่วนของความหนาโครงสร้างพื้นและระยะภายในฝ้าเพดาน ซึ่งมีระยะ 0.30 ม. และ 0.70 ม. ตามลำดับ พฤติกรรมของผู้ใช้อาคารในด้านพฤติกรรมการทำงานของความสูงโต๊ะทำงานที่ความสูงประมาณ 0.80 ม. จากพื้นเป็นช่วงความสูงที่ไม่มีความจำเป็นในการใช้งานของแสงตรงเพื่อความสว่าง นั้นระยะความสูงจากพื้นที่ระยะ 0.80 ม. จึงเป็นระยะที่สามารถออกแบบให้เป็นส่วนผนังที่ทึบแสงได้ (ภาพที่ 5.2)

¹ Ernest Neufert, *Architects' DATA*, (London : Grana Publishing. 1982) Page 11



ภาพที่ 5.1 แสดงช่องเปิดแสง 100% ที่เข้าสู่ภายในอาคาร ตามระยะความสูงชั้นอาคาร



ภาพที่ 5.2 แสดงช่องเปิดที่เกิดจากการลดแสงตรงที่เข้าสู่ภายในอาคาร ตามพฤติกรรมผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 การหาพื้นที่ที่รอบอาคารส่วนที่เป็นผนังทึบ และส่วนที่เป็นผนังใส

การคำนวณพื้นที่ที่รอบอาคารส่วนที่เป็นผนังใช้ระบบปรับอากาศเท่านั้น อันจะประกอบไปด้วยส่วนโถงชั้น 1 และส่วนสำนักงาน ที่มีจำนวนชั้นในส่วนสำนักงาน 20 ชั้น โดยที่ส่วนผนังอาคารที่ไม่ต้องนำมาพิจารณา จะประกอบด้วยส่วนที่เป็นส่วนจอร์จรอยด์บนอาคาร 10 ชั้นและส่วนใต้ดิน 2 ชั้น

5.1.3.1 การพิจารณาพื้นที่ผนัง ในส่วนที่ใช้ระบบปรับอากาศ

-ส่วนสำนักงาน

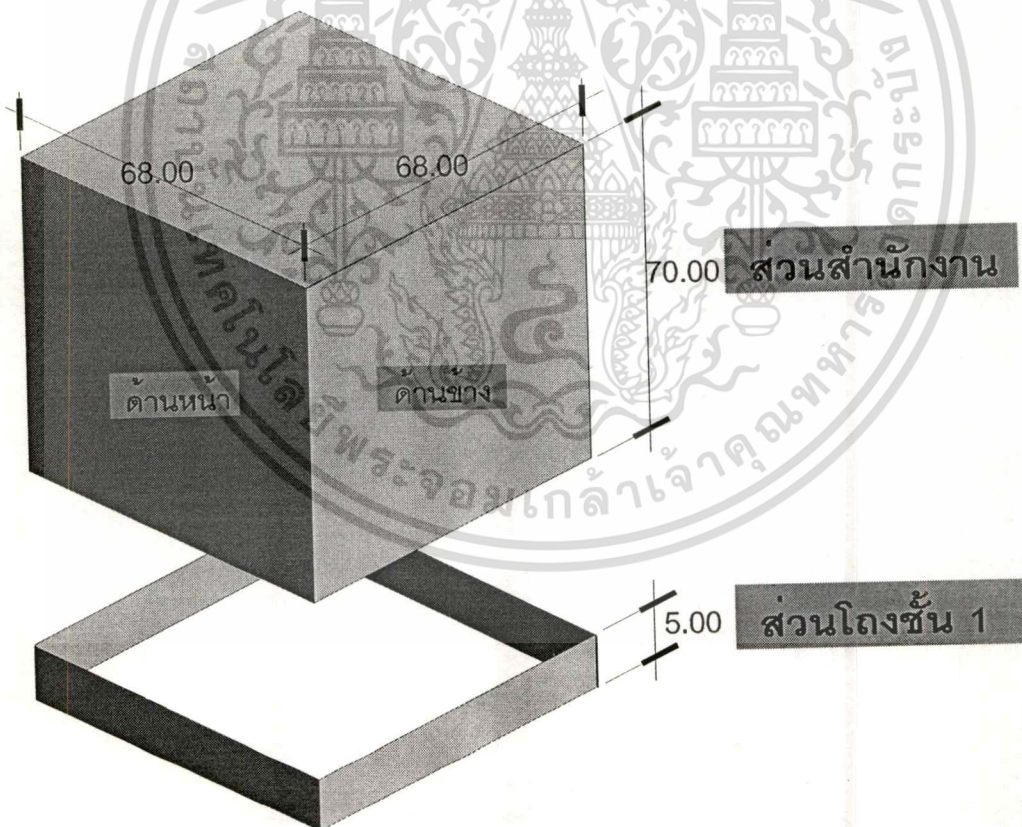
ขนาดอาคารกว้าง 68 สูง 70 เมตร คิด เป็นพื้นที่ = 4,760 ตร.ม.

จำนวน 4 ด้าน (4,760 x 4) = 19,040 ตร.ม.

-ส่วนโถงชั้น 1

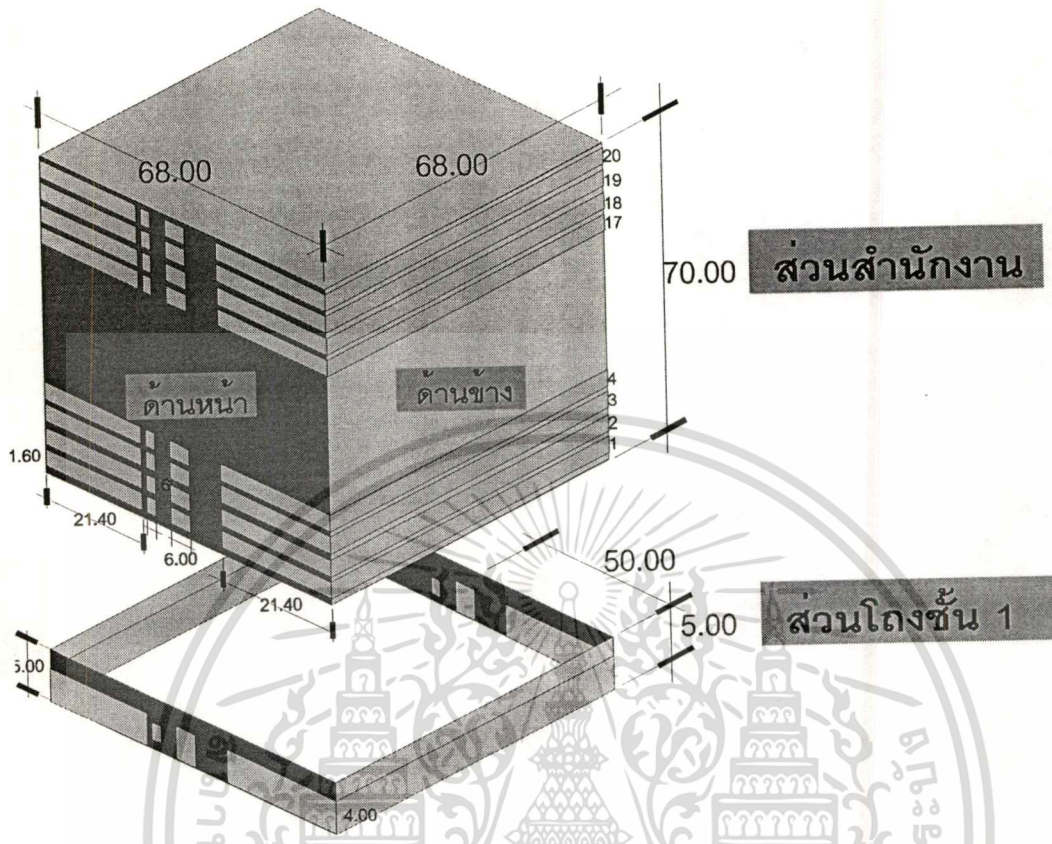
คิดเป็นพื้นที่ (68 x 4) x 5 = 1,360 ตร.ม.

คิดเป็นพื้นที่ผนังในส่วนของการพิจารณาเพื่อการหาค่า OTTV. = 20,400 ตร.ม.



ภาพที่ 5.3 แสดงพื้นที่ผนังที่มีผลต่อการคิดค่า OTTV. ตามพื้นที่ผนังในส่วนที่มีการปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.4 แสดงพื้นที่ผนังส่วนที่เป็นช่องเปิดแสงที่มีผลต่อการคิดค่า OTTV. ตามพื้นที่ผนังในส่วนที่มีการปรับอากาศ

5.1.3.2 การพิจารณาพื้นที่ช่องแสง ในส่วนด้านหน้าและด้านหลัง -ส่วนสำนักงาน

ช่องแสงด้านข้าง (1ช่อง : 1ชั้น)	68.00 x 1.60	=	108.80 ตร.ม.
จำนวนชั้น 20 ชั้น	108.80 x 20	=	2,176 ตร.ม.
จำนวน 2 ด้าน	2,176 x 2	=	4,352 ตร.ม.
-ส่วนโถงชั้น 1			
ช่องแสงด้านข้าง 2 ด้าน	(68.00+68.00) x 4.00	=	544 ตร.ม.
รวมพื้นที่ช่องแสงในส่วนด้านหน้า และด้านหลัง	4,352 + 544	=	4,898 ตร.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3.3 การพิจารณาพื้นที่ช่องแสง ในส่วนด้านข้างทั้ง 2 ด้าน

-ส่วนสำนักงาน

$$\text{ช่องแสงด้านหน้า (1ช่อง : 1ชั้น)} (42.8+6+2.60) \times 1.60 = 72.73 \text{ ตร.ม.}$$

$$\text{จำนวนชั้น 20 ชั้น} \quad 72.73 \times 20 = 1,454 \text{ ตร.ม.}$$

$$\text{จำนวน 2 ด้าน} \quad 1,454 \times 2 = 2,908 \text{ ตร.ม.}$$

-ส่วนโถงชั้น 1

$$\text{ช่องแสงด้านหน้า} (42.8+6.00+2.60) \times 4.00 = 205.8 \text{ ตร.ม.}$$

(ด้านหลังเป็นส่วนทางขึ้นที่จอดรถ)

$$\text{รวมพื้นที่ช่องแสงในส่วนด้านหน้าและด้านหลัง} 2,908 + 206 = 3,114 \text{ ตร.ม.}$$

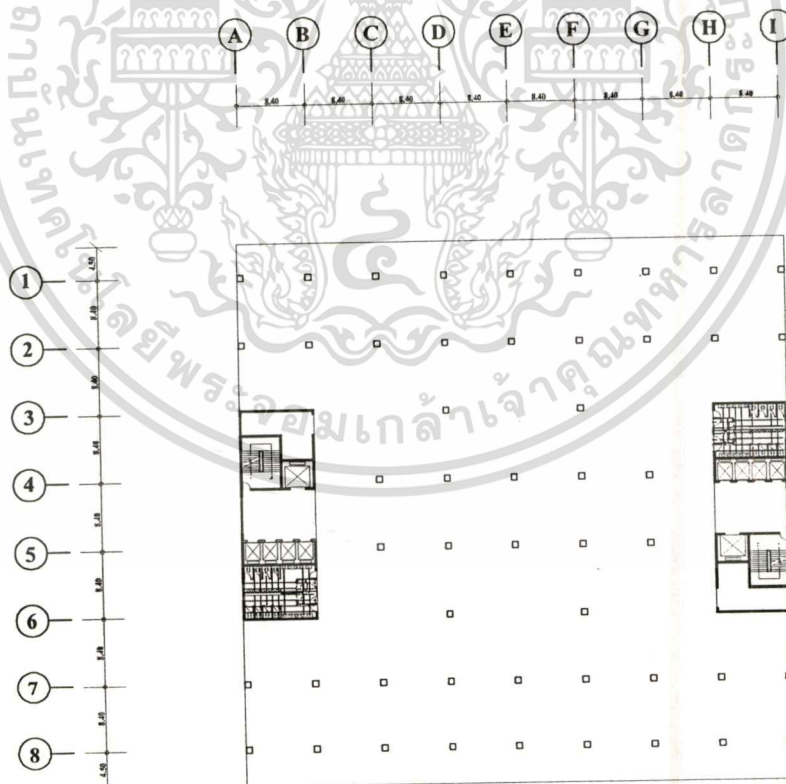
$$\text{รวมพื้นที่ช่องแสงทั้ง 4 ด้าน} \quad 4,898 + 3,114 = 8,012 \text{ ตร.ม.}$$

$$\text{จากพื้นที่ผนังในส่วนของการพิจารณาเพื่อการค้า OTTV.} = 20,400 \text{ ตร.ม.}$$

$$\text{พื้นที่ในส่วนผนังที่} \quad 20,400 - 8,012 = 12,388 \text{ ตร.ม.}$$

$$\text{“คิดเป็นพื้นที่ในส่วนช่องเปิดแสง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์} = 39.59 \% \text{”}$$

เทียบกับผนังที่”



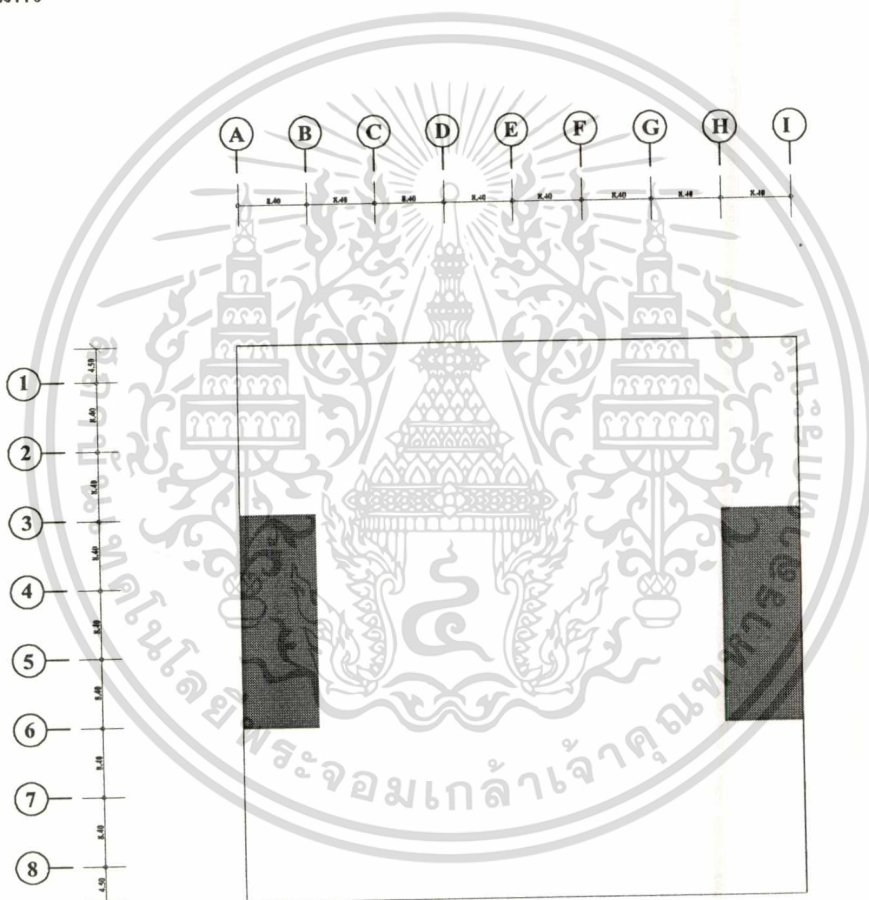
ภาพที่ 5.5 แสดงผังอาคารสำนักงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3.4 การพิจารณาพื้นที่รับแสงตรงที่เข้าสู่หลังคาอาคาร

พื้นที่รับแสงของอาคารที่ตกกระทบสู่พื้นที่หลังคาอาคาร โดยปกติในการคิดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมหลังคาอาคาร RTTV. พื้นที่ในการคิดจะพิจารณาได้หลายกรณีจากความแตกต่างของมุมของหลังคาที่ทำกับแนวระนาบ รวมถึงมุมของหลังคาในทิศทางใด ๆ เพื่อพิจารณาสำหรับค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์¹

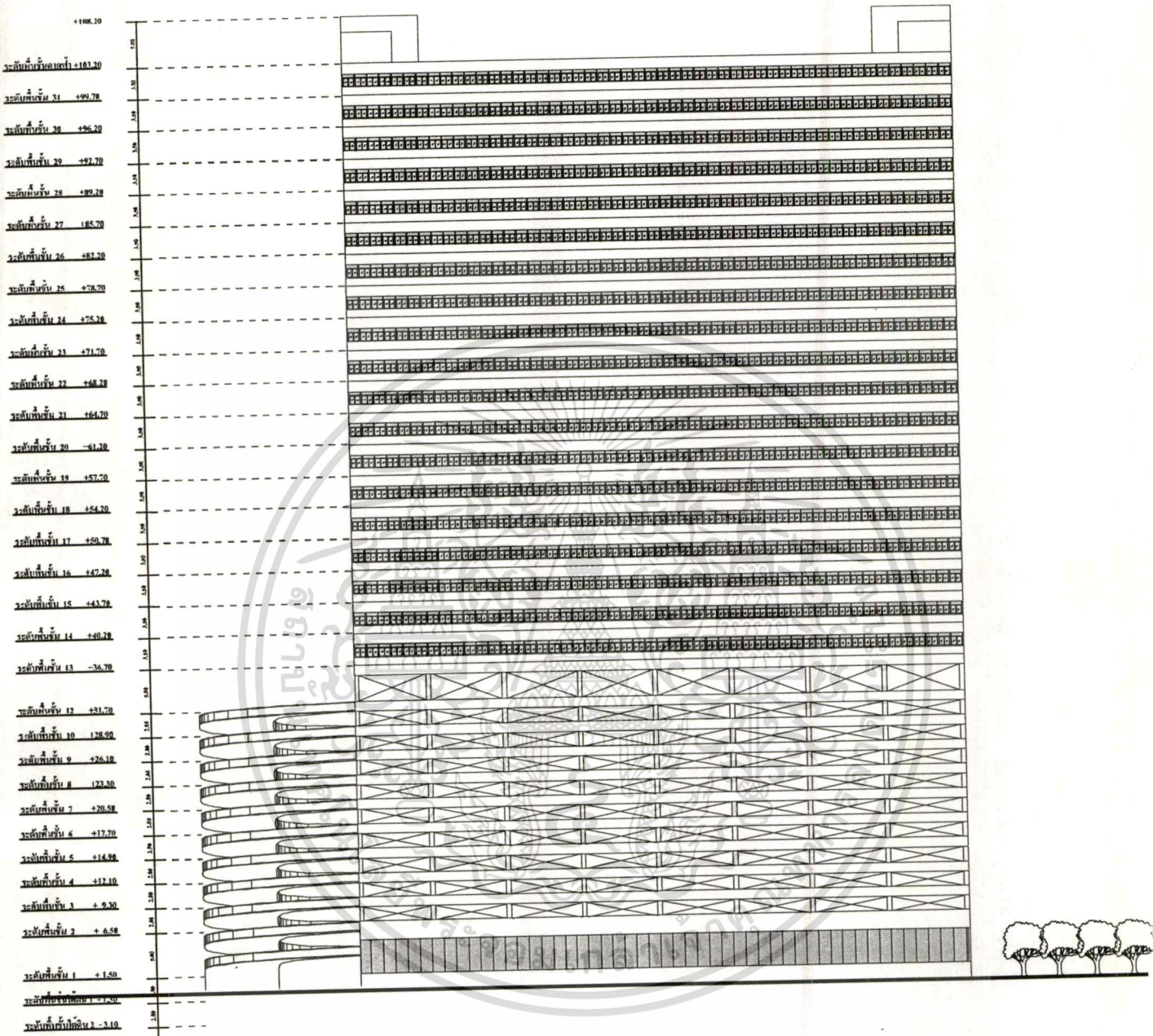
สำหรับพื้นที่รับแสงของอาคารที่ตกกระทบสู่พื้นที่หลังคาอาคารในกรณีนี้จะพิจารณาในลักษณะของพื้นที่ในระนาบเดียวเท่านั้น คือในระนาบที่ขนานกับพื้นโลก ดังนั้นพื้นที่ที่เกิดขึ้นเท่ากับ 4,624 ตารางเมตร จึงมีขนาดเท่ากับความกว้างสูงสุดของอาคาร คือ ขนาด 68 x 68 เมตร



ภาพที่ 5.6 แสดงขนาดและพื้นที่ของหลังคาอาคารที่ทำการศึกษา

¹ กองอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ, คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร,(กรุงเทพฯ:กองอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน,2536) หน้า 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

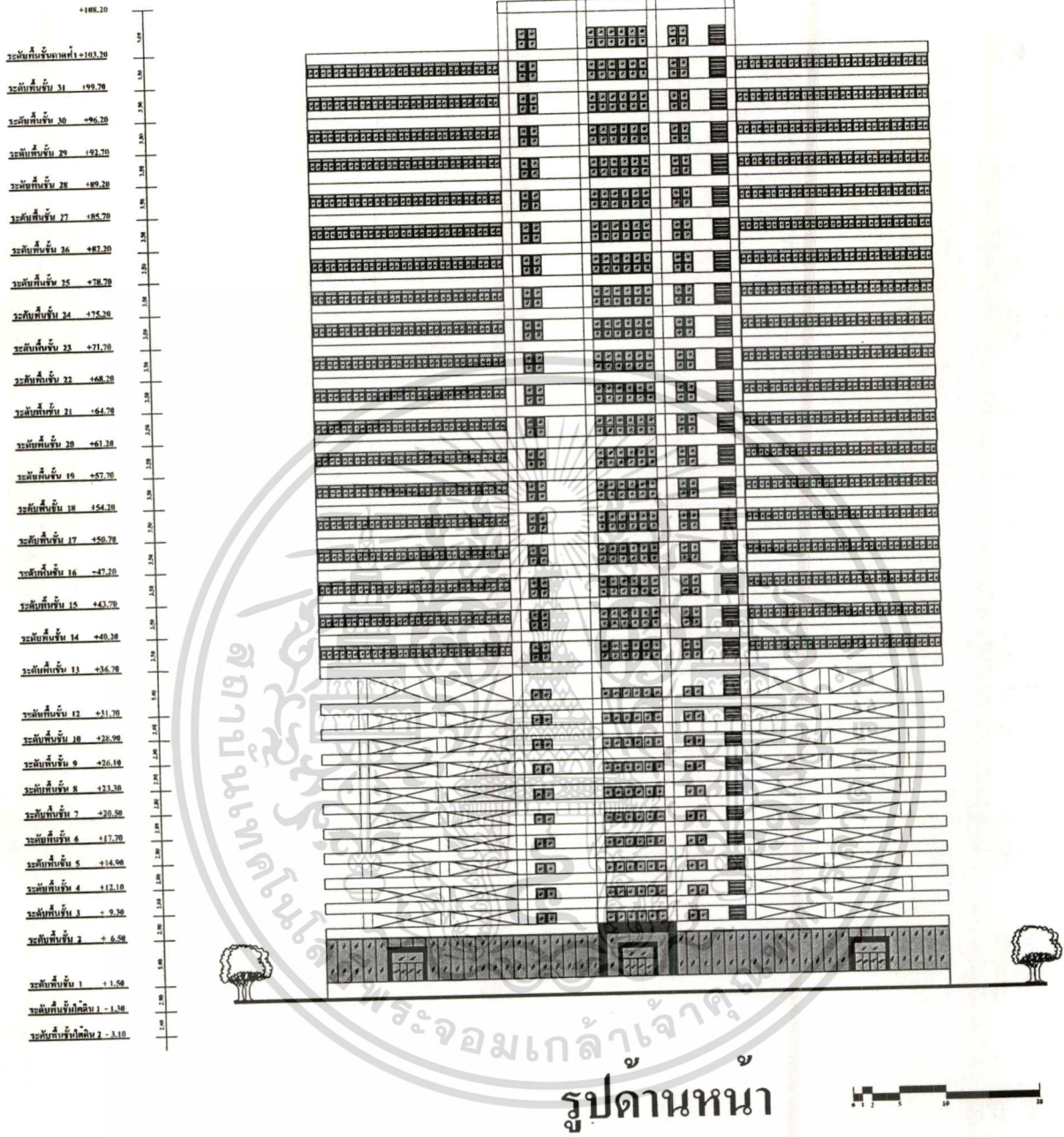


รูปด้านข้าง



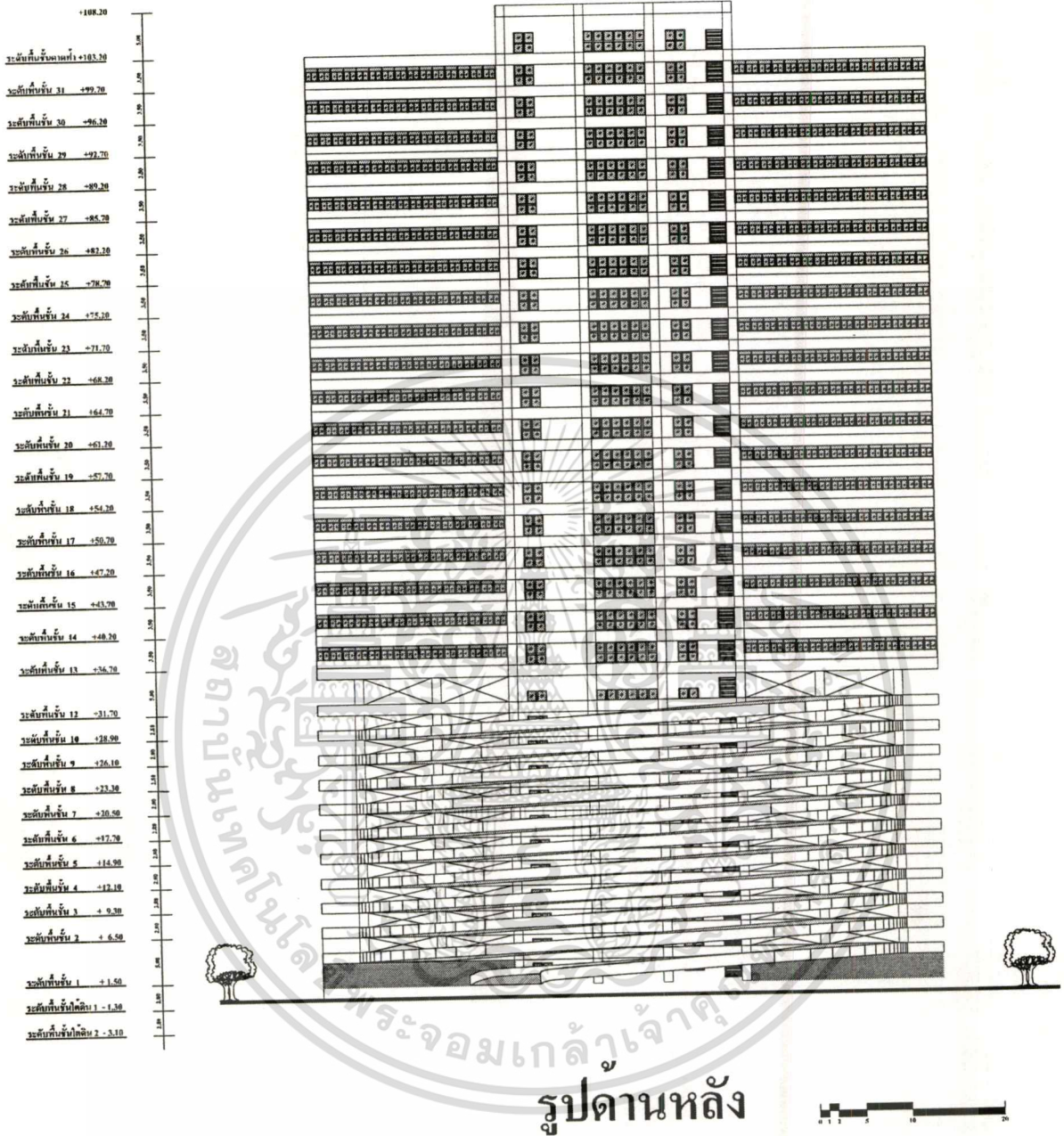
ภาพที่ 5.7 แสดงลักษณะรูปด้านข้างของอาคาร (สำหรับการคิดค่า OTTV. เมืองต้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.8 แสดงลักษณะรูปด้านหน้าของอาคาร (สำหรับการคิดค่า OTTV. เบื้องต้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.9 แสดงลักษณะรูปด้านหลังของอาคาร (สำหรับการคิดค่า OTTV. เบื้องต้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การเลือกใช้ระบบกรอบอาคาร

เมื่อทราบพื้นที่ของช่องเปิดที่ให้แสงเข้าแล้ว สิ่งสำคัญประการต่อมาคือการเลือกระบบกรอบอาคาร ซึ่งมีความสำคัญในการป้องกันความร้อนที่จะเข้าสู่อาคาร ระบบกรอบอาคาร แบ่งออกเป็น 2 ระบบ ดังนี้ คือ

- ระบบก่อสร้างในที่ เช่นการก่อผนังอิฐฉาบปูน ซึ่งในอาคารที่ยังไม่มีความสูงมากนัก ระบบนี้ยังเป็นที่ยอมรับอยู่ถึงแม้จะมีความยุ่งยากในการก่อสร้าง และน้ำหนักที่มากของระบบนี้ อีกทั้งการควบคุมให้ได้คุณภาพเดียวกันเป็นไปได้ยาก เนื่องจากการนำวัสดุต่าง ๆ มาประกอบและก่อสร้างที่ทำงานนั้น ๆ และที่สำคัญสาเหตุที่ทำให้ระบบนี้ไม่เป็นที่นิยมในอาคารสูงคือ น้ำหนักที่มาก อันเป็นภาระให้กับโครงสร้างอาคาร ทำให้ราคาต้นทุนการก่อสร้างสูงตามไปด้วย

- ระบบ CURTAIN WALL ซึ่งในปัจจุบันอาคารสูงทั่วไปในประเทศใช้ระบบผนังชนิด CURTAIN WALL เป็นหลัก ปัจจัยที่ทำให้การพิจารณาเลือกใช้ ระบบ CURTAIN WALL คือน้ำหนักที่เบา ทำให้โครงสร้างหลักลดลงไปด้วย เป็นการประหยัดที่เห็นได้ชัดติดตั้งได้เร็วประหยัดเวลาคุณภาพได้มาตรฐาน เท่ากันตลอดเนื่องจากผลิตจากโรงงาน

5.2.1 ส่วนประกอบของ CURTAIN WALL แบ่งออกเป็น 4 ส่วน¹ คือ

- โครง GRID อาจแบ่งออกเป็น โครงแนวตั้ง Mullion กับ โครงแนวนอน Transom
- แผ่นพื้น มีความหมายรวมไปทั้งแผ่น (SHEET) พื้น (PANEL) แผ่นแซนวิช และแผ่นสำเร็จรูปอื่น เช่นกระจก พลาสติก เป็นต้น
- ระบบรอยต่อเนื่องจากระบบ CURTAIN WALL จะต้องขยับตัวอยู่ตลอดเวลาไม่ว่าจะด้วย MOVEMENT ของอาคารเนื่องจากแรงลม แผ่นดินไหว และการยึดหดตัวของวัสดุชนิดเดียวกันและต่างชนิดกัน ดังนั้นรอยต่อจะต้องไม่รั่วในทุกแนวที่มี MOVEMENT
- ระบบยึดเกาะ คุณสมบัติในด้านการป้องกัน ดิน ฟ้า อากาศ แรงลม หรืออื่น ๆ รวมทั้ง ปริมาณความร้อนหนาว ของอาคารจึงขึ้นอยู่กับ ELEMENTS ทั้ง 3 อย่างแรก เป็นประการสำคัญ ความจำเป็นในการแก้ปัญหความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคาร จึงต้องคำนึงถึงปัจจัยทั้ง 3 ดังกล่าว

5.2.2 การป้องกันความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคาร กับระบบ CURTAIN WALL

การป้องกันความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคารกับระบบ CURTAIN WALL สามารถแยกพิจารณาได้ 2 ประการ²คือ

- การป้องกัน HEAT TRANSFER ของส่วนโครงหลัก ระบบนี้มักจะพัฒนามาจาก CURTAIN WALL MULLION ชนิด MONOLITIC MEMBER เป็นส่วนใหญ่ การป้องกันการถ่ายเทความร้อน ใช้วิธีการแยกส่วน PRESSURE BARON MAIN MULLION และมี

¹ สมสิทธิ์ นิตยะ, การใช้นวนความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ, กรุงเทพฯ:วารสารสถาปัตยกรรมหน้า 54

² เรื่องเดียวกัน, หน้าเดียวกัน

FACE COVER ครอบปิด PRESIURE BAR ตามปกติวัสดุที่ใช้เป็นตัวสกัดการนำความร้อน จากพื้นผิวภายนอกไม่ให้เข้าวัสดุด้านในมักจะเป็น VINYL SPACER เป็นส่วนใหญ่

- การป้องกัน HEAT TRANSFER ของส่วนแผ่นผืน (PANEL) แบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ PANEL แบบทึบและแบบใส ในส่วนของ PANEL แบบทึบ วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่ได้แก่ หิน เหล็ก อลูมิเนียม คอนกรีต และ COMPOSITED SHEET เป็นต้น ซึ่งวัสดุแต่ละชนิดมีความสามารถในการป้องกันความร้อนแตกต่างกันออกไป อันเป็นผลทำให้ต้องพิจารณาในแต่ละวัสดุแตกต่างกันในการเลือกใช้ ในส่วนของ PANEL แบบใส วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นกระจก น้อยครั้งที่จะเป็นวัสดุสังเคราะห์ประเภทพลาสติก นอกจากพวก SKY LIGHT ซึ่งต้องการความปลอดภัยในกรณีที่กระจกแตก ทั้งนี้เพราะวัสดุสังเคราะห์มีราคาแพงกว่า

5.3 การเลือกวัสดุที่ใช้ทำกรอบอาคาร

ปัจจัยในส่วนของ การเลือกใช้วัสดุที่ใช้ทำกรอบอาคารเป็นขั้นตอนที่สำคัญเนื่องจาก ความร้อนที่จะสามารถผ่านวัสดุที่ใช้ทำกรอบอาคาร เข้าสู่ภายในอันจะเป็นผลทำให้เพิ่มภาระ ความเย็นในระบบปรับอากาศได้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการป้องกันความร้อนให้กับอาคารคือ การ เข้าใจในการเลือกใช้วัสดุหลายอย่างที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ ได้ สิ่งที่ต้องคำนึงคือ คุณสมบัติของการ ถ่ายเทความร้อน ที่จะเป็นตัวอธิบายถึงธรรมชาติของวัสดุ ที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุกรอบอาคารค่า ประจำตัวของวัสดุที่ใช้บอก คุณสมบัติที่แตกต่างกันของวัสดุ ในการที่จะนำมาเลือกใช้ในการ ป้องกันความร้อนของวัสดุคือ ค่า สภาพนำความร้อน k และค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเท ความร้อน U ทั้งสองค่า จะนำไปคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมทั้งเข้าสู่ระบบกรอบอาคาร จากสูตร $Q = U \cdot A_w \cdot T_{Deq}$ ซึ่งลักษณะการถ่ายเทความร้อนมี 3 ทางคือ

- แบบการนำ HEAT TRANSFER BY CONDUCTION เป็นการถ่ายเทความร้อนที่ผ่านตัวกลาง เช่น กำแพง, ผนัง
- แบบการพา HEAT TRANSFER BY CONVECTION เป็นการถ่ายเทความร้อน โดยความร้อนนั้นถูกพาไปโดยตัวกลางนั้น เช่น ความร้อนภายในผนังที่ถูกหมุนเวียนต่อไป
- แบบการแผ่รังสี HEAT TRANSFER BY RADIATION เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยไม่ต้องผ่านตัวกลางใด ๆ เช่น ความร้อนจากดวงอาทิตย์ส่องมายังโลก

ในการเลือกใช้วัสดุประกอบผนังอาคารจะคำนึงถึง 2 รูปแบบของระบบผนังที่มีการ เลือกใช้และการคิดที่แตกต่างกัน คือ ส่วนของผนังที่ใช้กระจก และส่วนที่เลือกใช้ผนังทึบตัน

¹ ทวี เวชพฤติ. การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ทางในงานสถาปนิก 29. กรุงเทพฯ : สมาคมสถาปนิกสยาม ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์

² มาลินี ศรีสุวรรณ. เล่มเดียวกัน

5.3.1 ผนังที่ใช้กระจก

กระจกที่นำมาใช้สำหรับเป็นส่วนประกอบของ CURTAIN WALL สำหรับอาคารสูงปัจจุบันมีให้เลือกใช้หลากหลายชนิด ขึ้นอยู่กับความสามารถในการใช้งานที่มีประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นของกระจกชนิดนั้น ๆ การเพิ่มประสิทธิภาพของกระจกโดยทั่วไปจะเพิ่มโดยการใส่สารบางอย่างลงไปในกระจกซึ่งจะทำให้คุณสมบัติเปลี่ยนไปด้วย แต่ความหนาของกระจกไม่เปลี่ยน กระจกที่มีคุณสมบัติชนิดนี้ จัดเป็นกระจกพื้นฐานสำหรับที่จะนำไปเป็นกระจกพิเศษอื่น ๆ ซึ่งอาจจะใช้วิธีติดฟิล์ม ติดเป็นกระจก 2 ชั้น เป็นต้น (ตารางที่ 5.1)

ตารางที่ 5.1 แสดงลักษณะทั่วไปและคุณสมบัติของกระจก

กระจกพื้นฐาน	กรรมวิธีการผลิต	กระจกที่ได้	คุณสมบัติที่ได้
	เคมี	กระจกโฟลทส์ตัดแสง	- สามารถดูดกลืนความร้อน 35-50% - กรณีกระจกดูดกลืนสะสมความร้อน จนอุณหภูมิสูง โอกาสแตกร้าวเนื่องจากความร้อน (THERMAL CRACK) จะมากกว่ากระจกใส
	กลดลย	กระจกกลดลย	- สามารถทนแรงกด และแรงกระแทกจากลมได้มากกว่า 1 ใน 3 ของกระจกธรรมดา - แต่ปัญหาที่พบคือความสกปรกจากฝุ่นที่เกาะตามลวดลย
	เคลือบโลหะ	กระจกสะท้อนแสง	- มีคุณสมบัติคล้ายกระจกเงา คือ สามารถสะท้อนแสงได้ - มีสีหลายสีให้เลือกจากคุณสมบัติของโลหะ - การป้องกันความร้อนจากคุณสมบัติการสะท้อนของแสง
	อบความร้อน	กระจก HEAT STRENGTHENED	- สามารถทนแรงอัดลมมากกว่า 2 เท่า - ทนต่อ THERMAL CRACK มากกว่า 3 เท่า - เมื่อกระจกแตกสภาพจะเป็นแบบกระจกธรรมดา
	อบความร้อน เป่าลมให้เย็น	กระจกนิรภัยเทมเปอร์	- สามารถทนแรงกระแทกได้มากกว่า 3-5 เท่า - ทนต่อ THERMAL CRACK มากกว่า 3 เท่า - ทนต่อแรงอัดลมมากกว่า 3-5 เท่า - เมื่อกระจกแตกสภาพจะเป็นชิ้นเล็ก ๆ
	ใส่ฟิล์มระหว่างกระจกมากกว่า 2 แผ่นขึ้นไป	กระจกนิรภัยลามิเนต	- คุณสมบัติทั่วไปขึ้นอยู่กับกระจกที่นำมา - สามารถผลิตสีต่าง ๆ ได้หลากหลายตามฟิล์ม - เมื่อกระจกแตกสภาพโดยรวมจะไม่ร่วง ลงมา เนื่องจากฟิล์มที่ติดกับกระจก
	กระจกฉนวนผิวประกบด้วยกระจกอย่างน้อย 2 แผ่นวางห่างกันเป็นช่อง	กระจกสูญญากาศ (กระจกฉนวน)	- ค่า U จะลดลงหรืออย่างน้อยครึ่งหนึ่งของ กระจกแผ่นเดียวจากอากาศภายใน - ไม่เกิดการสลับตัว เป็นละอองน้ำในกระจกไม่ทำให้เกิดฝ้าหรือละอองน้ำจับด้านในของกระจก - ลดเสียงได้ดีจากสูญญากาศที่เกิดขึ้น

ที่มา : วารสารวิชาการบริษัท กระจกไทยอาชาสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากคุณสมบัติโดยทั่วไป (ตาราง 5.1) มีกระจก 3 ชนิด ที่ถือว่าเป็นกระจกพื้นฐานที่จะนำไปเป็นกระจกที่มีคุณสมบัติพิเศษอื่นๆ เพิ่มเติมจากกระจกทั้ง 3 ชนิดคือ กระจกโพลทใส กระจกโพลทสี กระจกสะท้อนแสง ซึ่งจะมีคุณสมบัติต่าง ๆ ได้แก่ Visible Ray, Solar Energy, U-Value และ Shading Coefficient ที่จะนำมาเปรียบเทียบกันในคุณสมบัติเบื้องต้น

5.3.1.1 ปัจจัยการเลือกใช้กระจกสำหรับการออกแบบกรอบอาคาร

สำหรับการที่จะเลือกใช้กระจกชนิดใด ที่จะให้ผลในด้านประสิทธิภาพและราคาที่เหมาะสม ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่เพิ่มขึ้นในการที่ผู้ออกแบบจะสามารถนำไปเลือกใช้และออกแบบให้เหมาะสมกับอาคารนั้น ๆ

-ปัจจัยแรกในการเลือกประเภทหรือชนิดของกระจก จะพิจารณาจากความหนาของกระจก ที่จะเลือกใช้ในขนาดความหนาที่เท่ากัน ในส่วนกระจกชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีความหนาหลากหลายตั้งแต่ 4 มม. ขึ้นไปจนถึง 20 มม. ขนาดความหนากระจกพื้นฐานตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด ที่มีขนาดกรอบคลุม คือความหนากระจกที่ 6 มม. ให้สามารถคำนวณได้ครบทุกชนิด

-ปัจจัยที่สองสำหรับเลือกชนิดกระจกเพื่อนำมาศึกษา คือ ค่าการสะท้อนแสง (Reflectance) ของกระจกที่มีค่าไม่เกิน 15%¹ ที่จะเป็นกระจกไม่เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ต่ออาคารและผู้ใช้อาคารข้างเคียง

จากคุณสมบัติทั่วไปที่ได้กล่าวมา สามารถสรุปกำหนดเป็นปัจจัยเบื้องต้นในการพิจารณาเลือกกระจก ได้ดังนี้คือ

- 1) เลือกใช้กระจกหนา 6 มม.
- 2) จะต้องมีค่าการสะท้อน (Reflectance) ในระดับไม่เกิน 15 %

5.3.1.2 สรุปการเลือกใช้กระจกสำหรับการออกแบบอาคาร

จากคุณสมบัติทั้ง 2 ประการ การเลือกใช้กระจกหนา 6 มม. และค่าการสะท้อนไม่เกิน 15 % เป็นหลักเบื้องต้น ในการที่จะนำกระจกที่ผ่านคุณสมบัติทั้ง 2 นี้ไป เพื่อทำการวิเคราะห์ในค่า สัมประสิทธิ์การบังแดด SC ของกระจก และสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน U เพื่อหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV ของอาคาร เพื่อเปรียบเทียบค่า OTTV ของกระจกที่ใช้ทำผนังอาคารต่างกัน โดยพิจารณาพร้อมกับค่า SC และ U ของวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบ ให้เห็นถึงค่าที่ต่ำที่สุดของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมอาคาร ของวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคาร ต่อจากนั้นถึงจะพิจารณาร่วมปัจจัยด้านอื่น ๆ ต่อไป

จากการพิจารณาเปรียบเทียบ คุณสมบัติทางกายภาพของกระจก (ตารางที่ 5.2) กระจกที่มีคุณสมบัติตรงกับปัจจัยทั้ง 2 ประการ ได้แก่ กระจกโพลทใส, กระจกโพลทสีชา, กระจกโพลทชาดำ, กระจกโพลทสีบอร์นซ์ , กระจกสะท้อนแสง Silver Gray (SGY 32) Blue , กระจกสะท้อนแสง Solatag-SGY 303 (Blue), กระจกสะท้อนแสง Solatag-YS 30 (Blue)

¹ สมสิทธิ์ นิณะะ, การใช้ฉนวนความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ, กรุงเทพฯ:วารสารสถาปัตยกรรม, หน้า 54

กระจกทั้ง 7 ชนิดนี้ จะนำค่า SC และ U-Value ไปคำนวณหาค่า OTTV ร่วมกับผนังที่ติด เพื่อให้ได้ค่า OTTV. ที่ต่ำกว่า 45 วัตต์/ตร.ม. ในการที่จะเลือกและกำหนดต่อไป

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าต่าง ๆ ของกระจกหนา 6 มิลลิเมตร ทั้ง 3 ประเภท

Glass Type	Thicknes (mm.)	Visible Rays		Solar Energy			Relative Heat Gain		U-Value		Shading Coef- ficient
		Refle- ctance	Trans- mittance	Refle- ctance	Trans- mittance	Absor- ption	(kcal/ m ² hr)	(Btu/ ft ² hr)	Summer Daytime		
									(kcal/m ² hr)	(Btu/ft ² hr)	
กระจกโฟลทใส (Clear float glass)	6	7	88	7	80	13	559	206	5.01	1.03	0.96
กระจกสีชา (Cool Gray)	6	5	38	6	43	51	388	143	5.39	1.10	0.64
กระจกสีชาดำ (Dark Cool Gray)	6	4	15	5	34	61	386	142	5.40	1.10	0.63
กระจกสีบรอนซ์ (Cool Bronze)	6	6	49	6	50	45	428	158	5.32	1.09	0.71
Solartag-SGY32 (Silver gray)	6	12	32	9	29	62	314	116	4.84	0.99	0.51
Solartag-SGY303 (Blue)	6	15	30	18	22	60	265	98	4.75	0.97	0.42
Solartag-TS30 (Blue)	6	10	40	10	30	60	319	117	4.88	1.00	0.52

ที่มา : เอกสารเผยแพร่ บริษัทกระจกไทยอาชาสี

5.3.2 ผนังทึบ

ในระบบ Certain Wall การเลือกใช้วัสดุผนัง สามารถจัดประเภทตามน้ำหนัก วัสดุที่นำมาใช้และมีผลต่ออาคารได้ 2 ชนิดคือ ผนังทึบหนักและผนังทึบเบา

- ผนังทึบหนัก ตัวอย่างเช่น PRECARST CONCRETE หิน และ GRC.
- ผนังทึบเบา ส่วนใหญ่จัดเป็นวัสดุประกอบ COMPOSITED SHEET จากวัสดุ พื้นฐานภายนอก ตัวอย่างเช่นเหล็ก อลูมิเนียม เป็นต้น

5.3.2.1 ผนังทึบหนัก

ในส่วนของผนังทึบหนัก โดยเฉพาะหินแล้วจำเป็นต้องมี BACK UP WALL เสมอ (มีลักษณะคล้ายกับวัสดุประกอบ COMPOSITED SHEET) เนื่องจากความไม่เรียบ ร้อยของด้านหลังวัสดุนั้นเอง แต่ในกรณีการนำค่ามาคำนวณค่า OTTV. จะไม่นำเอา BACK UP WALL มาคิดในเบื้องต้นหินที่ใช้ทั่วไปมี 2 ชนิดคือหินอ่อนและหินแกรนิต หินแกรนิตเหมาะแก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำมาศึกษาในเบื้องต้นเนื่องจากราคาที่ต่ำกว่าหินอ่อน ความหนาของหินที่ใช้กันโดยทั่วไปคือ 2 ซม. และ 3 ซม. ในการศึกษานี้จะเลือกขนาด 2 ซม. มาพิจารณา เนื่องจากขนาดที่บางกว่าซึ่งผลที่ได้สำหรับอาคารสูงคือน้ำหนักของอาคารที่ลดลง โครงสร้างอาคารจึงลดตามด้วย

ส่วน PRECAST CONCRETE ซึ่งไม่จำเป็นต้องมี BACK UP WALL ก็ได้ เนื่องจากความเรียบร้อยของผนังที่หล่อเสร็จเรียบร้อยจากโรงงาน จึงทาสีได้ทันที ยกเว้นแต่ต้องการต้องการให้เกิดผลในทางอื่น ๆ เช่นการป้องกันความร้อน ก็อาจจำเป็นต้องใส่ฉนวนป้องกันความร้อน เป็นต้น ความหนาที่มีใช้กันเป็นส่วนใหญ่คือ 12 ซม.

5.3.2.2 ผนังทึบเบา

สำหรับวัสดุที่นิยมใช้สำหรับผนัง สำหรับอาคารสูงจะเลือกใช้ผนังสำเร็จรูปประเภท ผนังกันร้อนรอบนอกตัวอาคาร EIFS (Exterior Insulation and Finish Systems) ลักษณะระบบผนังชนิดนี้คือ เป็นผนังที่ประกอบด้วยวัสดุที่ใช้หลายชนิด คุณสมบัติที่สำคัญในการเลือกใช้วัสดุให้เกิดผลต่างๆ คือ ผนังที่ได้จะต้องมีมวลสารน้อย เพื่อจะได้ไม่สะสมความร้อนไว้ในตัวผนัง กันความชื้นและการรั่วซึมของอากาศได้ดี แต่ในการพิจารณาเปรียบเทียบให้เห็นถึงวัสดุที่เป็นพื้นฐานแล้วจะทำการเลือกวัสดุพื้นฐานภายนอก 2 ชนิด ได้แก่ เหล็ก และอลูมิเนียม มาหาค่าร่วมกับผนังสำเร็จรูปอื่นๆ เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น

ลักษณะผนังสำเร็จรูปต่าง ๆ (COMPOSITED SHEET) เป็นผนังที่หลายบริษัทได้ทำการผลิตขึ้นมาโดยการเลือกใช้วัสดุที่แตกต่างกัน ผลที่ได้ เช่น ผนังมีน้ำหนักเบา ป้องกันความร้อนได้ดี เป็นต้น ดังนั้นวัสดุในแต่ละบริษัทและผลที่ได้จึงแตกต่างกันตามแต่ละบริษัท ลักษณะที่สำคัญประการหนึ่งของผนัง COMPOSITED SHEET ที่เกิดขึ้นคือ ในแต่ละบริษัทที่ทำการผลิตและจำหน่ายนั้น จะมีลักษณะการเลือกใช้ความหนาและการเลือกทาสีที่ผิววัสดุที่แตกต่างกันไปตามแต่ละบริษัทนั้น ๆ ดังนั้นข้อจำกัดที่เกิดขึ้นคือ ในการนำค่าต่าง ๆ ของผนังทึบ มาทำการเปลี่ยนแปลงค่าเพื่อนำไปคำนวณหาค่าการประหยัดพลังงานมีปัญหาที่ปัจจัยมีค่าแตกต่างกันอย่างมาก และหลากหลายในการเลือกใช้ซึ่งในการศึกษานี้จะเลือกตัวอย่างผนังสำเร็จที่มีการเลือกใช้ใช้งานอยู่ในปัจจุบันอย่างแพร่หลาย 2 ชนิดนำมาพิจารณาเลือกใช้ คือ

ผนังสำเร็จรูปผิวภายนอกด้วยอลูมิเนียม

จะเป็นวัสดุประเภทอลูมิเนียม มีลักษณะใช้เป็นผิวประกอบทั้ง 2 ด้าน แกนกลางเป็นวัสดุประเภทเรซิน หนา 2 ซม. สำหรับความหนารวม 3 มม. (อลูมิเนียมหนา 0.05 มม.) ยึดติดกับโครงคร่าวผนัง (LIGHT STEEL FRAMING) เป็นโครงสร้างที่ออกแบบเพื่อรับน้ำหนักของระบบผนัง มักจะทำด้วยโครงคร่าวอลูมิเนียม หรือ เหล็กชุบสังกะสี ส่วนผิวภายใน (BACK UP WALL) ประกอบด้วยแผ่นยิปซัมกันชื้น (GYPSUM BOARD) จะยึดติดกับโครงคร่าวรับน้ำหนัก เพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับผนัง

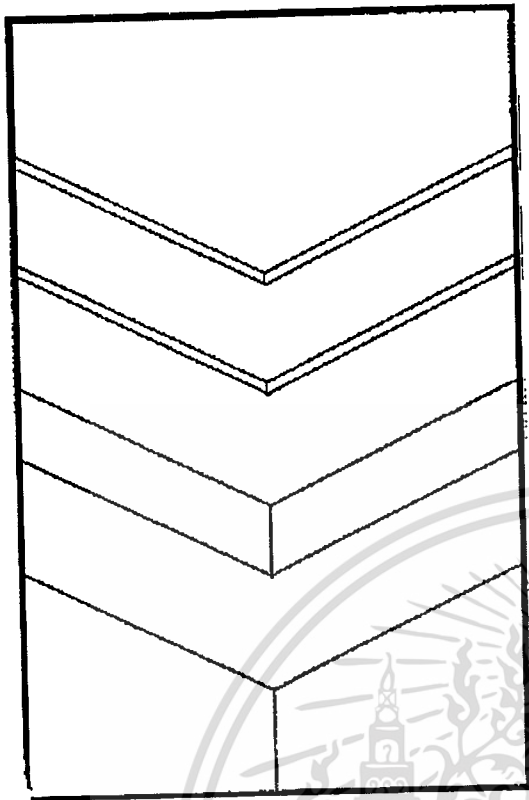
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนังสำเร็จรูปผิวภายนอกเป็นวัสดุประเภทโพลีสไตรีนเคลือบสี

ส่วนประกอบสำคัญของผิวภายนอกของวัสดุประเภทนี้คือ แผ่นกันร้อน (POLYSTYRENE FOAM) ที่มีความหนาแน่น 1 ปอนด์/ลบ.ฟ. เป็นวัสดุฉนวนกันความร้อน มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำตาข่ายไฟเบอร์กลาส (FIBER GLASS MESH) เป็นตาข่ายเสริมความแข็งแรงเพื่อป้องกันการแตกร้าวของระบบผนัง การรองพื้น ADHESIVE BASE COAT ทำหน้าที่เป็นตัวประสานยึดติดส่วนประกอบของระบบระหว่างตาข่ายไฟเบอร์กลาสกับแผ่นกันร้อน ซึ่ง ADHESIVE BASE COAT ได้มาจากการผสมสารรองพื้น PRIMUS กับปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์ ด้วยอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก สีสำเร็จรูปภายนอก (FINISH COAT) เกิดจากการสังเคราะห์สารพลาสติกอะครีลิกพอลิเมอร์ (ACRYLIC POLYMER) บริสุทธิ์ผสมกับทราย ซึ่งสามารถเลือกสีได้หลายสี ส่วนโครงคร่าวผนัง (LIGHT STEEL FRAMING) เป็นโครงสร้างที่ออกแบบเพื่อรับน้ำหนักของระบบผนัง มักจะทำได้ด้วยโครงคร่าวอลูมิเนียม หรือ เหล็กชุบสังกะสี แผ่นยิปซัมกันชื้น (GYPSUM BOARD) จะยึดติดกับโครงคร่าวรับน้ำหนักเพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับผนัง

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าเปรียบเทียบขนาดความหนาของวัสดุที่ใช้ทำผนังที่บของอาคารทั้ง 6 ชนิด

ราคาวัสดุ	ความหนา
คอนกรีตสำเร็จรูปมวลเบา	120 มม.
หินแกรนิตสีเทา	20 มม.
เหล็ก	3 มม.
อลูมิเนียม	3 มม.
ผนังประกอบอลูมิเนียม	120 มม.
ผนังประกอบโพลีสไตรีน	120 มม.

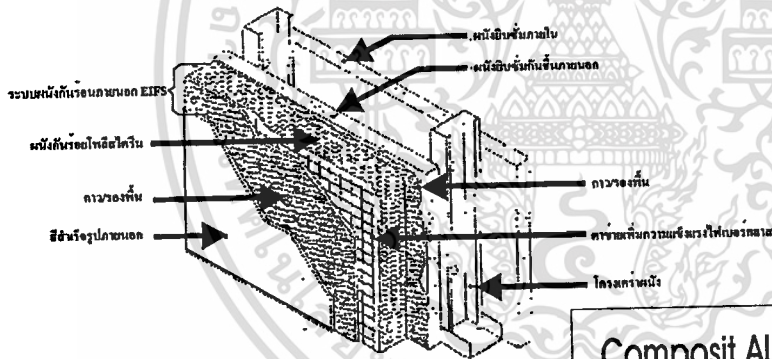


Steel sheet 3 mm.

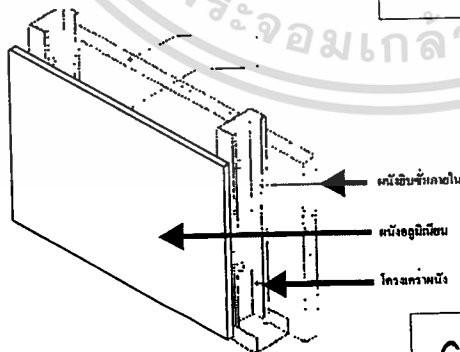
Aluminum sheet 3 mm.

Stone sheet 3 mm.

Precast concrete sheet 3 mm.



Composit Aluminum sheet 3 mm.



Composited polystyrene sheet 3 mm.

ภาพที่ 5.10 แสดงลักษณะภาพตัดของวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบ ทั้ง 6 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การทดสอบผลการออกแบบ เพื่อการประหยัดพลังงาน

เมื่อขั้นตอนการออกแบบอาคารเป็นที่เรียบร้อย การทดสอบผลของประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นการพิสูจน์และทดสอบผลการออกแบบที่เกิดขึ้น สามารถหาผลลัพธ์ได้จากทฤษฎีการคำนวณทางด้านกายภาพของวัสดุ จากกฎกระทรวง มาตรการที่ 19 มีสาระที่สำคัญดังนี้

1. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ต้องไม่เกิน 45 วัตต์/ตร.ม. สำหรับอาคารสมัยใหม่และไม่เกิน 55 วัตต์/ตร.ม. สำหรับอาคารเก่า (กรณีอาคารที่ปรับอากาศ)
2. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา RTTV. ต้องไม่เกิน 25 วัตต์/ตร.ม. (กรณีปรับอากาศ)
3. มาตรฐานการปรับอากาศ การทำน้ำร้อนภายในอาคาร
4. เกณฑ์ของค่าการกำหนดกำลังไฟฟ้าสำหรับการส่องสว่างทั้งภายใน และภายนอกอาคาร
5. อาคารที่ขอใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 1,000 kw.h. ขึ้นไป

ในกรณีของการศึกษานี้จะมุ่งถึงการออกแบบ และทดสอบผลในกรณีของค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ที่มุ่งเน้นการออกแบบและสามารถปรับปรุงอาคารให้เกิดประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานได้ในเบื้องต้น ส่วนในกรณีของการพิสูจน์ด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร 1,000 kw.h. รวมถึงมาตรฐานการปรับอากาศ การทำน้ำร้อนภายในอาคารเป็นต้น ซึ่งจำเป็นต้องทราบระบบไฟฟ้าภายในอาคารและพฤติกรรมการใช้สอยของอาคารทั้งหมด สามารถพิสูจน์ได้จากการกำหนดการออกแบบทางสถาปัตยกรรมเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงสมควรเข้าสู่งานระบบวิศวกรรมอันเป็นที่สิ้นสุด ซึ่งในการศึกษานี้จะมุ่งเน้นการแก้ปัญหาในช่วงการออกแบบด้านสถาปัตยกรรมเป็นหลัก ดังนั้นการทดสอบผลการออกแบบด้านการประหยัดพลังงาน จึงมุ่งเน้นถึงผลของการออกแบบที่คำนึงถึงผลทางด้านสถาปัตยกรรมต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว ตลอดจนการเลือกวัสดุที่ใช้ทำกรอบอาคาร อันจะมีผลในด้านการประหยัดพลังงานในอาคาร ในด้านการพิสูจน์และทดสอบผลในกรณีของค่า OTTV. และ RTTV. จำเป็นต้องทราบถึงปัจจัยต่างๆ ดังนี้

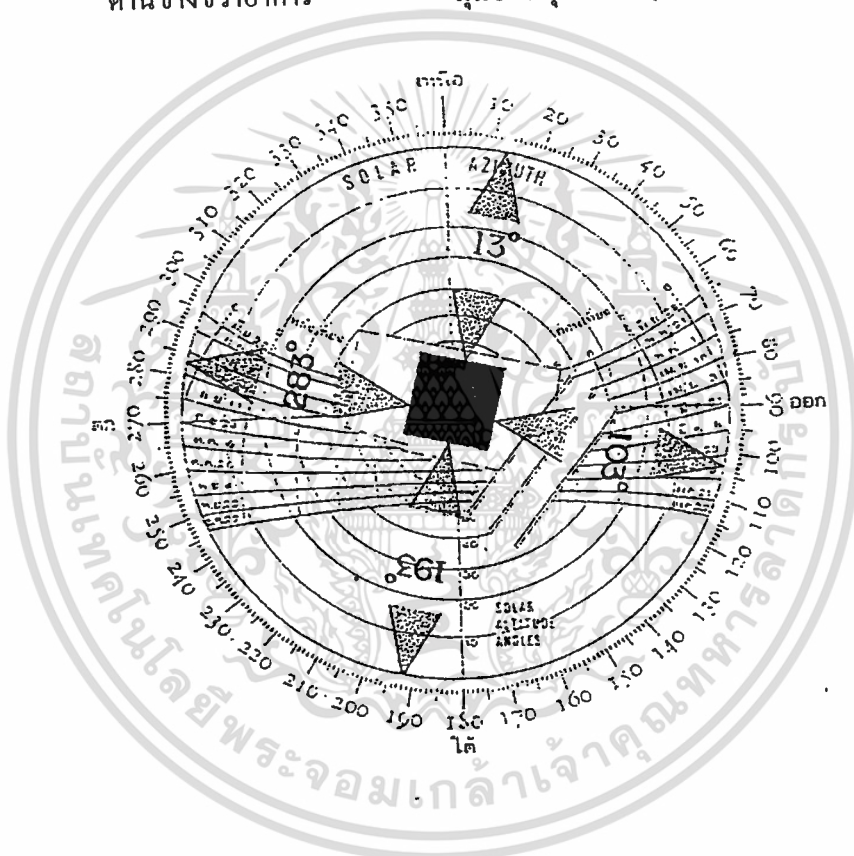
- 1) ตำแหน่งทิศทางการวางอาคาร
- 2) พื้นที่กรอบอาคาร ทั้งที่เป็นส่วนผนังและหลังคา (ทั้งผนังทึบและผนังใส)
- 3) ค่ามาตรฐานด้านกายภาพเบื้องต้นของวัสดุ สำหรับการคำนวณหาค่าต่างๆ
- 4) การคำนวณค่าเปรียบเทียบกับค่า OTTV. เพื่อเปรียบเทียบวัสดุที่ใช้ทำผนังที่ต่างๆ กัน
- 5) การคำนวณค่า RTTV. ของผนังอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 การหาตำแหน่งทิศทางการวางอาคาร

ในการคำนวณหาค่าความร้อนรวมที่เกิดขึ้น ตำแหน่งและทิศทางของอาคารมีความจำเป็นในการทราบถึงทิศทางที่ถูกต้อง เพื่อสามารถหาค่าคงที่ที่สำคัญคือ “ค่าเฉลี่ยรายปีของฟลักซ์รังสีอาทิตย์ที่ทะลุผ่านกระจกใสหนา 3 มม. (I)” สำหรับคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่เกิดขึ้นในอาคาร จากสูตรการคำนวณ OTTV. ทิศทางอาคารที่เกิดขึ้นคือ

ด้านหน้าอาคาร	มุมอะซิมุต 103 (ทิศตะวันออก)
ข้างซ้ายอาคาร	มุมอะซิมุต 193 (ทิศใต้)
ด้านหลังอาคาร	มุมอะซิมุต 283 (ทิศตะวันตก)
ข้างขวาอาคาร	มุมอะซิมุต 13 (ทิศเหนือ)



ภาพที่ 6.1 แสดงรายละเอียดทิศทางมุมอะซิมุตของอาคาร

หลังจากทราบรูปด้านและตำแหน่งผนังตามมุมอะซิมุตต่าง ๆ ของอาคารที่ทำการออกแบบ ลักษณะการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อน จะพิจารณาจากพื้นที่ของอาคารทั้งในส่วนของพื้นที่ที่เป็นผนังทึบและพื้นที่ที่เป็นผนังใส (มุมอะซิมุต) โดยจะแยกผนังตามลักษณะผนังทึบและผนังใส ซึ่งสามารถเขียนแจกแจงรายละเอียดพื้นที่กรอบผนังอาคารตามข้อมูล (ตารางที่ 6.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.1 แสดงผลสรุปพื้นที่ผนังอาคาร ตามมุมอะซิมุมต่างๆ

ทิศทางผนัง (มุมอะซิมุม)	ลักษณะ และพื้นที่ของผนังอาคาร			
	ผนังทึบ		ผนังกระจก	
	ขนาด	พื้นที่ ,(ม ² .)	ขนาด	พื้นที่ ,(ม ² .)
มุมอะซิมุม 103 ทิศ E (ด้านหน้าอาคาร)	68.00 x 1.98	134.20	68.00 x 1.60 x 20	2,176.00
	68.00 x 1.90 x 20	2,584.00	(42.8 + 6 + 2.6) x 4	205.80
		2,718.20		2,381.80
มุมอะซิมุม 283 ทิศ W (ด้านหลังอาคาร)	68.00 x 5	340.00	68.00 x 1.60 x 20	2,176.00
	68.00 x 1.90 x 20	2,584.00		
		2,924.00		2,176.00
มุมอะซิมุม 193 ทิศ S (ด้านข้างซ้ายอาคาร)	68.00 x 1.90 x 20	2,584.00	68.00 x 1.60 x 20	2,176.00
	68.00 x 1	68.00	68.00 x 4	272.00
		2,652.00		2,448.00
มุมอะซิมุม 13 ทิศ N (ด้านข้างขวาอาคาร)	68.00 x 1.90 x 20	2,584.00	68.00 x 1.60 x 20	2,176.00
	68.00 x 1	68.00	68.00 x 4	272.00
		2,652.00		2,448.00
		10,946.20		9,453.80

6.2 การวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของผนังอาคาร

การคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของอาคารที่ทำการศึกษานี้ ซึ่งจะประกอบด้วยค่าสภาพการนำความร้อน K. ของวัสดุทั้ง 6 ชนิด สำหรับวัสดุทึบ และกระจกทั้ง 7 ชนิด ในความหนาของวัสดุ และการแบ่งทิศทางของผนังแต่ละประเภทตามมุมอะซิมุม เพื่อการคำนวณ หาค่า OTTV. ของอาคาร

6.2.1 การหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบ

ในการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบ จะพิจารณาจากค่า สภาพการนำความร้อนของวัสดุแต่ละชนิด (k. เป็นค่าคงที่ในการเปรียบเทียบกับวัสดุทุกชนิดที่ความหนา 1 นิ้ว) ดังนั้นในการหาค่าความการถ่ายเทความร้อนรวม จะพิจารณาจากความหนาของวัสดุหารด้วยค่า k ของวัสดุนั้น เพื่อสามารถทราบค่า ความต้านทานความร้อน R ของวัสดุแต่ละประเภท ในการที่จะหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน U ของวัสดุนั้นๆ

วัสดุที่ใช้ทำผนังทึบ ในการศึกษาสามารถพิจารณาได้ 2 รูปแบบ ตามการศึกษา คือ รูปแบบที่เป็นวัสดุประเภทเคียว 4 ชนิด และวัสดุประกอบ 2 ชนิด ซึ่งทั้ง 2 รูปแบบ 6 ชนิด จะสามารถหาค่า การค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ได้จากค่าพื้นฐานต่างดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 แสดงคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุผนังทึบ (ประเภทชนิดเดียว) ของอาคารทั้ง 4 ชั้น

ผนัง PRECAST CONCRETEหนา 0.120 เมตร						
รูปตัด	โครงสร้าง	ΔX (ม.)	k	R	Rt	U
	1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044	0.34	2.94
	2. PRECAST CONCRETE	0.120	0.476	0.252		
	3. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.044		
ผนัง หินแกรนิตสีเทา หนา 0.020 เมตร						
รูปตัด	โครงสร้าง	ΔX (ม.)	k	R	Rt	U
	1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044	0.0948	10.54
	2. หินแกรนิตสีเทา	0.020	2.927	0.0068		
	3. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.044		
ผนัง ALUMINIUM SHEET หนา 0.003 เมตร						
รูปตัด	โครงสร้าง	ΔX (ม.)	k	R	Rt	U
	1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044	0.088014	11.36
	2. ALUMINIUM SHEET	0.003	211	0.000014		
	3. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.044		
ผนัง STEEL SHEET หนา 0.003 เมตร						
รูปตัด	โครงสร้าง	ΔX (ม.)	k	R	Rt	U
	1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044	0.088063	11.35
	2. STEEL SHEET	0.003	47.6	0.000063		
	3. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.044		

ตารางที่ 6.3 แสดงคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุผนังทึบ (ผนังสำเร็จรูป) ของอาคารทั้ง 2 ชั้น

ผนังประกอบอลูมิเนียม (มีช่องอากาศ) หนา 0.12 เมตร						
รูปตัด	โครงสร้าง	ΔX (ม.)	k	R	Rt	U
	1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044	0.76	1.32
	2. สีเทาเคลือบผิว	0.004	0.0089	0.449		
	3. อลูมิเนียม	0.003	211	0.000014		
	5. ช่องว่างอากาศ	-	-	0.160		
	6. ขีปนัมบอร์ด	0.012	0.191	0.063		
	5. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.044		
	1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.044		
2. สีเทาเคลือบผิว	0.004	0.0089	0.449			
3. แผ่นโฟมโพลีสไตรีน	0.025	0.035	0.714			
4. ขีปนัมบอร์ด	0.012	0.191	0.063			
5. ช่องว่างอากาศ	-	-	0.160			
6. ขีปนัมบอร์ด	0.012	0.191	0.063			
7. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.044			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.4 แสดงค่าปริมาณความร้อน Q. ของผนังที่บดด้านหน้า มุมอะซิมุมท 103

MASS	U.	A _w	TD _{eq}	Q = U _w . A _w . TD _{eq}
CONCRETE	2.94	2,718.20	10	79,915.08
STONE	10.54	2,718.20	10	286,498.28
ALUMINIUM	11.36	2,718.20	10	308,787.52
STEEL	11.35	2,718.20	10	308,515.70
COMPOSIT SHEET 1 (AL.)	1.32	2,718.20	10	35,880.24
COMPOSIT SHEET 2 (POLY.)	0.260	2,718.20	10	7,067.32

ตารางที่ 6.5 แสดงค่าปริมาณความร้อน Q. ของผนังที่บดด้านหลัง มุมอะซิมุมท 283

MASS	U.	A _w	TD _{eq}	Q = U _w . A _w . TD _{eq}
CONCRETE	2.94	2,924.00	10	85,965.60
STONE	10.54	2,924.00	10	308,189.60
ALUMINIUM	11.36	2,924.00	10	332,166.40
STEEL	11.35	2,924.00	10	331,874.00
COMPOSIT SHEET 1 (AL.)	1.32	2,924.00	10	38,596.80
COMPOSIT SHEET 2 (POLY.)	0.260	2,924.00	10	7,602.40

ตารางที่ 6.6 แสดงค่าปริมาณความร้อน Q. ของผนังที่บดด้าน 13, 193

MASS	U.	A _w	TD _{eq}	Q = U _w . A _w . TD _{eq}
CONCRETE	2.94	2,652.00	10	77,939.40
STONE	10.54	2,652.00	10	279,520.08
ALUMINIUM	11.36	2,652.00	10	301,267.20
STEEL	11.35	2,652.00	10	301,002.00
COMPOSIT SHEET 1 (AL.)	1.32	2,652.00	10	35,006.40
COMPOSIT SHEET 2 (POLY.)	0.260	2,652.00	10	6,895.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.2 การหาค่าความร้อนรวม Q. ของวัสดุที่ใช้ทำผนังใส

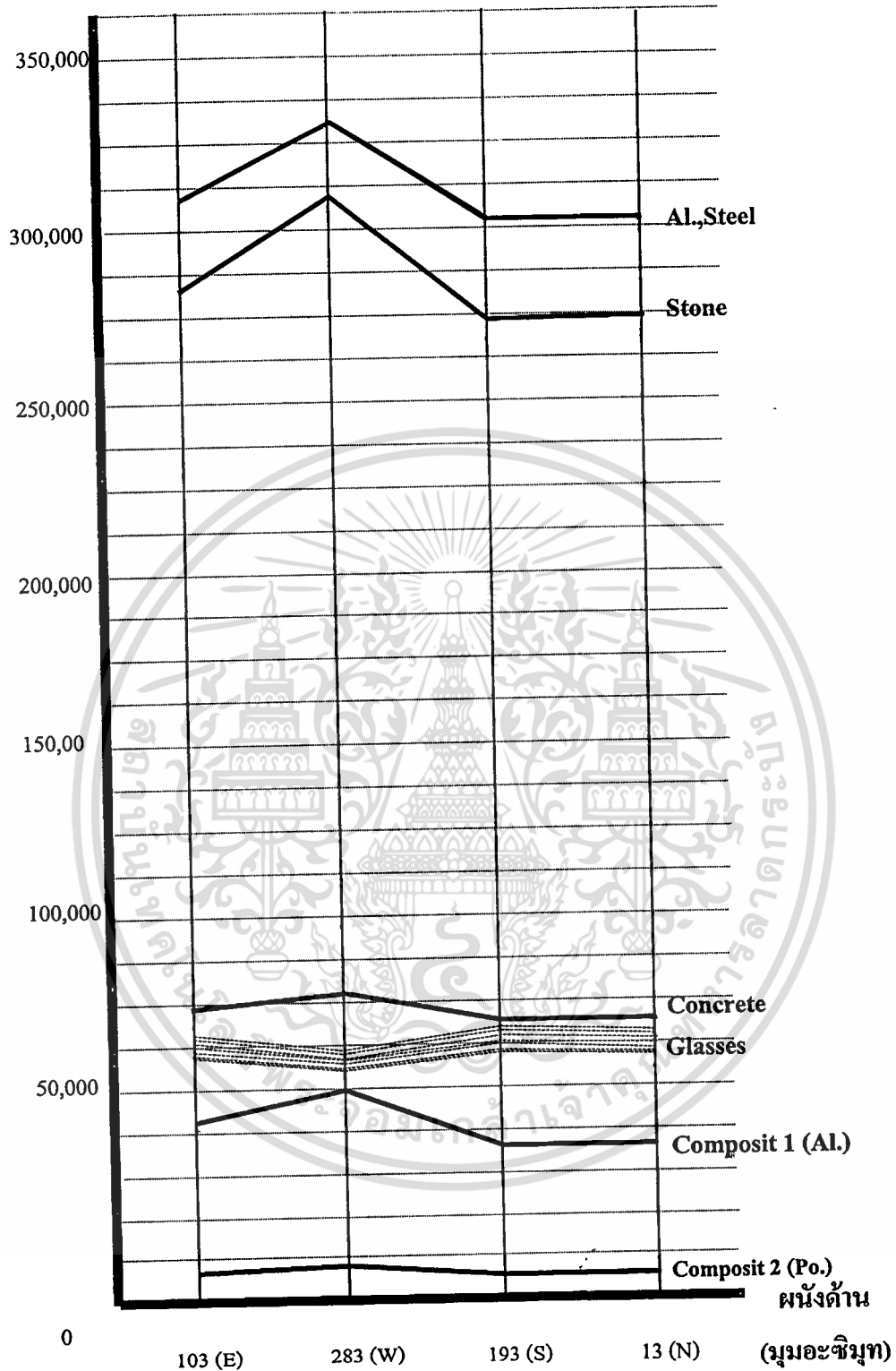
วัสดุที่ใช้ทำผนังใส ทั้ง 7 ชนิด(จากการศึกษาหัวข้อ 5.3.1) ซึ่งวัสดุดังกล่าวสามารถหาค่า ปริมาณความร้อนรวม Q ของผนังอาคารแต่ละด้าน ในส่วนที่เป็นกระจกได้จากค่า พื้นฐานทางกายภาพต่าง ๆ ของกระจก เพื่อการหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ดังนี้

ตารางที่ 6.7 แสดงค่าปริมาณความร้อน Q. กระจก ของผนังกระจกแต่ละด้าน

	ด้าน	$Q. \text{ กระจก} = A_w \cdot U_w \cdot \Delta T + A_f \cdot S_c \cdot S_f$
กระจกโฟลท ใส	103	$(2,381.8 \times 5.01 \times 5) + (2,381.8 \times 0.96 \times 1.12) = 62,225.00$
	283	$(2,176 \times 5.01 \times 5) + (2,176 \times 0.96 \times 1.03) = 56,660.42$
	193	$(2,448 \times 5.01 \times 5) + (2,448 \times 0.96 \times 1.11) = 63,930.98$
	13	$(2,448 \times 5.01 \times 5) + (2,448 \times 0.96 \times 0.70) = 62,967.45$
กระจกโฟลท สีชา	103	$(2,381.8 \times 5.39 \times 5) + (2,381.8 \times 0.64 \times 1.12) = 65,896.78$
	283	$(2,176 \times 5.39 \times 5) + (2,176 \times 0.64 \times 1.03) = 60,077.61$
	193	$(2,448 \times 5.39 \times 5) + (2,448 \times 0.64 \times 1.11) = 67,712.65$
	13	$(2,448 \times 5.39 \times 5) + (2,448 \times 0.64 \times 0.70) = 67,070.30$
กระจกโฟลท สีชาดำ	103	$(2,381.8 \times 5.40 \times 5) + (2,381.8 \times 0.63 \times 1.12) = 65,988.84$
	283	$(2,176 \times 5.40 \times 5) + (2,176 \times 0.63 \times 1.03) = 60,164.00$
	193	$(2,448 \times 5.40 \times 5) + (2,448 \times 0.63 \times 1.11) = 67,807.88$
	13	$(2,448 \times 5.40 \times 5) + (2,448 \times 0.63 \times 0.70) = 67,175.56$
กระจกสะท้อนแสง สีบอร์นซ์	103	$(2,381.8 \times 5.32 \times 5) + (2,381.8 \times 0.71 \times 1.12) = 65,249.48$
	283	$(2,176 \times 5.32 \times 5) + (2,176 \times 0.71 \times 1.03) = 59,472.90$
	193	$(2,448 \times 5.32 \times 5) + (2,448 \times 0.71 \times 1.11) = 67,046.06$
	13	$(2,448 \times 5.32 \times 5) + (2,448 \times 0.71 \times 0.70) = 66,333.45$
กระจกสะท้อนแสง สีเทาเงิน	103	$(2,381.8 \times 4.84 \times 5) + (2,381.8 \times 0.51 \times 1.12) = 58,999.75$
	283	$(2,176 \times 4.84 \times 5) + (2,176 \times 0.51 \times 1.03) = 53,802.25$
	193	$(2,448 \times 4.84 \times 5) + (2,448 \times 0.51 \times 1.11) = 60,627.41$
	13	$(2,448 \times 4.84 \times 5) + (2,448 \times 0.51 \times 0.70) = 60,115.53$
กระจกสะท้อนแสง สีน้ำเงิน Blue SGY 303	103	$(2,381.8 \times 4.75 \times 5) + (2,381.8 \times 0.42 \times 1.12) = 57,688.14$
	283	$(2,176 \times 4.75 \times 5) + (2,176 \times 0.42 \times 1.03) = 52,621.33$
	193	$(2,448 \times 4.75 \times 5) + (2,448 \times 0.42 \times 1.11) = 59,281.25$
	13	$(2,448 \times 4.75 \times 5) + (2,448 \times 0.42 \times 0.70) = 58,859.71$
กระจกสะท้อนแสง สีน้ำเงิน Blue TS 30	103	$(2,381.8 \times 4.88 \times 5) + (2,381.8 \times 0.52 \times 1.12) = 59,502.61$
	283	$(2,176 \times 4.88 \times 5) + (2,176 \times 0.52 \times 1.03) = 54,259.86$
	193	$(2,448 \times 4.88 \times 5) + (2,448 \times 0.52 \times 1.11) = 61,144.18$
	13	$(2,448 \times 4.88 \times 5) + (2,448 \times 0.52 \times 0.70) = 60,622.27$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณความร้อนรวม Q



ภาพที่ 6.2 แสดงกราฟการเปรียบเทียบค่าปริมาณความร้อนรวม Q ของวัสดุที่ใช้ทำผนังแต่ละด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการคำนวณหาค่าปริมาณความร้อนรวม Q ของผนังแต่ละด้านจากการเลือกใช้วัสดุที่ทำผนังแตกต่างกัน ไม่ว่าจะผนังที่ใช้วัสดุประเภท ผนังประกอบชนิดเดียว หรือ ผนังประกอบหลายชนิด (ผนังสำเร็จรูป) รวมถึงวัสดุที่ใช้กับผนังใต ทั้งหมด 7 ชนิด ดังนี้

6.2.2.1 ปริมาณความร้อน Q ที่ถ่ายเทของวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบ

ปริมาณความร้อนที่ได้จากวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบทั้ง 6 ชนิด จะมีค่าตั้งแต่ 6,895.20 วัตต์ ถึง 332,166.40 วัตต์ สามารถเรียงลำดับค่าจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ อลูมิเนียม เหล็ก หินแกรนิต คอนกรีตเสริมเหล็ก ผนังประกอบอลูมิเนียม และผนังประกอบโพลีสไตรีน ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นกับวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบสามารถพิจารณาประเด็นต่างๆ คือ

1) ลักษณะเส้นกราฟที่เกิดขึ้นจากปริมาณความร้อน Q ในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้าน สำหรับวัสดุทั้ง 6 ชนิด ที่มีลักษณะเหมือนกัน คือ ผนังด้านหลัง (ทิศ W มุมอะซิมุท 283) จะมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ ผนังด้านหน้า (ทิศ E มุมอะซิมุท 103) และผนังด้านข้างอาคาร (ทิศ N มุมอะซิมุท 13) (ทิศ S มุมอะซิมุท 193) จะมีค่าต่ำสุดและมีค่าใกล้เคียงกันจนเกือบจะมีค่าเท่ากัน (ลักษณะเส้นกราฟจะเป็นเส้นตรง)

2) ปริมาณความร้อน Q ที่เกิดขึ้นแต่ละด้านของวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบนั้น เป็นการเปรียบเทียบกันของวัสดุที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านขนาดของ ความหนาที่ใช้ทำผนัง ดังนั้นค่าความร้อนที่เกิดขึ้น จึงเป็นค่าความร้อนที่เกิดจากการเปรียบจาก ปัจจัยที่เลือกใช้วัสดุที่มีอยู่ตามท้องตลาดเท่านั้น ที่ทำให้เกิดผลความแตกต่างของค่าความร้อน Q ที่เกิดขึ้น

ซึ่งถ้าจะเปรียบเทียบกันในค่าของเมื่อวัสดุมีความหนาที่เท่ากันย่อมอาจจะให้ ผลของค่าความร้อนที่อาจจะมากหรือน้อยกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยเฉพาะการเปรียบเทียบ ระหว่างผนังที่ทำจากวัสดุเพียงอย่างเดียว กับผนังที่ทำจากวัสดุหลายชนิด (Composit sheet) ที่ได้ มีการพัฒนาให้เหมาะสมกับการใช้งานในปัจจุบันมากขึ้น ค่าความร้อน Q จึงมีการลดลงอย่าง เห็นได้ชัด

6.2.2.2 ปริมาณความร้อน Q ที่ถ่ายเทของวัสดุที่ใช้ทำผนังใส

ปริมาณความร้อนที่ได้จากวัสดุที่ใช้ทำผนังใตทั้งหมด 7 ชนิด จะมีค่าตั้งแต่ 51,559.88 วัตต์ ถึง 67,807.88 วัตต์ สามารถเรียงลำดับค่าจากมากไปหาน้อย(พิจารณาจากผนัง ด้านทิศใต้มุมอะซิมุท 193) ได้ดังนี้ กระจกโพลทิสชาดำ 67,807.88 วัตต์ กระจกโพลทิสชา 67,712.65 วัตต์ กระจกโพลทิส 63,930.98 วัตต์ กระจกสะท้อนแสง สิบอรั้นซ์ 67,046.06 วัตต์ กระจกสะท้อนแสง สีน้ำเงิน Blue TS 30 61,144.18 วัตต์ กระจกสะท้อนแสง สีเทาเงิน 60,627.41 วัตต์ และกระจกที่มีค่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทความร้อนน้อยที่สุด คือ กระจก สะท้อนแสง สีน้ำเงิน Blue SGY 30 มีค่า 59,281.25 วัตต์ ซึ่งปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทของ วัสดุที่ใช้ทำผนังใตสามารถพิจารณาประเด็นต่างๆ ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ลักษณะเส้นกราฟที่เกิดขึ้นจากปริมาณความร้อน Q ในด้านต่าง ๆ ทั้ง 4 ด้าน สำหรับวัสดุทั้ง 7 ชนิด ที่มีลักษณะเหมือนกัน คือ ผนังด้านหลังอาคาร (ทิส W มุมอะซิมุมุท 283) จะมีค่ามากที่สุด รองลงมา คือ ผนังด้านหน้าอาคาร (ทิส E มุมอะซิมุมุท 103) และผนังที่มีค่าน้อยที่สุด จนมีค่าใกล้เคียงกันจนเกือบจะเป็นเส้นตรง ในส่วนผนังด้านข้างอาคาร (ทิส N,S มุมอะซิมุมุท 13,193)

2) ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นแต่ละด้านของกระจกที่ใช้ทำผนังนั้น จะพบว่า มีค่าใกล้เคียงกันอย่างมาก ไม่มีกระจกชนิดใดที่มีผลอย่างมากในการช่วยลดความร้อน ในการเลือกวัสดุที่ใช้ทดลองในการศึกษาครั้งนี้ สำหรับปริมาณความร้อนที่ด้านหน้า และด้านหลัง (ทิส E , มุมอะซิมุมุท 103 , ทิส W มุมอะซิมุมุท 283) มีค่าน้อยกว่าผนังด้านข้างทั้ง 2 ของอาคาร (ทิสเหนือ มุมอะซิมุมุท 13 , ทิสใต้ มุมอะซิมุมุท 193) เนื่องจากการลดพื้นที่ผนังอาคารที่ทำจากวัสดุใสจากการออกแบบให้แกนบริการ (ใช้ผนังที่มากกว่า) อยู่ในด้านทั้ง 2 ด้านของอาคาร

6.2.2.3 ปริมาณความร้อน Q ที่ถ่ายเทของวัสดุที่ใช้ทำผนังเทียบกับผนังใส การพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทของวัสดุที่ใช้ทำผนังเทียบกับผนังใส สามารถพิจารณาประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) กลุ่มของปริมาณค่าความร้อนของวัสดุที่ใช้ทำผนังใส จะมีค่าใกล้เคียงกันอย่างมาก จนไม่สามารถแยกพิจารณาชี้ให้เห็นว่าวัสดุกระจก ชนิดใด สามารถช่วยลดความร้อนได้อย่างดี

2) กลุ่มของค่าปริมาณค่าความร้อน Q ของวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบ สามารถแยกได้เป็น 2 กลุ่มที่เห็นได้ชัดคือ กลุ่มของอลูมิเนียม เหล็ก และหินแกรนิต ที่มีค่าสูงมากใกล้เคียงกัน และในส่วนของ คอนกรีต ผนังประกอบทั้ง 2 ชนิดที่มีใกล้เคียงกันในระดับที่ต่ำมาก ซึ่งกลุ่มของวัสดุที่ใช้ทำผนังใสมีค่าอยู่ในกลุ่มนี้เช่นกัน

6.2.2.4 ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้ามาในแต่ละด้านของอาคาร

ลักษณะปริมาณความร้อน ที่เข้าสู่อาคารในด้านหลังของอาคาร (ทิส W มุมอะซิมุมุท 103) จะมีค่าปริมาณความร้อนสูงที่สุด และด้านหน้าของอาคาร (ทิส E มุมอะซิมุมุท 103) รองลงมา สำหรับด้านข้างของอาคารทั้ง 2 ด้าน (ทิส N มุมอะซิมุมุท 13, ทิส S มุมอะซิมุมุท 193) จะมีปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด จนมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นในส่วนของวัสดุที่ทำผนังใส คือ กระจก ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นกับผนังด้านหน้า (ทิส E มุมอะซิมุมุท 103) มีปริมาณมากกว่า ผนังด้านหลัง (ทิส W มุมอะซิมุมุท 283) เล็กน้อย

การที่จะสามารถสรุปปริมาณความร้อน Q ที่เกิดขึ้นทั้ง 4 ด้านว่าด้านหลังอาคารและด้านหน้าอาคาร (ทิสตะวันออกและตก) มีค่าความร้อนที่เกิดมากกว่าผนังด้านข้างทั้ง 2 ยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนในผลการคำนวณนี้ สาเหตุเนื่องจากการออกแบบให้ลดความร้อนที่เข้าภายในอาคาร โดยการให้พื้นที่ไม่จำเป็นต้องใช้ในพื้นที่รับแดดคือ แกนบริการของอาคาร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ไปอยู่ในตำแหน่งด้านทิศตะวันออกและตก ดังนั้นพื้นที่ในส่วนผนังทึบในด้านทั้งสองจึงมีค่ามากกว่าพื้นที่ผนังด้านข้างทั้งสอง

6.2.3 การหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคาร หลังจากที่ได้ทำการหาค่าปริมาณความร้อนรวม Q ในแต่ละด้านของผนังอาคาร โดยพิจารณาวัสดุแต่ละชนิดทั้งวัสดุผนังทึบ 6 ชนิด และกระจก 7 ชนิดแล้ว ในขั้นตอนต่อไปคือการหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ทั้งอาคาร เพื่อเปรียบเทียบค่าของวัสดุทั้งหมด ซึ่งสามารถแยกแยะแสดงตามผนังกระจกเป็นหลักทั้ง 7 กับค่าของผนังทึบทั้ง 6 ชนิด

ตารางที่ 6.8 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ผนังอาคาร ของกระจกโพลทใส กับผนังทึบ

MASS	OTTV. ผนังทึบ = $A_w \cdot U_w \cdot T_{Deq} + A_w(U_r \cdot T + S_c \cdot S_f) / A_w + A_f$				OTTV. กระจก
	103	283	193	13	$\frac{10TTV_{103} + OTTV_{283} + OTTV_{193} + OTTV_{13}}{A_{103} + A_{283} + A_{193} + A_{13} (20,400)}$
CONCRETE	(62,225.00+ 79,915.08) = 142,140.08	(56,660.42+ 85,965.00) =142,625.42	(63,930.98+ 77,939.40) = 141,870.38	(62,967.45+ 77,939.40) = 140,906.85	27.82
STONE	(62,225.00+ 286,498.28) = 348,723.28	(56,660.42+ 308,189.60) =364,850.02	(63,930.98+ 279,520.08) = 343,451.06	(62,967.45+279,520.08) = 342,487.53	68.60
ALUMINIUM	(62,225.00+308,787.28) = 370,012.28	(56,660.42+ 332,166.40) =388,826.82	(63,930.98+301,267.20) = 365,198.18	(62,967.45+301,267.20) = 364,234.65	73.00
STEEL	(62,225.00+308,515.70) = 370,740.70	(56,660.42+ 331,874.00) =388,534.42	(63,930.98+301,002.00) = 364,932.98	(62,967.45+301,002.00) =363,962.45	72.94
COMPOSIT 1	(62,225.00+35,880.24) = 98,105.24	(56,660.42+38,596.80) =95,257.22	(63,930.98+35,006.40) = 98,937.38	(62,967.45+35,006.40) = 97,973.85	19.13
COMPOSIT 2	(62,225.00+ 7,067.32) =69,292.32	(56,660.42+ 7,602.40) = 64,262.82	(63,930.98+ 6,895.20) = 70,826.18	(62,967.45+ 6,895.20) = 69,862.65	13.44

ตารางที่ 6.9 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ผนังอาคาร ของกระจกโพลทสีชา กับผนังทึบ

MASS	OTTV. ผนังทึบ = $A_w \cdot U_w \cdot T_{Deq} + A_w(U_r \cdot T + S_c \cdot S_f) / A_w + A_f$				OTTV. กระจก
	103	283	193	13	$\frac{10TTV_{103} + OTTV_{283} + OTTV_{193} + OTTV_{13}}{A_{103} + A_{283} + A_{193} + A_{13} (20,400)}$
CONCRETE	(65,896.78+ 79,915.08) = 145,811.86	(60,077.61+ 85,965.00) =146,042.61	(67,712.65+ 77,939.40) = 145,652.05	(67,070.30+ 77,939.40) = 145,002.70	28.55
STONE	(65,896.78+ 286,498.28) = 352,395.06	(60,077.61+ 308,189.60) =368,267.21	(67,712.65+ 279,520.08) = 347,232.73	(67,070.30+279,520.08) = 346,590.38	69.33
ALUMINIUM	(65,896.78+308,787.28) = 374,684.06	(60,077.61+ 332,166.40) =392,244.01	(67,712.65+301,267.20) = 368,979.85	(67,070.30+301,267.20) = 368,337.50	73.73
STEEL	(65,896.78+308,515.70) = 374,412.48	(60,077.61+ 331,874.00) =391,951.61	(67,712.65+301,002.00) = 368,714.65	(67,070.30+301,002.00) = 368,072.30	73.68
COMPOSIT 1	(65,896.78+35,880.24) =101,777.02	(60,077.61+38,596.80) =98,674.41	(67,712.65+35,006.40) = 102,719.05	(67,070.30+35,006.40) = 102,076.70	19.87
COMPOSIT 2	(65,896.78+ 7,067.32) =72,964.10	(60,077.61+ 7,602.40) = 67,680.01	(67,712.65+ 6,895.20) = 74,607.85	(67,070.30+ 6,895.20) =73,965.50	14.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.10 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ผนังอาคารของกระจกโพลีคาร์บอเนต
กับผนังทึบ

MASS	OTTV. ผนังทึบ = $A_w \cdot U_w \cdot T_{Deq} + A_w(U_r \cdot T + Sc \cdot S_f) / A_w + A_r$				OTTV. กระจก
	103	283	193	13	$\frac{10TTV_{103} + OTTV_{283} + OTTV_{193} + OTTV_{13}}{A_{103} + A_{283} + A_{193} + A_{13} (20,400)}$
CONCRETE	(65,988.84+ 79,915.08) = 145,903.92	(60,164.00+ 85,965.00) =146,129.00	(67,807.88+ 77,939.40) = 145,747.28	(67,175.56+ 77,939.40) =145,114.96	28.57
STONE	(65,988.84+ 286,498.28) = 352,487.12	(60,164.00+ 308,189.60) =368,353.60	(67,807.88+ 279,520.08) =347,327.96	(67,175.56+279,520.08) =346,695.64	69.35
ALUMINIUM	(65,988.84+308,787.28) = 374,776.12	(60,164.00+ 332,166.40) =392,330.40	(67,807.88+301,267.20) =369,075.96	(67,175.56+301,267.20) =368,442.76	73.74
STEEL	(65,988.84+308,515.70) = 374,504.54	(60,164.00+ 331,874.00) =392,038.00	(67,807.88+301,002.00) =368,809.88	(67,175.56+301,002.00) =368,177.56	73.70
COMPOSIT 1	(65,988.84+35,880.24) = 101,869.08	(60,164.00+38,596.80) =98,760.80	(67,807.88+35,006.40) =102,814.28	(67,175.56+35,006.40) =102,181.96	19.88
COMPOSIT 2	(65,988.84+ 7,067.32) = 73,056.16	(60,164.00+ 7,602.40) =67,766.40	(67,807.88+ 6,895.20) =74,703.08	(67,175.56+ 6,895.20) =74,070.76	14.19

ตารางที่ 6.11 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ผนังอาคาร ของกระจกสะท้อนแสง
สีบอรั้นซ์กับผนังทึบ

MASS	OTTV. ผนังทึบ = $A_w \cdot U_w \cdot T_{Deq} + A_w(U_r \cdot T + Sc \cdot S_f) / A_w + A_r$				OTTV. กระจก
	103	283	193	13	$\frac{10TTV_{103} + OTTV_{283} + OTTV_{193} + OTTV_{13}}{A_{103} + A_{283} + A_{193} + A_{13} (20,400)}$
CONCRETE	(65,249.48+ 79,915.08) = 145,164.56	(59,472.90+ 85,965.00) =145,437.90	(67,046.06+ 77,939.40) =144,985.46	(66,333.45+ 77,939.40) = 144,272.85	28.42
STONE	(65,249.48+ 286,498.28) = 351,747.76	(59,472.90+ 308,189.60) =367,662.50	(67,046.06+ 279,520.08) =346,566.14	(66,333.45+279,520.08) = 345,853.53	69.20
ALUMINIUM	(65,249.48+308,787.28) = 374,036.76	(59,472.90+ 332,166.40) =391,639.30	(67,046.06+301,267.20) =368,313.26	(66,333.45+301,267.20) = 367,600.65	73.60
STEEL	(65,249.48+308,515.70) = 373,765.18	(59,472.90+ 331,874.00) =391,346.90	(67,046.06+301,002.00) =368,048.06	(66,333.45+301,002.00) = 367,335.45	73.55
COMPOSIT 1	(65,249.48+35,880.24) = 101,129.72	(59,472.90+38,596.80) =98,069.70	(67,046.06+35,006.40) =102,052.46	(66,333.45+35,006.40) =101,339.85	19.73
COMPOSIT 2	(65,249.48+ 7,067.32) = 72,316.80	(59,472.90+ 7,602.40) =67,075.30	(67,046.06+ 6,895.20) =73,941.26	(66,333.45+ 6,895.20) = 73,228.65	14.04

ตารางที่ 6.12 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ผนังอาคาร ของกระจกสะท้อนแสง
สีเทาเงินกับผนังทึบ

MASS	OTTV. ผนังทึบ = $A_w \cdot U_w \cdot T_{Deq} + A_w(U_r \cdot T + Sc \cdot S_f) / A_w + A_r$				OTTV. กระจก
	103	283	193	13	$\frac{10TTV_{103} + OTTV_{283} + OTTV_{193} + OTTV_{13}}{A_{103} + A_{283} + A_{193} + A_{13} (20,400)}$
CONCRETE	(58,999.75+ 79,915.08) = 138,914.83	(53,802.25+ 85,965.00) =139,767.25	(60,627.41+ 77,939.40) =138,566.81	(60,115.53+ 77,939.40) = 138,054.93	27.22
STONE	(58,999.75+ 286,498.28) = 345,498.03	(53,802.25+ 308,189.60) =361,991.85	(60,627.41+ 279,520.08) =340,147.49	(60,115.53+279,520.08) = 339,635.61	68.00
ALUMINIUM	(58,999.75+308,787.28) = 367,787.03	(53,802.25+ 332,166.40) =385,968.65	(60,627.41+301,267.20) =361,894.61	(60,115.53+301,267.20) = 361,382.73	72.40
STEEL	(58,999.75+308,515.70) = 367,515.45	(53,802.25+ 331,874.00) =385,676.25	(60,627.41+301,002.00) =361,629.41	(60,115.53+301,002.00) = 361,117.53	72.34
COMPOSIT 1	(58,999.75+35,880.24) = 94,879.99	(53,802.25+38,596.80) =92,399.05	(60,627.41+35,006.40) =95,633.81	(60,115.53+35,006.40) = 95,121.93	18.53
COMPOSIT 2	(58,999.75+ 7,067.32) = 66,067.07	(53,802.25+ 7,602.40) =61,404.65	(60,627.41+ 6,895.20) =67,522.61	(60,115.53+ 6,895.20) = 67,010.73	12.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.13 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ผนังอาคาร ของกระจกสะท้อนแสง สีน้ำเงิน Blue SGY303 กับผนังทึบ

MASS	OTTV. ผนังทึบ = $A_w \cdot U_w \cdot T_{Deq} + A_w(U_r \cdot T + Sc \cdot S_i) / A_w + A_f$				OTTV. กระจก -
	103	283	193	13	$\frac{10TTV_{103} + OTTV_{283} + OTTV_{193} + OTTV_{13}}{A_{103} + A_{283} + A_{193} + A_{13} (20,400)}$
CONCRETE	(57,668.14+ 79,915.08) = 137,583.22	(52,621.33+ 85,965.00) = 138,586.33	(59,281.25+ 77,939.40) = 137,220.65	(58,859.71+ 77,939.40) = 136,799.11	26.97
STONE	(57,668.14+ 286,498.28) = 344,166.42	(52,621.33+ 308,189.60) = 360,810.93	(59,281.25+ 279,520.08) = 338,801.33	(58,859.71+ 279,520.08) = 338,379.79	67.75
ALUMINIUM	(57,668.14+ 308,787.28) = 366,455.42	(52,621.33+ 332,166.40) = 384,787.73	(59,281.25+ 301,267.20) = 360,548.45	(58,859.71+ 301,267.20) = 360,126.91	72.15
STEEL	(57,668.14+ 308,515.70) = 366,183.84	(52,621.33+ 331,874.00) = 384,495.33	(59,281.25+ 301,002.00) = 360,283.25	(58,859.71+ 301,002.00) = 359,861.71	72.09
COMPOSIT 1	(57,668.14+ 35,880.24) = 93,548.38	(52,621.33+ 38,596.80) = 91,218.13	(59,281.25+ 35,006.40) = 94,287.65	(58,859.71+ 35,006.40) = 93,866.11	18.28
COMPOSIT 2	(57,668.14+ 7,067.32) = 64,735.46	(52,621.33+ 7,602.40) = 60,223.73	(59,281.25+ 6,895.20) = 66,176.45	(58,859.71+ 6,895.20) = 65,754.91	12.59

ตารางที่ 6.14 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ผนังอาคาร ของกระจกสะท้อนแสง สีน้ำเงิน Blue TS30 กับผนังทึบ

MASS	OTTV. ผนังทึบ = $A_w \cdot U_w \cdot T_{Deq} + A_w(U_r \cdot T + Sc \cdot S_i) / A_w + A_f$				OTTV. กระจก -
	103	283	193	13	$\frac{10TTV_{103} + OTTV_{283} + OTTV_{193} + OTTV_{13}}{A_{103} + A_{283} + A_{193} + A_{13} (20,400)}$
CONCRETE	(59,502.61+ 79,915.08) = 139,417.69	(54,259.86+ 85,965.00) = 140,224.86	(61,144.18+ 77,939.40) = 139,083.58	(60,622.27+ 77,939.40) = 138,561.67	27.31
STONE	(59,502.61+ 286,498.28) = 346,000.89	(54,259.86+ 308,189.60) = 362,449.46	(61,144.18+ 279,520.08) = 340,664.26	(60,622.27+ 279,520.08) = 340,142.35	68.10
ALUMINIUM	(59,502.61+ 308,787.28) = 368,289.89	(54,259.86+ 332,166.40) = 386,426.26	(61,144.18+ 301,267.20) = 362,411.38	(60,622.27+ 301,267.20) = 361,889.47	72.50
STEEL	(59,502.61+ 308,515.70) = 368,018.31	(54,259.86+ 331,874.00) = 386,133.86	(61,144.18+ 301,002.00) = 362,146.18	(60,622.27+ 301,002.00) = 361,624.27	72.44
COMPOSIT 1	(59,502.61+ 35,880.24) = 95,382.85	(54,259.86+ 38,596.80) = 92,856.66	(61,144.18+ 35,006.40) = 96,150.58	(60,622.27+ 35,006.40) = 95,628.67	18.63
COMPOSIT 2	(59,502.61+ 7,067.32) = 66,569.93	(54,259.86+ 7,602.40) = 61,862.26	(61,144.18+ 6,895.20) = 68,039.38	(60,622.27+ 6,895.20) = 67,517.47	12.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.15 แสดงการเปรียบเทียบค่า OTTV. ของวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคาร ทั้งผนังทึบ 6 ชนิด กับผนังใส 7 ชนิด

ชนิดกระจก	ชนิดผนังทึบ	ค่า OTTV. วัตต์/ตร.ม.	
		มากกว่า 45 วัตต์/ตร.ม.	น้อยกว่า 45 วัตต์/ตร.ม.
กระจกโพลทใส Clear Float Glass	Precast Concrete Sheet		27.82
	Stone Sheet	68.60	
	Alumium Sheet	73.00	
	Steel Sheet	72.94	
	Composit Sheet 1 (AL.)		19.13
	Composit Sheet 2 (POLY.)		13.10
กระจกโพลทสีชา Cool Gray	Precast Concrete Sheet		28.55
	Stone Sheet	69.33	
	Aluminium Sheet	73.73	
	Steel Sheet	73.68	
	Composit Sheet 1 (AL.)		19.87
	Composit Sheet 2 (POLY.)		14.17
กระจกโพลทสีชาดำ Dark Cool Gray	Precast Concrete Sheet		28.57
	Stone Sheet	69.35	
	Aluminium Sheet	73.74	
	Steel Sheet	73.70	
	Composit Sheet 1 (AL.)		19.88
	Composit Sheet 2 (POLY.)		14.19
กระจกสะท้อนแสง สีบรอนซ์ Cool Bronze	Precast Concrete Sheet		28.42
	Stone Sheet	69.20	
	Aluminium Sheet	73.60	
	Steel Sheet	73.55	
	Composit Sheet 1 (AL.)		19.73
	Composit Sheet 2 (POLY.)		14.04
กระจกสะท้อนแสง สีเทาเงิน SolarTag-sgy 32	Precast Concrete Sheet		27.22
	Stone Sheet	68.00	
	Aluminium Sheet	72.40	
	Steel Sheet	72.34	
	Composit Sheet 1 (AL.)		18.53
	Composit Sheet 2 (POLY.)		12.84
กระจกสะท้อนแสง สีน้ำเงิน SolarTag- Blue SGY 303	Precast Concrete Sheet		26.97
	Stone Sheet	67.75	
	Aluminium Sheet	72.15	
	Steel Sheet	72.09	
	Composit Sheet 1 (AL.)		18.28
	Composit Sheet 2 (POLY.)		12.59
กระจกสะท้อนแสง สีน้ำเงิน SolarTag- Blue TS 30	Precast Concrete Sheet		27.31
	Stone Sheet	68.10	
	Aluminium Sheet	72.50	
	Steel Sheet	72.44	
	Composit Sheet 1 (AL.)		18.63
	Composit Sheet 2 (POLY.)		12.94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.4 สรุปผลการหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของผนังอาคาร ในด้านวัสดุที่ใช้ทำผนัง

6.2.4.1 ประเภทของวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคารที่ผ่านเกณฑ์ของกฎหมาย

จากการศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่เกิดขึ้นกับผนังอาคาร สำหรับเกณฑ์เบื้องต้นของ ค่า OTTV. สำหรับวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคารนี้ มีค่าผ่านเกณฑ์ของกฎหมาย (ต่ำกว่า 45 วัตต์/ตร.ม.) ประเภทของวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบ (ชนิดเดียว) 1 ชนิด ที่มีค่าผ่านเกณฑ์ของกฎหมาย คือ ผนังคอนกรีตมวลเบา Precast Concrete โดยมีค่าเฉลี่ย 27 วัตต์/ตร.ม. และประเภทของวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบ (วัสดุประกอบ) ทั้ง 2 คือ ผนังประกอบ อลูมิเนียม ที่มีค่า OTTV. เฉลี่ย 18 วัตต์/ตร.ม. และผนังประกอบ โพลีสไตรีน ที่มีค่า OTTV. เฉลี่ย 13 วัตต์/ตร.ม.

6.2.4.2 ประเภทของวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคารที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของกฎหมาย

เป็นวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบ (ชนิดเดียว) ทั้ง 3 ชนิดคือ อลูมิเนียม มีค่าเฉลี่ย 73 วัตต์/ตร.ม. เหล็ก มีค่าเฉลี่ย 72 วัตต์/ตร.ม. และหินแกรนิต มีค่าเฉลี่ย 68 วัตต์/ตร.ม.

6.2.4.3 ผลของคุณภาพของกระจกกับการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวม

อาคาร

สำหรับผลของคุณภาพกระจกสะท้อนแสง สามารถช่วยลดค่า OTTV. ได้จริงแต่มีประสิทธิภาพในการช่วยลดได้เพียงเล็กน้อยเพียง 1-2 วัตต์/ตร.ม. เท่านั้น ในส่วนของผนังที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของกฎหมาย ทั้ง 3 ชนิด สำหรับผนังทึบ คือ วัสดุประเภท หินแกรนิต อลูมิเนียม และเหล็ก ที่มีค่า OTTV. อยู่ในช่วง 67-73 วัตต์/ตร.ม. ถือว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก ซึ่งค่า OTTV. 1-2 วัตต์/ตร.ม. ที่ไม่สามารถช่วยให้ต่ำกว่า 45 วัตต์/ตร.ม. ตามกฎหมายได้ ในการออกแบบถ้าจะทำการเพิ่มประสิทธิภาพของกระจก โดยใช้กระจกที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น เพื่อช่วยลดค่า OTTV. ลงก็ได้ จำเป็นต้องพิจารณาพร้อมกับปัจจัยต่าง ๆ เพิ่มขึ้น

แต่ในการศึกษานี้จะมุ่งเน้นถึงการออกแบบอาคาร ซึ่งมีได้มุ่งเน้นถึงประสิทธิภาพด้านกายภาพของวัสดุ ดังนั้นการลดค่า OTTV. ของอาคาร จะพิจารณาจากการออกแบบที่ป้องกันแดดให้กับกระจก

6.3 การวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม RTTV. ของหลังคาอาคาร

การหาค่า RTTV. ของอาคารที่ทำการศึกษา สามารถคำนวณได้จากความหนาของพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก FLAT SLAB หนา 0.30 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน K. ของคอนกรีต เท่ากับ $1.442 \text{ W/M}^\circ\text{C}$ แผ่นฝ้าเพดานใช้วัสดุประเภทยิบซั่ม หนา 0.012 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน K. ของยิบซั่ม เท่ากับ $0.191 \text{ W/M}^\circ\text{C}$

สำหรับการหาค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า T_{Deq} ซึ่งหาได้จากการหาค่ามวลโครงสร้างของหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก จาก

$$\text{มวลหลังคา} = (4,624)(0.30) + (88)(0.01) = 1,388.08 \text{ kg/m}^2$$

รวมกับการเทียบค่าระดับสีที่ใช้อยู่ในระดับกลาง (คอนกรีตเปลือย) จะใช้ ค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า T_{Deq} เท่ากับ 10 จากค่าคุณสมบัติเบื้องต้นของวัสดุที่ใช้ทำหลังคาอาคาร สามารถหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมได้ดังนี้

ตารางที่ 6.16 แสดงคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่ใช้ทำหลังคาอาคาร

ผนัง PRECAST CONCRETE หนา 0.30 เมตร						
รูปตัด	โครงสร้าง	ΔX เมตร	k	R	Rt	U
①	1. ฟิล์มอากาศด้านนอก	-	-	0.055	0.650	1.53
②	2. PRECAST CONCRETE	0.30	1.442	0.200		
	3. ช่องว่างในอากาศ	-	-	0.174		
③	4. ฝ้ายิบซั่ม	0.12	0.191	0.063		
④	5. ฟิล์มอากาศด้านใน	-	-	0.162		

ตารางที่ 6.17 แสดงการคำนวณหาค่า RTTV. ของหลังคา (คอนกรีตเสริมเหล็ก)

MASS	U.	A_w	T_{Deq}	$Q = U_w \cdot A_w \cdot T_{Deq}$	RTTV.
CONCRETE	1.53	4,624	10	70,747.20	15.30

ซึ่งจากการคำนวณหาค่า การหาการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา RTTV. ค่าที่ได้ 15.30 วัตต์/ตรม. ซึ่งต่ำกว่ากฎหมายอยู่ถึง 9.70 วัตต์/ตรม.

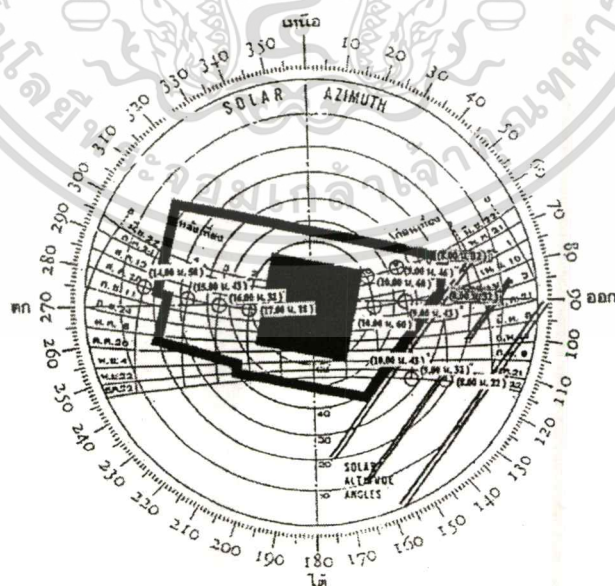
6.4 การศึกษาด้านการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันแดด เพื่อลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมอาคาร

การศึกษาด้านการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันแดดจะทำการออกแบบในขั้นตอนการศึกษาเพื่อพิจารณาเปรียบเทียบการหาค่า การถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับ อาคารที่ได้มีการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันแดด จะมีค่าการถ่ายเทความร้อนแตกต่างกับอาคารที่ไม่ได้ออกแบบส่วนอุปกรณ์ป้องกันแดดอย่างไร

ปัจจัยในการพิจารณาร่วม ที่สามารถช่วยในการออกแบบเพื่อลดพลังงานความร้อนที่มีผลโดยตรงกับผนังส่วนที่เป็นกระจก โดยการลดแสงตรงจากการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันแดด ซึ่งนอกจากจะเป็นการช่วยในการลดความร้อนที่จะมีผลต่อกระจกแล้ว ยังสามารถช่วยในการลดแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ที่เป็นแสงอันจะมีค่าความเข้มแสงเกินกว่าการใช้งานสำหรับกิจกรรมภายในสำนักงาน

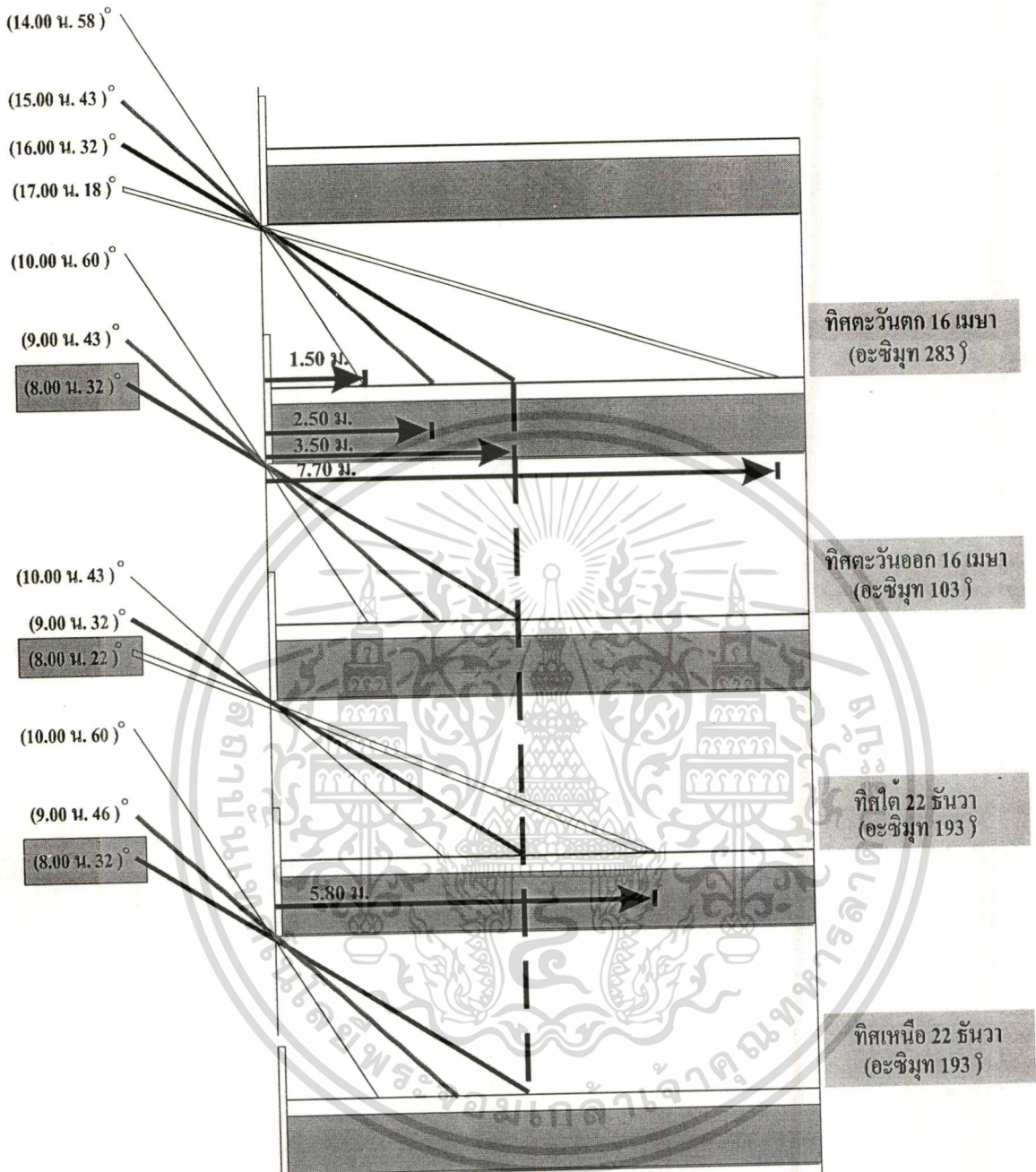
ในการออกแบบเพื่อป้องกันแสงแดดจะพิจารณาจากปัจจัยตัวอย่าง โดยกำหนดวันที่จะมีผลโดยตรงจากแสงตรงที่จะเข้าสู่อาคาร ทั้ง 4 ด้าน นำมาพิจารณากำหนดหาวิธีป้องกันแสงตรงที่จะเข้าสู่อาคารได้ดังนี้

ทิศตะวันออก	พิจารณาวันที่ 16 เมษายน เวลา 8.00 , 9.00 , 10.00 น.	ในช่วงเช้า
ทิศตะวันตก	พิจารณาวันที่ 16 เมษายน เวลา 14.00, 15.00, 16.00 น., 17.00 น	ในช่วงบ่าย
ทิศเหนือ	พิจารณาวันที่ 22 มิย. เวลา 8.00 , 9.00 , 10.00 น.	ในช่วงเช้า
ทิศใต้	พิจารณาวันที่ 22 ธค. เวลา 8.00 , 9.00 , 10.00 น.	ในช่วงเช้า



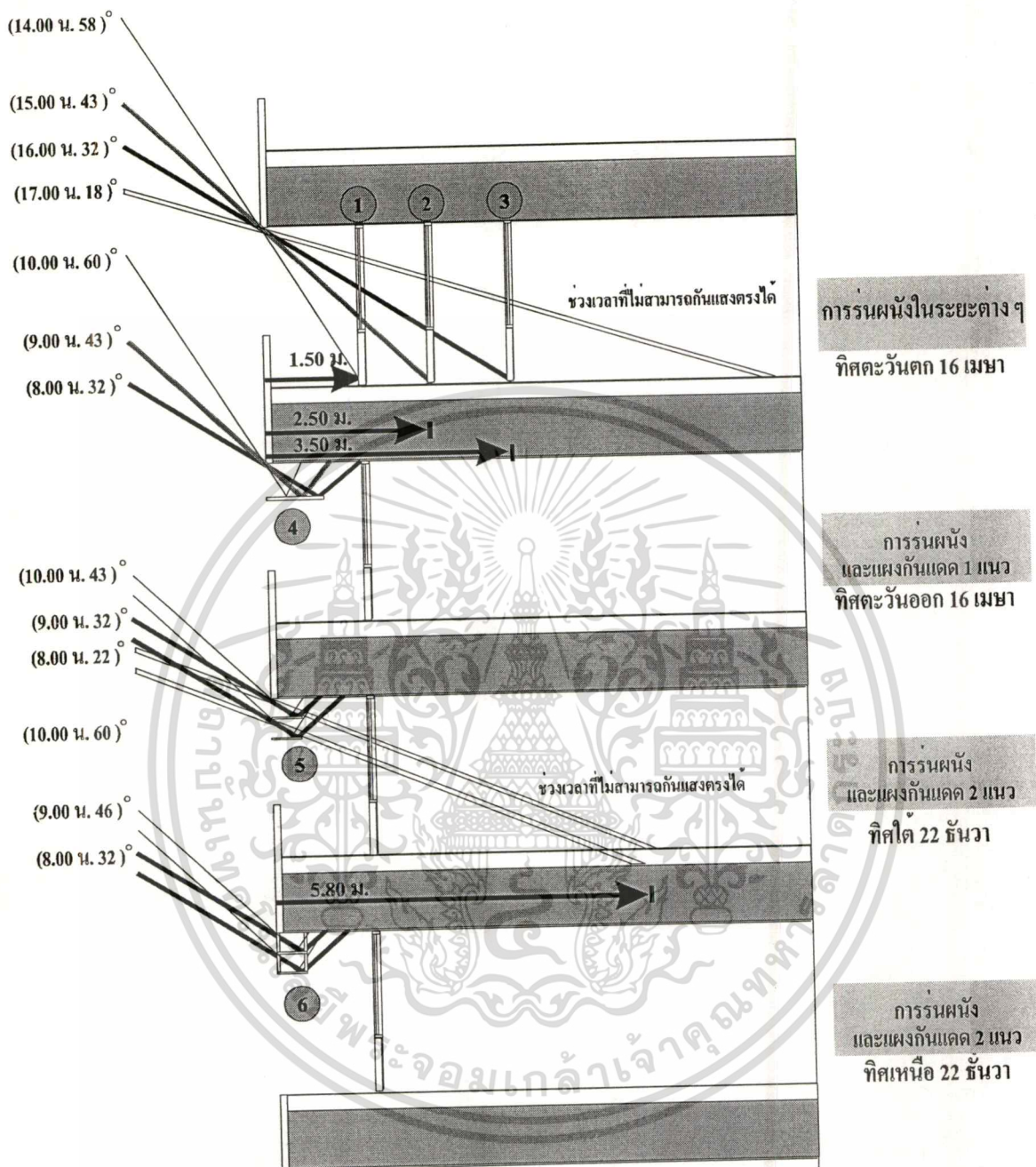
ภาพที่ 6.3 แสดงตำแหน่งแสงอาทิตย์ในวันต่างๆ ที่มีผลต่อช่องแสงอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



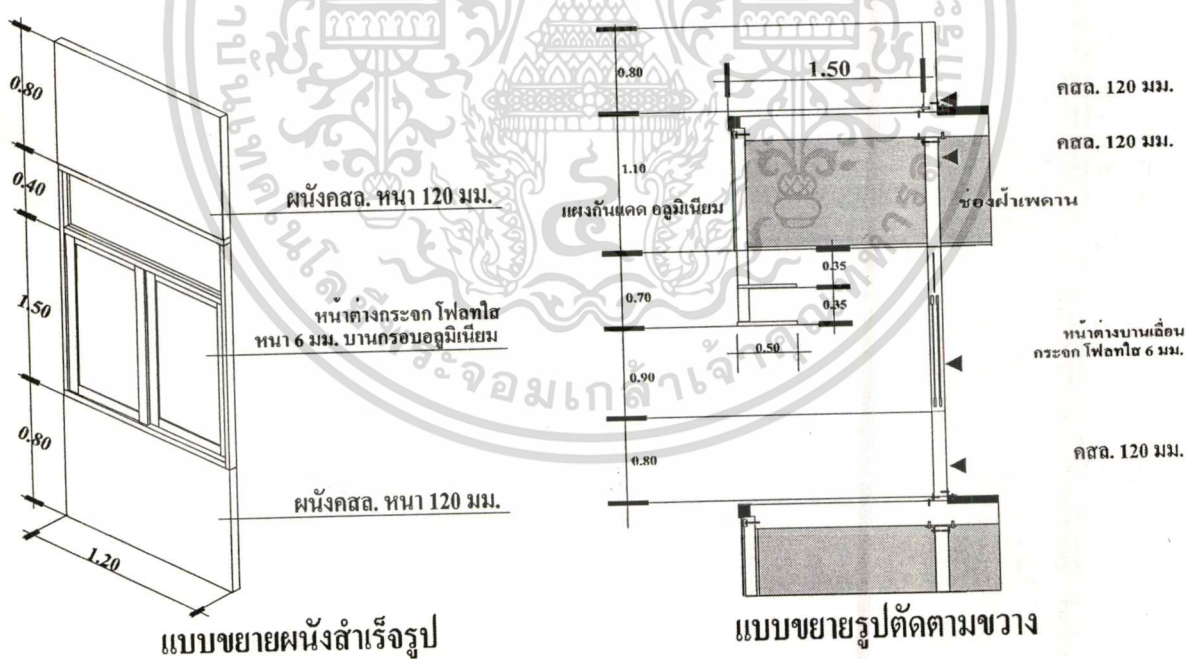
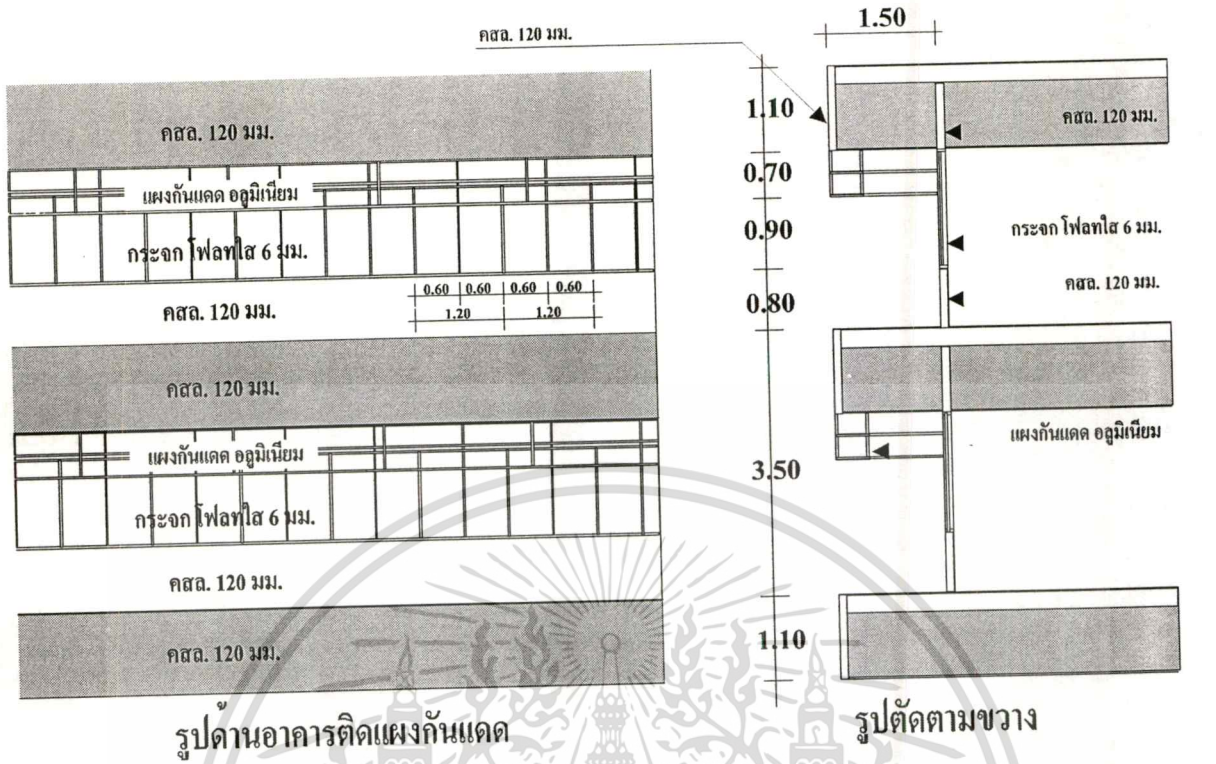
ภาพที่ 6.4 แสดงรูปตัดทางเดินของตำแหน่งแสงอาทิตย์ ในวันที่ 16 เม.ย. และ 22 ธ.ค. ที่มีผลต่อช่องแสงอาคารทั้ง 4 ด้าน มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



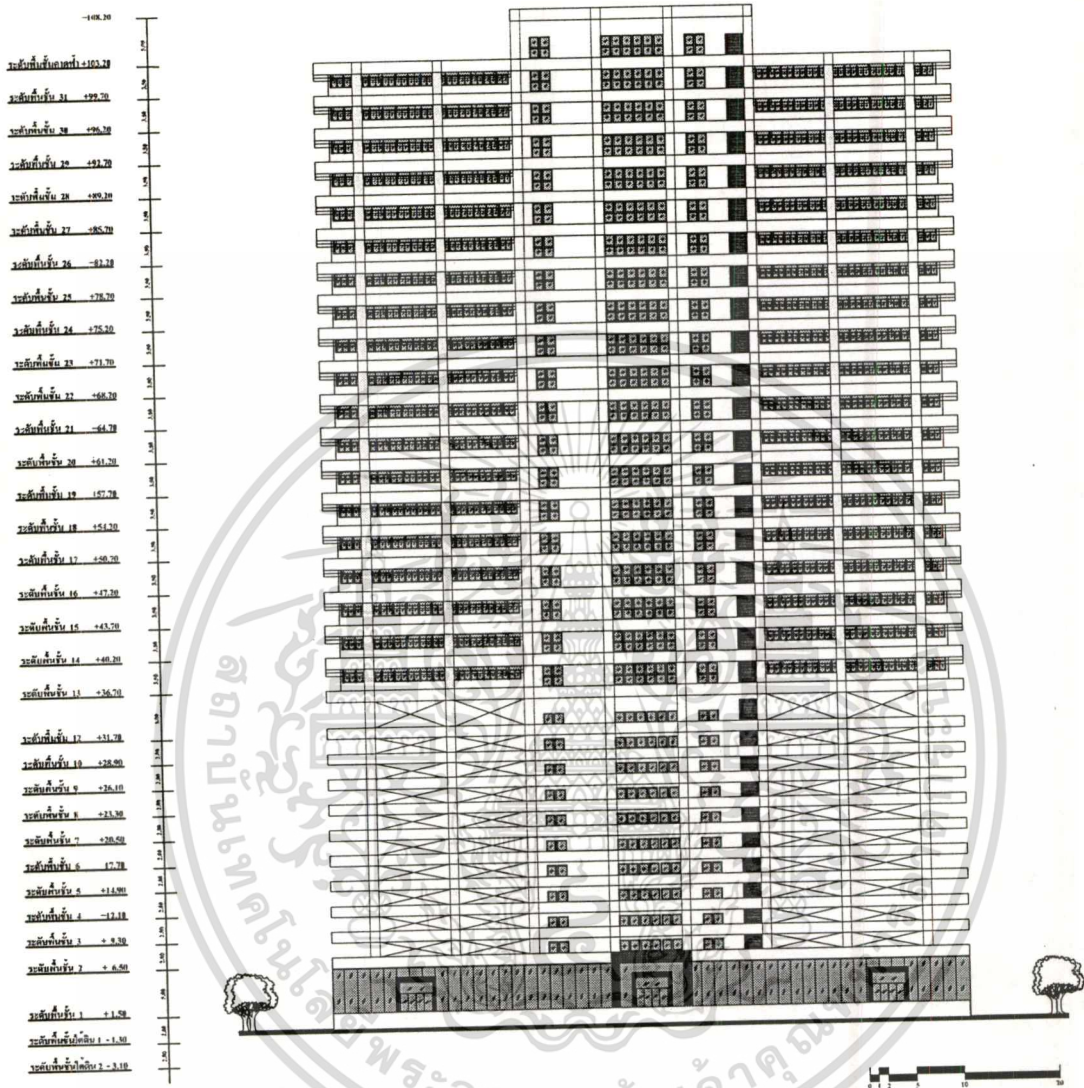
ภาพที่ 6.5 แสดงวิธีการออกแบบอุปกรณ์บังแดด โดยวิธีต่างๆ ในวันที่ 16 เม.ย. และ 22 ธ.ค.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



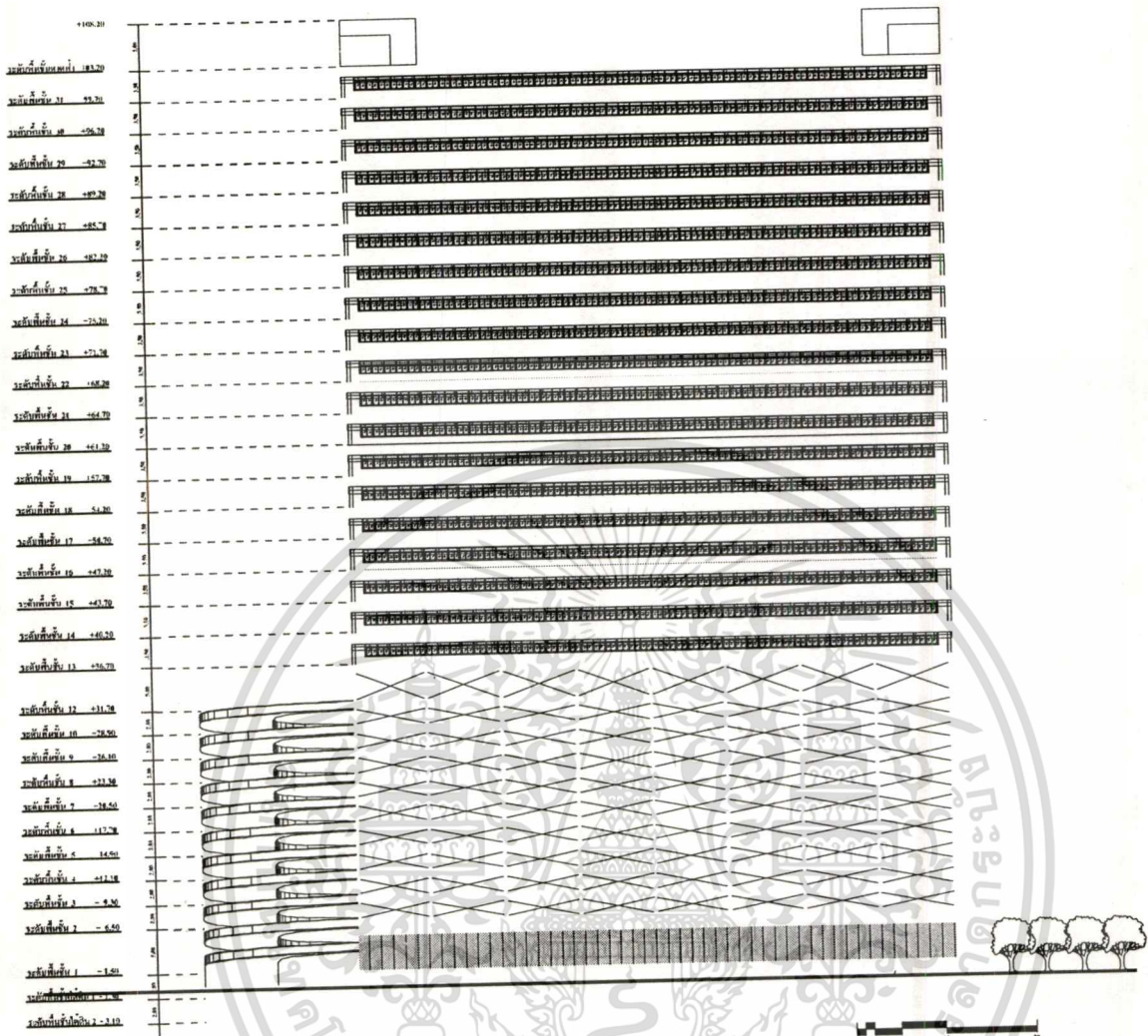
ภาพที่ 6.6 แสดงรูปแบบแผงกันแดด ที่ได้จากการออกแบบป้องกันแสงตรงในเวลาที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



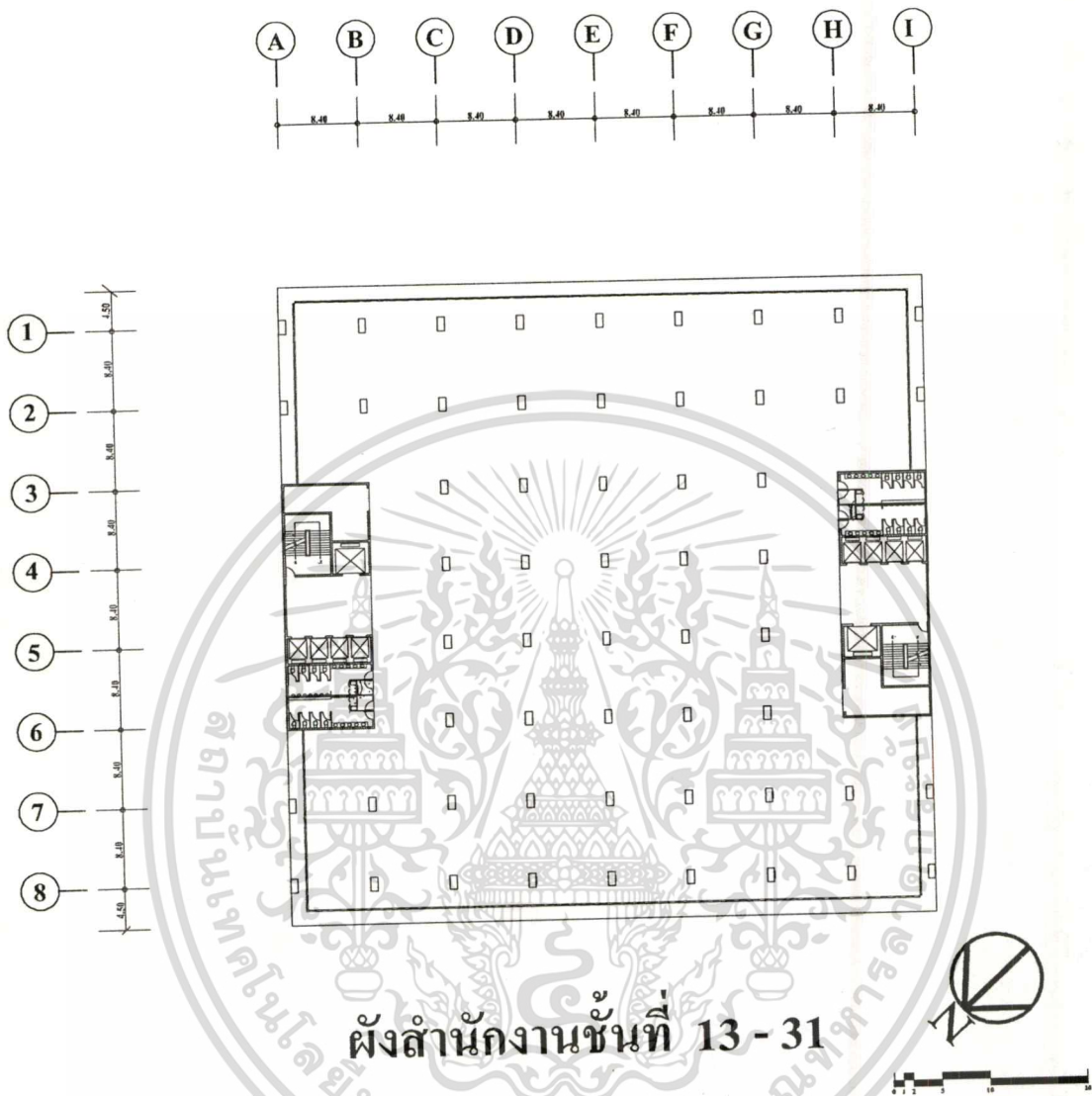
ภาพที่ 6.7 แสดงลักษณะรูปด้านหน้าอาคาร กับที่ป้องกันแดด (หลังการพิจารณาด้านการประหยัดพลังงาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.9 แสดงลักษณะรูปด้านข้างอาคาร กับที่ป้องกันแดด (หลังการพิจารณาด้านการประหยัดพลังงาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.10 แสดงผังอาคาร (ส่วนสำนักงาน) กับที่ป้องกันแดด (หลังการพิจารณาด้านการประหยัดพลังงาน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV.ของอาคาร เมื่อออกแบบอุปกรณ์ป้องกันแดด

ปัจจัยเพิ่มในทางด้าน ค่า OTTV. ของอาคาร ที่เกิดขึ้น อันเนื่องมาจากการออกแบบอุปกรณ์บังแดด ซึ่งมีความจำเป็นจะต้องทราบค่าต่าง ๆ โดยเฉพาะค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด SC_2 ซึ่งจะเป็นค่าที่สำคัญในการหาค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของหน้าต่าง (Shading Coefficient (SC)) จากสูตร

$$SC = (SC_1) (SC_2)$$

$$\text{โดย } SC_2 = \frac{(G \times I_D) + I_d}{I_t}$$

เมื่อ G =อัตราส่วนของพื้นที่ที่กระจกโดนแสงแดดต่อพื้นที่ทั้งหมดหรือเท่ากับ (A_c/A)

A_c = พื้นที่กระจกส่วน โคนแสง (ตร.ม.)

A = พื้นที่รวมกระจก (ตร.ม.)

I_D = ฟลักซ์ของรังสีโดยตรงของดวงอาทิตย์ (วัตต์ / ตร.ม.)

I_d = ฟลักซ์ของรังสีกระจายของดวงอาทิตย์ (วัตต์ / ตร.ม.)

6.5.1 การหาค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด SC_2

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด SC_2 สามารถคำนวณได้จากการแทนค่าต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่เนื่องจากความยุ่งยากซับซ้อนของค่าตัวเลขต่าง ๆ ที่นำมาแทนค่าจะมีค่าที่มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าฟลักซ์ของรังสีโดยตรงและกระจายของดวงอาทิตย์ I ที่จะขึ้นอยู่กับทิศทางที่หันกับดวงอาทิตย์ และช่วงเวลาต่างๆ ทำให้มีความเหมาะสมที่ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ได้มีการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพของโปรแกรมเพื่อช่วยการคำนวณ ซึ่งในการศึกษานี้ จะเลือกใช้ของ “ศูนย์วิจัยพลังงานแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” เป็นโปรแกรมสำหรับช่วยในด้านการคำนวณ ซึ่งโปรแกรมนี้มีความจำเป็นที่ต้องทราบค่าต่าง ๆ สำหรับการคำนวณ SC_2 ดังนี้

- อุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร
- มุมที่ทำให้เกิดร่มเงา (\emptyset)
- ทิศทางผนังอาคาร

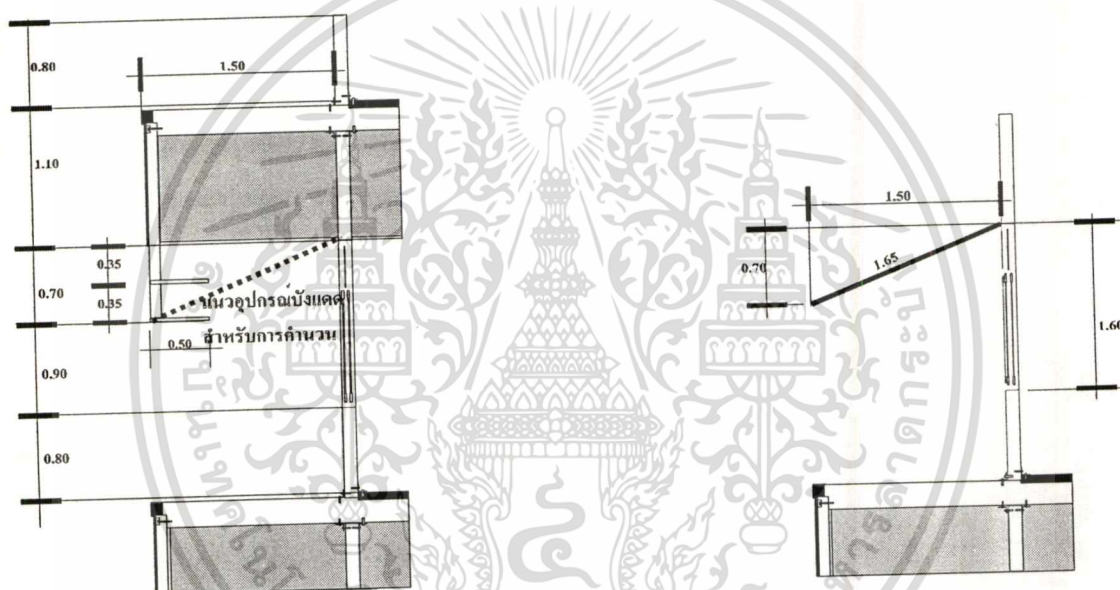
1) อุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร รูปร่างลักษณะของอุปกรณ์บังแดด

ภายนอกอาคาร มีผลต่อการเกิดเงาบนพื้นที่ของหน้าต่าง โดยทั่วไปอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารสามารถจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ อุปกรณ์แนวนอน และอุปกรณ์แนวตั้ง ซึ่งในการออกแบบอาคารสูงนี้เลือกใช้เฉพาะอุปกรณ์แนวนอน

พื้นที่ของหน้าต่างส่วนที่เป็นกระจก (A) พิจารณาได้จากแบบขยายผนังสำเร็จรูป ที่มีขนาดของกระจก 1.20 x 1.60 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 1.92 ตารางเมตร

ระยะของอุปกรณ์บังแดด เนื่องจากอุปกรณ์บังแดดที่ได้นำเสนอในการศึกษานี้ ได้นำเสนอรูปแบบลักษณะที่เป็นแผงกันแดดขนาดเล็ก 2 ชั้น ซึ่งสามารถปรับลักษณะรูปแบบให้มีลักษณะคล้ายกับอุปกรณ์บังแดดในแนวนอนที่มีความเอียง เพื่อจะได้หาระยะของอุปกรณ์บังแดด (P) สำหรับการคำนวณ ซึ่งจากพิจารณาระยะการป้องกันแดดที่เกิดขึ้น ระยะของอุปกรณ์บังแดด (P) 1.65 เมตร



ภาพที่ 6.11 แสดงภาพตัดของอุปกรณ์บังแดดภายนอก ซึ่งสามารถพิจารณาเป็นอุปกรณ์บังแดดแนวนอนแบบเอียง เพื่อการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด SC_2

- 2) มุมที่ทำให้เกิดเงา มุมที่ทำให้เกิดเงา คือ มุมที่แนวรังสีตรงดวงอาทิตย์กระทำกับอุปกรณ์บังแดด ซึ่งมุมนี้มีส่วนประกอบ 2 ส่วนได้แก่
- มุมที่ทำให้เกิดร่มเงาในแนวตั้ง (ϕ_1) คือมุมที่แนวรังสีตรงดวงอาทิตย์กระทำกับระนาบในแนวระดับที่ตั้งฉากกับหน้ามูนี สามารถใช้ประกอบการคำนวณอิทธิพลของอุปกรณ์บังแดดแนวนอน ที่จะมีผลต่อการเกิดเงาบนหน้าต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-มุมที่ทำให้เกิดเงาในแนวราบ (θ_2) คือมุมที่ระนาบผ่านดวงอาทิตย์ในแนวตั้งกระทำกับระนาบในแนวตั้งที่ตั้งฉากกับหน้าต่าง มุมนี้ใช้ประกอบการคำนวณอิทธิพลของอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง ที่มีผลต่อการเกิดเงาบนหน้าต่าง

มุมที่จะนำมาใช้ในการคำนวณนี้จะใช้มุมที่ทำให้เกิดร่มเงาในแนวตั้ง (θ_1) ที่เป็นผลจากอิทธิพลของอุปกรณ์บังแดดแนวนอน ที่มีผลต่อการเกิดเงาบนหน้าต่าง มุม θ_1 ที่เกิดขึ้น คือ 25°

3) ทิศทางผนังอาคาร แบ่งออกเป็น 8 ทิศทาง จากข้อมูลรังสีอาทิตย์ (ตารางที่ 11-18 ภาคผนวก) นำมาคำนวณค่า SC_2 จากผนังอาคารหันหน้าไปในทิศทางต่างๆ กัน ซึ่งการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร SC_2 สามารถแยกทิศทางของผนังอาคารสำหรับการคำนวณ ได้ดังนี้

ค่า (SC_2) สำหรับผนังด้านหน้า (ทิศตะวันออก มุมอะซิมูท 103)

ค่า (SC_2) สำหรับผนังด้านหลัง (ทิศตะวันตก มุมอะซิมูท 283)

ค่า (SC_2) สำหรับผนังด้านข้าง (ทิศเหนือ มุมอะซิมูท 13)

ค่า (SC_2) สำหรับผนังด้านข้าง (ทิศใต้ มุมอะซิมูท 193)

6.5.1.1 สรุปค่าต่าง ๆ สำหรับการคำนวณ สัมประสิทธิ์การบังแดดอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร SC_2

มุมที่ทำให้เกิดร่มเงาในแนวตั้ง	θ_1	=	25°	
ระยะของอุปกรณ์บังแดดในแนวนอน P_1		=	1.65	เมตร
พื้นที่ส่วนที่เป็นกระจก	A	=	1.92	ตารางเมตร

6.5.1.2 สรุปค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร SC_2 ในทิศทางผนังต่าง ๆ

จากลักษณะของอุปกรณ์บังแดดและข้อมูลรังสีอาทิตย์ (ตารางที่ 11-18 ภาคผนวก) นำมาคำนวณค่า SC_2 จากผนังอาคารหันหน้าไปในทิศทางต่างๆ กัน ดังนั้น การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร จึงต้องแยกเป็นกรณีต่าง ๆ ดังนี้

ค่า (SC_2) สำหรับผนังด้านหน้า (ทิศตะวันออก มุมอะซิมูท 103)	=0.66
ค่า (SC_2) สำหรับผนังด้านหลัง (ทิศตะวันตก มุมอะซิมูท 283)	=0.69
ค่า (SC_2) สำหรับผนังด้านข้าง (ทิศเหนือ มุมอะซิมูท 13)	=0.89
ค่า (SC_2) สำหรับผนังด้านข้าง (ทิศใต้ มุมอะซิมูท 193)	=0.58

6.5.2 การหาค่าปริมาณความร้อนรวม Q ของวัสดุที่ใช้ทำผนังใส (พร้อมอุปกรณ์บังแดด)

ตารางที่ 6.18 แสดงค่าปริมาณความร้อน Q, กระจก ของผนังกระจกแต่ละด้าน

	ด้าน	$Q, \text{ กระจก} = A_w \cdot U_w \cdot \Delta T + A_f \cdot (SC1) \cdot (SC2) \cdot S_f$
กระจกโฟลท ใส	103	$(2,381.8 \times 5.01 \times 5) + (2,381.8 \times 0.96 \times 0.66 \times 1.12) = 61,354.29$
	283	$(2,176 \times 5.01 \times 5) + (2,176 \times 0.96 \times 0.69 \times 1.03) = 55,993.42$
	193	$(2,448 \times 5.01 \times 5) + (2,448 \times 0.96 \times 0.58 \times 1.11) = 62,835.38$
	13	$(2,448 \times 5.01 \times 5) + (2,448 \times 0.96 \times 0.89 \times 0.70) = 62,786.50$
กระจกโฟลท สีชา	103	$(2,381.8 \times 5.39 \times 5) + (2,381.8 \times 0.64 \times 0.66 \times 1.12) = 65,316.31$
	283	$(2,176 \times 5.39 \times 5) + (2,176 \times 0.64 \times 0.69 \times 1.03) = 59,632.95$
	193	$(2,448 \times 5.39 \times 5) + (2,448 \times 0.64 \times 0.58 \times 1.11) = 66,982.25$
	13	$(2,448 \times 5.39 \times 5) + (2,448 \times 0.64 \times 0.89 \times 0.70) = 66,949.67$
กระจกโฟลท สีชาดำ	103	$(2,381.8 \times 5.40 \times 5) + (2,381.8 \times 0.63 \times 0.66 \times 1.12) = 65,316.31$
	283	$(2,176 \times 5.40 \times 5) + (2,176 \times 0.63 \times 0.69 \times 1.03) = 59,726.28$
	193	$(2,448 \times 5.40 \times 5) + (2,448 \times 0.63 \times 0.58 \times 1.11) = 67,088.89$
	13	$(2,448 \times 5.40 \times 5) + (2,448 \times 0.63 \times 0.89 \times 0.70) = 67,056.82$
กระจกสะท้อนแสง สีบอร์นซ์	103	$(2,381.8 \times 5.32 \times 5) + (2,381.8 \times 0.71 \times 0.66 \times 1.12) = 64,605.92$
	283	$(2,176 \times 5.32 \times 5) + (2,176 \times 0.71 \times 0.69 \times 1.03) = 58,979.60$
	193	$(2,448 \times 5.32 \times 5) + (2,448 \times 0.71 \times 0.58 \times 1.11) = 66,235.78$
	13	$(2,448 \times 5.32 \times 5) + (2,448 \times 0.71 \times 0.89 \times 0.70) = 66,199.62$
กระจกสะท้อนแสง สีเทาเงิน	103	$(2,381.8 \times 4.84 \times 5) + (2,381.8 \times 0.51 \times 0.66 \times 1.12) = 58,537.48$
	283	$(2,176 \times 4.84 \times 5) + (2,176 \times 0.51 \times 0.69 \times 1.03) = 53,447.91$
	193	$(2,448 \times 4.84 \times 5) + (2,448 \times 0.51 \times 0.58 \times 1.11) = 60,045.37$
	13	$(2,448 \times 4.84 \times 5) + (2,448 \times 0.51 \times 0.89 \times 0.70) = 60,019.40$
กระจกสะท้อนแสง สีน้ำเงิน Blue SGY 303	103	$(2,381.8 \times 4.75 \times 5) + (2,381.8 \times 0.42 \times 0.66 \times 1.12) = 57,307.21$
	283	$(2,176 \times 4.75 \times 5) + (2,176 \times 0.42 \times 0.69 \times 1.03) = 52,329.52$
	193	$(2,448 \times 4.75 \times 5) + (2,448 \times 0.42 \times 0.58 \times 1.11) = 58,802.01$
	13	$(2,448 \times 4.75 \times 5) + (2,448 \times 0.42 \times 0.89 \times 0.70) = 58,780.62$
กระจกสะท้อนแสง สีน้ำเงิน Blue TS 30	103	$(2,381.8 \times 4.88 \times 5) + (2,381.8 \times 0.52 \times 0.66 \times 1.12) = 59,031.45$
	283	$(2,176 \times 4.88 \times 5) + (2,176 \times 0.52 \times 0.69 \times 1.03) = 53,898.57$
	193	$(2,448 \times 4.88 \times 5) + (2,448 \times 0.52 \times 0.58 \times 1.11) = 60,550.73$
	13	$(2,448 \times 4.88 \times 5) + (2,448 \times 0.52 \times 0.89 \times 0.70) = 60,524.25$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5.3 การหาค่าการถ่ายความร้อนรวม OTTV. ของวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคาร (พร้อมอุปกรณ์บังแดด)

หลังจากที่ได้ทำการหาค่าปริมาณความร้อนรวม Q ในแต่ละด้านของผนังอาคาร โดยพิจารณาวัสดุแต่ละชนิดทั้งวัสดุผนังทึบ 6 ชนิด และกระจก 7 ชนิดแล้ว ในขั้นตอนต่อไปคือการหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ทั้งอาคาร เพื่อเปรียบเทียบค่าของวัสดุทั้งหมด ซึ่งสามารถแยกแยะตามผนังกระจกเป็นหลักทั้ง 7 กับค่าของผนังทึบทั้ง 6 ชนิด

ตารางที่ 6.19 แสดงค่า OTTV. รวมผนังอาคารของกระจกโพลทใส กับผนังทึบ (พร้อมอุปกรณ์บังแดด)

MASS	OTTV. แต่ละด้าน = $A_w \cdot U_w \cdot T_{Deq} + A_w(U_r \cdot T + S_c \cdot S_i) / A_w + A_r$				OTTV. รวม -
	103	283	193	13	$\frac{ OTTV_{103} + OTTV_{283} + OTTV_{193} + OTTV_{13} }{A_{103} + A_{283} + A_{193} + A_{13} (20,400)}$
CONCRETE	(61,354.29+ 79,915.08) = 141,269.37	(55,993.42+ 85,965.00) =141,958.42	(62,835.38+ 77,939.40) = 140,774.78	(62,786.50+ 77,939.40) = 140,725.90	27.68
STONE	(61,354.29+ 286,498.28) = 347,852.57	(55,993.42+ 308,189.60) =364,183.02	(62,835.38+ 279,520.08) = 342,355.46	(62,786.50+279,520.08) = 342,306.58	68.47
ALUMINIUM	(61,354.29+308,787.28) = 370,141.57	(55,993.42+ 332,166.40) =388,159.82	(62,835.38+301,267.20) = 364,102.58	(62,786.50+301,267.20) = 364,053.70	72.87
STEEL	(61,354.29+308,515.70) = 369,869.99	(55,993.42+ 331,874.00) =387,867.42	(62,835.38+301,002.00) = 363,837.38	(62,786.50+301,002.00) =363,788.50	72.81
COMPOSIT 1	(61,354.29+35,880.24) = 97,234.53	(55,993.42+38,596.80) =94,590.22	(62,835.38+35,006.40) = 97,841.78	(62,786.50+35,006.40) = 97,792.90	18.99
COMPOSIT 2	(61,354.29+ 7,067.32) = 68,421.61	(55,993.42+ 7,602.40) = 63,595.82	(62,835.38+ 6,895.20) = 69,730.58	(62,786.50+ 6,895.20) = 69,681.70	13.31

ตารางที่ 6.20 แสดงค่า OTTV. รวมผนังอาคารของกระจกโพลทสีชากับผนังทึบ (พร้อมอุปกรณ์บังแดด)

MASS	OTTV. แต่ละด้าน = $A_w \cdot U_w \cdot T_{Deq} + A_w(U_r \cdot T + S_c \cdot S_i) / A_w + A_r$				OTTV. รวม -
	103	283	193	13	$\frac{ OTTV_{103} + OTTV_{283} + OTTV_{193} + OTTV_{13} }{A_{103} + A_{283} + A_{193} + A_{13} (20,400)}$
CONCRETE	(65,316.31+ 79,915.08) = 145,231.39	(59,632.95+ 85,965.00) =145,597.95	(66,782.25+ 77,939.40) = 144,721.65	(66,949.67+ 77,939.40) = 144,889.07	28.45
STONE	(65,316.31+ 286,498.28) = 351,814.59	(59,632.95+ 308,189.60) =367,822.55	(66,782.25+ 279,520.08) = 346,302.33	(66,949.67+279,520.08) = 346,469.75	69.24
ALUMINIUM	(65,316.31+308,787.28) = 374,103.59	(59,632.95+ 332,166.40) =391,799.35	(66,782.25+301,267.20) = 368,049.45	(66,949.67+301,267.20) = 368,216.87	73.64
STEEL	(65,316.31+308,515.70) = 373,832.01	(59,632.95+ 331,874.00) =391,506.95	(66,782.25+301,002.00) = 367,784.25	(66,949.67+301,002.00) = 367,951.67	73.58
COMPOSIT 1	(65,316.31+35,880.24) = 101,196.24	(59,632.95+38,596.80) =98,229.75	(66,782.25+35,006.40) = 101,788.65	(66,949.67+35,006.40) = 101,956.07	19.76
COMPOSIT 2	(65,316.31+ 7,067.32) = 72,383.63	(59,632.95+ 7,602.40) =67,235.35	(66,782.25+ 6,895.20) = 73,677.45	(66,949.67+ 6,895.20) =73,844.87	14.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.21 แสดงค่า OTTV. รวมผนังอาคารของกระจกโพลีคาร์บอเนตกับผนังทึบ (พร้อมอุปกรณ์บังแดด)

MASS	OTTV. ผนังทึบ = $A_w \cdot U_w \cdot T_{Deq} + A_w(U_r \cdot T + Sc \cdot S_f) / A_w + A_r$				OTTV. ผนัง -
	103	283	193	13	$\frac{\{OTTV_{103} + OTTV_{283} + OTTV_{193} + OTTV_{13}\}}{A_{103} + A_{283} + A_{193} + A_{13} (20,400)}$
CONCRETE	(65,417.79+ 79,915.08) = 145,332.87	(59,726.28+ 85,965.00) =145,691.28	(67,088.89+ 77,939.40) = 145,028.29	(67,056.82+ 77,939.40) =144,996.22	28.48
STONE	(65,417.79+ 286,498.28) = 351,916.07	(59,726.28+ 308,189.60) =367,915.88	(67,088.89+ 279,520.08) =346,608.97	(67,056.82+279,520.08) =346,576.90	69.27
ALUMINIUM	(65,417.79+308,787.28) = 374,205.07	(59,726.28+ 332,166.40) =391,892.68	(67,088.89+301,267.20) =368,356.09	(67,056.82+301,267.20) =368,058.82	73.65
STEEL	(65,417.79+308,515.70) = 373,933.49	(59,726.28+ 331,874.00) =391,600.28	(67,088.89+301,002.00) =368,090.89	(67,056.82+301,002.00) =368,058.82	73.61
COMPOSIT 1	(65,417.79+35,880.24) = 101,298.03	(59,726.28+38,323.08) =98,323.08	(67,088.89+35,006.40) =102,095.25	(67,056.82+35,006.40) =102,063.22	19.79
COMPOSIT 2	(65,417.79+ 7,067.32) = 72,485.11	(59,726.28+ 7,602.40) =67,328.68	(67,088.89+ 6,895.20) =73,984.09	(67,056.82+ 6,895.20) =73,952.02	14.11

ตารางที่ 6.22 แสดง ค่า OTTV. รวมผนังอาคาร ของกระจกสะท้อนแสงสีบอร์นซ์ กับผนังทึบ (พร้อมอุปกรณ์บังแดด)

MASS	OTTV. ผนังทึบ = $A_w \cdot U_w \cdot T_{Deq} + A_w(U_r \cdot T + Sc \cdot S_f) / A_w + A_r$				OTTV. ผนัง -
	103	283	193	13	$\frac{\{OTTV_{103} + OTTV_{283} + OTTV_{193} + OTTV_{13}\}}{A_{103} + A_{283} + A_{193} + A_{13} (20,400)}$
CONCRETE	(64,605.92+ 79,915.08) = 144,521.00	(58,979.60+ 85,965.00) =144,944.60	(66,235.78+ 77,939.40) =144,175.18	(66,199.62+ 77,939.40) = 144,139.02	28.32
STONE	(64,605.92+ 286,498.28) = 351,104.20	(58,979.60+ 308,189.60) =367,169.20	(66,235.78+ 279,520.08) =345,755.86	(66,199.62+279,520.08) = 345,719.60	69.11
ALUMINIUM	(64,605.92+308,787.28) = 373,393.20	(58,979.60+ 332,166.40) =391,146.00	(66,235.78+301,267.20) =367,502.98	(66,199.62+301,267.20) = 367,466.82	73.51
STEEL	(64,605.92+308,515.70) = 373,121.62	(58,979.60+ 331,874.00) =390,853.60	(66,235.78+301,002.00) =367,237.78	(66,199.62+301,002.00) = 367,201.62	73.45
COMPOSIT 1	(64,605.92+35,880.24) = 100,486.16	(58,979.60+38,396.80) =97,576.40	(66,235.78+35,006.40) =101,242.18	(66,199.62+ 35,006.40) = 101,206.02	19.63
COMPOSIT 2	(64,605.92+ 7,067.32) = 71,673.24	(58,979.60+ 7,602.40) =66,582.00	(66,235.78+ 6,895.20) =73,130.98	(66,199.62+ 6,895.20) = 73,094.82	13.95

ตารางที่ 6.23 แสดง ค่า OTTV. รวมผนังอาคาร ของกระจกสะท้อนแสงสีเทาเงินกับผนังทึบ (พร้อมอุปกรณ์บังแดด)

MASS	OTTV. ผนังทึบ = $A_w \cdot U_w \cdot T_{Deq} + A_w(U_r \cdot T + Sc \cdot S_f) / A_w + A_r$				OTTV. ผนัง -
	103	283	193	13	$\frac{\{OTTV_{103} + OTTV_{283} + OTTV_{193} + OTTV_{13}\}}{A_{103} + A_{283} + A_{193} + A_{13} (20,400)}$
CONCRETE	(58,537.48+ 79,915.08) = 138,452.56	(53,447.91+ 85,965.00) =139,412.91	(60,045.37+ 77,939.40) =137,984.77	(60,019.40+ 77,939.40) = 137,958.80	27.15
STONE	(58,537.48+ 286,498.28) = 345,035.76	(53,447.91+ 308,189.60) =361,637.51	(60,045.37+ 279,520.08) =339,565.45	(60,019.40+279,520.08) = 339,539.48	67.93
ALUMINIUM	(58,537.48+308,787.28) = 367,324.76	(53,447.91+ 332,166.40) =385,614.31	(60,045.37+301,267.20) =361,312.57	(60,019.40+301,267.20) = 361,286.60	72.33
STEEL	(58,537.48+308,515.70) = 367,053.18	(53,447.91+ 331,874.00) =385,321.91	(60,045.37+301,002.00) =361,047.37	(60,019.40+301,002.00) = 361,021.40	72.28
COMPOSIT 1	(58,537.48+ 35,880.24) =94,417.72	(53,447.91+ 38,396.80) =92,044.70	(60,045.37+ 35,006.40) =101,242.18	(60,019.40+ 35,006.40) = 101,206.02	18.45
COMPOSIT 2	(58,537.48+ 7,067.32) = 65,604.80	(53,447.91+ 7,602.40) =61,050.31	(60,045.37+ 6,895.20) =66,940.57	(60,019.40+ 6,895.20) = 66,914.60	12.77

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่ควรนำออกนอกรั้วมหาวิทยาลัยโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.24 แสดง ค่า OTTV. รวมผนังอาคาร ของกระจกสะท้อนแสงสีน้ำเงิน Blue SGY303
กับผนังทึบ (พร้อมอุปกรณ์บังแดด)

MASS	OTTV. ผนังทึบ = $A_w \cdot U_w \cdot T_{Deq} + A_w(U_r \cdot T + Sc \cdot S_f) / A_w + A_r$				OTTV. กระจก - $\frac{[OTTV_{103} + OTTV_{283} + OTTV_{193} + OTTV_{13}] \cdot (A_{103} + A_{283} + A_{193} + A_{13})}{(20,400)}$
	103	283	193	13	
CONCRETE	(57,307.21+ 79,915.08) =137,222.29	(52,329.52+ 85,965.00) =138,294.52	(58,802.01+ 77,939.40) =136,741.41	(58,780.62+ 77,939.40) =136,720.02	26.91
STONE	(57,307.21+ 286,498.28) =343,805.49	(52,329.52+ 308,189.60) =360,519.12	(58,802.01+ 279,520.08) =338,322.09	(58,780.62+ 279,520.08) =338,300.70	67.69
ALUMINIUM	(57,307.21+ 308,787.28) =366,064.49	(52,329.52+ 332,166.40) =384,495.92	(58,802.01+ 301,267.20) =360,069.21	(58,780.62+ 301,267.20) =360,047.82	72.09
STEEL	(57,307.21+ 308,515.70) =365,822.91	(52,329.52+ 331,874.00) =384,203.52	(58,802.01+ 301,002.00) =359,804.01	(58,780.62+ 301,002.00) =359,782.62	72.03
COMPOSIT 1	(57,307.21+ 35,880.24) =93,187.45	(52,329.52+ 38,596.80) =90,926.32	(58,802.01+ 35,006.40) =93,808.41	(58,780.62+ 35,006.40) =93,787.02	18.22
COMPOSIT 2	(57,307.21+ 7,067.32) =64,374.53	(52,329.52+ 7,602.40) =59,931.92	(58,802.01+ 6,895.20) =65,697.21	(58,780.62+ 6,895.20) =65,675.82	12.53

ตารางที่ 6.25 แสดง ค่า OTTV. รวมผนังอาคาร ของกระจกสะท้อนแสงสีน้ำเงิน Blue TS30
กับผนังทึบ (พร้อมอุปกรณ์บังแดด)

MASS	OTTV. ผนังทึบ = $A_w \cdot U_w \cdot T_{Deq} + A_w(U_r \cdot T + Sc \cdot S_f) / A_w + A_r$				OTTV. กระจก - $\frac{[OTTV_{103} + OTTV_{283} + OTTV_{193} + OTTV_{13}] \cdot (A_{103} + A_{283} + A_{193} + A_{13})}{(20,400)}$
	103	283	193	13	
CONCRETE	(59,031.45+ 79,915.08) = 138,946.53	(53,898.57+ 85,965.00) =139,863.57	(60,550.73+ 77,939.40) =138,490.13	(60,524.25+ 77,939.40) = 138,463.65	27.24
STONE	(59,031.45+ 286,498.28) = 345,529.73	(53,898.57+ 308,189.60) =362,088.17	(60,550.73+ 279,520.08) =340,070.81	(60,524.25+ 279,520.08) = 340,044.33	68.03
ALUMINIUM	(59,031.45+ 308,787.28) = 367,818.73	(53,898.57+ 332,166.40) =386,064.97	(60,550.73+ 301,267.20) =361,817.93	(60,524.25+ 301,267.20) = 361,791.45	72.43
STEEL	(59,031.45+ 308,515.70) = 367,547.15	(53,898.57+ 331,874.00) =385,772.57	(60,550.73+ 301,002.00) =361,552.73	(60,524.25+ 301,002.00) = 361,526.25	72.37
COMPOSIT 1	(59,031.45+ 35,880.24) = 94,911.69	(53,898.57+ 38,596.80) =92,495.37	(60,550.73+ 35,006.40) =95,557.13	(60,524.25+ 35,006.40) = 95,530.65	18.55
COMPOSIT 2	(59,031.45+ 7,067.32) = 66,098.71	(53,898.57+ 7,602.40) =61,500.97	(60,550.73+ 6,895.20) =67,445.93	(60,524.25+ 6,895.20) = 67,419.45	12.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.26 แสดงการเปรียบเทียบค่า OTTV. ของวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคาร(พร้อมอุปกรณ์บังแดด)

ชนิดกระจก	ชนิดผนังทึบ	ค่า OTTV. วัตต์/ตร.ม.		ผลต่างค่า OTTV.
		มากกว่า 45 วัตต์/ตร.ม.	น้อยกว่า 45 วัตต์/ตร.ม.	
กระจกโพลทใส Clear Float Glass	Precast Concrete Sheet		27.68	0.14
	Stone Sheet	68.47		0.13
	Aluminium Sheet	72.87		0.13
	Steel Sheet	72.81		0.13
	Composit Sheet 1		18.99	0.14
	Composit Sheet 2		13.31	0.13
กระจกโพลทสีชา Cool Gray	Precast Concrete Sheet		28.45	0.10
	Stone Sheet	69.24		0.09
	Aluminium Sheet	73.64		0.09
	Steel Sheet	73.58		0.10
	Composit Sheet 1		19.76	0.11
	Composit Sheet 2		14.08	0.09
กระจกโพลทสีชาดำ Dark Cool Gray	Precast Concrete Sheet		28.48	0.09
	Stone Sheet	69.27		0.08
	Aluminium Sheet	73.65		0.11
	Steel Sheet	73.61		0.09
	Composit Sheet 1		19.79	0.09
	Composit Sheet 2		14.11	0.08
กระจกสะท้อนแสง สีบรอนซ์ Cool Bronze	Precast Concrete Sheet		28.32	0.10
	Stone Sheet	69.11		0.09
	Aluminium Sheet	73.51		0.09
	Steel Sheet	73.45		0.10
	Composit Sheet 1		19.63	0.10
	Composit Sheet 2		13.95	0.09
กระจกสะท้อนแสง สีเทาเงิน SolarTag-sgy 32	Precast Concrete Sheet		27.15	0.07
	Stone Sheet	67.93		0.07
	Aluminium Sheet	72.33		0.07
	Steel Sheet	72.28		0.06
	Composit Sheet 1		18.45	0.08
	Composit Sheet 2		12.77	0.07
กระจกสะท้อนแสง สีน้ำเงิน SolarTag- Blue SGY 303	Precast Concrete Sheet		26.91	0.06
	Stone Sheet	67.69		0.06
	Aluminium Sheet	72.09		0.06
	Steel Sheet	72.03		0.06
	Composit Sheet 1		18.22	0.06
	Composit Sheet 2		12.53	0.06
กระจกสะท้อนแสง สีน้ำเงิน SolarTag- Blue TS 30	Precast Concrete Sheet		27.24	0.07
	Stone Sheet	68.03		0.07
	Aluminium Sheet	72.43		0.07
	Steel Sheet	72.37		0.07
	Composit Sheet 1		18.55	0.08
	Composit Sheet 2		12.87	0.09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5.4 สรุปผลการหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของผนังอาคาร (พร้อมอุปกรณ์บังแดด)

6.5.4.1 ผลที่ได้จากการออกแบบอุปกรณ์บังแดด ในด้านการลดค่า OTTV.

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ที่สามารถลดได้ เป็นผลมาจากการออกแบบอุปกรณ์บังแดด สามารถช่วยลดได้เพียง 0.7-1.5 วัตต์ต่อตารางเมตร เท่านั้น ซึ่งไม่สามารถช่วยลดค่า OTTV. ของผนังที่บ ทั้ง 3 ชนิด คือ หินแกรนิต เหล็ก และอลูมิเนียม ให้มีค่า OTTV. ต่ำกว่า 45 วัตต์ต่อตารางเมตร ได้

6.5.4.2 ความสัมพันธ์ของค่า SC₂ กับค่า OTTV.

ค่าที่เป็นผลสำคัญในการลดค่า OTTV. คือ ค่า SC₂ ที่เป็นตัวเปลี่ยนค่าทั้งหมดของ OTTV. เท่านั้น ค่าส่วนใหญ่ที่ได้ SC₂ จากการศึกษา จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.58-0.89 ซึ่งเป็นค่าที่น้อยมาก ทำให้ไม่สามารถลดค่าปริมาณความร้อนรวม Q ของกระจกได้มากนัก ในลักษณะของค่า “ค่า SC₂ ยิ่งมีค่าน้อยลงเท่าใด ค่าปริมาณความร้อนรวม Q จะมีค่าลดลงตามกัน” ซึ่งจะมีผลทำให้ค่า OTTV. ของอาคารมีค่าเพิ่มขึ้น จากการคิดแบบค่าเฉลี่ยน้ำหนัก จากการนำพื้นที่อาคารทั้งหมดหารด้วยปริมาณความร้อนรวมของอาคาร

$$\frac{|OTTV_1 + OTTV_2 + OTTV_3 + OTTV_4|}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}$$

$$A_1 + A_2 + A_3 + A_4$$

6.6 การพิจารณาเลือกวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคารจากปัจจัยอื่น

การพิจารณาปัจจัยหลักสำหรับการประหยัดพลังงาน โดยการคำนึงถึงการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของอาคารเป็นหลัก ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคาร ผนังทึบทั้ง 3 ชนิดพิจารณาร่วมกับผนังกระจกทั้ง 7 ชนิด ที่มีค่าต่ำกว่า 45 วัตต์ต่อตารางเมตร ค่าความเหมาะสมที่ได้มุ่งถึง ค่าที่สามารถลดลงของ OTTV. เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศ ส่วนปัจจัยอื่น ๆ เพื่อพิจารณาร่วมกับ ค่า OTTV. ที่ได้จะศึกษาให้เห็นถึงความเหมาะสมโดยรวมที่สุด

6.6.1 วัสดุที่ใช้ทำผนังทึบ

ปัจจัยที่จะนำมาพิจารณาร่วมกับค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร คือ

6.6.1.1 ราคาต่อตารางเมตร

วัสดุที่ใช้ทำผนังทึบที่มีค่าต่ำกว่า 45 วัตต์ต่อตารางเมตร ในการศึกษาครั้งนี้คือ คอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป ผนังประกอบสำเร็จรูปอลูมิเนียม และผนังประกอบสำเร็จรูป โพลีสไตรีน อันจะแสดงผลความเหมาะสมในการใช้งานของวัสดุทั้ง 3 ชนิด

ตารางที่ 6.27 แสดงการประเมินค่าใช้จ่ายและค่าก่อสร้าง

ชนิดผนังทึบ	ราคาวัสดุ บาท/ตร.ม.	ราคาโครงและค่าแรง บาท/ตร.ม.	ราคารวม บาท/ตร.ม.
คอนกรีตสำเร็จรูป	700	2,000	2,700
ผนังประกอบสำเร็จรูป อลูมิเนียม	1,000	2,000	3,000
ผนังประกอบสำเร็จรูป	1,500	2,000	3,500

ที่มา : จากบริษัทตัวแทนจำหน่าย

ค่าใช้จ่ายสำหรับวัสดุทั้ง 3 ชนิด สามารถแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของค่าใช้จ่ายต่อตารางเมตร ของ ผนังประกอบสำเร็จรูปอลูมิเนียม และผนังประกอบสำเร็จรูป ที่สูงกว่า คอนกรีตเสริมเหล็ก ประมาณ 300-800 บาทต่อตารางเมตร นับว่ามีค่าความแตกต่างของราคาต่อหน่วยที่สูงมาก ดังนั้นวัสดุที่เหมาะสมเบื้องต้นสำหรับการเลือกใช้สำหรับอาคารนี้คือ วัสดุผนังประเภท คอนกรีตเสริมเหล็ก

6.6.1.2 ความหนาโดยรวม

จากโครงสร้างของผนังคอนกรีต ในการก่อสร้างจะต้องประกอบไปด้วยปูนซีเมนต์ ทราช หิน และเหล็ก ซึ่งจะผสมและเทเข้าสู่แบบหล่อเพื่อให้เป็นไปตามแบบ ดังนั้นผนังชนิดนี้จะมีความหนาอย่างมากเพื่อให้วัสดุมีความแข็งแรงด้วยตนเอง ความหนาที่ใช้ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ความหนา 120 มม. ส่วนผนังประกอบอลูมิเนียม และโพลีสไตรีน เป็นวัสดุแผ่นในการนำเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาประกอบเข้ากับโครงสร้างหลักอื่น ๆ เช่น เหล็ก อลูมิเนียม เป็นต้น ซึ่งลักษณะที่เกิดขึ้นจะทำให้เป็นผนังที่ประกอบขึ้นกับโครงหลักและวัสดุประกอบอื่น ๆ ความหนาแน่นของวัสดุที่ใช้จึงเกิดทำให้เกิดช่องว่างระหว่างแผ่นขึ้น โดยทั่วไปที่บริษัทใช้กันมีความหนาประมาณ 120 มม.

6.6.1.3 น้ำหนักต่อตารางเมตร

จากกรรมวิธีในการผลิตของวัสดุทั้งสามชนิด ทำให้น้ำหนักของคอนกรีตต่อตารางเมตร (90 กก./ตร.ม.) จะสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุผนังประกอบทั้งสองชนิด ที่มีค่าต่ำกว่า 50 กก./ตร.ม.

6.6.1.4 แรงอัด กก./ตร.ม.

ค่าแรงอัดที่ผนังสามารถรับน้ำหนักได้ ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงความแข็งแรงของผนังนั้นๆ ทำให้สามารถใช้ในอาคารที่สูงอย่างมากได้เป็นอย่างดี คอนกรีตมวลเบาจะมีค่าแรงอัด 80 กก./ตร.ม. เป็นค่าที่สูงสุดเมื่อเทียบกับผนังทั้ง 2 ที่มีค่าต่ำกว่า

6.6.1.6 ค่าความจุความร้อน

จากความหนาของคอนกรีตเสริมเหล็ก และกรรมวิธีการก่อสร้างทำให้เกิดความหนาแน่นของมวลอันเป็นผลทำให้คอนกรีตมวลเบามีค่าความจุความร้อนสูงที่สุด ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาสำหรับอาคารเนื่องจากความร้อนที่วัสดุรับเอาไว้จะค่อย ๆ คลายความร้อนออกมาในเวลาอื่น เป็นผลทำให้เกิดภาวะความร้อนขึ้นกับอาคาร ส่วนผนังประกอบอลูมิเนียมและโพลีสไตรีน จะมีค่าความจุความร้อนที่น้อยกว่า ลักษณะเช่นนี้ในการออกแบบอาคารจะมีประโยชน์ในด้านที่ผนังสามารถคายความร้อนได้เร็วไม่สะสมเอาไว้

6.6.1.5 การป้องกันไฟ

ผลการป้องกันไฟจะเป็นผลเช่นเดียวกับค่าความจุความร้อนของวัสดุ ที่คอนกรีตสามารถจุความร้อนได้มาก ความสามารถในการทนไฟจึงสูงขึ้นตามค่าความจุที่สูงขึ้น แตกต่างกับกับวัสดุผนังประกอบทั้งสอง ที่มีค่าความจุน้อย ความสามารถในการทนไฟจึงลดลงตามเช่นเดียวกัน

6.6.1.7 การช่วยประหยัดโครงสร้างอาคาร

คอนกรีตมวลเบาจะทำให้โครงสร้างอาคารจะต้องออกแบบเผื่อไว้ สำหรับน้ำหนักที่เพิ่มมากขึ้นของคอนกรีตเมื่อชั้นความสูงของอาคารที่เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับผนังประกอบทั้งสองที่สามารถช่วยลดค่าโครงสร้างอาคารได้เป็นอย่างดี

6.6.1.8 ค่าการสะท้อนแสง

ถึงแม้ว่าผนังคอนกรีตจะสามารถทาสีขาวเพื่อให้เกิดสีที่สะท้อนแสงได้ดี แต่เมื่อเทียบกับผนังประกอบอลูมิเนียมแล้วจะสามารถช่วยในการสะท้อนแสงได้ดีที่สุด เนื่องจากผิววัสดุที่เป็นมันวาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.6.1.9 การประหยัดค่าบำรุงรักษา

ลักษณะการประหยัดที่เกิดขึ้นจากการเลือกใช้ผิวของวัสดุ ซึ่งในส่วนของผนังคอนกรีตส่วนใหญ่จะเลือกใช้การทาสี ทำให้จะมีอายุการใช้งานที่สั้น ความงามไม่คงทนถาวรทำให้ต้องมีการทาสีใหม่ เมื่อเทียบกับวัสดุผนังทั้งสอง เนื่องจากใช้สีที่เป็นคุณลักษณะที่เกิดขึ้นของกรรมวิธีการผลิตของวัสดุเองจึงมีความคงทนได้นาน ไม่ต้องมีการทาสีใหม่

ตารางที่ 6.28 แสดงปัจจัยประกอบการพิจารณาคัดเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้ทำผนังอาคาร

คุณสมบัติ	ผนังคอนกรีต	ผนังประกอบ	ผนังประกอบ
	มวลเบา	อลูมิเนียม	โพลีสไตรีน
-OTTV.	27	18	13
-ราคาต่อตารางเมตร	1,300	2,000	2,500
-ความหนาโดยรวม	120 มม.	120 มม.	120 มม.
-น้ำหนักต่อตารางเมตร	90	50	50
-แรงอัด กก./ตร.ม.	80	ต่ำกว่า 80	ต่ำกว่า 80
-ค่าความจุความร้อน	สูง	ต่ำ	ต่ำ
-การป้องกันไฟ	4 ชม.	1 ชม.	1 ชม.
-การช่วยประหยัดโครงสร้างอาคาร	ไม่ดี	ดี	ดี
-ค่าการสะท้อนแสง	ดี	ดีมาก	ดี
-การประหยัดค่าบำรุงรักษา	ไม่ดี	ดี	ดี

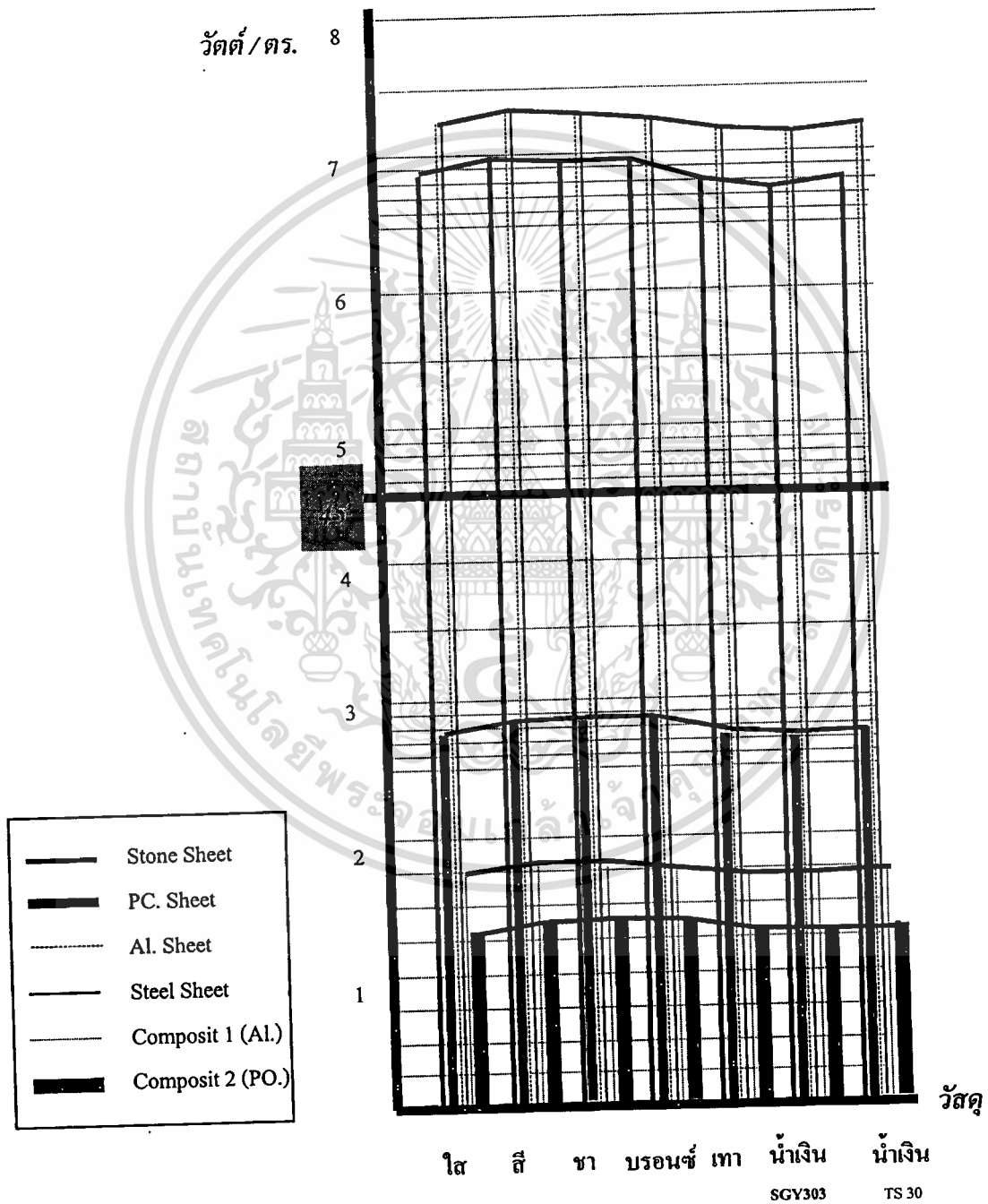
กล่าวโดยสรุปวัสดุที่ใช้ทำผนังทั้ง 3 ชนิดที่มีความเหมาะสมในการใช้ทำผนังอาคารในการศึกษานี้คือ ผนังประกอบอลูมิเนียม ซึ่งเป็นผนังที่มีมีราคาต่ำกว่าก่อสร้างต่อหน่วยอยู่ในราคาที่ต่ำ และสามารถช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากจากคุณสมบัติการป้องกันความร้อน โดยการสะท้อนแสงของผิวอลูมิเนียม นั้น ๆ รวมทั้งการประหยัดค่าก่อสร้างโครงสร้างอาคารที่เกิดจากการมวลที่น้อยทำให้น้ำหนักต่อตารางเมตรลดลง อีกทั้งการประหยัดจากค่าบำรุงรักษาที่เกิดจากผิวอาคารที่คงทนมากกว่าการทาสีของผนัง คอนกรีต

6.6.2 วัสดุที่ใช้ทำผนังใส

ผลจากการพิจารณาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. จากแผนภูมิ 7.1 จะเห็นความสัมพันธ์ในลักษณะกระจกทั้ง 7 ชนิด จะไม่มีผลแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดในการช่วยให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของอาคาร ลดลงอย่างเห็นได้ชัด จากลักษณะที่เห็นจากแผนภูมิเอกสารนี้คือการที่มีลักษณะเป็นเส้นต่อเนื่องกันไป ในทางแนวนอนจนเกือบเป็นเส้นตรง ดังนั้นลักษณะไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือการใช้วัสดุที่มีลักษณะเป็นเส้นต่อเนื่องกันไปในทางแนวนอนจนเกือบเป็นเส้นตรง ดังนั้นลักษณะทางกายภาพของวัสดุที่ใช้ทำผนังที่บ่งชี้ถึงขีดความสามารถในการช่วยลดความร้อนรวม OTTV. ที่เกิดขึ้นของผนังอาคารมากกว่าผนังใส

ในด้านราคาต่อหน่วยของกระจก กระจกโพลทใส จะมีค่าน้อยที่สุด แต่ความสามารถในการช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นกับอาคาร กระจกสะท้อนแสงสีน้ำเงิน Blue SGY30 ที่สามารถช่วยลดความร้อนได้ถึง 1-3 วัตต์ต่อตารางเมตร



ภาพที่ 6.12 แสดงแผนภูมิเปรียบเทียบค่าการความร้อนรวมของอาคารตามวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.7 การประเมินค่าใช้จ่ายที่ลดลง ของการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับ เครื่องปรับอากาศภายในอาคาร

ค่าความแตกต่างที่ลดลงของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมอาคาร OTTV. สามารถช่วยให้อาคารประหยัดพลังงาน ในด้านพลังงานไฟฟ้าสำหรับการเดินเครื่องปรับอากาศที่เกิดจากผลต่างของค่า OTTV. ลดลง 27 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งสามารถช่วยลดค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการปรับอากาศ ได้ถึงประมาณปีละ 732,168 บาท จากตัวอย่างการคำนวณหาจำนวนเงินที่ใช้ในการปรับอากาศ

-ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่ลดลง	=	27.00	วัตต์/ตร.ม.	
ต่ำกว่ากฎหมายอนุรักษ์พลังงาน				
-พื้นที่อาคารทั้งหมด(ปรับอากาศ)	=	20,400	ตร.ม.	
-ดังนั้น วัตต์ความร้อน	=	20,400 x 27	วัตต์	
	=	550.8	กิโลวัตต์	
- (1 กิโลวัตต์ความร้อน = 3414 Btu/ชม)	=	3414x550.8	Btu/ชม	
	=	156.70	Ton/ชม	
-มาตรฐานของเครื่องทำน้ำเย็น (EER)				
0.77 กิโลวัตต์ไฟฟ้าต่อตันความเย็น				
-ดังนั้นค่ากำลังงานไฟฟ้า	=	120.66	กิโลวัตต์	
-อัตราค่าความต้องการไฟฟ้า	=	239	บาท/กิโลวัตต์	
-ดังนั้นค่าความต้องการไฟฟ้า	=	239 x 120.66	บาท/เดือน	
	=	28,838	บาท/เดือน	
	=	346,056	บาท/ปี	(A)
-อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า(ธุรกิจขนาดใหญ่)	=	1.28	บาท/กิโลวัตต์/ชม.	
-เดินเครื่องทำความเย็น	=	2,500	ชม./ปี	
-ดังนั้นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงต่อปี	=	2,500 x 120.66 x 1.28		
	=	386,112	บาท/ปี	(B)
-ค่าบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ (12,000 บาท/ตัน/ปี)				
-ดังนั้นค่าบำรุงรักษาตลอด	=	156.70 x 12,000		
	=	188,040	บาท/ปี	(C)
-รวม	=	920,208	บาท/ปี	
		A+B+C		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

สรุปผลการออกแบบ และข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการออกแบบอาคาร

จากกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคาร ที่สำคัญในการกำหนดพื้นที่ในการออกแบบ และก่อสร้างอาคาร สามารถสรุปพื้นที่ในส่วน โถงอาคาร และสำนักงาน 97,104 ตารางเมตร คิดเป็นความสูงในส่วนสำนักงานทั้งหมด 20 ชั้น รวมพื้นที่ในส่วนโถง 1 ชั้น (พื้นที่สำนักงาน ต่อชั้น 4,624 ตารางเมตร ขนาด 68 x 68 เมตร) จำนวนที่จอดรถยนต์ 12 ชั้น ชั้นบนอาคาร 10 ชั้น และ 2 ชั้นใต้ดิน จากผลของกฎหมายควบคุมการก่อสร้างอาคารสามารถ เป็นฐานเพื่อกำหนด รูปแบบอาคารด้านการประหยัดพลังงาน ตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงานตามการศึกษาดังนี้

7.1.1 การเลือกสัดส่วนรูปทรงอาคาร (พื้นฐาน)ที่เหมาะสม กับพื้นที่ตั้งโครงการ การศึกษานี้ได้เลือกรูปทรงเรขาคณิต เบื้องต้น 2 รูปแบบมาทำการศึกษาเปรียบเทียบคือ รูปทรงผั่งสี่เหลี่ยมจตุรัส รูปทรงผั่งสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยการพิจารณา 2 ปัจจัยคือ เส้นรอบรูปกับการประหยัดพลังงานและรูปทรงผั่งอาคารกับการประหยัดพลังงาน

ปัจจัยที่หนึ่งคือ รูปทรงผั่งอาคารสี่เหลี่ยมจตุรัสมีความยาวเส้นรอบรูปและพื้นที่ผั่งอาคารน้อยที่สุดคือ 240 เมตรและ 28,560 ตารางเมตร สามารถช่วยประหยัดค่าก่อสร้าง และการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมจากการที่พื้นที่ผั่งอาคารน้อยกว่าผั่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดต่างๆ

ปัจจัยที่สองคือ รูปทรงผั่งอาคารกับการประหยัดพลังงาน จากการศึกษา เปรียบเทียบการประหยัดพลังงาน โดยการกำหนดให้ผั่งอาคารเป็นผั่งกระจกไอหนา 6 มิลลิเมตร เพื่อคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ผลที่ได้คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. และค่าการถ่ายเทความร้อนของแต่ละผั่ง Q. มีค่าน้อยไม่สัมพันธ์กัน คือ

-รูปทรงผั่งสี่เหลี่ยมจตุรัส ให้ค่า Q น้อยที่สุด 4,415,775.84 วัตต์/ตร.ม.

-รูปทรงผั่งสี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้ค่า OTTV. น้อยที่สุด 147.54 วัตต์/ตร.ม.

ดังนั้นเพื่อให้การสรุปรูปทรงผั่งอาคารสำหรับการศึกษาในขั้นตอนต่อไปได้ อย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้กำหนดให้รูปทรงผั่งอาคารสี่เหลี่ยมจตุรัสในการนำไปศึกษา เนื่องจาก เป็นรูปทรงที่ไม่สามารถมีได้หลายสัดส่วนในขณะเดียวกัน ทำให้สามารถควบคุมปัจจัยการ ศึกษาต่อได้อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1.2 ผลของการออกแบบผังอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสกับพื้นที่ตั้งโครงการ

1) ขนาดของผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่เหมาะสม

จากการศึกษา พบว่า “ขนาดของผังอาคารที่เหมาะสม ที่สามารถใช้พื้นที่กรอบอาคารน้อยที่สุด มีลักษณะแปรผกผันกันจากพื้นที่อาคารต่อชั้นกับพื้นที่กรอบอาคาร” คือ ยิ่งพื้นที่อาคารต่อชั้นมากเท่าใดผลของพื้นที่ผนังอาคารจะน้อยลงตามกัน ดังนั้นควรออกแบบพื้นที่อาคารต่อชั้น ให้มีขนาดใหญ่ที่สุดเท่าที่พื้นที่โครงการจะอำนวยให้ ทั้งในด้านกฎหมายควบคุมอาคาร และผลทางด้าน การลดความร้อนที่เกิดกับอาคาร ผังอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สามารถออกแบบและกำหนดลงบนที่ตั้งโครงการได้มากที่สุด คือ ขนาด 68 x 68 เมตร

2) ทิศทางการวางผังอาคาร

การพิจารณาผังให้วางในตำแหน่งที่รับแสงแดดตรงน้อยที่สุดคือ ในทิศขนานไปกับพื้นที่โครงการมีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากค่าพลังงานแสงอาทิตย์จากทิศที่ตั้งฉากในทิศหลักทั้ง 4 ให้ปริมาณพลังงานน้อยกว่า ในทิศที่ตั้งฉากในทิศรอง ดังนั้นผังรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 68 x 68 เมตร ขนานไปกับพื้นที่โครงการ จึงมีความเหมาะสมที่สุดในโครงการ

3) การออกแบบแกนบริการ

การออกแบบแกนบริการเพื่อช่วยในการลดพื้นที่กรอบอาคารสำหรับแกนบริการที่เหมาะสมสำหรับอาคารนี้คือ “ลักษณะ 2 แกนบริการ ที่อยู่บริเวณชิดกับผนังภายนอกอาคาร” จากการศึกษาถึงความสะดวกในการกระจายแกนบริการออกจากกัน เนื่องจากพื้นที่ต่อชั้นที่มากรวมทั้งกฎหมายควบคุมอาคารทางด้านบันไดหนีไฟ ที่ต้องให้มีระยะไม่เกินส่วนที่ใกล้สุด 30 เมตร สำหรับในการวิ่งถึงบันไดหนีไฟ และส่วนสำคัญในด้านการลดพื้นที่ผนังส่วนที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับการปรับอากาศ ซึ่งสามารถลดพื้นที่ส่วนสำนักงานที่มีความจำเป็นของช่องแสงส่วนที่เป็นผนังใสได้มากขึ้น และการหันด้านแกนบริการทั้ง 2 แกน ในด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก เพื่อลดพื้นที่ในสำนักงานให้ถูกแสงตรงมากที่สุด

4) การกำหนดระบบ GRID และเส้นทางสัญจรของอาคาร

ในส่วนของระบบ GRID ในการศึกษาไม่มีส่วนใดในการช่วยลดพื้นที่ของผนังได้ แต่ส่วนที่สำคัญคือการพิจารณาในด้านระบบประสานทางพิกัด ที่จะทำให้เกิดความประหยัดในด้านการใช้วัสดุในการก่อสร้างมากกว่าการพิจารณาด้านการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร ในการศึกษา ระบบ GRID ที่เหมาะสมสำหรับอาคารนี้คือระยะ 8.40 เมตร

เส้นทางสัญจรสำหรับผังโครงการใช้ถนนหลักเข้า-ออก 2 ทาง ด้านซิดโครงการทั้ง 2 ทาง เพื่อให้สามารถใช้พื้นที่ด้านในโครงการและแกนบริการทั้ง 2 ได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่

5) การออกแบบที่จอดรถ

ในส่วนที่จอดรถในกรณีใช้อาคารที่จอดรถ เลือกใช้ระบบการขึ้นลงของอาคารที่จอดรถเป็นแบบ CURVED RAMP SYSTEM ประเภทภายนอกอาคาร ในด้านการออกแบบอาคารที่จอดรถยนต์ให้สามารถช่วยลดพื้นที่ผนังอาคารในส่วนสำนักงานที่ถูกแดด โดยการแยกอาคารออกจากกันไม่สามารถทำได้เนื่องจากมีพื้นที่ลงชั้นใต้ดินถึง 10 ชั้น เป็นผลทำให้ค่าใช้จ่ายจะสูงขึ้นและมีปัญหาอย่างมาก ทำให้ในส่วนที่จอดรถต้องเลือกใช้ในรูปแบบที่ 2 คือการจัดให้อยู่ในอาคารเดียวกับส่วนสำนักงาน ทั้ง 10 ชั้น โดยส่วนสำนักงานจัดให้อยู่ด้านบนขึ้นไปทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ไม่มีส่วนในการช่วยลดพื้นที่ที่ถูกแดดในส่วนของผนังสำนักงานได้

6) การออกแบบระบบกรอบอาคาร

รูปแบบกรอบอาคารที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบนี้คือ การเลือกใช้ระบบผนัง Curtain Wall โดยเลือกใช้ เป็นแผ่นผนังสำเร็จ ขนาด 1.20 x 3.50 เมตร

แต่ถ้าเป็นกรณีของการออกแบบกรอบอาคารที่ใช้อุปกรณ์บังแดดเสริม จะเลือกใช้ แผ่นผนังสำเร็จ ขนาด 1.20 x 3.20 เมตร

7) การหาพื้นที่ของกรอบอาคารในส่วนที่เป็นผนังทึบและผนังใส

ในการศึกษาหาพื้นที่ของผนังทึบและผนังใส พิจารณาจากความสูงระหว่างชั้นที่มีระยะต่าง ๆ ได้แก่ โครงสร้างพื้น ช่องฝ้าเพดาน และพื้นที่ทำงาน โดยกำหนดความสูงของพื้นที่ทำงานไว้ต่ำสุดของกฎหมายคือ 2.40 เมตร(กรณีที่ใช้ระบบปรับอากาศ) และระยะช่องฝ้าเพดานกับ โครงสร้างพื้นที่ 1.10 เมตร รวมเป็นระยะความสูงพื้นถึงพื้น 3.50 เมตร

ในการเลือกปิดพื้นที่ส่วนที่จะเป็นผนังทึบพิจารณา 2 ส่วนคือ พื้นที่ไม่มี ความจำเป็นในการใช้แสงสว่างที่แน่นอน คือส่วนที่เป็น โครงสร้างพื้นและช่องฝ้าเพดาน ในส่วนที่ 2 พิจารณาจากความจำเป็นที่ต้องการแสงสว่างในการทำงานด้านเอกสารต่างๆ ที่มีความสูงจากพื้นที่ระยะ 80 เซนติเมตร ดังนั้นในส่วนช่วงความสูงจากพื้นถึงระยะ 80 เซนติเมตร จึงไม่มีความจำเป็นในการใช้แสงสว่าง ดังนั้นสามารถจัดเป็นส่วนผนังทึบได้ เมื่อรวม 2 ส่วนนี้ระยะความสูงต่อชั้น ที่เป็นผนังทึบ จึงมีความสูงเท่ากับ 1.90 เมตร ดังนั้นส่วนที่เป็นผนังใสจะมีความสูงของช่องเปิดเท่ากับ 1.60 เมตร

สรุปพื้นที่ในส่วนสำนักงาน 4,624 ตารางเมตร ขนาด 68 x 68 เมตร เป็นความสูงในส่วนสำนักงานทั้งหมด 20 ชั้น ที่จอดรถยนต์ 10 ชั้นบนอาคาร และ 2 ชั้นใต้ดิน รวมพื้นที่ในส่วนโถง 1 ชั้น สามารถสรุปพื้นที่ในส่วนที่จะนำมาคำนวณเพื่อหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. เป็นพื้นที่ในส่วนผนังทึบ 10,946.20 ตารางเมตร ในส่วนผนังใส 9,453.80 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) การเลือกใช้วัสดุผนังทึบและผนังใส ที่ใช้ทำกรอบอาคาร วัสดุผนังทึบที่ใช้ทำผนังอาคาร วัสดุที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษานี้คือ “คอนกรีตสำเร็จรูป” สามารถเลือกใช้วัสดุในการพิจารณาเป็นวัสดุพื้นฐานได้ 6 ชนิดคือ คอนกรีตสำเร็จรูป หนา 120 มม. , หินแกรนิต หนา 20 มม. , อลูมิเนียม หนา 3 มม. , เหล็กหนา 3 มม. , ผนังประกอบสำเร็จรูป อลูมิเนียม, ผนังประกอบสำเร็จรูปของ ทีจีอาร์เมอร์วอร์

ในส่วนของผนังใสสามารถพิจารณาเลือกใช้วัสดุประเภทกระจก และทำการพิจารณาหาปัจจัยเบื้องต้นในการเลือกกระจก ซึ่งสามารถเลือกได้ 7 ชนิด จากปัจจัยต่างดังนี้ คือ เป็นกระจกพื้นฐาน (มีความหนาของกระจกเพียงอย่างเดียว) ความหนาของกระจกขนาด 6 มม. และมีค่าการสะท้อนแสงไม่เกิน 15 % ได้แก่ กระจกโฟลทใส, กระจกโฟลทสีชา, กระจกโฟลทชาดำ, กระจกโฟลทสีบอร์นซ์ , กระจกสะท้อนแสง Silver Gray (SGY 32) Blue , กระจกสะท้อนแสง Solatag-SGY 303 (Blue), กระจกสะท้อนแสง Solatag-YS 30 (Blue)

7.1.3 การทดสอบผลการออกแบบ เพื่อการประหยัดพลังงาน

เมื่อได้ค่าต่าง ๆ คือ พื้นที่กรอบอาคาร ทิศทางผนัง (มุมอะซิมุต) คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำผนัง การพิจารณาในขั้นถัดมาจะเป็นการนำค่าเหล่านี้ทำการคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมแต่ละชนิดเพื่อทำการดูผลที่เกิดขึ้นและเปรียบเทียบในคุณสมบัติต่าง ๆ เพื่อสรุปในการเลือกใช้วัสดุผนังที่เหมาะสมในการออกแบบอาคาร ทั้งในส่วนของอาคารที่ไม่ได้ออกแบบอุปกรณ์บังแดด และอาคารที่ออกแบบอุปกรณ์บังแดด

1) การทดสอบผลรูปแบบอาคารที่ไม่ได้ออกแบบอุปกรณ์บังแดด

ในส่วนของผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของผนังอาคารภายนอกของวัสดุต่าง ๆ ปัจจัยที่สามารถเห็นได้ชัดคือผลของค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ที่ต่ำกว่า 45 วัตต์ต่อตารางเมตร ของวัสดุที่ใช้ทำผนังทึบมี 3 ชนิด คอนกรีตสำเร็จรูป หนา 120 มม. มีค่า OTTV. ประมาณ 27 วัตต์ต่อตารางเมตร , ผนังประกอบสำเร็จรูป อลูมิเนียม มีค่า OTTV. ประมาณ 18 วัตต์ต่อตารางเมตร , ผนังประกอบสำเร็จรูป โพลีสไตรีน มีค่า OTTV. ประมาณ 13 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าน้อยที่สุด ดังนั้นวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคารที่มีความเหมาะสมในการศึกษานี้คือ “วัสดุผนังทึบคือ ผนังประกอบสำเร็จรูป อลูมิเนียม 120 มม. กับวัสดุผนังใสประเภทกระจกสะท้อนแสงสีน้ำเงิน Blue SGY303 ขนาด 6 มม.”

2) การทดสอบผลรูปแบบอาคารที่ออกแบบอุปกรณ์บังแดด

ผลที่ได้จากการออกแบบอุปกรณ์บังแดด ในด้านการลดค่า OTTV. ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ที่สามารถลดได้ เป็นผลมาจากการออกแบบอุปกรณ์บังแดด สามารถช่วยลดได้เพียง 0.7-1.5 วัตต์ต่อตารางเมตร เท่านั้น ซึ่งไม่สามารถช่วยลดค่า OTTV. ของผนังทึบ ทั้ง 3 ชนิด คือ หินแกรนิต เหล็ก และอลูมิเนียม ให้มีค่า OTTV. ต่ำกว่า 45 วัตต์ต่อ

เอกสารค่าตารางเมตรได้ iven ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 ข้อเสนอแนะ

7.2.1 ข้อพิจารณาข้อจำกัดของกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน

การพิจารณาการออกแบบเพื่อให้ได้ผล ตามปัจจัยทางด้านกฎหมายอนุรักษ์พลังงานในส่วนของการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับผนังภายนอกอาคาร ตามกฎหมายสำหรับอาคารให้มีค่าไม่เกิน 45 วัตต์/ตร.ม. นั้นในส่วนของการสถาปนิกเบื้องต้นสามารถทำได้ เฉพาะค่านี้เท่านั้นในส่วนของการคำนวณไฟฟ้ารวมที่เกิดขึ้นสามารถกระทำได้อีกต่อเมื่อ วิศวกรได้มีการสรุปแบบงานวิศวกรรมทั้งหมดได้แล้วจึงสามารถทำการพิจารณาได้อีกครั้ง ซึ่งในการศึกษานี้ไม่ได้ทำการศึกษาดังนี้

7.2.2 รูปแบบของอาคาร

สำหรับรูปร่างและรูปทรงของอาคารสำหรับการศึกษา สามารถพิจารณาสรุปได้ เป็นพื้นที่ผืนอาคารสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีขนาดใหญ่สุดของพื้นที่ที่สามารถสร้างได้ทำให้ได้พื้นที่ ผืนอาคารต่ำสุดที่เอื้อประโยชน์สำหรับการลดค่าความร้อนที่เกิดขึ้นกับอาคารจากการ คำนวณค่า OTTV. แต่ถ้าเป็นกรณีการศึกษาอาคารอื่น ๆ สามารถใช้แนวทางการศึกษาเป็น ส่วนประกอบประการหนึ่งได้เช่นกัน ไม่ว่าจะอาคารนั้นจะมีรูปร่างลักษณะเช่นใด แต่สามารถใช้ ผลสรุปจากรูปทรงอาคารที่ได้มีการเสนอไว้แล้วสำหรับแต่ละรูปทรงอาคาร

7.2.3 การศึกษาผลการคำนวณค่า ความร้อนรวม OTTV. ที่เกิดขึ้นกับอาคาร

จากการพิจารณาวัสดุทำผนังที่เป็นผนังทึบทั้ง 6 ชนิด มี 3 ชนิดที่มีค่าต่ำกว่า 45 วัตต์/ตร.ม. และ 3 ชนิดที่เกิน ซึ่งข้อพิจารณาถือการที่มีค่า OTTV. เกินไปเพียง 3-4 วัตต์/ตร.ม. เท่านั้นซึ่งถ้าสำหรับการพิจารณาในงานจริงผู้ประกอบการหรือผู้ออกแบบสามารถใช้วัสดุทั้ง 2 ชนิดนี้ได้เช่นกัน โดยสามารถใช้วิธีการเพิ่มวัสดุฉนวนบางพื้นที่เท่านั้น ก็สามารถทำให้เกิดค่าที่ต่ำกว่า 45 วัตต์/ตร.ม. โดยที่ไม่เปลี่ยนจุดประสงค์มาก หรืออาจจะแก้ไข โดยการเพิ่มพื้นที่ส่วนที่เป็น ผนังทึบให้มากขึ้นได้รวมถึงการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันแดด เป็นต้น

7.2.4 การป้องกันความร้อนของวัสดุผนังทึบที่ใช้ทำผนังอาคาร

ในส่วนของผนังทึบที่มีค่าความร้อนรวมของอาคารที่มีค่าต่างกันอย่างมาก ปัจจัยการพิจารณาเบื้องต้นถือเป็นวัสดุพื้นฐานทั่วไปที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน ไม่ได้กำหนดความหนา ให้เท่ากันในการคิดค่าความร้อนที่เกิดขึ้นกับ ดังนั้นผลการคำนวณค่าความร้อนรวมของ อาคารที่เกิดขึ้นจึงไม่ใช่ค่าความร้อนที่เกิดขึ้นตามความหนาของวัสดุ การเปรียบเทียบความ น้อยของความร้อนรวมของอาคารจึงคำนึงจาก ปัจจัยเบื้องต้นคือความสะดวกที่เกิดจากการมีวัสดุ ที่ใช้งานจริงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2.5 การป้องกันความร้อนของกระจกที่ใช้ทำผนังอาคาร

เป็นที่น่าสังเกตได้ว่าไม่ว่าวัสดุผนังที่บจะมีลักษณะใด ค่าเฉลี่ยของช่วงค่าความร้อนรวมของกระจกชนิดต่าง ๆ จะอยู่ในช่วง 1-3 วัตต์/ตร.ม มีผลในการช่วยลดความร้อนได้ไม่ชัดเจนมาก สำหรับการปัจจัยกระจกที่ติดตั้งไว้สำหรับกระจกพื้นฐาน หนา 6 มม. มีค่าการสะท้อนแสงไม่เกิน 15 ถ้าการพิจารณาค่าความร้อนรวมที่เกิดขึ้นกับอาคาร ในกรณีของกระจกถ้าใช้กระจกที่เพิ่มคุณสมบัติต่าง ๆ มากขึ้น ความสามารถในการลดความร้อนรวมของอาคารย่อมมีความสามารถมากขึ้นเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นกระจก 2 ชั้น กระจกนิรภัยเทมเปอร์ หรือกระจก Low-E เป็นต้น

7.2.6 อุปกรณ์บังแดดของอาคาร กับผลการช่วยลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวม

ผลที่ได้จากการออกแบบอุปกรณ์บังแดดของอาคาร สามารถช่วยลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร ได้น้อยมากประมาณ 1-2 วัตต์ต่อตารางเมตร เท่านั้น สาเหตุเนื่องจากผลการช่วยลดของอุปกรณ์บังแดดคิดเฉพาะเพียง ผลที่เกิดจากกระจกเท่านั้น จากการลดแสงแดดตรงที่จะกระทบกับกระจกเท่านั้น จากการคิดค่า สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด SC_2 ซึ่งไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับใดๆ กับการคำนวณปริมาณความร้อนรวม Q ของวัสดุที่ใช้ทำผนังอาคารประเภท ผนังทึบ

ในส่วนของผนังทึบอุปกรณ์บังแดดน่าจะสามารถช่วยลดค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับอาคาร ไม่ใช่จากการคิดแสงแดดตรง แต่อาจจะช่วยในด้าน ค่าของความแตกต่างของอุณหภูมิภายนอกอาคารกับอุณหภูมิภายในของอาคาร ซึ่งค่าของอุณหภูมิภายนอกอาคารของการคิดในส่วนผนังทึบจะมีค่าลดลงจากอุปกรณ์บังแดดที่ออกแบบขึ้น

ดังนั้นในการศึกษาในขั้นต่อไปควรที่จะมีการศึกษาถึงผลของอุปกรณ์บังแดด กับการช่วยลดของอุณหภูมิภายนอกอาคารกับการคำนวณปริมาณความร้อนรวมที่เกิดขึ้นกับ ผนังทึบ

7.2.7 ทิศทางการวางอาคาร กับผลการช่วยลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวม

ในการศึกษาเบื้องต้นก่อนเข้าสู่การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของผนังอาคาร มีการตั้งสมมติฐานสำหรับการออกแบบอาคารในด้าน “การวางทิศทางอาคารให้เหมาะสมกับโครงการ เพื่อช่วยในด้านการลดพลังงาน” ซึ่งผลจากการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่ได้ ประเด็นที่น่าสนใจ จากสูตรการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. คือ “ค่าที่มีส่วนสัมพันธ์กับทิศคือค่า Sc และ Sf ของกระจกเท่านั้น” ส่วนผนังทึบไม่มีค่าใด ๆ ที่จะสัมพันธ์กับการคำนวณเกี่ยวกับเรื่องของทิศทางใด ๆ

บรรณานุกรม

กองอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร.

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2536

กองอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. พระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงานใน อาคาร.

กรุงเทพฯ : กองอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2536

กุสกาณา กุบาษา และพัฒนาะ รักความสุข. คู่มือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณค่า OTTV..RTTV.

เอกสารวิชาการคณะพลังงานและวัสดุสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ม.ป.ท. (อัสสัมชัญ)

คณะพลังงานและวัสดุสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการตรวจวิเคราะห์การประหยัดพลังงานในอาคารธุรกิจ.

เอกสารวิชาการ. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาส่งเสริมพลังงาน, 2535

ชวลิต นิตยะ. Building material and construction VI. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ไม่ประจักษ์ปีที่พิมพ์

ศรีใจ บูรณสมภพ. การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2525

ศรีใจ บูรณสมภพและมนัส อารยพัฒน์. การออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน.

กรุงเทพฯ : ผลงานวิจัยเสนอต่อคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2525

ธนิต จินดาวนิก. สถาปัตยกรรมและเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ม.ป.ป.

ธนิต จินดาวนิก. พลังงานกับการออกแบบสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ม.ป.ป.

ริติพัฒน์ ประทานทรัพย์, นำชัยแดงอ่อน. กาศึกษาสำนักงานให้เช่า. รายงานสถาปัตยกรรม 3 .

กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526

ปรัชญา รังสิริรักษ์. แนวความคิดในเรื่องภาวะความสบาย. กรุงเทพฯ :

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ม.ป.ป.

ไพบุลย์ หังสพฤกษ์. การก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

พิมพ์ครั้งที่ 4 , 2534

ประคอง วรรณสูตร. สถิติเพื่อการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์. ปทุมธานี :

บริษัทศูนย์หนังสือ ดร.ศรีสง่า จำกัด, ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์,

สมาคมสถาปนิกสยาม. กฎหมายอาคาร. กรุงเทพฯ : บริษัทเมธาเพรส, 2538

วิเชียร สุวรรณรัตน์. ภูมิอากาศวิทยาในการออกแบบสถาปัตยกรรม. กรุงเทพฯ :

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุนทร บุญญาธิการ. การออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงานในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นแบบเมืองไทย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ม.ป.ป.

สมสิทธิ์ นิตยะ. การออกแบบสถาปัตยกรรมตามสภาพแวดล้อมในประเทศ. กรุงเทพฯ :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525

สมสิทธิ์ นิตยะ. รูปร่างลักษณะอาคาร. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ม.ป.ป.

สุรพงศ์ จิระรัตนานันท์. การถ่ายเทความร้อนและการส่งแสงผ่านกระจกในภูมิอากาศของไทย.

กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2536

สุรพงศ์ จิระรัตนานันท์. ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของพลังงานของทั้งอาคาร. กรุงเทพฯ :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536

สุรพงศ์ จิระรัตนานันท์ และศุภชาติ จงไพบูลย์พัฒนา. รายงานฉบับสมบูรณ์ การศึกษาเพื่อจัดทำมาตรฐานและหลักเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงาน ผลกระทบและทางออกในการออกแบบสถาปัตยกรรมสมัยใหม่. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, 2536

สุภรณ์ นาวิเรืองรัตน์. ทำความเข้าใจกับ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535.

วารสารอนุรักษ์พลังงาน ปีที่ 4, ฉบับที่ 22-23 (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2535)

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. แสวงอาทิตย์และเงาที่เกี่ยวข้องกับอาคาร.

ม.ป.ท.

สำนักงานพลังงานแห่งชาติ กองเศรษฐกิจการพลังงาน.

คู่มือการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศของอาคารพาณิชย์. รายงานวิชาการ. ม.ป.ท.

สำนักงานพลังงานแห่งชาติ กองเศรษฐกิจการพลังงาน. ผลการสำรวจความคิดเห็นต่อร่างมาตรฐานและหลักเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารพาณิชย์. รายงานวิชาการ. ม.ป.ท. 2536

สมาคมสถาปนิกสยาม. การประหยัดพลังงานในอาคารและเมือง.

เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการในงานสถาปนิก 29 . กรุงเทพฯ : ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์

อำพัน โอตระกูล. การประหยัดพลังงานในอาคาร. วารสารข่าวช่าง ปีที่ 13 ฉบับที่ 156, 2528

Axel Bojel, Open-plan office, Translation edited by B.H.wally' Business Book Limited; London, 1971

Ernest Neufert. Architects' DATA, (London : Publishing, 1982)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงรายการวัสดุและสีทาผนังแยกตามระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์

ประเภทผิววัสดุที่ใช้ ทำผนังด้านนอก	วัสดุผนัง	สีที่ใช้ทาภายนอก
1 วัสดุที่มีผิว สะท้อนแสง ($\alpha < 0.2$)	- ผิววัสดุที่ฉาบด้วยดินบุก - แผ่นอลูมิเนียม - แผ่นฟิล์ม ไมลาร์เคลือบอลูมิเนียม - แผ่นสะท้อนแสงทำด้วยอลูมิเนียมขัดมัน	- สีสะท้อนแสง
2 วัสดุที่มีผิวอ่อน ($0.2 < \alpha < 0.4$)	- อิฐเคลือบเป็นมันสีขาว - เหล็กชุบสังกะสีทาสีขาว	- แลคเกอร์สีขาว - สีเงิน - สีขาวเป็นเงา
3 วัสดุที่มีผิวส ปานกลาง ($0.4 < \alpha < 0.6$)	- วัสดุที่ทำสีอลูมิเนียม - หลังคาประกอบขึ้นรูปสีขาว - อิฐสีเหลืองอ่อน - หินอ่อนสีขาว - กรวดล้างสีขาว	- สีเขียวอ่อน - สีน้ำเงินปานกลาง - สีเหลืองปานกลาง - สีส้มปานกลาง - สีเขียวปานกลาง
4 วัสดุที่มีผิวสี ค่อนข้างเข้ม ($0.6 < \alpha < 0.8$)	- คอนกรีตไม่ทาสี - ไม้ผิวเรียบ - แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส - หินล้างสีเทา	- สีแดง - สีน้ำเงิน - สีเทาอ่อน - สีสนิมแก่ปานกลาง
5 วัสดุที่มีผิวสีเข้ม ($0.8 < \alpha < 1.0$)	- วัสดุที่ลาดผิวด้วยยางมะตอย - คอนกรีตสีน้ำตาล - วัสดุผนังหลังคาสีเขียว - หินชนวนสีเทาแกมน้ำเงิน - อิฐสีแดง - อิฐแอสฟัลต์สีน้ำเงิน - คอนกรีตสีดำ	- สีน้ำเงินแก่หรือสีเขียวแก่ - สีเทาแกมน้ำเงินเข้ม - สีน้ำตาลแก่ - สีโอลีฟเข้ม - สีดำ - แลคเกอร์สีน้ำเงินแก่ - สีเทาแก่ - แลคเกอร์สีดำ - สีดำธรรมดา - สีดำเรียบมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) สำหรับผนังที่มีความหนาแน่นเชิงมวล และค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ต่าง ๆ กัน

มวลของผนัง กก ม. ⁻²	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α)				
	0.1 (0-0.2)	0.3 (0.2-0.4)	0.5 (0.4-0.6)	0.7 (0.6-0.8)	0.9 (0.8-1.0)
0 - 125	14	15	16	17	18
126 - 195	11	12	13	14	15
เกินกว่า 195	9	10	11	12	13

ตารางที่ 3 แสดงค่าตัวประกอบแก้ไขของผนัง

มุมเอียง	ทิศ	เหนือ	ตะวันออก		ใต้	ตะวันตก		เหนือ	
			เฉียงเหนือ	ออก		เฉียงใต้	ตก		
70		1.06	1.24	1.52	1.63	1.63	1.6	1.48	1.22
75		0.96	1.14	1.42	1.52	1.5	1.48	1.38	1.12
80		0.87	1.05	1.32	1.4	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		0.7	0.87	1.12	1.17	1.11	1.13	1.03	0.84

ตารางที่ 4 แสดงค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของหลังคา

มวลของผนัง กก ม. ⁻²	ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าของหลังคา ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α)			
	0.1 (0-0.2)	0.3 (0.2-0.4)	0.5 (0.4-0.6)	0.6 และมากกว่า (0.6-1.0)
0 - 50	20	24	28	32
50 - 200	16	20	24	28
เกินกว่า 200	12	16	20	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงค่าตัวประกอบแก้สำหรับหลังคา

มุมเอียง	ทิศ	เหนือ	ตะวันออก	ตะวันออก	ใต้	ตะวันตก	ตะวันตก	ตะวันตก
		เฉียงเหนือ	ออก	เฉียงใต้		เฉียงใต้	ตก	เฉียงเหนือ
0		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5		0.98	0.99	0.99	1.01	1.01	1.01	0.99
10		0.96	0.97	0.99	1.01	1.02	1.01	0.97
15		0.93	0.95	0.98	1.01	1.02	1.00	0.95
20		0.90	0.93	0.97	1.00	1.02	1.00	0.92
25		0.87	0.90	0.95	0.99	1.01	0.98	0.89
30		0.83	0.86	0.93	0.98	0.99	0.97	0.86
35		0.78	0.83	0.90	0.96	0.97	0.95	0.82
40		0.74	0.79	0.87	0.93	0.95	0.92	0.78
45		0.69	0.75	0.84	0.90	0.92	0.89	0.74
50		0.64	0.71	0.81	0.87	0.88	0.86	0.70
55		0.59	0.66	0.77	0.83	0.84	0.82	0.66
60		0.54	0.62	0.73	0.79	0.80	0.78	0.61
65		0.50	0.58	0.69	0.75	0.75	0.73	0.57

ตารางที่ 6 แสดงค่าสูงสุดที่ยอมรับสำหรับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังที่บ

มวลของผนัง กก ม. ²	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (วัตต์ ม. ⁻² ซี ⁻¹)				
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α)				
	0.1 (0-0.2)	0.3 (0.2-0.4)	0.5 (0.4-0.6)	0.7 (0.6-0.8)	0.9 (0.8-1.0)
0 - 125	3.2	3.0	2.9	2.7	2.5
126 - 195	4.0	3.7	3.5	3.3	3.0
เกินกว่า 195	5.0	4.6	4.2	3.8	3.5

ตารางที่ 7 แสดงค่าสูงสุดที่ยอมรับสำหรับสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา

มวลของผนัง กก ม. ²	ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (วัตต์ ม. ⁻² ซี ⁻¹)			
	ระดับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (α)			
	0.1 (0-0.2)	0.3 (0.2-0.4)	0.5 (0.4-0.6)	ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป (0.6-0.8)
0 - 125	1.2	1.1	1.0	0.8
126 - 195	1.6	1.4	1.2	0.9
เกินกว่า 195	2.0	1.5	1.2	1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และความหนาแน่นของวัสดุต่าง ๆ

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น กก. ม. ⁻³	ค่า k วัตต์ ม. ⁻¹ °ซ. ⁻¹
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส	1860	0.198
2	แผ่นฉนวนกันความร้อนแอสเบสตอส	720	0.108
3	วัสดุบุผนังหลังคาที่ทำด้วยแอสฟัลท์	2240	1.226
4	บิตูเมน (bitumen)		1.298
5	อิฐ		
	(a) แห้ง และฉาบปูนหรือปิดด้วยแผ่น โม่เสด	1760	0.807
	(b) ความชื้น 6%	1872	1.211
	(c) ผนัง (ไม่ฉาบปูน)		1.154
6	คอนกรีต	2400	1.442
7	คอนกรีต ชนิดเบา ขนาดความหนาแน่นต่าง ๆ	960	0.303
		1120	0.346
		1280	0.476
8	แผ่น ไม้ก๊อก	144	0.042
9	แผ่น ไฟเบอร์ (fibre board)	264	0.052
10	ไฟเบอร์กลาส (ดูใยแก้ว)		
	(a) แบบม้วน (Blanket)	10-24	0.038
	(b) แบบแผ่น (Rigid board)	32-48	0.033
	(c) แบบท่อสำเร็จ (Rigid pipe sections)	56-80	0.038
11	แผ่นกระฉก	2512	1.053
12	ใยแก้ว สานเป็นแผ่น หรือสอดใส่อยู่ระหว่างวัสดุอื่น	32	0.035
	2 แผ่น (แห้ง)		
13	แผ่นยิปซัม	880	0.191
14	แผ่น ไม้อัดฮาร์ดบอร์ด		
	(a) มาตรฐาน	1024	0.216
	(b) ปานกลาง	640	0.123
15	โลหะ		
	(a) โลหะผสมของอลูมิเนียม แบบธรรมดา	2672	211.000
	(b) ทองแดง ที่มีขายเชิงพาณิชย์	8784	385.000
	(b) เหล็กกล้า	7840	47.600
16	โพลีสไตรีน เบ่งขยายตัว	16	0.035

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (k) และความหนาแน่นของวัสดุต่าง ๆ (ต่อ)

ลำดับที่	วัสดุ	ความหนาแน่น กก. ม. ⁻³	ค่า k วัตต์ ม. ⁻¹ ซ'.
17	โพลียูรีเทน โฟม	24	0.024
18	วัสดุทำพื้น PVC	1360	0.173
19	ใยแร่ อัดแน่นเป็นแผ่น	32-104	0.035-0.032
20	วัสดุใช้ฉาบหรือปิดผิว		
	(a) ยิปซั่ม	880	0.191
	(b) ปูนฉาบ น้ำหนักเบา	300	0.063
	น้ำหนักขนาดกลาง	1104	0.274
	(c) เพอร์ไลต์	616	0.115
	(d) ปูนผสมทราย	1568	0.533
	(e) เวอร์มิคูไลท์	640-960	0.202-0.303
21	คินอัดหลวม (ร่วนซุย) ความชื้น 14%	1200	0.375
22	หิน		
	หินทราย	2000	1.298
	แกรนิต	2640	2.927
	หินอ่อน	2640	1.298
23	กระเบื้องหลังคา	1890	0.836
24	ไม้		
	ไม้เนื้ออ่อน	608	0.125
	ไม้เนื้อแข็ง	720	0.138
	ไม้อัด	528	0.138
25	เวอร์มิคูไลท์ แบบเม็ดหยาบอัดหลวม	80-112	0.065
26	ไม้อัดรีพอร์ต	800	0.144
27	ไม้พื้นแผ่นเรียบ	400	0.860
28	หินล้าง	2245	0.115
29	กรวดล้าง	2244	0.115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังและหลังคา

ชนิดของผิววัสดุ		ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (ม. ² ช วัตต์ ⁻¹)
ก	กรณีของผนังอาคาร	
ก.1	ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านใน (R _i)	
ก.1.1	กรณีที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.120
ก.1.2	กรณีที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.299
ก.2	ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวผนังด้านนอก (R _o) (กรณีที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง)	0.044
ข	กรณีของหลังคา	
ข.1	ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านในของหลังคา (R _i)	
ข.1.1	กรณีที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	
ข.1.1.1	หลังคาราบ	0.162
ข.1.1.2	หลังคาเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.148
ข.1.1.3	หลังคาเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.133
ข.1.2	กรณีที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	
ข.1.2.1	หลังคาราบ	0.801
ข.1.2.2	หลังคาเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.595
ข.1.2.3	หลังคาเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.391
ข.2	ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศที่ผิวด้านนอกของหลังคา (R _o) (กรณีที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูงและเอียง ทำมุมใด ๆ)	0.055

ตารางที่ 10 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศในช่องว่างผนังหรือหลังคา

ชนิดของผิววัสดุ		ค่าความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ (ม. ² ช วัตต์ ⁻¹)		
		5 มม.	20 มม.	100 มม.
ก	กรณีช่องว่างอากาศในผนัง			
ก.1	ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง	0.110	0.148	0.16
ก.2	ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ	0.250	0.578	0.606
ข	กรณีช่องว่างอากาศในหลังคา			
ข.1	ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง			
ข.1.1	ช่องว่างอากาศแนวราบ	0.110	0.148	0.174
ข.1.2	ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.174
ข.1.3	ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.110	0.148	0.174
ข.2	ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ			
ข.2.1	ช่องว่างอากาศแนวราบ	0.250	0.572	1.423
ข.2.2	ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 22.5° กับแนวระดับ	0.250	0.572	1.423
ข.2.3	ช่องว่างอากาศเอียงทำมุม 45° กับแนวระดับ	0.250	0.572	1.423
ค	กรณีช่องว่างอากาศในเพดาน			
ค.1	ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีสูง		0.458	
ค.2	ช่องว่างอากาศที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ		1.356	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่ หันหน้าไปทางทิศเหนือ

Azimuth = -135					Tilt angle = 90				
21 March					22 June				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	12.02	47.44	92.48	22.70	07:00	15.79	23.91	110.59	22.35
08:00	33.83	51.33	114.21	60.35	08:00	32.68	25.50	152.63	58.85
09:00	53.68	55.19	122.33	101.05	09:00	44.89	25.56	128.00	54.15
10:00	72.22	52.40	99.78	128.05	10:00	57.85	23.40	173.75	107.37
11:00	88.82	76.93	29.49	145.08	11:00	69.44	14.82	121.54	138.83
12:00	0.00	0.00	0.00	151.70	12:00	76.86	-20.08	62.51	161.38
13:00	9.00	0.00	0.00	148.39	13:00	82.51	-22.89	2.75	154.39
14:00	0.00	0.00	0.00	142.53	14:00	0.00	0.00	0.00	151.27
15:00	0.00	0.00	0.00	124.98	15:00	0.00	0.00	0.00	120.55
16:00	0.00	0.00	0.00	95.33	16:00	0.00	0.00	0.00	102.13
17:00	0.00	0.00	0.00	58.39	17:00	0.00	0.00	0.00	59.00

23 Sep					22 Dec				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	18.03	29.05	61.04	24.90	07:00	11.79	70.32	55.77	15.95
08:00	39.79	52.18	57.93	55.65	08:00	49.93	75.17	73.65	43.77
09:00	53.92	55.60	73.99	95.72	09:00	76.23	82.19	45.70	55.45
10:00	74.93	67.14	51.67	114.72	10:00	0.00	0.00	0.00	71.72
11:00	87.51	54.25	8.20	126.59	11:00	3.00	0.00	0.00	78.32
12:00	0.00	0.00	0.00	132.48	12:00	0.00	0.00	0.00	52.02
13:00	0.00	0.00	0.00	114.25	13:00	3.00	0.00	0.00	101.67
14:00	0.00	0.00	0.00	50.97	14:00	0.00	0.00	0.00	101.01
15:00	0.00	0.00	0.00	58.03	15:00	0.00	0.00	0.00	86.56
16:00	0.00	0.00	0.00	49.88	16:00	0.00	0.00	0.00	60.30
17:00	0.00	0.00	0.00	24.98	17:00	0.00	0.00	0.00	29.58

ตารางที่ 12 แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

Azimuth = 130					Tilt angle = 90				
21 March					22 June				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	0.00	0.00	0.00	22.70	07:00	35.69	62.90	43.58	23.85
08:00	0.00	0.00	0.00	50.80	08:00	58.05	70.50	69.15	58.65
09:00	0.00	0.00	0.00	101.05	09:00	59.76	70.66	69.07	54.15
10:00	0.00	0.00	0.00	128.05	10:00	75.85	68.39	55.71	107.37
11:00	0.00	0.00	0.00	145.08	11:00	73.96	59.82	63.25	138.83
12:00	0.00	0.00	0.00	151.70	12:00	80.20	24.92	50.36	151.35
13:00	0.00	0.00	0.00	148.39	13:00	76.95	-42.68	57.11	164.30
14:00	0.00	0.00	0.00	142.53	14:00	78.14	-64.04	44.31	151.27
15:00	0.00	0.00	0.00	124.98	15:00	74.18	-69.58	25.07	120.55
16:00	0.00	0.00	0.00	95.33	16:00	56.58	-70.30	13.18	102.13
17:00	0.00	0.00	0.00	58.39	17:00	51.29	-70.09	12.21	59.00

23 Sep					22 Dec				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	0.00	0.00	0.00	24.90	07:00	0.00	0.00	0.00	15.95
08:00	0.00	0.00	0.00	58.65	08:00	0.00	0.00	0.00	43.77
09:00	0.00	0.00	0.00	95.72	09:00	0.00	0.00	0.00	65.45
10:00	0.00	0.00	0.00	114.72	10:00	0.00	0.00	0.00	71.72
11:00	0.00	0.00	0.00	126.59	11:00	0.00	0.00	0.00	78.32
12:00	0.00	0.00	0.00	132.48	12:00	0.00	0.00	0.00	52.02
13:00	0.00	0.00	0.00	114.25	13:00	0.00	0.00	0.00	101.67
14:00	0.00	0.00	0.00	60.97	14:00	0.00	0.00	0.00	101.01
15:00	0.00	0.00	0.00	68.03	15:00	0.00	0.00	0.00	86.56
16:00	0.00	0.00	0.00	49.88	16:00	0.00	0.00	0.00	60.30
17:00	0.00	0.00	0.00	24.98	17:00	0.00	0.00	0.00	29.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศตะวันออก

Azimuth = -90					Tilt angle = 90				
21 March					22 June				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	8.20	2.44	135.61	22.70	07:00	15.49	-21.09	112.57	28.85
08:00	22.85	6.33	181.65	60.85	08:00	29.60	-19.50	169.54	53.55
09:00	37.66	11.19	215.65	101.05	09:00	43.58	-19.34	195.81	84.15
10:00	52.58	18.40	211.48	128.05	10:00	57.52	-21.50	176.01	107.37
11:00	67.23	21.90	147.91	145.08	11:00	71.46	-20.18	103.77	133.03
12:00	83.34	65.12	47.74	151.70	12:00	85.41	-55.08	28.54	161.38
13:00	0.00	0.00	0.00	142.39	13:00	0.00	0.00	0.00	154.30
14:00	0.00	0.00	0.00	142.63	14:00	0.00	0.00	0.00	151.27
15:00	0.00	0.00	0.00	124.96	15:00	0.00	0.00	0.00	132.55
16:00	0.00	0.00	0.00	55.33	16:00	0.00	0.00	0.00	102.13
17:00	0.00	0.00	0.00	58.39	17:00	0.00	0.00	0.00	59.00

23 Sep					22 Dec				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	12.07	4.05	92.91	24.90	07:00	4.45	25.33	120.97	15.75
08:00	25.78	8.18	95.67	55.65	08:00	19.40	30.17	149.39	43.77
09:00	41.65	13.60	149.22	95.72	09:00	34.92	37.19	258.05	65.45
10:00	56.78	22.14	123.19	114.72	10:00	51.08	47.56	250.47	71.72
11:00	72.10	29.25	63.59	125.59	11:00	67.23	52.81	155.31	78.52
12:00	87.57	80.86	11.01	132.48	12:00	82.98	53.41	34.13	92.02
13:00	0.00	0.00	0.00	114.25	13:00	0.00	0.00	0.00	101.70
14:00	0.00	0.00	0.00	80.97	14:00	0.00	0.00	0.00	101.01
15:00	0.00	0.00	0.00	68.03	15:00	0.00	0.00	0.00	85.56
16:00	0.00	0.00	0.00	49.88	16:00	0.00	0.00	0.00	60.80
17:00	0.00	0.00	0.00	24.98	17:00	0.00	0.00	0.00	29.58

ตารางที่ 14 แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

Azimuth = -45					Tilt angle = 90				
21 March					22 JUNE				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	11.05	-42.56	100.71	22.70	07:00	32.54	-65.10	49.06	28.35
08:00	28.21	-38.67	142.69	60.85	08:00	51.21	-54.52	77.57	58.65
09:00	42.34	-33.81	182.63	101.05	09:00	64.25	-54.34	90.32	84.15
10:00	54.31	-25.60	199.30	128.05	10:00	74.79	-66.61	75.17	107.37
11:00	55.06	-13.10	149.69	145.08	11:00	84.33	-75.13	32.19	138.13
12:00	75.39	20.12	106.57	151.70	12:00	0.00	0.00	0.00	161.38
13:00	86.07	76.58	27.83	114.25	13:00	0.00	0.00	0.00	154.30
14:00	0.00	0.00	0.00	80.97	14:00	0.00	0.00	0.00	151.27
15:00	0.00	0.00	0.00	68.03	15:00	0.00	0.00	0.00	130.85
16:00	0.00	0.00	0.00	49.88	16:00	0.00	0.00	0.00	102.13
17:00	0.00	0.00	0.00	24.98	17:00	0.00	0.00	0.00	59.00

22 Sep					22 Dec				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	15.77	-40.95	70.35	24.90	07:00	4.27	-16.67	102.08	15.95
08:00	31.95	-35.82	77.37	66.65	08:00	17.48	-14.34	278.81	43.77
09:00	45.35	-31.40	131.04	95.72	09:00	29.31	-7.81	333.38	65.45
10:00	55.90	-22.86	122.54	114.72	10:00	39.92	2.56	370.79	71.72
11:00	57.46	-9.74	21.59	126.59	11:00	49.67	17.81	323.56	78.52
12:00	77.81	35.86	56.13	132.48	12:00	59.06	38.41	232.99	92.02
13:00	66.73	83.68	6.31	114.25	13:00	68.69	60.75	132.14	101.70
14:00	0.00	0.00	0.00	50.97	14:00	79.50	79.26	45.30	101.01
15:00	0.00	0.00	0.00	68.03	15:00	0.00	0.00	0.00	56.56
16:00	0.00	0.00	0.00	49.88	16:00	0.00	0.00	0.00	60.80
17:00	0.00	0.00	0.00	24.98	17:00	0.00	0.00	0.00	29.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปบนเว็บไซต์หรือสื่อออนไลน์
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศใต้

21 March					22 June				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	73.55	-57.56	5.51	22.70	07:00	0.00	0.00	0.00	28.85
08:00	75.26	-53.57	20.14	50.85	08:00	0.00	0.00	0.00	58.65
09:00	75.52	-78.81	42.56	101.05	09:00	0.00	0.00	0.00	54.15
10:00	75.77	-71.60	70.37	128.05	10:00	0.00	0.00	0.00	107.37
11:00	75.84	-58.10	92.07	145.08	11:00	0.00	0.00	0.00	138.03
12:00	75.86	-24.38	102.97	151.70	12:00	0.00	0.00	0.00	161.38
13:00	75.86	31.58	102.14	148.29	13:00	0.00	0.00	0.00	154.30
14:00	75.33	60.67	90.89	142.63	14:00	0.00	0.00	0.00	151.27
15:00	75.75	72.33	72.60	124.96	15:00	0.00	0.00	0.00	130.85
16:00	75.59	79.58	45.58	95.33	16:00	0.00	0.00	0.00	102.13
17:00	75.17	54.25	24.92	58.39	17:00	0.00	0.00	0.00	59.00

23 Sep					22 Dec				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	71.67	-85.95	6.58	24.90	07:00	9.33	-54.58	82.65	15.95
08:00	74.10	-81.82	13.75	56.65	08:00	31.21	-57.83	144.95	43.77
09:00	74.78	-75.40	35.10	95.72	09:00	42.61	-52.81	203.42	95.45
10:00	75.25	-67.86	52.11	114.72	10:00	48.56	-42.44	270.91	71.72
11:00	75.21	-50.74	51.50	125.59	11:00	51.58	-27.19	302.27	78.52
12:00	75.26	-9.34	68.37	132.48	12:00	52.76	-6.59	295.37	92.02
13:00	75.24	41.38	74.97	114.25	13:00	52.46	15.75	250.30	131.49
14:00	75.13	63.90	62.65	80.97	14:00	50.58	34.25	202.17	101.01
15:00	74.90	74.21	52.22	68.03	15:00	46.52	47.28	171.90	81.56
16:00	74.29	80.32	34.18	45.88	16:00	38.73	55.08	136.71	60.80
17:00	72.89	54.74	11.44	24.98	17:00	23.57	62.08	73.00	29.58

ตารางที่ 16 แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

21 March					22 June				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	0.00	0.00	0.00	22.70	07:00	0.00	0.00	0.00	28.85
08:00	0.00	0.00	0.00	60.85	08:00	0.00	0.00	0.00	58.65
09:00	0.00	0.00	0.00	101.05	09:00	0.00	0.00	0.00	54.15
10:00	0.00	0.00	0.00	128.05	10:00	0.00	0.00	0.00	107.37
11:00	0.00	0.00	0.00	145.08	11:00	0.00	0.00	0.00	138.03
12:00	84.54	-59.88	39.05	151.70	12:00	0.00	0.00	0.00	161.38
13:00	72.96	-13.42	116.62	148.39	13:00	0.00	0.00	0.00	154.30
14:00	53.51	15.66	178.54	142.63	14:00	81.11	70.96	33.01	151.27
15:00	52.74	27.83	217.50	124.96	15:00	71.35	65.42	27.27	130.85
16:00	40.53	34.58	225.72	95.33	16:00	60.17	54.20	17.15	102.13
17:00	25.03	39.25	102.65	58.39	17:00	45.67	54.91	14.95	59.00

23 Sep					22 Dec				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	0.00	0.00	0.00	24.90	07:00	0.00	0.00	0.00	15.95
08:00	0.00	0.00	0.00	66.65	08:00	0.00	0.00	0.00	43.77
09:00	0.00	0.00	0.00	95.72	09:00	0.00	0.00	0.00	65.45
10:00	0.00	0.00	0.00	114.72	10:00	85.94	-87.44	16.57	71.72
11:00	0.00	0.00	0.00	125.59	11:00	74.75	-72.19	103.92	78.52
12:00	81.13	-54.14	40.57	132.48	12:00	54.58	-51.59	181.72	92.02
13:00	55.68	-3.62	99.71	114.25	13:00	55.14	-29.25	235.98	131.49
14:00	50.27	18.90	134.75	80.97	14:00	45.56	-10.74	210.33	101.01
15:00	49.13	29.21	107.45	68.03	15:00	35.60	2.28	253.20	81.56
16:00	36.40	35.32	105.87	45.88	16:00	24.52	11.07	240.39	60.80
17:00	21.17	39.74	55.84	24.98	17:00	12.12	17.28	146.02	29.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศตะวันตก

Azimuth = 90					Tilt angle = 00				
21 March					22 June				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	0.00	0.00	0.00	22.70	07:00	0.00	0.00	0.00	22.85
08:00	0.00	0.00	0.00	60.85	08:00	0.00	0.00	0.00	58.65
09:00	0.00	0.00	0.00	101.05	09:00	0.00	0.00	0.00	64.15
10:00	0.00	0.00	0.00	128.05	10:00	0.00	0.00	0.00	107.37
11:00	0.00	0.00	0.00	145.08	11:00	0.00	0.00	0.00	136.03
12:00	0.00	0.00	0.00	151.70	12:00	0.00	0.00	0.00	151.38
13:00	81.20	-55.42	62.78	148.39	13:00	80.63	47.02	53.23	154.30
14:00	65.81	-29.33	161.71	142.63	14:00	56.68	25.97	20.92	151.27
15:00	50.59	-17.17	234.99	124.26	15:00	52.74	20.42	67.31	130.85
16:00	35.59	-10.42	259.54	95.33	16:00	38.80	16.20	37.67	102.13
17:00	20.81	-5.75	247.53	58.25	17:00	24.78	13.91	23.16	59.00

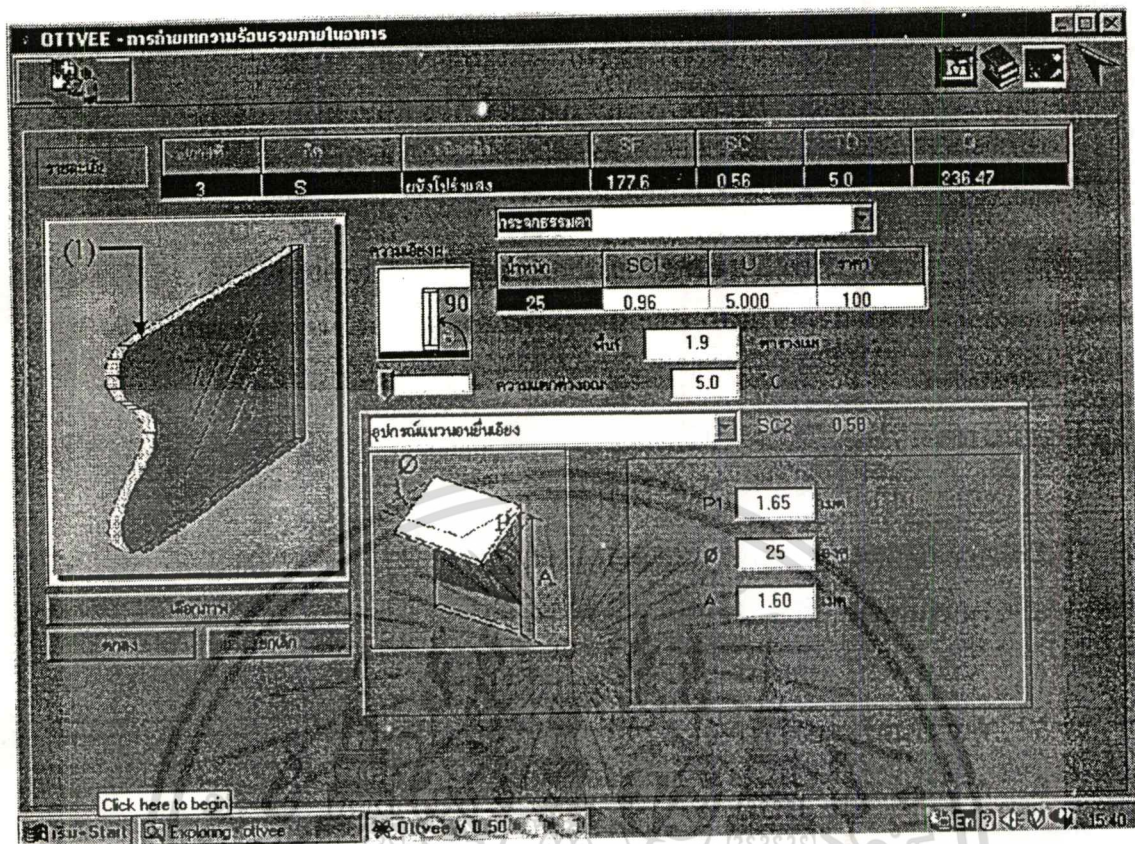
23 Sep					22 Dec				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	0.00	0.00	0.00	24.90	07:00	0.00	0.00	0.00	15.95
08:00	0.00	0.00	0.00	26.85	08:00	0.00	0.00	0.00	43.77
09:00	0.00	0.00	0.00	95.72	09:00	0.00	0.00	0.00	65.45
10:00	0.00	0.00	0.00	114.72	10:00	0.00	0.00	0.00	71.72
11:00	0.00	0.00	0.00	126.59	11:00	0.00	0.00	0.00	78.52
12:00	0.00	0.00	0.00	132.48	12:00	0.00	0.00	0.00	92.02
13:00	78.93	-48.62	68.04	114.25	13:00	77.77	-74.25	73.43	101.69
14:00	61.54	-26.10	127.91	80.97	14:00	60.76	-55.74	137.71	101.01
15:00	46.35	-15.79	184.60	58.03	15:00	44.24	-42.72	186.17	85.58
16:00	31.39	-9.68	200.40	49.88	16:00	28.35	-33.92	203.25	60.80
17:00	16.65	-5.26	124.24	24.68	17:00	13.07	-27.92	137.75	25.58

ตารางที่ 18 แสดงข้อมูลดวงอาทิตย์สำหรับด้านที่หันหน้าไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

Azimuth = 135					Tilt angle = 00				
21 March					22 June				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	0.00	0.00	0.00	22.70	07:00	0.00	0.00	0.00	22.85
08:00	0.00	0.00	0.00	60.85	08:00	0.00	0.00	0.00	58.65
09:00	0.00	0.00	0.00	101.05	09:00	0.00	0.00	0.00	64.15
10:00	0.00	0.00	0.00	128.05	10:00	0.00	0.00	0.00	107.37
11:00	0.00	0.00	0.00	145.08	11:00	0.00	0.00	0.00	136.03
12:00	0.00	0.00	0.00	151.70	12:00	85.26	69.92	22.85	161.33
13:00	0.00	0.00	0.00	148.39	13:00	76.40	2.02	78.02	164.30
14:00	82.08	-74.33	50.10	142.63	14:00	65.61	-19.03	55.58	151.27
15:00	68.12	-62.17	114.83	124.26	15:00	53.57	-24.58	65.32	130.85
16:00	51.12	-55.42	155.60	95.33	16:00	40.14	-25.80	36.10	102.13
17:00	33.87	-50.75	157.41	58.25	17:00	25.61	-25.09	31.94	59.00

23 Sep					22 Dec				
Time	01	02	ID	Id	Time	01	02	ID	Id
07:00	0.00	0.00	0.00	24.90	07:00	0.00	0.00	0.00	15.95
08:00	0.00	0.00	0.00	26.85	08:00	0.00	0.00	0.00	43.77
09:00	0.00	0.00	0.00	95.72	09:00	0.00	0.00	0.00	65.45
10:00	0.00	0.00	0.00	114.72	10:00	0.00	0.00	0.00	71.72
11:00	0.00	0.00	0.00	126.59	11:00	0.00	0.00	0.00	78.52
12:00	0.00	0.00	0.00	132.48	12:00	0.00	0.00	0.00	92.02
13:00	0.00	0.00	0.00	114.25	13:00	0.00	0.00	0.00	101.69
14:00	78.94	-71.10	46.15	80.97	14:00	0.00	0.00	0.00	101.01
15:00	64.18	-60.79	93.61	58.03	15:00	82.81	-67.72	10.03	36.56
16:00	46.14	-54.58	117.54	49.88	16:00	65.77	-78.63	47.26	60.80
17:00	24.68	-50.26	72.76	24.68	17:00	34.24	-72.92	45.70	25.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1

แสดงตัวอย่างหน้าจอของโปรแกรมคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวม OTTV. ของสถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายสุวัฒน์ บุญยฤทธิกิจ เกิดเมื่อวันที่ 10 เมษายน พ.ศ. 2510 กรุงเทพมหานคร การศึกษาระดับประถมศึกษา 1-4 ที่โรงเรียนเสียนจินจิ้นเตอะเฟินเซี่ยว การศึกษาระดับประถมศึกษา 5-6 โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิร และการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา 1-6 ที่โรงเรียนวิมุตยาราม-พิทยากร ได้รับการศึกษาระดับอุดมศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำเร็จการศึกษา 2535 เคยได้รับรางวัลดีเด่น “งานประกวดบ้านไทยร่วมสมัย” ครั้งที่ 1 ของบริษัทสตาร์บล็อค และได้รับการปฏิบัติงานในส่วนงานศูนย์บริการวิชาการ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 ปัจจุบันรับราชการ อาจารย์ระดับ 4 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตั้งแต่ 1 กันยายน พ.ศ. 2540



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้